

Акционерное общество
«Проектно-изыскательский и научно-исследовательский
институт «Гидропроект» имени С.Я. Жука»

**КОМПЛЕКСНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
РЫБИНСКОЙ ГЭС. Техническое перевооружение
Рыбинской ГЭС на этапе замены механического
оборудования водопропускных гидротехнических
сооружений**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений

Подраздел 7. Технологические решения

Часть 2. Графическая часть

Книга 5. Здание ГЭС. Водоприемник. Грейфер для очистки СУР

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

1867.06.02-ИОС7.2.5

Том 15



Акционерное общество
«Проектно-изыскательский и научно-исследовательский
институт «Гидропроект» имени С.Я. Жука»

**КОМПЛЕКСНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
РЫБИНСКОЙ ГЭС. Техническое перевооружение
Рыбинской ГЭС на этапе замены механического
оборудования водопропускных гидротехнических
сооружений**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-
технического обеспечения, перечень инженерно-технических
мероприятий, содержание технологических решений

Подраздел 7. Технологические решения

Часть 2. Графическая часть

Книга 5. Здание ГЭС. Водоприемник. Грейфер для очистки СУР

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

1867.06.02-ИОС7.2.5

Том 15

Генеральный директор

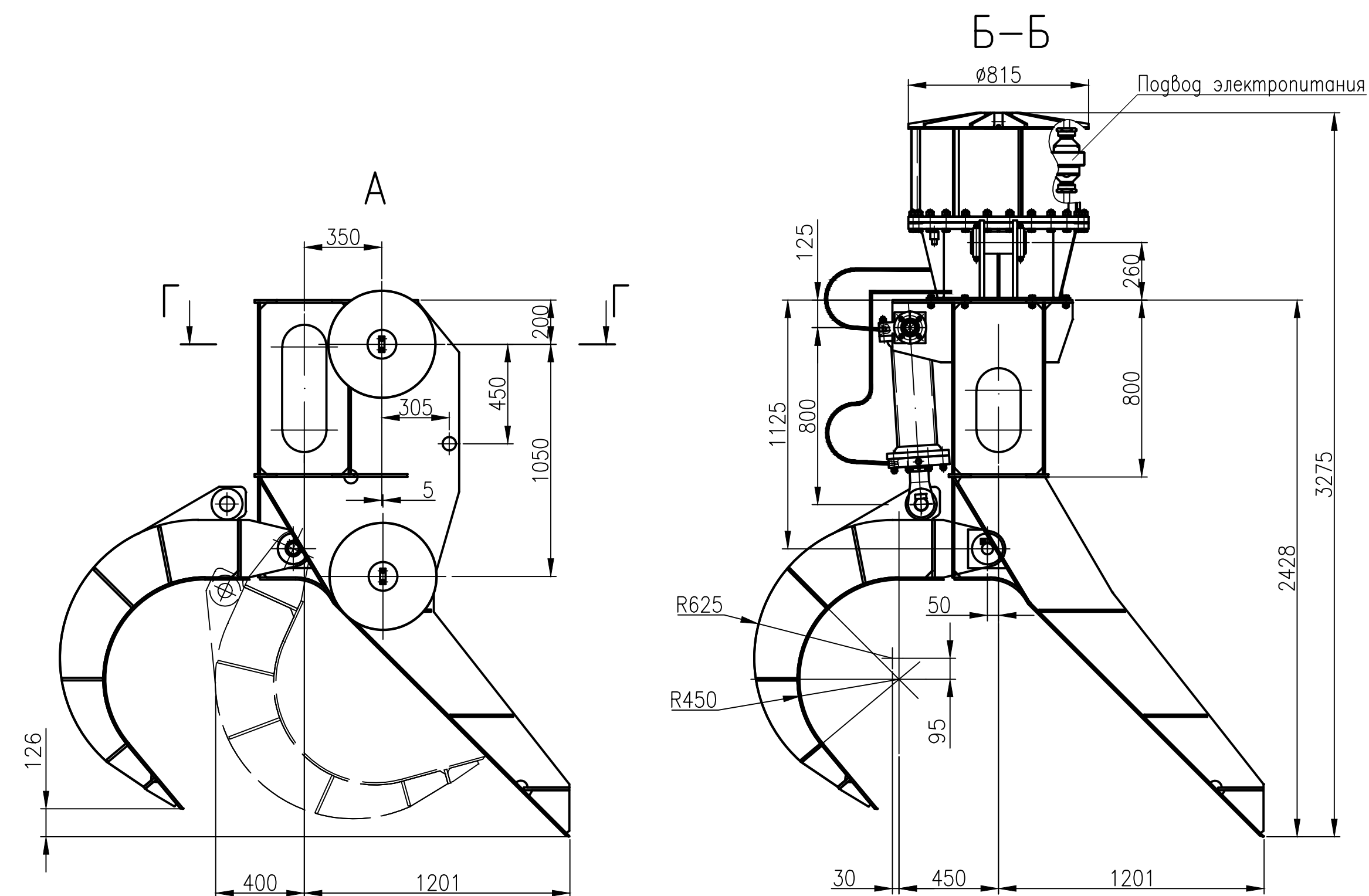
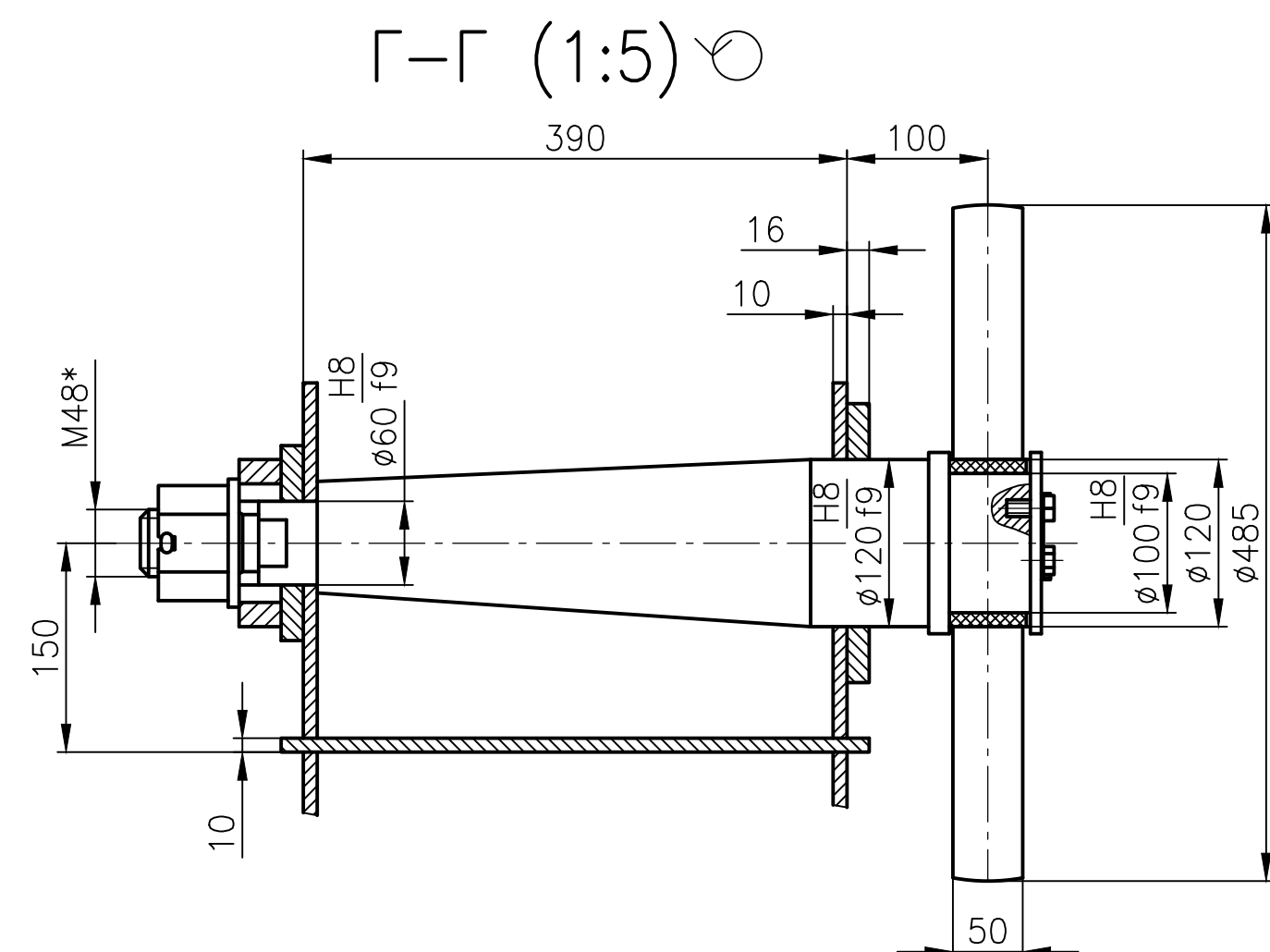
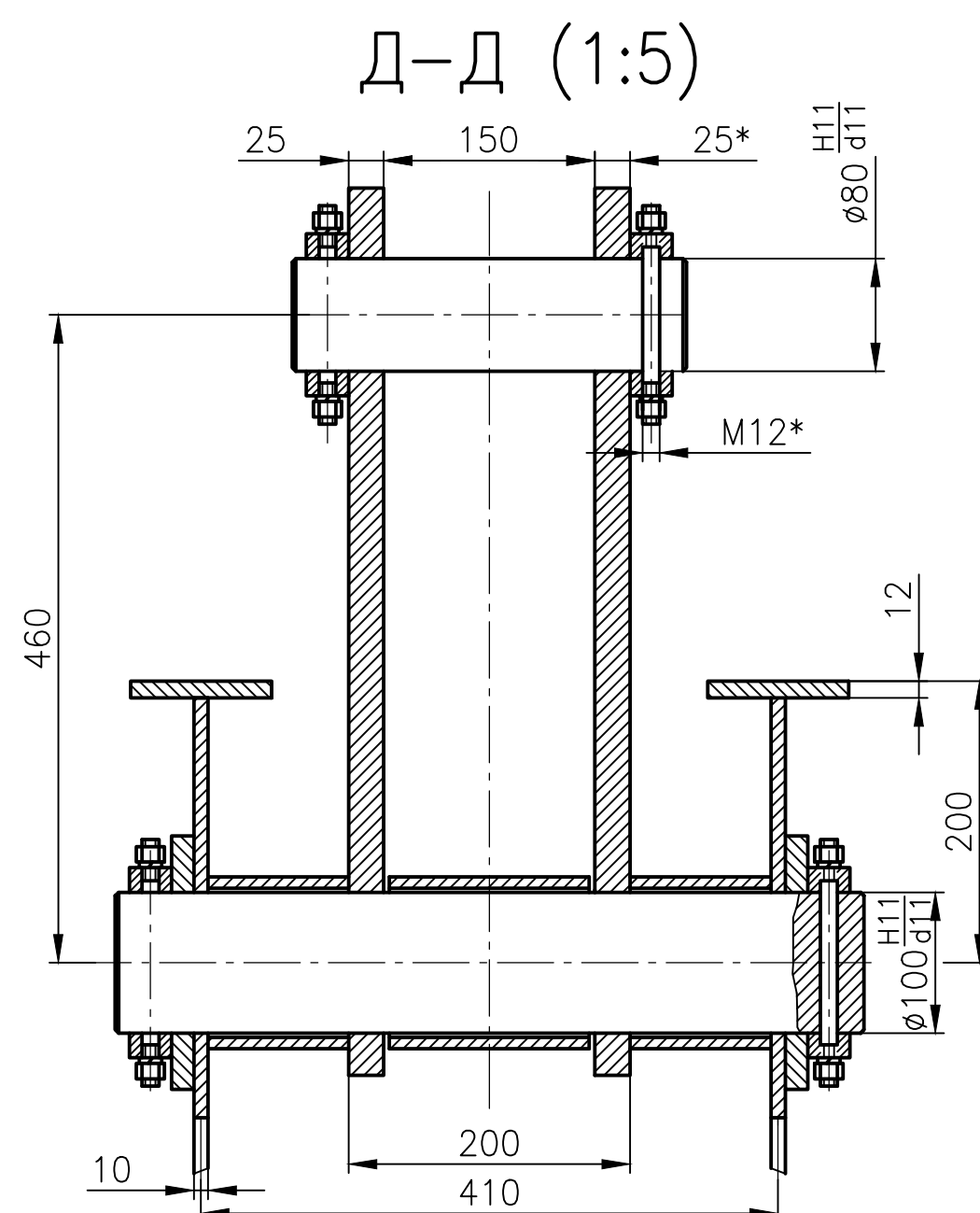
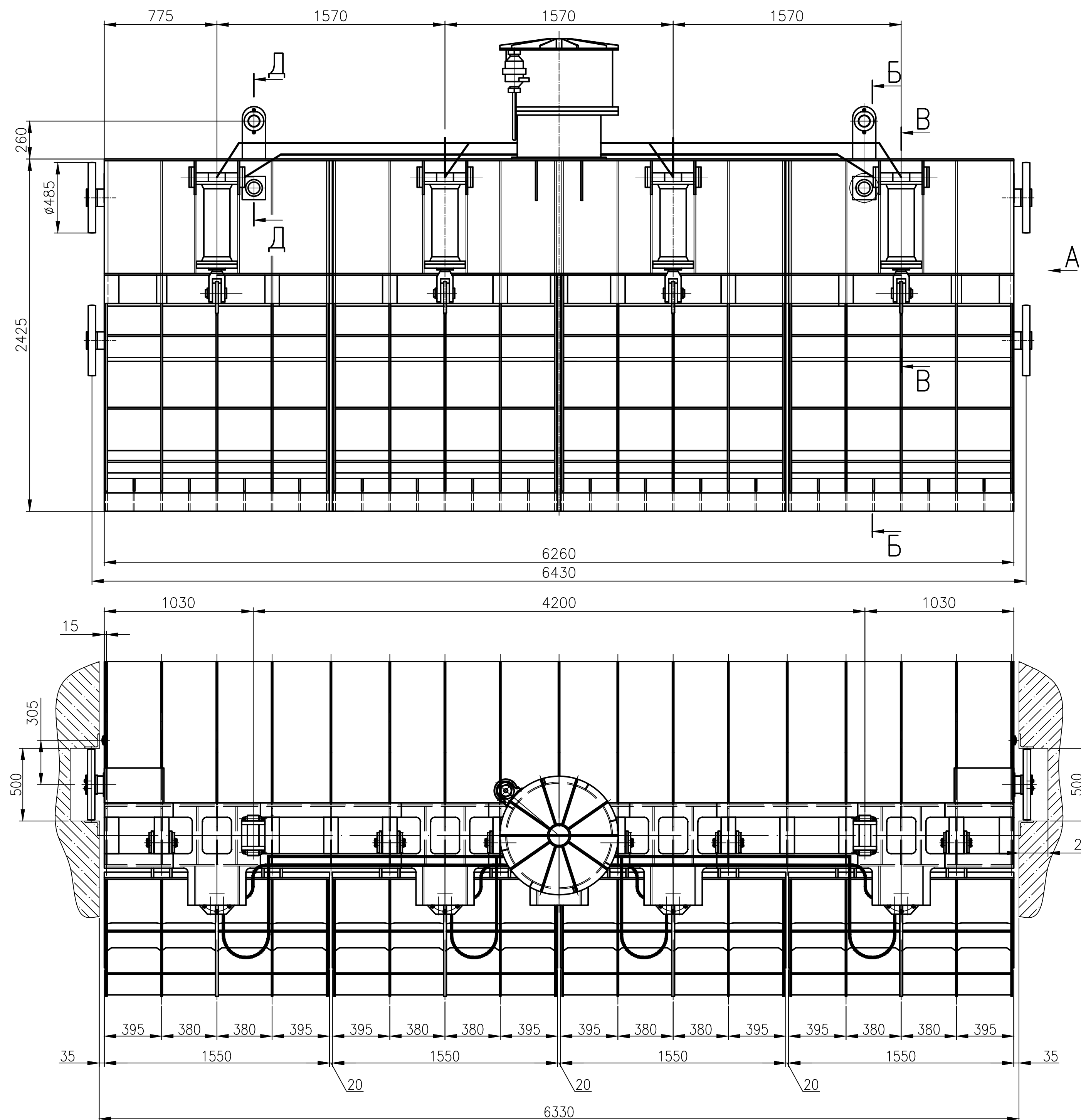
Е.Н. Беллендир

Главный инженер проекта

О.О. Ситнин

Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
811МВ 254677 ЭП	Грейфер плоскочелюстной L=6300. Ведомость эскизного проекта	1 лист
811МВ 254677 ВО	Грейфер плоскочелюстной L=6300. Чертеж общего вида	1 лист
811МВ 254677 ПЗ	Грейфер плоскочелюстной L=6300. Пояснительная записка	15 листов
811МВ 254677 ГЗ	Грейфер плоскочелюстной L=6300. Схема гидравлическая принципиальная	1 лист
811МВ 254677 ЭЗ	Грейфер плоскочелюстной L=6300. Схема электрическая принципиальная	1 лист



Элементы и узлы грейфера

Наименование	Масса, т
Металлоконструкция	6,3
Механические узлы и детали	1,04
в том числе:	
оси (12Х18Н10Т)	0,03
оси (30Х13)	0,57
оси (20–ЗГМ–М1)	0,12
оси (35–ЗГМ–М1)	0,03
гидроцилиндры	0,7
Крепежные изделия	0,06
Итого:	8,10
Основная марка стали металлоконструкции – 09Г2С, ГОСТ 1981–2014	

Характеристика грейфера

Род тока и напряжение, вольт				220/380	
Тип управления				электрогид – равлическое	
Тип грейфера				плоскочелюстно	
Длина захвата, м				6,26	
Ширина захвата, м				1,36	
Емкость грейфера, м³				3,0	
Привод грейфера					
Электрогидро- гемель	Тип	ADM100L4Y3 IM3081	Насос	Тип	НП45/16 УХ
	Номинальная мощность, кВт	4		Номинальная производительность, л/мин	56
	Номинальное число об/мин	1430		Номинальное давление, МПа	16
	Количество	1		Количество	1
	Усилие на штоке при закрывании челюсти, кН				

- 1 Изготовление, монтаж и приемка по РД 34-02.028-2007.
- 2 Защиту от коррозии производить в соответствии с РД ГМ-01-02.
- 3 Системы защитных покрытий по табл.5.1 со сроком службы не менее 15 лет.
- 4 Площадь покрытия – 190м².
- 5 Конструкция, размеры и масса могут быть уточнены на следующих стадиях проектирования.
- 6 Размеры для справок.

Шифр заказа	Объект	Группа условий эксплуатации лакокрасочного покрытия	Кол.	Главный констр- проектан
811MB 2546773P	Реконструкция Рыбинской ГЭС. Здание ГЭС. Грейдер	4/1	1	Корольков

				811MB 254677B0				
				Грейфер плоскостной L=6300 Чертеж общего вида	Лист.	Масса	Масштаб	
					3	8100	1:20	
Изм.	Лист	N докум.	Погн.		Дата	Лист	Листов	1
Разраб.		Егоров						
Проб.		Корольков						
Т. контр.								
Рук. бриг.								
Н. контр.								
Утв.		Миронова Бушуев			 ОАО "Грест, "Гидромонтаж", СПКБ "Мосгидросталь"			

АО "Трест Гидромонтаж"
СПКTB "Мосгидросталь"

РЕКОНСТРУКЦИЯ РЫБИНСКОЙ ГЭС
ЗДАНИЕ ГЭС
ГРЕЙФЕР ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ
Пояснительная записка
811МВ 254677ПЗ

Зам. Главного инженера по
конструкторским разработкам
В.В. Бушуев
«___»_____2019г

Содержание

Введение.	3
1 Основные положения	4
2 Техническая характеристика	4
3 Назначение и описание конструкции	5
4 Расчет основных технических параметров	8
Список используемых источников	14
Лист регистрации изменений	15

					811МВ 254677ПЗ									
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Реконструкция Рыбинской ГЭС. Здание ГЭС Грейфер электрогидравлический Пояснительная записка					Лит.		Лист	Листов	
Разраб.		Егоров								Э			2	15
Пров.		Корольков										АО «Трест Гидромонтаж»		
Н.контр.		Миронова								СПКTB «Мосгидросталь»				
Утв.		См. титульный лист												

Введение

Настоящий проект грейфера электрогидравлического Рыбинской ГЭС (далее – грейфер) разработан в соответствии с Техническим заданием (Приложение №1 к договору №П-20/16-18 от 08 сентября 2017г).

Проект выполнен на основании действующих нормативных документов в объеме, необходимом для разработки рабочей конструкторской документации, определения сметной стоимости, выбора оптимальных методов производства работ и необходимых технических средств.

Проект включает в себя:

- чертеж общего вида грейфера;
- пояснительную записку.

					811МВ 254677ПЗ	Лист
						3
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1 Основные положения

1.1 Местонахождение оборудования - Рыбинский гидроузел, здание ГЭС.

1.2 Грейфер используется совместно с мостовым краном грузоподъемностью 2х25+2т, расположенным в здании ГЭС.

2 Техническая характеристика

Емкость грейфера, м ³	3,0
Грузоподъемность, кг	1500
Расстояние между точками подвеса, м	4,2
Грузоподъемность обслуживающего крана, кН	2х250+20
Гидроцилиндр закрывания челюстей:	
диаметр цилиндра, мм	180
диаметр штока, мм	60
рабочий ход поршня, мм	390
Объем рабочей жидкости в гидросистеме, л	110
Рабочая жидкость	ВМГЗ ТУ38.101479.74
Электродвигатель:	
тип	4ADM100L4 У3
частота вращения, об/мин	1430
Насос пластинчатый:	
тип	НПл 45/16
номинальная производительность, л/мин	56
Род тока и напряжение, В	переменный, 380/220
Управление	из кабины крана
Масса, кг	8100

					811МВ 254677ПЗ	Лист
						4
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3 Назначение и описание конструкции

3.1 Назначение

Грейфер предназначен для очистки от мусора пространства перед сороудерживающей решеткой водоприемника Рыбинской ГЭС. Маневрирование грейфером комбинированное – опускание, подъем и перенос грейфера производятся мостовым краном, а открытие и закрытие челюстей – гидроприводом грейфера.

Управление грейфером осуществляется из кабины крановщика.

3.2 Описание конструкции

Поперечный разрез грейфера представлен на рис.1.

Несущая балка грейфера и челюсти выполнены сварными из листового проката. На торцах несущей балки установлены колеса и упоры для направления движения грейфера в пазах. Грейфер имеет два узла подвеса для соединения с грузовыми подвесками мостового крана 2х250+20 кН здания Рыбинской ГЭС.

К нижнему поясу несущей балки грейфера приварена неподвижная челюсть. Четыре подвижные челюсти на шарнирах закрепляются на неподвижной челюсти. Замыкание челюстей осуществляется гидроцилиндрами, шарнирно соединенными с несущей балкой и подвижными челюстями. Питание гидроцилиндров осуществляется от насосной установки, установленной на верхнем поясе несущей балки.

Насосная установка состоит из пластинчатого насоса с электродвигателем, гидрораспределителя, обратного и предохранительного клапанов, фильтра, смонтированных на крышке бака и защищенных герметическим кожухом.

Подвод электропитания к насосной установке производится от кабельного барабана, установленного на кране, через герметичный штепсельный разъем.

3.3 Краткое описание работы

Грейфер подвешивается на грузовые подвески механизма подъема мостового крана. Питающий кабель подключается к насосной установке грейфера.

По команде «открыть» включатся электродвигатель насоса и гидрораспределитель управления. Масло из маслобака по магистральному трубопроводу по-

					811МВ 254677ПЗ	Лист
						5
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

падает под поршень гидроцилиндра, давит на него, масло над поршнем вытекает обратно в маслобак. Челюсть грейфера открывается.

В раскрытом положении грейфер опускается в пазы на заданную глубину, попутно сбивая застрявший в сороудерживающей решетке мусор.

По команде «закрыть» включается электродвигатель насоса и гидрораспределитель управления. Насос нагнетает масло в поршневые полости гидроцилиндров. Штоки перемещаются до упора в нижние крышки гидроцилиндров и поворачивают подвижные челюсти, закрывая грейфер. Грейфер с захваченным мусором поднимается на поверхность.

Конструкция грейфера - см. черт. 811МВ 254677ВО.

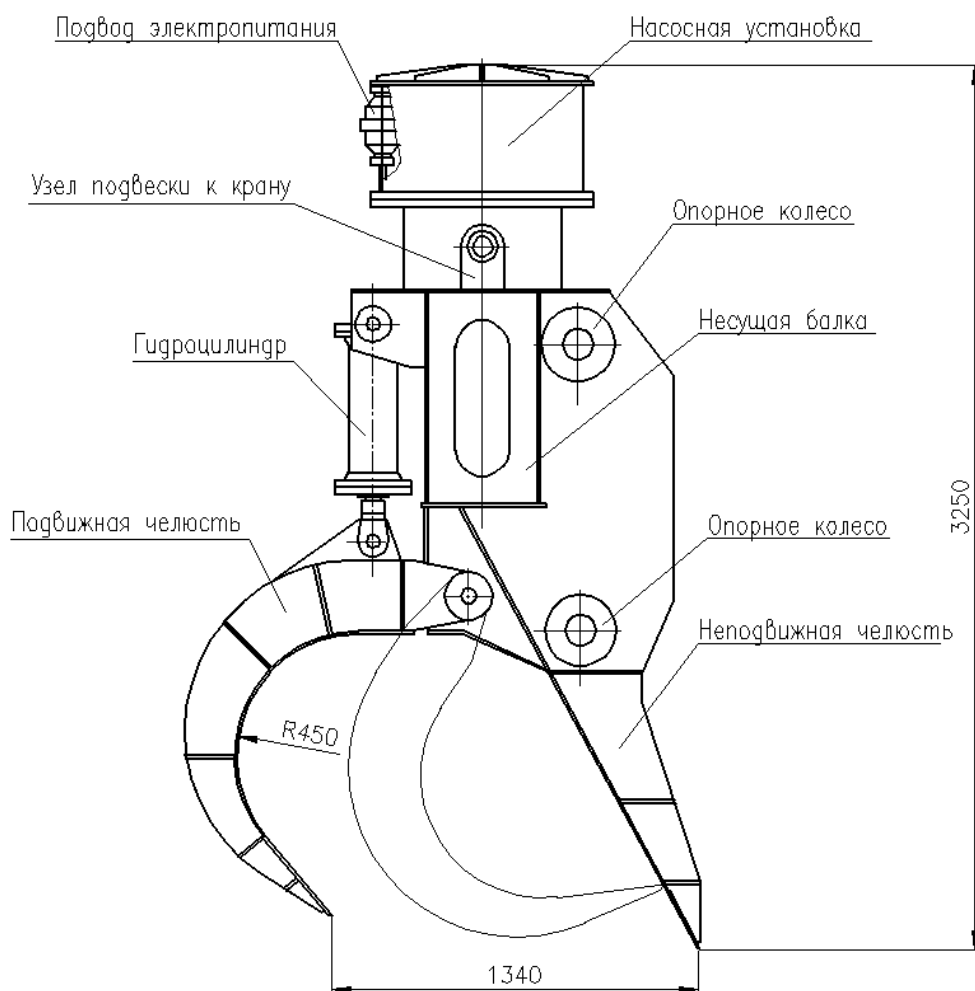


Рис.1

					811МВ 254677ПЗ	Лист
						6
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

В случае возникновения аварийной ситуации, вызванной неисправностью питающего электрокабеля или сбоем в системе управления, электропитание не будет поступать на электродвигатель насоса и гидрораспределитель, что приведет к исчезновению напряжения в обмотках электромагнита гидрораспределителя. Масло будет заперто в полости гидроцилиндра. Челюсти будут в открытом (закрытом) либо в промежуточном состоянии в зависимости от момента, возникновения неисправности. Принципиальная гидравлическая схема представлена на рис. 2.

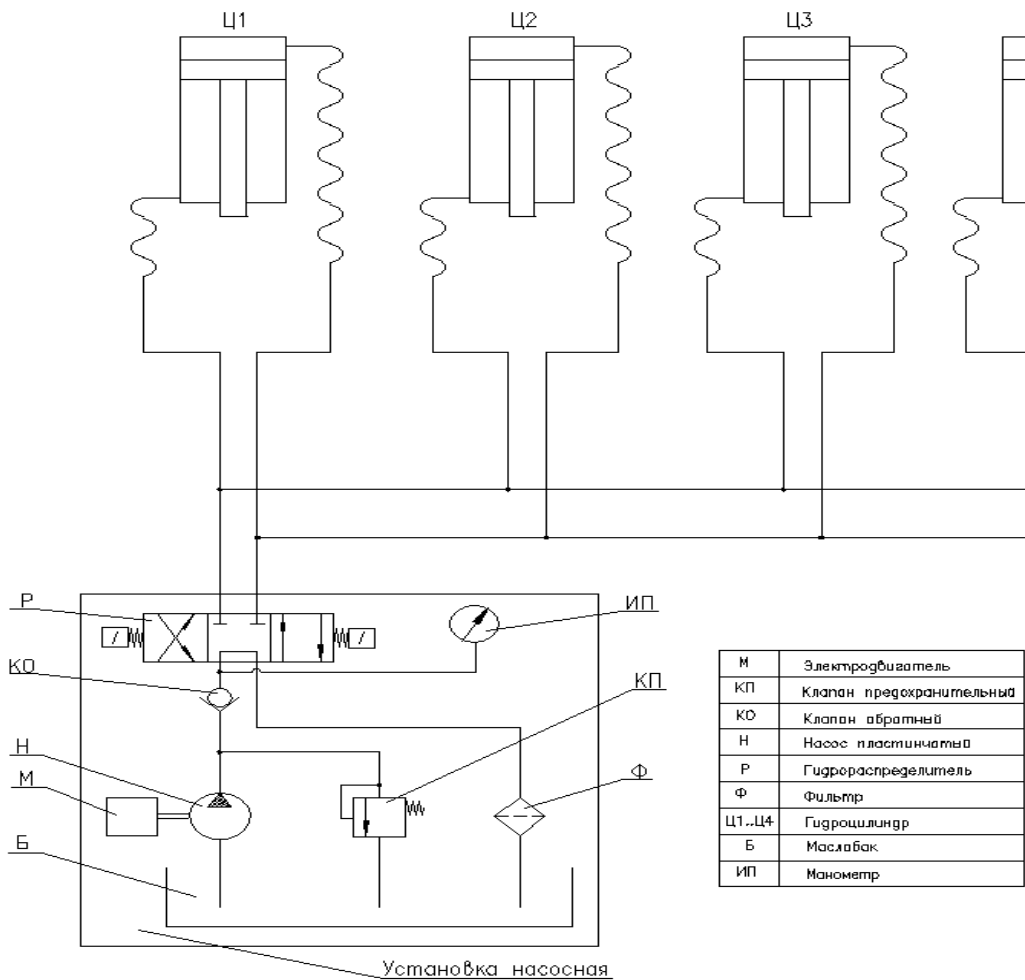


Рис.2

4 Расчет основных технических параметров

4.1 Материалы и допускаемые напряжения

Допускаемые напряжения определяются по формуле:

$$[\sigma] = \frac{R_n \cdot c \cdot \gamma_c}{\gamma_m \cdot \gamma_n}, \quad (4.1)$$

где R_n – нормативное сопротивление материала (предел текучести);

c – коэффициент перехода см. [Л1];

γ_c – коэффициент условий работы см. [Л1];

γ_m – коэффициент надежности по материалу см. [Л1];

γ_n – коэффициент надежности по назначению см. [Л1]

Допускаемые напряжения приведены в таблице 4.1,

где: $[\sigma]$ – допускаемое напряжение при растяжении (сжатии);

$[\sigma_{из}]$ – допускаемое напряжение при изгибе;

$[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение при смятии.

Таблица 4.1

Наименование детали, толщина или диаметр	Марка стали	R_n , МПа	Коэффициенты				Допускаемые напряжения, МПа		
			c	γ_c	γ_m	γ_n	$[\sigma]$	$[\sigma_{из}]$	$[\sigma_{см}]$
Металлоконструкции, до 20мм	Ст3сп5св	245	1,05	1,0	1,05	1,4	175		
			1,05	1,0	1,05	1,4		175	
Металлоконструкции, свыше 20мм	Ст3сп5св	235	1,05	1,0	1,05	1,4	168		
			0,6	1,0	1,05	1,0			134
Оси, шток цилиндра, до 200мм	30X13	490	1,05	0,9	1,5	1,4	221		
			1,2	1,0	1,15	1,75		292	

					811МВ 254677ПЗ	Лист
						8
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

4.2 Расчеты, подтверждающие работоспособность грейфера

4.2.1 Нагрузки

Расчетный вес мусора в грейфере:

$$G_m = V \times \gamma \times k = 3,0 \times 8,5 \times 0,6 = 15,3 \text{ кН} \quad (4.2)$$

где $V = 3,0 \text{ м}^3$ – емкость грейфера;

$\gamma = 8,5 \text{ кН/м}^3$ - объемный вес мусора;

$k = 0,6$ – коэффициент заполнения.

Расчетный вес грейфера $G = 81 \text{ кН}$.

4.2.2 Проверка прочности несущей балки

Расчетная схема балки представлена на рис.2, расчетное поперечное сечение балки – на рис.3.

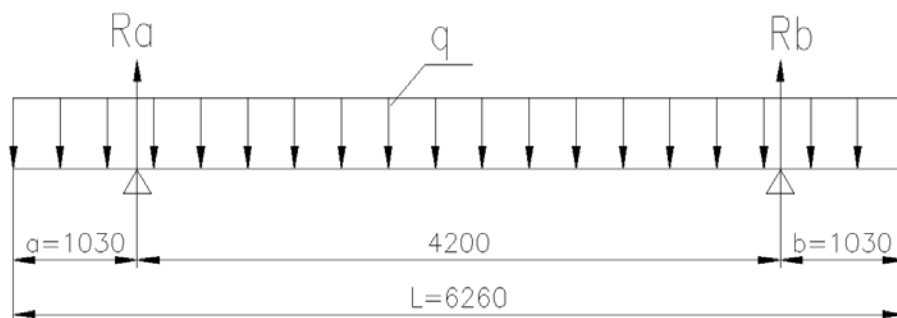


Рис. 3

Удельная погонная нагрузка:

$$q = \frac{G + G_m}{L} = \frac{81 + 15,3}{6,26} = 15,4 \text{ кН/м}$$

(4.3)

Где

$G = 81 \text{ кН}$ - расчетный вес грейфера

$G_m = 15,3 \text{ кН}$ – вес мусора (4.2)

Опорные реакции:

$$R_A = R_B = \frac{G + G_m}{2} = \frac{81 + 15,3}{2} = 48,15 \text{ кН} \quad (4.4)$$

Изгибающий момент в точках А и В:

					811МВ 254677ПЗ	Лист
						9
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$M_A = M_B = \frac{q \times a^2}{2} = \frac{15,4 \times 1,03^2}{2} = 8,2 kH \quad (4.5)$$

Изгибающий момент в середине балки:

$$M = \frac{q \times L^2}{8} - M_A = \frac{14 \times 6,26^2}{8} - 7,2 = 60,7 kH \times m \quad (4.6)$$

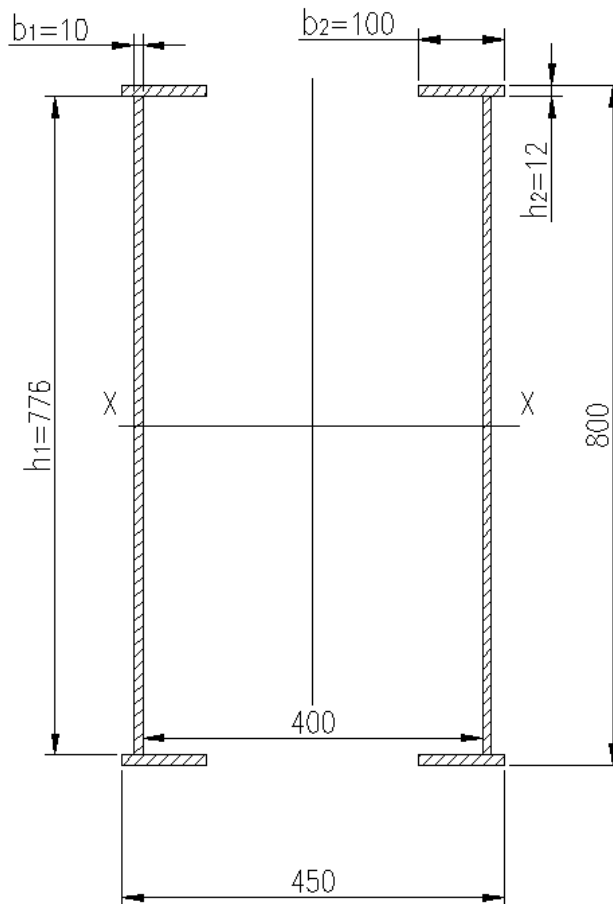


Рис. 4

Момент инерции относительно оси x – x:

$$J_x = \frac{2 \times b_1 \times h_1^3}{12} + \frac{4 \times b_2 \times h_2^3}{12} + 4 \times b_2 \times h_2 \times \left(\frac{h_1}{2} + \frac{h_2}{2} \right)^2 =$$

$$\frac{2 \times 1,0 \times 77,6^3}{12} + \frac{4 \times 10 \times 1,2^3}{12} + 4 \times 10 \times 1,2 \times \left(\frac{77,6}{2} + \frac{1,2}{2} \right)^2 = 152400 \text{ см}^4 \quad (4.7)$$

Момент сопротивления:

$$W_x = \frac{J_x}{\frac{h_1}{2} + h_2} = \frac{152400}{\frac{77,6}{2} + 1,2} = 3810 \text{ см}^3 \quad (4.8)$$

					811МВ 254677ПЗ	Лист
						10
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Напряжения от изгиба:

$$\sigma = \frac{M}{W_x} = \frac{60,7 \times 10^3}{3810} = 15,9 МПа < [\sigma] = 175 МПа \tag{4.9}$$

4.2.3 Узел подвеса

Схема узла подвеса грейфера представлена на рис.4, эскиз проушины – на рис.5.

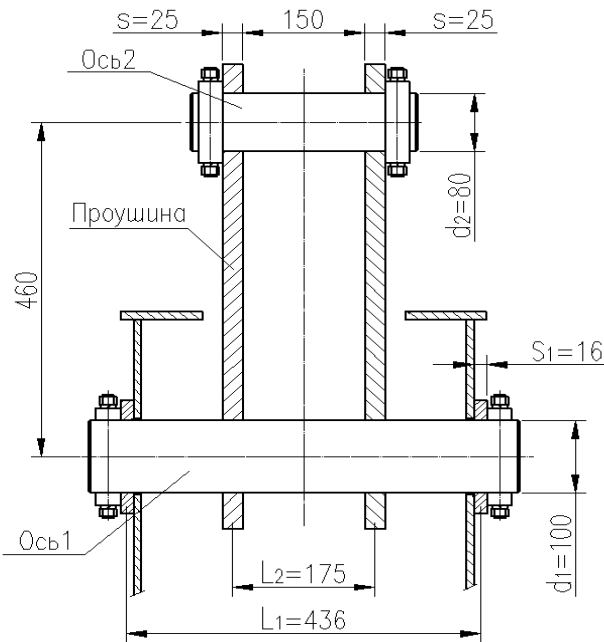


Рис. 4

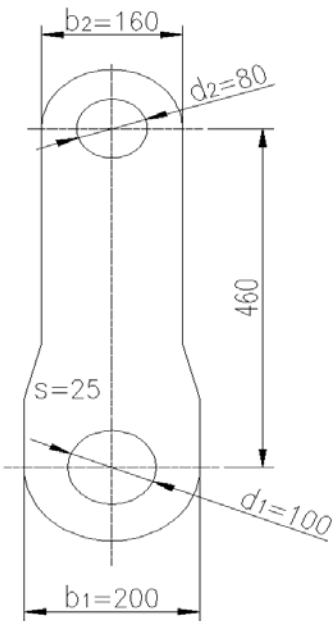


Рис.6

					811МВ 254677ПЗ	Лист
						11
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Расчетное растягивающее напряжение в проушине:

$$\sigma_1 = \alpha \times \frac{P}{2 \times b_1 \times s} = 4,33 \times \frac{250 \times 10^{-3}}{2 \times 0,16 \times 0,025} = 135 \text{ МПа} < [\sigma] = 168 \text{ МПа} \quad (4.10)$$

$$\sigma_{oc} = \alpha \times \frac{P}{2 \times b_2 \times s} = 4,33 \times \frac{250 \times 10^{-3}}{2 \times 0,2 \times 0,025} = 108 \text{ МПа} < [\sigma] = 168 \text{ МПа} \quad (4.11)$$

где: $\alpha = 4,33$ - коэффициент, принимаемый по графику [2];

$b_1 = 200$ мм, $b_2 = 160$ мм - ширина одиночной проушины (см. рис.5);

$s = 25$ мм-толщина одиночной проушины,

P - нагрузка на узел сцепа:

$$F = \frac{Q}{2} = \frac{500}{2} = 250 \text{ кН} , \quad (4.12)$$

$Q = 500$ кН – грузоподъемность крана.

Проверка проушины на смятие:

$$\sigma_{oc} = \alpha \times \frac{P}{d \times s} = 4,33 \times \frac{250 \times 10^{-3}}{0,08 \times 0,025} = 125 \text{ МПа} < [\sigma] = 134 \text{ МПа} \quad (4.13)$$

Проверка на прочность осей подвеса.

Расчетная схема оси 1 приведена на рис.6

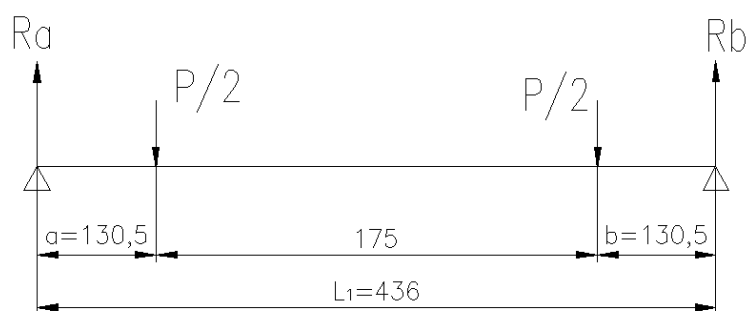


Рис. 7

Опорные реакции:

$$R_A = R_B = P/2 = 125 \text{ кН} \quad (4.14)$$

Максимальный изгибающий момент:

					811МВ 254677ПЗ	Лист
						12
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$M = R_A \times a = 125 \times 0,1305 = 16,3 kH \times m \quad (4.15)$$

Напряжение от изгиба в оси 1:

$$\sigma_{и1} = \frac{M}{W} = \frac{16,3 \times 10^3}{100} = 163 MPa < [\sigma] = 292 MPa \quad (4.16)$$

$$\text{где } W = 0,1 \times d_1^3 = 0,1 \times 10^3 = 100 \text{ см}^3 \quad (4.17)$$

Расчетная схема оси 2 приведена на рис.7

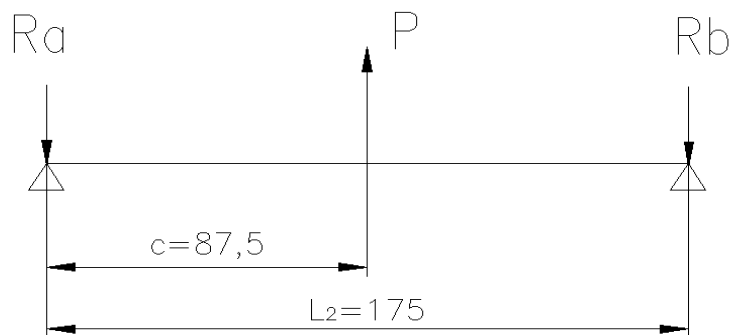


Рис. 8

Максимальный изгибающий момент:

$$M = \frac{P \times L_2}{4} = \frac{250 \times 0,175}{4} = 10,9 kH \times m \quad (4.18)$$

Напряжения от изгиба в оси 2:

$$\sigma_{и2} = \frac{M}{W} = \frac{10,9 \times 10^3}{51,2} = 213 MPa < [\sigma] = 292 MPa$$

(4.19)

$$\text{где } W = 0,1 \times d_2^3 = 0,1 \times 8^3 = 51,2 \text{ см}^3 \quad (4.20)$$

					811МВ 254677ПЗ	Лист
						13
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Список используемых источников

1 Стандарт ОАО «Трест Гидромонтаж» СТП 00117794-2-11-95. Механическое оборудование и специальные стальные конструкции гидротехнических сооружений. Система управления качеством. Основные положения проектирования

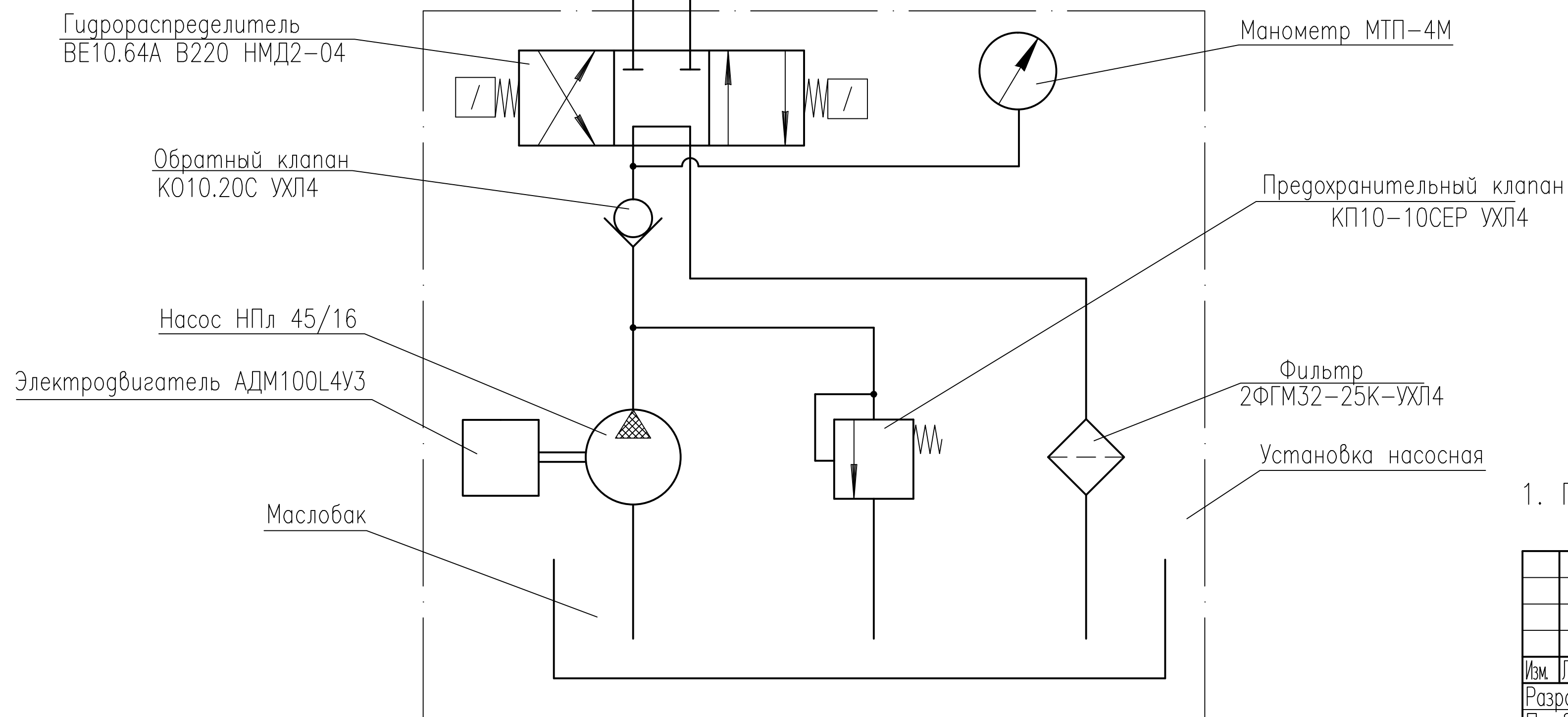
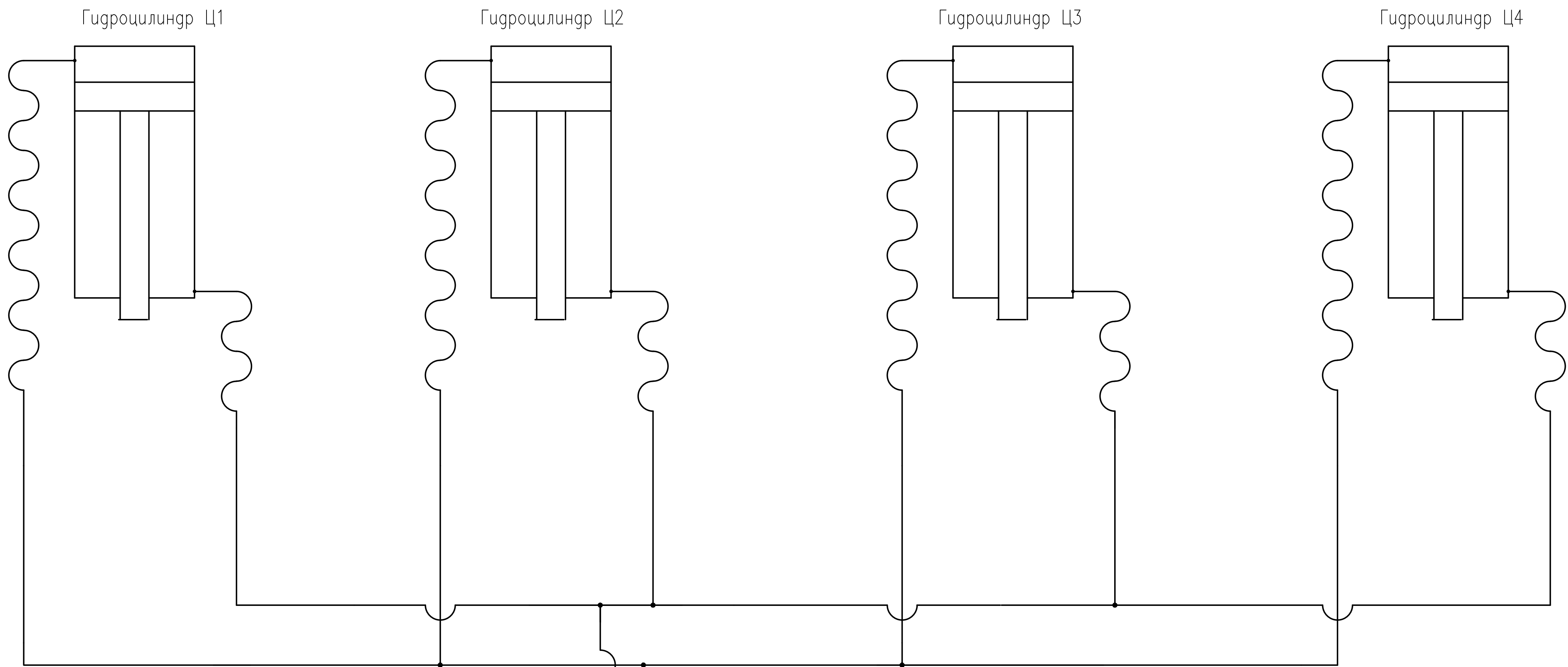
2 Стандарт ОАО «Трест Гидромонтаж» СТП 00117794-512-2006. Механическое оборудование и специальные стальные конструкции гидротехнических сооружений. Система менеджмента качества. Проушины. Указания по расчету.

3 Стандарт ОАО «Трест Гидромонтаж» СТП 00117794-527-2006. Механическое оборудование и специальные стальные конструкции гидротехнических сооружений. Система менеджмента качества. Валы и оси. Указания по расчету.

					811МВ 254677ПЗ	Лист
						14
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

[illegible]

					811МВ 254677ПЗ	Лист
						15
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



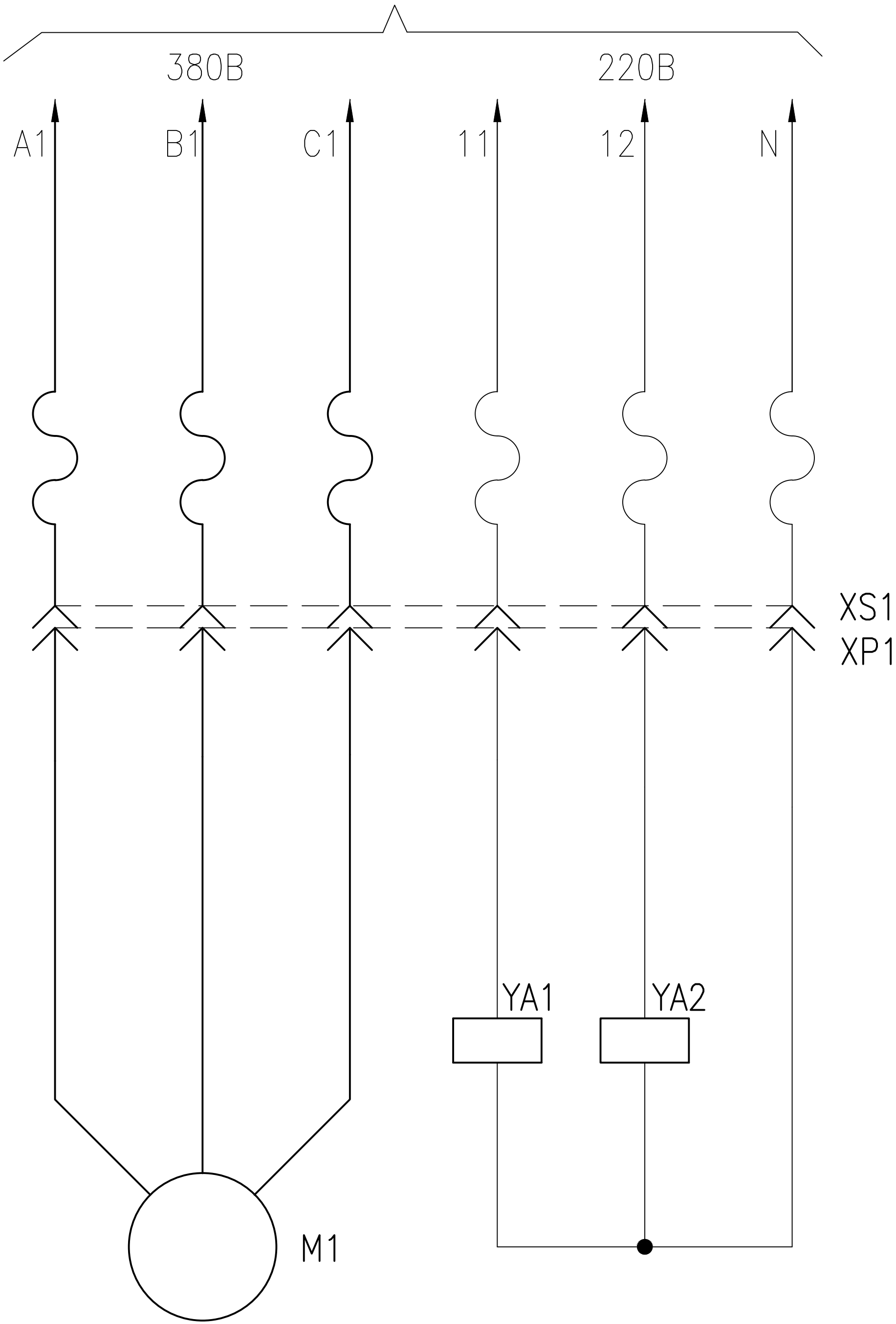
1. Предохранительный клапан настроить на давление 25кг/см.

Инв.№	подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№	Инв.№	дубл.	Подпись и дата
-------	-------	----------------	-------------	-------	-------	----------------

811MB 254677Г3						Лит.			Масса	Масштаб
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата		Грейфер плоскочелюстной L=6300 Схема гидравлическая принципиальная			Э	
Разраб.	Егоров								Лист 1	Листов 1
Проб.	Корольков								ОАО "Трест Гидромонтаж"	
Т.контр.									СПКTB "Мосгидросталь"	
Н.контр.	Миронова								Формат А2	
Умб.	Бушуев									

811MB 254677ЭЗ

К токоприемнику мостового крана 2х250+20кН



Зона	Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
	М1	Электродвигатель 4АДМ100L4У3 IM3081	1	4кВт, 380В, 1430об/мин
	YA1, YA2	Электромагнит гидрораспределителя	2	220В
	XS1	Вставка ШР40П16НШ2У3	1	
	XP1	Колодка ШР40ПК16НГ2У3	1	

1. Аппаратура защиты и управления грейфера устанавливается на козловом кране 2х250+20кН.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата

					811MB 254677ЭЗ				
					Грейфер плоскочелюстной L=6300 Схема электрическая принципиальная	Лит.		Масса	Масштаб
							Э		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист		Листов 1	
Разраб.	Егоров					 ОАО "Трест Гидромонтаж" СПКТБ "Мосгидросталь"			
Пров.	Корольков								
Т.контр.									
Н.контр.	Миронова								
Утв.	Бушуев								

[illegible]