



- Расчет ввода с твердой изоляцией на механическую прочность с учетом:
- электродинамического действия тока короткого замыкания (динамическая стойкость);
 - сейсмического воздействия.

ИВУЕ.686352.103-02 РР

Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата
11374				

СОДЕРЖАНИЕ

1 Описание и работа	3
2 Допущения	4
3 Информация о модели	4
4 Свойства материала	6
5 Нагрузки и крепления.....	7
6 Результаты расчета	9
7 Вывод	10
8 Заключение	10

Инв. N подл. 11374	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата	ИВУЕ.686352.103-02 РР					
	Изм. Лист	N докум.	Подп.	Дата	ВВОД ГКТIII-60-126/800 О1			Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Егоров	<i>Углов</i>	30.07.11				А	2	11
	Утв.	НИКИТИН	<i>Резун</i>							

1. Описание

Допустимость применения расчетно-экспериментальной оценки на соответствие требованиям по сейсмостойкости указана в п.5.1.3 ГОСТ30546.1-98 как для изделия, аналогичного ранее испытанному.

Расчет проводился с помощью программы SolidWorks Simulation методом конечных элементов.

Согласно ГОСТ 10693-81 максимальное значение первого пика тока динамической стойкости должно составлять

$$I_{\text{элдин}} = 2.5 \times 25 \times I_{\text{ном}} = 50 \text{ кА} \quad I_{\text{ном}} = 800 \text{ А}$$

Величина силы возникающая при кратковременном воздействии тока короткого замыкания рассчитана по методике в соответствии с ГОСТ Р 52736-2007.

При сейсмическом толчке ввод подвергается действию сложных колебательных нагрузок в каждом сечении.

Силы, действующие на ввод, представляются как эквивалентная сила, действующая в вертикальном направлении и одна из двух сил, действующих в двух взаимно перпендикулярных направлениях, приложенные к центру масс ввода (ГОСТ 17516.1-90 приложение 6 п.2.5, 2.8, 2.9).

Ускорения при толчке, вызывающие эти силы, из-за колебательного характера нагрузок меняются по величине и знаку с течением времени.

В расчете исходим из амплитудных значений ускорений a_z и a_v .

a_z – ускорение, действующее в горизонтальном направлении;

a_v - ускорение, действующее в вертикальном направлении;

Исходя из требований по стойкости к воздействию землетрясений (сейсмостойкости) расчетные значения максимальных ускорений принимаются в соответствии с ГОСТ 17516.1-90 С.54 п.2.6, 2.8, 2.9. Расчетные значения максимальных ускорений из Черт.2 ГОСТ 17516.1-90, С.53, составляют $a_z = 1 \times 1,3 \times g$; $a_v = 0,7 \times a_z$ и соответствуют уровню установки до 10м и интенсивности землетрясения 9 баллов по MSK-64. Коэффициент демпфирования берется из табл.13, С.55 ГОСТ 17516.1-90 как для крупногабаритных изделий. Эти требования соответствуют требованиям по прочности к синусоидальной вибрации в течение 1 мин. (вибропрочность).

Расчет проводился с установкой ввода под углов 60 градусов к вертикали.

Инв. № подл 11374	Подп. и дата				Инв. №	Взам. инв.				Подп. и дата																			
Ускорения при толчке, вызывающие эти силы, из-за колебательного характера нагрузок меняются по величине и знаку с течением времени. В расчете исходим из амплитудных значений ускорений a_v и a_z. a_z – ускорение, действующее в горизонтальном направлении; a_v - ускорение, действующее в вертикальном направлении; Исходя из требований по стойкости к воздействию землетрясений (сейсмостойкости) расчетные значения максимальных ускорений принимаются в соответствии с ГОСТ 17516.1-90 С.54 п.2.6, 2.8, 2.9. Расчетные значения максимальных ускорений из Черт.2 ГОСТ 17516.1-90, С.53, составляют $a_z=1 \times 1,3 \times g$; $a_v=0,7 \times a_z$ и соответствуют уровню установки до 10м и интенсивности землетрясения 9 баллов по MSK-64. Коэффициент демпфирования берется из табл.13, С.55 ГОСТ 17516.1-90 как для крупногабаритных изделий. Эти требования соответствуют требованиям по прочности к синусоидальной вибрации в течение 1 мин. (вибропрочность). Расчет проводился с установкой ввода под углов 60 градусов к вертикали.																													
Изм					Лист					№ докум.					Подп.					Дата									
ИВУЕ.686352.103-02 РР																									Лист				
																									3				

2. Допущения



Исходная модель



Проанализированная модель

Для упрощения расчетного процесса геометрия фарфоровой покрывки была изменена.

3. Информация о модели

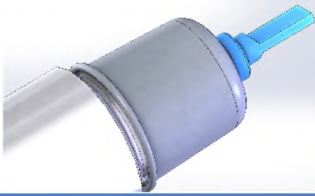
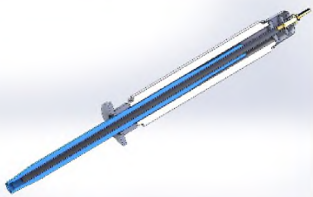
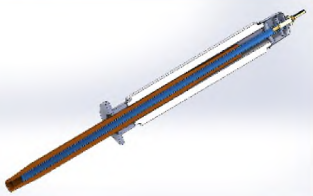
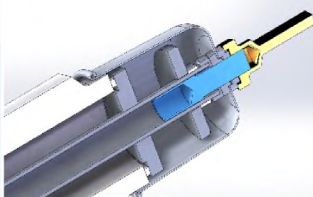
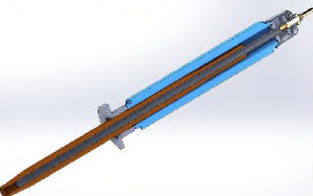
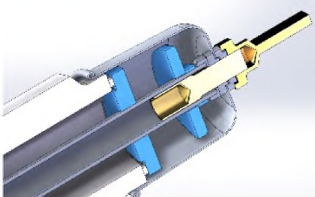


Имя модели: ИВУЕ.686352.103-02

Длина ввода	L	мм	2380
Длина верхней части	L _{вч}	мм	1410
Угол установки ввода	α	град.	60

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата
11374				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Подп. и дата
11374			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата

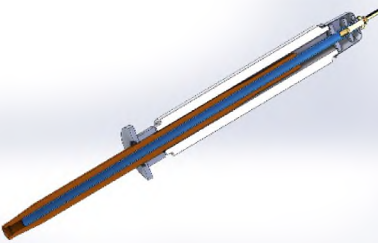
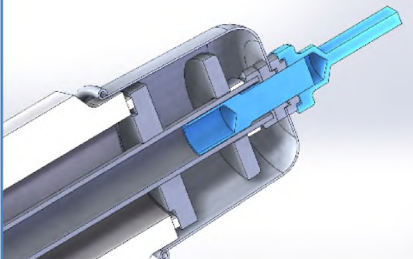
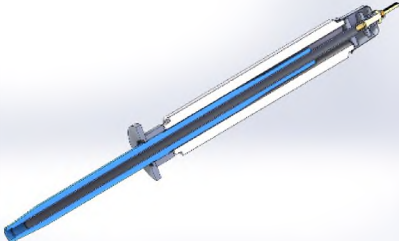
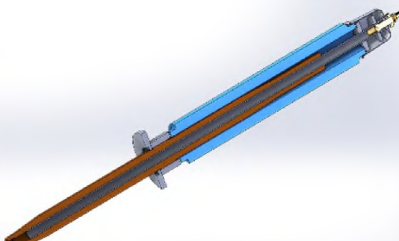
Ссылка на модель	Объемные свойства	Компоненты	
	Масса:3.44143 kg Объем:0.001248 м ³ Плотность:2800 kg/м ³	Втулка соединительная	
	Масса:0.86803 kg Объем:0.00011063 м ³ Плотность:8500 kg/м ³	Клемма контактная	
	Масса:13.189 kg Объем:0.010551 м ³ Плотность:1250 kg/м ³	Изоляционный остов	
		Сечение изоляции в месте закрепления:	106
		наружный диаметр, d _н ,мм	46
		внутренний диаметр, d _в ,мм	170
		длина, L _{тр} , мм	
	Масса:3.474 kg Объем:0.001299 м ³ Плотность:2800 kg/м ³	Токоведущая труба:	
		наружный диаметр, D _н ,мм	46
		внутренний диаметр, D _в ,мм	36
		длина, H _о , мм	1930
	Масса:3.72109 kg Объем:0.00135396 м ³ Плотность:2800 kg/м ³	Фланец опорный	
	Масса:6.5346 kg Объем:0.00011808 м ³ Плотность:8500 kg/м ³	Шпилька контактная	
	Масса:55.259 kg Объем:0.0226016 м ³ Плотность:2450 kg/м ³	Покрышка фарфоровая	
		наружный диаметр, D _н ,мм	290
		внутренний диаметр, D _в ,мм	110
		длина, H _о , мм	1000
	Масса:1.44265 kg Объем:0.00051666 м ³ Плотность:2800 kg/м ³	Узел стяжной	

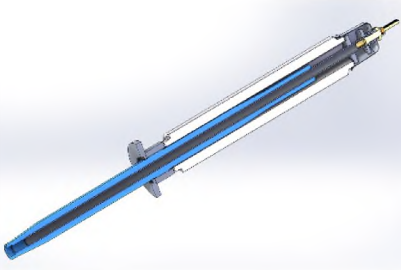
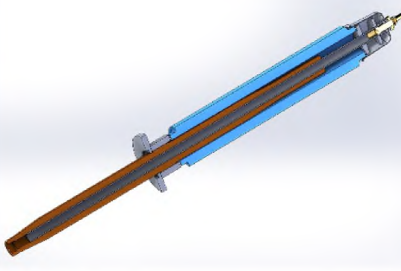
ИБУЕ.686352.103-02 РР

Лист

5

4. Свойства материала

Ссылка на модель	Свойства	Компоненты
	Имя: Д16Т ГОСТ 4784-97 Предел текучести: $2.7e+008 \text{ N/m}^2$ Предел прочности при растяжении: $4e+008 \text{ N/m}^2$ Модуль упругости: $7.1e+010 \text{ N/m}^2$ Коэффициент Пуассона: 0.32 Массовая плотность: 2780 kg/m^3 Модуль сдвига: $2.78e+010 \text{ N/m}^2$ Коэффициент теплового расширения: $2.3e-005 \text{ /Kelvin}$	Втулка соединительная Фланец опорный Узел стяжной Центральная труба
	Имя: Латунь ЛС59-1 Предел текучести: $3.3e+008 \text{ N/m}^2$ Предел прочности при растяжении: $3.3e+008 \text{ N/m}^2$ Модуль упругости: $1.08e+011 \text{ N/m}^2$ Коэффициент Пуассона: 0.33 Массовая плотность: 8500 kg/m^3	Клемма контактная Шпилька контактная
	Имя: RIP-изоляция Предел текучести: $8.8e+007 \text{ N/m}^2$ Предел прочности при растяжении: $8.8e+007 \text{ N/m}^2$ Модуль упругости: $4.8e+009 \text{ N/m}^2$ Коэффициент Пуассона: 0.34 Массовая плотность: 1250 kg/m^3 Коэффициент теплового расширения: $5.5e-005 \text{ /Kelvin}$	Изоляционный остов
	Имя: Фарфор Предел текучести: $7e+007 \text{ N/m}^2$ Предел прочности при растяжении: $7e+007 \text{ N/m}^2$ Модуль упругости: $1e+011 \text{ N/m}^2$ Коэффициент Пуассона: 0.23 Массовая плотность: 2450 kg/m^3	Покрышка фарфоровая

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата		Имя: RIP-изоляция Предел текучести: $8.8e+007 \text{ N/m}^2$ Предел прочности при растяжении: $8.8e+007 \text{ N/m}^2$ Модуль упругости: $4.8e+009 \text{ N/m}^2$ Коэффициент Пуассона: 0.34 Массовая плотность: 1250 kg/m^3 Коэффициент теплового расширения: $5.5e-005 \text{ /Kelvin}$	Изоляционный ОСТОВ
						Имя: Фарфор Предел текучести: $7e+007 \text{ N/m}^2$ Предел прочности при растяжении: $7+007 \text{ N/m}^2$ Модуль упругости: $1e+011 \text{ N/m}^2$ Коэффициент Пуассона: 0.23 Массовая плотность: 2450 kg/m^3	Покрышка фарфоровая

Инв. № подл

11374

Изм Лист

№ докум.

Подп.

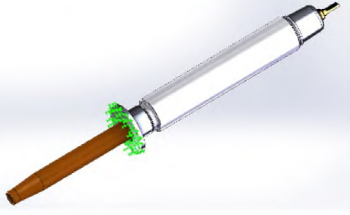
Дата

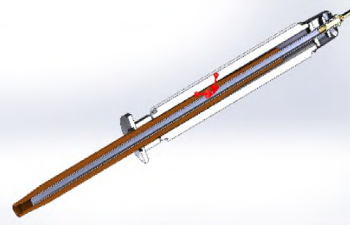
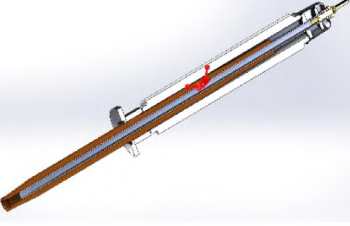
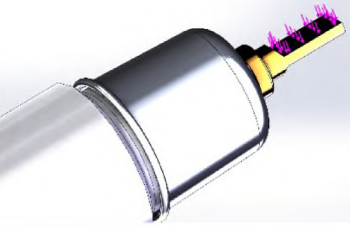
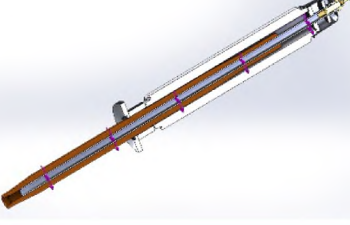
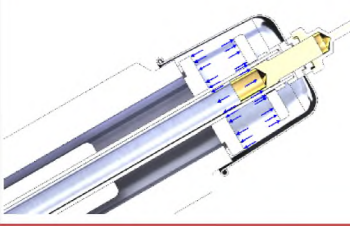
ИБУЕ.686352.103-02 РР

Лист

6

5. Нагрузки и крепления

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления
Зафиксированный		Ввод жестко закреплен за основание опорного фланца

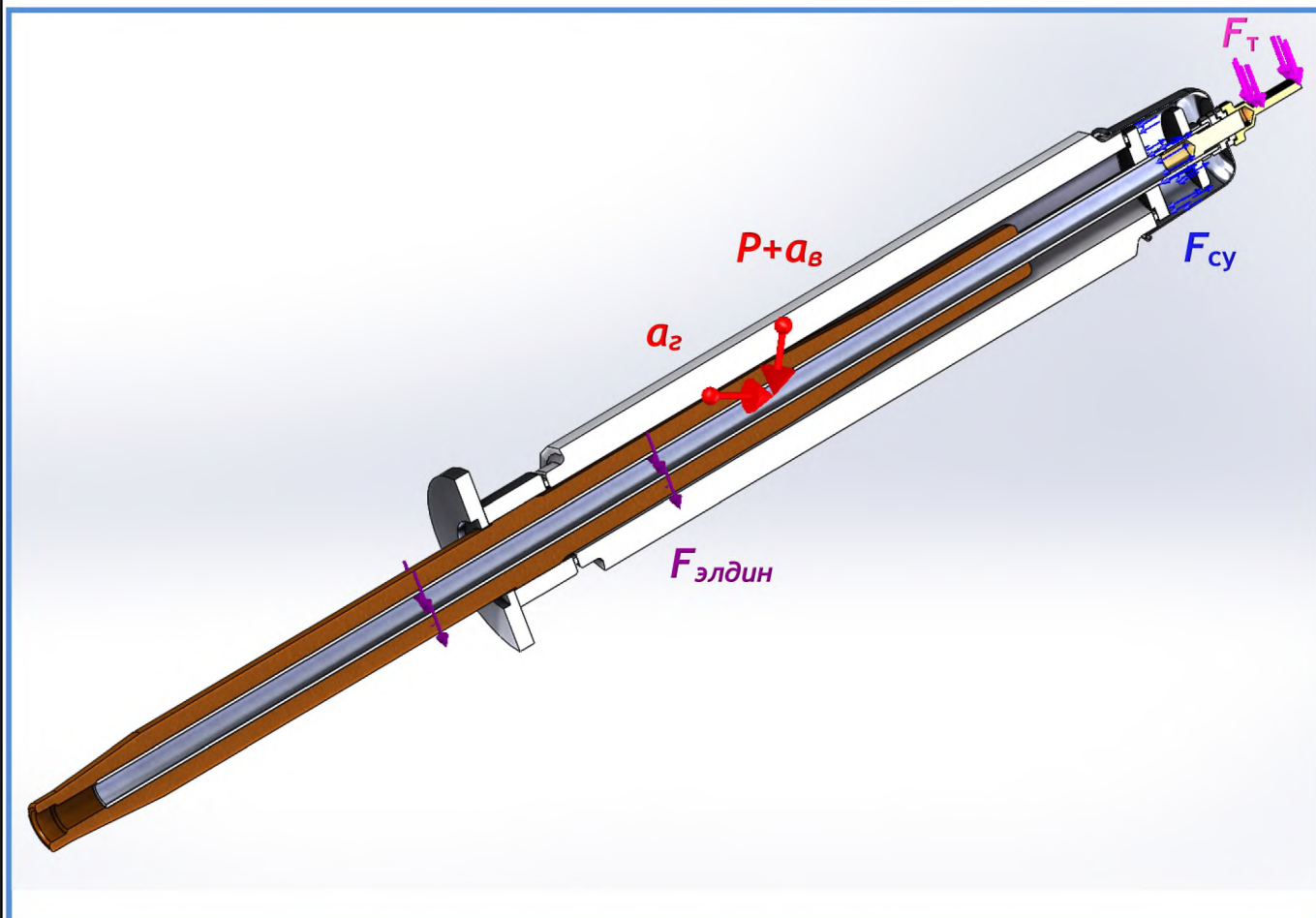
Имя нагрузки	Изображение	Внешние нагрузки на расчетную модель	
Мах. ускорение		Сейсмическая сила: -амплитудное значение ускорения в горизонтальном направлении, a_{Γ} -амплитудное значение ускорения в вертикальном направлении, $a_{\text{в}}$	13 м/с ² 9,1 м/с ²
Сила тяжести		Ускорение свободного падения, P	9,81 м/с ²
Сила-1		Максимальная длительная консольная нагрузка приложена к контактной клемме перпендикулярно оси ввода, F_{Γ}	625 Н
Сила-2		Электродинамическая сила, приложена к трубе перпендикулярно оси ввода и направлена в ту же сторону, что и консольная нагрузка, $F_{\text{элдин}}$	1360 Н
Сила-3		Усилие стяжного узла, F_{cy}	24000 Н

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Подп. и дата
11374			
Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата

ИБУЕ.686352.103-02 РР

Лист

7



В данном расчете для оценки механической устойчивости ввода был принят анализ критерия прочности максимальных эквивалентных напряжений по Мизесу при полном воздействии всех внешних нагрузок на ввод.

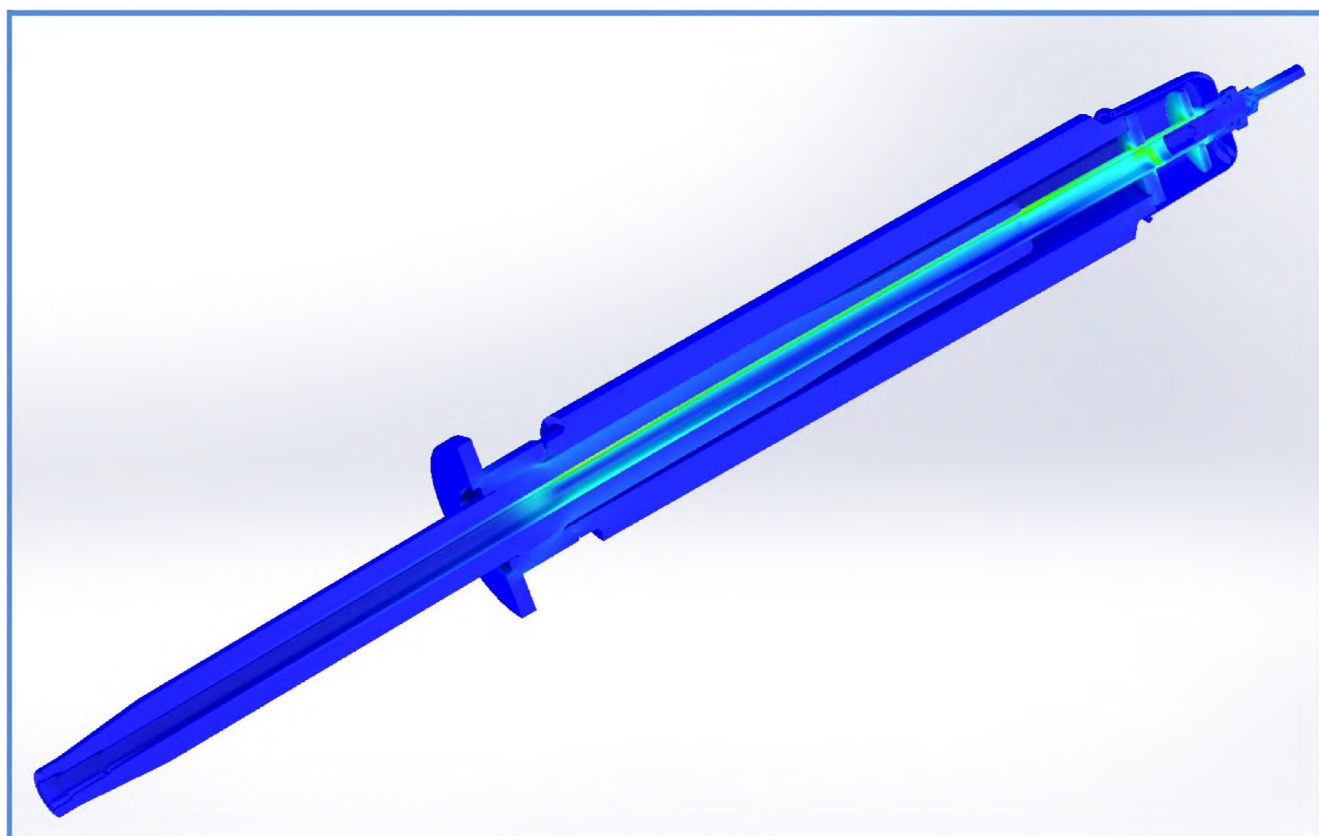
При расчете также было принято допущение, приводящие к утяжелению условий в отношении механики для ввода - нагрузки сознательно направлялись в одну сторону.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
11374					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
ИВУЕ.686352.103-02 РР					Лист
					8

6. Результаты расчета

Величины максимальных эквивалентных напряжений

	Макс.эquiv. напряжение кг/см ²	Предел прочности на растяжение, кг/см ²	Коэффициент запаса, K _з
Изоляционный остов (RIP)	272	897	3,2
Центральная труба	1040	4070	3,9
Соединительная штулка	230	4070	17,7
Фарфоровая покрышка	101	713	6,4



Инв. № подл. 11374	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. №	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ИВУЕ.686352.103-02 РР				Лист 9

7. Вывод

Величина максимального эквивалентного напряжения по Мизесу в совместного действия механических, электродинамических и сейсмических усилий на модель меньше предельно допустимого значения.

8. Заключение

Ввод ГКТIII-60-126/800 О1 Черт. ИВУЕ.686352.103-02 с точки зрения механических воздействий и с учетом электродинамических и сейсмических нагрузок устойчив и соответствует ТУ 3493-001-31317133-2008.

Инв. № подл. 11374	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ИВУЕ.686352.103-02 РР				Лист 10