

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Факультет «Автотракторный»
Кафедра «Колесные и гусеничные машины»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

« ____ » июнь 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

к.т.н., профессор

_____ В.Н. Бондарь

« ____ » июнь 2017 г.

Разработка грузоподъемного оборудования трубоукладчика 20 тонн

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы:

к.т.н., доцент

_____ Л.В. Вершинский

« ____ » _____ 2017 г.

Автор работы

студент группы П-503

_____ В.С. Муравьев

« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент

_____ В. И. Дуюн

« ____ » _____ 2017 г.

АННОТАЦИЯ

Муравьев В.С. Разработка
 грузоподъемного оборудования
 трубоукладчика массой 20 тонн.–
 Челябинск: ЮУрГУ, П; 2017, ПЗ – 101 с.
 50 ил., библиографический список – 37
 наименований, 2 прил., 13 листов чертежей
 формата А1.

В выпускной квалификационной работе проведен анализ отечественных и передовых зарубежных технологий, произведен анализ конструкции рам в которые устанавливаются лебедки, выявлены основные недостатки и преимущества разрабатываемых конструкций. Применена новая конструкция рам, которая не устанавливалась на прототипе, увеличена прочность и жесткость (в среднем на 15...17%). Разработан технологический процесс изготовления детали, входящей в состав грузоподъемного оборудования. Определены экономические показатели проекта. В разделе БЖД дано описание разрабатываемого узла с точки зрения безопасности.

					<i>23.05.01.2017.881.00.ПЗ ВКР</i>			
Изм.	Лист	№ докц.	Подпись	Дата	<i>Разработка грузоподъемного оборудования трубоукладчика 20 тонн.</i>	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		<i>Муравьев В.С.</i>					3	101
Провер.		<i>Вершинский Л.В.</i>				ЮУрГУ		
Н. Контр.		<i>Дзюн В.И.</i>				Кафедра «КГМ»		
Утверд.		<i>Бондарь В.Н.</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ТЕРМИНЫ И АББРЕВИАТУРЫ.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	12
1.1 Классификация и основные параметры трубоукладчика	16
1.2 Особенности конструкции трубоукладчика.....	17
1.3 Основные характеристики	26
2 КОМПОНОВКА И ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПРЕДЛАГАЕМОЙ РАМЫ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	41
2.1 Особенности конструкции рам	41
2.2 Предлагаемая компоновка.....	43
3 РАСЧЕТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ	48
3.1 Расчет прочности конструкции рам	50
3.2 Расчет снижения массы рам.....	64
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	66
4.1 Введение.....	66
4.2 Описание детали и ее назначения	67
5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	73
5.1 Организационный раздел	73
5.2 Экономический раздел	76
5.2.1 Описание конструкции	76
5.2.2 Анализ прогрессивности проектируемой конструкции.....	76
5.2.3 Расчёт затрат на изготовление проектируемой детали	79
5.2.4 Расчёт себестоимости изделия.....	82
5.2.5 Оценка коммерческой состоятельности проекта.....	82
5.2.6 Оценка эффективности инвестиций.....	83

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

5.2.7 Техничко-экономические показатели инвестиционного проекта.....	84
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	89
6.1 Область применения	89
6.2 Идентификация опасностей и оценка риска	90
6.3 Меры направленные на снижение риска	91
6.4 Информация пользователю	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	98
ПРИЛОЖЕНИЕ	101

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ТЕРМИНЫ И АББРЕВИАТУРЫ

Базовая машина – трубоукладчик без рабочего оборудования, соответствующий технической документации изготовителя, то есть с башмаками указанной ширины и механизмом подъема.

Габаритные размеры – наибольшая длина, ширина и высота предмета.

Грузовая устойчивость – способность трубоукладчика противостоять опрокидыванию от действия внешних нагрузок.

Грузоподъемность – способность выполнять подъемные работы с грузами, на которые рассчитан трубоукладчик.

Дополнительное оборудование – поставляемая по выбору заказчика сборочная единица из составных частей, которая может быть смонтирована на базовой машине для специального применения.

Магистральные газопроводы – комплексы сооружений, которые предназначены для перемещения горючих газов с мест их добычи или производства к конечным местам потребителя.

Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания.

Прочность – свойство материала сопротивляться разрушению под действием внутренних напряжений, возникающих по воздействию внешних сил.

Рабочее оборудование – комплект составных частей (стрела и противовесы), монтируемых на базовую машину для обеспечения выполнения ее основных функций в соответствии с назначением.

Составная часть – деталь или сборочная единица из деталей базовой машины, рабочего или дополнительного оборудования.

Кран-трубоукладчик – самоходная гусеничная машина, предназначенная для подъема и укладки труб и транспортирования оборудования для

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

трубопроводов. Данная машина, базой для которой служит гусеничный трактор, имеет специально сконструированные составные части, например главную раму, противовес, механизм подъема стрелы и груза и боковую стрелу, поворачивающуюся только в вертикальной плоскости.

Эксплуатационная масса – масса полностью снаряженного трактора (полностью заправленного горючесмазочными материалами, охлаждающей жидкостью, с комплектом инструмента и принадлежностей), включая массу водителя, которая в среднем принимается равной 75 кг.

SolidWorks – это программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой сложности и назначения.

Аббревиатуры

БРМЗ – Берёзовский ремонтно-механический завод;

БЖД – безопасность жизнедеятельности;

ВКР – выпускная квалификационная работа;

ГОСТ – государственный общественный стандарт;

ГМТ – гидромеханическая трансмиссия;

ЛЭП – линии электропередач;

МПа – Мегапаскаль;

НИОКР – научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа;

НИУ – национальный исследовательский университет;

ПБ – правила устройства и безопасности;

РД – руководящий нормативный документ;

САПР – система автоматизированного проектирования;

СБУК – система безопасного управления краном;

СНГ – Содружество Независимых Государств;

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

ТУ – технические условия;

ТЭП – технико-экономические показатели;

ЧПУ – числовое программное управление;

ЧТЗ – Челябинский тракторный завод;

ЮУрГУ – Южно-Уральский государственный Университет;

SAE - Society of Automotive Engineers, сообщество автомобильных инженеров.

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

ВВЕДЕНИЕ

Кран-трубоукладчик – самоходная гусеничная машина, предназначенная для подъема и укладки труб и транспортирования оборудования для трубопроводов . Он имеет существенные отличия от традиционных колесных и гусеничных кранов. Обусловлено это тем, что кран должен перемещаться вдоль края траншеи совершая грузоподъемные операции в одном и том же направлении. Трубоукладчики используются в нефтегазовой, строительной или других сферах, в которых присутствует укладка труб [1].

Подразделение трубоукладчиков по диаметру укладываемых труб разделяют на три вида:

- диаметр прокладываемых труб до 530 мм;
- диаметр, не превышающий 1200 мм;
- диаметр до 1500 мм.

Основной характеристикой трубоукладчиков является грузоподъемность. Трубоукладчики по грузоподъемности делятся на пять классов: 6.3 т., 12,5 т., 20 т., 32 т., и 50 т. в США и Европе выделяют три класса:

- легкие трубоукладчики (до 12,5 тонн);
- средние трубоукладчики (от 12,5 до 30 тонн);
- тяжелые трубоукладчики (свыше 30 тонн).

При строительстве магистральных газопроводов характерна цикличность технологических операций. Одной из основных операций в циклах является укладка трубопроводов в траншею трубоукладчиками. При строительстве магистральных трубопроводов применяют преимущественно два способа изоляционно-укладочных работ – совмещенный и отдельный.

Совмещенный способ ведения работ обеспечивает непрерывность очистки, изоляции и укладки трубопровода в траншею. При отдельном способе очистку, изоляцию и укладку трубопровода, а траншею выполняют отдельно и в разные сроки. Число трубоукладчиков в изоляционно-укладочной колонне определяется

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

диаметром и толщиной стенки трубопровода, грузовым моментом трубоукладчиков, рельефом местности и т.д.

Большая часть трубопроводов проходит через местность не пригодную для передвижения транспорта, работа трубоукладчика ведется на подготовленной поверхности, соответственно конструкция кранов-трубоукладчиков предусматривает высокую проходимость и максимальную устойчивость. Это обеспечивается мощным двигателем (дизельный мотор), жесткой ходовой частью (одна из особенностей трубоукладчика), возможность установки на трубоукладчик такого оборудования как отвал, низкой скоростью передвижения (обеспечивает ГМТ). В отличие от базовых тракторов трубоукладчик имеет увеличенную колею, большую опорную длину плоскости гусеничного хода, увеличенную ширину трака гусеницы.

Грузоподъемное оборудование включает в себя: стрелу, оборудование для изменения вылета стрелы (стреловые лебедки) оборудование для поднятия и опускания грузов (грузовые лебедки), контргруз, устройство для его откидывания, приборы контроля и безопасности, системы управления. Грузоподъемное оборудование монтируется на специальной раме, портале.

К основным характеристикам трубоукладчика относят:

- грузоподъемность – способность выполнять подъемные работы с грузами, на которые рассчитан трубоукладчик;
- номинальная масса оборудования;
- грузовая устойчивость – способность трубоукладчика противостоять опрокидыванию от действия внешних нагрузок;
- длина стрелы и вылет грузового крюка;
- величина максимального давления на грунт, определяемая для наихудшего варианта работы оборудования – потери устойчивости – когда трубоукладчик в процессе эксплуатации опирается только на одну гусеницу;
- скорость передвижения трубоукладчика[2].

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

Челябинский тракторный завод сегодня

Челябинский тракторный завод – ООО ЧТЗ-УРАЛТРАК промышленное объединение по производству и продаже широкой гаммы колесной и гусеничной дорожно-строительной техники (бульдозеров, трубоукладчиков, фронтальных погрузчиков), запасных частей и прочей высокотехнологичной машиностроительной продукции. Потребителями продукции являются тысячи предприятий России, стран СНГ и дальнего зарубежья различных отраслей деятельности. Производственный потенциал завода обеспечивает полный технологический цикл создания инженерных машин: от заготовки до сборки и испытания [3].

На данном этапе развития ЧТЗ УРАЛТРАК претерпевает оптимизацию производственных площадей. Сокращение производственных площадей приводит к улучшению условий работы предприятия, это влияет на гамму колесной и гусеничной дорожно-строительной техники. Большое количество тракторных заводов, как российских, так и зарубежных, выпускают краны-трубоукладчики, различных характеристик. Предприятие ЧТЗ УРАЛТРАК одно из них, находится на передовом уровне среди остальных.

В связи с этим было принято решение разработать Кран-трубоукладчик ТР20В на базе трактора Т11Б, что существенно сократит затраты на разработку нового трубоукладчика.

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Трубоукладчик TP20B с номинальной грузоподъемностью 20 тонн на базе трактора Б11Б с ГМТ. При проектировании использовались современные подходы к разработке трубоукладчиков:

-установлены гидравлические лебедки ZOLLERN, обеспечивающие надежный подъем различных грузов в широком диапазоне скоростей. Управление гидроприводами лебедок производится при помощи двухкоординатного джойстика с кнопкой включения повышенной скорости подъема/опускания крюка. Такой джойстик позволяет управлять крюком и стрелой одной рукой. Противовес с гидроприводом управляется одной клавишей;



Рисунок 1.1 – Лебедка фирмы ZOLLERN в трубоукладочном исполнении

-кабина спроектирована для эксплуатации трубоукладчика в холодном климате. Помимо штатного отопителя-кондиционера в кабине установлен автономный обогреватель. Окна кабины оборудованы двойным стеклопакетом, на крыше установлены дополнительное окно и аварийный люк;

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12



Рисунок 1.2 – Шестигранная кабина базовой машины крана-трубоукладчика

-безопасность эксплуатация трубоукладчика обеспечивается автоматической системой защиты и управления крана СБУК330, выполненной на микроконтроллерах.

Кран-трубоукладчик ТР20В на базе трактора Т11Б рассчитан на безотказную работу в самых тяжелых условиях. Высокая мощность и надежные, прочные компоненты грузоподъемного оборудования позволяют использовать трубоукладчик в разнообразных условиях для выполнения подъемно-транспортных работ при строительстве магистральных трубопроводов с наружным диаметром до 1020 мм. Широкие гусеницы позволяют работать на грунтах с пониженной несущей способностью. Основные технические характеристики приведены в таблице 1.1

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

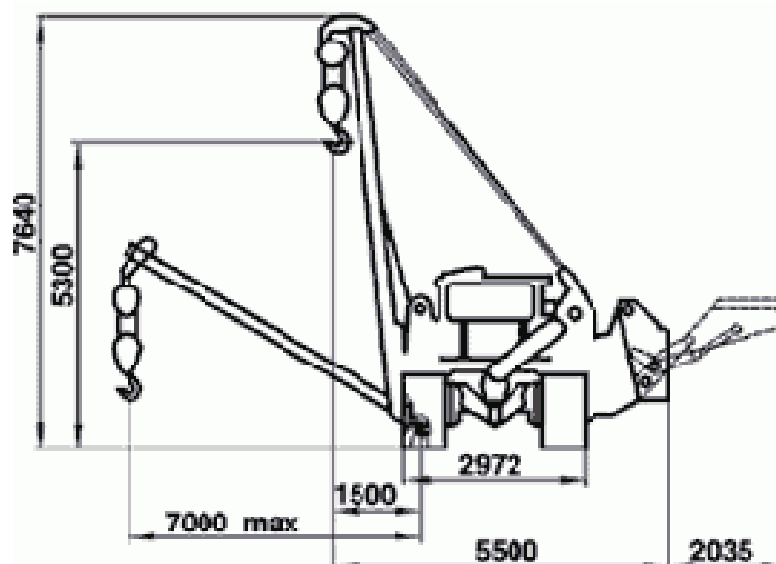


Рисунок 1.3 – Кран-трубоукладчик TP20B

Таблица 1.1 – Основные технические характеристики трубоукладчика TP20B

	Наименование	Значение	Примечание
1	Грузоподъемность максимальная, на вылете 1,22 м, т	41	По стандарту SAE J743b (на пределе устойчивости)
2	Грузоподъемность номинальная, т	20	По РД 36.22.04-98
3	Момент грузовой устойчивости, т·м	50	
4	База трубоукладчика	Трактор Б11Б	Трубоукл. исполнение, с ГМТ
5	Мощность номинальная, кВт (л.с)	169 (230)	
6	Скорость движения, макс., км/ч;	2,99; 5,31; 8,36	

Продолжение таблицы 1.1

7	Количество опорных катков, шт.	7	
8	Колея, мм	2282	
9	Длина опорной поверхности гусеницы, мм	3200	
10	Ширина гусеницы, мм	900	
11	Грузоподъемное оборудование		
12	Кратность грузового полиспаста	6	
13	Кратность стрелового полиспаста	6	
14	Скорость подъема-опускания груза, м/мин	0-12	
	повышенная скорость	0-20	
15	Длина стрелы, м	9	
16	Высота подъема крюка, м	7,7	
17	Глубина опускания крюка, м	2,5	Ниже уровня стоянки, со стрелой, поднятой максимально вверх
18	Максимальный вылет крюка, м	8,5	

Окончание таблицы 1.1

19	Минимальный вылет крюка, м	1,22	
20	Масса трубоукладчика, т	~32	При массе трактора ~19 т
21	Среднее давление на грунт при движении крана-трубоукладчика без нагрузки на крюке, МПа левая гусеница правая гусеница	~0.040 ~0,065	Со стрелой, поднятой максимально вверх, и придвинутом противовесе
22	Удельное давление на грунт левой гусеницы при реализации всего момента устойчивости, МПа	~0,178	При нагрузке на крюке, равной номинальной грузоподъемности

1.1 Классификация и основные параметры трубоукладчика

Трубоукладчики классифицируются по нескольким параметрам, каждый параметр в той или иной степени зависит друг от друга. Классификация трубоукладчиков происходит по диаметру труб, которые он может укладывать, разделяют на три вида:

- диаметр прокладываемых труб до 530 мм;
- диаметр, не превышающий 1200 мм;
- диаметр до 1500 мм.

Основные параметры трубоукладчика является максимальная грузоподъемность, номинальная грузоподъемность, вылет грузового крюка. Грузоподъемность – способность выполнять подъемные работы с грузами, на которые рассчитан трубоукладчик[2].

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Номинальная грузоподъемность – допустимая нагрузка на крюке трубоукладчика при работе с единичным грузом. Трубоукладчики по номинальной грузоподъемности делятся на пять классов: 6.3 т., 12,5 т., 20 т., 32 т., и 50 т. в США и Европе выделяют три класса:

- легкие трубоукладчики (до 12,5 тонн);
- средние трубоукладчики (от 12,5 до 30 тонн);
- тяжелые трубоукладчики (свыше 30 тонн).

Вылет грузового крюка – удаление вертикальной линии действия внешней нагрузки от опоры рычага, грузового ребра, возможного опрокидывания трубоукладчика.

1.2 Особенности конструкции трубоукладчика

Трубоукладчик состоит из: базы, для которой служит гусеничный трактор, рабочего оборудования, дополнительного оборудования и составных частей.

Базовая машина – трубоукладчик без рабочего оборудования, соответствующий технической документации изготовителя, то есть с башмаками указанной ширины и механизмом подъема [1].



Рисунок 1.4 – Базовая машина

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17



Рисунок 1.5 – Базовая машина крана-трубоукладчика

Основные технические характеристики базовой машины приведены в таблице 1.2

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Таблица 1.2 – Основные технические характеристики базовой машины

Двигатель	Модель
	Эксплуатационная мощность, кВт (л.с)
	Номинальная частота вращения коленчатого вала, об/мин
	Удельный расход топлива при эксплуатационной мощности, г/кВт (ч/л.с.ч)
Трансмиссия	Механическая
	Гидромеханическая
	Гидростатическая
Габаритные размеры	Длина
	Ширина
	Высота
	Колея
	База
Масса трактора	Масса трактора, кг
Ходовая система	Количество опорных катков с каждой стороны, шт.
	Ширина башмаков гусеницы, мм
	Количество башмаков гусеницы с каждой стороны, шт
	Удельной давление на грунт

Рабочее оборудование – комплект составных частей (стрела и противовесы), монтируемые на базовую машину для обеспечения выполнения ее основной функции в соответствии с назначением. Например, главная рама, противовес,

механизм подъема стрелы и груза и боковую стрелу, поворачивающуюся только в вертикальной плоскости [1].



Рисунок 1.6 – Рабочее оборудование трубоукладчика

Стрела трубоукладчика имеет переменный вылет для подъема и опускания трубопровода в траншею. Поворот стрелы (подъем и опускание) осуществляется при помощи стреловой лебедки. Ось поворота стрелы располагается как можно ближе к уровню земли для того, чтобы увеличить нормаль от оси вращения стрелы к полиспасту и этим снизить действующие усилия, а также передать усилия от стрелы непосредственно на тележку, через катки на грунт (минуя остальные механизмы) и получить возможно больший вылет стрелы при минимальной высоте. На эксплуатируемых машинах наклон стрелы осуществляется двумя путями: при помощи канатов и гидравлического привода. На данном трубоукладчике подъем, и опускание стрелы осуществляется канатами.

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

На трубоукладчиках применяется два вида стрел: типовая А-образная стрела и стрела опора. Конструкции стрел зависят от производителя.

В основном на трубоукладчиках применяются А-образные стрелы. Состоят из двух балок (подкосов) коробчатого сечения, возможны исполнения и круглого сечения, соединенных в верхней и нижней частях поперечными связями

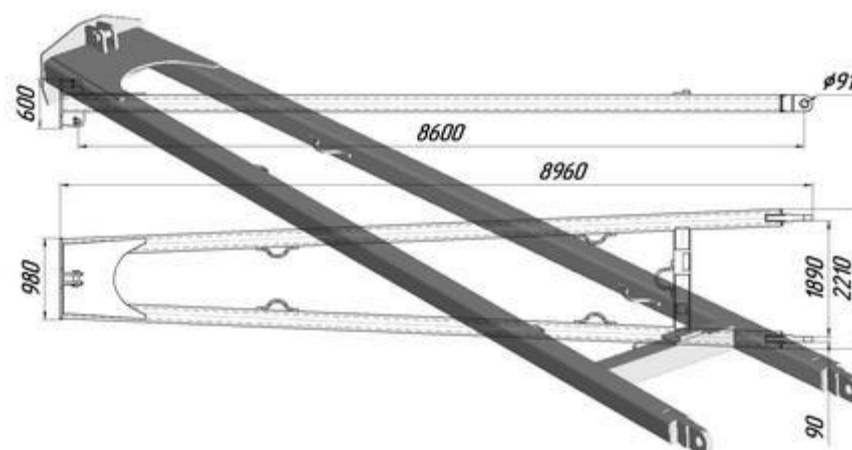


Рисунок 1.7 – А-образная стрела

Стрела-опора предназначена для установки на любой гусеничный кран-трубоукладчик, предназначена для проведения ремонтов на трубопроводах. Данный вид стрелы отличается от типовой А-образной стрелы, наличием дополнительной опоры, раскрывающейся при помощи гидроцилиндров.



Рисунок 1.8 – Стрела опора

Верхняя рама (портал) представляет собой пространственную сварную ферму, которая крепится к рамам тележек и раме трактора болтами и служит основанием для установки навесного оборудования.

Гидросистема грузоподъемного оборудования обеспечивает приводы лебедок, откидывание и придвижение противовеса. Имеет гидравлическое сервоуправление распределителями силового потока, что уменьшает усилия управления.

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

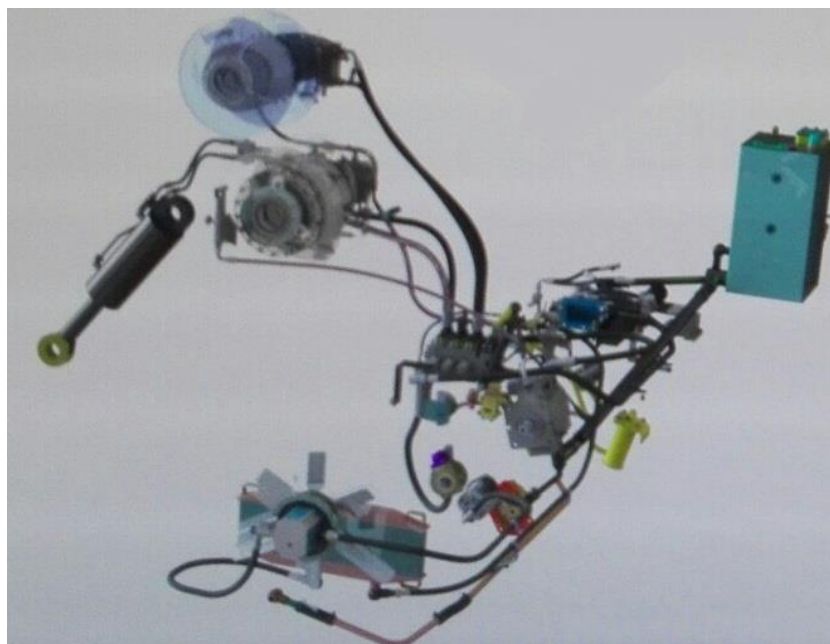


Рисунок 1.9 – Гидросистема трубокладчика

Дополнительное оборудование – поставляемая по выбору заказчика сборочная единица из составных частей, которая может быть смонтирована на базовой машине для специального применения. Составная часть – деталь или сборочная единица из деталей базовой машины, рабочего или дополнительного оборудования. К дополнительному или рабочему оборудованию относятся: отвал и рыхлитель [1].

Отвал представляет собой сварную конструкцию коробчатого типа, обеспечивающую ему жесткость, с приваренным в передней части лобовым листом криволинейного профиля. Данная конструкция отвала обеспечивает его быстрое заполнение материалом. В нижней части к лобовому листу болтами впотай крепятся съемные ножи. При изнашивании острой кромки ножа его разворачивают и режут вторым, острым концом.

На базовом тракторе используются четыре вида отвалов: полусферический, сферический, прямой и прямой поворотный.

Полусферический отвал используется на работах, где требуется высокая производительность. Обеспечивают производство работ от вскрытия до разработки отвердевшей глины, разрабатывают песчаный известняк, щебенистый

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

грунт. Полусферический отвал сочетает в себе высокую способность прямого отвала к внедрению в грунт и сферического отвала перемещать большие объемы материала за счет коротких боковых секций, установленных под углом к центральной секции, обеспечивающих большую емкость и геометрическую форму, обеспечивающую его ускоренное заполнение.



Рисунок 1.10 – Полусферический отвал

Сферический отвал эффективен для перемещения значительных объемов легких грунтов на большие расстояния. Он состоит из трех секций: центральной и двух боковых. Последние расположены под углом в плане до 25° к центральной секции. Изогнутая в плане форма отвала обеспечивает смещение грунта к середине отвала, обеспечивая при транспортировании минимальные потери материала.



Рисунок 1.11 – Сферический отвал

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Прямой отвал обеспечивает производство работ от вскрытия до разработки отвердевшей глины, разрабатывают песчаный известняк, щебенистый грунт. Бульдозерное оборудование с прямым отвалом это универсальное рабочее оборудование, предназначенное для разработки и перемещения грунтов различного типа и для выполнения планировочных работ. Корпус отвала выполнен в виде замкнутого силового контура, что повышает его прочность и надежность в работе, особенно при работе в перекошенном положении отвала.



Рисунок 1.12 – Прямой отвал

Поворотный отвал предназначен для разработки и перемещения грунта, применяется при поперечной транспортировке грунта для засыпки котлованов и траншей, расчистки территорий. Поворотный отвал может поворачиваться в плане вокруг шарнира на раме в обе стороны. По форме это прямой отвал без боковых щек, удлиненный по ширине и укороченный по высоте. Помимо установки отвала в прямом положении, дополнительно могут производиться работы отвалом, установленным под углом относительно продольной оси трактора: поворот направо и налево на угол 25° .

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

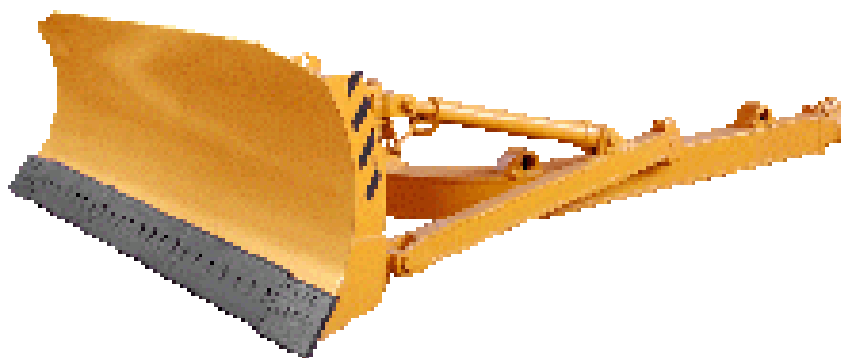


Рисунок 1.13 – Поворотный отвал

1.3 Основные характеристики трубоукладчиков

В данном подразделе будут рассмотрены аналоги проектируемого трубоукладчика, будут приведены основные характеристики, проведен анализ характеристик трубоукладчиков и сделан вывод.



Рисунок 1.14 – Общий вид трубоукладчика ТБГ-20

Трубоукладчик ТБГ-20 заметно уступает в грузовых характеристиках разрабатываемому трубоукладчику ТР20В. Применяемая базовая машина трубоукладчика идентична базовой машине трубоукладчика ТР20В. Так же

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26

данный трубоукладчик уступает в удельном давлении на грунт, что не мало важно для данного вида техники. На данном кране-трубоукладчике рама грузоподъемных лебедок совмещена, грузовая и стреловая лебедки расположены в одной плоскости, так же на эту раму приходит усилие от подъема и опускания противовеса, что сильно нагружает раму [4].

Таблица 1.3.1 – Основные характеристики трубоукладчика ТБГ-20

Характеристики	Модель
	ТБГ-20
Грузоподъемность максимальная на вылете 1,22 м, т	20
Грузоподъемность номинальная, т	12
Момент грузовой устойчивости, тм	
Эксплуатационная масса, кг	28000
Мощность номинальная, кВт	132 при 1400
Скорость движения макс., км/ч.	9
Количество опорных катков, шт	7
Колея, мм	2282
Длина опорной поверхности гусеницы, мм	3200
Ширина гусеницы, мм	900
Габаритные размеры, мм	
Ходовая часть	гусеничная
Длинна стрелы, м	7 или 9
Давление на грунт, МПа	0,43
Скорость подъема-опускания груза	8,4
Высота подъема крюка, м	7,7
Глубина опускания крюка, м	2,5



Рисунок 1.15 – Кран-трубоукладчик SHANTUI SP45Y

На этом кране-трубоукладчике отсутствует стреловая лебедка, вместо нее установлен гидроцилиндр, совершающий подъем и опускание стрелы. Рама грузовой лебедки представляет собой сварную конструкцию, с различными продольными и поперечными усилениями. Данный узел грузового оборудования смещен от центра тяжести трактора, что отрицательно влияет на устойчивость трубоукладчика и боковую обзорность. Кран-трубоукладчик SP45Y в отличие от TP20B имеет большую грузоподъемность, но имеет большее удельное давление на грунт, что плохо сказывается на грузовой устойчивости трубоукладчика [5].

Таблица 1.3.2 – Основные характеристики трубоукладчика SP45Y

Характеристики	Модель
Грузоподъемность максимальная на вылете 1,22 м, т	45

Продолжение таблицы 1.3.2

Грузоподъемность номинальная, т	20
Момент грузовой устойчивости, тм	
Эксплуатационная масса, кг	34000
Мощность номинальная, кВт	169 при 2000
Скорость движения макс., км/ч.	9
Количество опорных катков, шт	7
Колея, мм	2250
Длина опорной поверхности гусеницы, мм	3050
Ширина гусеницы, мм	610(780)
Габаритные размеры, мм	4750x3700x3360
Ходовая часть	гусеничная
Длина стрелы, м	6,5 или 9
Давление на грунт, МПа	0,86
Скорость подъема-опускания груза	6
Высота подъема крюка, м	5,25(6,5)
Глубина опускания крюка, м	2,5
Производитель: Китай, SHANTUI	



Рисунок 1.16 – Кран-трубоукладчик Volvo PL3005D

Данный кран-трубоукладчик отличается от стандартных трубоукладчиков тем, что имеется возможность переоборудования его в экскаватор. Плюс ко всему может осуществлять поворот вокруг своей оси. Нестандартное исполнение такой машины позволяет использовать весь потенциал мощности. Номинальная и максимальная грузоподъемности выше, чем у трубоукладчика TP20B [6].

Таблица 1.3.3 – Основные характеристики трубоукладчика PL3005D

Характеристики	Модель
	PL3005D
Грузоподъемность максимальная на вылете 1,22 м, т	51
Грузоподъемность номинальная, т	31
Момент грузовой устойчивости, тм	51
Эксплуатационная масса, кг	36150
Мощность номинальная, кВт	169 при 2000
Скорость движения макс., км/ч.	5,9

Продолжение таблицы 1.3.3

Количество опорных катков, шт	7
Колея, мм	2590
Длина опорной поверхности гусеницы, мм	3970
Ширина гусеницы, мм	600(800)
Габаритные размеры, мм	4950x3190x3770
Ходовая часть	гусеничная
Длинна стрелы, м	7,3 или 9,1
Давление на грунт, МПа	0,54
Скорость подъема-опускания груза	7
Высота подъема крюка, м	7,7
Глубина опускания крюка, м	2
Производитель: Швеция, Volvo	



Рисунок 1.17 – Кран-трубоукладчик Komatsu D85C-21

На рассматриваемом кране-трубоукладчике рама грузовой и стреловой лебедок выполнена способом литья, что существенно утяжеляет конструкцию, так же она смещена от центра тяжести трактора в сторону противовеса. Это приводит к перегрузению правого (по ходу) борта. Кран-трубоукладчик Komatsu D85C-21 имеет такие же характеристики что и трубоукладчик TP20B, но проигрывает в моменте грузовой устойчивости. Так же у данного трубоукладчика высокое удельное давление на грунт [7].

Таблица 1.3.4 – Основные характеристики трубоукладчика D85C-21

Характеристики	Модель
	D85C-21
Грузоподъемность максимальная на вылете 1,22 м, т	41
Грузоподъемность номинальная, т	20
Момент грузовой устойчивости, тм	48
Эксплуатационная масса, кг	30050
Мощность номинальная, кВт	168 при 2000

Продолжение таблицы 1.3.4

Скорость движения макс., км/ч.	10,7
Количество опорных катков, шт	6
Колея, мм	2250
Длина опорной поверхности гусеницы, мм	2730
Ширина гусеницы, мм	610
Габаритные размеры, мм	4805x3200x3640
Ходовая часть	гусеничная
Длинна стрелы, м	5,5 или 7,3
Давление на грунт, МПа	0,883
Скорость подъема-опускания груза	9,6 до 21,7
Высота подъема крюка, м	7,7
Глубина опускания крюка, м	2
Производитель: Япония, Komatsu	



Рисунок 1.18 – Кран-трубоукладчик Caterpillar PL72

Кран-трубоукладчик Caterpillar PL72 по грузоподъемным характеристикам идентичен трубоукладчику TP20B, но уступает в показателе удельного давления на грунт. На данном трубоукладчике рама грузовой и стреловой лебедок представляет собой сварную конструкцию из листового металла как и на TP20B [8].

Таблица 1.3.5 – Основные характеристики трубоукладчика PL72

Характеристики	Модель
Грузоподъемность максимальная на вылете 1,22 м, т	40,8
Грузоподъемность номинальная, т	20
Момент грузовой устойчивости, тм	48
Эксплуатационная масса, кг	31278

Продолжение таблицы 1.3.5

Мощность номинальная, кВт	158 при 1500
Скорость движения макс., км/ч.	11,4
Количество опорных катков, шт	8
Колея, мм	2286
Длина опорной поверхности гусеницы, мм	3270
Ширина гусеницы, мм	760
Габаритные размеры, мм	4780x3670x3430
Ходовая часть	гусеничная
Длинна стрелы, м	6,1 или 7,3
Давление на грунт, МПа	0,56
Скорость подъема-опускания груза	15,9
Высота подъема крюка, м	6,5
Глубина опускания крюка, м	2
Производитель: США, Caterpillar	



Рисунок 1.19 – Кран-трубоукладчик ТГ-222

Грузовая и стреловая лебедки на данном трубоукладчике объединены в единую раму. Форма рамы сложная, соответственно конструкция рамы требует большего запаса прочности и жесткости. Так же отрицательно сказывается на обзорности и габаритах машины. Кран-трубоукладчик ТГ-222 по грузовым характеристикам несколько превосходит трубоукладчик ТР20В, но уступает в удельном давлении на грунт. Грузовое оборудование трубоукладчика, а именно грузовая и стреловая лебедки расположены в разных местах, что существенно ухудшает конструкцию грузоподъемного оборудования [9].

Таблица 1.3.6 – Основные характеристики трубоукладчика ТГ-222

Характеристики	Модель
Грузоподъемность максимальная на вылете 1,22 м, т	44,2

Продолжение таблицы 1.3.6

Грузоподъемность номинальная, т	21
Момент грузовой устойчивости, тм	48
Эксплуатационная масса, кг	32500
Мощность номинальная, кВт	174 при 2000
Скорость движения макс., км/ч.	11,1
Количество опорных катков, шт	8
Колея, мм	2200
Длина опорной поверхности гусеницы, мм	3115
Ширина гусеницы, мм	610
Габаритные размеры, мм	4880x4853x3700
Ходовая часть	гусеничная
Длина стрелы, м	6,5 или 9
Давление на грунт, МПа	1,05
Скорость подъема-опускания груза	8 до 24
Высота подъема крюка, м	7,7
Глубина опускания крюка, м	1,5
Производитель: Россия, ЧЕТРА ПРОМ трактор	

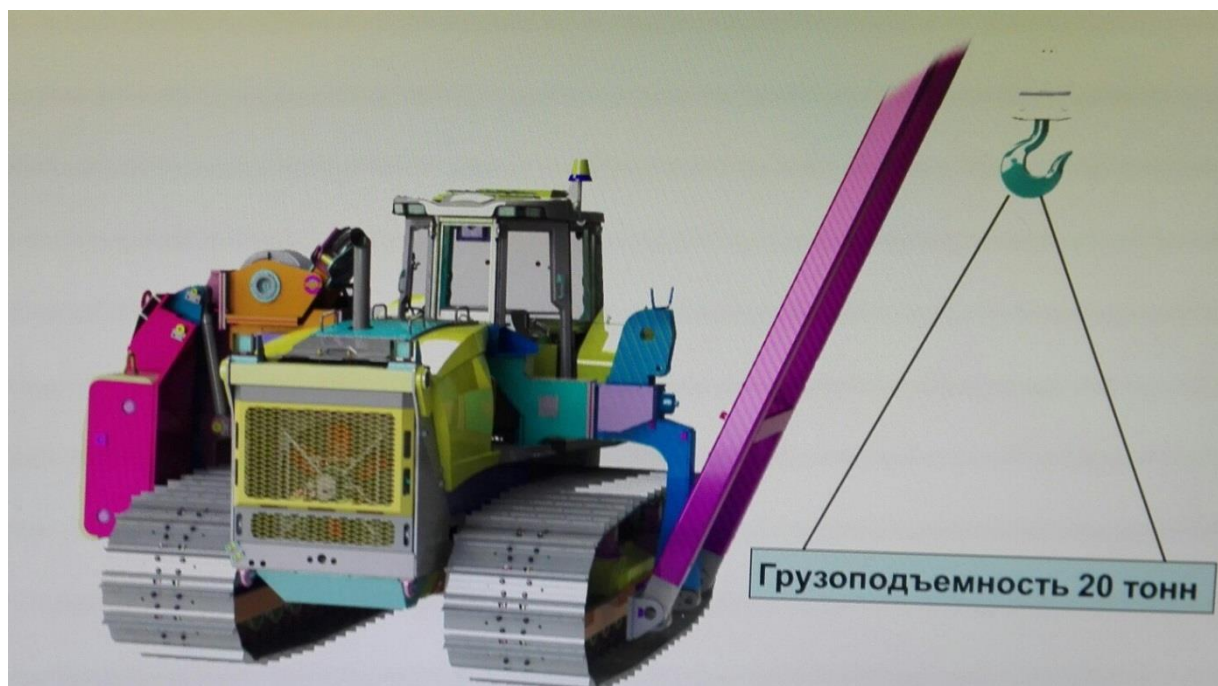


Рисунок 1.20 – Кран-трубоукладчик ТР20В

Таблица 1.3.7 – Основные характеристики трубоукладчика ТР20В

Характеристики	Модель
	ТР20В
Грузоподъемность максимальная на вылете 1,22 м, т	41
Грузоподъемность номинальная, т	20
Момент грузовой устойчивости, тм	50
Эксплуатационная масса, кг	32000
Мощность номинальная, кВт	169 при 1400
Скорость движения макс., км/ч.	8,36
Количество опорных катков, шт	7
Колея, мм	2282
Длина опорной поверхности гусеницы, мм	3200

Продолжение таблицы 1.3.7

Ширина гусеницы, мм	900(690)
Габаритные размеры, мм	4910x5000x3300
Ходовая часть	гусеничная
Длина стрелы, м	9
Давление на грунт, МПа	0,178
Скорость подъема-опускания груза	От 0 до 20
Высота подъема крюка, м	7,7
Глубина опускания крюка, м	2,5
Производитель: Россия, ЧТЗ УРАЛТРАК	

Вывод по разделу один

Анализ аналогов показал, что разрабатываемый кран-трубоукладчик легко может конкурировать как с импортными, так и с отечественными машинами. Номинальная и максимальная грузоподъемность трубоукладчика соответствует импортным и отечественным стандартам. Материалы, применяемые в разработке рам лебедок, с максимальным запасом прочности обеспечивают надежность выполнения грузоподъемных работ. Грузоподъемное оборудование данного трубоукладчика разработано, так что легко позволяет совершать ремонтные работы в полевых условиях. Рамы грузовой и стреловой лебедок съемные, что существенно облегчает доступ к ним. Так же рамы спроектированы так что улучшают обзорность машинисту трубоукладчика. Данный узел смещен ближе к центру тяжести трактора, что напрямую улучшает устойчивость машины. Предусмотрена возможность частичного демонтажа портала и установленных на нем узлов, рам лебедок, для соответствия размеров трубоукладчика при транспортировке его по железной дороге. Широкие болотоходные гусеницы

обеспечивают малое удельное давление на грунт, при большой эксплуатационной массе.

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

2 КОМПОНОВКА И ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПРЕДЛАГАЕМОЙ РАМЫ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Из анализа грузоподъемного оборудования трубоукладчиков следует, что рамы грузовых и стреловых лебедок на аналоговых машинах изготавливаются методом литья, как единый блок, в который устанавливаются обе лебедки, либо из листового металла методом вырезки деталей и сваривания их между собой. Рамы должны обеспечивать надежную установку в них лебедок, и обладать большим запасом прочности и жесткости. При совершении грузоподъемных работ рамы лебедок воспринимают высокие нагрузки от поднятия-опускания стрелы с грузом и поднятия-опускания груза. На некоторых трубоукладчиках отсутствует стреловая лебедка, вместо нее используется гидроцилиндр обеспечивающих подъем и опускание стрелы. На трубоукладчике ТР20В рамы лебедок выполнены из листового металла, закреплены на портале трубоукладчика болтами для обеспечения легкого снятия и ремонта. На разрабатываемом трубоукладчике имеется две рамы, верхняя – стреловая и нижняя – грузовая.

2.1 Особенности конструкции рам

Раму лебедок на базовом трубоукладчике изготавливались методом литья, что существенно утяжеляло их конструкцию. На данном разрабатываемом трубоукладчике используется сварная конструкция из листового металла. Такая конструкция по сравнению с литой будет существенно меньше по массе.

Несущая конструкция рам соответствует техническим требованиям по РД 36-62-2000. РД 36-62-2000 руководящий нормативный документ устанавливающий общие технические требования к изготовлению грузоподъемных машин, предназначенных для монтажных, строительных и погрузочно-разгрузочных работ. Данный руководящий нормативный документ устанавливает общие требования к изготовлению, приемке, испытаниям,

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

комплектации, консервации и транспортировке грузоподъемных машин [10]. Так же учитывает вид климатического исполнения – У ГОСТ 15150 [11]. Этот нормативный документ разработан с учетом требований: правил устройства и безопасности эксплуатации кранов-трубоукладчиков (ПБ 10-157-97). Настоящие правила разработаны в соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и обязательны для всех организаций независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности[12]. Проектирование кранов трубоукладчиков, предназначенных для эксплуатации в районах с рабочей температурой до минус 40 С, должно осуществляться в исполнении У1 [11]. Данные требования ГОСТа учтены в разработке данной конструкции.

Проектируемые рамы выполнены из листового металла. Специально под лебедки фирмы ZOLLERN были спроектированы две рамы, в соответствии с размерами лебедок. Узел делится на две части – грузовую и стреловую рамы. Методом газовой резки были вырезаны детали, впоследствии чего в определенной последовательности сварены между собой. Сварка производилась по ГОСТ 14771-76 дуговая сварка в защитном газе [13]. Контроль качества швов сварных соединений металлоконструкций должен производиться следующим способом:

- визуальным контролем и измерениями;
- механическими испытаниями контрольных образцов;
- ультразвуковым контролем;
- испытанием швов на непроницаемость.

Механическая обработка деталей должна выполняться по размерам, предельных отклонений и с шероховатостью поверхности, указанным в чертежах. Предельные отклонения размеров низкой точности для отверстий (охватывающих) по Н14, валов (охватываемых) – по h14. На обработанных поверхностях деталей не допускаются надрезы, забоины, задиры и другие механические повреждения, снижающие прочность и долговечность деталей.

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		42

Приемка металлоконструкций должна производиться отделом технического контроля в соответствии с порядком, установленным предприятием.

Материал, применяемый для рам лебедок 09Г2С – сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций. Механические свойства металла Лист, ГОСТ 5520-79, предел кратковременной текучести $\sigma_B = 430-490$ МПа, предел текучести для остаточной деформации $\sigma_T = 265-345$ МПа. Свариваемость без ограничений – сварка производится без подогрева и без последующей термообработки [14].

Расшифровка марки применяемой марки стали 09Г2С – количество углерода 0,09%, марганца 2%, кремния менее 1%. Низколегированная сталь.

Особенности применяемой марки стали 09Г2С – повышенная механическая прочность стойкость к температурным воздействиям, а так же возможность проведения закалки и отпуска. Способность переносить воздействие отрицательных температур. Высокие прочностные характеристики. Низкие затраты на выполнение монтажных работ.

2.2 Предполагаемая компоновка

Формы рам выбраны при компьютерном моделировании специально под лебедки фирмы ZOLLERN, соответственно размеры рам исходят от размеров лебедок. Основными размерами рам является, монтажная длина лебедки, посадочный диаметр крепления лебедки, габаритные размеры. Исходя из этого, были скомпонованы рамы грузовой и стреловой лебедок. Малые габариты рам позволяют увеличить обзорность для машиниста трубоукладчика. Рамы располагаются друг на друге, в связи с этим занимают меньше места на портале трубоукладчика. Сварные конструкции рам лебедок легче литых конструкций рам, что уменьшает смещение в сторону противовеса от центра масс. Рамы крепятся друг к другу высокопрочными болтами, так же блок рам крепиться к portalу трубоукладчика. Это обусловлено тем, что рамы воспринимают большую

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

нагрузку со стороны груза и стрелы. На раму стреловой лебедки приходится нагрузка в 20 тонн.

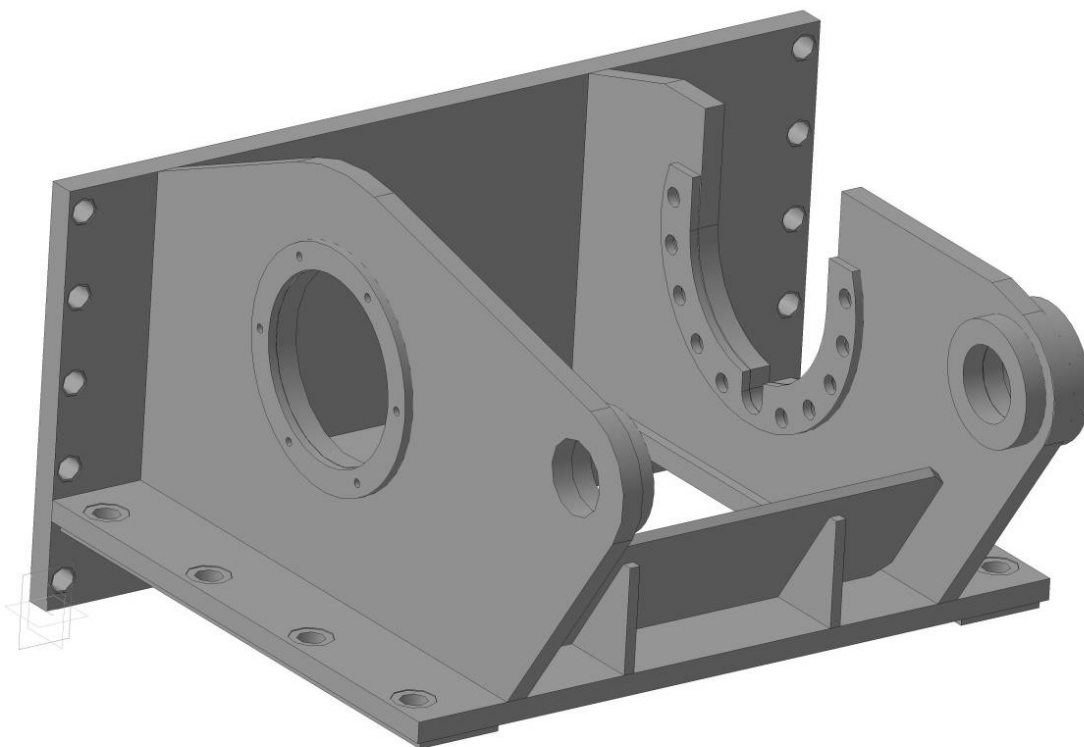


Рисунок 2.1 – Предполагаемая компоновка верхней рамы стреловой лебедки

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

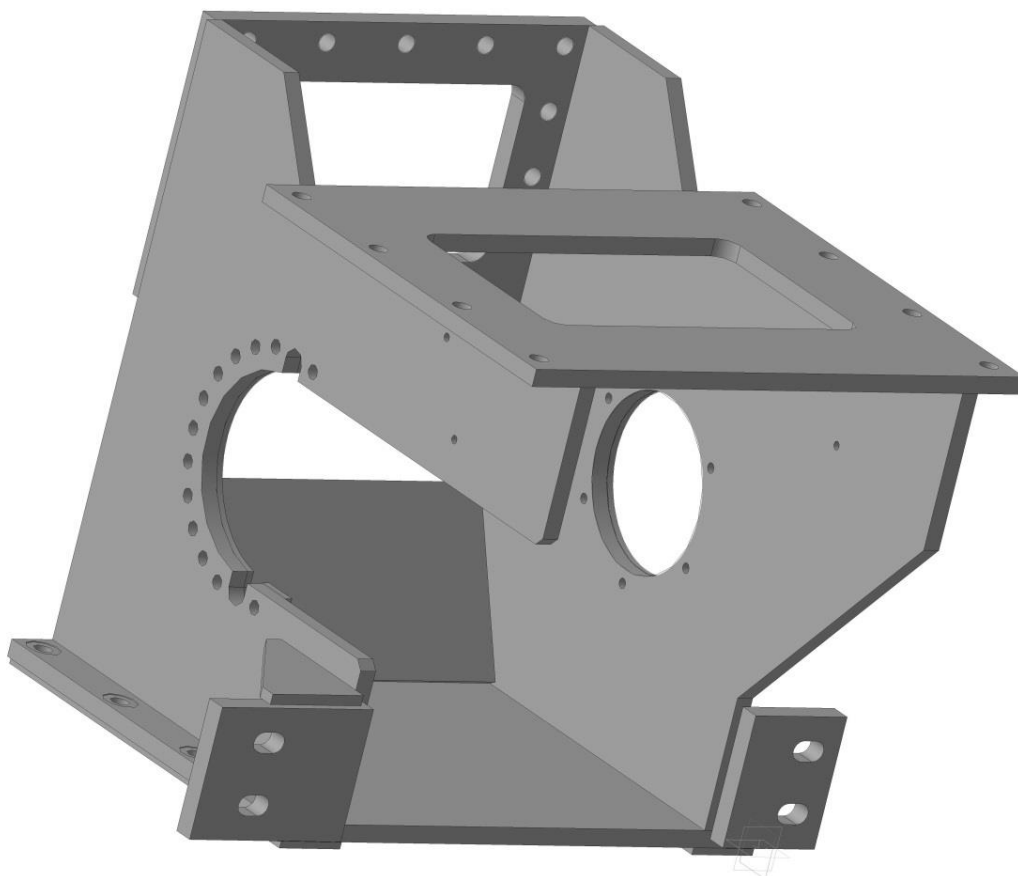


Рисунок 2.2 – Предполагаемая компоновка нижней рамы грузовой лебедки

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

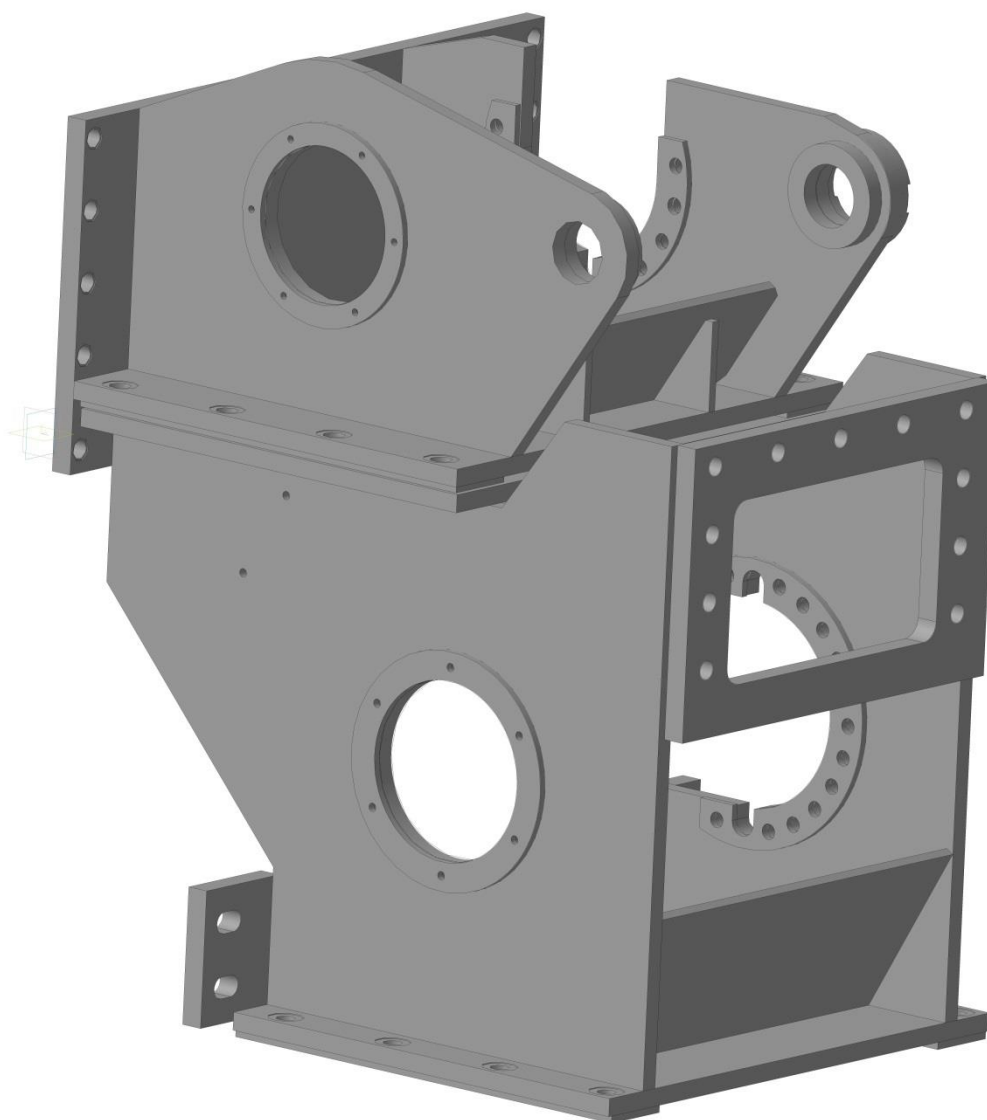


Рисунок 2.3 – Предполагаемая компоновка всего узла

Вывод по разделу два

Разрабатываемые, в данной выпускной квалификационной работе рамы грузоподъемного оборудования по сравнению с аналоговыми рамами применяемыми на кранах-трубоукладчиках имеют меньшую массу и большую прочность. Подобранный материал с механические свойства позволяет выдерживать нагрузки с запасом прочности, так же выбранный материал соответствует широкому диапазону климатических условий, что немаловажно для

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

данной конструкции и трактора в целом. Так же форма и геометрические показатели разрабатываемых рам улучшают обзорность для машиниста трубоукладчика. Разъемная конструкция позволяет монтировать и демонтировать их в полевых условиях.

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

3 РАСЧЕТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ

В третьем разделе будут проведены расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции, так же будет проведен анализ по снижению массы конструкции путем замены материала с более высоким пределом текучести. Расчеты производились в программе SolidWorks пакетом Cosmos/Works. Материал применяемый для расчета 09Г2С с основными показателями: удельный вес 09Г2С – $7,85 \text{ г/см}^3$, предел текучести $\sigma = 320 \text{ МПа}$, предел прочности $\sigma_B = 430 \text{ МПа}$.

Для расчета необходимо рассчитать нагрузку приходящую на рамы лебедок. Для данного расчета рассмотрим случай когда стрела с грузом опущена максимально вниз, при таком режиме мы определим самые максимальные значения нагружения. Итак, рассмотрим кран трубоукладчик с грузом на максимальном вылете стрелы. Из грузовой характеристики трубоукладчика (Рисунок 3.1) видно, что на максимальном вылете стрелы, грузоподъемность трубоукладчика составляет 3,5 тонн.

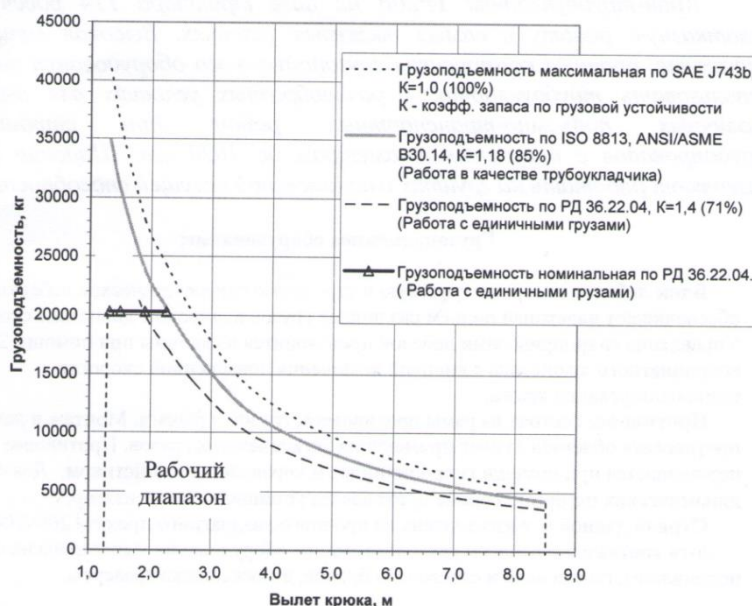


Рисунок 3.1 – Грузовая характеристика крана-трубоукладчика ТР20В

Для расчета принимаем вес груза равный 3,5 тонны.

Составим схему крана-трубоукладчика по которой определим нагрузку действующую на рамы лебедок.

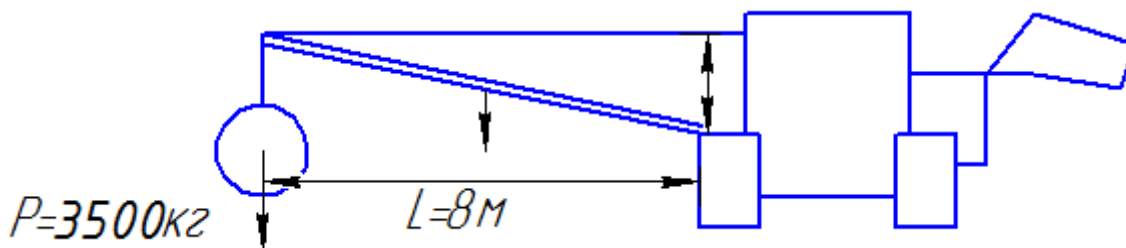


Рисунок 3.2 – Расчетная схема

Из расчетной схемы определим нагрузку которая действует на рамы лебедок, учитывая массу стрелы. Масса стрелы составляет 1698 кг.

$$P = \frac{(P_g + M_c) \cdot L}{l} \quad (3.1)$$

где P_g – вес груза;

M_c – вес стрелы;

L – плечо на которое опущен груз;

l – плечо между плетью канатов и грузовой стрелой.

$$P = \frac{(3500 + 1698) \cdot 8}{2} = 20000 \text{ кг.}$$

Из расчета нагрузки на рамы лебедок следует что нагрузка на стреловую раму по 10 тонн на каждую боковину, нагрузка на стреловую раму по 3,5 тонны на каждую боковину.

3.1 Расчет прочности конструкции рам

Основы расчетов на прочность и жесткость элементов конструкций составляют часть науки о сопротивлении материалов. Сопротивление материалов – это наука о надежности и экономичности элементов конструкции, деталей машин, приборов и механизмов.

Цель данного раздела овладение методами анализа и расчета элементов конструкции, сопротивляющимся простейшим видам нагружения, которые обеспечат создание надежных и экономичных конструкций. Обеспечить надежное сопротивление элемента или конструкции в целом – означает обеспечить их прочность, жесткость, устойчивость и выносливость.

Прочность – способность тела сопротивляться внешним нагрузкам.

Жесткость – способность тела сопротивляться изменению своих размеров и формы под воздействием внешних нагрузок. (В отличие от теоретической механики в сопротивлении материалов рассматриваются деформируемые тела, то есть тела, которые изменяют свои размеры и форму под нагрузкой).

Устойчивость – способность тела под нагрузкой сохранять первоначальную форму устойчивого равновесия.

Выносливость – способность материала сопротивляться переменным силовым воздействиям длительное время.

Данный расчет конструкций рам будет производиться в программе SolidWorks. SolidWorks – это программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой сложности и назначения [15].

Расчет на прочность будет производиться методом конечных элементов. Метод конечных элементов в последнее десятилетие получил очень широкое распространение и стал одним из основных методов расчета конструкций. Это обусловлено универсальностью подхода, лежащего в основе МКЭ,

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

закключающегося в представлении геометрии любого деформируемого тела в виде совокупности элементов простейшей формы: треугольной, четырехугольной и др.

В данной выпускной квалификационной работе были использованы первая группа программ конечно - элементного анализа «Cosmos/Works» , встраиваемые на уровне меню в известные пакеты САПР - SolidWorks, располагающие необходимым инструментарием для быстрого расчета (экспресс анализ) элементов или сборочных единиц непосредственно в среде их разработки [15]. Для удобства пользования при этом реализуется алгоритмы автоматизированного разбиения конструкции на конечные элементы, интуитивно понятные схемы назначения граничных условий и приложения нагрузок. Программа «Cosmos/Works» позволяет выполнять линейный и нелинейный прочностной анализы при статическом нагружении. Определять собственные формы колебаний, производить динамический и частотный, тепловой и термопрочностной анализы конструкции, в том числе при случайном характере нагрузок, осуществлять расчет на общую и упругую местную устойчивость, оптимизировать параметры конструкции при заданной системе ограничений.

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

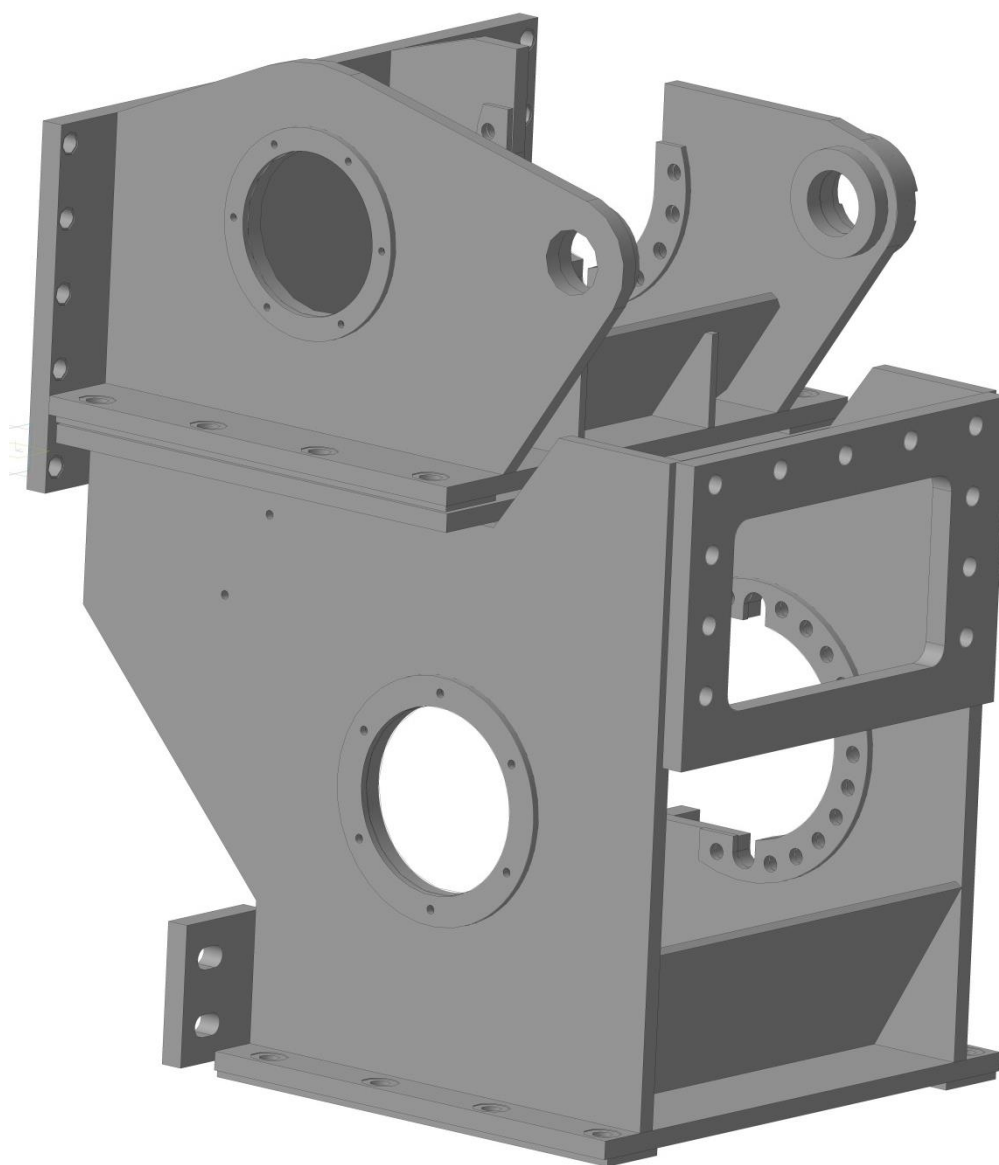


Рисунок 3.3 – Конструкция рам в сборе

Несмотря на указанные достоинства, программы данной группы имеют ограниченный набор возможностей для создания и расчета моделей с усложненными свойствами по функциональным схемам, граничным условиям, нагрузкам, геометрическим особенностям и др. Так как конструкция имеет сложную геометрическую форму, большое количество отверстий, множество стыков и соединений, было принято решение об упрощении конструкции. В геометрии построения рам грузовой и стреловой лебедок были скрыты, следующие

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

элементы, препятствующие удовлетворению требуемых условий для работы с программой конечно-элементного анализа «Cosmos/Works»:

- отверстия для крепления узла к порталу грузоподъемного оборудования и противовесу трубоукладчика;
- отверстия для крепления грузовой и стреловой лебедок.

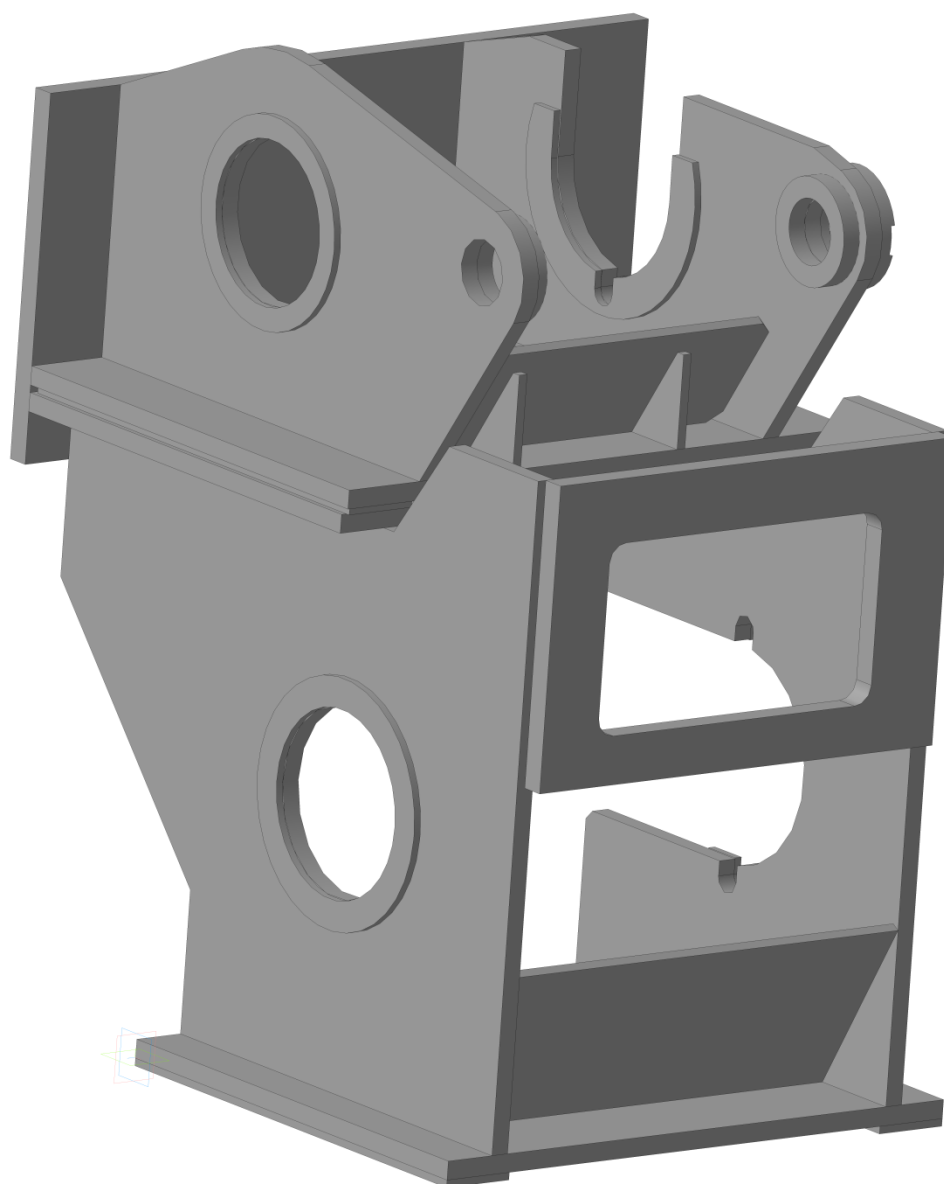


Рисунок 3.4 – Упрощенная конструкция

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Объемная конструкция была произведена в программе SolidWorks, и полностью соответствует геометрическим показателям рам лебедек. Общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение булевых операций (объединения, вычитания и пересечения) над объемными элементами (сферами, призмами, цилиндрами, конусами, пирамидами и т.д.).

Перед созданием эскиза выбирается в «Дереве» построения детали нужную плоскость относительно которой будет проводится булева операция (выдавливание). Как правило, эскиз представляет собой сечение объемного элемента. Реже эскиз является траекторией перемещения другого эскиза-сечения. Для создания объемного элемента подходит не любое изображение в эскизе, оно должно подчиняться основному правилу. Контур в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек.

Для создания основания детали в виде элемента выдавливания вызывается из меню «Операции» команду «Операция выдавливания» или нажимается кнопка «Операция выдавливания» на инструментальной панели. В миллиметрах вводится проектный параметр выдавливания детали по контуру эскиза. Этот размер на данном этапе моделирования будет являться толщиной листа металла. Полученную трехмерным выдавливанием деталь можно вращать, перемещать в пространстве

Эскиз добавляемого к детали или вычитаемого из детали формообразующего элемента может быть расположен не только в проекционной или вспомогательной плоскости, но и на плоской грани самой детали. Для создания эскиза на плоской грани выделяется эта грань и вызывается команда «новый эскиз». Если выделенная грань – не плоская или выделено несколько граней (плоскостей), то команда создания нового эскиза недоступна. Система перейдет в режим редактирования эскиза. При этом в эскизе появятся фантомы всех ребер грани, на которой этот эскиз строится. В ходе построения эскиза Вы

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		54

можете привязываться к этим фантомам так же, как к обычным графическим примитивам.

При выходе из режима редактирования эскиза фантомы ребер грани исчезают, при выполнении операции они не учитываются. Далее процесс построения проходит по аналогичной схеме.

После выполнения геометрии рам лебедок трубоукладчика выполняется статический расчет на прочность методом конечных элементов.

1) После выполнения геометрии конструкции запускаем пакет Cosmos/Works и выбираем тип анализа. В данном случае статический расчет, далее дается имя расчету.

2) Второй шаг выполнения расчета – выбор материала конструкции. В панели инструментов Cosmos/Works выбираем материал конструкции 09Г2С, в связи с тем что может не обнаружиться данного материала нужно рассмотреть его аналоги.

3) Третий шаг на пути к расчету – это закрепление конструкции.

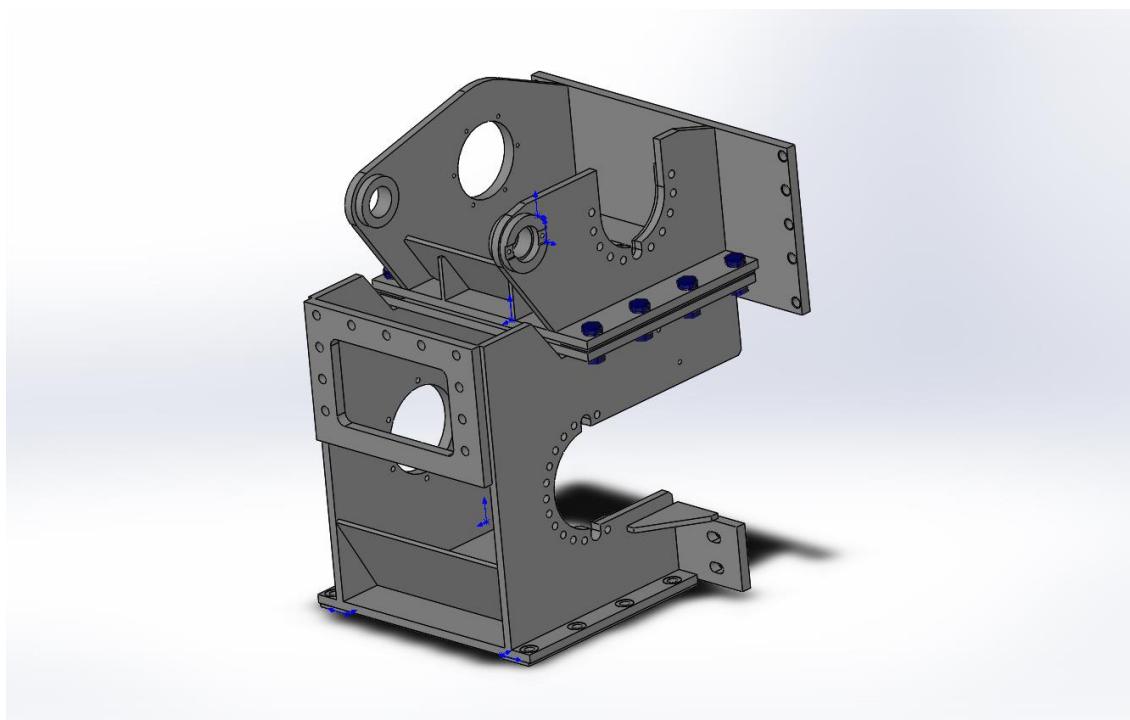


Рисунок 3.5 – Закрепление верхней и нижней рамы между собой

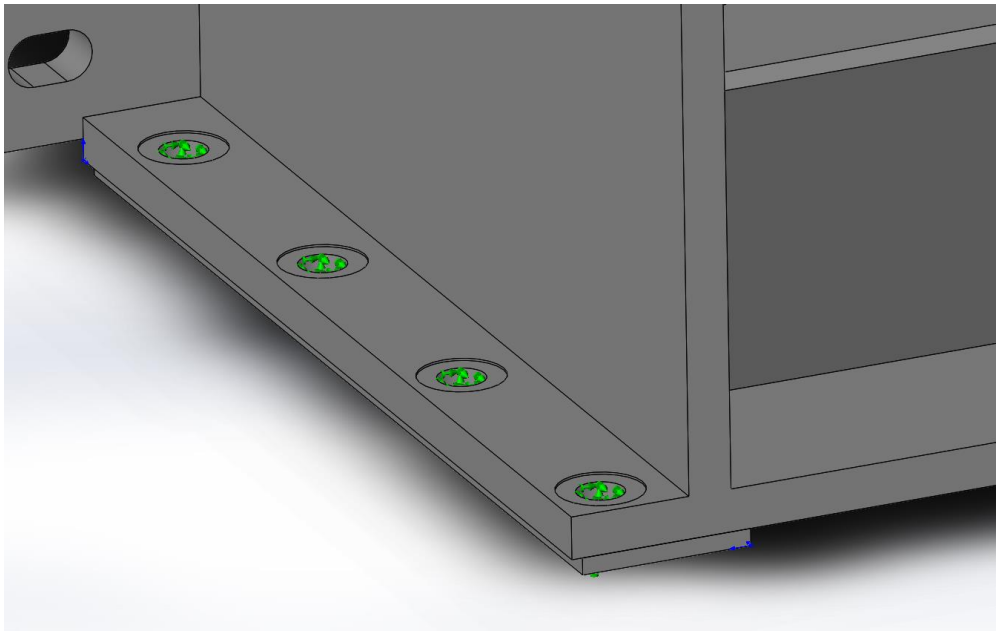


Рисунок 3.6 – Крепление нижней части рамы

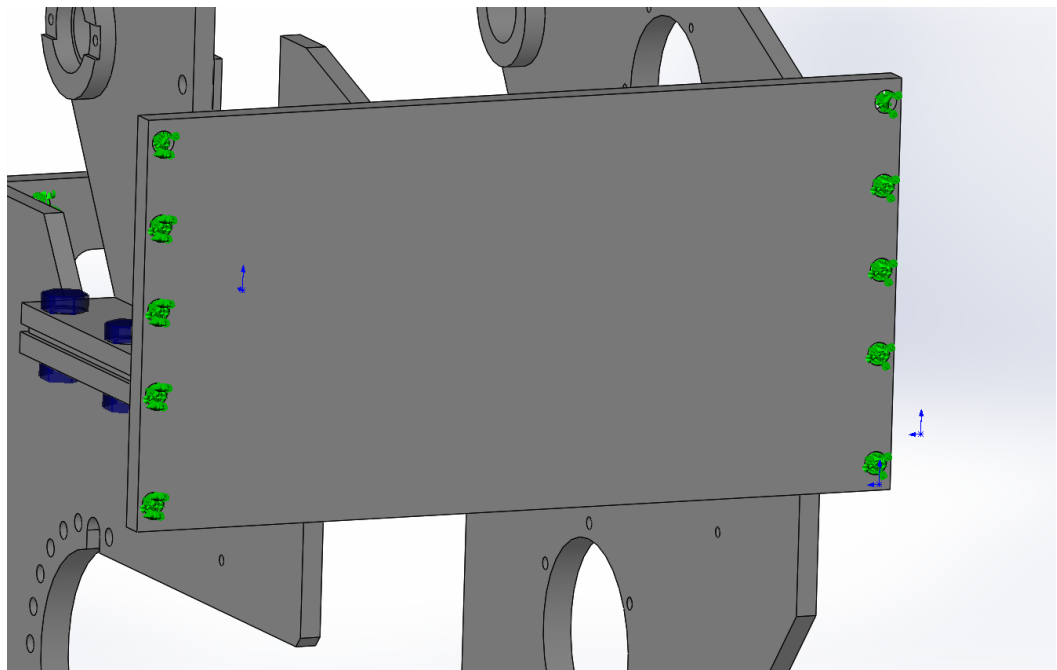


Рисунок 3.7 – Крепление плиты верхней рамы

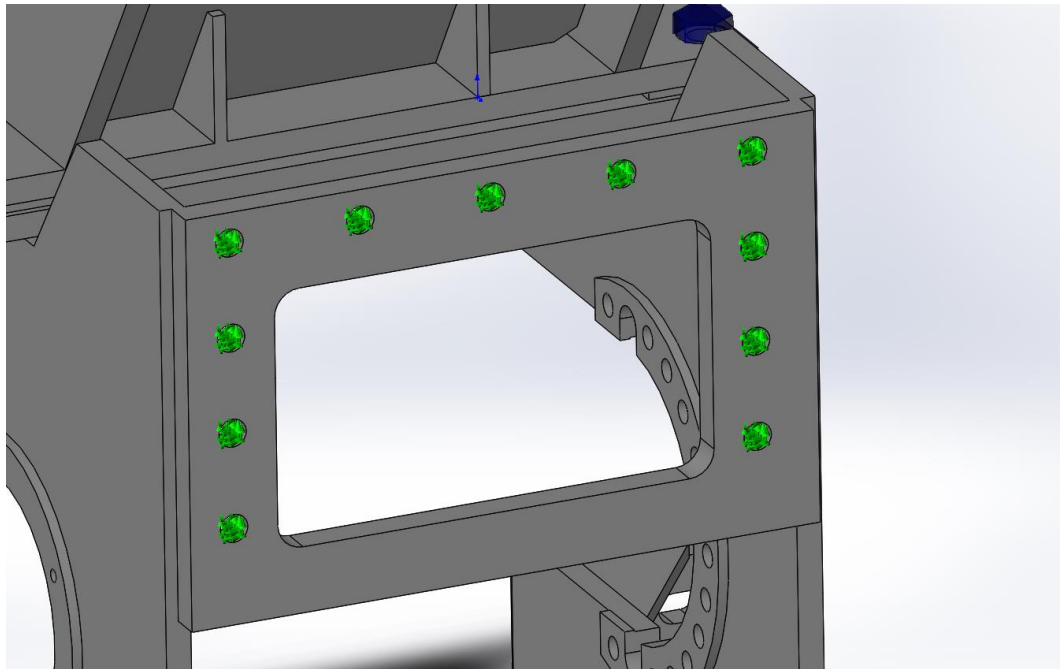


Рисунок 3.8 – Крепление фланца трубы со стороны портала

4) Далее в упрощенной модели выбираем тип нагружения и направление.

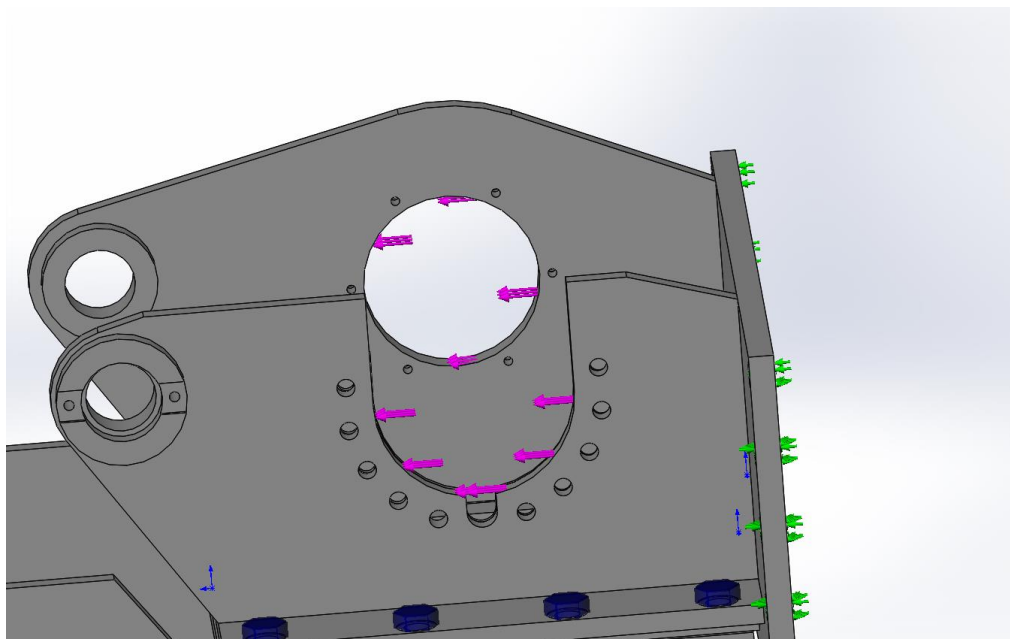


Рисунок 3.9 – Нагрузка на верхнюю раму

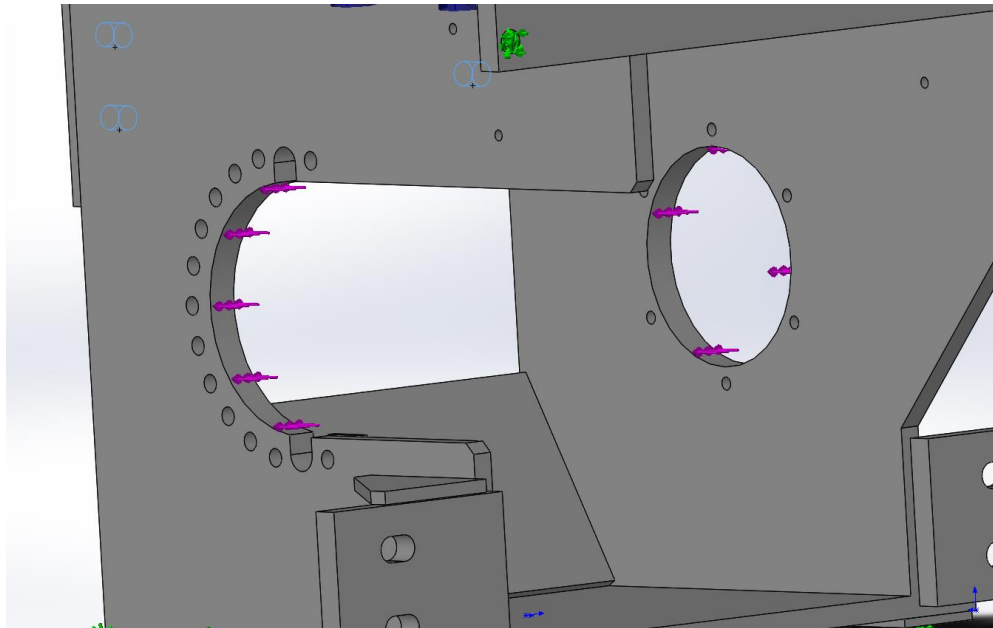


Рисунок 3.10 – Нагрузка на нижнюю раму

5) После выбранной нагрузки на панели симуляции выбираем команду разбиение на конечные элементы, сетку конечных элементов. В диалоговом окне указываем количество и размеры конечных элементов. Этот факт влияет на точность проведения расчета.

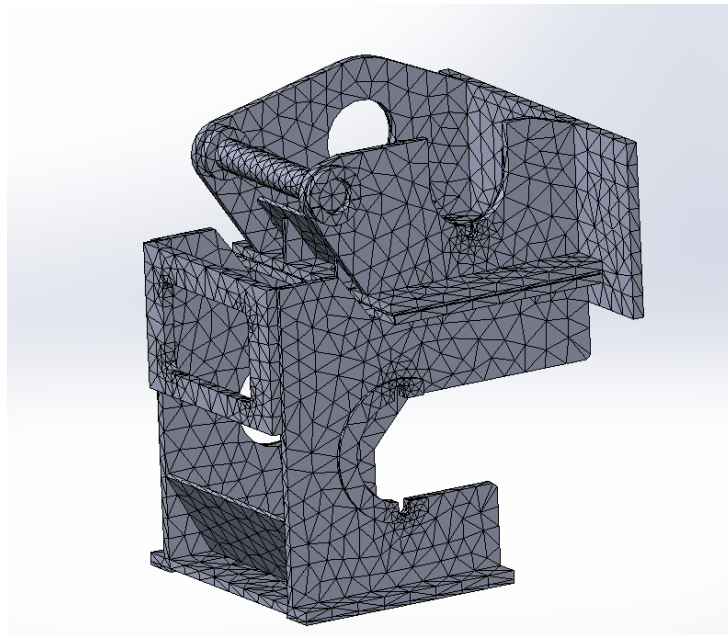


Рисунок 3.11 – Сетка конечных элементов

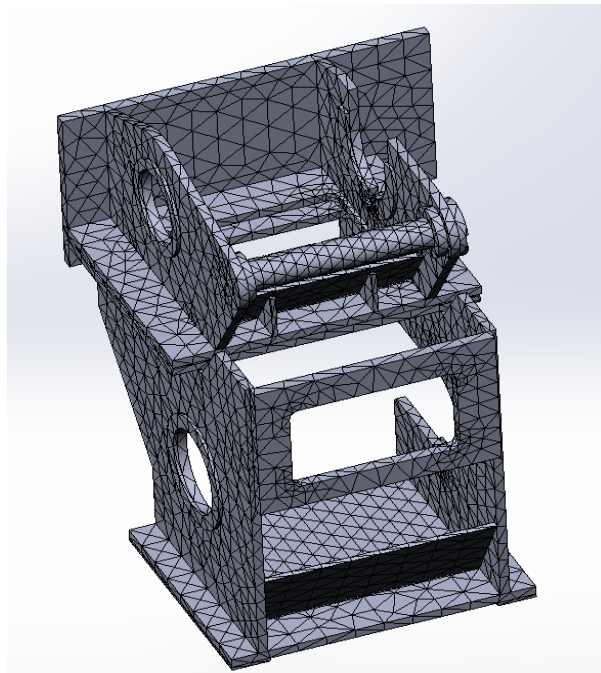


Рисунок 3.12 – Сетка конечных элементов

б) Далее после последовательно проделанных операций запускаем анализ конструкции. Программа производит расчет и выводит на панели инструментов некоторые варианты анализов конструкции. Эквивалентные напряжения по критерию von Misesa, указывает в тех местах в которых максимальные напряжения.

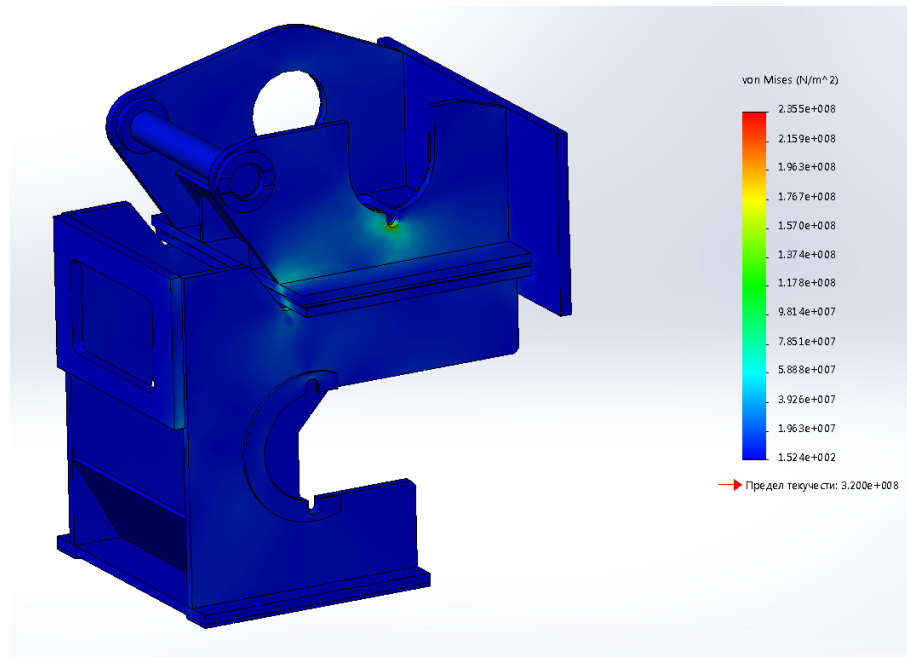


Рисунок 3.13 – Эпюра эквивалентные напряжения

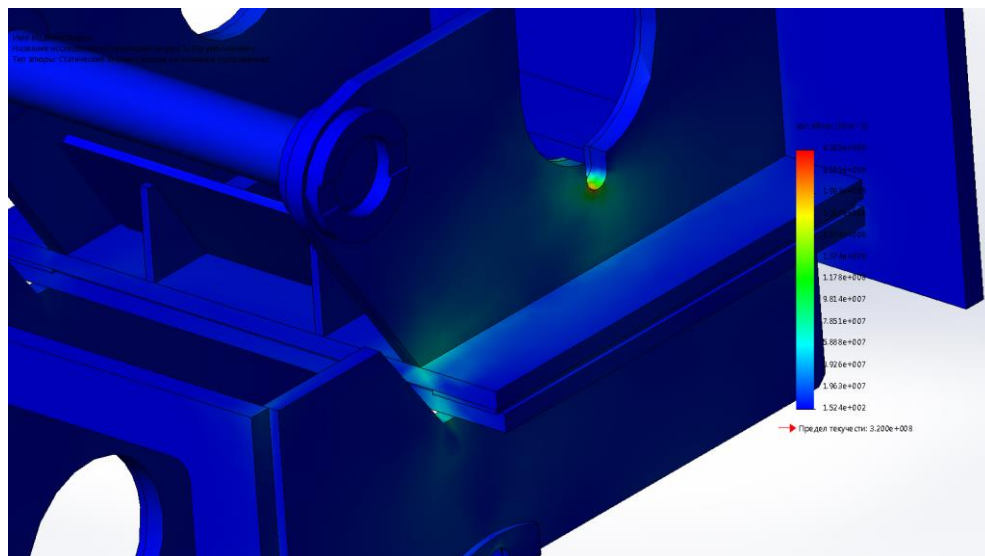


Рисунок 3.14 – Эпюра эквивалентные напряжения, участки в которых создаются напряжения от нагрузки

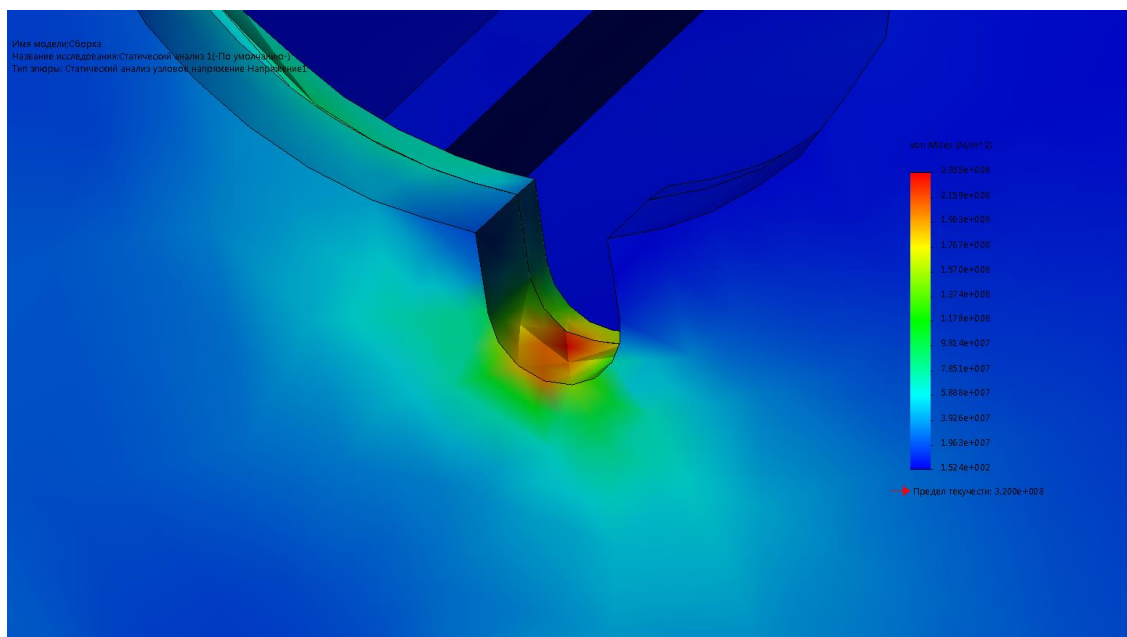


Рисунок 3.15 – эпюра эквивалентных напряжений, участок максимальных эквивалентных напряжений

Проанализировав эквивалентные напряжения создающиеся в конструкции от нагрузки видно что максимальные напряжения создаются в пазу под гидросистему лебедки. Так как производился упрощенный расчет без установленных на рамы лебедок, позволяет убедиться в прочности конструкции в целом. Запас прочности конструкции рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\max}} \quad (3.2)$$

где σ_T – предел текучести МПа; σ_{\max} – максимальный предел текучести.

$$n = \frac{320}{235.5} \approx 1,4$$

7) Далее определяется зона статических перемещений от нагрузки в конструкции. В данной конструкции перемещения составляют 2 мм. Они возникают в одной из боковин верхней рамы стреловой лебедки. Это обуславливается формой боковины.

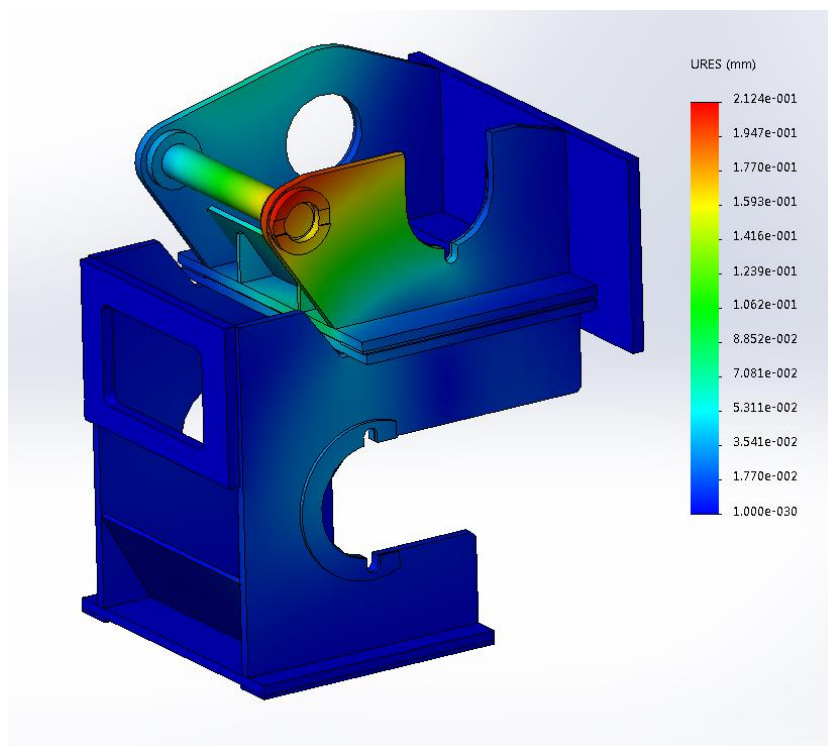


Рисунок 3.16 – Зона статических перемещений от нагрузки

8) Следующий анализ показывает запас прочности конструкции. Статический анализ показывает запас прочности конструкции и зоны в которых запас прочности наиболее высокий. Из расчета на прочность видно, что минимальный коэффициент запаса составляет 1,4, как и рассчитанный коэффициент из расчета на эквивалентные напряжения.

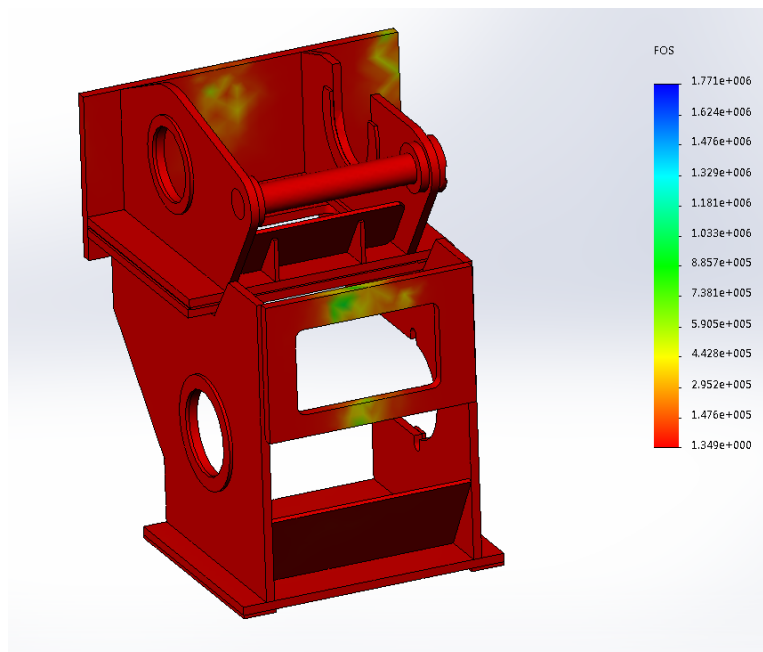


Рисунок 3.17 – Эпюра запаса прочности

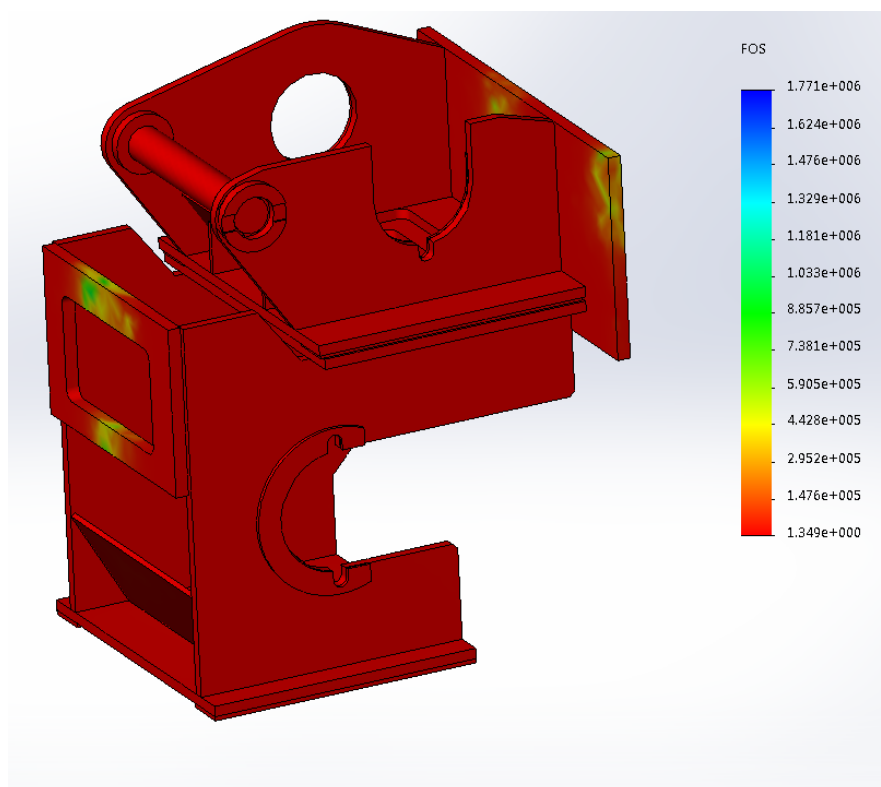


Рисунок 3.18 – Эпюра запаса прочности

Вывод из анализа конструкции на прочность: анализ на прочность показал что в целом конструкция при выбранном материале соответствует всем

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

стандартам и выдерживает нагрузки с запасом прочности равном 1,4, участок максимальных эквивалентных напряжений очень мал и при установке на рамы лебедок будет локализован. Перемещение от нагрузки в конструкции в пределах нормы и составляет 2 мм. Запас прочности конструкции в целом достаточно высокий, что позволит конструкции долгое время работать без каких либо поломок.

3.2 Расчет снижения массы рам

Снижение массы конструкции можно добиться несколькими способами:

- 1) Применением рациональных профилей элементов, обладающих наибольшей жесткостью при наименьшей площади сечения;
- 2) Применением сталей повышенной прочности.

В данном подразделе произведем расчет снижения массы конструкции способом применения сталей повышенной прочности. Проанализируем на сколько процентов можно снизить вес конструкции и проанализируем экономическую сторону снижения веса.

Оценку возможного снижения веса можно произвести переходом с обычной стали на высокопрочную. Для упрощения расчета применим одно допущение, что толщина листов конструкции одинакова $t = 15$ мм. Высокопрочная сталь выбирается из линейки новой стали марки RUUKKI Optim – Optim 500MC предел текучести которой составляет 500 МПа. Возможную новую толщину t_2 металла при переходе с обычной стали на высокопрочную можно оценить как:

$$t_2 = t_1 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_1}{\sigma_2}} \quad (3.3)$$

где t_1 – первоначальная толщина листа;

σ_1 - предел текучести первоначальной стали;

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

σ_2 - предел текучести высокопрочной стали.

$$t_2 = 15 \cdot \sqrt{\frac{320}{500}} = 12 \text{ мм, толщина высокопрочной стали.}$$

Толщина листа при применении высокопрочной стали Optima 500 MC с пределом текучести 500 МПа уменьшилась на 3 мм., исходя из этого масса всей конструкции снизилась примерно на 10%. Снижение массы составляет 102 кг, что незначительно влияет на показатели машины в целом. С экономической точки зрения сравнивая цены металлов будет видно что применяемый материал 09Г2С будет существенно дешевле чем материал марки RUUKKI, следовательно, применение другого материала не имеет смысла, так как увеличивает стоимость разрабатываемой конструкции.

Выводы по разделу три

В данном разделе выпускной квалификационной работе произведен расчет на прочность и долговечность конструкции рам лебедок крана-трубоукладчика. Расчет на прочность показал, что конструкция при выбранном материале 09Г2С и геометрических размерах рамы с легкостью воспринимает заданные нагрузки с хорошим запасом прочности. Из этого следует вывод о том что конструкция работоспособна и может применяться на кране-трубоукладчике. Так же произведен расчет на снижения массы конструкции, из данного расчета следует что снижение массы конструкции увеличивает ее стоимость, что приводит к повышению стоимости всей машины. Снижение массы составило 10%, что не существенно сказывается на данной конструкции.

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Введение

В машиностроении стадия технологической обработки, наряду с разработкой конструкторской документации являются наиболее важными составляющими производства. К современным технологиям предъявляют всё более и более жёсткие требования как в сфере повышения качества и сокращения времени обработки, так и в сфере наиболее экономичного расходования материалов. Сочетание всех этих требований является залогом того, что изделие полностью воплотит в себе те параметры, которые заложил в неё конструктор [16].

Тенденции развития машиностроения в последние десятилетия приводят к созданию автоматизированных линий и цехов, внедрение высокоточного оборудования с программным управлением. Повышаются также требования к квалификации персонала.

Одной из основных задач технологии является экономное расходование материалов, а одним из основных направлений для достижения этой цели можно считать правильный выбор формы исходной заготовки с наименьшими затратами на её дальнейшую обработку.

Правильный выбор технологического процесса также является важным фактором на пути создания детали, отвечающей всем требованиям конструкторской документации, с наименьшим количеством технологических переходов, времени и затрат энергии, затрачиваемых на её изготовление [17].

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

4.2 Описание детали и ее назначения

Деталь изображена на рисунке 4.1.

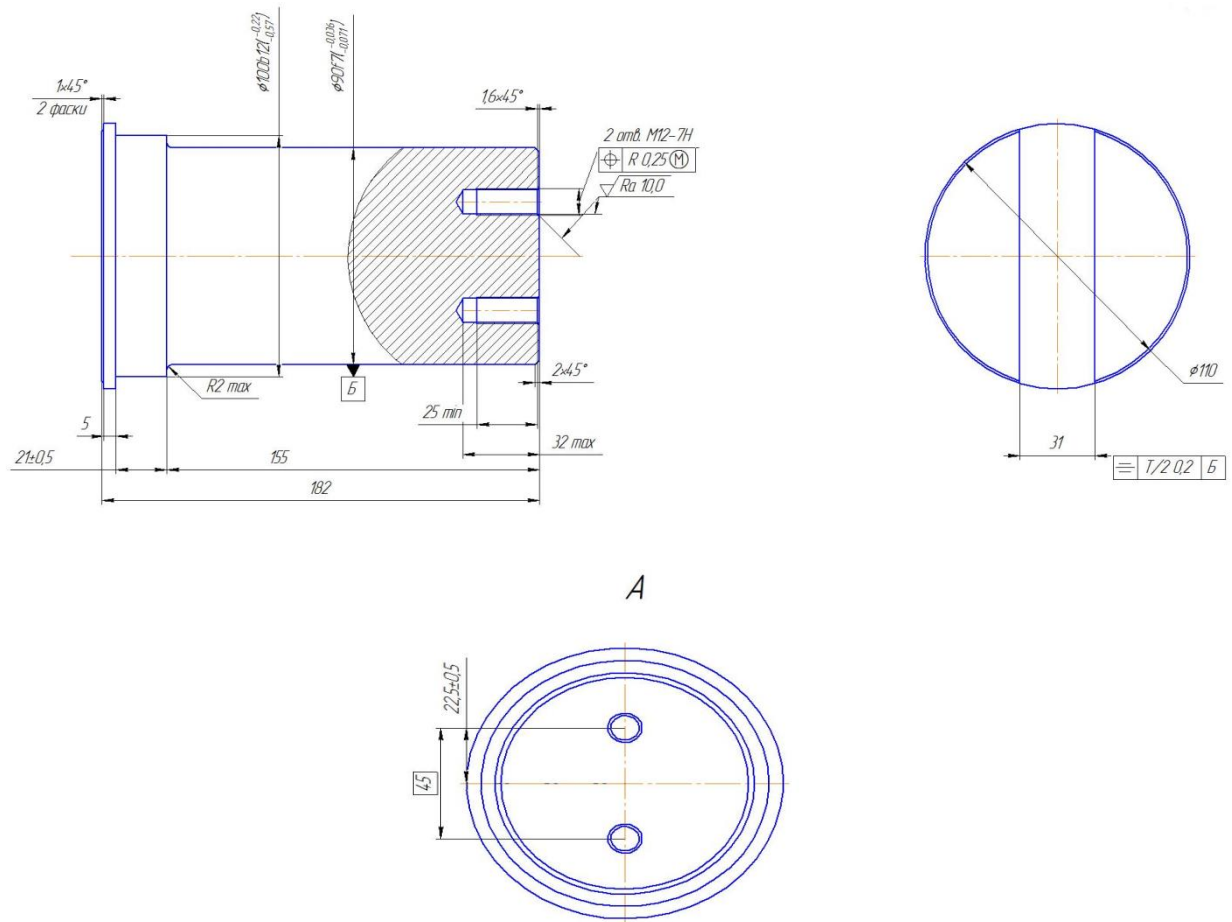


Рисунок 4.1 – Ось блока траверса трубоукладчика ТР20В

Формообразование детали целесообразно перенести на заготовительную стадию, тем самым это позволит снизить расход металла и уменьшить долю затрат на механическую обработку в себестоимости готовой детали. Для заготовки выбирается круглый прокат диаметром 115 мм, из стали 45Х ГОСТ 4543-16 [18].

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Конфигурация детали диктует следующий порядок обработки заготовки:

000 – заготовительная

005 – отрезная

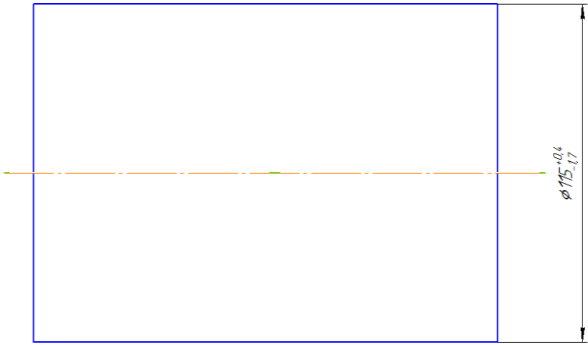
010 – токарная с ЧПУ (2 установка)

015 – фрезерная

020 – фрезерная

В таблице 4.1 представлен технологический процесс изготовления детали «Ось блока траверса».

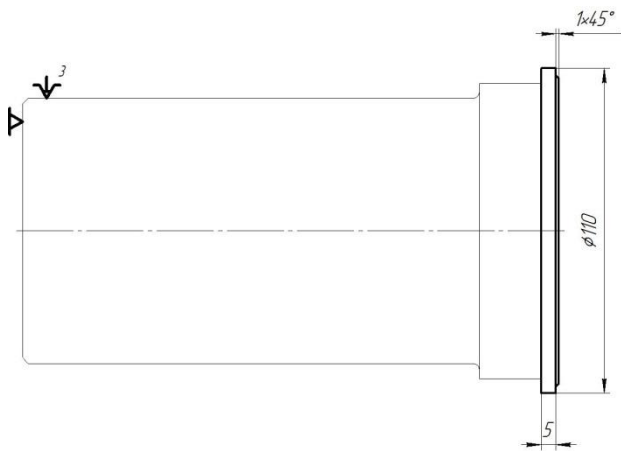
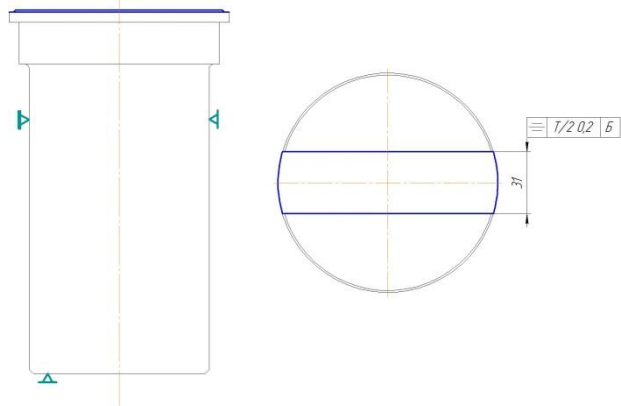
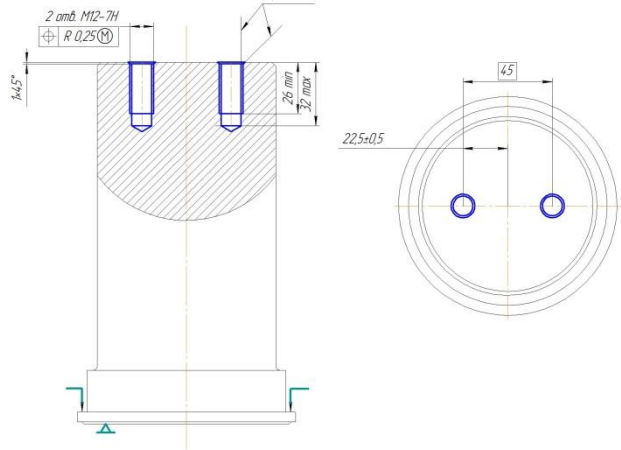
Таблица 4.1 – Технологический процесс изготовления детали «Ось»

Операция	Эскиз обработки детали	Инструмент
000 – заготовительная (прокат)		Прокатный стан

Продолжение таблицы 4.1

Операция	Эскиз обработки детали	Инструмент
005 – отрезная		Станок ножовочно- отрезной модель 8725 [19]
010 – токарная с ЧПУ (2 установка)	1 установ 	Станок токарный патронно- центровой с ЧПУ 16К20Ф3 [20]

Окончание таблицы 4.1

	<p>2 установ</p> 	
<p>015- фрезерная с ЧПУ</p>		<p>Станок фрезерный широкоуниверса льный с ЧПУ 67К25ПФ2 [21]</p>
<p>020- фрезерная с ЧПУ</p>		<p>Станок фрезерный широкоуниверса льный с ЧПУ 67К25ПФ2 [21]</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР

Лист

70

Выбор режущего инструмента для каждой из операции технологического процесса:

Токарная обработка – токарный резец. Тип токарного резца выбирают в зависимости от формы обрабатываемой поверхности. Выбранный тип резца – проходной упорный. Далее выбираем инструментальный материал и соответствующие параметры угловой геометрии инструмента. Материал режущей части инструмента выбирается в зависимости от вида точения и материала заготовки. Материал режущей кромки для обработки выбранной детали принимаем Т14К8. Основные углы и радиусы при вершине проходных резцов с пластинами из твердого сплава указаны на рисунке 4.2: $\gamma^\circ = 10 \dots 16$, $\alpha^\circ = 6 \dots 10$, $\varphi^\circ = 45 \dots 60$, $\lambda^\circ = 0 \dots 5$, $r = 0,5 \dots 1,5$ мм. ГОСТ 18879-73 Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава [22]. Конструкция и размеры.

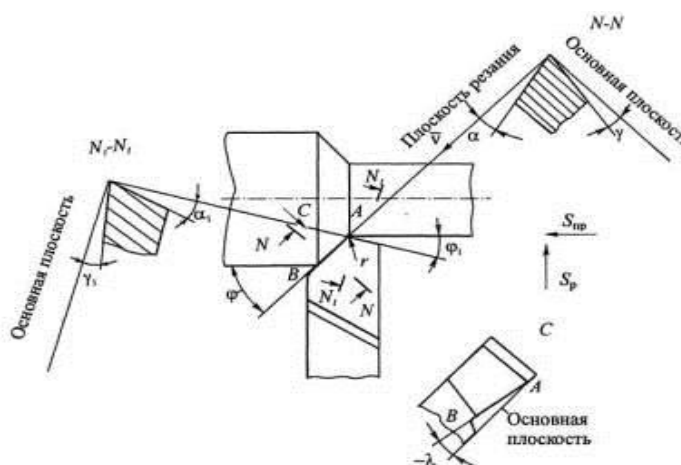


Рисунок 4.2 – Основные углы и размеры проходного резца

Фрезеровка паза – дисковая фреза. Фрезеровка паза будет осуществляться дисковой пазовой затылованной фрезой. На рисунке 4.3 приведены основные размеры фрез. ГОСТ 8543-71 фрезы пазовые затылованные [23].

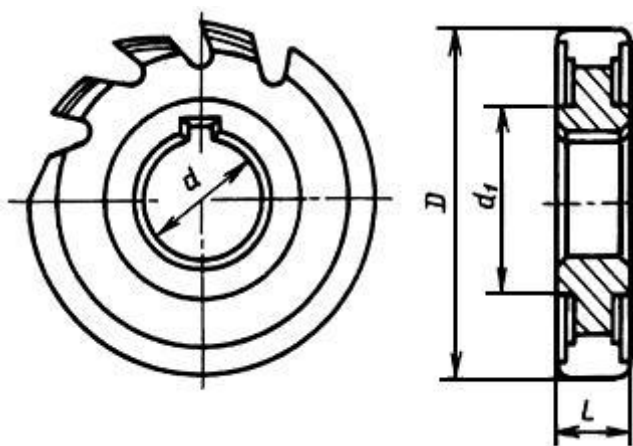


Рисунок 4.3 – Фрезы пазовые затылованные

Фрезерование резьбовых отверстий – резьбовой фрезой. Фрезерование резьбовых отверстий производится на фрезерном станке с ЧПУ резьбовой фрезой. На рисунке 4.4 изображены резьбовые фрезы для фрезерования резьбовых отверстий в сплошном металле [24]. ГОСТ 9150-81 метрические резьбы. Нарезание резьб, виды абразивных материалов.

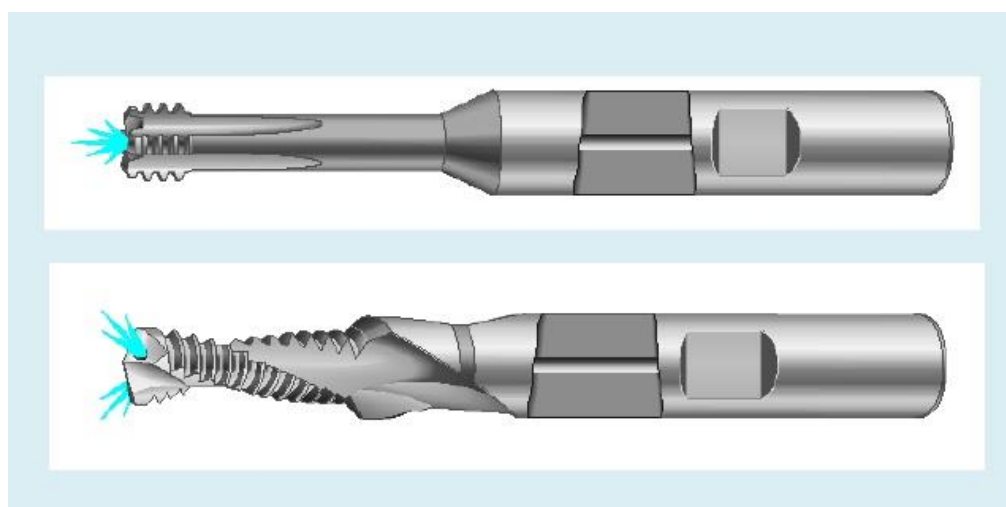


Рисунок 4.4 – Резьбовые фрезы

Выводы по разделу четыре

Представленный маршрутно-операционный технологический процесс обеспечивает выполнение всех требований конструкторской документации за счет выполнения принципов совмещения баз и определенности базирования.

5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

5.1 Организационный раздел

Экономическая часть выпускной квалификационной работы является не менее важной, чем конструкторская или технологическая. В ней проводится анализ целесообразности производства проектируемого изделия, с точки зрения экономической эффективности. В условиях рыночных отношений и конкурентной борьбы между производителями, необходимо учитывать рентабельность производства, единовременные и текущие затраты, экономический эффект, срок окупаемости капитальных вложений и т. д. Без учёта экономических параметров нельзя приступать к производству изделия, потому что оно может оказаться невыгодным для предприятия и привести к его разорению [25].

В последнее время роль экономического анализа постоянно повышается, так как в нашей стране установилась система рыночных отношений, и при выходе на мировой рынок нужно стремиться к тому, чтобы, не уступая в качестве изделий, оно было дешевле в производстве и эксплуатации, нежели аналоги в других странах.

Планирование и управление различными комплексами работ предполагают использование моделей (графиков) проектов или разработок, достаточно полно отражающих в той или иной форме взаимосвязи и характеристики работ, которые предстоит выполнить. Традиционные методы планирования предполагают использование простейших моделей типа ленточных план-графиков Ганнта, которые позволяют отразить календарные сроки начала и окончания каждого вида работы и длительность цикла выполнения всего комплекса работ. Ленточные графики составляют в пределах заданного, а не расчетного срока выполнения всего комплекса работ. На основании ленточного графика бюро планирования составляет рабочие планы – графики работы подразделений предприятия. Руководители подразделений составляют задания исполнителям с указанием

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

сроков начала и окончания работ. Этот план-график мы и будем использовать в качестве плана, чтобы обеспечить организованное и своевременное выполнение работ по выпускной квалификационной работе.

При расчете трудоемкости и длительности этапов НИОКР могут быть приняты события и работы выпускной квалификационной работы. Расчет трудоемкости этапов НИОКР проводится на основе нормативной базы. Для расчета трудоемкости этапов НИОКР предлагаю воспользоваться методом экспертных оценок.

Этот метод можно использовать для определения трудоемкости этапов НИОКР, не имеющих аналогов. Так, для определения времени выполнения работы ($t_{ож}$) дается оптимистическая (t_{min}) и пессимистическая (t_{max}) оценка. Величину $t_{ож}$ определяют по формулам [25]:

$$t_{i-joж} = \frac{3t_{max} + 2t_{min}}{5}; \quad (5.1)$$

$$t_{i-joж} = 0,6t_{i-jmin} + 0,4t_{i-jmax}. \quad (5.2)$$

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

Таблица 5.1 План-график Гантта

№ п.п	Этапы работы	Исполнители		Продолжительность	Рабочие дни						
		Категория	Кол-во		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	...	85-90
1	Введение	Инженер	1	3							
2	Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений	Рук. темы Инженер	1 1	5							
3	Описание и обоснование выбранной конструкции	Рук. темы Инженер	1 1	30							
4	Разработка конструкторской документации	Рук. темы Инженер	1 1	15							
5	Расчеты подтверждающие работоспособность и надежность конструкции	Рук. темы Инженер	1 1	15							
6	Технологическая часть	Инженер	1	10							

Продолжение таблицы 5.1

7	Организационно-экономический раздел	Консультант Инженер	1 1	10	_____
8	Раздел БЖД	Консультант Инженер	1 1	10	_____
9	Заключение	Инженер	1	10	_____

5.2 Экономический раздел

5.2.1 Описание конструкции

Конструкция узла грузоподъемного оборудования, а именно рамы стреловой и грузовой лебедок крана-трубоукладчика ТР20В предназначена для: повышения эксплуатационных характеристик путем снижения массы, по отношению к литой раме лебедок; увеличение прочности конструкции; повышения комфорта работы машиниста крана-трубоукладчика; уменьшения смещения центра масс всей машины.

5.2.2 Анализ прогрессивности проектируемой конструкции

Технический уровень (ТУ) – это относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении значений технико-экономических показателей (ТЭП), характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции с соответствующими базовыми значениями (ГОСТ 15.467-79) [26].

За образец взят кран-трубоукладчик ТР20.22.01. [3].

Анализ производится на оценки перспективности и конкурентоспособности. Оценка производится по обобщённому критерию технического уровня K_1 ,

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

который представляет собой отношение суммы относительных величин ранжированных параметров, вычисленных по отношению к соответствующим параметрам образцов отечественного производства, к приведённому числу параметров.

Сравниваемые параметры являются техническими данными, расположенными в ранжированной последовательности:

- 1) Мощность двигателя, кВт;
- 2) Снаряженная масса, кг;
- 3) Максимальная грузоподъемность, кг;
- 4) Скорость опускания груза, м/с;

Для каждого параметра определим коэффициент весомости:

$$G_i = \frac{i}{2^{i-1}}, \quad (5.3)$$

где, i_n - номер параметра в ранжированной последовательности.

Результаты расчётов сведены в таблицу 5.2, а параметры сравниваемых конструкций – в таблицу 5.1.

Таблица 5.2 – Параметры сравниваемых конструкций

№ параметра	ТР20.22	ТР20В
1	132	169
2	29550	32000
3	40	41
4	7,06	8,36

Таблица 5.3 – Коэффициенты весомости

i_n	1	2	3	4
G_i	1	1	0,75	0,5

Определим коэффициент технического уровня:

$$K_1 = \frac{\sum_{i=1}^s K_{n_i} \cdot G_i}{\sum_{i=1}^s G_i} \quad (5.4)$$

где $K_{n_i} = \frac{B}{B_0}$ здесь B – рациональный частный или редуцированный нерациональный параметр проектируемой конструкции;

B_0 – рациональный частный или редуцированный нерациональный параметр базовой или модернизируемой машины;

G_i – коэффициент весомости частного параметра, расположенного в ранжированной последовательности параметров;

s – количество рассматриваемых параметров.

Тогда:

$$K_1 = \frac{\frac{169}{132} \cdot 1 + \frac{32000}{29550} \cdot 1 + \frac{41}{40} \cdot 0,75 + \frac{8,36}{7,06} \cdot 0,5}{1 + 1 + 0,75 + 0,5} = 1,25$$

Таблица 5.4 – Коэффициенты оценки конкурентоспособности

Значение критериев	Заключение о перспективности (конкурентоспособности) проектируемой конструкции
$k_1 (k_2) > 1,4$	Весьма перспективная (конкурентоспособная) разработка
$1,2 < k_1 (k_2) \leq 1,4$	Перспективная (конкурентоспособная) разработка
$1,0 < k_1 (k_2) \leq 1,2$	Средняя перспективность (конкурентоспособность) разработки
$k_1 (k_2) \leq 1,0$	Неперспективная (неконкурентоспособная) разработка

Критерий конкурентоспособности проектируемой конструкции равен 1,25, то есть $> 1,2$. Полученный критерий конкурентоспособности говорит о том, что разрабатываемая конструкция перспективна.

5.2.3 Расчёт затрат на изготовление проектируемой детали

Произведём расчёт по калькуляции одной детали. В качестве объекта калькуляции выбираем деталь – ось блока траверса, на которую имеется технологический процесс изготовления и рабочий чертёж. Технологический процесс изготовления детали представлен в таблице 5.5

Таблица 5.5 – Технологические операции

№ операции	Наименование операции
00	Заготовительная
05	Отрезная
10	Токарная с ЧПУ
15	Фрезерная
20	Фрезерная

1 Основные материалы:

1) вес заготовки 15,1 кг

2) вес детали 7,7 кг

3) цена за 1 кг материала (сталь 45X) 35руб

4) цена за 1 кг отходов 7 руб

- стоимость материала на заготовку: $C_M = 15,1 \cdot 35 = 528$ руб

- стоимость отходов: $C_{отх} = (15,1 - 7,7) \cdot 7 = 51,8$ руб

- стоимость основных материалов: $C = C_M - C_{отх} = 528 - 51,8 = 476,2$ руб

2 Транспортно-заготовительные расходы: $476,2 \cdot 0,04 = 19,05$ руб

3 Основная заработная плата производственных рабочих. Определяется из расчёта оплаты за 1 кг обработанного материала (35 руб). $Z_{п} = 3,88 \cdot 35 = 135,8$ руб.

4 Дополнительная заработная плата, принимается 75% от основной.

$$Z_{доп} = 0,75 \cdot 135,8 = 101,85 \text{ руб}$$

а. Отчисления на социальное страхование 39% от Зп.

$$O_{соц.стр} = 0,39 \cdot 135,8 = 52,96 \text{руб}$$

б. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования 200% от Зп.
271,6 руб

с. Цеховые расходы 100% от Зп 135,8 руб

д. Общезаводские расходы 80% от Зп 108,64 руб

е. Производственная себестоимость – сумма вышеуказанных затрат
 $C_M = 1301,9$ руб

5 Внепроизводственные расходы 4% от C_M 52,076 руб

Калькуляция себестоимости детали представлена в таблице 5.4

Таблица 5.6 – Калькуляция себестоимости детали

Статья расхода	Затраты на деталь, руб	В % к итогу
1. Основные материалы	528	28,85
2. Основные материалы за вычетом отходов	476,2	26,03
3. Основная Зп производственных рабочих	135,8	7,42
4. Дополнительная Зп	101,85	5,56
5. Отчисления на соц. страхования	52,96	2,89
6. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	271,6	14,84
7. Цеховые расходы	135,8	7,42

Продолжение таблицы 5.6

8. Общезаводские расходы	108,64	5,93
9. Внутризаводские расходы	52,076	2,84
10. Производственная себестоимость	1301,9	71,14
11. Полная себестоимость	1829,9	100

5.2.4 Расчёт себестоимости изделия

Расчёт производится для изделия в целом:

$$\frac{Cm_d}{M_d} = \frac{Cm_{и}}{M_{и}}, \quad (5.5)$$

где Cm_d и $Cm_{и}$ - полная коммерческая себестоимость детали и изделия, руб;

M_d и $M_{и}$ - масса детали и узла, кг.

Подставим значения в формулу 5,5: $Cm_{и} = \frac{1829,9 \cdot 1020}{7,7} = 242402,3$ руб.

Прибыль – 15% от себестоимости: $242402,3 \cdot 0,15 = 36360,35$ руб.

Оптовая цена предприятия составит: $242402,3 + 36360,35 = 278762,65$ руб.

Отпускная цена с учётом НДС (18%): 32 939,927 руб.

5.2.5 Оценка коммерческой состоятельности проекта

Капитальные вложения (инвестиции) в организацию работы $K_{сум}$ включают в себя:

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{сопр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{НИР}}, \quad (5.6)$$

где $K_{\text{пр}}$ - прямые капитальные вложения, руб;

$K_{\text{сопр}}$ - сопряжённые капитальные вложения, руб;

$K_{\text{об}}$ - минимально необходимые оборотные средства, руб;

$K_{\text{НИР}}$ - капитальные вложения на проведения научно-исследовательских работ.

В выпускном квалификационном работе рассматриваются реальные инвестиции, при этом учитываются только прямые капитальные вложения:

$$K_{\text{пр}} = 0,9 \cdot C_{\text{п}} \cdot A, \quad (5.7)$$

где $C_{\text{п}}$ - полная себестоимость изделия $C_{\text{п}} = 242402,3$ руб.

A – программа выпуска изделий $A=100$ шт

Подставляя, получим: $K_{\text{пр}} = 0,9 \cdot 242402,3 \cdot 100 = 21816207$ руб.

5.2.6 Оценка эффективности инвестиций

Для определения экономической целесообразности осуществления инвестиционного проекта, определим показатель простой нормы прибыли, срок окупаемости инвестиций и точку безубыточности проекта.

Показатель простой нормы прибыли – наименьший гарантированный уровень доходности, сложившийся на рынке капиталов:

$$\text{ПНП} = \frac{\Pi_{\text{б}} \cdot K_{\text{н.п.}}}{K_{\text{сум}}}, \quad (5.8)$$

где $\Pi_{\text{б}}$ - балансовая прибыль, руб;

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		83

$K_{Н.П}$ - коэффициент, учитывающий налог на прибыль, примем 0,7.

$$П_о = (Ц_{онт} - C_{пол})A = (278762,65 - 242402,3) \cdot 100 = 3636035 \text{ руб.}$$

Расчётная прибыль $П_p = П_о \cdot 0,7 = 3636035 \cdot 0,7 = 2545224,5$ руб.

Подставим в формулу 5,9 значения: $ПНП = \frac{2545224,5}{21816207} = 0,116$

Срок окупаемости инвестиций – минимальный временной интервал (от начала осуществления инвестиционного проекта), за пределами которого суммарный эффект становится равным нулю и остаётся в дальнейшем положительным.

$$T_{ок} = \frac{K_{сум}}{П_p + \Phi_{амор}}, \quad (5.9)$$

где $\Phi_{амор}$ - амортизационные отчисления, руб.

Срок окупаемости: $T_{ок} = \frac{21816207}{2545224,5 + 100000} = 8$ лет.

Точка безубыточности проекта – критический объём производства $A_{кр}$, при котором прибыль становится нулевой, так как прибыль от реализации совпадает с издержками производства. Сравнение точки безубыточности с планируемым объёмом производства позволяет определить «запас прочности производства». Точка безубыточности определяется по формуле:

$$A_{кр} = \frac{B}{Ц_{онт} - a}, \quad (5.10)$$

где B – условно-постоянные издержки на весь выпуск, руб/год;

a – условно-переменные издержки на единицу продукции, руб/шт.

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

Подставляем значения: $A_{кр} = \frac{182990}{2483,2 + 1004,2} = 53шт/год$

Рассчитаем зависимость объёмов реализации V_p и общих издержек от объёмов выпуска и реализации C в натуральном выражении A .

$$V_p = C_{онм} \cdot A; \quad (5.11)$$

$$C = a \cdot A + B \quad (5.12)$$

Подставим:

$$V_p = 278762,65 \cdot 100 = 27876265 \text{ руб/год,}$$

$$C = 1004,2 \cdot 100 + 182990 = 283410 \text{ руб/год.}$$

Графическая иллюстрация «Точки безубыточности» выносится на демонстрационный лист.

Относительный запас прочности: $\delta = 5\%$. Запас прочности показывает, что снизить объём производства и реализации продукции без угрозы его финансового положения можно на 5%.

5.2.7 Техничко-экономические показатели инвестиционного проекта

В этой части выпускного квалификационного проекта была определена себестоимость предлагаемой конструкции, выявлены необходимые технико-экономические показатели, значения которых внесены в таблицу 5.7.

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		85

Таблица 5.7 – Техничко-экономические показатели

Наименование показателей	Единица измерения	Изделие (вариант)	
		базовый	новый
Критерий технического уровня		1	1,25
Годовая программа	шт.	90	100
Полная себестоимость	тыс. руб	140,361	242,402
Оптовая цена	тыс. руб	166,365	278,762
Прибыль	тыс. руб/год	1029,78	2545,224
Инвестиции	тыс. руб	15682,5	21816,2
Простая норма прибыли	%	12	12
Срок окупаемости	год	7	8
Точка безубыточности	шт.	70	53

На основании обозначенных в таблице 5.7 характеристик строим на рисунках 5.2 и 5.3 графические зависимости анализа безубыточности производства и график денежных потоков соответственно.

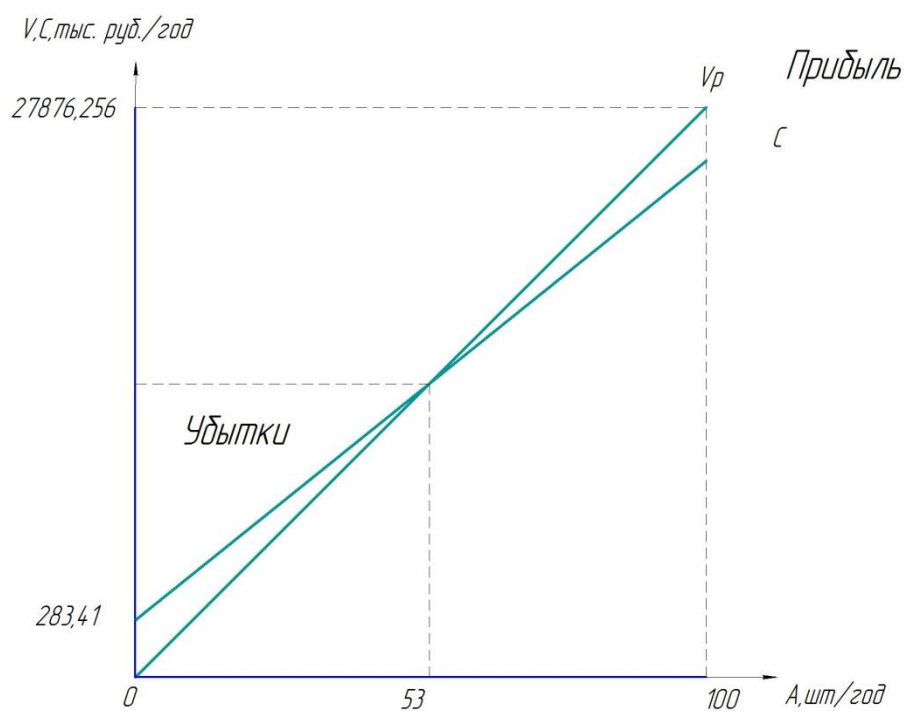


Рисунок 5.2 – Анализ безубыточности производства

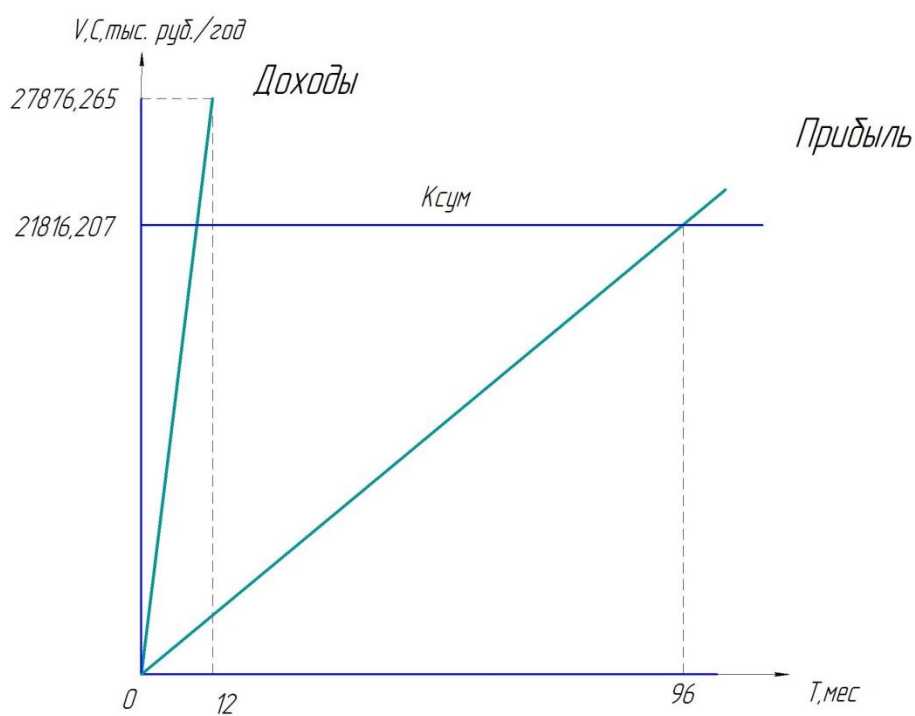


Рисунок 5.3 – График денежных потоков

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР

Лист

87

Вывод по разделу пять

В экономической части выпускной квалификационной работы представлена оценка рынка сбыта данного изделия. Выполнен расчет затрат на изготовление и определена себестоимость детали входящей в состав рам грузоподъемного оборудования. Произведен анализ прогрессивности и технологичности проектируемой конструкции, в сравнение с серийным изделием. Рассчитана себестоимость изделия. Дана оценка коммерческой состоятельности и эффективности инвестиций. Построены графические зависимости анализа безубыточности производства и график денежных потоков.

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Целью данного раздела является разработка безопасной конструкции узла грузоподъемного оборудования (Рисунок 6.1), а именно рам лебедок, информация для пользователя, т.е. обеспечение при проектировании безопасность машины. Так же, выяснение всех опасных и вредных производственных факторов, которые с определенной вероятностью могут появиться при эксплуатации, ремонте и обслуживании конструкций рам лебедок грузоподъемного оборудования[27].

6.1 Область применения

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован узел грузоподъемного оборудования крана-трубоукладчика, а именно рамы грузовой и стреловой лебедок. Данный узел предназначен для: повышения эксплуатационных характеристик путем снижения массы, по отношению к литой раме лебедок; увеличение прочности конструкции; повышения комфорта работы машиниста крана-трубоукладчика; уменьшения смещения центра масс всей машины.

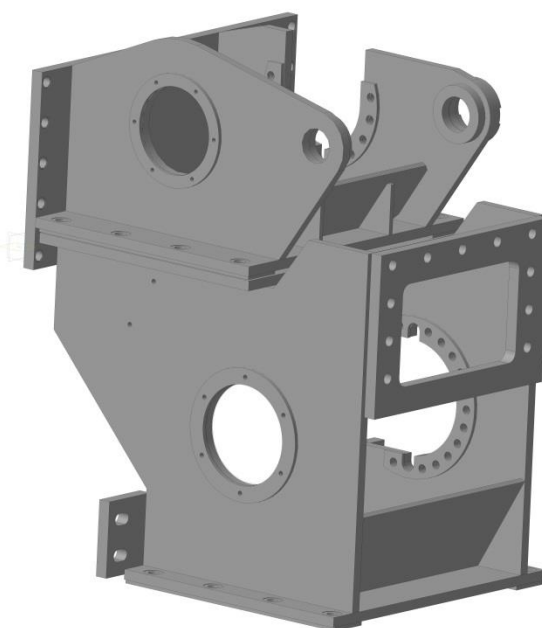


Рисунок 6.1 – Конструкция рам грузовой и стреловой лебедок

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

6.2 Идентификация опасностей и оценка риска

При эксплуатации, ремонте и обслуживании спроектированной мной конструкции могут возникнуть следующие ОВПФ:

а) на проектируемы рамы грузоподъемного оборудования, устанавливаются стреловая и грузовая лебедки, при навивке каната возникает вибрация, которая может достигать до 100 Гц.

Нормативные документы: СН 2.2.4/2.1.8.566-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий" [28]. Значения виброскорости в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Предельно допустимые уровни воздействия вибрации в производственных условиях

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	*Предельно-допустимые значения по осям X, Y, Z			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с ²	дБ	м/с × 10 ⁻²	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109
500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112

б) лебедки установленные в сконструированные рамы гидромеханические, в которых применяется синтетическое масло CLP HC 220 для смазки вращающихся элементов, делают конструкцию пожароопасной. Так же пары масла и масляные туманы являются токсичными веществами, которые при попадании в организм человека могут привести к отравлению.

в) наличие гидропривода на привод лебедки представляет опасность в результате поломки, разрыва или разрушения отдельных компонентов гидросистемы (шланги), связанную с высоким рабочим давлением до 20 МПа.

г) система ручного сброса давления при отключенном ДВС, подразумевает переключение гидро-кранов в определенной последовательности, которые находятся под высоким давлением.

д) при работе трубоукладчика имеется возможность появления заедания канатов грузового оборудования, в связи с этим имеется возможность захвата рук, одежды и т.п. во вращающиеся барабаны лебедок.

е) при ремонте и обслуживании рам лебедок создается необходимость в разборке/сборке и монтаже/демонтаже элементов грузоподъемного оборудования и элементов гидросистемы, что приводит к возникновению опасных факторов.

6.3 Меры направленные на снижение риска

Все вращающиеся механизмы защищены кожухами, на которых установлены таблицы с мерами предосторожности. Наличие этих кожухов так же ограничивают распространение вибрации.

Снижение риска получения травм в результате поломок или разрушения отдельных компонентов гидросистемы в процессе эксплуатации грузоподъемного оборудования достигается путем подбора и проектирования гидропривода, гидробаков и трубопроводов с расчетом на рабочее давление системы, которое составляет 32 МПа.

Обслуживающий персонал и машинист трубоукладчика должен знать что осмотр крана-трубоукладчика осуществляется на неработающем трубоукладчике, т.е. двигатель трубоукладчика должен быть выключен. Осмотр осуществляется машинистом в паре с техником. При отсутствии техника осмотр запрещается.

При ремонте и обслуживании рам лебедок и грузоподъемного оборудования в целом, для снижения риска получения травм применяется грузоподъемная

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

техника, специальный электро- и пневмо-инструмент, гаечный ключи. Так как вес рам составляет больше тонны, то монтаж/демонтаж осуществляется квалифицированными рабочими. Рабочее место должно быть оборудовано грузоподъемным краном с большой грузоподъемностью. Монтаж/демонтаж лебедок так же осуществляется высококвалифицированными рабочими имеющими наряд допуск на грузоподъемные работы. Установка гидроприводов осуществляется другой бригадой рабочих имеющих допуск на такие работы.

6.4 Информация пользователю

В целом конструкция рам лебедок грузоподъемного оборудования крана-трубоукладчика ТР20В соответствует требованиям и положениям действующих в машиностроении, инструкций по технике безопасности при обслуживании, ремонте и эксплуатации.

Для обеспечения соблюдения правил техники безопасности необходимо руководствоваться общими правилами по охране труда и требованиями безопасности при работе на кране-трубоукладчике.

К управлению в качестве машиниста крана-трубоукладчика допускается лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское обследование, обучение в установленном порядке, прошедшие проверку знаний в комиссии и получившие удостоверение на право управления трубоукладчиком, имеющие профессиональные навыки[12].

Машинист трубоукладчика должен знать:

- устройство, принцип действия и правила технической эксплуатации оборудования;
- основные виды и принципы неполадок этого оборудования и способы их устранения;
- безопасные приемы при выполнении на трубоукладчике работ;

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		92

-правила пожарной безопасности.

Перед началом работ:

1) Надеть спецодежду, спецобувь и каску установленного образца.

2) Предъявить руководителю удостоверение о проверке знаний безопасных методов работ и получить инструктаж на рабочем месте.

3) Наружный осмотр:

-проверка рабочего места, подходы к нему, убрать ненужные предметы, исправность металлоконструкций;

-осмотреть механизмы трубоукладчика, их крепления;

-проверить наличие и исправность ограждения механизмов;

-проверить смазку передач, подшипников и канатов, а так же состояние смазочных приспособлений и сальников;

-осмотреть в доступных местах металлоконструкции;

-проверить наличие и исправность приборов и устройств безопасности на кране;

-осмотреть трассу предполагаемого перемещения и зону работы трубоукладчика и убедиться, что уклон местности, устойчивость стенок траншеи, габариты приближения строений, указаны в инструкции по эксплуатации крана-трубоукладчика.

Эксплуатация трубоукладчика не допускается:

-при неисправностях, указанных в инструкции завода-изготовителя;

-дефектах грузозахватных приспособлений или несоответствии их характеру выполняемых работ;

-несоответствии характеристик трубоукладчика по грузоподъемности и вылету стрелы условиям работы;

-отсутствие наряда-допуска при работе под ЛЭП;

-при уклоне местности, превышающем указанный в паспорте завода-изготовителя;

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		93

-неустойчивости стенок траншей;

Убедиться в отсутствии посторонних лиц в зоне работы, а так же помех, препятствующих укладке труб (машин, оборудования или материалов).

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

При возникновении неисправности механизмов трубоукладчика, которые могут привести к аварийной ситуации, рабочий должен:

-по возможности опустить груз;

-приостановить дальнейшую работу трубоукладчика до устранения неисправностей;

-поставить в известность руководителя работ.

Требования безопасности по окончанию работ:

-опустить груз вниз;

-поставить трубоукладчик в предназначенное для стоянки место и затормозить его;

-установить стрелу и крюк в положение, определяемое заводом-изготовителем по эксплуатации трубоукладчика;

-выключить двигатель.

Реконструкцию и ремонт крана-трубоукладчика должны производиться по проекту, разработанному специализированной организацией.

Предприятие, производящее ремонт и реконструкцию кранов-трубоукладчиков, должно иметь технические условия, содержащие указания о применяемых металлах и сварочных материалах, способах контроля качества сварки, нормах браковки сварных соединений и порядок приемки отдельных узлов и готовых изделий, а также о порядке оформления документации[11].

Предприятие, производящее ремонт и реконструкцию кранов-трубоукладчиков, должно отразить в паспорте характер выполненной работы и

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

внести в него сведения о примененном материале с указанием номера сертификата

К ремонту и обслуживанию крана-трубоукладчика ТР20В допускаются специалисты имеющие профильное образование и прошедшие специальную подготовку. Ремонт и реконструкцию несущих элементов металлоконструкций крана-трубоукладчика с применением сварки должны производиться специализированным ремонтным предприятием[11]

Ежедневный осмотр всех систем и конструкций перед началом работ, осмотр производится только двумя лицами имеющими наряд-допуск на работу с трубоукладчиком. Осмотр канатов грузовой и стреловой лебедки, выявление повреждений записывается в наряд-допуск и трубоукладчик отправляется на перемотку канатов[11].

Выводы по разделу шесть

В разделе безопасности жизнедеятельности выпускной квалификационной работе представлена область применения разработанного узла. Проведена идентификация опасностей возникающих при работе грузоподъемного оборудования и оценка риска возникновения опасностей. Из нормативных документов приведены меры предосторожности при возникновении опасностей, так же оговорены меры предосторожности для предотвращения каких либо опасных ситуаций. Сформулированы меры направленные на снижение риска. Последовательно описана работа машиниста на кране-трубоукладчике, для снижения риска возникновения опасных ситуаций. Оговорены меры по работе и обслуживанию крана-трубоукладчика. Сформулирована основная информация для пользователя и персонала в которой раскрываются основные действия машинистов и обслуживающий персонал.

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		95

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе была разработана конструкция рам лебедок грузоподъемного оборудования нового крана-трубоукладчика TP20B.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы был произведен анализ аналоговых машин, как зарубежных, так и отечественных аналогов, из которого следует, что данная разработка хорошо конкурирует с аналогами. Была разработана документация на данную конструкцию рам лебедок грузоподъемного оборудования крана-трубоукладчика TP20B. Сконструированы основные детали составных частей узла грузоподъемного оборудования. Мною пакетом программ SolidWorks были проведены расчеты на прочность и жесткость конструкции.

В экономической части произведен анализ прогрессивности и технологичности проектируемой конструкции, в сравнение с серийным изделием.

Развитие машиностроения диктует производителям дорожно-строительной техники о повышении конкурентоспособности производства. Разрабатываемая конструкция должна соответствовать мировым и отечественным стандартам, что бы конкурировать на мировом рынке дорожно-строительной техники. Данная разработка является конкурентоспособной как на отечественном рынке так и на мировом рынке техники. Применение САПР-программ используемых для разработки данной конструкции позволяет вывести данную разработку на высокий уровень.

Такое техническое решение необходимо для увеличения надежности такой дорожно-строительной техники и способности конкурировать с зарубежными аналогами. Надежность данной конструкции существенно увеличивает объем производственных решений, что немаловажно для нефте-газовой промышленности. Применение данной конструкции снижает затраты на владение данным краном-трубоукладчиком: повышает эффективность выполнения

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		96

трубоукладочных работ как при единичной работе крана-трубоукладчика так и работы в плети, повышает грузоподъемность машины в целом, увеличивает надежность наработки на отказ, повышает комфортность для машиниста крана-трубоукладчика, снижение утомляемости машиниста крана-трубоукладчика

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 ГОСТ 27963-88 Машины землеройные. Трубоукладчики. Москва: Государственный Стандарт Союза ССР, 1988. – 9 с.
- 2 Ващук, И.М. Уткин, В.И. и др. Трубоукладчики – М.: Машиностроение, 2009. – 181 с.
- 3 <http://chtz-uraltrac.ru/articles/categories/25.php>
- 4 http://www.brmz.ru/production_pipelayer_tbg-20.htm
- 5 <http://ru.shantui.com/products/sp45y.htm>
- 6 <http://ferronordic-volvo-ce.ru/business-solutions/product/136-pl3005d>
- 7 https://www.komatsu.ru/catalog/stroitel'naya-i-gornaya-tekhnika/e779d86d_0af2_11e3_a209_005056980001/
- 8 http://www.cat.com/ru_RU/products/new/equipment/pipelayers/pipelayers/1000006003.html
- 9 <http://www.chetra-im.com/catalog/truboukladchiki/chetra-tg222/>
- 10 РД 36.62.2000 Оборудование грузоподъемное. Общие технические требования. – СПб.: ДЕАН 2002. – 128 с.
- 11 ГОСТ 15150-69. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранение и транспортирование в части воздействия климатических факторов внешней среды. Москва: Стандартинформ, Переиздан 2000. – 72 с.
- 12 ПБ 10-157-97. Правила устройства и безопасности эксплуатации кранов-трубоукладчиков. 1997. – 49 с.
- 13 ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Москва: Государственный Стандарт Союза ССР, 1991.
- 14 ГОСТ 5520-79. Прокат листовой из углеродистой стали. Москва: Издательство стандартов, 2003. – 16 с.
- 15 <http://www.solidworks.ru/about-company/welcome-speech/>
- 16 Решетов, Д.М. Детали машин – М.: Машиностроение, 1989, – 265 с.

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		98

17 Панов, А.А. и др. Справочник технолога – М.: Машиностроение -1 2004. – 783 с.

18 ГОСТ 4543-2016. Прокат из легированной конструкционной стали. – Взамен ГОСТ 4543-71; введен 2016. – Москва: Межгосударственный стандарт, 2016. – 41 с.

19 http://stanki-katalog.ru/sprav_8725.htm

20 http://stanki-katalog.ru/sprav_16k20f3.htm

21 http://stanki-katalog.ru/sprav_67k25pf2.htm

22 ГОСТ 18879-73. Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. Москва: Государственный Стандарт Союза ССР, 1973. – 6 с.

23 ГОСТ 8543-71. Фрезы пазовые затылованные. Технические условия. Москва: ИПК Издательство стандартов, 1971. – 10 с.

24 ГОСТ 9150-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Москва: Государственный стандарт союза ССР, 1981. – 6 с.

25 Заслонов, В.Г. Организационно – экономическая часть дипломного проекта: учебное пособие / В.Г. Заслонов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. – 95 с.

26 ГОСТ 15.467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. Взамен ГОСТ 15467-70. Москва: Стандартинформ, 2009. – 120 с.

27 Безопасность жизнедеятельности: методические указания к дипломному проекту / составители А.В.Хашковский, И.П.Палатинская, – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010.

28 СН 2.2.4/2.1.8.566-96. "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий", 1996.

29 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению: справ. пособие / Т.И. Парубочая, Н.В.

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		99

Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

30 ГОСТ 30893.2-2002. (ИСО 2768-2-89). Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Допуски формы и расположения поверхностей, не указанные индивидуально. Текст Науч.-исслед. и конструкт. ин-т средств измерения в машиностроении (ОАО «НИИИзмерения»). – 7 с.

31 ГОСТ 23518-79. Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Москва: Государственный стандарт союза ССР, 1979. – 23 с.

32 ГОСТ 9467-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Москва: Государственный комитет стандартов Союза Министерств СССР, 1975. Переиздан 2008, – 35 с.

33 ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Москва: Минчермет СССР, взамен ГОСТ 2246-60, 1970. – 18 с.

34 ГОСТ 6572-91. Покрытия лакокрасочные тракторов и сельскохозяйственных машин. Общие технические требования. Москва: ИПК Издательство стандартов, взамен ГОСТ 5282-92, 1993. – 18 с.

35 ГОСТ 19903-74. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. Москва: ИПК Издательство Стандартов, 1974. – 16 с.

36 ГОСТ 19281-89. Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия. Москва: Государственный стандарт союза ССР, 1989, – 35 с.

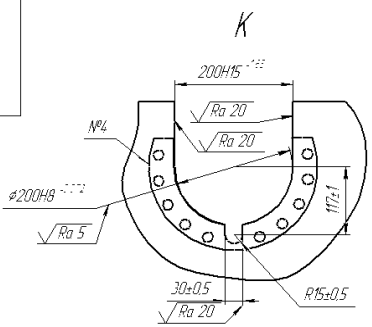
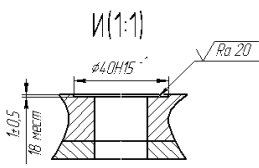
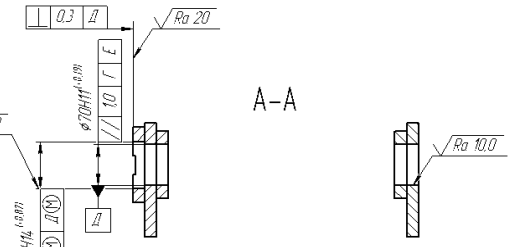
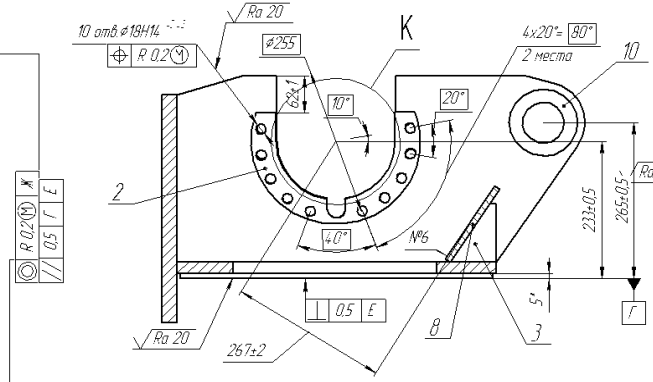
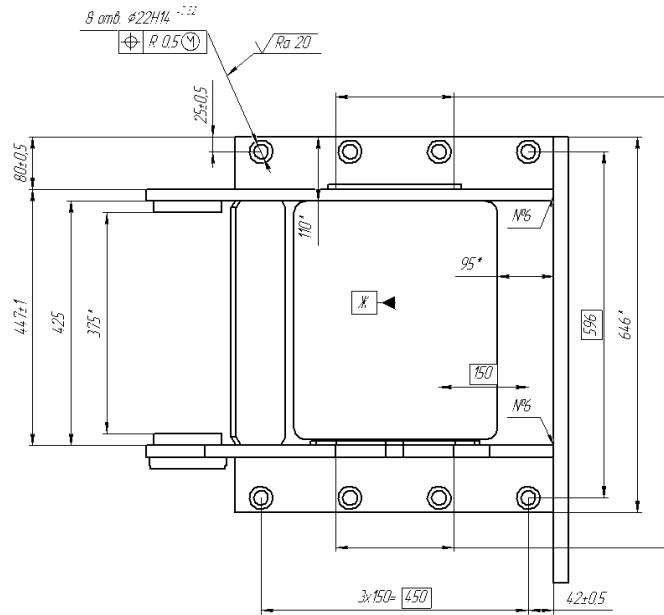
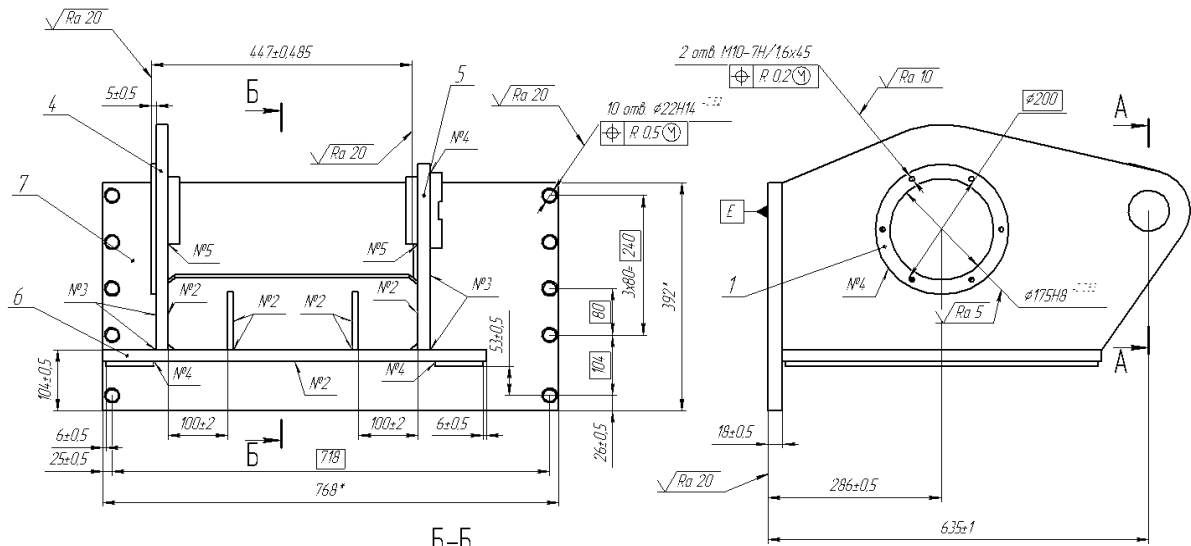
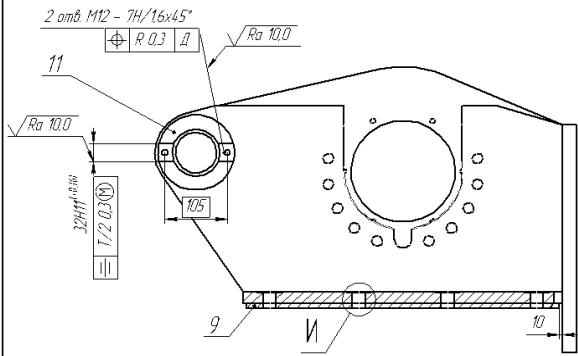
37 ГОСТ 9.301-86. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Москва: Постановление Государственного комитета СССР, взамен ГОСТ 9.301-78. 1986, – 40 с.

					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		100

ПРИЛОЖЕНИЕ

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

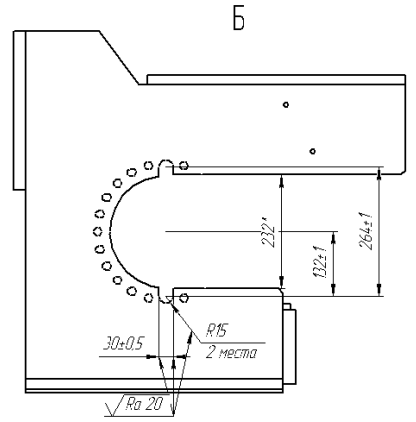
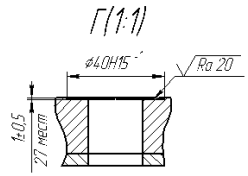
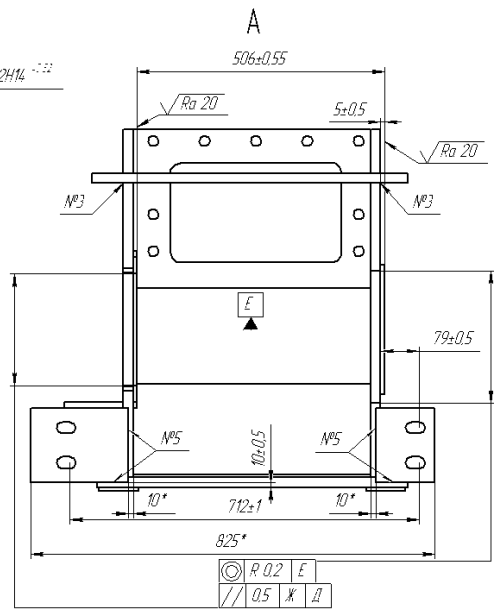
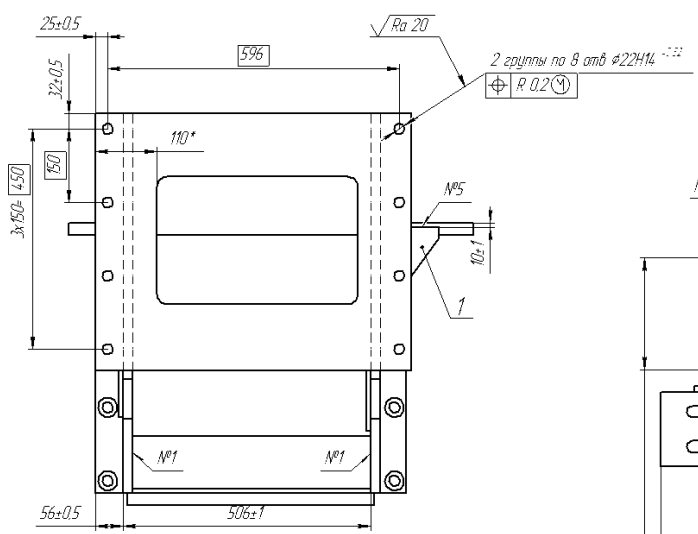
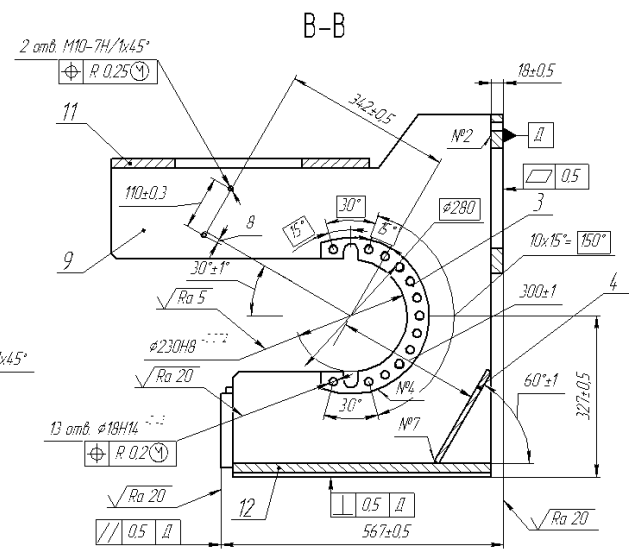
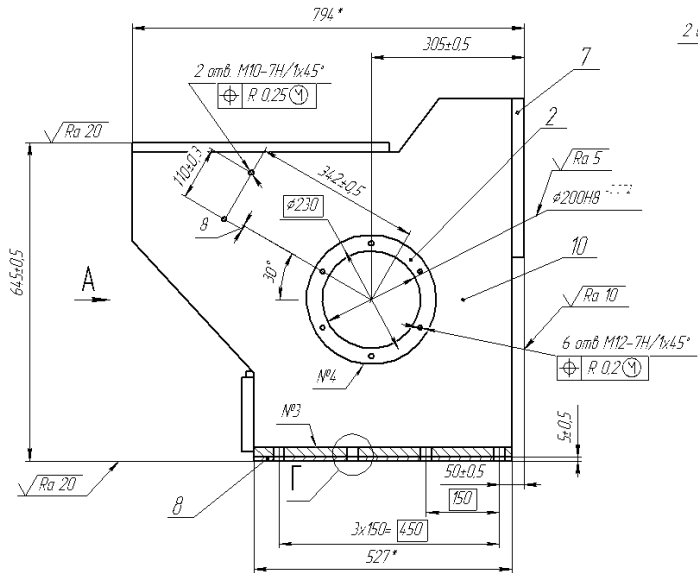
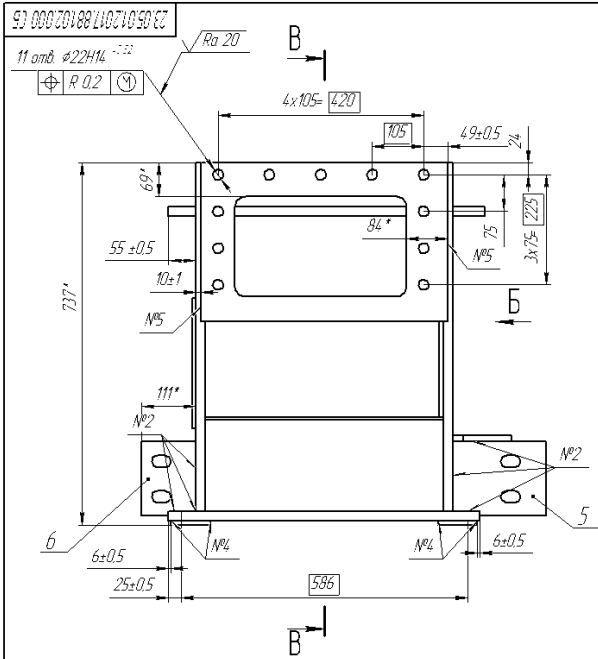
23.05.01.2017.88101000 СБ



№ шдв	Обозначение	Примечание
1	ГОСТ 14771-76-Т1-Δ.5	
2	ГОСТ 14771-76-Т3-Δ.5	
3	ГОСТ 14771-76-Т3-Δ.10	
4	ГОСТ 14771-76-Н1-Δ.5	
5	ГОСТ 14771-76-Н1-Δ.8	
6	ГОСТ 23518-79-У1	

- 1 Несущая сварная конструкция. Технические требования по РД 36-62-2000.
- 2 Электрод Э 50 ГОСТ 9467-75; проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70
- 3 Покрытие лакокрасочное система 55 ГОСТ 6572-91 и 50-Д6Т. Механически обработанные поверхности и резьбовые отверстия от покрытия предохранять.
- 4 * Размеры для справок

23.05.01.2017.88101000 СБ		Лист	№	Масштаб
Рама верхняя		415	14	
Сборочный чертёж				
		ЮФГЧ		
		кафедра КТМ		

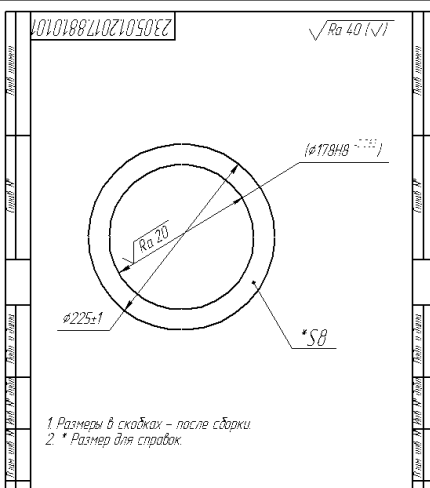


№ ива	Обозначение	Примечание
1	ГОСТ 14771-76-Т3-15	
2	ГОСТ 14771-76-Т4-10	
3	ГОСТ 14771-76-Т3-10	
4	ГОСТ 14771-76-Н1-15	
5	ГОСТ 14771-76-У4	
6	ГОСТ 14771-76-Т1-15	
7	ГОСТ 23518-79-У1	

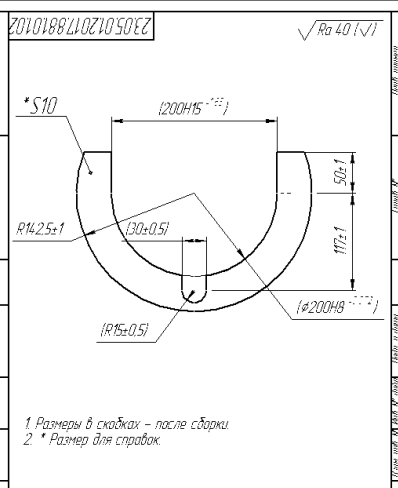
1. Несущая сварная конструкция. Технические требования по РД 36-62-2000.
2. Электрод 250 ГОСТ 9467-75, проволока СВ-08Г2С ГОСТ 2246-70.
3. Покрытие лакокрасочное система 55 ГОСТ 6572-91 и 50-Д6Т. Механически обработанные поверхности и резьбовые отверстия от покрытия предохранять.
4. * Размер для справок

Имя и фамилия
Подпись
Дата
Имя и фамилия
Подпись
Дата
Имя и фамилия
Подпись
Дата

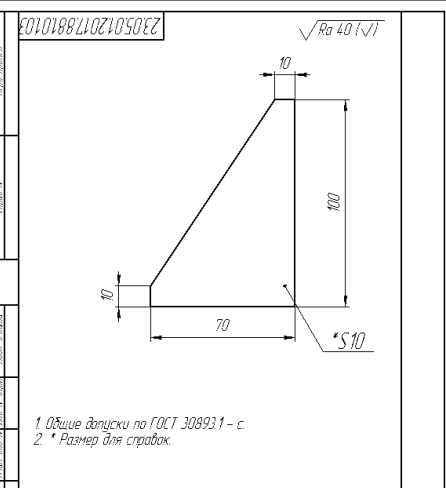
23.05.01.2017.881.02.000 СБ			
Рама нижняя		605	15
Сборочный чертёж			
		19/01/4	
		кафедра КГМ	



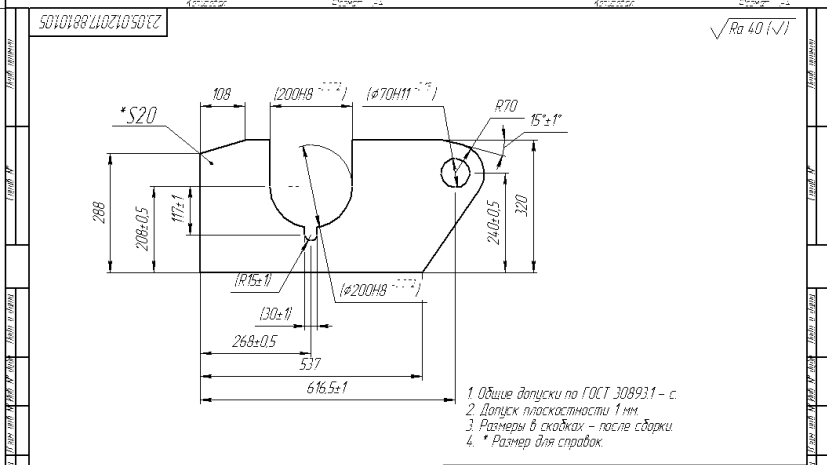
23.05.01.2017.881.01.001	
Кольцо	06 125
Лист 01 из 01	Изм 01
Лист 01 из 01	кафедра КТМ



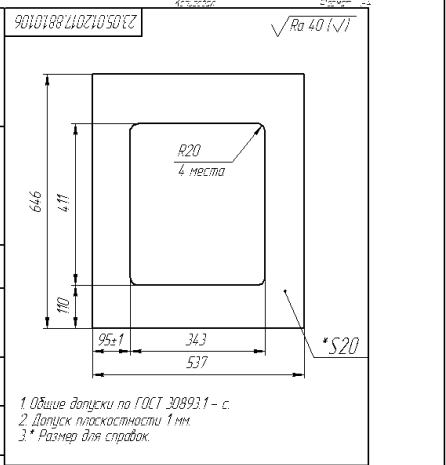
23.05.01.2017.881.01.002	
Полукольцо	15 15
Лист 01 из 01	Изм 01
Лист 01 из 01	кафедра КТМ



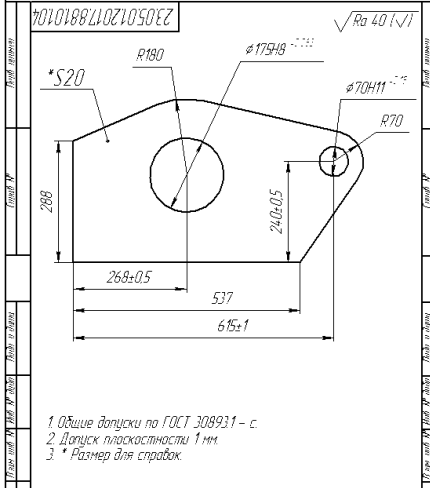
23.05.01.2017.881.01.003	
Ребро	0.35 12
Лист 01 из 01	Изм 01
Лист 01 из 01	кафедра КТМ



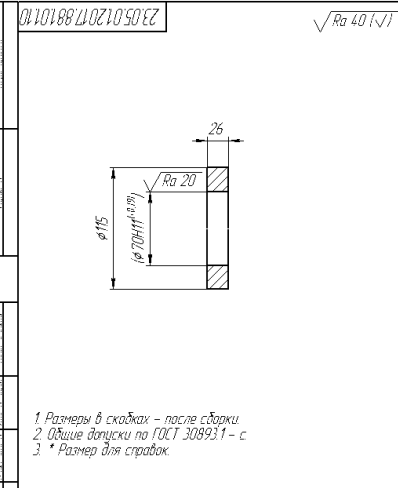
23.05.01.2017.881.01.005	
Браковина	24.6 15
Лист 01 из 01	Изм 01
Лист 01 из 01	кафедра КТМ



23.05.01.2017.881.01.006	
Плита	33 15
Лист 01 из 01	Изм 01
Лист 01 из 01	кафедра КТМ

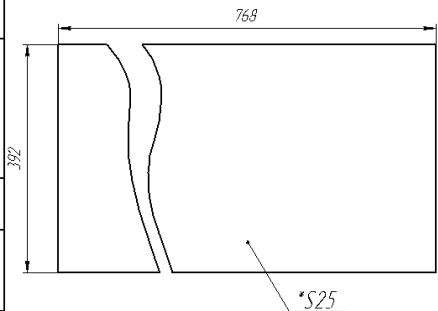


23.05.01.2017.881.01.004	
Браковина	30.2 15
Лист 01 из 01	Изм 01
Лист 01 из 01	кафедра КТМ



23.05.01.2017.881.01.010	
Втулка	1.35 12
Лист 01 из 01	Изм 01
Лист 01 из 01	кафедра КТМ

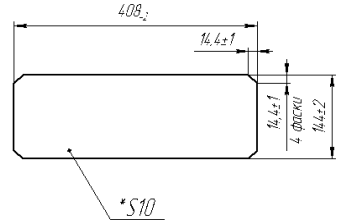
23.05.01.2017.88101007 $\sqrt{Ra\ 40\ (V)}$



1. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 - с.
2. Допуск плоскостности 1 мм.
3. * Размер для справок.

23.05.01.2017.88101007		
Фланец задний	422	14
25 ГОСТ 19503-74	ЮФРГУ кафедра КГМ	
Лист 0972С ГОСТ 19281-89		

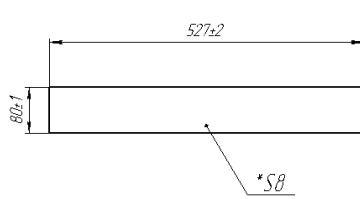
23.05.01.2017.88101008 $\sqrt{Ra\ 40\ (V)}$



1. * Размер для справок.

23.05.01.2017.88101008		
Перемычка	5	14
10 ГОСТ 19503-74	ЮФРГУ кафедра КГМ	
Лист 0972С ГОСТ 19281-89		

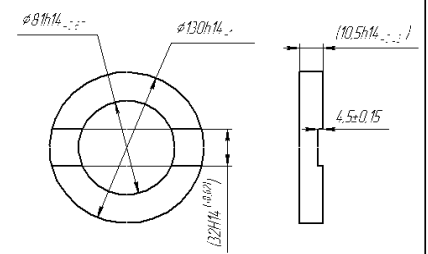
23.05.01.2017.88101009 $\sqrt{Ra\ 40\ (V)}$



1. * Размер для справок.

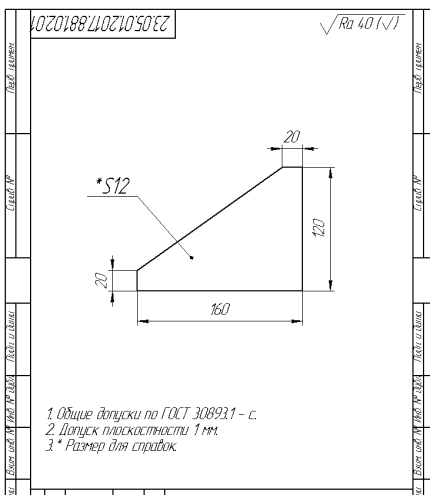
23.05.01.2017.88101009		
Платик	26	14
8 ГОСТ 19503-74	ЮФРГУ кафедра КГМ	
Лист 0972С ГОСТ 19281-89		

23.05.01.2017.88101011 $\sqrt{Ra\ 20\ (V)}$

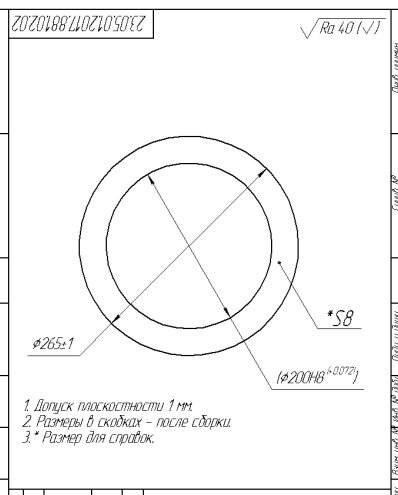


1. Размеры в скобках - после сборки.

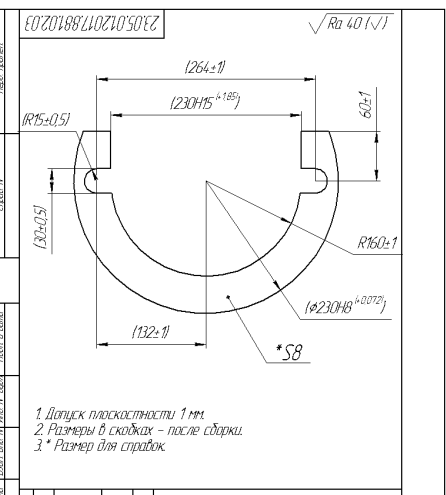
23.05.01.2017.88101011		
Кольцо стопорное	0.9	12
Сталь 20 ГОСТ 1050-86С	ЮФРГУ кафедра КГМ	



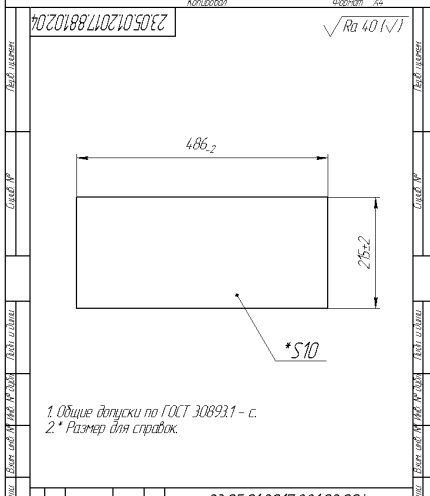
23.05.01.2017.88102.001			
№ документа	№ детали	Лист	Всего
Рисунки	Масштаб	11	12
Ребро			
Лист 0912С ГОСТ 19281-89			



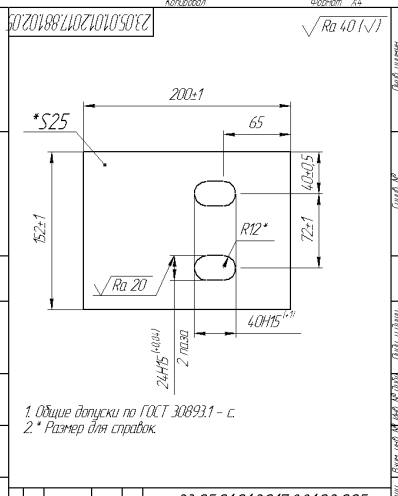
23.05.01.2017.88102.002			
№ документа	№ детали	Лист	Всего
Рисунки	Масштаб	0,85	125
Кольцо			
Лист 0912С ГОСТ 19281-89			



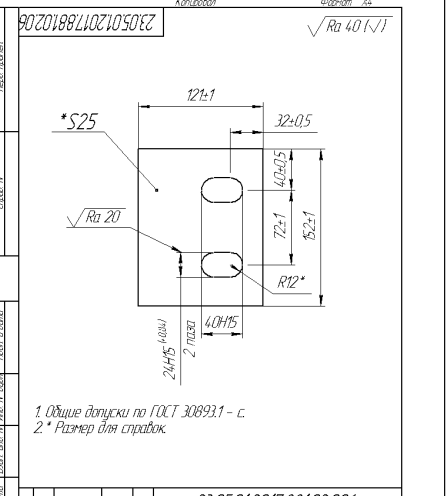
23.05.01.2017.88102.003			
№ документа	№ детали	Лист	Всего
Рисунки	Масштаб	0,7	125
Полукольцо			
Лист 0912С ГОСТ 19281-89			



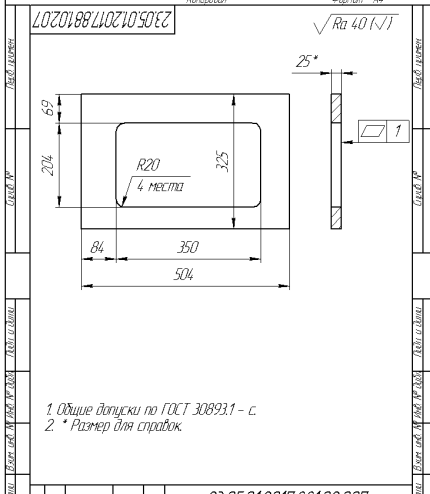
23.05.01.2017.88102.004			
№ документа	№ детали	Лист	Всего
Рисунки	Масштаб	8,2	14
Перемычка			
Лист 0912С ГОСТ 19281-89			



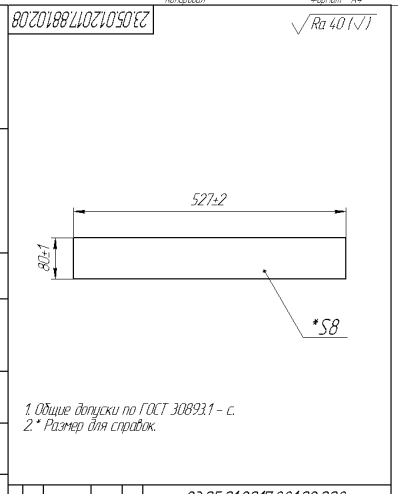
23.05.01.2017.88102.005			
№ документа	№ детали	Лист	Всего
Рисунки	Масштаб	5,64	11
Планка			
Лист 0912С ГОСТ 19281-89			



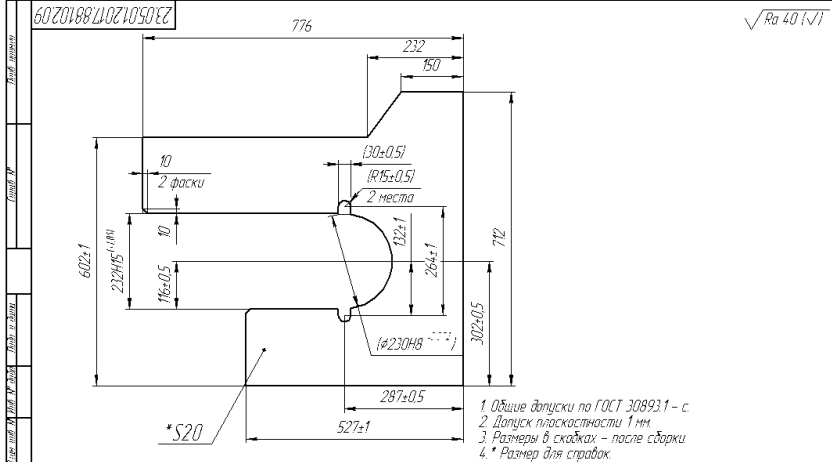
23.05.01.2017.88102.006			
№ документа	№ детали	Лист	Всего
Рисунки	Масштаб	4,3	12
Планка			
Лист 0912С ГОСТ 19281-89			



23.05.01.2017.88102.007			
№ документа	№ детали	Лист	Всего
Рисунки	Масштаб	18	15
Фланец трубы			
Лист 0912С ГОСТ 19281-89			

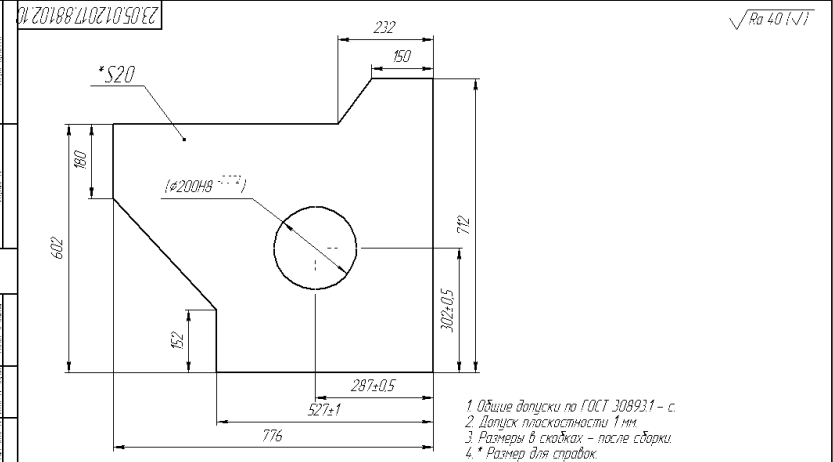


23.05.01.2017.88102.008			
№ документа	№ детали	Лист	Всего
Рисунки	Масштаб	2,6	14
Платик			
Лист 0912С ГОСТ 19281-89			



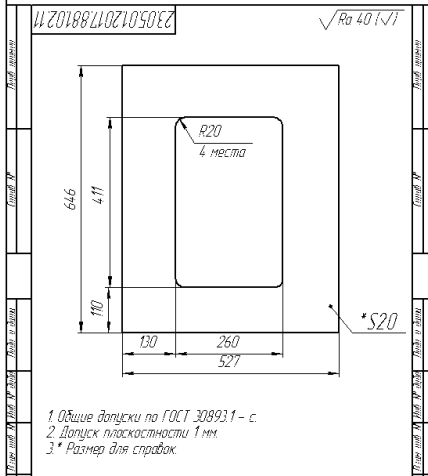
1. Общие допуски по ГОСТ 308931 - с.
2. Допуск плоскостности 1 мм.
3. Размеры в скобках - после сборки.
4. * Размер для справок.

23.05.01.2017.88102.009	
Баковина	
Лист	48 / 15
2010.01.15903-74 03/2010.01.15281-83	
Игорь Ч кафедра КТМ	



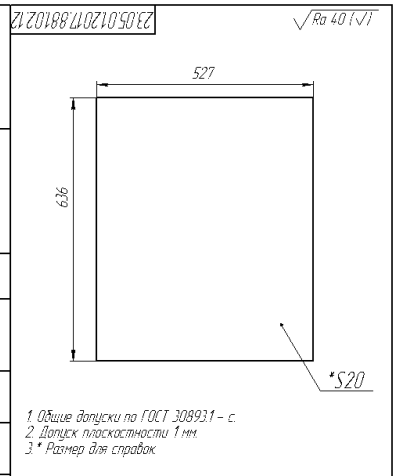
1. Общие допуски по ГОСТ 308931 - с.
2. Допуск плоскостности 1 мм.
3. Размеры в скобках - после сборки.
4. * Размер для справок.

23.05.01.2017.88102.010	
Баковина	
Лист	61 / 15
2010.01.15903-74 03/2010.01.15281-83	
Игорь Ч кафедра КТМ	



1. Общие допуски по ГОСТ 308931 - с.
2. Допуск плоскостности 1 мм.
3. * Размер для справок.

23.05.01.2017.88102.011	
Крыша	
Лист	40 / 15
2010.01.15903-74 03/2010.01.15281-83	
Игорь Ч кафедра КТМ	



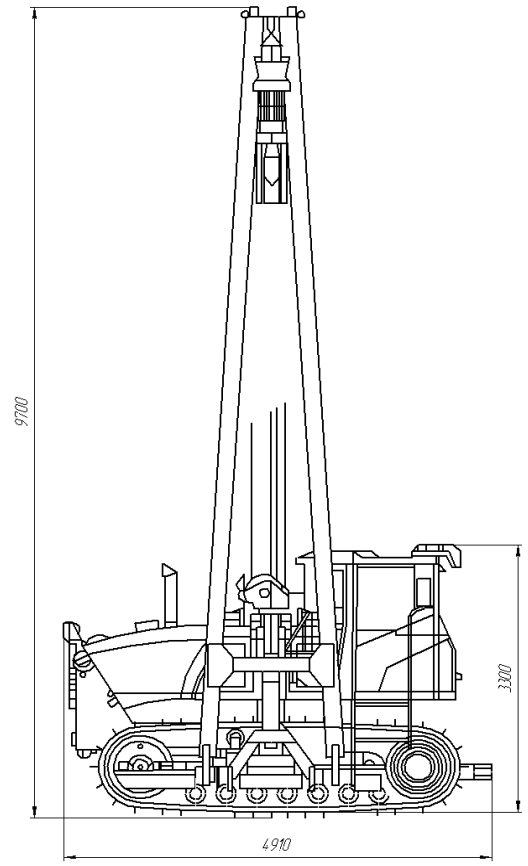
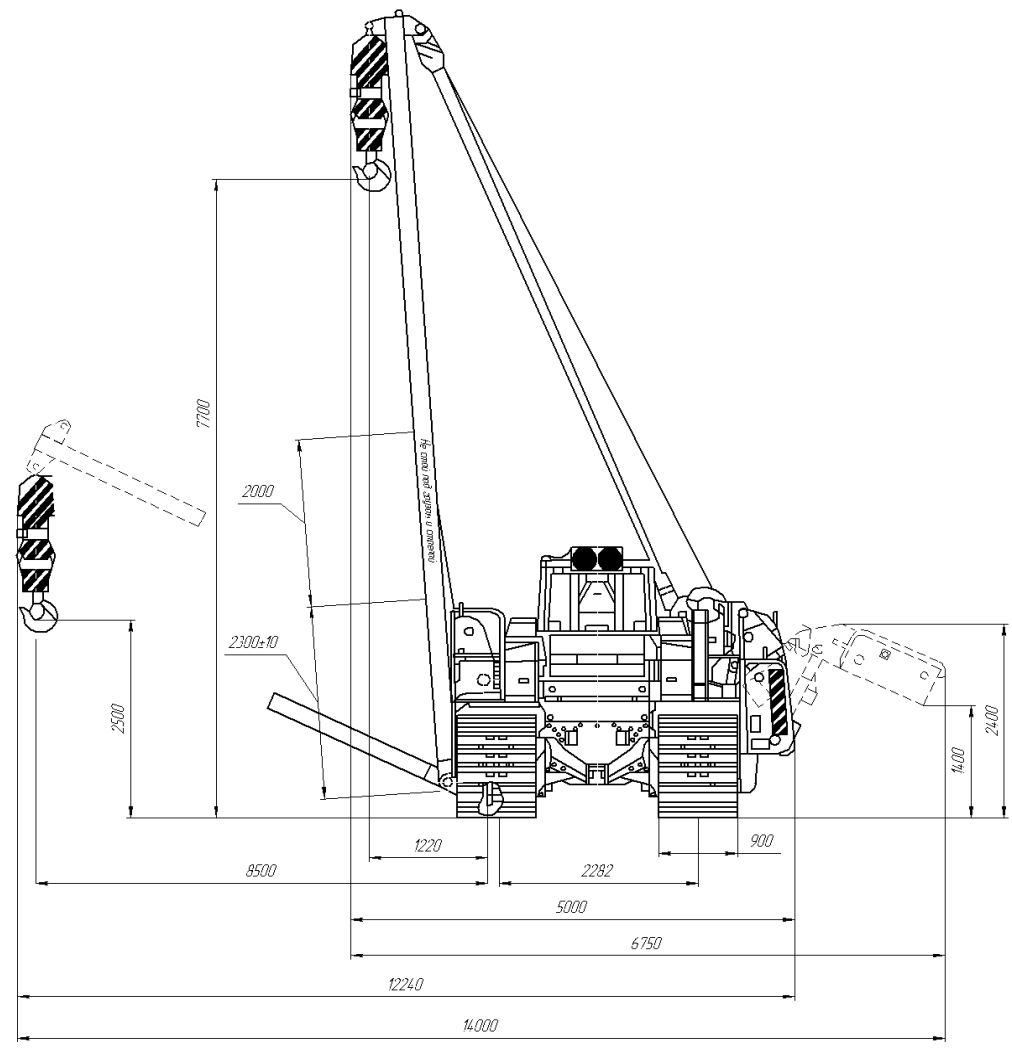
1. Общие допуски по ГОСТ 308931 - с.
2. Допуск плоскостности 1 мм.
3. * Размер для справок.

23.05.01.2017.88102.012	
Плита	
Лист	52 / 15
2010.01.15903-74 03/2010.01.15281-83	
Игорь Ч кафедра КТМ	

23.05.01.2017.88107.000 В0

Лист 1 из 1
 Вид: 3D-модель
 Дата: 10.01.2017

Исполнитель: И.И.И.
 Проверил: П.П.П.
 Утвердил: С.С.С.

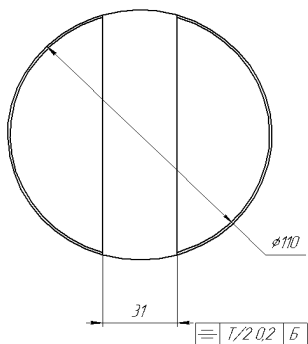
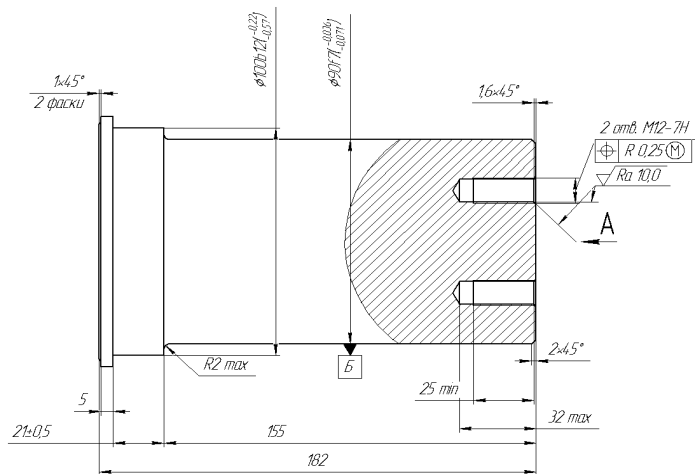


Технические характеристики	
Базовый трактор	Т14
Мощность двигателя кВт	169
Трансмиссия	ГМТ
Эксплуатационная масса кг	32000
Габаритные размеры мм	
длина	4910
ширина	5000
высота	3300
удельное давление на грунт, МПа	0,178

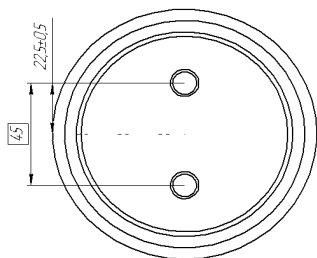
23.05.01.2017.88107.000 В0			
Исполнитель	И.И.И.	Проверил	П.П.П.
Утвердил	С.С.С.	Дата	10.01.2017
Наименование	Кран-трактор ТР208	Масса	32000
Общий вид		Ширина	5000
		Высота	3300
		Длина	4910
		Удельное давление на грунт, МПа	0,178
		ЮФН Ч	
		кафедра КТМ	

√ Ra 20 (√T)

23.05.01.2017.88107.00.01

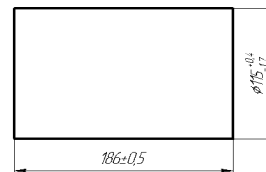


A



1 229,285 НВ (H4, 0,36 мм)
 2 Покрытие Ц9хд. Технические требования по ГОСТ 9301-86.
 Допускается отсутствие покрытия на внутренних поверхностях.

				23.05.01.2017.88107.00.01			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Масштаб	Масштаб
		Мельников				9:38	1:1
Разработ	Мельников				Лист	Листов	1
Пров	Мельников						
Контроль							
Исполнитель	Двор						
Экз.	Белень						
				Ось блока			
				Сталь 40X ГОСТ 4543-2016			
				ЮФНУ кафедра КТМ			

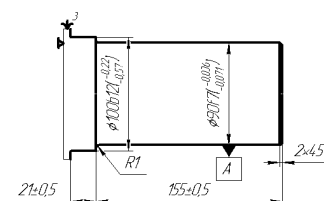


000
Заготовительная

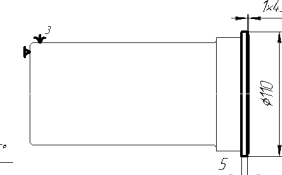


005
Отрезная

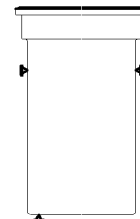
1 Установ



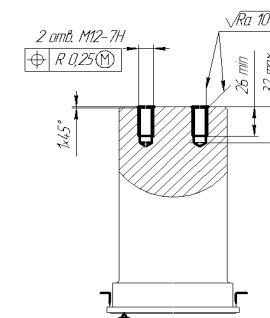
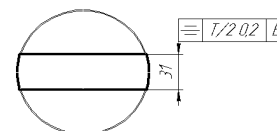
2 Установ



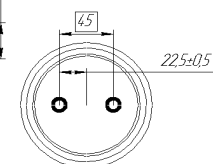
010
Токарная с ЧПУ
(2 установка)



015
Фрезерная
с ЧПУ



020
Фрезерная
с ЧПУ

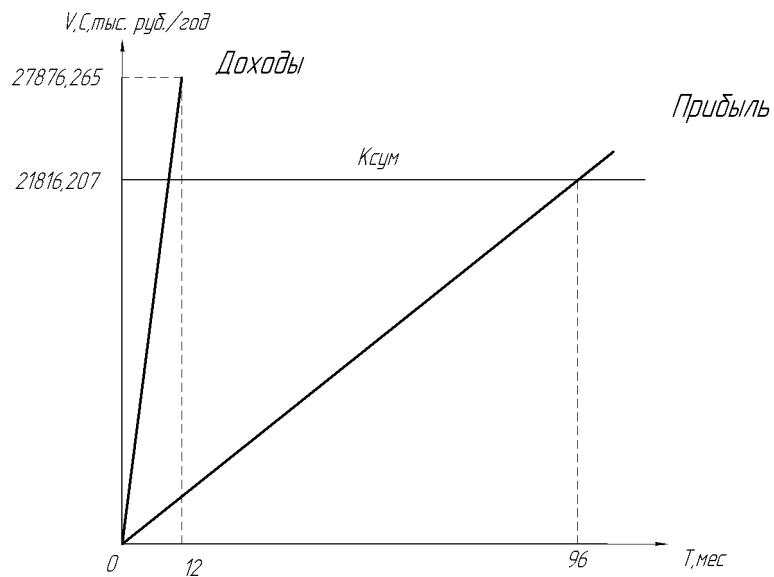


№ операции	Название	Инструмент
000	Заготовительная	-
005	Отрезная	-
010	Токарная с ЧПУ	Резец проходной, проходной и угловой по ГОСТ 18679-73
015	Фрезерная с ЧПУ	Дисктовая пазовая заточенная фреза по ГОСТ 8543-71
020	Фрезерная с ЧПУ	Резьбовая фреза по ГОСТ 3266-61

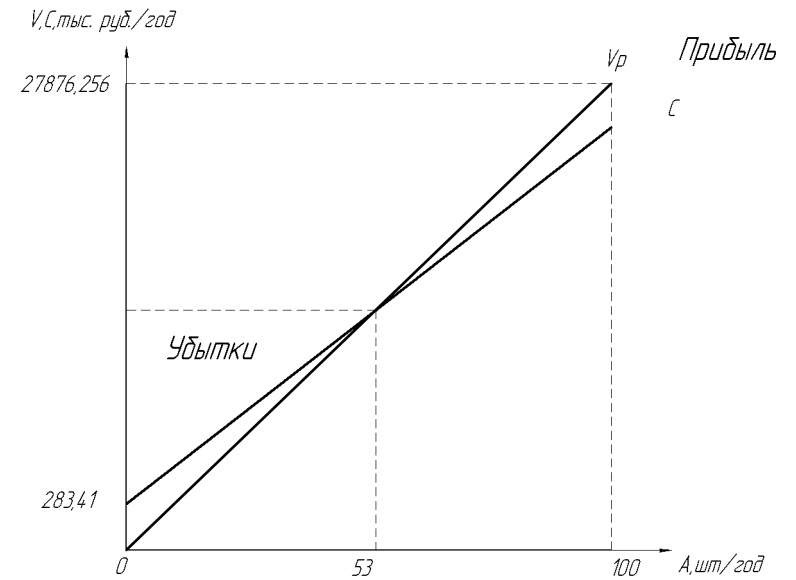
Технико-экономические показатели инвестиционного проекта

	Наименование показателей	Единица измерения	Изделие	
			ТР20.21	ТР20В
1	Критерий технического уровня		1	1,67
2	Годовая программа	шт	90	100
3	Полная себестоимость	тыс.руб	140,361	152,706
4	Оптовая цена	тыс.руб	166,365	175,611
5	Прибыль	тыс.руб/год	102,978	137,481
6	Инвестиции	тыс.руб	1568250	206153,1
7	Простая норма прибыли	%	12	12
8	Срок окупаемости	год	7	8
9	Точка безубыточности	шт	70	53

График денежных потоков

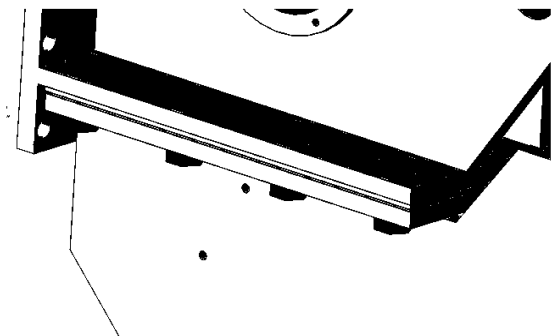


Анализ безубыточности производства



Закрепление рамы

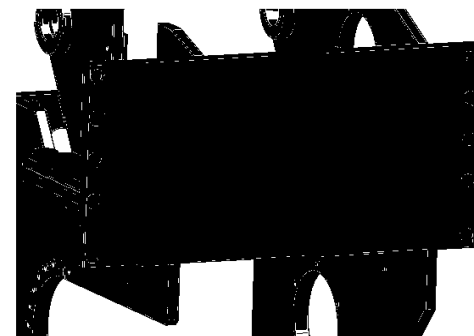
Закрепление верхней рамы с нижней рамой



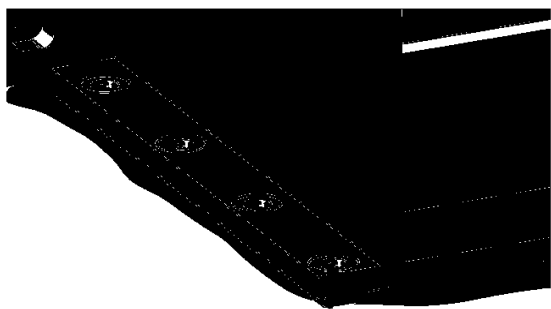
Крепление фланца трубы к порталу грузоподъемного оборудования



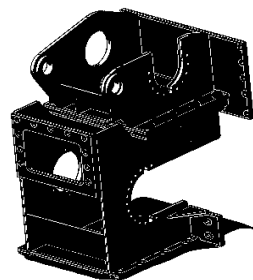
Закрепление задней плиты верхней рамы



Закрепление нижней рамы к базе трактора

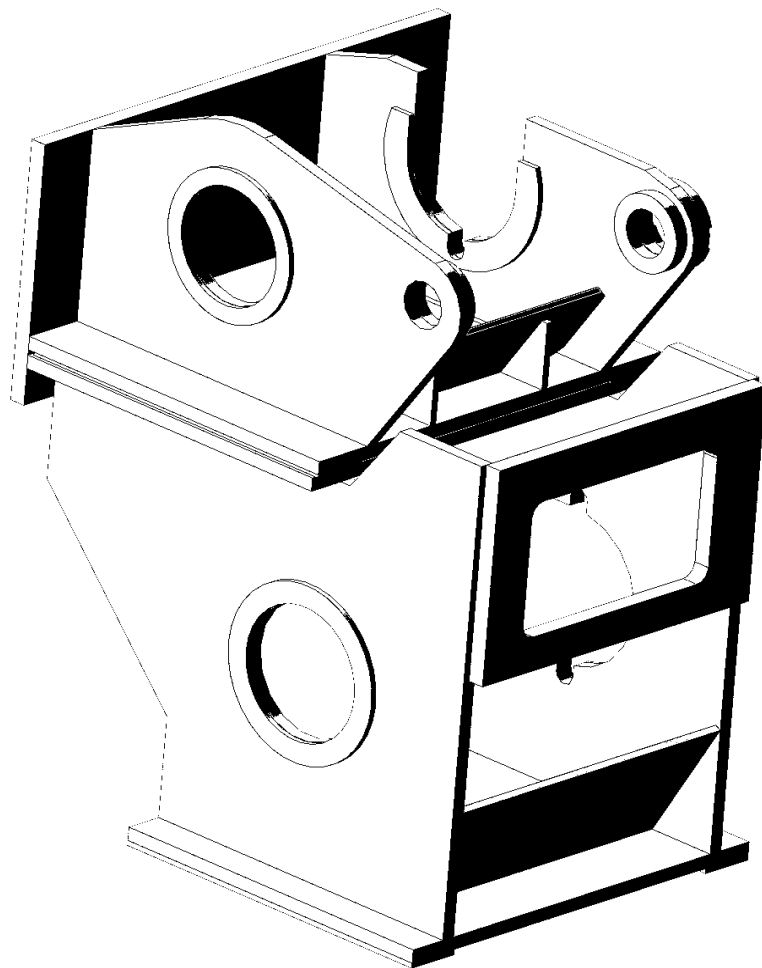


Общий вид крепления

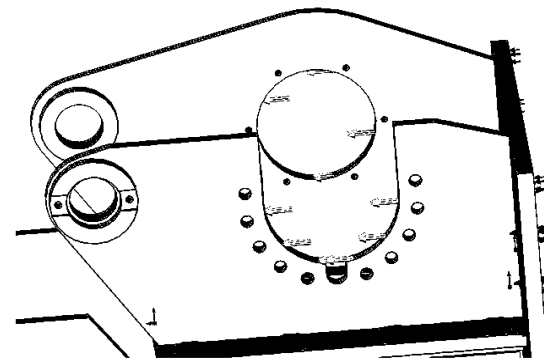


Нагрузка рамы

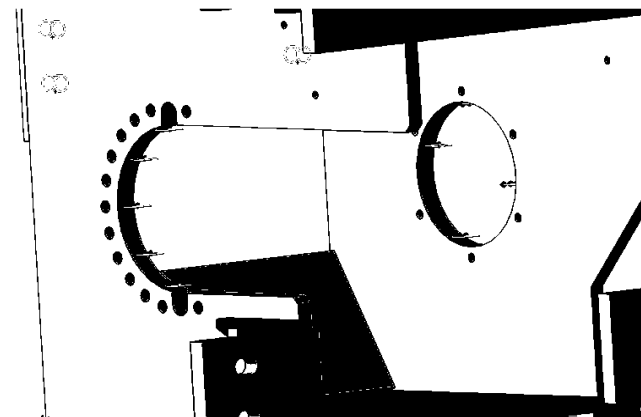
Упрощенный вид рамы для расчета



Нагрузка верхней рамы



Нагрузка нижней рамы



Разделение на сетку конечных элементов

