

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 4. Здание ГЭС. Водоприемник. Балка захватная г. п. 45 т

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

1867.06.02-ИОС7.2.4

Том 14





РусГидро

Институт Гидропроект

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 4. Здание ГЭС. Водоприемник. Балка захватная г. п. 45 т

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

1867.06.02-ИОС7.2.4

Том 14

Генеральный директор

Е.Н. Беллендир

Главный инженер проекта

О.О. Ситнин

Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
1867.06-20-07-000 ЭП	Балка захватная г. п. 45 т. Ведомость эскизного проекта	1 лист
1867.06-20-07-000 ВО	Балка захватная г. п. 45 т. Чертеж общего вида	2 листа
1867.06-20-07-000 ПЗ	Балка захватная г. п. 45 т. Пояснительная записка	15 листов

№ строки	формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1						
2			Документация общая			
3						
4			Вновь разработанная			
5						
6	*)	1867.06-20-07-000 ВО	Чертеж общего вида	2		*) А3, А1
7						
8	A4	1867.06-20-07-000 ПЗ	Пояснительная записка	14		
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
Реконструкция Рыбинской ГЭС. Здание ГЭС. Водоприемник. Балка захватная для маневрирования секциями затвора ремонтного						
1867.06-20-07-000 ЭП						
Изм. Лист № докум. Подп. Дата						
Балка захватная г.п. 45 т						
Ведомость эскизного проекта						
Лит. Лист Листов						
Э 1						
АО "Институт Гидропроект" г. Москва ОМОР 2017 г.						

Подп. и дата

Интв. № дубл.

Взам. интв. №

Подп. и дата

Интв. № подл.

Разраб. Аладинский

Пров. Нюшенкова

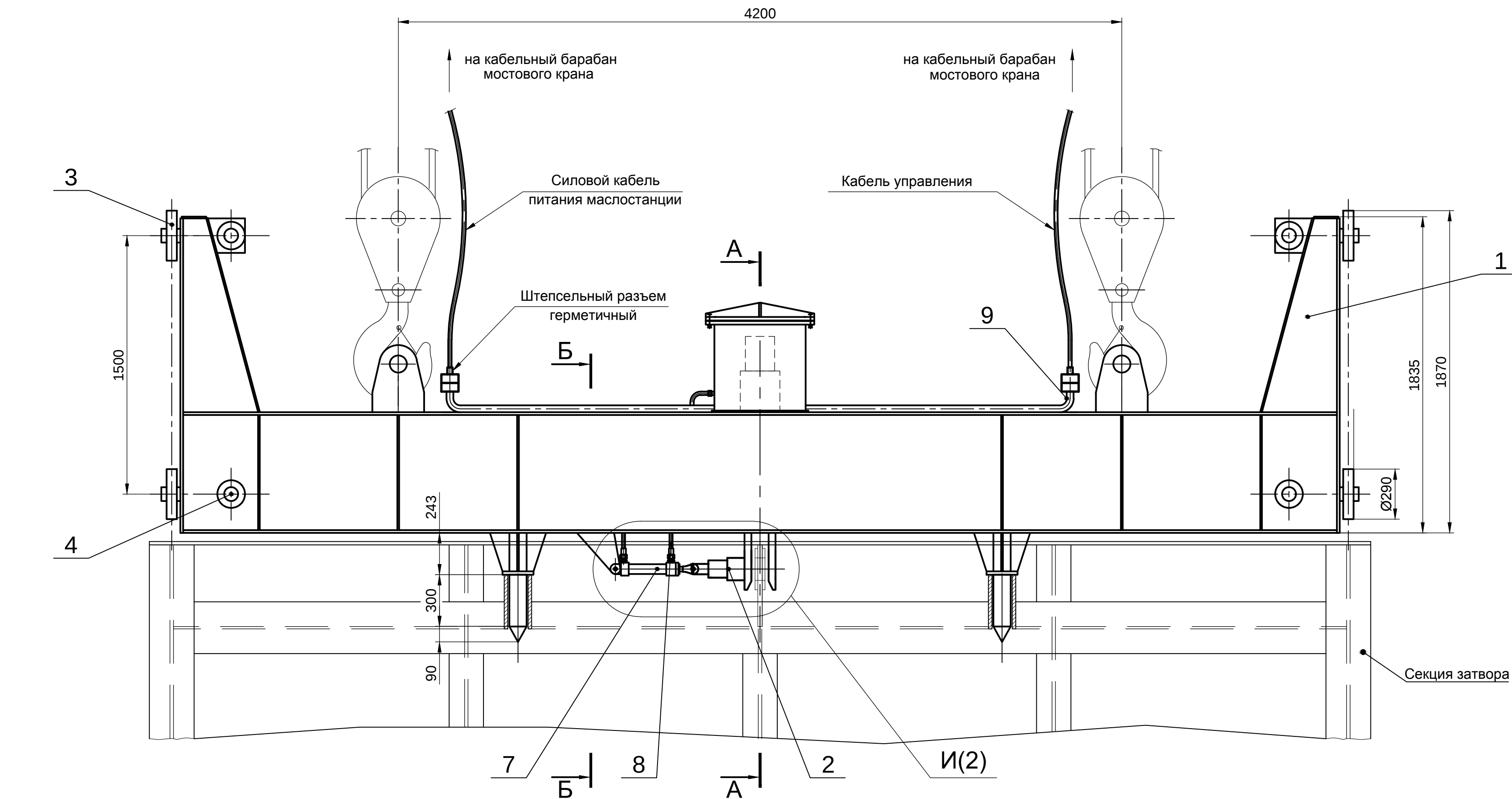
Зав.гр. Разгуляев

Н. контр. Прохорова

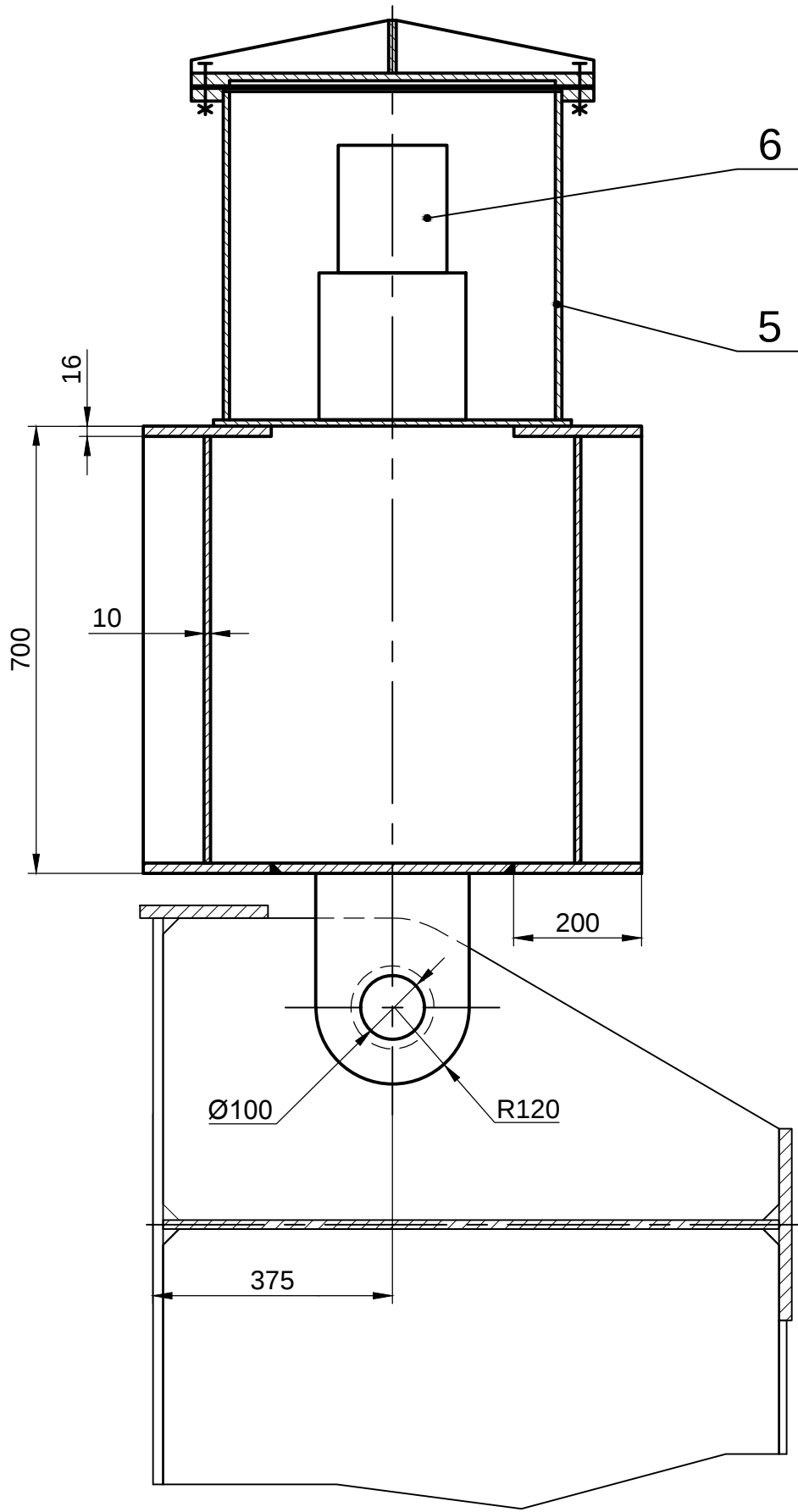
Утв. Китайский

Формат А4

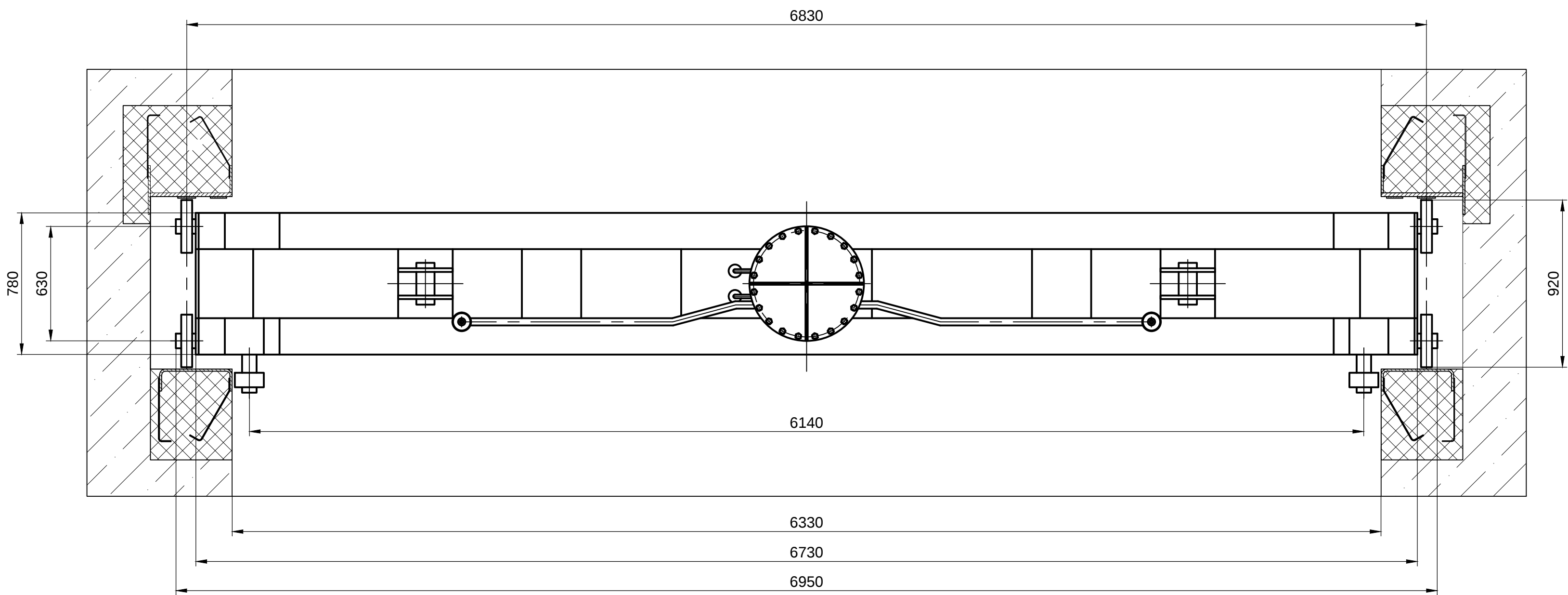
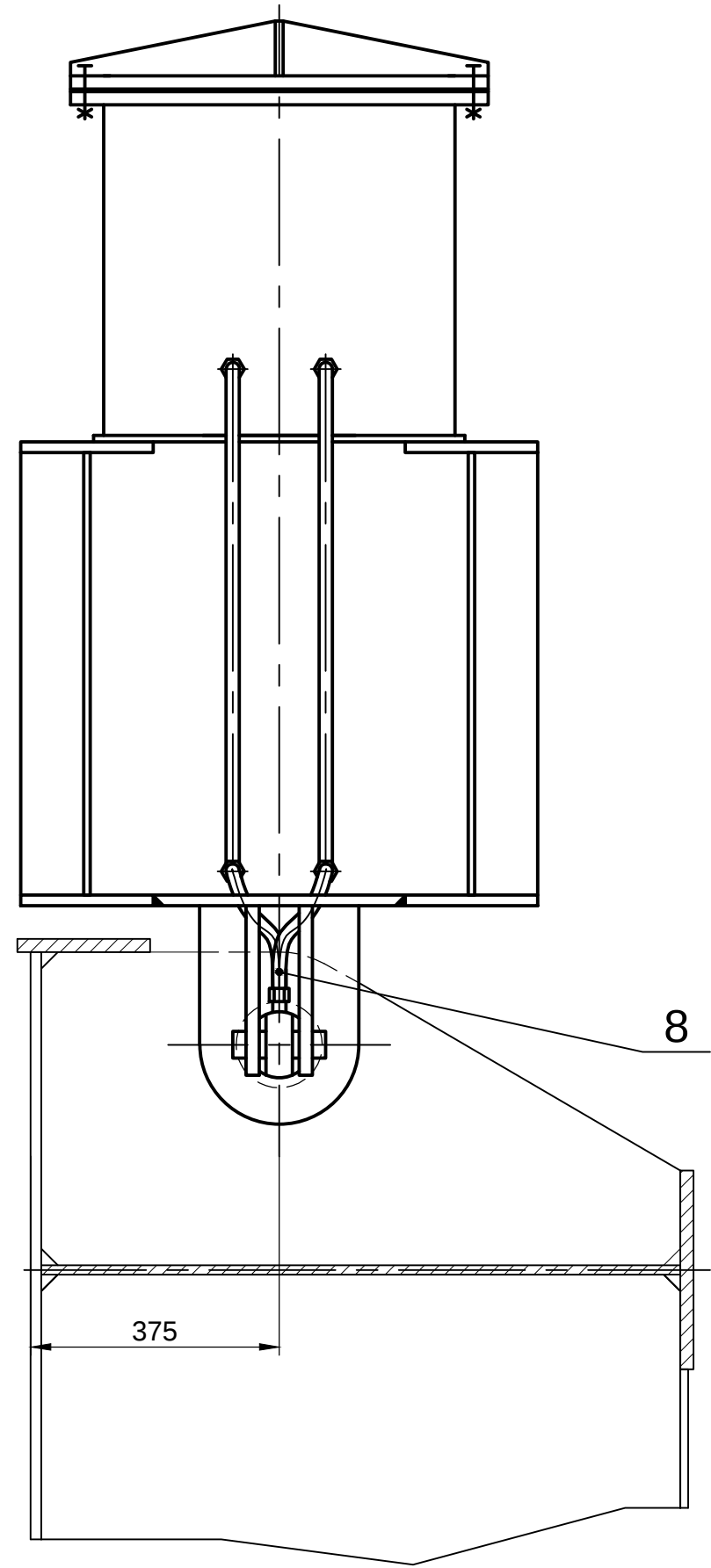
Вид со стороны НБ
Пазы затвора не показаны



A-A(1:10)



Б-Б(1:10)



Характеристика балки захватной

Назначение	Маневрирование секциями затвора ремонтного
Тип	Управляемая с приводом
Грузоподъемность, т	45
Пролет в свету, м	6,33
Высота подъема, м	38
Глубина погружения в воду, м	27,7
Количество точек подвеса балки	2
Захватный орган	Ось выдвижная
Количество захватов затвора	Один
Тип направляющих балки	Колесные
Привод	Электрогидравлический
Количество обслуживаемых пролетов	18

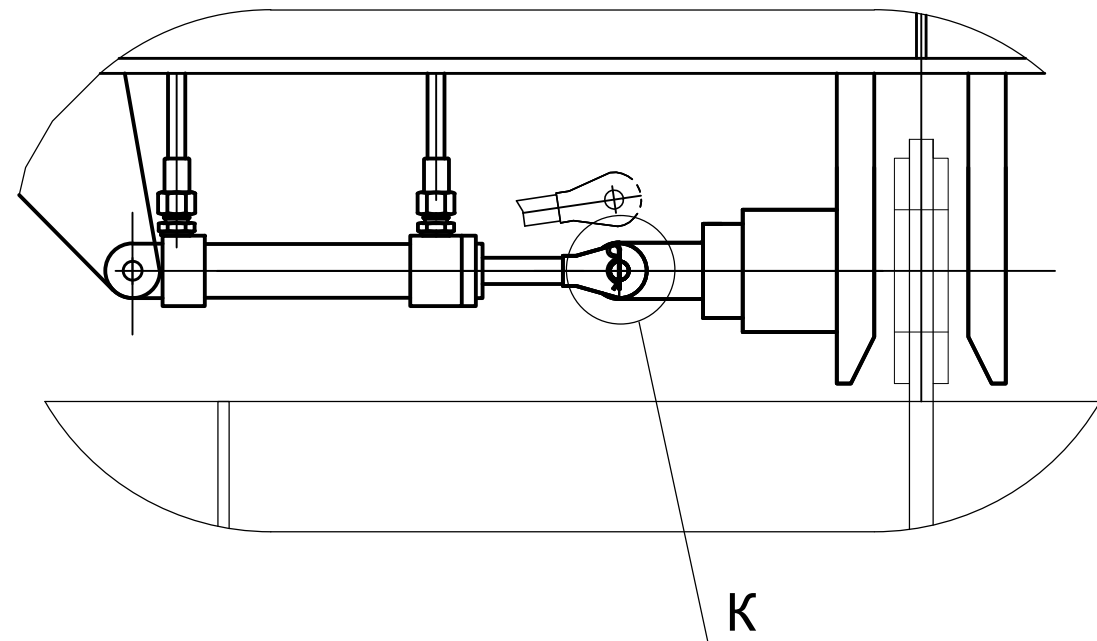
Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Металлоконструкция	1	
2	Ось выдвижная	1	
3	Колесо боковое	8	
4	Колесо торцевое	4	
5	Гермокамера	1	
6	Маслостанция	1	
7	Гидроцилиндр	1	
8	Трубопровод	-	
9	Электрооборудование балки захватной	-	

- Изготовление, монтаж и приемка по РД 34-02.026-2007.
- Основная марка стали металлоконструкций - 09Г2С ГОСТ 19281-2014.
- Сварные швы по ГОСТ 14771-76 выполнить в защитном газе плавящимся электродом.
- Сварочная проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70.
- Защиту от коррозии производить в соответствии с РД ГМ -01-02.
- Система защитных покрытий по Таблице 5.1.
- Конструкция и размеры балки захватной могут быть уточнены на следующих стадиях проектирования.
- Размеры для справок.

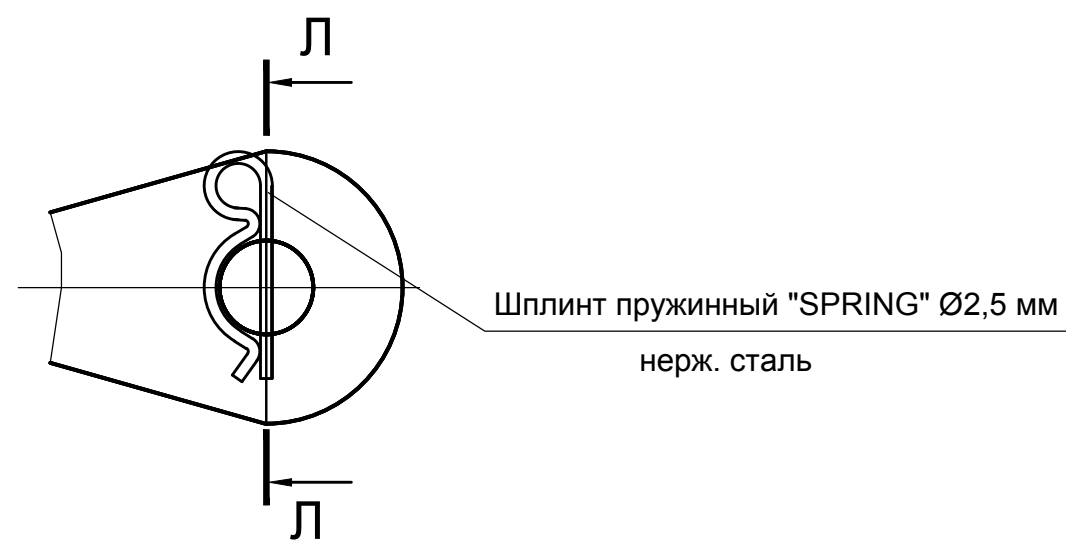
№ чертежа	Объект	Группа условий эксплуатации лакокрасочного покрытия	Кол.	Главный инженер проекта
1867.06-20-07-000 ВО	Реконструкция Рыбинской ГЭС. Здание ГЭС. Водоприемник. Балка захватная для маневрирования секциями затвора ремонтного	4/1	1	Ситнин

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1867.06-20-07-000 ВО	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Э	Аладинский			Балка захватная г.п. 45 т	Э	3000	1:20
Пров.		Нюшенкова			Чертеж общего вида			
Гл. спец.		Аллуев						
Вед. инж.		Воронов						
Н. контр.		Прохорова						
Утв.		Китайский						

И(1:10)(1)



К(1:2)



Л-Л(1:2)

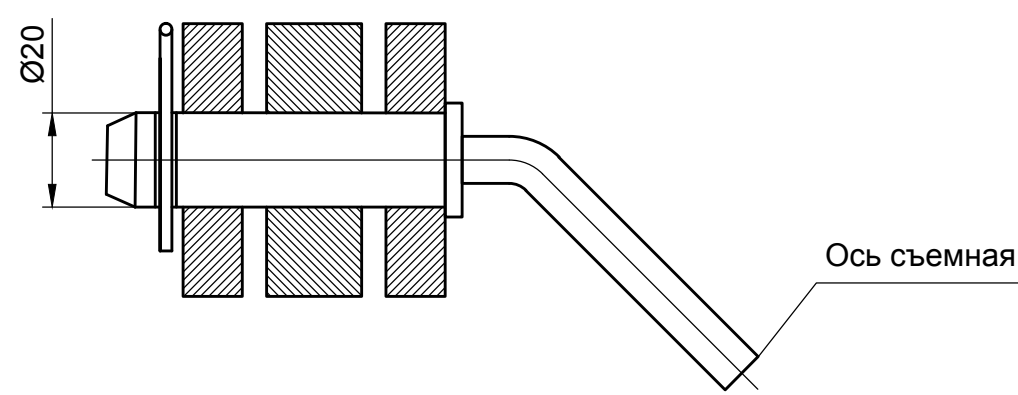
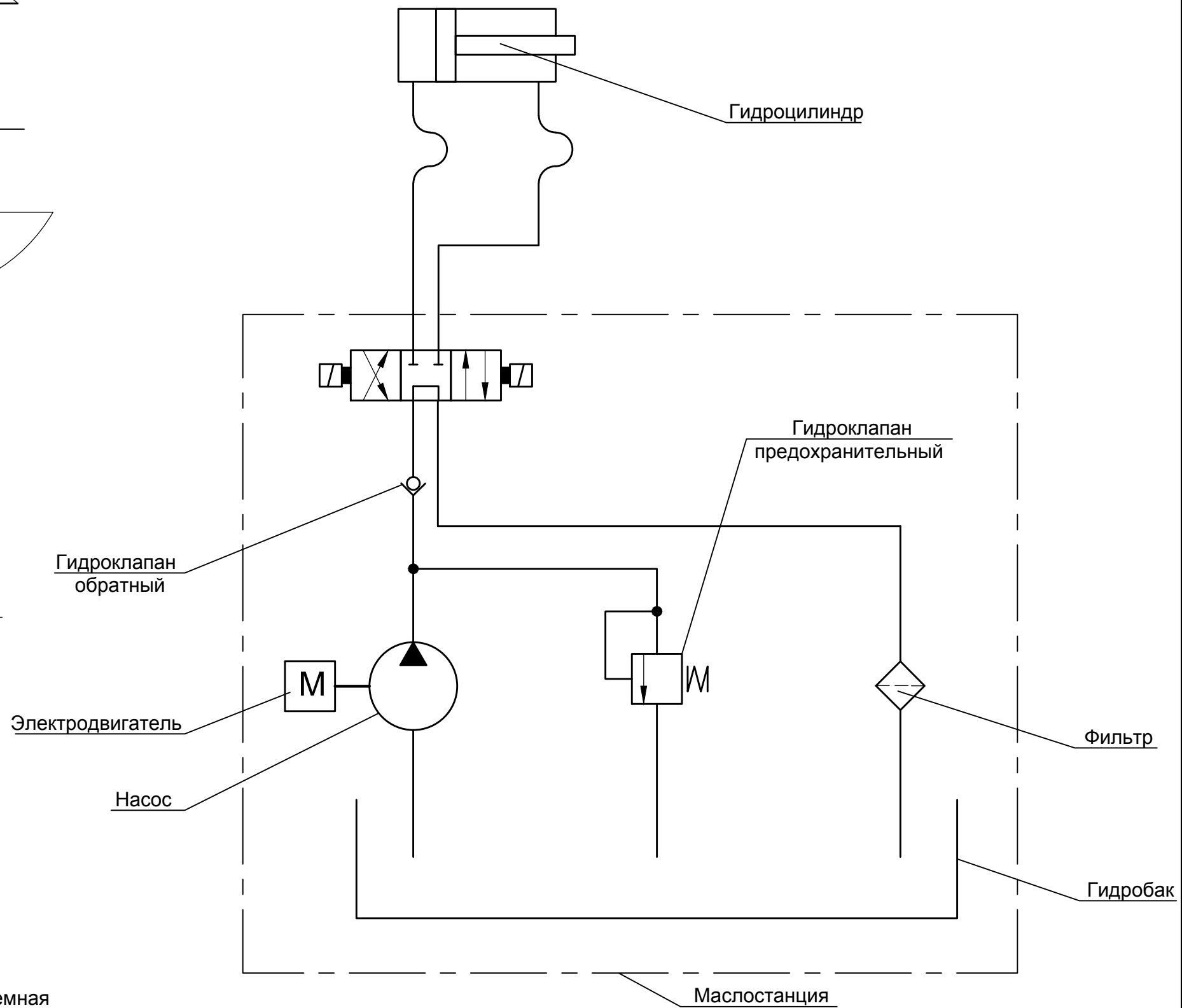


Схема гидравлическая принципиальная



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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



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

РЕКОНСТРУКЦИЯ РЫБИНСКОЙ ГЭС
ЗДАНИЕ ГЭС.
ВОДОПРИЁМНИК.
БАЛКА ЗАХВАТНАЯ ДЛЯ МАНЕВРИРОВАНИЯ
СЕКЦИЯМИ ЗАТВОРА РЕМОНТНОГО

Балка захватная г.п. 45 т

Пояснительная записка

1867.06-20-07-000 ПЗ

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение.....	3
2 Назначение конструкции.....	4
3 Техническая характеристика	5
4 Описание и конструкции.....	6
4.1 Существующее положение	6
4.2 Основные технические решения (черт.№1867.06-20-07-000 ВО).	6
4.3 Работа механизмов захватной балки	7
5 Расчет	10
5.1 Допускаемые напряжения.....	10
5.2 Определение расчетной нагрузки на металлоконструкцию	11
5.3 Расчет на прочность.....	12
Перечень использованной нормативно-технической документации	14

Инв. № подл.	Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата	
Изм		Лист	№ докум.		Подп.	Дата	1867.06-20-07-000 ПЗ	
Разраб.		Аладинский						
Пров.		Воронов						
Зав.гр.		Разгуляев						
Н.контр.		Прохорова						
Утв.		Китайский					Реконструкция Рыбинская ГЭС. Здание ГЭС. Водоприёмник. Балка захватная для маневрирования секциями затвора ремонтного Балка захватная г.п. 45 т	
							Лит. Лист Листов Э 2 15 АО "Институт Гидропроект" г. Москва ОМОР 2017 г.	

1 Введение

Эскизный проект балки захватной г.п. 45 т для маневрирования секциями ремонтного затвора Водоприёмника Здания РГЭС выполнен в рамках Договора № П-20/16 от 31.03.2016 г. между Филиалом ПАО «РусГидро» - «Каскад Верхневолжских ГЭС» и АО «Институт Гидропроект» на разработку проекта комплексной реконструкции гидротехнических сооружений Рыбинской и Угличской ГЭС, в соответствии с Техническим заданием заказчика на разработку проекта «Комплексная реконструкция гидротехнических сооружений РГЭС» от 27 апреля 2017 г.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	1867.06-20-07-000 ПЗ					Лист
										3
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

2 Назначение конструкции

Балка захватная с электрогидроприводом и захватом в виде выдвижной оси является съёмным грузозахватным приспособлением крана мостового г.п. 50 т и предназначена для маневрирования секциями ремонтного затвора Водоприёмника Здания Рыбинской ГЭС.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	1867.06-20-07-000 ПЗ					Лист
										4
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

3 Техническая характеристика

Техническая характеристика захватной балки представлена в таблице 1.

Таблица 1- Техническая характеристика захватной балки

Назначение	Маневрирование секциями ремонтного затвора
Тип	Управляемая с приводом
Грузоподъемность, т	45
Пролет в свету, м	6,33
Высота подъема, м	38
Глубина погружения в воду, м	28
Количество точек подвеса балки	2
Захватный орган	Ось выдвижная
Количество захватов	Один
Тип направляющих балки	Колёсные
Привод	Электрогидравлический
Вес захватной балки, т	3
Количество обслуживаемых пролетов	18

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1867.06-20-07-000 ПЗ					5

4.1 Существующее положение

На данный момент балка захватная г.п. 45 т находится в неработоспособном состоянии, физически изношена, реконструкция не проводилась.

В настоящее время для маневрирования секциями ремонтного затвора ВБ используется полуавтоматическая захватная балка г.п. 50 т с одним крюком по центру балки. Балка находится в работоспособном состоянии, но физически изношена, антикоррозионное покрытие отсутствует. Данная балка по своей конструкции может быть использована только с мостовым краном РОМ г.п. 30 т.

На основании решения Технического совещания представителей филиала ПАО «РусГидро» - «Каскад Верхневолжских ГЭС» и АО «Институт Гидропроект» о ходе выполнения ПИР по Программе ТПиР (Протокол от 20 апреля 2017 года, п. 2) предусмотреть обслуживание оборудования Водоприёмника Рыбинской ГЭС одним мостовым краном г.п. 2х25+2 т (при предоставлении Заказчиком соответствующего обоснования), предусмотреть работу кран с электрогидравлической захватной балкой, возникает необходимость замены существующей захватной балки на новую с компактной системой привода захвата балки с секцией затвора и возможностью управления зацепом из кабины крана.

4.2 Основные технические решения (черт. № 1867.06-20-07-000 ВО)

Новая захватная балка запроектирована с электрогидроприводом. Балка подвешивается к двум крюковым подвескам главного подъёма мостового крана г.п. 2х25+2т. Силовой кабель питания маслостанции и кабель управления через герметичные штепсельные разъемы соединяются с кабелями кабельных барабанов установленных на кране.

Захватная балка (рисунок 1) состоит из металлоконструкции (поз.1) на которой смонтированы захватный орган (поз.2), боковые (поз.3) и торцевые

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Водоприёмника Рыбинской ГЭС одним мостовым краном г.п. 2х25+2 т (при предоставлении Заказчиком соответствующего обоснования), предусмотреть работу кран с электрогидравлической захватной балкой, возникает необходимость замены существующей захватной балки на новую с компактной системой привода захвата балки с секцией затвора и возможностью управления зацепом из кабины крана. 4.2 Основные технические решения (черт. № 1867.06-20-07-000 ВО) Новая захватная балка запроектирована с электрогидроприводом. Балка подвешивается к двум крюковым подвескам главного подъёма мостового крана г.п. 2х25+2т. Силовой кабель питания маслостанции и кабель управления через герметичные штепсельные разъемы соединяются с кабелями кабельных барабанов установленных на кране. Захватная балка (рисунок 1) состоит из металлоконструкции (поз.1) на которой смонтированы захватный орган (поз.2), боковые (поз.3) и торцевые	Лист 6

(поз.4) направляющие колеса, гермокамера (поз.5), маслостанция (поз.6), гидроцилиндр (поз.7), трубопровод (поз.8) и электрооборудование захватной балки (поз.9).

Металлоконструкция состоит из двух сварных двутавровых балок, сваренных также в нескольких местах между собой. На концах балок установлены стойки для крепления направляющих колёс. В соответствии с межосевым расстоянием между крюковыми подвесками механизма главного подъёма крана г.п. 50т в верхней части металлоконструкции установлены проушины для зацепа захватной балки. В нижней части металлоконструкции располагаются ловители для правильной фиксации балки относительно секции затвора, кронштейн для крепления гидроцилиндра и проушина захвата.

На секциях ремонтного затвора установлена проушина за которую осуществляется захват при маневрировании.

Захват выполнен в виде выдвижной оси, соединённой со штоком гидроцилиндра, закреплённого опорной стороной в специальном кронштейне, и проушины захвата, в которой эта ось перемещается. Гидроцилиндр оснащён датчиками конечных положений штока.

Давление в полости гидроцилиндра подаётся от гидрораспределителя маслостанции по соответствующим трубопроводам. Маслостанция, установленная на захватной балке, монтируется в гермокамере.

Полости гидроцилиндра соединены с гидрораспределителем маслостанции с помощью РВД (рукав высокого давления) и металлических трубопроводов.

Управление захватной балкой осуществляются из кабины крана.

4.3 Работа механизмов захватной балки

Захватная балка подвешена на крюки катучей лебёдки. Штепсельные разъемы соединены.

По команде «заккрыть» масло из маслобака по магистральному трубопроводу, через гидрораспределитель, попадает под поршни

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	кронштейне, и проушины захвата, в которой эта ось перемещается. Гидроцилиндр оснащён датчиками конечных положений штока. Давление в полости гидроцилиндра подаётся от гидрораспределителя маслостанции по соответствующим трубопроводам. Маслостанция, установленная на захватной балке, монтируется в гермокамере. Полости гидроцилиндра соединены с гидрораспределителем маслостанции с помощью РВД (рукав высокого давления) и металлических трубопроводов. Управление захватной балкой осуществляются из кабины крана. 4.3 Работа механизмов захватной балки Захватная балка подвешена на крюки катучей лебёдки. Штепсельные разъемы соединены. По команде «закрыть» масло из маслобака по магистральному трубопроводу, через гидрораспределитель, попадает под поршни	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1867.06-20-07-000 ПЗ	Лист
						7

гидроцилиндров, давит на них. Масло над поршнем вытекает обратно в маслобак. Захватные органы задвигаются в проушины затвора.

Захватная балка с затвором опускается в пазы на заданную глубину.

По команде «открыть» насос нагнетает масло в поршневые полости гидроцилиндров. Штоки перемещаются до упора в нижние крышки гидроцилиндров, хватные органы выдвигаются из проушин затвора.

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. Захватные органы будут в открытом (закрытом), либо в промежуточном состоянии, в зависимости от момента возникновения неисправности.

Если хватные органы находятся в промежуточном состоянии (не загорелись сигнальные лампочки конечных положений гидроцилиндров), подъем захватной балки производить нельзя. Необходимо с помощью водолаза отсоединить гидроцилиндры от выдвижных осей хватных органов. Для этого необходимо расшплинтовать и вынуть съемные оси (см. вид И 1867.06-20-09-000 ВО, лист 2). Затем, приподняв гидроцилиндры, вручную вывести выдвижные оси в начальное положение. После чего поднять захватную балку из воды и устранить неисправность.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

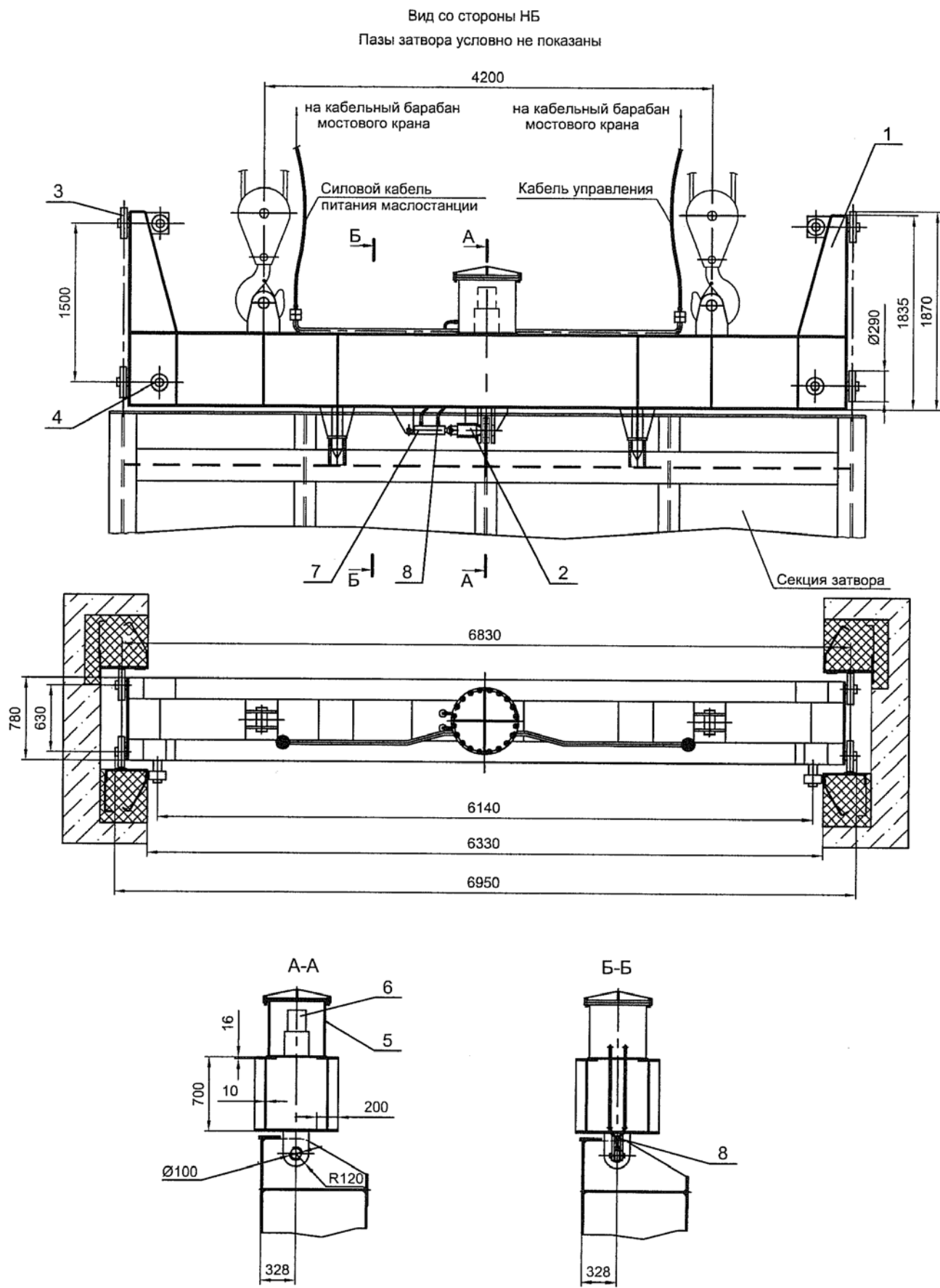


Рисунок 1 – Конструктивная схема новой захватной балки г.п. 45 т

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1867.06-20-07-000 ПЗ

5 Расчет

Задачей расчёта является проверка прочности металлоконструкции захватной балки. Металлоконструкция представляет собой двухопорную балку, нагруженную полезной нагрузкой в центре пролета. Собственный вес конструкции для предварительного расчета также приложен в центре.

5.1 Допускаемые напряжения

Допускаемые напряжения определяются по формуле:

[σ] = (Rп · c1 · γс) / (γм · γн);

Касательные напряжения определяются по формуле:

[τ] = (Rп · c2 · γс) / (γм · γн),

где Rп – нормативное сопротивление материала;
c1 и c2 – коэффициенты перехода от основных к производным сопротивления материала;
γс – коэффициент условий работы;
γм – коэффициент надежности по материалу;
γн – коэффициент надежности по назначению.

Наименование элемента	Вид деформации	Rп, МПа	c1	c2	γс	γм	γн	[σ], МПа	[τ], МПа
Основные металлоконструкции захватной балки	Изгиб	325	1,2		1,0	1,05	1,5	247	
	Срез	325		0,6	1,0	1,05	1,5		124

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

5.2 Определение расчетной нагрузки на металлоконструкцию

Нагрузка на металлоконструкцию

$$P = n_G \cdot k_q \cdot (G_{\Gamma} + G_{ЗБ}),$$

где $n_G = 1,2$ – коэффициент надежности по нагрузки;

$k_q = 1,05$ – коэффициент динамичности;

$G_{\Gamma} = m_{\Gamma} \cdot g = 45 \cdot 9,81 = 441,5$ кН – вес металлоконструкции;

$m_{\Gamma} = 45$ т – масса груза;

$g = 9,81 \text{ М/с}^2$ – ускорение силы тяжести;

$G_{ЗБ} = m_{ЗБ} \cdot g = 3 \cdot 9,81 = 29,4$ кН – вес захватной балки;

$m_{ЗБ} = 3$ т – масса захватной балки;

$P = 1,2 \cdot 1,05 \cdot (441,5 + 29,4) \approx 594$ кН.

5.3 Расчет на прочность

Расчетная схема представлена на рисунке 2.

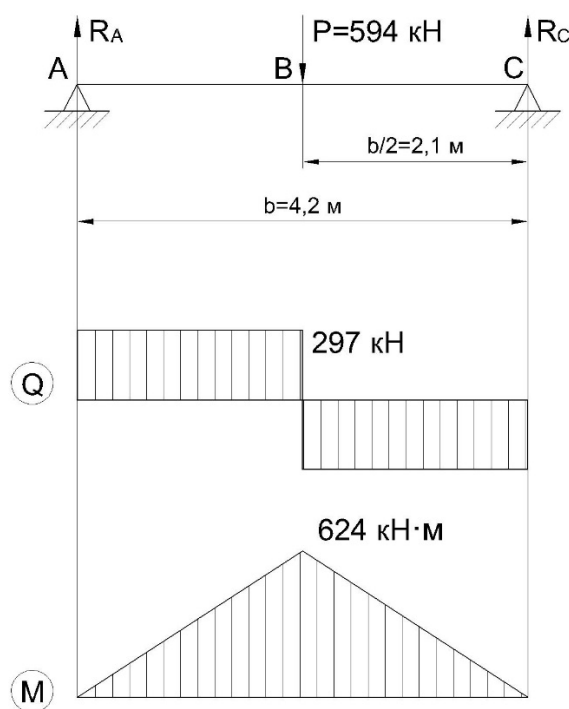


Рисунок 2 – Расчетная схема, поперечная нагрузка и изгибающий момент

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № подл.
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
1867.06-20-07-000 ПЗ					11

$$R_A = R_C = \frac{P}{2} = \frac{594}{2} = 297 \text{ кН.}$$

Максимальный изгибающий момент

$$M_B = \frac{P \cdot b}{4} = \frac{594 \cdot 4,2}{4} = 624 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Напряжение изгиба

$$\sigma_{\text{H}} = \frac{M_{\text{B}}}{W_{\text{y}}},$$

где W_x – момент сопротивления поперечного сечения.

Касательные напряжения

$$\tau = \frac{Q \cdot S_x}{I_x \cdot t_r},$$

где Q – поперечная сила;

I_x – момент инерции относительно оси x;

S_x – статический момент относительно оси x ;

t_r – толщина стенок двутавра.

Поперечное сечение захватной балки представлено на рисунке 3.

Металлоконструкция состоит из двух балок.

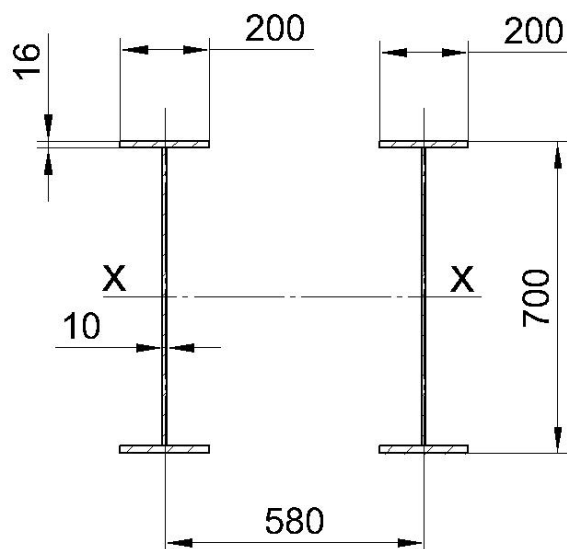


Рисунок 3 – Поперечное сечение балки

I_x – момент инерции относительно оси x ;

S_x – статический момент относительно оси x ;

t_r – толщина стенок двутавра.

Поперечное сечение захватной балки представлено на рисунке 3.

Металлоконструкция состоит из двух балок.

Рисунок 3 – Поперечное сечение балки

Перечень использованной нормативно-технической документации

1. СТО РусГидро 01.01.78-2012 «Гидроэлектростанции. Нормы технологического проектирования»
2. СТО 70238424.27.140.013-2010 «Механическое оборудование гидротехнических сооружений ГЭС. Условия создания. Нормы и требования»
3. СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения»
4. СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции»
5. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»
6. Стандарт ОАО "Трест Гидромонтаж" СТП 031000-500-83 «Механическое оборудование. Основные положения проектирования»
7. Стандарт ОАО "Трест Гидромонтаж" СТП 00117794-11-95 "Механическое оборудование и специальные стальные конструкции гидротехнических сооружений. Система управления качеством. Основные положения проектирования"
8. ОСТ 36-128-85 «Устройства и приспособления монтажные. Методы расчета и проектирования»

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	1867.06-20-07-000 ПЗ					Лист
										14
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Лист регистрации изменений

[illegible]

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1867.06-20-07-000 ПЗ

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 4. Здание ГЭС. Водоприемник. Балка захватная г. п. 45 т