

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
(КГАСУ)

ул. Зеленая, д.1, г. Казань, 420043, тел. (843) 510 46 01, факс (843) 238 79 72, info@kgasu.ru
ОКПО 02069622, ОГРН 1021602836485, ИНН 1655018025, КПП 165501001

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научно-
исследовательской деятельности


_____ **Е.А. Вловин**
« ____ » _____ 2023г.



УДК _____

Инв. № _____

Отчет о научно-исследовательской работе

по теме:

**«Исследование несущей способности узлов и элементов профилей
системы ТЕСЕ»**

Договор № МКИИС/18-22 от «06» сентября 2022 г.

Руководитель работ, ктн, доцент

А.В. Исаев

Зав. кафедрой металлических конструкций и
испытания сооружений, ктн, доцент

А.В. Исаев

Начальник УНИД

М.И. Халиуллин

Начальник отдела бюджетных и
хоз.-договорных НИР

 - Л.И. Молгачева

Казань 2023

Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» (КазГАСУ)

420043, РТ, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1.

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-исследовательской деятельности

_____ Е.А.Вдовин

«05» апреля 2023г.

Научно-технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»

Х/д № МКиИС/18-22 от 06.09.2022

Руководитель работ, ктн, доцент

 Исаева А.В.

Зав. кафедрой металлических конструкций и испытания сооружений, ктн, доцент

 Исаева А.В.

Начальник отдела бюджетных и хоз-договорных НИР

Молгачёва Л.И.

Начальник УНИД

Халиуллин М.И.

Взаим. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

Список исполнителей

1 Руководитель темы, ктн,
доцент каф. МКиИС



Исаева А.В.

подпись, дата

2 Исполнитель, ассистент
каф. МКиИС



Фаттахова А.И.

подпись, дата

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаи. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

Содержание

Предмет научно-технического отчета.....	5
1. Вводная часть	5
1.1. Основание для проведения работ.....	5
1.2. Данные о «Заказчике»	5
1.3. Сведения о проводившей обследовании организации	5
1.4. Сведения об экспертах и специалистах.....	6
2. Реферат научно-исследовательской работы.....	6
3. Программа проведения исследования	7
4. Исследование профиля ТЕСЕ и простейших конструкций из данного профиля ...	8
4.1. Определение геометрических характеристик сечения профиля ТЕСЕ	8
4.2. Определение физико-механических свойств материала профиля ТЕСЕ	9
4.3. Определение несущей способности профилей ТЕСЕ.....	11
4.4. Определение несущей способности на изгиб профилей ТЕСЕ	16
4.5. Определение прочности узловых соединений с применением профиля ТЕСЕ	20
4.5.1. Определение несущей способности профиля с уголком.....	21
4.5.2. Определение несущей способности подвесов.....	22
4.5.3. Определение несущей способности настенного крепежа (атр. 9030002).....	23
4.5.4. Определение несущей способности на срез торцевого соединения профилей (втулки).....	24
4.6. Определение несущей способности простейших конструкций из профилей ТЕСЕ	25
4.6.1. Определение несущей способности системы скрытого монтажа столешницы	26
4.6.2. Определение несущей способности системы скрытого монтажа унитаза ...	27
4.6.3. Определение несущей способности системы скрытого монтажа лежака ...	29
4. Заключение	31
Список использованной литературы.....	33
Приложение 1	34
Приложение 2	43
Приложение 3	50
Приложение 4	63

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №						Научно-технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
			Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.		Дата

Предмет научно-технического отчета

В настоящем отчете рассматриваются результаты исследования несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ с определением геометрических характеристик поперечного сечения.

Отчет по результатам научно-исследовательской работы определяет геометрические характеристики поперечного сечения профиля ТЕСЕ и несущую способность узловых соединений согласно действующим нормативно-техническим документам и техническим регламентам и предназначено для его направления заказчику.

1. Вводная часть

1.1. Основание для проведения работ

Основанием для проведения работы является запрос ООО «ТЕСЕ Системс» в Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования - «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» (КазГАСУ) и договор № МКиИС/18-22 от 06.09.2022г. между ООО «ТЕСЕ Системс» и Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования - «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» (КазГАСУ).

1.2. Данные о «Заказчике»

Полное название организации	ООО «ТЕСЕ Системс»
Юридический адрес:	143421, Московская область, г.о. Красногорск, тер. Автодорога Балтия, км 26-й, д. 5 стр. 6, этаж 5, помещ. 14 ком. 3
Почтовый адрес:	143421, Московская область, г.о. Красногорск, тер. Автодорога Балтия, км 26-й, д. 5 стр. 6, этаж 5, помещ. 14 ком. 3
Тел./факс:	-
Руководитель организации	Продакт менеджер С.В. Миронюк

1.3. Сведения о проводившей обследовании организации

Полное название организация:	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный архитектурно-
------------------------------	---

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата	Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
							5

	строительный университет» (КазГАСУ)
Юридический адрес:	420043, РТ, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1.
Почтовый адрес:	420043, РТ, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1.
Тел./факс:	8-843-510-47-09/8-843-236-25-83
Руководитель организации:	Проректор по НИД Вдовин Е.А.
Подтверждение права деятельности:	Документы, подтверждающие права деятельности организации см. Приложение 1.

1.4. Сведения об экспертах и специалистах

№ п/п	ФИО	Образование, должность	Уровень квалификации	Номер диплома, удостоверения, протокола
1	2	3	4	5
1	Исаев Алексей Викторович	Высшее, КИСИ, ___ г., инженер-строитель, доцент	Кандидат технических наук	Диплом № _____ от ___ июля ___ г.
2	Фаттахова Алсу Илсуровна	Высшее, КазГАСУ, 2018г., магистр по направлению 08.04.01 «Строительство»	Магистр	Диплом 101624 3927034 от 07 июля 2018г.

Документы, подтверждающие квалификацию специалиста – см. Приложение 1.

2. Реферат научно-исследовательской работы

Объект исследования: профиль ТЕСЕ и узловые соединения из данных профилей. Профиль ТЕСЕ представляет собой полый гнуто-сварной профиль квадратного сечения с ребрами по углам. Крепежные элементы и фасонные детали разработаны под профиль ТЕСЕ. Изображения сечения профиля и эскиза фасонных деталей представлены в Приложении 4.

Цель работы: определение геометрических характеристик профиля ТЕСЕ и несущей способности узловых соединений.

Задачи исследовательской работы:

- произвести замеры сечения образца профиля и определить геометрические характеристики;
- определить физико-механические свойства материала профиля;

Взаим. инв. №	Подп. и дата	Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата	Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
									6

- провести испытания образцов профиля на растяжение, сжатие и изгиб на предмет определения служебных свойств профиля;
- определить несущую способность узловых соединений в соответствии требованиям действующих нормативно-технических документов и технических регламентов;
- определить несущую способность простых конструкций крепления трубопроводов.

В результате исследования определены геометрические характеристики профиля, физико-механические свойства материала профиля, несущая способность узловых соединений.

Результаты исследования позволят расширить область применения каркасных систем, разработанных ООО «ТЕСЕ Системс», и применять профили ТЕСЕ в качестве опор сантехнических систем.

3. Программа проведения исследования

Программа научно-исследовательской работы проведена согласно методикам, требованиям и в последовательности, предписанной:

- ГОСТ 7.32-2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления»;
- ГОСТ Р 58941-2020 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения»;
- ГОСТ Р 53442-2015 «Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Установление геометрических допусков. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения»;
- ГОСТ 25346-2013 «Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки»;
- ГОСТ 1497-84 «Металлы. Методы испытаний на растяжение»;
- ГОСТ 25.503-97 «Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Метод испытания на сжатие»;
- ГОСТ 14019-2003 «Материалы металлические. Метод испытания на изгиб»
- СП 16.13330-2017 «Стальные конструкции».
- СП 20.13330-2016 «Нагрузки и воздействия».

Цель и сроки выполнения работ отражены в техническом задании и в программе работ (см. Приложение 2).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №					Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
			Изм.	Кол.у	Лист	№		Подп.

4. Исследование профиля ТЕСЕ и простейших конструкций из данного профиля

4.1. Определение геометрических характеристик сечения профиля ТЕСЕ

Методикой определения размеров профиля и его геометрических характеристик предусмотрено:

- замерить поперечное сечение профиля в 10 сечениях;
- методом суммы наименьших квадратов определить значения сечения и отклонения;
- определить геометрические характеристики.

В результате замеров образца профиля линейкой и штангенциркулем в 10 сечениях (см. фото 3.1-3.5 прил. 3), определены размеры сечения, приведенные на рис. 4.1 и табл. 4.1

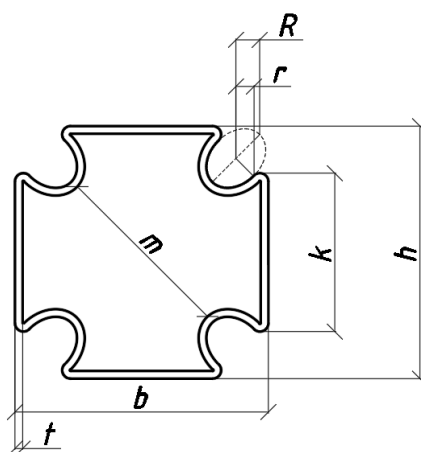


Рисунок 4.1. Обозначения размеров сечения профиля

Таблица 4.1.

Размеры сечения профиля

№ сеч	h, мм	b, мм	R, мм	r, мм	m, мм	t, мм
1	33,2	33,1	3.25	2.15	20,6	1,2
2	33,2	33	-	-	20,5	1,1
3	33,2	33	-	-	20,5	-
4	33,3	33,1	-	-	20,6	-
5	33,3	33,2	-	-	20,7	-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Окончание табл. 4.1

6	33,2	33,1	-	-	20,6	-
7	33,2	33,1	-	-	20,7	-
8	33,3	33,1	-	-	20,7	-
9	33,4	33,1	-	-	20,7	1
10	33,4	33,1	3.25	2.14	20,7	1,1

Определены точные размеры сечения, приведенные на рис. 4.2, точность измерений составила 0,95.

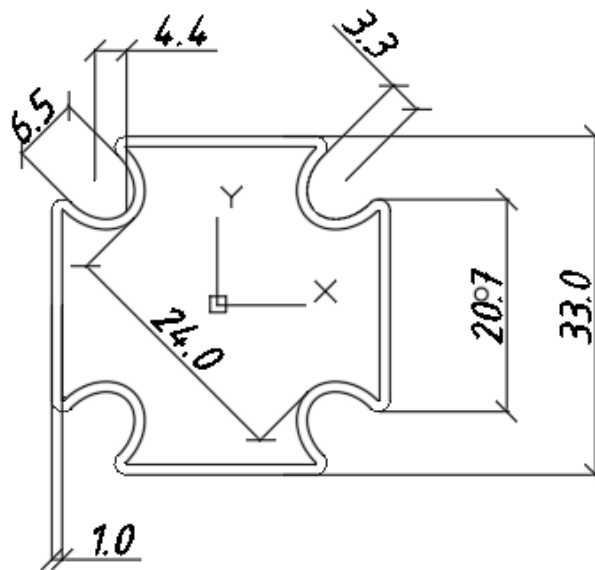


Рисунок 4.2. Размеры сечения профиля

Точный размер сечения (рис. 4.2) построен в программе AutoCAD, который позволяет автоматизировано определить геометрические характеристики. Результаты представлены в табл. 4.2

Таблица 4.2.

Геометрические характеристики профиля

b, мм	R, мм	r, мм	A, см ²	$J_x=J_y$, см ⁴	$W_x=W_y$, см ³	$i_x=i_y$, см	Масса п/м, кг
33	6,2	2,2	1,4	2,41	6,59	1,31	1,05

4.2. Определение физико-механических свойств материала профиля ТЕСЕ

Методикой определения физико-механических свойств материала – марки стали предусмотрено:

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взаи. инв. №					Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»		Лист
			Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата	9

- Подготовка 4-5 образцов размерами 130 мм из образца профиля ;
- Испытание каждого образца на растяжение с помощью прессы ИР 5082-5;
- Определение предела текучести металла и временного сопротивления на разрыв.

Согласно требованиям ГОСТа 1497-84 [5] из профиля ТЕСЕ выпилены 4 образца прямоугольной формы размером 135x18,5 мм. Рабочая длина образца составила 80мм, для визуального контроля деформаций через каждые 5 мм нанесены риски (см. фото 3.6, 3,7, прил. 3).

Образцы фиксировались в губках испытательной машины, а в центральной части рабочей длины образца устанавливался тензометр ИР 5082-5 для контроля относительных деформаций и удлинения образцов (см. фото 3.8, прил. 3).

При проведении испытаний фиксировалась предельная нагрузка, деформации удлинения, перемещения, напряжения и относительные деформации. В результате испытаний получены диаграммы деформирования образцов, обработка результатов для определения характеристик произведена в соответствии с ГОСТ 1497-84[5].

Скорость нагружения равна 10 мм/мин.

Результаты испытаний были получены в виде диаграмм для каждого образца в отдельности (рис. 4.3). Общий вид образцов после испытаний приведен на фото 3.9, прил. 3.

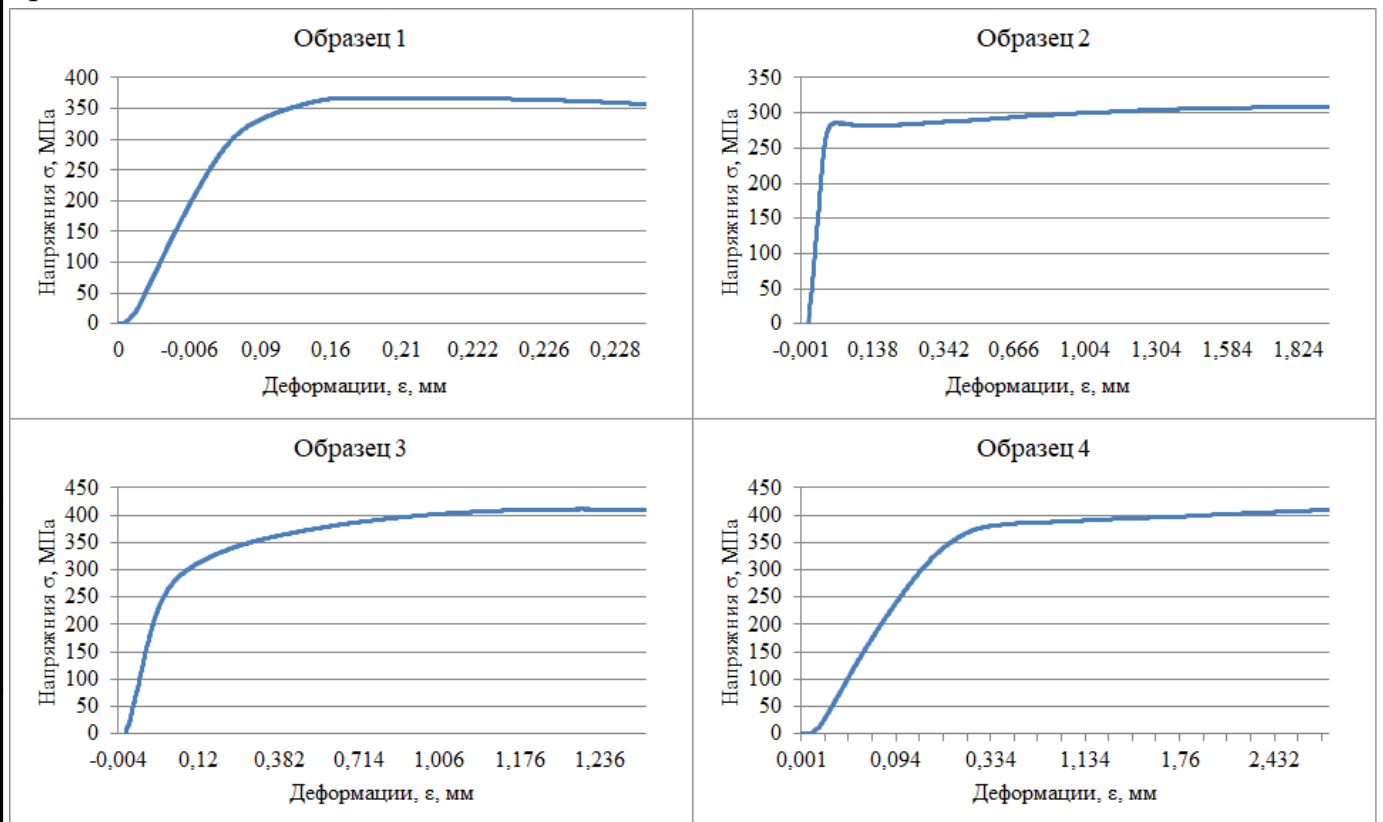


Рисунок 4.3 Диаграммы зависимости напряжений от относительных деформаций

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Для удобства восприятия информации основные показатели результатов испытаний вынесены в табличной форме.

Таблица 4.3.

№ образца	F _{макс} , кН	l, см	Δl, см	A, см ²	σ _т , МПа	σ _{вр} , МПа
1	6,795	8	0,57	0,186	367,03	367,2
2	1,56	8	0,56	0,185	282,98	308,6
3	8,3	8	0,31	0,188	383,85	419,6
4	7,0	8	0,73	0,2	251,52	289,3

4.3. Определение несущей способности профилей ТЕСЕ

Методикой определения несущей способности профилей ТЕСЕ предусмотрены испытания на растяжение, сжатие и изгиб в испытательной машине ИР-5082. С последующим анализом результатов, сопоставлением экспериментальных данных с теоретическим расчетом, выполненным в соответствии с СП 16.13330-2017.

Геометрические характеристики сечения и физико-механические свойства материала приняты по результатам предыдущих испытаний. Размеры образцов определялись в соответствии с ГОСТом 25.503-97[6]

- на растяжение/сжатие

$$h_0 = \frac{2,24(m + 2R)\sqrt{n}}{v},$$

где m=24 мм – расстояние между внутренними выступами от прокатных роликов

R= 4,4мм – больший радиус эллипса ролика проката

n= – Показатель деформационного упрочнения (для строительной стали (C=0,05-0,10%) горячей прокатки; n=0,25)

v – Коэффициент приведения высоты (0,5 для образцов III типа)

$$h_0 = \frac{2,24(24\text{мм} + 2 * 4,4\text{мм})\sqrt{0,25}}{0,5} \approx 75\text{мм.}$$

- на изгиб

$$L = 2(a + D) + K,$$

где a= 1мм – толщина образца, мм,

D= 30 мм, - диаметр оправки,

K=125 мм – коэффициент, равный 100-150мм.

$$L = 2(1\text{мм} + 30\text{мм}) + 125 \approx 200\text{мм}$$

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Первым этапом определены теоретические значения предельных нагрузок при различных напряженно-деформированных состояниях.

Предельная нагрузка на профиль при ее работе на растяжение определяется по формуле (5) п.7.1.1 [8]

$$N = A_n R_y \gamma_c,$$

где $A_n = 1,4 \text{ см}^2$ - площадь сечения нетто,

$R_y = 3210 \text{ кг/см}^2$ – расчетное сопротивление стали на растяжение, сжатие и изгиб по пределу текучести,

$\gamma_c = 1$ – коэффициент условий работы.

$$N = 3210 \text{ кг/см}^2 \cdot 1,4 \text{ см}^2 \cdot 1 = 4494 \text{ кг} = 0,45 \text{ т}$$

Предельная нагрузка на профиль при ее работе на сжатие определяется по формуле (7) п.7.1.3 [8]

$$N = \varphi A_n R_y \gamma_c,$$

где φ – коэффициент устойчивости при центральном сжатии, зависящий от условной гибкости стержня $\bar{\lambda}$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}},$$

Здесь $E = 2,06 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$ – модуль упругости стали,

λ – гибкость стержня

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_{min}},$$

$l_{ef} = 75 \text{ мм}$ – расчетная длина стержня, принимаемая равной длине испытываемого образца,

$i_{min} = 8,22 \text{ мм}$ – радиус инерции сечения.

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_{min}} = \frac{75 \text{ мм}}{8,22 \text{ мм}} = 9,12,$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

$$\bar{\lambda} = 9,12 \sqrt{\frac{321 \text{ МПа}}{2,06 \cdot 10^6 \text{ МПа}}} = 0,1,$$

По таблице 7 и Д.1 определяется значение коэффициента устойчивости $\varphi = 1$, так как $\bar{\lambda} < 0,4$.

$A_n = 1,4 \text{ см}^2$ – площадь сечения нетто,

$R_y = 3210 \text{ кг/см}^2$ – расчетное сопротивление стали на растяжение, сжатие и изгиб по пределу текучести,

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №					Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
			Изм.	Кол.у	Лист	№		Подп.

$\gamma_c = 1$ – коэффициент условий работы.

$$N = 1 \cdot 3210 \text{ кг/см}^2 \cdot 1,4 \text{ см}^2 \cdot 1 = 4494 \text{ кг} = 0,45 \text{ т}$$

Предельная нагрузка на профиль при ее работе на изгиб определяется по формулам (41 и 42) п.8.2.1 [8]

$$N = \frac{4W_x R_y \gamma_c}{l},$$

где $W_x = 6,59 \text{ см}^3$ – момент сопротивления крайних фибр сечения,

$l = 20 \text{ см}$ – расчетная длина образца, принятая в соответствии с размерами испытываемых образцов.

$$N = \frac{4 \cdot 6,59 \text{ см}^3 \cdot 3210 \text{ кг/см}^2 \cdot 1}{20 \text{ см}} = 9456,66 \text{ кг} = 0,95 \text{ т}$$

$$Q = \frac{J_x t_w R_s \gamma_c}{S_x},$$

где $J_x = 2,41 \text{ см}^4$ – момент инерции сечения,

$t_w = 0,1 \text{ см}$ – толщина сечения,

$S_x = 1,163 \text{ см}^3$ – статический момент инерции сечения,

$R_s = 1816 \text{ кг/см}^2$ – расчетное сопротивление стали на срез, определяемое по табл. 2 СП 16.13330-2017 [8].

$$R_s = \frac{0,58 R_{yn}}{\gamma_m},$$

здесь $R_{yn} = 3210 \text{ кг/см}^2$ – нормативное сопротивление стали по пределу текучести, принятое по результатам испытаний

$\gamma_m = 1,025$ – коэффициент надежности по материалу

$$R_s = \frac{0,58 \cdot 3210 \text{ кг/см}^2}{1,025} = 1816 \text{ кг/см}^2,$$

$$Q = \frac{2,41 \text{ см}^4 \cdot 0,1 \text{ см} \cdot 3210 \text{ кг/см}^2 \cdot 1}{1,163 \text{ см}^3} = 665,18 \text{ кг} = 0,66 \text{ т}.$$

Из двух значений принято наименьшее – 0,66 т.

Следующим этапом предусмотрено проведение натурального эксперимента на растяжение, сжатие и изгиб. На зафиксированные в испытательной машине образцы профиля ТЕСЕ поэтапно прикладывалась нагрузка, равная 10% от определенной по теоретическому расчету. По достижении теоретического значения образцы не были разрушены, поэтому испытания продолжались до разрушения.

В результате испытаний уточнены предельные нагрузки, определены деформации. Диаграммы деформирования приведены на рис. 4.4 – 4.6.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №					Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
			Изм.	Кол.у	Лист	№		Подп.

Первым испытан образец на растяжение. Образец равный 200 мм, фиксировался в губках испытательной машины так, чтобы расчетная длина составила 75 мм. Зажимаемые в губках участки дополнительно заполнялись металлом для надежной фиксации образца без дополнительных деформаций (см. фото 3.10, прил. 3).

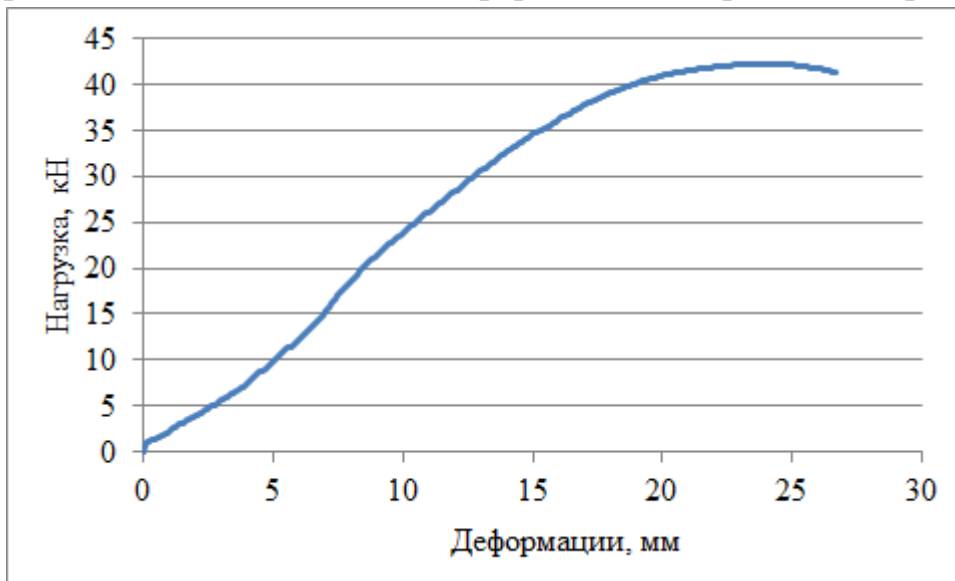


Рис. 4.4. Диаграмма деформирования образца, испытанного на растяжение

Пластические деформации наблюдались по достижении нагрузки 30,86 кН, но шейка пластичности не образовалась. Происходили деформации сечения профиля: стенки сечения вытягивались и теряли местную устойчивость, выгибаясь внутрь сечения. по достижении нагрузки в 42,15 кН, произошло хрупкое разрушение. Деформации при хрупком разрушении зафиксированы тензометром BF120-10AA и составили 24,71 мм. Временное сопротивление профиля составило 344,4 МПа. Относительное удлинение образца составило 1,13мм, а перемещение нижней части образца – 2,2мм, что и привело к разрыву.

Следующим испытан образец на сжатие, длина образца составила 75мм. Для обеспечения равномерной передачи нагрузки торцевые поверхности остроганы. Образец зажимался между блинами испытательной машины (см. фото 3.11, прил. 3).

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

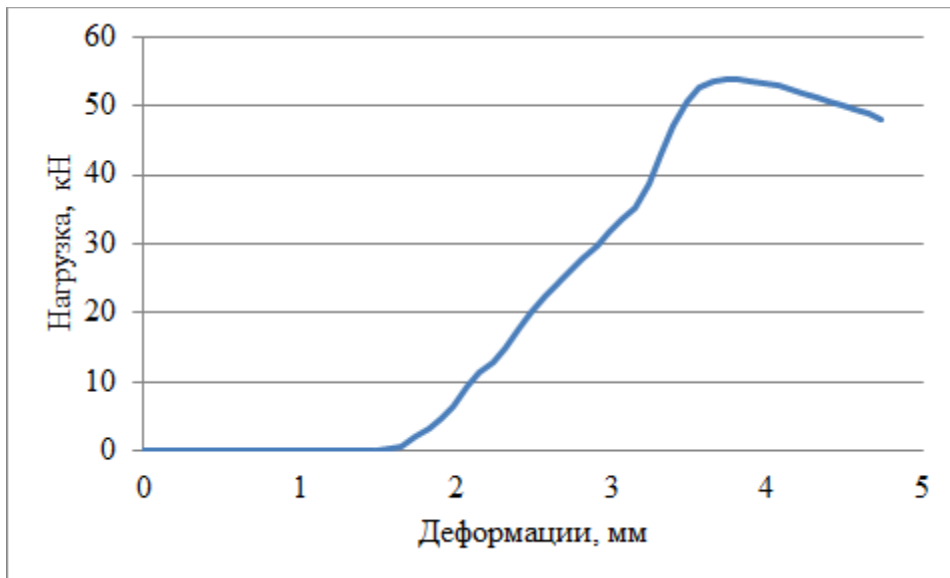


Рис. 4.5. Диаграмма деформирования образца, испытанного на сжатие

При проведении испытания отмечено, что образец терял местную устойчивость (наблюдалось выпучивание стенок профиля) при достижении 34,2 кН. Полная потеря устойчивости (закручивание сечения образца относительно центра тяжести) наблюдалась при достижении нагрузки 52,8 кН, деформации составили 47,1 мм.

Последним испытан образец на изгиб. Длина образца составила 300 мм, расстояние между оправками опоры – 200 мм, нагрузка прикладывалась через оправку на середину пролета (фото 3.12, прил. 3).



Рис. 4.6. Диаграмма деформирования образца, испытанного на изгиб

Первые деформации потери местной устойчивости верхнего пояса наблюдались при нагрузке 1,18 кН (напряжениях 96,3 МПа). Перемещения верхнего пояса составили 4,7мм. При нагрузке 4,26 кН (напряжениях 347,7МПа) устойчивость

Инв. № подл.	Взаим. инв. №
	Подп. и дата

теряли стенки профиля, при этом прогиб образца не достигал предельного значения. При фиксации прогиба в 1,3 мм, то есть предельно допустимое значение, определенное по СП 20.13330-2016 [9], нагрузка составила 0,1 кН.

Для удобства восприятия информации все данные представлены в табличной форме (табл. 4.4).

Таблица 4.4.

Результаты натурных испытаний образцов

Вид напряженно-деформированного состояния	Растяжение	Сжатие	Изгиб
Предельная нагрузка, F_{max} , кН	359	54,9	49
Деформации при достижении предельной нагрузки, Δl , мм	82	2,4	4
Напряжения при пластических деформациях, σ_T , МПа	301	50	43
Напряжения, соответствующие предельной нагрузке, $\sigma_{вр}$, МПа	360	55	50

4.4. Определение несущей способности на изгиб профилей ТЕСЕ

При испытании образцов профиля по ГОСТ 14019-2003 [7] наблюдалась потеря устойчивости верхнего пояса, что связано с малыми размерами образца, поэтому принято решение о выполнении дополнительных испытаний на образцах большего размера: 70см, 100см, 150см и 200см. Размеры продиктованы размерами испытательного стенда прессы ИР 5082-5 и типовыми размерами, применяемыми в конструкциях из профилей ТЕСЕ.

Программой испытаний предусмотрено определение несущей способности профиля при действии сосредоточенной нагрузки $P=50\text{кг}$, $P=100\text{кг}$ на середине пролета (рис. 4.7). Нагрузки приняты по согласованию с Заказчиком из технического задания.

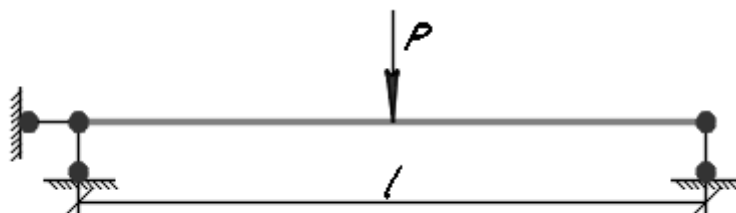


Рис. 4.7. Расчетная схема при испытании профиля на изгиб

Взаим. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Согласно формуле (41, 42) п. 8.2.1. СП 16.13330-2017 [8] определены нормальные и касательные напряжения в образцах при действии соответствующих нагрузок

$$\begin{cases} \sigma = \frac{Pl}{4W_x} \leq R_y \gamma_c \\ \tau = \frac{PS_x}{2J_x t_w} \leq R_y \gamma_c \end{cases},$$

где P – прикладываемая на образец нагрузка,

l – расчетная длина образца, принятая в соответствии с размерами испытываемых образцов,

$W_x = 6,59 \text{ см}^3$ – момент сопротивления крайних фибр сечения,

$S_x = 1,163 \text{ см}^3$ – статический момент инерции сечения,

$J_x = 2,41 \text{ см}^4$ – момент инерции сечения,

$t_w = 0,1 \text{ см}$ – толщина сечения.

По энергетической теории прочности определены напряжения в каждом образце

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1,15R_y \gamma_c,$$

где σ – уровень нормальных напряжений в образцах при действии сосредоточенной нагрузки P,

τ – уровень касательных напряжений в образцах при действии сосредоточенной нагрузки P,

По формуле (15.1) п.15.1.1 [9] определен предельный прогиб образцов.

$$f = \frac{Pl^3}{8EJ_x},$$

где P – прикладываемая на образец нагрузка,

l – расчетная длина профиля,

E – модуль упругости стали,

$J_x = 2,41 \text{ см}^4$ – момент инерции сечения.

Полученные результаты занесены в табл. 4.5

Таблица 4.5.

Значения напряжений и прогибов в образцах

Образец	Нормальные напряжения, МПа	Касательные напряжения, МПа	Приведенные напряжения, МПа	Прогиб, мм
1	2	3	4	5
P=50кг, L=100см	18,97	12,06	28,22	0,1
P=50кг, L=150см	28,45	12,06	35,3	0,4

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Окончание табл. 4.5

1	2	3	4	5
P=50кг, L=200см	37,94	12,06	43,31	1
P=100кг, L=100см	37,94	24,13	56,44	0,3
P=100кг, L=150см	56,9	24,13	70,6	0,8
P=100кг, L=200см	75,87	24,13	86,62	2

Для определения характера работы профиля на изгиб рассмотрено два образца расчетной длиной 70см: один, нагруженный сосредоточенной нагрузкой посередине пролета (рис. 4.8а), второй испытан на чистый изгиб (рис. 4.8б).

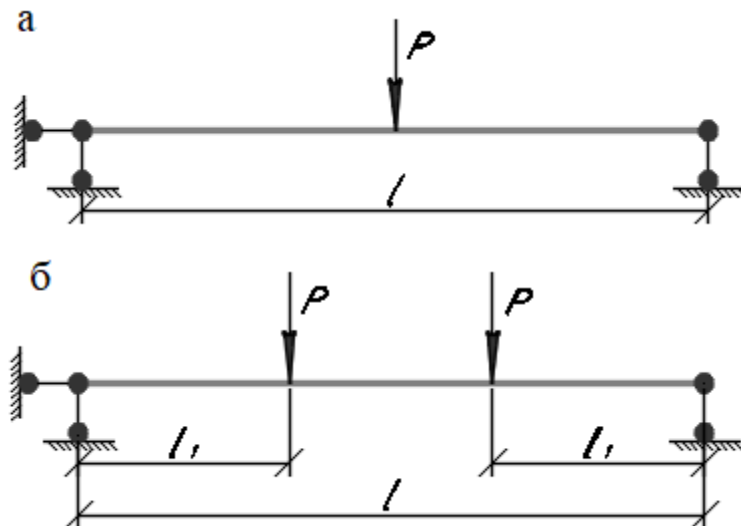


Рис. 4.8. Расчетные схемы при определении несущей способности профиля на изгиб: (а) – испытание на сосредоточенную нагрузку, (б) – испытание на чистый изгиб

По приведенным ниже формулам из п. 8.2.1 [8] и п.15.1.1 [9] получены значения максимальной нагрузки и прогиба для всех образцов (табл. 4.6)

- сосредоточенная нагрузка на середине пролета

$$P = \frac{4R_y \gamma_c W_x}{l}$$

$$P = \frac{8f_u E J_x}{l^3}$$

- работа на чистый изгиб

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

$$P = \frac{2R_y \gamma_c W_x}{l_1}$$

$$P = \frac{24f_u EJ_x}{l_1(3l^2 - 4l_1^2)}$$

где P – прикладываемая на образец нагрузка,

l – расчетная длина образца,

l₁ – расстояние от опоры до точки приложения нагрузки,

W_x = 6,59 см³ – момент сопротивления крайних фибр сечения?

E = 2,1·10⁶ кг/см² – модуль упругости стали,

J_x = 2,41 см⁴ – момент инерции сечения.

Таблица 4.6

Значения максимальной нагрузки по предельным состояниям

Образец	Предельная нагрузка на прочность, кг	Предельная нагрузка на деформативность, кг
L=70см	1208	52
L=70см*	604	368
L=100см	846	25
L=150см	564	11
L=200см	423	6
Примечание: * – образец для испытания на чистый изгиб		

Проведены испытания образцов профилей на предмет определения предельной нагрузки с контролем значения прогибов при заданных и предельных нагрузках. Кроме того, фиксировались нагрузки при максимально допустимых по СП20.13330-2016 [9] прогибах. Испытание по одному образцу расчетной длиной 70см проведено в прессе ИР 5082-200 (см. фото 3.13, прил. 3), по три образца расчетной длиной 100см, 150см и 200см – в прессе ИР 5082-5 (см. фото 3.15-3.17, прил. 3).

Сопоставительный анализ результатов приведен в табл. 4.7

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Таблица 4.7

Сопоставление теоретически полученных контрольных значений
с результатами эксперимента

Образец	Предельная нагрузка, кг			Нагрузка при максимально допустимом прогибе, мм			Прогиб при P=50кг, мм			Прогиб при P=100кг, мм		
	теор	эксп	Δ, %	теор	эксп	Δ, %	теор	эксп	Δ, %	теор	эксп	Δ, %
L=70см	289	172	40	55	70	27	4,23	4,02	4	8,47	5,07	40
L=70см*	395	336	14	172	192	11	4,45	1,07	75	8,89	2,24	74
L=100см	202	177	12	27	14	48	12,35	3,78	69	24,70	7,59	69
L=150см	134	129	3	12	4	67	41,67	11,06	73	83,36	23,29	72
L=200см	101	98	2	7	2	71	98,79	26,72	72	197,76	52,67	73

Примечание: * – образец для испытания на чистый изгиб,
теор – полученные в результате расчета значения,
эксп – значения, полученные в результате эксперимента

В результате испытаний выявлено, что при малых пролетах экспериментальные значения больше теоретических (запас составляет около 30%). При пролетах более 1м разница теоретических и экспериментальных значений уменьшается до 3%. Определяющим является вторая группа предельных состояний (деформативность).

Характер деформаций при испытаниях показал, что при малых пролетах (70см, 100см) профиль теряет местную устойчивость верхней полки, при больших же – наблюдается изгиб всего сечения. Таким образом, на пролетах до 100см определяющим является первая группа предельных состояний (потеря устойчивости).

4.5. Определение прочности узловых соединений с применением профиля ТЕСЕ

Техническим заданием предусмотрено исследование узловых соединений профилей ТЕСЕ: комплектующих элементов для скрепления профилей между собой, а также для закрепления, как самого каркаса, так и сантехнических средств и труб к каркасу.

Программой исследования предусмотрено испытание трех узлов по каждой расчетной схеме с доведением каждого образца до разрушения. Испытания проведены в прессе ИР 5082-5.

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

4.5.1. Определение несущей способности профиля с уголком

Испытательные образцы собраны из двух профилей длиной по 50 см и 70 см каждый и соединены между собой угловым соединителем. Техническим заданием предусмотрено определение предельной нагрузки и характера разрушения узлового соединения при изгибе горизонтального профиля (рис. 4.8а) и при сползании узлового соединения (рис.4.8б).

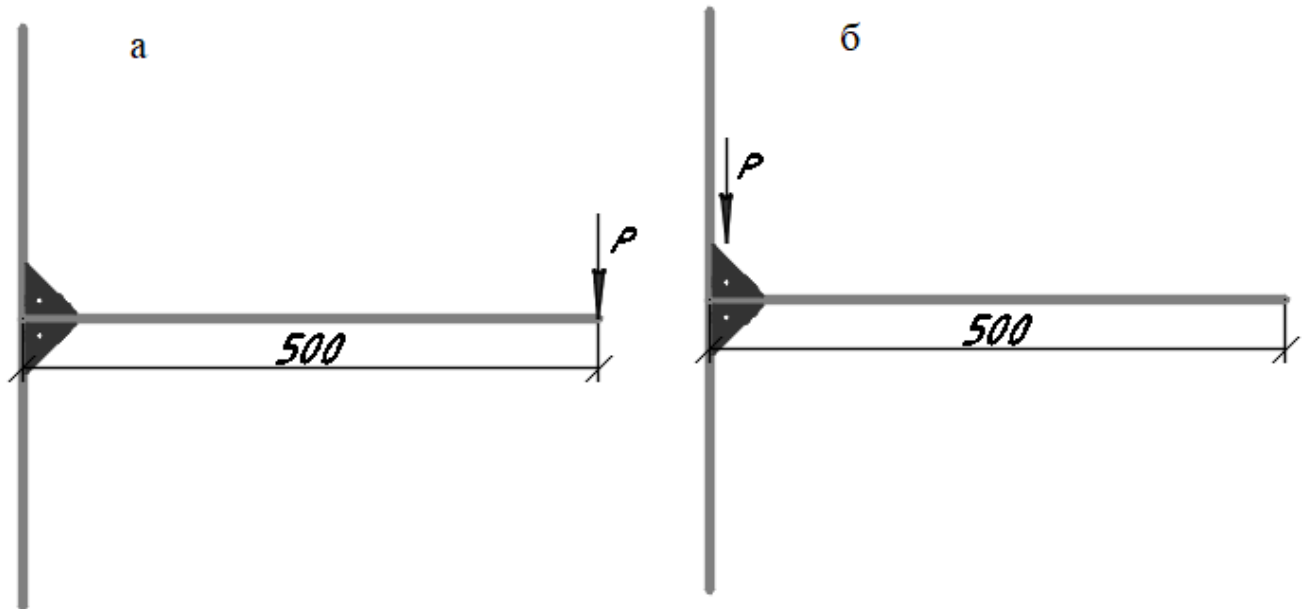


Рис. 4.8. Расчетные схемы при определении несущей способности углового соединения профилей: (а) – определение предельной нагрузки на изгиб, (б) – определение предельной нагрузки на сползание

В результате испытаний (см. фото 3.20, 3.21, прил. 3) определены предельные нагрузки на каждый образец, а также характер разрушения (табл. 4.8).

Таблица 4.8

Сопоставление теоретически полученных контрольных значений
 с результатами эксперимента

№ образца		Предельная нагрузка, кг	Характер разрушения
Образцы, испытанные на изгиб	1	26,8	Поворот горизонтального профиля, раскрепление цапок соединительных уголков
	2	26,8	
	3	24,3	
Образцы, испытанные на сползание	1	14,5	Наблюдалось сползание закрепительного уголка
	2	20,7	
	3	38,9	

Изнв. № подл.	Подп. и дата	Взаи. инв. №

Определена предельная нагрузка на соединение при различных размерах консольных участков. Выявлено, что консольные участки выдерживают нагрузку до 0,12 предельной нагрузки, после чего деформации превышают предельно допустимые, а процент остаточных деформаций составляет более 32%.

Предельная нагрузка, при которой наблюдается сползание углового крепления составляет 24,7 кг и зависит от силы натяжения закрепляющего винта.

4.5.2. Определение несущей способности подвесов

Испытательные образцы собраны из профиля длиной по 15 см каждый, к середине которого закреплен подвес. Техническим заданием предусмотрено определение предельной нагрузки и характера разрушения узлового соединения при отрыве подвеса с болтом М8 и М10 (рис. 4.9а) и при срезе поперек стержня профиля (рис.4.9б) и вдоль стержня профиля (4.9в).

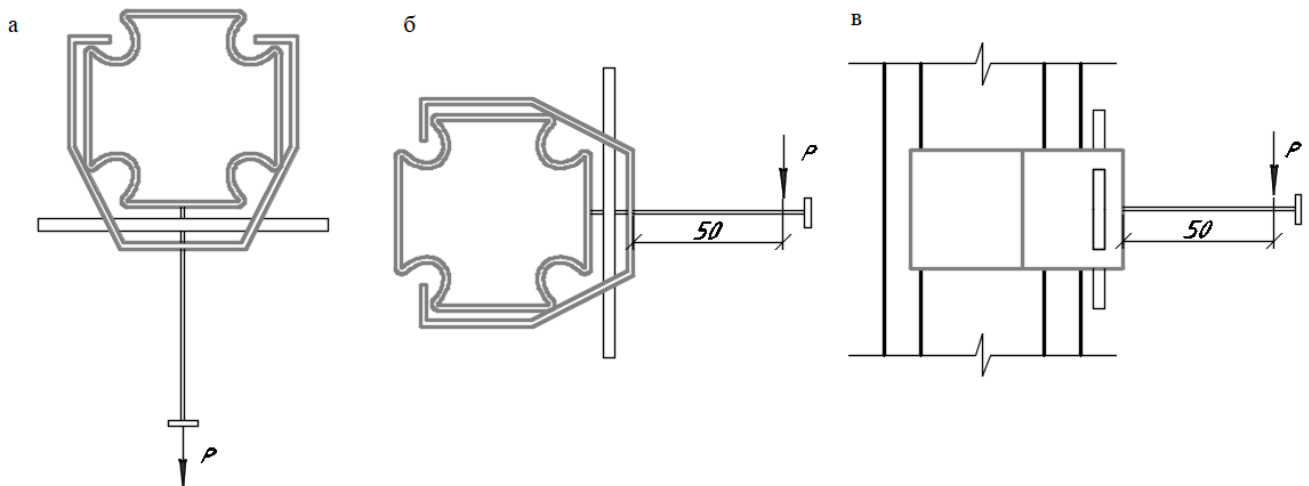


Рис. 4.9. Расчетные схемы при определении несущей способности подвесов: (а) – определение предельной нагрузки на отрыв подвеса, (б) – определение предельной нагрузки на срез поперек стержня профиля, (в) – определение предельной нагрузки на срез вдоль стержня профиля

В результате испытаний (см. фото 3.23-3.25 прил. 3) определены предельные нагрузки и характер разрушения образцов при различных способах приложения нагрузки (табл. 4.9).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата	Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
							22

Таблица 4.9

Сопоставление теоретически полученных контрольных значений
с результатами эксперимента

№ образца		Предельная нагрузка, кг
Образцы, испытанные на отрыв подвеса (болт М10)	1	655
	2	641
	3	554
Образцы, испытанные на отрыв подвеса (болт М8)	1	610
	2	779
	3	362
Образцы, испытанные на срез подвеса поперек стержня профиля	1	32
	2	28
	3	27
Образцы, испытанные на срез подвеса вдоль стержня профиля	1	114
	2	154
	3	201

В результате анализа характера разрушения образцов выявлено, что предельная нагрузка на отрыв составляет около 600 кг вне зависимости от диаметра болта. Предельное состояние на срез поперек стержня профиля достигается при 29 кг, при срезе вдоль стержня профиля – 156 кг.

При испытаниях всех образцов наблюдалась местная потеря устойчивости сечения профиля (см. фото 3.26 и 3.27, прил. 3). С учетом характера разрушения образцов, отдельно проведены испытания образца 4. В отличие от остальных образцов сечение трубы было закреплено так, чтобы не происходила местная потеря устойчивости (см. фото 3.26, прил. 3).

В результате испытания образца выявлено, что предельным состоянием является потеря местной устойчивости профиля. Конструкция подвеса имеет на порядок большую несущую способность (74 кг вместо 29кг).

4.5.3. Определение несущей способности настенного крепежа (арт. 9030002)

Испытательные образцы собраны из профиля длиной по 15 см. Профиль закреплен к настенному крепежу (арт. 9030002) с помощью зажима. В центральную часть профиля вставлена шпилька, закрепленная через шайбу. К настенному крепежу также закреплена шпилька, позволяющая испытать образец на растяжение (рис.4.10).

Взаим. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

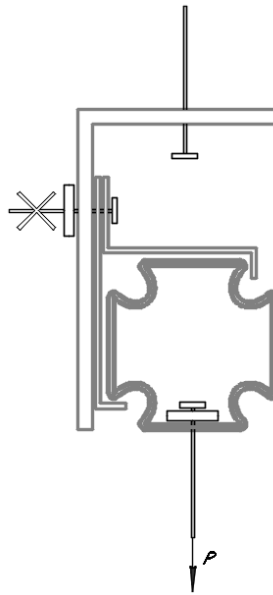


Рис. 4.10. Расчетная схема при определении несущей способности настенного крепежа

При проведении испытания фиксировалась нагрузка, при которой происходит сползание профиля, после отработки люфта наблюдалась работа профиля на растяжение одной из стенок. Испытание каждого образца завершалось при вырыве шпильки из профиля.

Таблица 4.10

Значения максимальной нагрузки по предельным состояниям

Образец	Предельная нагрузка, воспринимаемая соединением до начала сползания, кг	Предельная нагрузка при вырыве шпильки из профиля, кг
1	266	636
2	444	621
3	305	640

В результате испытаний определено, что сила закручивания болта влияет на нагрузку, воспринимаемую соединением до начала сползания, предельная же нагрузка в 1,86 раз больше и составляет около 630 кг.

4.5.4. Определение несущей способности на срез торцевого соединения профилей (втулки)

Испытательные образцы собраны из двух профилей по 15 см каждый. Торцевой соединительный элемент входит в тело стержня на 5,5 см. Испытание проведено на изгиб при приложении сосредоточенной нагрузки торцевого соединительного

Взаим. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата	Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»

элемента. Расчетная схема представлена на рис. 4.11, фото 3.33 образца в испытательной машине представлено в прил. 3.

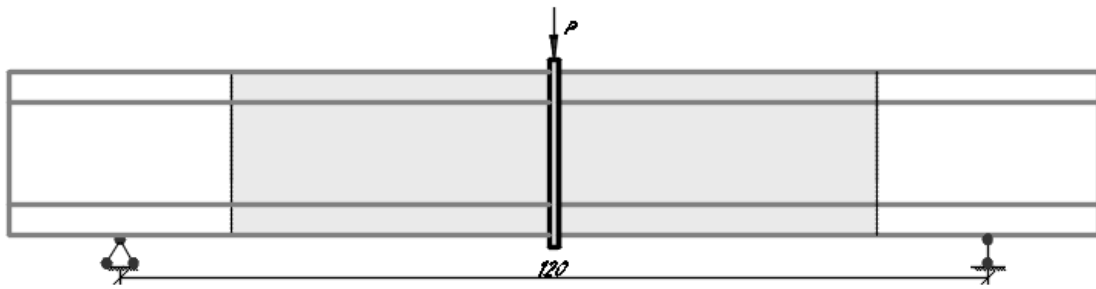


Рис. 4.11. Расчетная схема при определении несущей способности торцевого соединения (втулки)

Таблица 4.11

Значения максимальной нагрузки по предельным состояниям

Образец	Предельная нагрузка, воспринимаемая соединением до раскрытия соединения профилей, кг	Предельная нагрузка, воспринимаемая торцевым соединением, кг
1	583	649
2	610	702
3	564	634

В результате испытания наблюдалось раскрытие соединения профилей в растянутой зоне (см. фото 3.34, прил. 3). Далее происходило смыкание торцов профилей в сжатой зоне с последующим разрушением торцевого соединения по месту стыка (см. фото 3.35, прил. 3). Нагрузка раскрытия соединения составляет 0,89 нагрузки разрушения втулки.

4.6. Определение несущей способности простейших конструкций из профилей ТЕСЕ

Техническим заданием предусмотрено исследование несущей способности простейших конструкций из профилей ТЕСЕ: система скрытого монтажа застенного модуля для подвесного унитаза, различных столешниц. Расчетные схемы (рис. 4.12-4.14) прописаны заданием, размеры конструкций приняты по согласованию с Заказчиком.

Для всех конструкций требовалось определить предельную и временную длительную нагрузку, выдерживаемую каждым типом конструкции. Программой экспериментов предусмотрено испытание трех образцов каждого вида конструкции.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №					Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
			Изм.	Кол.у	Лист	№		Подп.

Для определения предельной нагрузки каждый образец поэтапно доводился до разрушения. Временная длительная нагрузка определялась статическим нагружением конструкции сосредоточенной нагрузкой, определенной по техническому заданию.

4.6.1. Определение несущей способности системы скрытого монтажа столешницы

Техническим заданием предусмотрено определение предельной нагрузки и несущей способности на временную длительную нагрузку $P=100\text{кг}$. Нагрузка прикладывалась к середине консольного участка столешницы (серия испытаний $P_{\text{ср}}$) и на угол (серия испытаний $P_{\text{уг}}$).

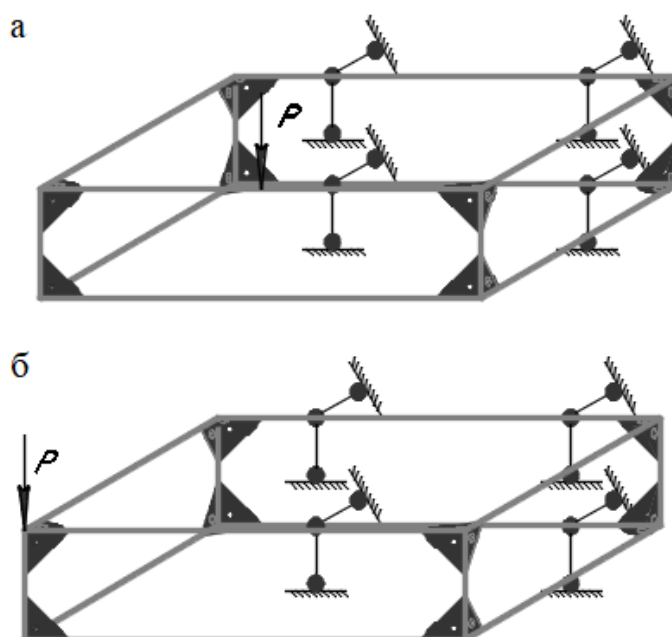


Рис. 4.12. Расчетные схемы схема испытания столешницы: (а) – при приложении сосредоточенной нагрузки по середине пролета, (б) – при приложении нагрузки на угол конструкции

Столешница фиксировалась входящими в комплект уголками к испытательному стенду (фото 3.36, прил. 3). Загружение производилось универсальным гидравлическим домкратом ДУ20П250, значение нагрузки определялось динамометром Тензо-М ТВ-003П, прогибы замерялись линейкой.

Программой испытания предусмотрено поэтапное нагружение с шагом $\Delta P=10\text{кг}$ с фиксацией значения прогиба до разрушения первого образца серии. В результате испытания определялась максимальная нагрузка.

Второй образец серии также нагружали поэтапно с шагом $\Delta P=10\text{кг}$ с фиксацией прогибов. Образец до разрушающей нагрузки не загружался, требовалось определить значение остаточных прогибов после снятия нагрузки. После чего

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

производилось повторное поэтапное нагружение с фиксацией прогибов до разрушения. В результате изучена работа конструкции при наличии начальных прогибов.

Целью испытаний последнего образца в каждой серии является исследование характера работы конструкции при нагружении статической нагрузкой $P=100\text{кг}$ на час (фото 3.37, прил. 3) с фиксацией прогибов каждые 10 минут. После чего статическая нагрузка снималась и производилось испытание образца на разрушение с увеличением нагрузки на 10кг и фиксацией прогибов.

В результаты испытаний образцов приведены в табл. 4.12. Выявлено, что разрушение происходит от расцепления цапок креплений профилей.

Таблица 4.12

Результаты испытания конструкций столешниц под раковину по прочности

Образец	Предельная нагрузка, кг	Предельный прогиб, мм	Остаточные прогибы, мм	Предельная нагрузка с учетом начальных прогибов, кг
P_{cp1}	205	61	-	-
P_{cp2}	170	26	20	230
$P_{cp3+стат}$	100	57	8	192
P_{yr1}	190	104	-	-
P_{yr2}	150	67	55	170
$P_{yr3+стат}$	100	56	9	176

Примечание: P_{cp}/P_{yr} – обозначение серии испытания, +стат – испытание образца на статическую нагрузку.

При приложении статической нагрузки в течение часа остаточные прогибы конструкции не превышают 1 см. При достижении предельной нагрузки наблюдается раскрепление цапок уголкового соединения.

4.6.2. Определение несущей способности системы застенного модуля для подвесного унитаза

Техническим заданием предусмотрено определение предельной нагрузки и несущей способности на временную длительную нагрузку $P=400\text{кг}$. Нагрузка прикладывалась к консольной пространственной конструкции, зафиксированной шпильками.

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

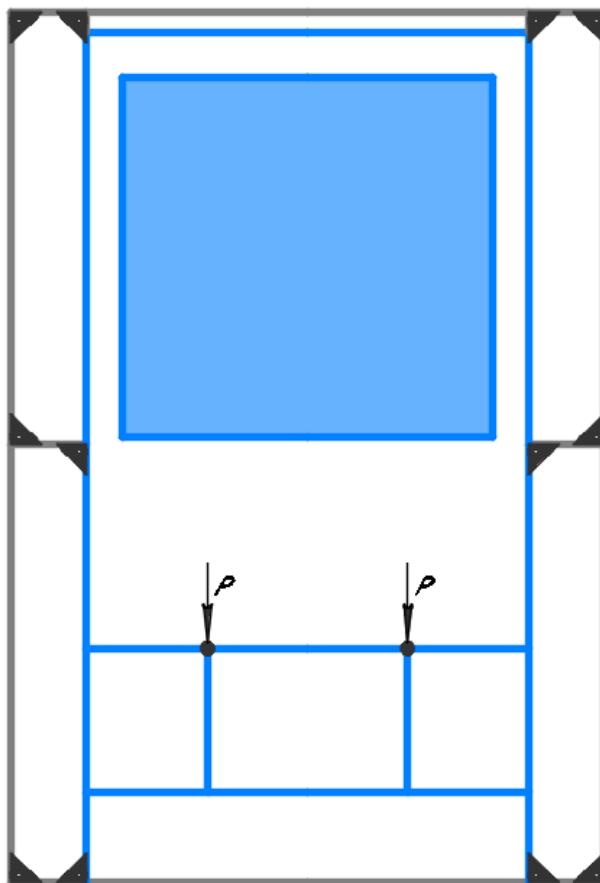


Рис. 4.13. Расчетная схема испытания системы застенного модуля для подвесного унитаза

Застенный модуль для унитаза системы скрытого монтажа фиксировался между профилями испытательного стенда с помощью кронштейнов из ХК стали 08 ПС толщиной 1,5 мм и угловым соединителем. Кронштейны в свою очередь фиксировались к застенному модулю саморезами ТЕСЕ, артикул 9018007 (фото 3.43, прил. 3). Загрузка консольной конструкции производилась универсальным гидравлическим домкратом ДУ20П250, значение нагрузки определялось динамометром Тензо-М ТВ-003П, производился визуальный контроль отклонения от вертикали и наличия деформаций шпилек и креплений профилей.

Программа испытания предусматривала кратковременное нагружение конструкции нагрузкой 50кг для отработки люфтов. После чего нагрузка снималась, и предусматривалось поэтапное нагружение конструкции с шагом $\Delta P=10\text{кг}$ до 400кг. Нагрузка $P=400\text{кг}$ выдерживалась в течение часа, после чего нагрузка снималась. Производился визуальный контроль состояния креплений профилей конструкции и состояние шпилек. Далее консоль закреплялась на шпильки, выполнялось кратковременное нагружение 50кг для отработки люфтов. После чего выполнялось поэтапное нагружение инсталляции под унитаз с шагом $\Delta P=10\text{кг}$, при достижении

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №					Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
			Изм.	Кол.у	Лист	№		Подп.

нагрузки в 500кг производился визуальный контроль наличия деформаций, загрузку производилось до разрушения.

В результате испытания определено, что разрушение происходит из-за смятия креплений рамы и раскрепления цапок уголкового соединения, шпильки не деформируются (см. фото 3.44-3.48, прил. 3). Значения предельных нагрузок приведены в табл. 4.13.

Таблица 4.13

Результаты испытания конструкций застенного модуля для подвесного унитаза

Образец	Предельная нагрузка, кг	Характер разрушения
1	630	Разрушение крепежа на раме инсталляции
2	700	Разрушение треугольных креплений
3	730	Разрушение треугольных креплений

4.6.3. Определение несущей способности системы застенного модуля столешницы

Техническим заданием предусмотрено определение предельной нагрузки и несущей способности на временную длительную нагрузку $P=100\text{кг}$. Нагрузка прикладывалась к консольной пространственной конструкции, зафиксированной комплектующими креплениями к испытательному стенду (см. фото 3.49, прил.3) Рассмотрено две серии образцов при приложении нагрузки к середине консольного участка (серия испытаний P_{cp}) и на угол (серия испытаний $P_{уг}$).

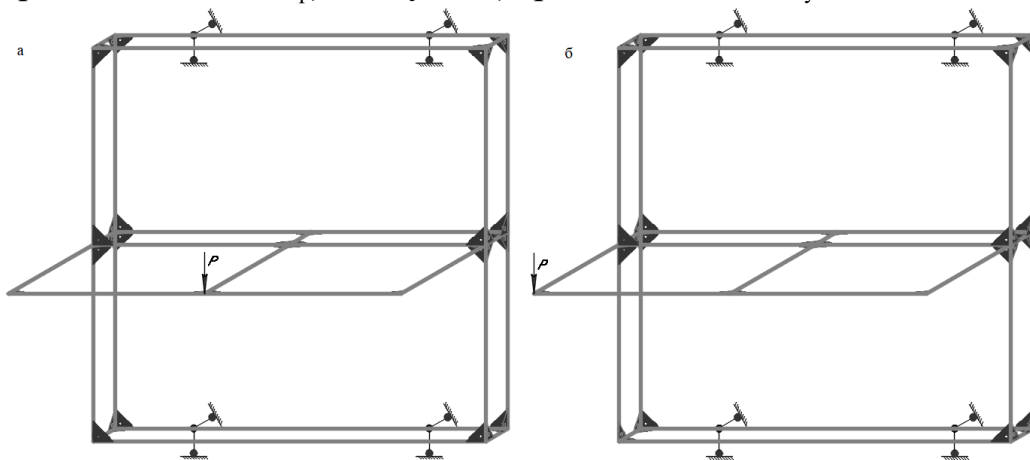


Рис. 4.14. Расчетная схема для испытания системы застенного модуля столешницы: (а) – при приложении сосредоточенной нагрузки по середине пролета, (б) – при приложении нагрузки на угол конструкции

Инв. № подл.	Взаим. инв. №
	Подп. и дата

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата
------	-------	------	---	-------	------

Загружение производилось универсальным гидравлическим домкратом ДУ20П250, значение нагрузки определялось динамометром Тензо-М ТВ-003П, прогибы замерялись линейкой.

Программой испытания предусмотрено поэтапное нагружение с шагом $\Delta P=10\text{кг}$ с фиксацией значения прогиба и отклонения от вертикали до разрушения первого образца каждой серии. В результате испытания определялась максимальная нагрузка.

Вторые образцы также нагружали поэтапно с шагом $\Delta P=10\text{кг}$ с фиксацией прогибов и отклонений от вертикали. Образец до разрушающей нагрузки не загружался, требовалось определить значение остаточных деформаций после снятия нагрузки. После чего производилось повторное поэтапное нагружение с фиксацией прогибов отклонений от вертикали и деформаций до разрушения. В результате изучена работа конструкции при наличии начальных деформаций.

Целью испытаний последних образцов каждой серии является исследование характера работы конструкции при нагружении статической нагрузкой $P=100\text{кг}$ на час (фото 3.50, прил. 3) с фиксацией прогибов каждые 10 минут. После чего статическая нагрузка снималась и производилось испытание образца на разрушение с увеличением нагрузки на 10кг и фиксацией деформаций.

В результаты испытаний образцов приведены в табл. 4.14. Выявлено, что разрушение происходит от расцепления цапок креплений профилей.

Таблица 4.14

Результаты испытания системы застенного модуля столешницы по прочности

Образец	Предельная нагрузка, кг	Предельный прогиб, мм	Остаточные прогибы / отклонение от вертикали, мм	Предельная нагрузка с учетом начальных прогибов, кг
P_{cp1}	282	131	-	-
P_{cp2}	200	88	70	280
$P_{cp3+стат}$	100	134	13	300
$P_{уг1}$	185	144	-	-
$P_{уг2}$	170	141	57	200
$P_{уг3+стат}$	100	168	16	186

Примечание: $P_{cp}/P_{уг}$ – обозначение серии испытания, +стат – испытание образца на статическую нагрузку.

При приложении статической нагрузки в течение часа остаточные прогибы конструкции не превышают 1,6 см. При достижении предельной нагрузки наблюдается раскрепление цапок уголкового соединения.

Взаим. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

4. Заключение

4.1. В результате замеров сечения профиля ТЕСЕ на различных участках определены геометрические характеристики (табл. 4.2).

4.2. В результате испытания образцов профиля ТЕСЕ на растяжение, сжатие и изгиб определены предельные нагрузки и характер разрушения образцов. Определено, что профиль лучше всего работает на растяжение. При достижении критической сжимающей нагрузки происходит скручивание сечения профиля. Испытание на изгиб образца с короткой расчетной длиной (20см) приводит к потере местной устойчивости верхней полки профиля, что не отображает реальную работу.

4.3. Дополнительные испытания профиля на изгиб образцов большего пролета показало, что несущая способность профиля определяется деформативностью. Предельные нагрузки по прочности превышают максимальную нагрузку по деформативности в 32 раза. Кроме того, отмечено, что расчетные значения, получаемые по действующим нормативным документам, дают заниженный результат для коротких образцов (длиной до 1 м). Для образцов большего пролета разница расчетных и экспериментальных значений не превышает 3%.

4.4. Испытания узловых соединений позволило определить предельную нагрузку на соединительные элементы и подвесы. Выявлено, что предельная нагрузка на уголковое соединение составляет 26 кг, дальнейшее увеличение нагрузки приводит к сползанию соединения. Разрушение образцов при приложении нагрузки с эксцентриситетом 50 см происходит при достижении 24,7 кг. Предельная нагрузка на узловое соединение при срезе зависит от силы натяжения винта уголкового соединения.

4.5. В результате испытания узлов подвесов выявлено, что предельным состоянием является потеря местной устойчивости профиля вне зависимости от способа приложения нагрузки на подвес (несущая способность самого подвеса на порядок выше). Диаметр болта не влияет на значение предельной нагрузки узла. Максимальная нагрузка на отрыв подвеса составляет около 600кг. Срез при приложении нагрузки поперек стержня профиля происходит при 29 кг. Срез при приложении нагрузки вдоль стержня – при 156 кг.

4.6. Испытания узлового соединения настенного крепежа позволили определить нагрузку, при которой происходит сползание зажима профиля (338 кг) и предельную нагрузку, при которой наблюдается раскрепление цапок зажима (630 кг). Отмечено, что нагрузка, воспринимаемая соединением до начала сползания зависит от силы натяжения закрепляющего зажим болта.

4.7. Предельная нагрузка на торцевое соединение составила 586 кг. Дальнейшее увеличение нагрузки приводит к раскреплению соединения с последующим срезом втулки.

Взаим. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.		Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
							31
Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата		

4.8. В результате испытания системы скрытого монтажа столешницы под раковину определено, что приложение статической нагрузки в 100 кг в течение часа приводит к остаточным прогибам не более 1 см. Максимальная нагрузка на конструкцию под монтаж столешницы составила 230 кг при нагружении по середине пролета и 176 кг при нагружении по углу. Разрушение конструкции происходит в результате раскрепления цапок углового соединения.

4.9. В результате испытания системы застенного модуля для подвесного унитаза определено, что разрушение происходит из-за смятия креплений рамы и раскрепления цапок уголкового соединения при нагрузке 700 кг. Отмечено, что шпильки для крепления сантехники не деформируются. Система застенного модуля успешно выдерживает статическую нагрузку в 400 кг: деформации не наблюдаются.

4.10. В результате испытания системы застенного модуля столешницы определено, что приложение статической нагрузки в 100 кг в течение часа приводит к остаточным прогибам не более 1,6 см. Максимальная нагрузка на конструкцию под столешницу составила 300 кг при нагружении по середине пролета и 200 кг при нагружении по углу. Разрушение конструкции происходит в результате раскрепления цапок углового соединения.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

						Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата		32

Список использованной литературы

1. ГОСТ 7.32-2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления»;
2. ГОСТ Р 58941-2020 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения»;
3. ГОСТ Р 53442-2015 «Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Установление геометрических допусков. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения»;
4. ГОСТ 25346-2013 «Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки»;
5. ГОСТ 1497-84 «Металлы. Методы испытаний на растяжение»;
6. ГОСТ 25.503-97 «Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Метод испытания на сжатие»;
7. ГОСТ 14019-2003 «Материалы металлические. Метод испытания на изгиб»
8. СП 16.13330-2017 «Стальные конструкции»,
9. СП 20.13330-2016 «Нагрузки и воздействия».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №							Лист
			Научно-технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»						
Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата				

**ДОКУМЕНТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ПРАВА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОРГАНИЗАЦИИ И КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ УДОСТОВЕРЕНИЯ ЛИЦ,
ПРОВОДИВШИХ РАБОТУ**

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаи. инв. №							Лист	
			Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата		34



УТВЕРЖДЕНА
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 16 февраля 2017 г. № 58

**ВЫПИСКА ИЗ РЕЕСТРА ЧЛЕНОВ САМОРЕГУЛИРУЕМОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ**

01.03.2019 г.
(дата)

№ 958
(номер)

Саморегулируемая организация Союз архитекторов и проектировщиков «ВОЛГА-КАМА»
(полное наименование саморегулируемой организации)

420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Хади Атласи, дом 9, <http://www.sroap.ru>
(адрес места нахождения, адрес официального сайта в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет")

СРО – П – 114 - 14012010

регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых организаций)

№ п/п	Наименование	Сведения
1	Сведения о члене саморегулируемой организации: идентификационный номер налогоплательщика, полное и сокращенное (при наличии) наименование юридического лица, адрес места нахождения, фамилия, имя, отчество индивидуального предпринимателя, дата рождения, место фактического осуществления деятельности, регистрационный номер члена саморегулируемой организации в реестре членов и дата его регистрации в реестре членов	ИНН 1655018025, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный архитектурно-строительный университет", КазГАСУ, 420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1, 420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1 Рег. номер: 031 Дата: 27.01.2010
2	Дата и номер решения о приеме в члены саморегулируемой организации, дата вступления в силу решения о приеме в члены саморегулируемой организации	03.11.2009 Протокол Коллегии №2 03.11.2009
3	Дата и номер решения об исключении из членов саморегулируемой организации, основания исключения	—

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

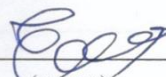
Изм.	Кол. у	Лист	№	Подп.	Дата

Научно-технический отчет
«Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»

4	Сведения о наличии у члена саморегулируемой организации права соответственно выполнять инженерные изыскания, осуществлять подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов капитального строительства по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров: а) в отношении объектов капитального строительства (кроме особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии); б) в отношении особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии); в) в отношении объектов использования атомной энергии	Имеет право осуществлять подготовку проектной документации по договору подряда на подготовку проектной документации, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров: а) в отношении объектов капитального строительства (кроме особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии); б) в отношении особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии);
5	Сведения об уровне ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, в соответствии с которым указанным членом внесён взнос в компенсационный фонд возмещения вреда	I уровень ответственности (не превышает 25 млн. рублей)
6	Сведения об уровне ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договорам подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договорам строительного подряда, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров, в соответствии с которым указанным членом внесён взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств	I уровень ответственности (не превышает 25 млн. рублей)
7	Сведения о приостановлении права выполнять инженерные изыскания, осуществлять подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов капитального строительства	—

Исполнительный директор
СРО Союз «ВОЛГА-КАМА»
(должность уполномоченного лица)




(подпись)

В. Г. Емелин
(инициалы, фамилия)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Научно-технический отчет
«Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»

В настоящем документе
пронумеровано, пронумеровано
и скреплено печатью 2
Лист.
Исполнительный директор

Емелин В. Г.



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

Утверждена приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 февраля 2017 г. № 58

ВЫПИСКА ИЗ РЕЕСТРА ЧЛЕНОВ САМОРЕГУЛИРУЕМОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

04.03.19.
(дата)

550
(номер)

Ассоциация Саморегулируемая организация в области инженерных изысканий
«ВолгаКамИзыскания»

(полное наименование саморегулируемой организации)

Республика Татарстан, г. Казань, ул.Вишневского, 24, <http://нп-вки.рф>

(адрес места нахождения, адрес официального сайта в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»)

СРО-И-026-02022010

(регистрационный номер записи в государственном реестре саморегулируемых организаций)

№ п/п	Наименование	Сведения
1	Сведения о члене саморегулируемой организации: идентификационный номер налогоплательщика, полное и сокращенное (при наличии) наименование юридического лица, адрес места нахождения, фамилия, имя, отчество индивидуального предпринимателя, дата рождения, место фактического осуществления деятельности, регистрационный номер члена саморегулируемой организации в реестре членов и дата его регистрации в реестре членов	ИНН 1655018025 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный архитектурно-строительный университет" ФГБОУ ВО «КГАСУ» 420043, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, Зеленая, 1 Рег. № 057 от 04.03.2010г.
2	Дата и номер решения о приеме в члены саморегулируемой организации, дата вступления в силу решения о приеме в члены саморегулируемой организации	Протокол Правления б/н от 04.03.2010г. Вступает в силу с 04.03.2010г.
3	Дата и номер решения об исключении из членов саморегулируемой организации, основания исключения	нет
4	Сведения о наличии у члена саморегулируемой организации права соответственно выполнять инженерные изыскания, осуществлять подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов капитального строительства по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров: а) в отношении объектов капитального строительства (кроме особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии); б) в отношении особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии);	Имеет право выполнять инженерные изыскания по договору подряда на выполнение инженерных изысканий заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров: а) в отношении объектов капитального строительства (кроме особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии); б) нет

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взаи. инв. №

Изн.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

Научно-технический отчет
«Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»

	в) в отношении объектов использования атомной энергии	в) нет
5	Сведения об уровне ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд возмещения вреда	Размер взноса в компенсационный фонд возмещения вреда составляет <u>50 000 рублей</u> , что соответствует <u>первому уровню ответственности</u> в соответствии, с которым стоимость работ по одному договору подряда на выполнение инженерных изысканий <u>не превышает 25 000 000 (двадцать пять миллионов) рублей</u>
6	Сведения об уровне ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договорам подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договорам строительного подряда, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств	Размер взноса в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств составляет <u>150 000 рублей</u> , что соответствует <u>первому уровню ответственности</u> в соответствии с которым член СРО имеет право принимать участие в заключении договоров подряда на выполнение инженерных изысканий с использованием конкурентных способов заключения договоров, если предельный размер обязательств по таким договорам <u>не превышает 25 000 000 (двадцать пять миллионов) рублей</u>
7	Сведения о приостановлении права выполнять инженерные изыскания, осуществлять подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов капитального строительства	нет

Председатель Правления

(должность уполномоченного лица)

(подпись)

Тагиров Р.Н.

(инициалы, фамилия)



Инва. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

Научно-технический отчет
 «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»

В данном документе прошито,
 пронумеровано, скреплено печатью 2
 (qba) листа

Председатель правления
 Ассоциации СРО «ВолгаКамИзыскания»
 М.П. Р.Н. Тагиров
 Р.Н. Тагиров



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаи. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

Научно-технический отчет
«Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаи. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата



ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ И ПРОГРАММА РАБОТ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаи. инв. №							Лист
			Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»						
Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата				

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
Управление научно-исследовательской деятельностью

«СОГЛАСОВАНО»

ИСПОЛНИТЕЛЬ

КГАСУ

Проректор по научно-
исследовательской

«06» сентября 2022г.



М.П.

«УТВЕРЖДАЮ»

ЗАКАЗЧИК

ООО «ТЕСЕ Системс»

Продакт менеджер

«06» сентября 2022г.



С.В. Миронюк

М.П.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

по договору №МКиИС/18-22 от 12.09.22.

«Исследование несущей способности узлов и элементов
профилей системы ТЕСЕ».

Заказчик: ООО «ТЕСЕ Системс»

Исполнитель: КГАСУ, кафедра МКиИС

Основание к заключению договора: обращение Заказчика

Руководитель договора: доцент каф. МКиИС, к.т.н. Исаев А.В.

Классификация работ: прикладная.

Сроки выполнения договора: начало работ – 06.09.2022г.

завершение работ – 31.10.2022г.

Цель работы: исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ с определением геометрических характеристик поперечного сечения.

Состав работы:

1. Определение размеров геометрических характеристик сечения профиля ТЕСЕ.
2. Испытание материала профиля ТЕСЕ на предмет определения физико-механических свойств.
3. Испытание профиля ТЕСЕ на прочность при сжатии, растяжении и изгибе, сравнительный анализ результатов эксперимента с теоретическими значениями, полученными по СП 16.13330-2017

4. Испытание соединительных узлов (эскизы узлов см. прил. 3):
 - 4.1. Профиль ТЕСЕ
 - 4.4. Профиль с зажимом
 - 4.3. Настенный крепеж 9030002 (отдельно или вместе с профилем)
 - 4.4. Настенный крепеж 9030011 (отдельно или вместе с профилем)
 - 4.5. Настенный крепеж 9030013 (отдельно или вместе с профилем)
 - 4.6. Профиль с уголком (угловым соединителем)
 - 4.7. Монтажная пластина для фитингов (на сползание)
 - 4.8. Торцевое соединение профиля

5. Теоретический расчет и сравнительный анализ соединительных узлов по СП 16.13330-2017 в соответствии с напряженно-деформированными состояниями, полученными по результатам испытания узловых соединений

6. Испытание простых конструкций для крепления трубопроводов из профиля ТЕСЕ:

- 6.1. Траверсы
- 6.2. Консоли

7. Теоретический расчет и сравнительный анализ простых конструкций для крепления трубопроводов из профиля ТЕСЕ по СП 16.13330-2017 с результатами испытания конструкций, указанных в п.6 данного состава работ.

8. Составление научно-технического отчета о выполненной НИР в 3-х экземплярах.

Основные требования: при выполнении работ руководствоваться требованиями:

- СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*»;
- ГОСТ 7.32-2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления»;
- ГОСТ Р 58941-2020 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения»;
- ГОСТ Р 53442-2015 «Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Установление геометрических допусков. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения»;
- ГОСТ 25346-2013 «Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки»;
- ГОСТ 1497-84 «Металлы. Методы испытаний на растяжение»;

Взаим. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.		Научно-технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
							45
Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата		

ГОСТ 25.503-97 «Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Метод испытания на сжатие»;

ГОСТ 14019-2003 «Материалы металлические. Метод испытания на изгиб».

Сроки и способ реализации результатов работы: осуществляется Заказчиком

Перечень отчетной документации: научно-технический отчет, включающий результаты замеров и испытания профиля. Фотофиксацию и анализ полученных данных:

размеров сечения профиля ТЕСЕ и его геометрические характеристики, результаты испытания на предмет определения физико-механических свойств материала,

результаты испытаний предела прочности профилей ТЕСЕ на растяжение, сжатие и изгиб

сравнительный анализ экспериментальных и теоретических расчетов прочности профилей ТЕСЕ на растяжение, сжатие и изгиб,

результаты испытания несущей способности узловых соединений профилей ТЕСЕ,

результаты испытания несущей способности простых конструкций крепления трубопроводов,

сравнительный анализ экспериментальных и теоретических расчетов прочности профилей ТЕСЕ простых конструкций крепления трубопроводов.

Руководитель договора,
доцент каф. МКиИС



к.т.н. А.В. Исаев

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №					Научно-технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
			Изм.	Кол.у	Лист	№		Подп.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
Управление научно-исследовательской деятельностью

«УТВЕРЖДАЮ»

КГАСУ

Проректор по научно-
исследовательской деятельности

«06» сентября 2022г.



«УТВЕРЖДАЮ»

ООО «ТЕСЕ Системс»

Продакт менеджер

С.В. Миронюк

«06» сентября 2022г.



ПРОГРАММА РАБОТ

по договору №МКиИС/18-22 от 06.09.22.

«Исследование несущей способности узлов и элементов
профилей системы ТЕСЕ».

1. Цель работы.

Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ с определением геометрических характеристик поперечного сечения.

2. Состав работ.

2.1. Определение размеров геометрических характеристик сечения профиля ТЕСЕ.

2.2. Испытание материала профиля ТЕСЕ на предмет определения физико-механических свойств.

2.3. Испытание профиля ТЕСЕ на прочность при сжатии, растяжении и изгибе, сравнительный анализ результатов эксперимента с теоретическими значениями, полученными по СП 16.13330-2017

2.4. Испытание соединительных узлов (эскизы узлов см. прил. 3):

2.4.1. Профиль ТЕСЕ

2.4.4. Профиль с зажимом

2.4.3. Настенный крепеж 9030002 (отдельно или вместе с профилем)

2.4.4. Настенный крепеж 9030011 (отдельно или вместе с профилем)

Взаим. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

- 2.4.5. Настенный крепеж 9030013 (отдельно или вместе с профилем)
- 2.4.6. Профиль с уголком (угловым соединителем)
- 2.4.7. Монтажная пластина для фитингов (на сползание)
- 2.4.8. Торцевое соединение профиля

2.5. Теоретический расчет и сравнительный анализ соединительных узлов по СП 16.13330-2017 в соответствии с напряженно-деформированными состояниями, полученными по результатам испытания узловых соединений

2.6. Испытание простых конструкций для крепления трубопроводов из профиля ТЕСЕ:

- 2.6.1. Траверсы
- 2.6.2. Консоли

2.7. Теоретический расчет и сравнительный анализ простых конструкций для крепления трубопроводов из профиля ТЕСЕ по СП 16.13330-2017 с результатами испытания конструкций, указанных в п.6 данного состава работ.

3. Программа проведения испытаний.

Программой проведения испытаний предусмотрено:

- обмерочные работы натуральных образцов профиля ТЕСЕ на предмет определения размеров сечения и его геометрических характеристик;
- изучение физико-механических свойств образцов материала профиля ТЕСЕ;
- изучение предела прочности на растяжение, сжатие и изгиб образцов профиля ТЕСЕ;
- изучение несущей способности простейших конструкций из профилей ТЕСЕ.

4. Статистическая обработка результатов испытаний.

Все полученные результаты испытаний анализируются, и определяется точное значение с определенной точностью и вероятностью. Для получения значений контролируемых параметров для сравнения с теоретическими данными предполагается проведение испытаний на не менее чем 4 образцах, а значения с большими отклонениями от моды исключаются.

5. Составление научно-технического отчета.

Научно-технический отчет по итогам работы составляется в порядке и в объеме, предусмотренными ГОСТ 7.32-2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Техническое заключение предоставляется в виде и в количестве экземпляров, согласованными с Заказчиком.

6. Порядок приёмки работы.

Приёмка работы осуществляется в следующем порядке:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №					Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
			Изм.	Кол.у	Лист	№		Подп.

- предоставление первой редакции научно-технического отчета Заказчику для ознакомления, формирования возможных замечаний и согласования;
- предоставления окончательной редакции согласованного технического заключения Заказчику в виде и в количестве экземпляров, оговоренных выше.

8. Сроки выполнения этапов работы.

Сроки выполнения этапов и всей работы в целом устанавливаются календарным планом, являющимся неотъемлемой частью договора.

Программу составили:

Доцент каф. МКиИС




к.т.н. А.В. Исаев

Аспирант каф. МКиИС

А.И. Фаттахова

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Инв. № подл.	Кол. у	Лист №	Подп.	Дата	Научно-технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
						49

ИЛЛЮСТРАЦИИ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаи. инв. №						Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
									50
Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата				

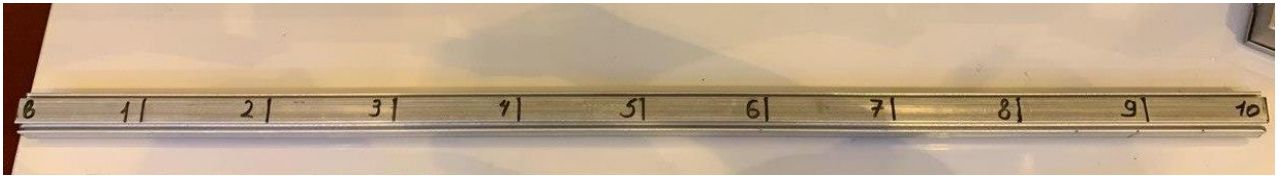


Рис. 3.1. Общий вид размеченного профиля (Шаг отметок 10 см)

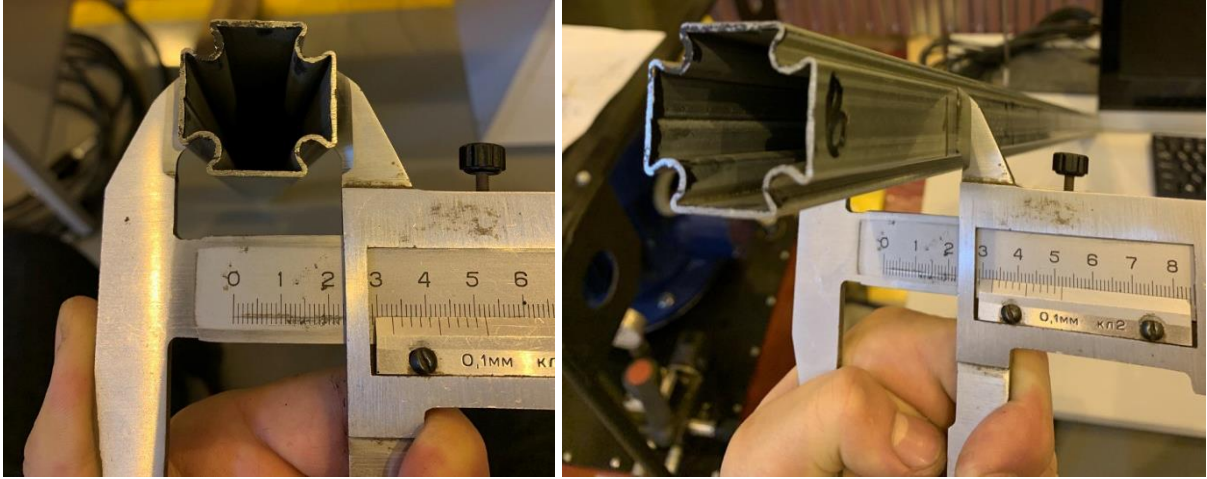
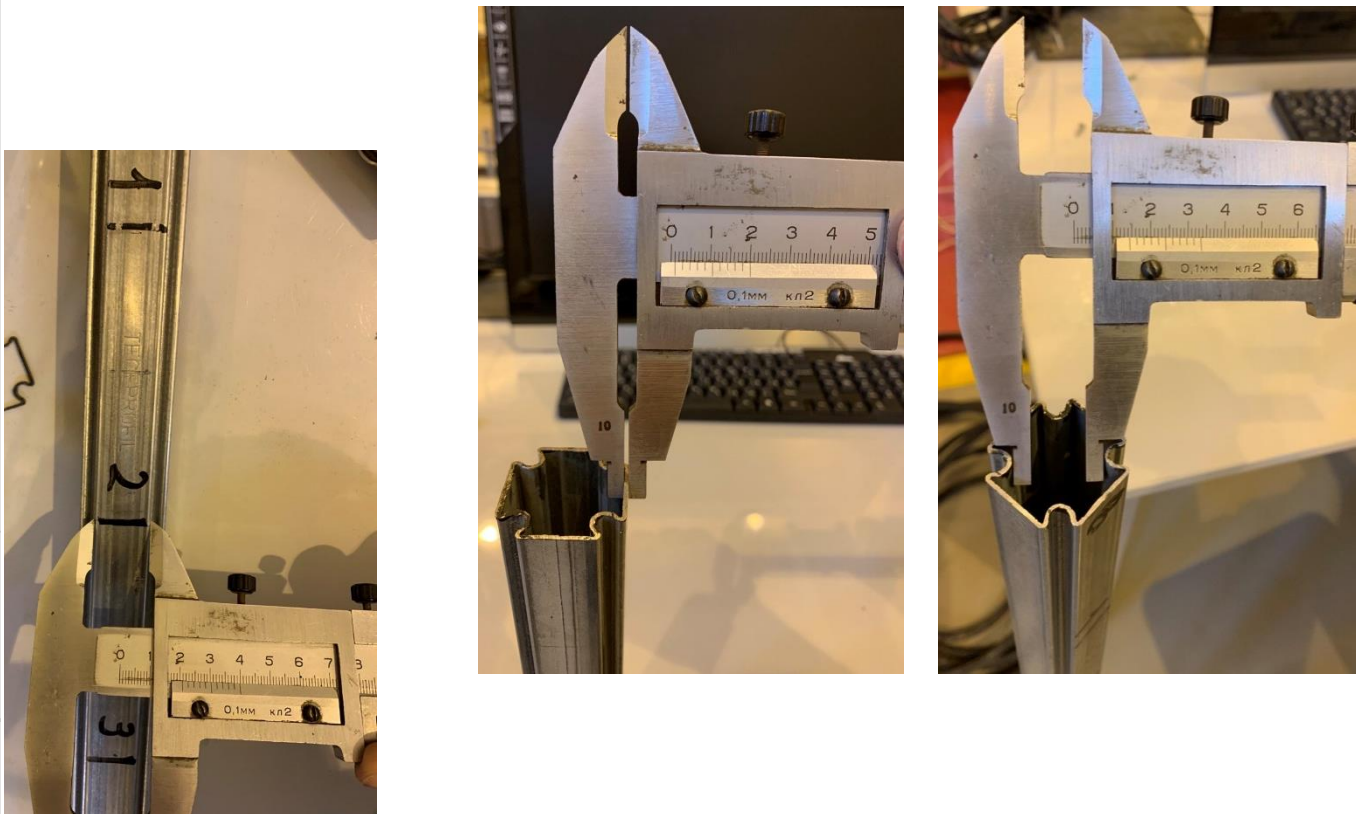


Рис. 3.2. Определение сечения профиля при помощи штангенциркуля



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

Рис. 3.3. Определение ширины выступающих частей профиля штангенциркулем

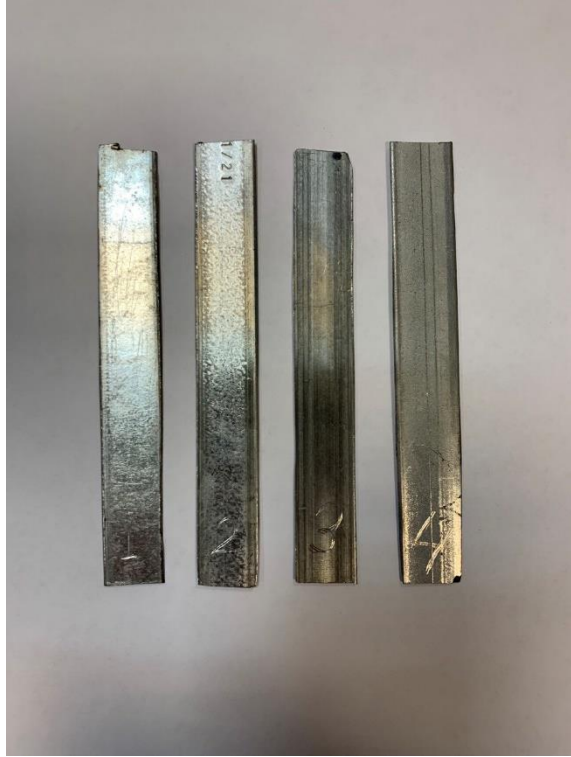


Рис. 3.4. Определение толщин стенок проката



Рис. 3.5. Определение расстояния между ребрами жесткости профиля штангенциркулем

Рис. 3.6. Общий вид образцов для испытания материала

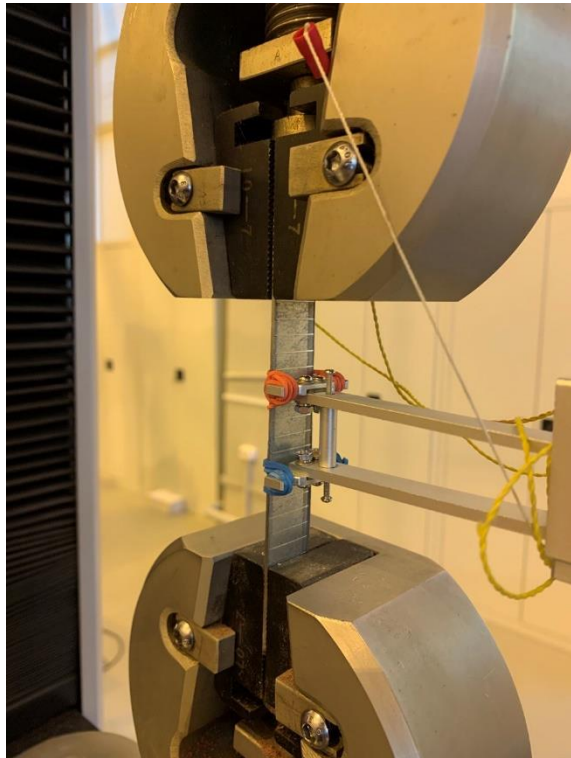


Рис. 3.7. Замеры размеров образцов



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

Рис. 3.8. Образец в испытательной машине

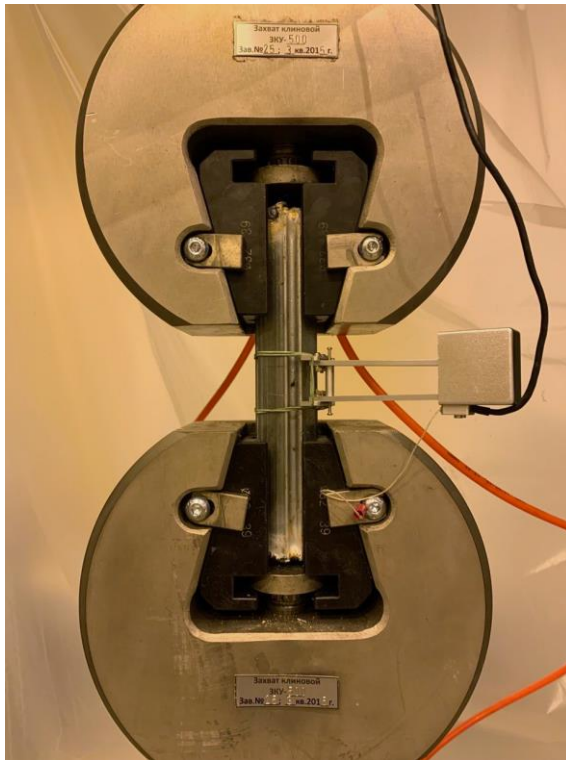


Рис. 3.9. Образец после испытания

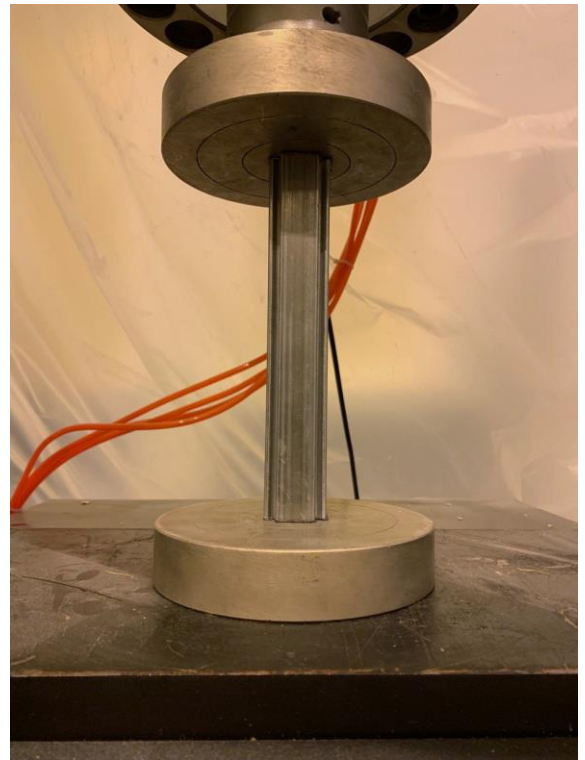


Рис. 3.10. Испытание образца на растяжение

Рис. 3.11. Испытание образца на сжатие

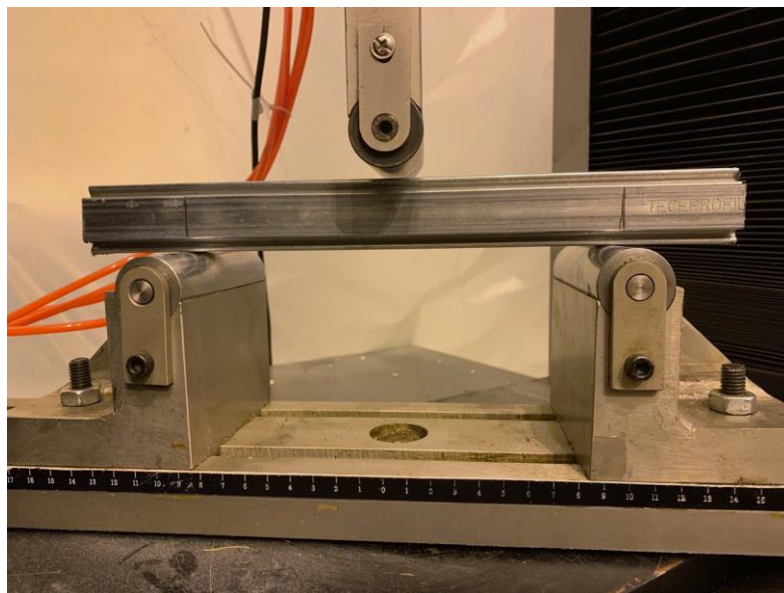


Рис. 3.12. Испытание образца на изгиб сосредоточенной нагрузкой (длина 20см)

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	



Рис. 3.13. Испытание образца на изгиб сосредоточенной нагрузкой (длина 70см)



Рис. 3.14. Испытание образца на чистый изгиб (длина 70см)

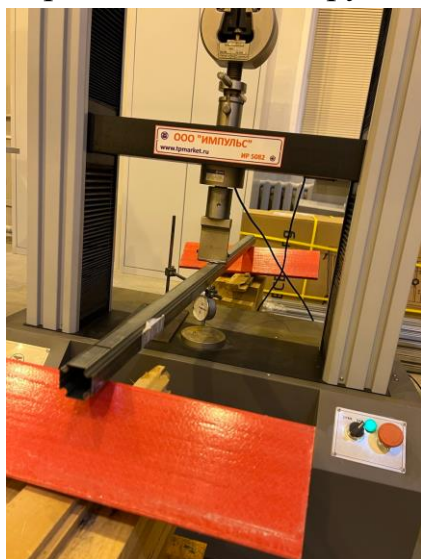


Рис. 3.15. Испытание образца на изгиб сосредоточенной нагрузкой (длина 100см)

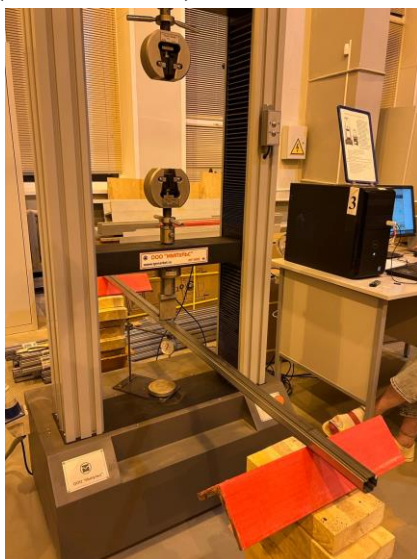


Рис. 3.16. Испытание образца на изгиб сосредоточенной нагрузкой (длина 150см)

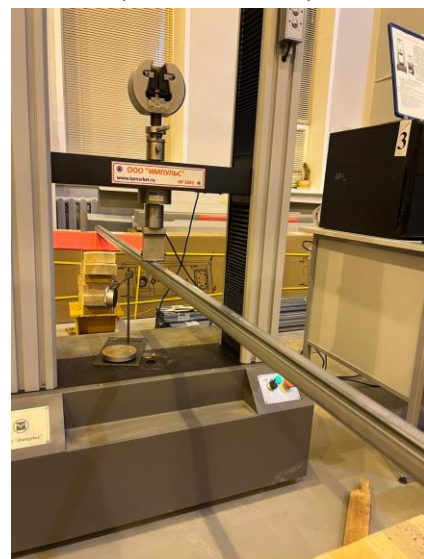


Рис. 3.17. Испытание образца на изгиб сосредоточенной нагрузкой (длина 200см)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата



Рис. 3.18. Замеры прогиба образца длиной 100см при испытаниях на изгиб



Рис. 3.19. Замеры прогиба образца длиной 100см при испытаниях на изгиб



Рис. 3.20. Образец узла
 уголкового соединителя при
 испытании консоли



Рис. 3.21. Образец узла
 уголкового соединителя
 при испытании на
 сползание до испытания

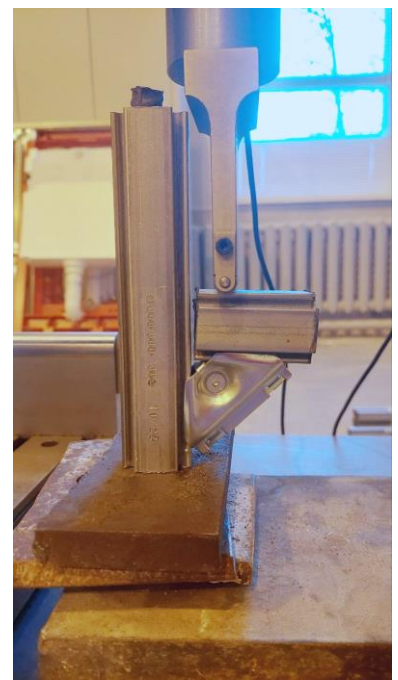


Рис. 3.22. Образец узла
 уголкового соединителя
 при испытании на
 сползание после испытания

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата
------	-------	------	---	-------	------



Рис. 3.23. Образец для испытания подвеса на отрыв (болт М10)

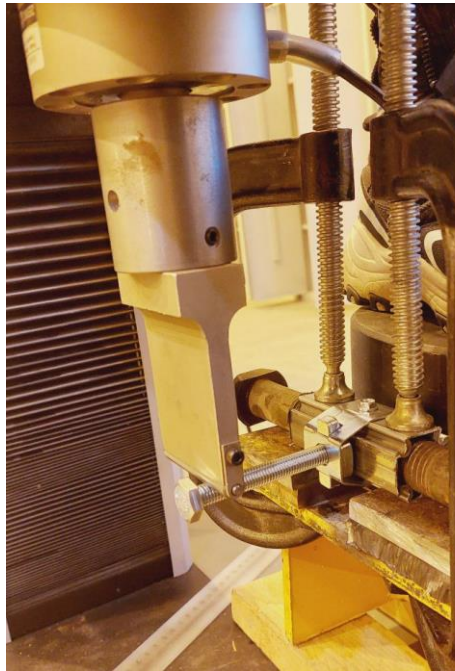


Рис. 3.24. Образец для испытания подвеса на срез поперек стержня профиля



Рис. 3.25. Образец для испытания подвеса на срез вдоль стержня профиля



Рис. 3.26. Характер разрушения образца при испытании подвеса на отрыв



Рис. 3.27. Общий вид сечения профиля при испытании подвеса на отрыв



Рис. 3.28. Общий вид образца с закреплением сечения от потери местной

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаи. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

устойчивости после испытания



Рис. 3.29. Испытание образца настенного крепежа (вид спереди)



Рис. 3.30. Испытание образца настенного крепежа (вид сзади)



Рис. 3.31. Деформации в настенном крепеже от сползания зажима



Рис. 3.32. Раскрепление зажима вследствие потери местной устойчивости профиля

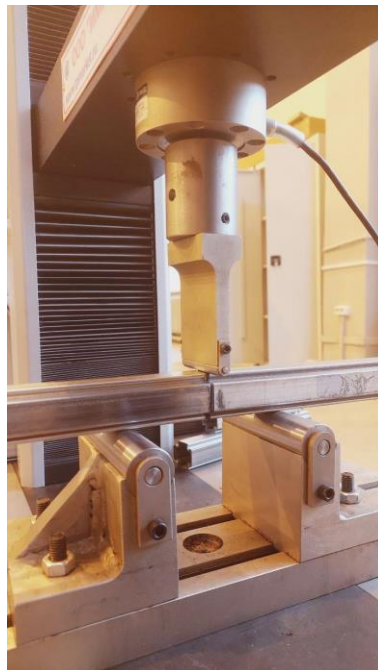


Рис. 3.33. Общий вид образца торцевого соединения (штулки)



Рис. 3.34. Раскрытие соединения по растянутой зоне

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата



Рис. 3.35. Общий вид образца после среза торцевого соединения (втулки)



Рис. 3.36. Общий вид испытательного стенда столешницы приложении нагрузки к середине пролета

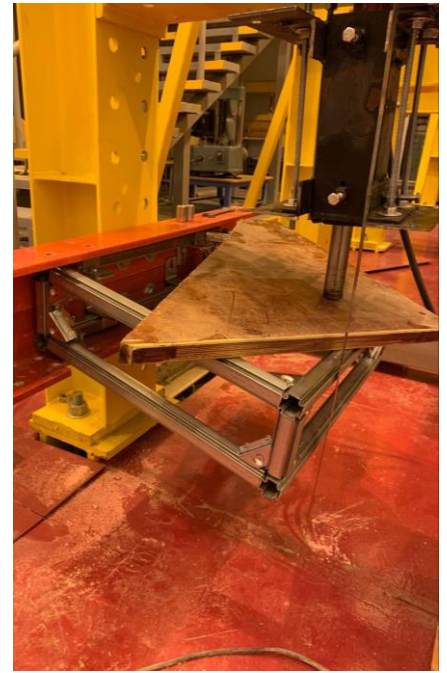


Рис. 3.37. Загружение конструкции столешницы стгической нагрузкой

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаи. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата



Рис. 3.38. Разкрепление цапок уголковых соединителей с обеих сторон конструкции столешницы



Рис. 3.39. Общий вид испытательного стенда столешницы при приложении нагрузки на угол



Рис. 3.40. Остаточные прогибы столешницы при приложении нагрузки на угол



Рис. 3.41. Разкрепление цапок уголковых соединителей со стороны приложения нагрузки

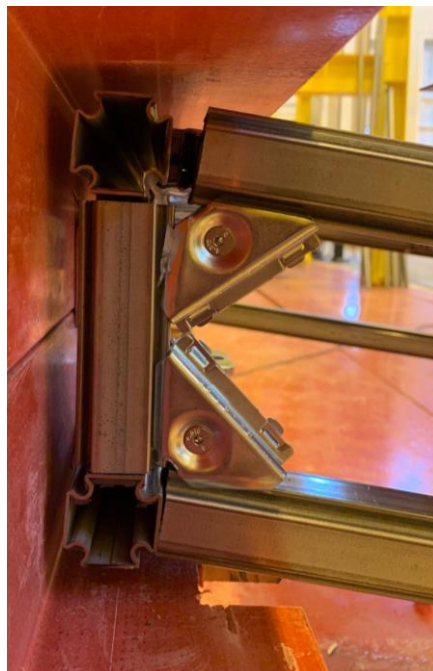


Рис. 3.42. Разкрепление цапок уголковых соединителей с ненагруженной стороны



Рис. 3.43. Общий вид испытательного стенда системы скрытого монтажа унитаза

Взаим. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата



Рис. 3.44. Общий вид образца по достижении предельной нагрузки



Рис. 3.45. Раскрепление цапок уголковых соединителей



Рис. 3.46. Выход из цапок углового соединителя креплений рамы бачка



Рис. 3.47. Деформации креплений рамы бачка

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

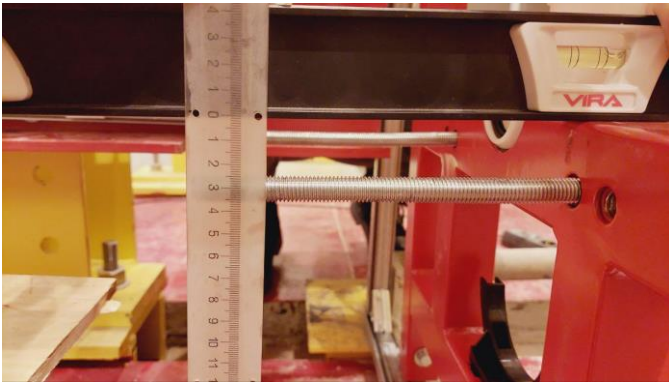


Рис. 3.48. Замеры прогибов шпилек и оценка их деформаций после приложения нагрузки

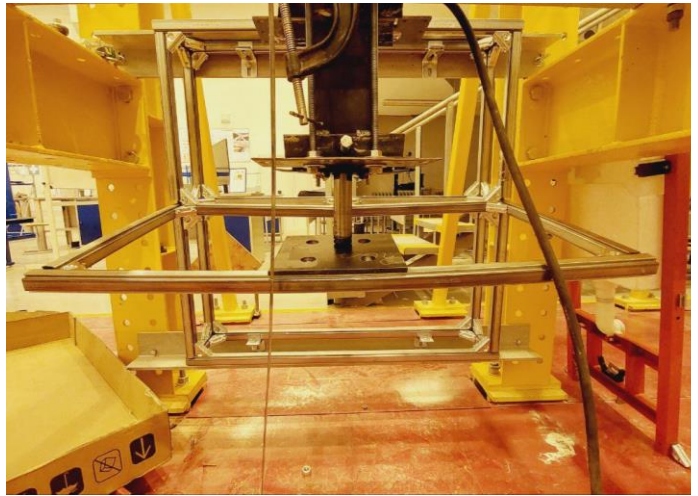


Рис. 3.49. Общий вид испытательного стенда конструкции под лежак при загрузке по середине пролета

Рис. 3.50. Испытание конструкции под лежак статической нагрузкой



Рис. 3.51. Прогибы консольного участка

Рис. 3.52. Раскрытие щелей между профилями

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата



Рис. 3.53. Отработка люфтов с дальнейшей потерей местной устойчивости

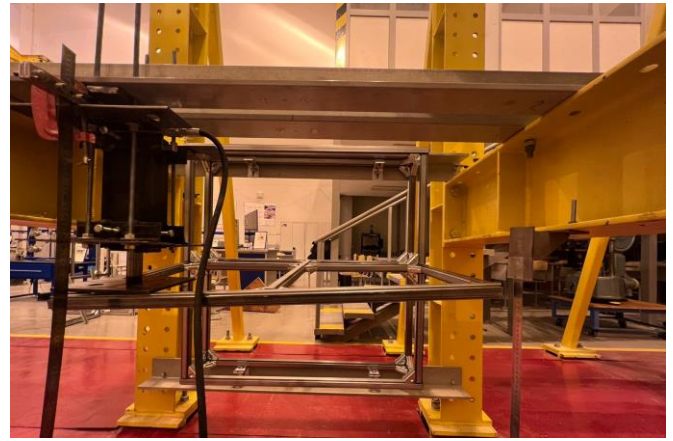


Рис. 3.54. Общий вид испытательного стенда конструкции под лежак при загрузке на угол

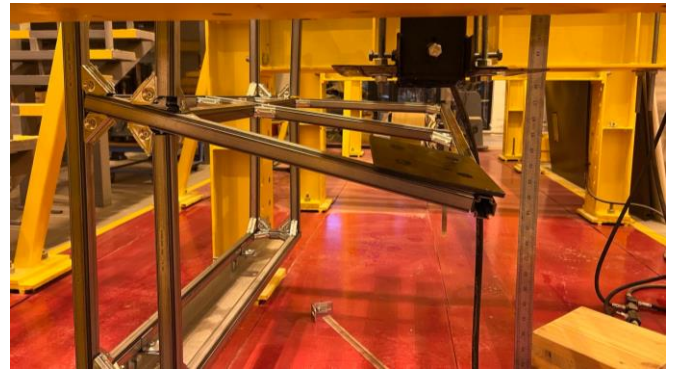
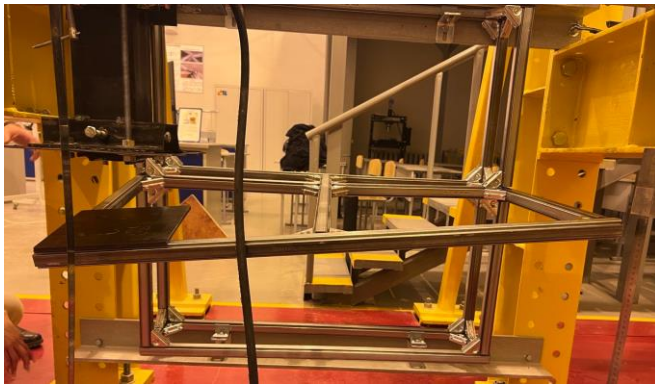


Рис. 3.55. Остаточные прогибы консоли при приложении нагрузки на угол

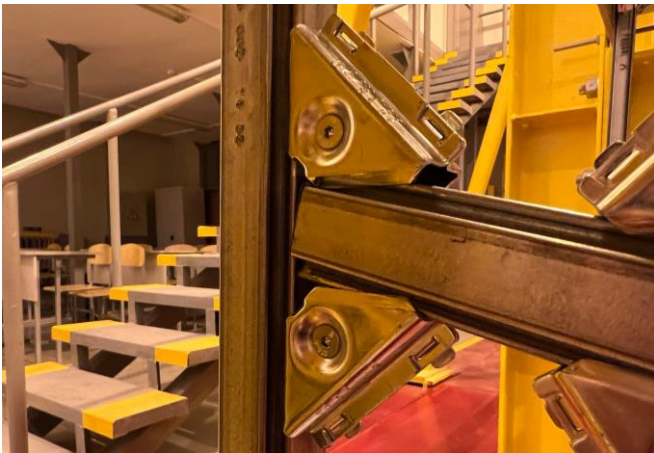


Рис. 3.56. Раскрепление цапок уголкового соединения



Рис. 3.57. Отработка люфтов

Взаим. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата

**СВИДЕТЕЛЬСТВА О ПОВЕРКЕ ПРИБОРОВ. СЕРТИФИКАТЫ
ПОДЛИННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ.**

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаи. инв. №					Научно технический отчет «Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»	Лист
			Изм.	Кол.у	Лист	№		Подп.

Научно-технический отчет
«Исследование несущей способности узлов и элементов профилей системы ТЕСЕ»

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №

Изм.	Кол.у	Лист	№	Подп.	Дата