

*Конструктивные решения  
по устройству арт. объектов.*

*(Чертежи, конструктив, пояснения, испытания, спецификация)*



## Ведомость нормативных документов

### Ведомость листов

№	Наименование	Формат листов
1	Общие данные	A3
2	Чертежи основных видов рам	A3
3	Конструктив деталей: Рама. Блок. Крепление. Забивной уголок.	A3
4	Спецификация рам. Спецификация, крепление, блок, забивной уголок.	A3
5	Анализ рам ветровой и снеговой нагрузки. Проверка на опрокидывание РФ-3	A3

№	Обозначение	Наименование
1	СП 45.13330.2020	«Земляные сооружения, основания и фундаменты»
2	СП 20.13330.2016	(«Нагрузки и воздействия»): для ветровой и снеговой нагрузок.
3	СП 22.13330.2016	(«Основания зданий и сооружений»): для устойчивости в грунте и противодействия опрокидыванию.
4	СП 16.13330.2017	(«Сталежелезобетонные конструкции»): проверка прочности и устойчивости рамы.
5	СП 70.13330.2021	«Несущие и ограждающие конструкции»
6	СП 50-101-2004	«Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений».
7	СП 28.13330.2017	«Защита строительных конструкций от коррозии»
9	СП 47.13330.2016	«Инженерные изыскания для строительства». Экологические требования
10	ГОСТ 12.3.009-76	«Работы земляные. Общие требования безопасности».
11	СП 47.13330.2016	«Инженерные изыскания для строительства». Экологические требования

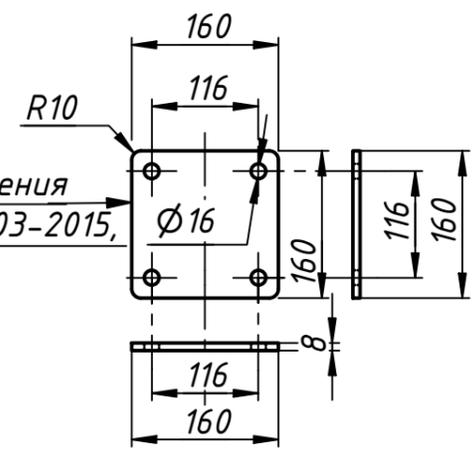
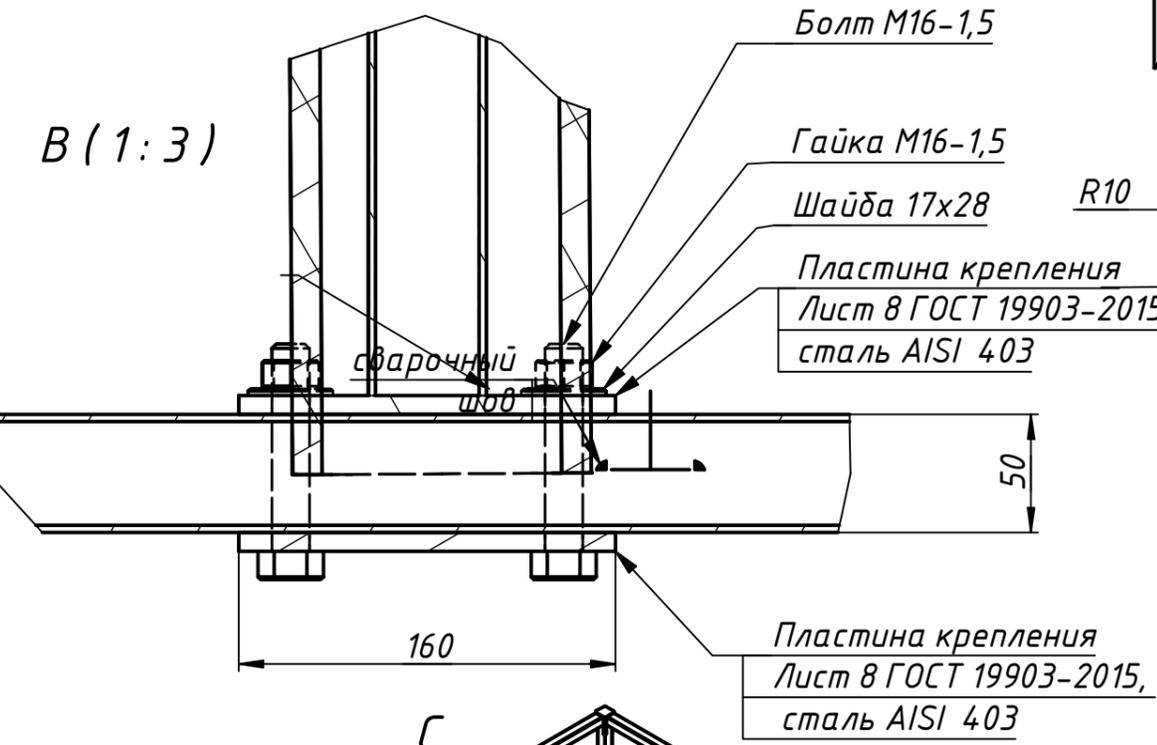
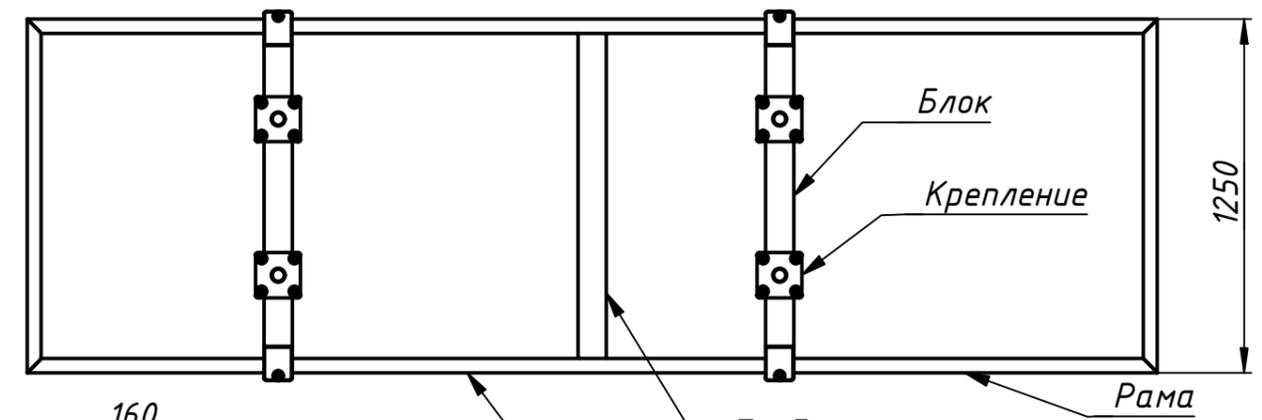
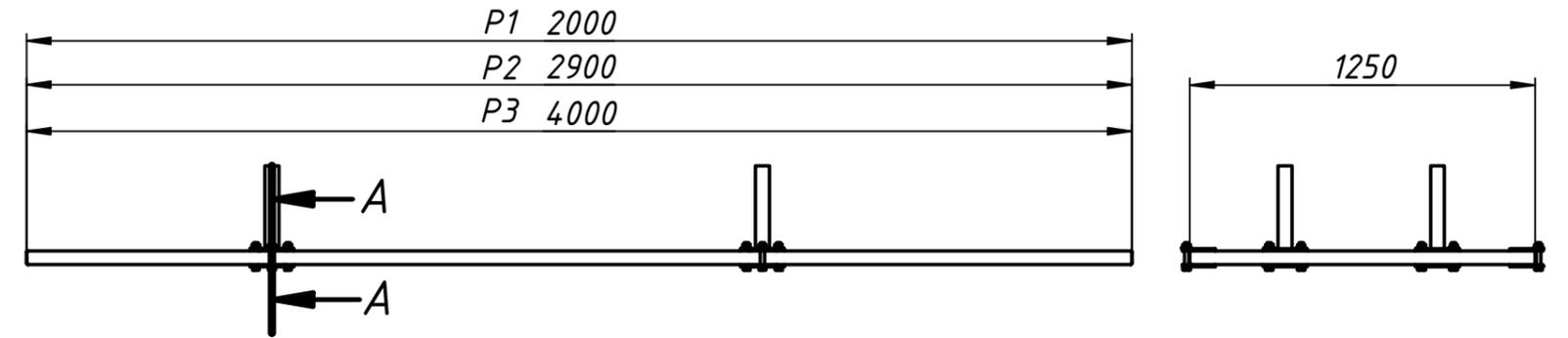
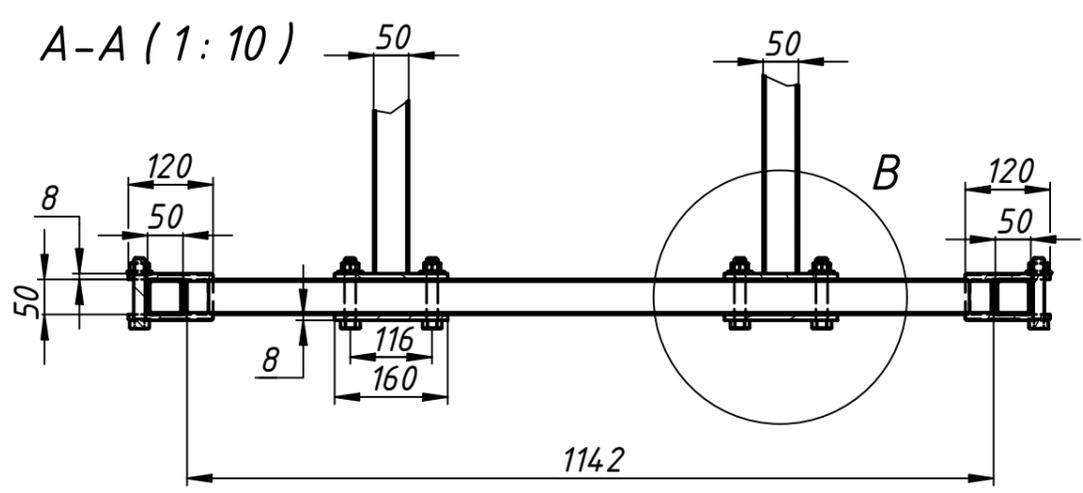
### Типология фигур и категорий.

Категория	Обозначение	Габариты, мм.			Вид РФ	Габариты РФ
		длина	ширина	высота		
1	Паруса	1500	1091	1219	№1	2000x1250
	Косуля	1839	776	1600	№1	
	Триптих волн1	2000	954	467	№1	
	Триптих волн2	1530	690	360	№1	
	Триптих волн3	1030	470	250	№1	
2	Волк	2700	750	1550	№2	2900x1250
	Лис	2432	637	1501	№2	
	Горноста́й	2535	744	1650	№2	
3	Конь с цельной гривой	3400	750	2100	№3	4000x1250
	Лошадь с насечками на гриве	3400	750	2100	№3	
	Символ корабля	4800	1700	2000	№3	
4	Надпись «1-Й ДОНСКОЙ»	17620	530	1500	№2x6шт.	2900x1250

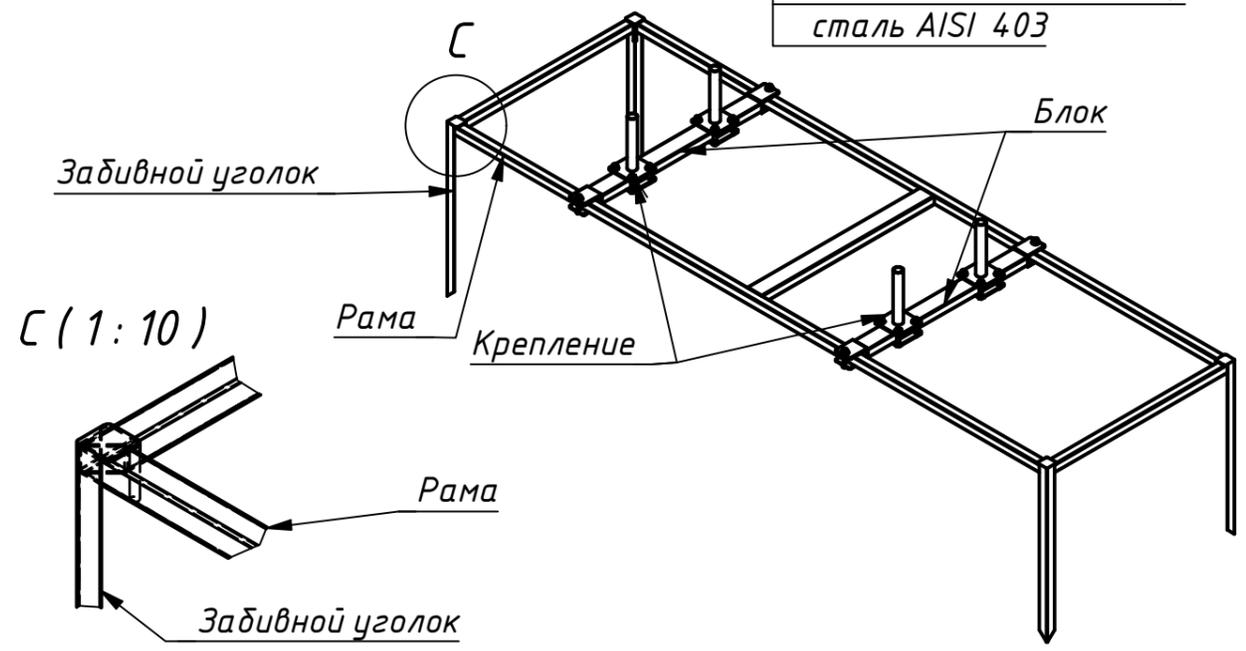
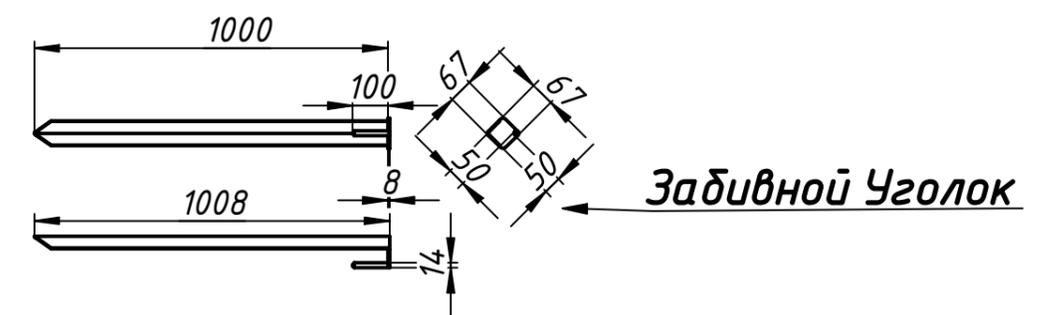
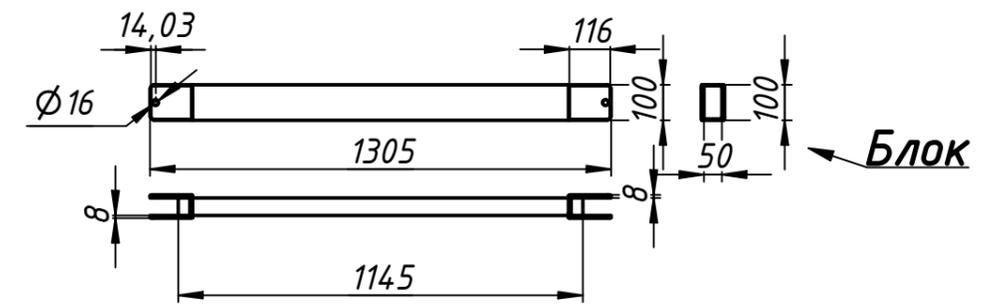
#### Конструктивные решения:

Для закрепления арт. объектов в грунте, разработан оптимальный вариант, отвечающий надёжности и безопасности эксплуатации предписанных государственными нормами. Рама фундаментная (РФ) собирается из профильных труб квадратного и прямоугольного сечения из нержавеющей стали путем сваривания по длине всего примыкания профиля. Раммы №1, №2, №3, имеют разную длину и общую ширину. В зависимости от точек опоры МК МАФ ("Лис", "Волк", "Конь" и др.) в ширину рам вставляются блоки, фиксируются к раме болтами. К блокам монтируются пластины крепления в необходимых местах и количестве. За благоприятно верхняя пластина крепления приваривается к точкам опор МК МАФ.

КР по устройству арт. объектов					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Ведомость листов
Разраб.					Ведомость нормативных документов
Пров.					Типология
Т. контр.					Конструктивные решения
Нач.отд.					
Н. контр.					
Утв.					
					Лит.
					Масса
					Масштаб
					Лист
					Листов 6



Труба профильная 100x50x3 ГОСТ 8645-68, сталь AISI 403  
 Труба профильная 50x50x3 ГОСТ 8639-82, сталь AISI 403



КР по устройству арт. объектов					Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Конструктив деталей: Рама. Блок. Крепление. Задвижной уголок.		6
Разраб.							
Пров.							
Т. контр.							
Нач.отд.							
Н. контр.					Лист	Листов	
Утв.							

### Спецификация рам №1, №2, №3.

ЭЛЕМЕНТ	Наименование	ед.изм	Кол-во, шт.	Всего, м/пог.	МАССА, кг.
	РФ1				35,2
	Труба профильная 50×50×3 ГОСТ 8639-82, сталь AISI 304	м.		6,5	27,6
1	2000	мм.	2	4000	
4	1250	мм.	2	2500	
	Труба профильная 100×50×3 ГОСТ 8645-68, сталь AISI 304	м.		1,2	7,6
5	1150	мм.	1	1150	
	РФ-2				42,9
	Труба профильная 50×50×3 ГОСТ 8639-82, сталь AISI 304	м.		8,3	35,3
2	2900	мм.	2	5800	
4	1250	мм.	2	2500	
	Труба профильная 100×50×3 ГОСТ 8645-68, сталь AISI 304	м.		1,2	7,6
5	1150	мм.	1	1150	
	РФ3				52,2
	Труба профильная 50×50×3 ГОСТ 8639-82, сталь AISI 304	м.		10,5	44,6
3	4000	мм.	2	8000	
4	1250	мм.	2	2500	
	Труба профильная 100×50×3 ГОСТ 8645-68, сталь AISI 304	м.		1,2	7,6
5	1150	мм.	1	1150	

### Спецификация: Крепление, блок, забивной уголок.

№	Наименование	ед.изм	Кол-во, шт.	МАССА, кг.
1	Крепление	шт.	1	3,99
1.1	Пластина крепления 80×80×8 Лист 8 ГОСТ 19903-2015, сталь AISI 403	шт.	2	3,19
1.2	Болт М16×90×1.5 ГОСТ 7805-70 А2-70	шт.	4	0,6
1.3	Гайка М16×1.5 ГОСТ 5915-70 А2-70	шт.	4	0,16
1.4	Шайба 17×28 ГОСТ 11371-78 А2-70	шт.	4	0,04
2	Блок	шт.	1	10,96
2.1	Труба профильная 100×50×3 ГОСТ 8645-68, сталь AISI 403	м.	1.145	7,56
2.1	1145	мм.	1	
2.2	Пластина крепления 120×100×8 Лист 8 ГОСТ 19903-2015, сталь AISI 403	шт.	4	3
2.3	Болт М16×90×1.5 ГОСТ 7805-70 А2-70	шт.	2	0,3
2.4	Гайка М16×1.5 ГОСТ 5915-70 А2-70	шт.	2	0,08
2.5	Шайба 17×28 ГОСТ 11371-78 А2-70	шт.	2	0,02
3	Забивной уголок	шт.	4	22,46
3.1	Уголок 50×50×3 ГОСТ 8617-81, сталь AISI 403	шт.	1	2,3
3.1	1000	мм.	1	
3.2	Пластина крепления 67×67×8 Лист 8 ГОСТ 19903-2015, сталь AISI 403	шт.	2	3,19
3.6	Пруток круглый 14×100 мм, ГОСТ 5949-2018, сталь AISI 403	шт.	1	0,12

А

А

					КР по устройству арт. объектов			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Спецификация рам. Спецификация, крепление, блок, забивной уголок.	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								
Пров.								
Т. контр.								
Нач.отд.								
Н. контр.								
Утв.								
						Лист	Листов	6

## Анализ устойчивости на примере РФ-3.

**Свойства стали AISI 403:** Предел текучести ( $\sigma$ ): 275 МПа. Допустимое напряжение ( $\sigma$ ):  $\sigma_{доп.} = \sigma_{тек.} / \gamma_p$ , где  $\gamma_p = 1.5$  (коэффициент запаса прочности)  
 $\sigma_{доп.} = 275 / 1.5 \approx 183 \text{ МПа}$ .

**Покрытие рамы, находящейся в земле:** Сталь AISI 403, не смотря на коррозионную стойкость, подвержена ржавлению при постоянном контакте с влажным грунтом.

Для защиты рекомендуется грунтовка и антикоррозионное покрытие: Очистить металл до чистой поверхности (пескоструйная обработка или химическая очистка).

Нанести эпоксидную или полиуретановую грунтовку. Поверх грунтовки нанести слой защитной краски (например, на основе битума или полиуретана).

**Снеговая нагрузка:** Снеговая нагрузка на горизонтальную площадь арт-объекта  $4000 \text{ мм} \times 800 \text{ мм} = 4 \text{ м} \times 0.8 \text{ м} = 3.2 \text{ м}^2$ , в регионе Москвы (II снеговой район), это добавляет дополнительную нагрузку на раму. Нормативное значение снеговой нагрузки ( $S_0$ ):  $S_0 = 1.0 \text{ кПа} = 1000 \text{ Н/м}^2$ .

Площадь воздействия снега ( $A_{снега}$ ):  $A_{снега} = 4.0 \times 0.8 = 3.2 \text{ м}^2$ . Сила снеговой нагрузки ( $F_{снега}$ ):  $F_{снега} = S_0 \times A_{снега} = 1000 \times 3.2 = 3200 \text{ Н/м}^2$ .

Момент от снеговой нагрузки ( $M_{снега}$ ): Центр тяжести снеговой нагрузки находится на середине горизонтальной поверхности, то есть на расстоянии 0.4 м. от оси рамы.  $M_{снега} = F_{снега} \times 0.4 = 3200 \times 0.4 = 1280 \text{ Н/м}^2 = 1,28 \text{ кН/м}^2$ .

**Ветровая нагрузка:** Площадь воздействия ветра: Для объекта  $4 \times 2 \text{ м}$ :  $A_{ветра} = 4 \times 2 = 8 \text{ м}^2$ . Нормативное значение ветрового давления ( $W_0$ ):

$W_0 = 0.48 \text{ кПа} = 480 \text{ Н/м}^2$ .  $W_0 = 0.48 \text{ кПа} = 480 \text{ Н/м}^2$ . Ветровое давление ( $W$ ):  $W = W_0 \cdot k \cdot c$ ,  $W = 480 \times 0.65 \times 1.0 = 312 \text{ Н/м}^2$ . Для высоты 2 м

$W = 312 \text{ Н/м}^2$ . Сила ветра ( $F_{ветра}$ ):  $F_{ветра} = W \cdot A_{ветра} = 312 \times 8 = 2496 \text{ Н/м}^2 = 2,5 \text{ кН/м}^2$ .

**Момент опрокидывания ( $M_{опрок}$ ):**  $M_{опрок} = F_{ветра} \cdot h_{сила} = 2496 \times 1 = 2496 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Устойчивость за счет грунта: Рама закопана на глубину 0.4 м.

Учитываем боковое сопротивление грунта ( $R_{грунта}$ ). Для обычной земли:  $R_{грунта} = 30 \text{ кПа}$ . Боковая площадь закопанной части общей длины трубы рамы:

$A_{бок} = 1,74 \text{ м}^2$ . Сила сопротивления грунта на раму  $F_{грунта} = R_{грунта} \cdot A_{бок} = 30 \times 1,74 = 52,2 \text{ кН}$ . Момент удержания:  $M_{удерж} = F_{грунта} \cdot h_{закоп} = 52,2 \times 0.4 = 20,88 \text{ кН/м}$ .

**Противодействующий момент (с учетом уголков):**

Боковое сопротивление уголков в грунте ( $R_{уголков}$ ): Несущая способность грунта:  $R_{грунта} = 30 \text{ кПа} = 30 \text{ кН/м}^2$ . Боковая площадь одного уголка (2 грани):  $A_{бок} = 2 \times 0.05 \times 1.0 = 0.1 \text{ м}^2$ . Сила сопротивления одного уголка:  $F_{уголка} = R_{грунта} \cdot A_{бок} = 30 \times 0.1 = 3 \text{ кН}$ .

С учетом четырех уголков:  $F_{уголков} = 4 \times 3 = 12 \text{ кН}$ .

**Момент удержания уголков:** Средняя глубина сопротивления  $h_{средн} = 0.5 \text{ м}$ :  $M_{уголков} = F_{уголков} \cdot h_{средн} = 12 \times 0.5 = 6 \text{ Н/м}$ .

**Общая устойчивость:**

$M_{удерж} = M_{уголков} + M_{рамы}$ .  $M_{удерж} = 6 + 20,88 = 26,88 \text{ кН/м}$ .

**Вывод по устойчивости:** Момент удержания (26,88 кН/м.) больше момента опрокидывания (2.496 кНм2).

Это значит, что рама устойчива при ветровой нагрузке.

**Проверка на опрокидывание при контакте с людьми**

1. Входные данные: Высота центра приложения силы от человека:  $hч = 1.2 \text{ м}$  (уровень плеч). Максимальная сила от человека:  $F \times ч = 500 \text{ Н}$  (примерно соответствует весу человека, упирающегося или тянущего конструкцию).

Общая высота конструкции:  $h_{констр} = 2.0 \text{ м}$ . Момент удержания:  $M_{удерж} = 26,88 \text{ кН/м}$ . (учитывая грунт и уголки).

2. Момент от воздействия человека ( $Mч$ ):  $Mч = Fч \times hч = 500 \times 1.2 = 600 \text{ Н/м} = 0,6 \text{ кН/м}$

3. Сравнение моментов:  $M_{удерж} = 26,88 \text{ кН/м} > Mч = 0,6 \text{ кН/м}$

Вывод: Конструкция устойчива даже при значительном контакте с людьми.

**Учет совокупных нагрузок:** Общий момент, создающий нагрузку на раму ( $M_{нагрузка}$ ):

$M_{нагрузка} = M_{ветра} + M_{снега} = 1976 + 1280 = 3256 \text{ Н/м} = 3,26 \text{ кН/м}^2$

**Рекомендации для монтажных работ в зимнее время по установке металлических рам в землю (для арт-объектов):** Работы в зимний период требуют учета низких температур, промерзания грунта, особенностей монтажа и прочности материалов. Использовать

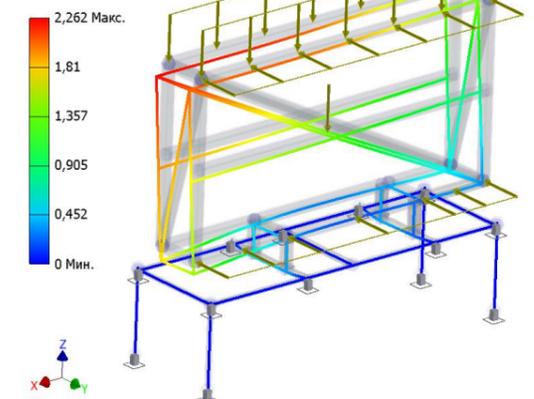
СП 45.13330.2020 и СП 70.13330.2021 для организации земляных работ в зимний период.

Применять антикоррозионные покрытия по СП 28.13330.2017. Учитывать экологические требования по СП 47.13330.2016 и СП 50-101-2004 для минимизации воздействия на грунт.

Для сварки и крепежа учитывать низкотемпературные свойства металлов по СП 16.13330.2017 и ГОСТ 27772-2020.

Имя	Минимальная	Максимальная	
Смещение	0,000 мм	2,262 мм	
Силы	Fx	-11859,934 Н	6643,037 Н
	Fy	-8283,473 Н	4610,028 Н
	Fz	-4952,242 Н	8821,829 Н
Моменты	Mx	-2375722,101 Н мм	3108339,557 Н мм
	My	-4071052,163 Н мм	3735201,984 Н мм
	Mz	-552883,531 Н мм	571699,229 Н мм
Нормальные напряжения	Smax	-0,778 МПа	146,545 МПа
	Smin	-151,981 МПа	0,927 МПа
	Smax(Mx)	0,000 МПа	39,341 МПа
	Smin(Mx)	-39,341 МПа	0,000 МПа
	Smax(My)	0,000 МПа	110,279 МПа
	Smin(My)	-110,279 МПа	0,000 МПа
Напряжения сдвига	Saxial	-2,806 МПа	2,626 МПа
	Tx	-20,464 МПа	33,566 МПа
Напряжения при кручении	Ty	-9,487 МПа	9,485 МПа
	T	-35,154 МПа	33,997 МПа

Тип: Смещение  
 Единицы: мм  
 07.12.2024, 16:37:26



Визуализация проверки на деформацию МК РФ-3, где за площадь воздействия взята условная форма с максимальной площадью воздействия погодных условий. Таким образом, деформация в местах крепления Арт объекта с "Фундаментной рамой", достигла 2,3мм, при допустимой деформации 6,25мм. Что показывает большой запас прочности конструкции.

					КР по устройству арт. объектов			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Анализ рам ветровой и снеговой нагрузки. Проверка на опрокидывание РФ-3	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.								
Пров.								
Т. контр.						Лист	Листов	6
Нач.отд.								
Н. контр.								
Утв.								