

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

«ЮЖНО–УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(национальный исследовательский университет)

Политехнический институт: факультет «Автотракторный»

Кафедра «Колесных и гусеничных машин»

Специальность 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

_____ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____/ В.Н. Бондарь/
_____ 2017 г.

Разработка системы противовеса трубоукладчика грузоподъемностью 20 т.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ
ЮУрГУ–23.05.01.2017.881.00.00.ПЗ ВКП

Руководитель проекта
доцент, канд. техн. наук
Л.В. Вершинский

_____ 2017 г.

Автор проекта
студент группы П-503
М.А. Мухортиков

_____ 2017 г.

Нормоконтролер
доцент, канд. техн. наук
В.И. Дуюн

_____ 2017 г.

Челябинск 2017

АННОТАЦИЯ

Мухортиков М.А. Разработка системы противовеса трубоукладчика грузоподъемностью 20 тонн – Челябинск: ЮУрГУ, П; 2017, ПЗ – 119 с. 53 ил., библиографический список – 46 наименований, 2 прил., 15 листов чертежей формата А1.

В дипломном проекте проведен анализ отечественных и передовых зарубежных технологий, проведен анализ существующих противовесов трубоукладчиков, выявлены их основные недостатки и преимущества. Был проработан технологический процесс изготовления детали, применённой в противовесе трубоукладчика.

Определены экономические показатели проекта. В разделе БЖД дано описание разрабатываемого агрегата с точки зрения безопасности.

									Лист
									3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ТЕРМИНЫ И АББРЕВИАТУРЫ.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ОБЗОР И АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ КРАНОВ ТРУБОУКЛАДЧИКОВ	
.....	10
1.1 Общие сведения. Основные параметры трубоукладчиков.....	10
1.2 Виды кранов – трубоукладчиков.....	13
1.3 Характеристика и назначение трубоукладчиков ТР20В производства ЧТЗ	
.....	24
2 РАСПОЛОЖЕНИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ	
ПРОТИВОВЕСОВ ТРУБОУКЛАДЧИКОВ	26
2.1 Схемы механизмов выдвижения и типы противовесов	26
2.2 Предлагаемая конструкция и тип выдвижения противовеса	31
3 РАСЧЕТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И	
НАДЕЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ	34
3.1 Введение.....	34
3.2 Описание метода расчета	35
3.3 Расчет рычага на прочность	36
3.3.1 Описание конструкции и постановка задачи	36
3.3.2 Начальные и граничные условия, действующие нагрузки.....	37
3.3.3 Результаты расчетов	38
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	40
4.1 Введение.....	40
4.2 Описание детали и ее назначения	40
5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	47
5.1 Организационный раздел	47
5.2 Экономический раздел	50
5.2.1 Описание конструкции	50
5.2.2 Анализ прогрессивности проектируемой конструкции.....	50
5.2.3 Расчёт затрат на изготовление проектируемой детали	52
5.2.4 Расчёт себестоимости изделия.....	54
5.2.5 Оценка коммерческой состоятельности проекта.....	54
5.2.6 Оценка эффективности инвестиций.....	55
5.2.7 Техничко-экономические показатели инвестиционного проекта.....	56
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	57
6.1 Введение.....	57
6.2 Область применения	58
6.3 Оценка негативных факторов при работе на кране-трубоукладчике ТР20В	
.....	58
6.4 Инструктажи рабочих	62
6.5 Санитарно-бытовое обслуживание	63

6.6.Пожарная безопасность при работе на КТ ТР20В.....	64
6.7 Меры, направленные на снижение риска	65
6.8 Информация пользователю	67
7 ПЕРСПЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ МЕХАНИЗМА ВЫДВИЖЕНИЯ.....	68
7.1 Предложение на патентную разработку	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	70
ПРИЛОЖЕНИЕ	73

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.

Трубоукладчик – самоходная гусеничная машина, предназначенная для подъема и укладки труб и транспортирования оборудования для 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.

Аббревиатуры

БРМЗ – Берёзовский ремонтно-механический завод;

БЖД – безопасность жизнедеятельности;

ВКР – выпускная квалификационная работа;

ГОСТ – государственный общественный стандарт;

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

ГМТ – гидромеханическая трансмиссия;
 НИОКР – научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа;
 НИУ – национальный исследовательский университет;
 ПБ – правила устройства и безопасности;
 РД – руководящий нормативный документ;
 СНГ – Содружество Независимых Государств;
 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;
 КТ – кран – трубоукладчик.

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР					

ВВЕДЕНИЕ

Трубопроводный транспорт России — один из основных видов российского транспорта, играющий особенно важную роль в транспортировке нефти и природного газа.

Россия располагает одной из крупнейших в мире систем магистральных трубопроводов, которая включает в себя нефтепроводы, нефтепродуктопроводы и газопроводы.

По состоянию на конец 2012 года, длина магистральных трубопроводов составляла 250 тыс. км, из которых нефтепроводы — 55 тыс. км, нефтепродуктопроводы — 20 тыс. км, газопроводы — 175 тыс. км.

В 2013 году трубопроводным транспортом России было перевезено 1,10 млрд тонн грузов, что равнялось 14 % от общего объема перевозки грузов по стране. Грузооборот трубопроводного транспорта в том же году составил 2,51 трлн т*км (49 % общего грузооборота) [1].

Учитывая развития добычи нефти и газа в Российской Федерации и мире, значительная протяженность магистральных трубопроводов, большие объемы и особенности работ по их созданию, обслуживанию и ремонту, очевидна необходимость разработки, изготовления и использования специальной техники, в первую очередь для транспортировки и укладки трубопроводов. Трубопроводный транспорт является одним из основных видов транспорта в России и за рубежом, 49% общего грузооборота составляет грузооборот трубопроводного транспорта. Для работы на трубопроводах необходима специальная машина – трубоукладчики. Дипломная работа посвящена созданию специального трубоукладчика, имеющего повышенную эффективность по сравнению с базовым трубоукладчиком грузоподъемностью 20 тонн.

Трубоукладчик – это самоходная колесная или гусеничная машина, сконструированная, в основном, на базе гусеничного трактора, имеющая укладочное оборудование с главной рамой, механизм подъема груза, боковую стрелу, поворачивающуюся в вертикальной плоскости, и противовес, и предназначенная для укладки труб в траншею. В базы используют выпускаемый заводом изготовителем трактор на гусеничном ходу с кабиной, или же специально разработанное ходовое устройство с использованием большого числа тракторных сборочных единиц. Оператор располагается в кабине, установленной на задней части базы. Иной оригинальностью труда оператора является повторяющаяся потребность одновременного управления движением как ходового устройства, так и груза на боковой стреле.

В связи с расширением освоения новых месторождений нефти и газа магистральным трубоукладчикам приходится работать в тяжелых климатических и грунтовых условиях, поэтому конструкция кранов-трубоукладчиков предусматривает высокую проходимость, максимальную устойчивость и неприхотливость к климатическим условиям. Достижение требуемых задач осуществляется особенностью использования агрегатов и конструкции

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

трубоукладчика, а именно: использование мощного двигателя (дизельный мотор), жесткой ходовой частью, низкой скоростью передвижения (обеспечивает ГМТ), приводом навесного оборудования - гидравлическим, обеспечивающим плавность работы механизмов, возможность регулирования скорости, удобство и легкость управления, свободу компоновки основных узлов трубоукладчика, снижающий трудоемкость изготовления машины и ее металлоемкость, исключаящий ряд промежуточных валов, муфт, передач.

К основным характеристикам трубоукладчика относятся:

- грузоподъемность – способность выполнять подъемные работы с грузами, соответствующими типоразмерному ряду трубоукладчика;
- номинальная масса оборудования;
- грузовая устойчивость - способность трубоукладчика противодействовать опрокидыванию от действия внешних нагрузок;
- длина стрелы и вылет грузового крюка;
- величина максимального давления на грунт, определяемая для самого неблагоприятного условия работы – потери устойчивости – когда трубоукладчик в процессе работы опирается только на одну гусеницу;
- скорость передвижения трубоукладчика.

Одним из заводов, выпускающим различную колесную и гусеничную дорожно-строительную технику, является ЧТЗ – УРАЛТРАК.

Челябинский тракторный завод - УРАЛТРАК (ЧТЗ) - 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 ЧТЗ являются тысячи предприятий России, стран СНГ и дальнего зарубежья различных отраслей деятельности, таких как нефтегазовая, горнорудная, строительная, лесная и других, а также государственные министерства и ведомства различных стран.

Сейчас, в связи с ростом потребительских запросов, было принято решение разработать трубоукладчик ТР20В на базе трактора Т-14, который будет соответствовать всем требованиям заказчика.

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР				

1 ОБЗОР И АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ КРАНОВ ТРУБОУКЛАДЧИКОВ

1.1 Общие сведения. Основные параметры трубоукладчиков

Особенностью сооружения линейной части газонефтепровода является непрерывное линейное перемещение фронта работ с многократным повторением несколько основных технологических операций. К основным технологическим операциям относятся подготовка и расчистка трассы, развозка труб и заранее укрупнённых трубных секций, их сварка в непрерывный трубопровод, отрывка траншеи вдоль трубопровода, очистка, изоляция и укладка трубопровода в траншею, засыпка трубопровода. Среди вспомогательных операций большой удельный вес составляют погрузочно-разгрузочные, особенно погрузка и разгрузка труб и трубных секций (до 90% всех грузов).

Основные операции ведут поточным методом, т.е. с применением механизированных колон, непрерывно движущихся по трассе трубопровода с примерно одинаковой скоростью входящих в них механизмов. Вспомогательные операции осуществляются до совершения основных работ, параллельно им или после них, причем во многих случаях их также выполняют поточным методом при высоком уровне механизации.

Для механизации трудоёмких и тяжелых работ серийно выпускают большое число типоразмеров специальных машин:

- роторные траншейные экскаваторы;
- машины и установки для очистки и изоляции труб;
- краны трубоукладчики;
- станки для холодного гнутья труб;
- установки горизонтального бурения;
- сварочные установки и агрегаты;

Применяют также много общестроительных машин: одноковшовые экскаваторы, грейдеры, скреперы и др. Однако самые основные и наиболее распространённые машины используемые на строительстве трубопроводов, - трубоукладчики.

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР					



Рисунок 1.1 – Кран-трубоукладчик

Трубоукладчики представляют собой самоходную тележку, оснащенную боковой стрелой. Предназначены они для удерживания трубопровода при прохождении по нему очистной и изоляционной машин и одновременно для укладки трубопровода при прохождении по нему очистной и изоляционной машин и одновременно для укладки трубопровода в траншею, для удержания конца трубопровода и привариваемой трубной секции, а также захлестов, катушек и арматуры при выполнении сварочных монтажных работ, для монтажа и удерживания трубопровода при сооружении подводных и воздушных переходов и для выполнения различных погрузочно-разгрузочных работ на сварочных монтажных базах и в полосе строящегося трубопровода.

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 заданной ширины и механизмом подъема.

Трубоукладчики также с успехом эксплуатируются в сфере лесозаготовки. При необходимости они могут заменять обычные подъемные краны и использоваться для перемещения грузов по строительной площадке.

Классификация трубоукладчиков.

По типу ходовой части:

- гусеничные,
- колесные.

По конструктивным особенностям:

- оснащенные лебедкой,
- оснащенные отвалом.

По особенностям привода:

- одномоторные (механический привод),
- многомоторные (гидравлический привод).

Виды трубоукладчиков по диаметру труб, для укладки которых они предназначены, краны для труб:

- малого диаметра (до 530 мм),
- среднего диаметра (до 1200 мм),
- большого диаметра (до 1420 мм).

По грузоподъемности:

- 6,3 т.,
- 12,5 т.,
- 20,0 т.,
- 32,0 т.
- 50,0 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).

Помимо этого трубоукладчики широко используют при различных монтажных и погрузочно- разгрузочных работах вне сооружения линейной части магистральных газонефтепроводов, например, на строительных площадках и перегрузочных базах, на монтаже компрессорных и насосных станций, на обустройстве газонефтепромыслов, при прокладке водопроводных и канализационных сетей городских коммуникаций. Благодаря тому, что помимо выполнения своих основных операций лебедкой, трубоукладчик способен также и перемещаться с грузом по недостаточно подготовленным площадкам, он из специальной строительно-монтажной машиной превратился в универсальную.

Серийно выпускаются несколько типоразмеров трубоукладчиков, различающихся назначением и характером выполняемых работ.

К основным переменным параметрам трубоукладчика относятся вылет крюка, грузоподъемность и грузовой момент. К основным постоянным параметрам, вносимым в паспорт трубоукладчика, относятся момент устойчивости, номинальная грузоподъемность, коэффициенты запаса грузовой и собственной устойчивости, конструктивная масса, удельное давление на грунт, мощность, тяговое усилие на ведущем колесе, скорости собственного передвижения и перемещения крюка, а также максимальные вылет крюка, высота его подъема и глубина опускания в траншею. Вылет крюка.

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



Рисунок 1.2 – Базовая машина крана-трубоукладчика

1.2 Виды кранов – трубоукладчиков

В этом подразделе приведены виды кранов – трубоукладчиков, их основные характеристики.

Устройство для транспортировки длинномерных труб

Авторское свидетельство СССР № 708100, кл. В 66 С 23/72, 1980.

Изобретение относится к подъемным устройствам, а именно к стреловым кранам с устройством для транспортировки труб. Цель изобретения – расширение технологических возможностей путем обеспечения транспортировки пакета труб по неровной местности и их поштучной раскладки по трассе трубопровод.

Устройство для транспортировки длинномерных труб содержит гусеничный трактор 1 с ходовой тележкой 2 (рисунок 1.3) и продольными балками 3. К одной стороне из продольных балок 3 прикреплен противовес 4, а к другой – поворотная в вертикальной поперечной плоскости стрела 5 с крюком 6. По обе стороны от стрелы 5 установлены передняя стойка 7 и задняя стойка 8. К стойкам 7 и 8 шарнирно прикреплены верхнее 9 и нижнее 10 звенья шарнирного четырехзвенника, выполненного в виде параллелограмма 11. Звенья 9 и 10 связаны между собой шарнирно двумя вертикальными звеньями 12. Кроме того, нижние звенья 10 соединены со стойками 7 и 8 канатами – стопорами 13, ограничивающими их перемещение вниз. Верхние звенья 9 соединены ригелем 14, к средней части которого канатом 15 или непосредственно крепится крюк 6. На вертикальных звеньях 12 жестко закреплены продольная грузонесущая балка 16. К кронштейнам 17 жестко прикреплены несущие опоры 18, на которых уложены длинномерные трубы 19. Трубы 19 крюком 6 стрелы 5 устанавливаются, например, на наземные опоры 20 или на бровку траншеи.

Устройство работает следующим образом.

Длинномерные трубы 19 с временного склада укладываются крюком 6 (с помощью канатов, полотенец и др.) на несущие опоры 18 и доставляются к участку монтажа трубопровода. При движении по неровностям местности за счет четырехзвенного шарнирного параллелограмма 11 осуществляется регулирование положения длинномерных труб 19 по высоте. При этом ригель 14 связан через канат 15 с крюком 6. После доставки труб 19 на участок строительства трубопровода канат 15 отсоединяется от ригеля 14 и снимается с крюка 6, а

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

параллелограмм 11 занимает нижнее положение и удерживается канатами – стопорами 13 в нижнем положении. Трубы 19 поштучно снимаются с несущих опор 18 устройства и подаются последовательно на опоры трубопровода или бровку траншеи [3].

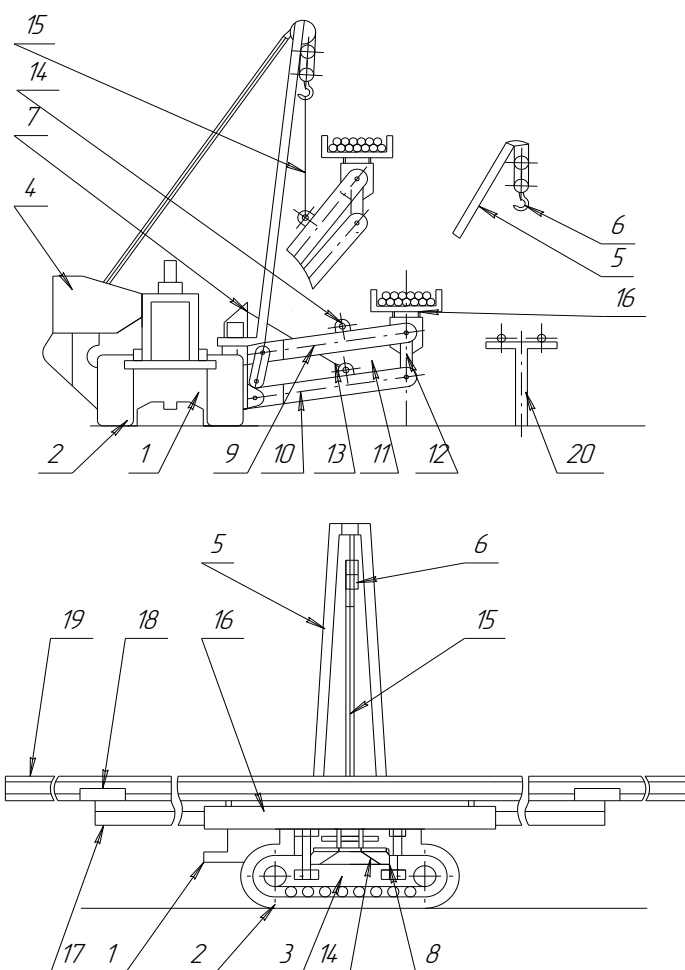


Рисунок 1.3 – Устройство для транспортировки длинномерных труб

Кран – трубоукладчик со складывающейся стрелой

Авторское свидетельство СССР № (21)2350822/29-11, кл. В 66 С 23/72, 1976.

Изобретение относится к грузоподъемным машинам, в частности к трубоукладчикам.

Известен кран – трубоукладчик со стрелой, складывающейся относительно шарнира, установленного с внешней стороны по отношению к базовой машине 1 (рисунок 1.4). Верхняя секция стрелы при складывании вращается вокруг шарнира и занимает положение снаружи от нижней, прилегая к ее наружной поверхности. Применение складывающейся стрелы позволяет обходиться без ее демонтажирования при перевозке трубоукладчика.

Недостатком крана является увеличенные транспортные габариты трубоукладчика по ширине за счет выступающей верхней секции.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР

Лист

14

Известен также кран – трубоукладчик, содержащий базовую машину с контргрузом и крановыми механизмами, на которой смонтированы продольные балки нижней секции стрелы, шарнирно соединенные с продольными балками верхней секции (2).

Такое решение является наиболее близким к изобретению по технической сущности.

Однако верхняя секция такого крана укладывается сверху кабины, увеличивая транспортные габариты высоты базовой машины. В рабочем положении верхние секции стрелы присоединяются к нижним при помощи болтов, что увеличивает трудоемкость монтажно-демонтажных работ при переводе крана в транспортное положение и обратно.

Кран трубоукладчик содержит базовую машину 1 с крановыми механизмами. На кронштейнах, закреплены на гусеничной тележке 2 базовой машины, посредством гидроцилиндра 3 на оси 4 установлена складывающаяся стрела, состоящая из верхней 5 и нижней 6 секций. Подъем (опускание) груза осуществляется лебедкой 7 и канатно-блочной системой 8. Устойчивость машины обеспечивается противовесом 9.

Нижняя секция стрелы выполнена из двух продольных балок 10, на поверхностях которых, обращенных к трактору, распложена поперечная балка 11, жестко связывающая их в основании. Вверху балки 10 жестко связаны поперечным основанием 12, расположенным аналогичным балке 11 образом. На основании 12 выполнены проушины 13, к которым пальцем 14 присоединяется гидроцилиндр 3 наклона стрелы, а также проушины 15. Балки 10 нижней секции 6 оканчиваются проушинами 16.

Секция 5 стрелы образована продольными балками 17, жестко связанными между собой сверху и оканчивающимися внизу проушинами 18. В основании верхней секции стрелы балки 17 жестко связаны скобой 19, оканчивающейся кронштейном 20.

Секция 5 стрелы соединяется с нижними проушинами 18, входящими между проушинами 16 и соединенными с ними пальцами 21, и стопорится от поворота пальцем 22, установленным в проушинах 15 и кронштейне 20.

Продольные балки верхней и нижней секции выполнены с уступами 23 и 24, выполняющими роль стопоров при вращении секций стрелы одна относительно другой.

Работу по монтажу выполняют следующим образом.

Кран-трубоукладчик, доставленный на площадку, устанавливают в исходное положение, затем лебедкой 7 выбирают грузовой канат, которым поднимают верхнюю секцию 5, поворачивающуюся на пальцах 21. По достижении конечного положения секция 5 фиксируется пальцем 22, после чего трубоукладчик готов к работе.

Для транспортировки крана операции производят в обратном порядке, вынимают палец 22, затем ослабляют грузовой канат. Секция 5 под действием силы тяжести опускается и занимает место внутри секции 6 между ее балками (на

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

рисунке 5 это положение показано пунктиром). Затем секцию 5 прикрепляют к балке 11 и гидроцилиндром 3 поднимают сложенную стрелу в крайнее положение. Кран готов к перевозке.

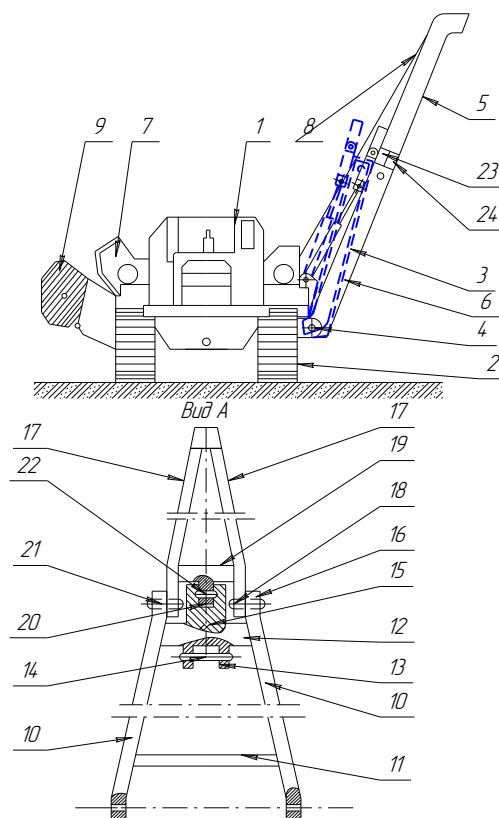


Рисунок 1.4 – Кран трубоукладчик со складывающейся стрелой.

Такая конструкция крана-трубоукладчика позволяет снизить трудоемкость монтажно-демонтажных работ и уменьшить транспортные габариты. При этом для перевоза трубоукладчика в транспортное положение не требуется дополнительных грузоподъемных устройств [4].

Кран-трубоукладчик с механизмом гашения динамических нагрузок
Авторское свидетельство СССР № 12045488, кл. В 66 С 23/44, 1984.

Изобретение относится к грузоподъемным средствам, в частности к кранам, преимущественно для укладки труб.

Цель изобретения – снижение динамических нагрузок.

Кран, преимущественно трубоукладчик, содержит грузовую стрелу 1 (рисунок 1.5), шарнирно прикрепленную к одной стороне рамы 2, противовес 3, установленный с возможностью перемещения на рычаге 4, механизм 5 выдвижения рычага противовеса, коромысла 6, шарнирно связанное посредством тяги 7 со стрелой 1, пружину 8, связывающую второе плечо коромысла 6 с противовесом 3, гибкую тягу-канат 9, связывающую противовес 3 через обводные блоки 10 и 11 с подвесным блоком 12, огибаемым гибким органом-канатом 13 грузовой лебедки 14, и дополнительный отклоняющий блок 15 для грузового каната 13.

Причем жесткость пружины 8, параметры коромысла 6 и тяги 7 подобраны таким образом, чтобы наибольший вылет противовеса 3 соответствовал

наибольшей грузоподъемности трубоукладчика в зависимости от вылета стрелы и необходимому запасу грузовой устойчивости.

Трубоукладчик работает следующим образом.

Перед началом работы оператор выдвигает рычаг 4 противовеса 3 в крайнее положение, причем при отсутствии нагрузки на крюке противовес 3 под действием пружины 8 занимает положение с минимальным вылетом.

При подъеме трубоукладчиком груза с массой, близкой к максимальной грузоподъемности для данного вылета стрелы, нагрузка, возникающая в грузовом канате 13, передается через блок 12 и канат 9 на противовес 3 и, преодолевая

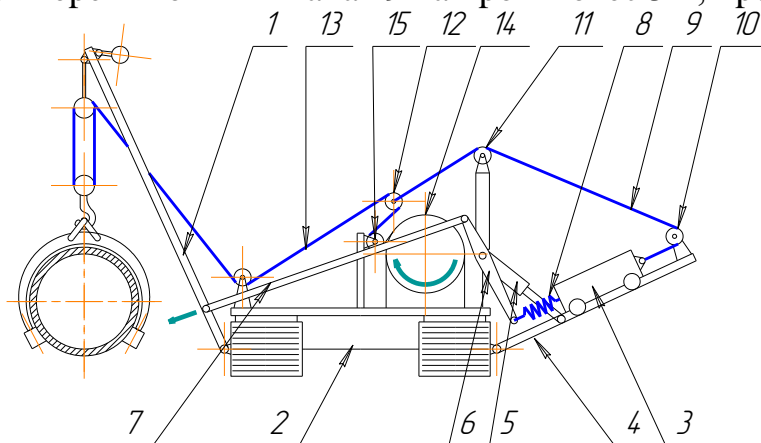


Рисунок 1.5 – Кран-трубоукладчик с механизмом гашения динамических нагрузок.

напряжение пружины 8 и составляющую силы тяжести противовеса, перемещает его вдоль рычага 4 до момента уравнивания сил, благодаря чему происходит гашение динамических нагрузок в грузоподъемном механизме с одновременным сохранением грузовой устойчивости.

При движении колонны трубоукладчиков с приподнятым трубопроводом по пересеченной местности происходит изменение высотного положения машин относительно трубопровода, что приводит к изменению нагрузки на крюке, а соответственно и в грузовом канате 13, который через подвесной блок 12 и канат 9 изменяет вылет противовеса 3 пропорционально опрокидывающему моменту груза.

При изменении вылета стрелы 1 тяга 7 изменяет соответственно и угол поворота коромысла 6, которое в свою очередь изменяет натяжение пружины с соответствующим изменением грузоподъемной характеристики.

Для стабилизации нагрузки на крюке в пределах, обеспечивающих эксплуатацию трубоукладчика с наибольшей грузоподъемностью, оператору необходимо следить за положением противовесом и включением грузовой лебедки удерживать его в положении, близком к наибольшему вылету. Эту роль могут выполнять и автоматические устройств, следящие за положением противовеса, однако благодаря гашению интенсивности изменению нагрузки на крюке быстрогодействия оператора будет достаточно.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

При резком снижении нагрузки на крюке противовес 3 быстро возвращается под действием пружин 8 в положение с минимальным вылетом [5].

Кран-трубоукладчик ТБГ-20

Кран-трубоукладчик ТБГ-20 предназначен для выполнения работ по укладке трубопроводов в траншеи, транспортирования грузов, а также выполнения различных грузоподъемных и монтажных операций с грузами до 20 т. Кран-трубоукладчик предназначен для работы в районах с температурой окружающей среды воздуха $\pm 40^{\circ}\text{C}$.

Трубоукладчик ТБГ-20 уступает в грузовых характеристиках разрабатываемому трубоукладчику ТР20В, а также в удельном давлении на грунт. Применяемая базовая машина трубоукладчика идентична базовой машине трубоукладчика ТР20В [6].



Рисунок 1.6 – Кран-трубоукладчик ТБГ - 20

Таблица 1.1 «Основные характеристики трубоукладчика ТБГ-20»

Характеристики	Модель
	ТБГ-20
Грузоподъемность максимальная на вылете 1,22 м, т	20

Окончание таблицы 1.1

Грузоподъемность номинальная, т	12
Момент грузовой устойчивости, тм	
Эксплуатационная масса, кг	28000

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

23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР

Лист

18

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
Длина 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

Кран-трубоукладчик Komatsu D85C-21



Рисунок 1.7 – Кран-трубоукладчик Komatsu D85C-21

Марка KOMATSU Модель D85C-21. Данный трубоукладчик в сравнении с разрабатываемым трубоукладчиком TP20B имеет такую же грузоподъемность, однако удельное давление на грунт в пять раз больше, чем у TP20B. Также KOMATSU проигрывает в моменте грузовой устойчивости [7].

Таблица 1.2 «Основные характеристики трубоукладчика D85C-21»

Характеристики	Модель
----------------	--------

	D85C-21
Грузоподъемность максимальная на вылете 1,22 м, т	41

Окончание таблицы 1.2

Грузоподъемность номинальная, т	20
Момент грузовой устойчивости, тм	48
Эксплуатационная масса, кг	30050
Мощность номинальная, кВт	168 при 2000
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	

Кран-трубоукладчик Shantui SP45Y



Рисунок 1.8 – Кран-трубоукладчик Shantui SP45Y

Бульдозер-трубоукладчик Shantui SP45Y оснащен технологией обратной передачи информации о текущей нагрузке для предотвращения вероятности перекручивания и опрокидывания в ходе проведения работ по укладке труб. Трубоукладчик является аналогом Komatsu D85C. В сравнении с TP20B Shantui SP45Y имеет большую грузоподъемность и большое удельное давление на грунт, в чем значительно проигрывает TP20B [8].

Таблица 1.3 «Основные характеристики трубоукладчика SP45Y»

Характеристики	Модель
	SP45Y
Грузоподъемность максимальная на вылете 1,22 м, т	45
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)

Окончание таблицы 1.3

Глубина опускания крюка, м	2,5
Производитель: Китай, SHANTUI	

Кран-трубоукладчик Volvo PL3005D



Рисунок 1.9 – Кран-трубоукладчик Volvo PL3005D

Трубоукладчики Volvo уникальны тем, что выполнены на базе экскаватора и легко могут быть переоборудованы. К тому же они могут осуществлять поворот вокруг своей оси, что в некоторых случаях очень удобно. В сравнении с TP20B номинальная и максимальная грузоподъемности у PL3005D выше [9].

Таблица 1.4 «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
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
Длина 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	

Кран-трубоукладчик ТГ-222



Рисунок 1.10 – Кран-трубоукладчик ТГ-222

Кран-трубоукладчик ТГ-222 по грузовым характеристикам 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 [10].

Таблица 1.5 «Основные характеристики трубоукладчика ТГ-222»

Характеристики	Модель
	ТГ-222
Грузоподъемность максимальная на вылете 1,22 м, т	44,2
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	

1.3 Характеристика и назначение трубоукладчиков ТР20В производства ЧТЗ

Трубоукладчик ТР20В предназначен для укладки трубопроводов в траншею, сопровождения очистных и изоляционных машин, а также для выполнения различных подъемно-транспортных работ при строительстве трубопроводов с наружным диаметром до 1020 мм на грунтах обычных и с пониженной несущей способностью. Трубоукладчик предназначен для эксплуатации в районах с минимальной температурой воздуха до минус 40°С. Номинальная грузоподъемность 20 тонн, выполнен на базе трактора Б11Б с ГМТ.

При разработке трубоукладчиков были использованы современные подходы, а именно:

- применены лебедки с гидростатическим приводом, обеспечивающими плавное, бесступенчатое изменение скорости подъема крюка и вылета стрелы в широком диапазоне скоростей (от 0 до 17м/мин). Блок управления 101ВН обеспечивает легкое и удобное управление грузоподъемным оборудованием, особенно при совмещении операций изменения вылета стрелы и высоты подъема крюка. Предусмотрена возможность включения повышенной скорости движения крюка и стрелы (вторая передача привода лебедок) с сохранением плавного, бесступенчатого изменения скорости в полном диапазоне.

- применение в базе трубоукладчика гидромеханической трансмиссии, позволяет получить низкие технологические скорости и упрощает синхронизацию движения машины при работе в колонне;

- в составе грузоподъемного оборудования установлены блоки полиспастных систем измененной конструкции со сниженными габаритно-массовыми характеристиками, также предусмотрена установка новых систем автоматической защиты крана повышенной точности СБУК330, выполненной на микроконтроллерах.

Основные технические характеристики приведены в таблице 1.3 «Основные технические характеристики трубоукладчика ТР20В»

Исходные данные для таблицы берем из технического описания трубоукладчика TP20B.



Рисунок 1.11 – Кран-трубоукладчик TP20B

Таблица 1.6 – 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	
	База трубоукладчика	Трактор Т14Б	Трубоукладчик, исполнение с ГМТ
4	Мощность номинальная, кВт (л.с)	169 (230)	

Окончание таблицы 1.6

5	Скорость движения макс., км/ч	2,99; 5,31; 8,36	
6	Количество опорных катков, шт.	7	
7	Колея, мм	2282	
8	Длина опорной поверхности гусеницы, мм	3200	
9	Ширина гусеницы, мм	900	
	Грузоподъемное оборудование		
10	Кратность грузового полиспаста	6	
11	Кратность стрелового полиспаста	6	
12	Скорость подъема-опускания груза, м/мин повышенная скорость	0-12 0-20	
13	Длина стрелы, м	9	
14	Высота подъема крюка, м	7,7	

15	Глубина опускания крюка, м	2,5	Ниже уровня стоянки, со стрелой, поднятой максимально вверх
16	Максимальный вылет крюка, м	8,5	
17	Минимальный вылет крюка, м	1,22	
	Масса трубоукладчика, т	~32	При массе трактора ~ 19 т
18	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 придвинутым противовесе
19	Удельное давление на грунт левой гусеницы при реализации всего момента устойчивости, МПа	~0,178	При нагрузке на крюке, равной номинальной грузоподъемности

2 РАСПОЛОЖЕНИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОТИВОВЕСОВ ТРУБОУКЛАДЧИКОВ

В данной главе рассмотрены виды противовесов, их конструктивные особенности. Произведен анализ наилучшей конструкции и сделан вывод.

Противовесы служат для увеличения момента грузовой устойчивости при выполнении трубоукладчиком рабочих операций, связанных с подъемом и перемещением груза. Увеличение момента происходит путем перемещения массы противовеса в крайнее положение от правой гусеницы. Вместе с тем, при снятии нагрузки с крюка возникает опасность опрокидывания трубоукладчика относительно правой гусеницы трактора в результате действия момента от массы выдвинутого противовеса. Поэтому при эксплуатации машинист должен внимательно следить за расположением противовеса, а перемещение трубоукладчика без груза необходимо производить только с придвинутым к трактору противовесом [11].

2.1 Схемы механизмов выдвижения и типы противовесов

Противовесы трубоукладчиков подразделяются на пять типов:

- противовес не изменяет своего положения (не выдвижной);
- поворотный противовес (поворачивается относительно вертикальной либо горизонтальной оси);
- складывающийся противовес по принципу «книжки»;
- выдвижной противовес по принципу «телескопа»;
- складывающийся противовес по принципу «книжки» с измененной кинематической схемой.

У легких трубоукладчиков, как правило, нет откидных противовесов, что упростило их конструкцию и уменьшило число рычагов управления. Такие трубоукладчики в основном используются при строительстве трубопроводов с наружным диаметром до 720 мм на грунтах обычных и с пониженной несущей способностью и для подъема и перемещения единичных грузов. Примером служит трубоукладчик ТР12.22.01.



Рисунок 2.1. – Кран-трубоукладчик ТР12.22.01 с не выдвигаемым противовесом

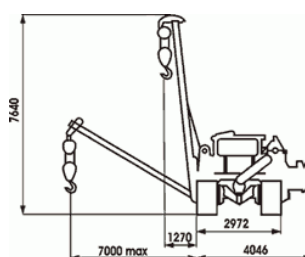


Рисунок 2.2 – Габаритные размеры крана-трубоукладчика ТР12.22.01 с не выдвигаемым противовесом

Следующий тип поворотный. Такой тип противовеса имеет ряд преимуществ по сравнению с не выдвигаемыми используется на трубоукладчиках с большей грузоподъемностью. Механизмы включения противовесов также отличаются. Существуют механические и гидравлические. Наилучшими показателями обладают гидравлические механизмы включения. К их преимуществам относятся плавность хода, легкость управления, возможность автоматического отключения в экстренных ситуациях.

Примером трубоукладчика с поворотным противовесом является кран-трубоукладчик Т-1530В.



Рисунок 2.3 – Кран-трубоукладчик Т-1530В с поворотным противовесом

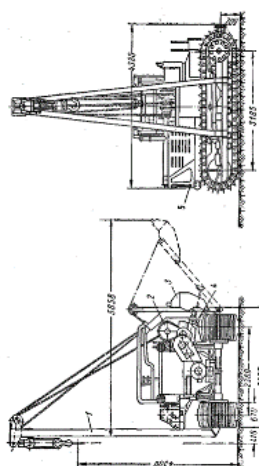


Рисунок 2.4 – Габаритные размеры крана-трубоукладчика Т-1530В с поворотным противовесом

1 — стрела; 2 – лебедка подъема стрелы и груза; 3 — противовес; 4 – гидропривод противовеса; 5 – трактор

При включении механизма опускания противовеса, гидропривод воздействует на раму противовеса, тем самым отклоняя противовес от трубоукладчика. Блок грузов, соединенных тросами через ролики к portalу трактора, при наклоне противовеса, подымается, изменяя и увеличивая момент грузовой устойчивости.

На смену поворотным противовесам пришли противовесы, складывающиеся по принципу «книжки». Такие противовесы больше всего распространены, наиболее удобны, они компактнее, что дает преимущество для смещения центра масс трубоукладчика, схема выдвигания таких противовесов перекрестная, поэтому они более сложны в конструкции. Данная схема выдвигания противовеса применена на трубоукладчике ТГ-124-А.

Перекрестная схема выдвигания противовеса имеет следующие преимущества:

- обеспечивает большой вылет противовеса при малых размерах механизма выдвигания;
- жестко фиксирует противовес во всех промежуточных положениях;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР

Лист

28

- в крайних положениях (придвинутом и в положении максимального вылета) противовес замыкается системой рычагов под действием собственной силы тяжести;

- при неполадках в гидросистеме (обрыв шлангов, утечки рабочей жидкости и др.) исключено самопроизвольное падение противовесных грузов, и следствием этого является повышение безопасности работы, простота и надежность гидравлической системы.



Рисунок 2.5 – Кран-трубоукладчик ТГ-124-А с противовесом, складывающимся по принципу «книжки».

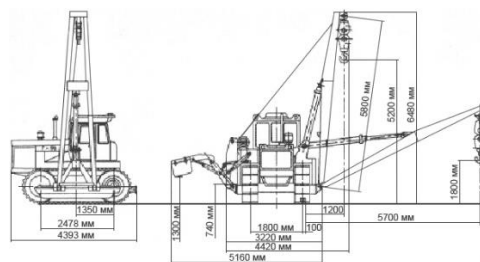


Рисунок 2.6 – Габаритные размеры крана-трубоукладчика ТГ-124-А с противовесом, складывающимся по принципу «книжки».

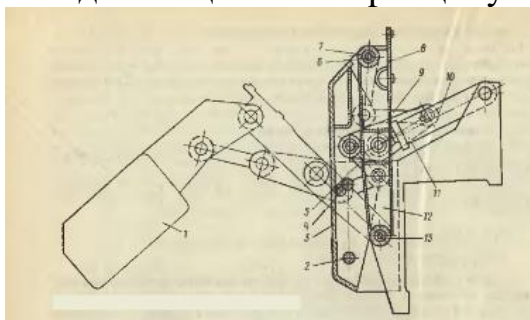


Рисунок 2.7 – Схема выдвижения противовеса ТГ-124-А

Противовес трубоукладчика ТГ-124-А (Рисунок 2.7) состоит из стрелы 12, рамы 3 с набором грузов 1, коромысла 11 с тягами 9 и 5. Стрела 12 коробчатого сечения имеет две опоры – верхнюю 7 и нижнюю 13. С помощью нижней опоры стрела шарнирно соединена с правой полурамой портала. Верхняя часть стрелы 12 посредством пальца 6 соединена с рамой 3. В средней части стрелы 12 расположена цапфа, на которой установлено коромысло 11. На плите 8 закреплена лебедка.

Гидроцилиндр 10 одним концом шарнирно прикреплен к правой полураме портала, а вторым – к стреле 12. На раме 3 с помощью двух продольных штанг 2 и 4 закреплены грузы 1 противовеса. Один конец коромысла 11 посредством тяги 9 шарнирно соединен с рамой 3, второй конец с помощью тяги 5 закреплен в проушинах портала [11].

Работой противовеса управляют из кабины трактора. При выдвигении штока происходит поворот стрелы относительно нижней опоры. Одновременно коромысло 11, связанное тягой 5 с порталом, поворачивается вокруг оси шарнира, соединяющего стрелу 12 с рамой 3, и откидывает последнюю с помощью тяги 9. Возврат противовеса в первоначальное положение происходит при подаче рабочей жидкости в штоковую полость гидроцилиндра 10.

Кинематическая схема механизма обеспечивает плавное выдвигение противовесных грузов. С увеличением вылета траектория центра тяжести плавно поднимается, и лишь в самом конце хода движение вверх замедляется и даже происходит некоторое опускание.

Гидроцилиндр в процессе выдвигения работает поршневой полостью. В конце хода штока цилиндра его сжатие переходит в растяжение – происходит силовое замыкание механизма силой тяжести противовесных грузов. Для удержания противовеса в откинутом положении (также как и в придвинутом) не требуется повышение давления ни в одной из полостей гидроцилиндра. Исключается потребность в гидрозамках на гидроцилиндре противовеса, повышается надежность гидросистемы.

Четвертый тип выдвигения противовеса работает по принципу «телескопа». Это принципиально новая конструктивная схема выдвигения противовеса, позволяющая обеспечить надежную жесткость всей системы трубоукладочного оборудования. Преимуществами данного типа является то, что сам противовес в придвинутом положении расположен максимально над правой гусеницей, тем самым смещая центр масс трактора к центру. К тому же такой тип выдвигения противовеса позволяет уменьшить массу агрегата, сохранив грузоподъемные характеристики. Недостатком такой конструкции является то, что направляющие механизма выдвигения противовеса расположены в портале, тем самым усложняя конструкцию.



Рисунок 2.8 – Кран-трубоукладчик ЧЕТРА ТГ-511 с противовесом, работающим по принципу «телескопа».

Актуальным типом выдвижения противовеса, в настоящее время, является противовес, складывающийся по принципу «книжки» с измененной кинематической схемой. Данный тип противовеса обладает рядом преимуществ, а именно:

- более узкий противовес обеспечивает лучший обзор оператору;
- основная рама коробчатого сечения приварена к литому картеру главной передачи;
- для уравнивания груза противовес выдвигается при помощи гидравлического привода;
- механическое предохранительное устройство для блокировки противовеса в выдвинутом положении во время проведения технического обслуживания машины [12].



Рисунок 2.9 – Кран-трубоукладчик с противовесом, складывающимся по принципу «книжки» с измененной кинематической схемой.

2.2 Предлагаемая конструкция и тип выдвижения противовеса

Проанализировав конструкции и типы выдвижения противовесов, было принято решение на разрабатываемом трубоукладчике ТР20В разработать противовес, складывающийся по принципу «книжки с поворотом». Для этого с помощью 3D моделирования были проработаны и рассчитаны на прочность и работоспособность такие конструкции как: рама и рычаг противовеса, блок грузов, тяги, фиксатор и гидроцилиндр.

На рисунках 2.10 и 2.11 изображены рама с блоком грузов, а на рисунках 2.12 и 2.13 рычаг разрабатываемого противовеса. Были произведены необходимые расчеты конструкции и произведены соответствующие испытания, подтверждающие их работоспособность.



Рисунок 2.10 – Рама противовеса трубоукладчика ТР20В с блоком грузов.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР

Лист

31

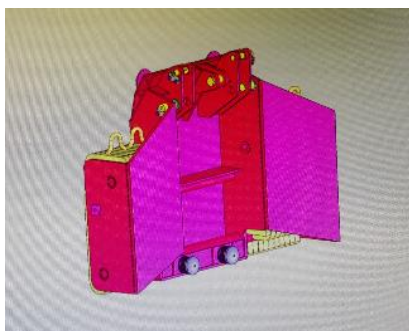


Рисунок 2.11 – Рама противовеса трубоукладчика TR20B с блоком грузов.

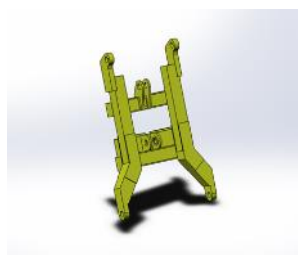


Рисунок 2.12 – Рычаг противовеса трубоукладчика TR20B.

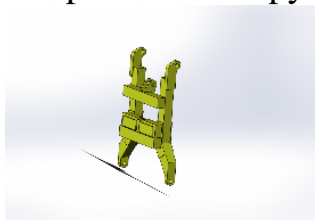


Рисунок 2.13 – Рычаг противовеса трубоукладчика TR20B.

Далее рассмотрим схему выдвигания противовеса крана-трубоукладчика TR20B, изображенной на рисунке 2.14.

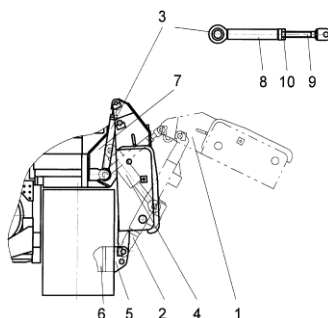


Рисунок 2.14 – Схема выдвигания противовеса TR20B

Выдвижной противовес разрабатываемого трубоукладчика, содержащий раму 1 с набором противовесных грузов и механизм его выдвигания с рычагом 2, тягами 3 и гидроцилиндром 4. Рычаг 2 одним концом шарнирно закреплен на кронштейне 5 ходовой тележки 6 базового трактора трубоукладчика и другим концом шарнирно связан с рамой 1 противовеса. Тяги 3 шарнирно связаны с рамой трубоукладчика и рамой противовеса. Особенностью конструкции данных тяг 3 является то, что они выполнены по принципу «винт-гайка», с возможностью

регулировкой по длине, это дает возможность регулировать положение противовеса при его монтаже на трубоукладчике.

Выдвижной противовес трубоукладчика работает и регулируется следующим образом.

Процесс выдвижения происходит следующим образом: рычаг 2 под воздействием гидроцилиндра 4 поворачивается вокруг шарнира на кронштейне 5 ходовой тележки 6 базового трактора, другой конец рычага 2 шарнирно связан с рамой 1 противовеса, а т.к. тяги 3 шарнирно связывают раму 7 трубоукладчика и раму 1 противовеса и удерживают верхнюю часть рамы 1 противовеса в пределах своей длины, происходит подъем и выдвижение рамы 1 противовеса с набором противовесных грузов. Процесс опускания и придвижения противовеса происходит в обратном порядке. Для регулировки положения противовеса в придвинутом состоянии изменяют (в небольших пределах от расчетной величины) длину тяг 3 путем завинчивания винта 9 в резьбовой втулке 8 и по достижении максимального приближения противовеса к гусенице (с соблюдением, в то же время, необходимого зазора между ними) фиксируют длину тяг 3 контргайкой 10 [13].

К тому же, для улучшения комфортабельности работы оператора и продления срока службы узлов и механизмов крана-трубоукладчика, на раме выдвижного противовеса было установлено амортизирующее устройство. Амортизирующее устройство, в виде двух упругих элементов, выполнено в виде резинометаллических амортизаторов. На раме-портале установлены ответные упоры для амортизаторов.

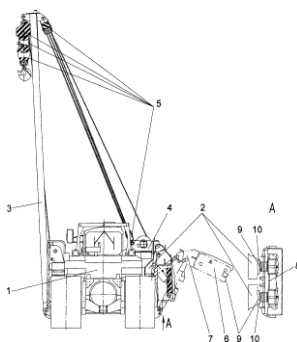


Рисунок 2.15 – Схема установки амортизирующего устройства на кран-трубоукладчик ТР20В

Как работает амортизирующее устройство.

Кран-трубоукладчик содержит базовый гусеничный трактор 1, с размещенной на нем рамой-порталом 2 с грузоподъемным оборудованием, состоящим из боковой стрелы 3, блока лебедок 4, полиспастной системы 5 подъема груза и выдвижного противовеса 6, содержащего раму 7 с набором грузов. На раме 7 противовеса 6 установлено амортизирующее устройство 8, которое представляет собой упругие элементы 9 - амортизаторы, работающие на сжатие. На раме-портале 2 установлены ответные упоры 10 для амортизаторов 9.

Кран-трубоукладчик работает следующим образом:

При выполнении краном-трубоукладчиком технологических операций по подъему и перемещению различных грузов, выдвижной противовес 6 выдвигается и придвигается к раме-порталу 2. При этом амортизирующее устройство 8, своими амортизаторами 9 прижимается к ответным упорам 10. Тем самым предотвращаются удары и перегрузка элементов противовеса 6, и фиксируется положение противовеса 6 относительно рамы-портала 2 [14].

Таким образом, предлагаемое техническое решение позволит снизить динамические нагрузки на системы, узлы и механизмы, чем повысить срок эксплуатации крана-трубоукладчика.

Выводы по второму разделу

Таким образом, сделав большой анализ конструкций и типов противовесов, был выдвинут вердикт, что данный тип противовеса наиболее актуален. Предлагаемое техническое решение позволяет повысить точность монтажа противовеса для максимального его приближения к гусенице в придвинутом положении и одновременно позволяет снизить требования к точности изготовления элементов механизма выдвижения, а, кроме этого, при максимально придвинутом противовесе снижается нагрузка на противовесную гусеницу, что в итоге положительно влияет на эксплуатационную надежность.

3 РАСЧЕТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ

3.1 Введение

Конструкторская механика как расчетно-теоретический аппарат инженера всегда была связана с большим объемом вычислительных работ. Совершенствование методов расчета было связано, как правило, с дальнейшим увеличением вычислительных работ. Современная конструкторская механика достигла высокой степени совершенства, но, вместе с тем, возросла сложность вычислительного аппарата.

Появление и широкое распространение ЭВМ привело к коренным, качественным изменениям во многих областях инженерной деятельности, в том числе в проектировании и в способах расчета конструкций автомобилей и тракторов.

Применение ЭВМ в автомобиле и тракторостроении позволило существенно повысить достоверность и точность расчетов за счет приближения расчетной схемы к действительной, произвести оптимизацию конструкций. Вместе с тем, перед конструкторской механикой открываются широкие возможности совершенствования существующих и развития новых специфических методов

расчета узлов и агрегатов. Возникла необходимость создания таких методов расчета, которые на первый взгляд и приводят к более сложному математическому описанию, но обладают большой логической четкостью и ясностью. Начали широко развиваться численные методы. Значительно расширяется применение метода перемещений в различных формах. Один из дальнейших путей развития метода перемещений привел к появлению метода конечных элементов (МКЭ), который позволяет производить расчеты сложных систем, включающих стрелы, пластины и оболочки.

3.2 Описание метода расчета

Метод конечных элементов (МКЭ) — это численный метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики. Метод широко используется для решения задач механики деформируемого твёрдого тела, теплообмена, гидродинамики и электродинамики.

Суть метода следует из его названия. Область, в которой ищется решение дифференциальных уравнений, разбивается на конечное количество подобластей (элементов). В каждом из элементов произвольно выбирается вид аппроксимирующей функции. В простейшем случае это полином первой степени. Вне своего элемента аппроксимирующая функция равна нулю. Значения функций на границах элементов (в узлах) являются решением задачи и заранее неизвестны. Коэффициенты аппроксимирующих функций обычно ищутся из условия равенства значения соседних функций на границах между элементами (в узлах). Затем эти коэффициенты выражаются через значения функций в узлах элементов. Составляется система линейных алгебраических уравнений. Количество уравнений равно количеству неизвестных значений в узлах, на которых ищется решение исходной системы, прямо пропорционально количеству элементов и ограничивается только возможностями ЭВМ. Так как каждый из элементов связан с ограниченным количеством соседних, система линейных алгебраических уравнений имеет разрежённый вид, что существенно упрощает её решение.

Если говорить в матричных терминах, то собираются так называемые матрицы жёсткости (или матрица Дирихле) и масс. Далее на эти матрицы накладываются граничные условия (например, при условиях Неймана в матрицах не меняется ничего, а при условиях Дирихле из матриц вычёркиваются строки и столбцы, соответствующие граничным узлам, так как в силу краевых условий значение соответствующих компонент решения известно). Затем собирается система линейных уравнений и решается одним из известных методов.

С точки зрения вычислительной математики, идея метода конечных элементов заключается в том, что минимизация функционала вариационной задачи осуществляется на совокупности функций, каждая из которых определена на своей подобласти, для численного анализа системы позволяет рассматривать его как одну

из конкретных ветвей диакоптики — общего метода исследования систем путём их расчленения.

Преимущества и недостатки.

Метод конечных элементов сложнее метода конечных разностей в реализации. У МКЭ, однако, есть ряд преимуществ, проявляющихся на реальных задачах: произвольная форма обрабатываемой области; сетку можно сделать более редкой в тех местах, где особая точность не нужна.

Долгое время широкому распространению МКЭ мешало отсутствие алгоритмов автоматического разбиения области на «почти равносторонние» треугольники (погрешность, в зависимости от вариации метода, обратно пропорциональна синусу или самого острого, или самого тупого угла в разбиении). Впрочем, эту задачу удалось успешно решить (алгоритмы основаны на триангуляции Делоне), что дало возможность создавать полностью автоматические конечноэлементные САПР [15].

3.3 Расчет рычага на прочность

3.3.1 Описание конструкции и постановка задачи

В связи с тем, что на рычаге разрабатываемого противовеса висит рама с блоком грузов, и он связывает раму противовеса с порталом трубоукладчика, а также на него действует сила от гидроцилиндра при выдвигении противовеса, то наиболее значительное внимание было уделено проверочному расчету прочности разрабатываемой рамы.

Расчет на контактную прочность был произведен методом конечных элементов в программном продукте SOLIDWORKS Premium 2016 x64 Edition SP 3.0.

Рычаг противовеса – сложная сварная конструкция, состоящая из отдельно выполненных элементов и несущая на себе основные силовые нагрузки. Общий вид конструкции разрабатываемого рычага представлен на рисунке 3.1

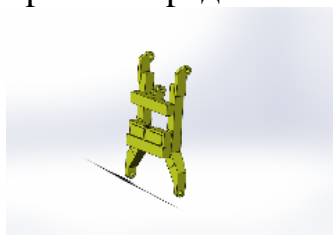


Рисунок 3.1 – Общий вид разрабатываемого рычага противовеса

Для расчета рычага противовеса взяты предельные нагрузки, действующие как со стороны гидроцилиндра, рассчитанные исходя из максимального давления в гидросистеме противовеса, так и от веса рамы противовеса с блоком грузов. Модель рычага для расчета максимально приближена к реальному изделию. Для расчета принимается режим нагружения максимального усилия по давлению в гидроцилиндре. Оно равняется 15000 кгс.

Так как рычаг имеет сложную геометрическую форму, для расчетов использован метод конечных элементов. Конечно-элементная модель (КЭМ) рычага показана на рисунке 3.2 и 3.3 В КЭМ использованы объемные элементы. Материал – сталь 09Г2С [16]. Характеристики этого материала приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристики материала

Материал	Предел кратковременной прочности σ_B , МПа	Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации) σ_T , МПа	Плотность, кг/м ³	Относительное удлинение после разрыва δ_5 , %	Твердость по Бринеллю, [МПа]
Сталь 09Г2С	430 – 490	265 – 345	7850	21	450 - 490

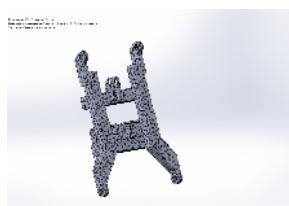


Рисунок 3.2 – Конечно – элементная модель рычага противовеса

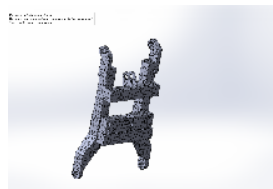


Рисунок 3.3 – Конечно – элементная модель рычага противовеса

3.3.2 Начальные и граничные условия, действующие нагрузки

На рисунке 3.4, 3.5 и 3.6 показаны силы и ограничения, приложенные к рычагу противовеса. Рычаг противовеса полностью ограничен за нижние проушины. К местам крепления гидроцилиндра приложена сила, равная максимальному усилию по давлению. Усилие от гидроцилиндра направлено по линии вдоль верхней площадки. На верхние проушины приложена сила, действующая от массы рамы противовеса с блоком грузов.

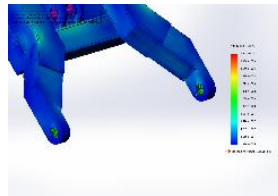


Рисунок 3.4 – Места ограничений рычага

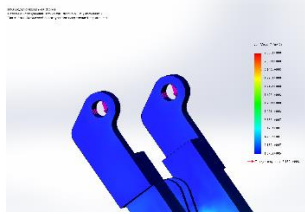


Рисунок 3.5 – Место нагрузки от рамы с блоком грузов

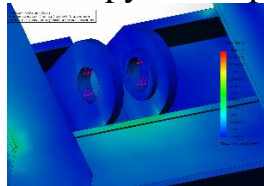


Рисунок 3.6 – Место нагрузки максимального усилия от гидроцилиндра

3.3.3 Результаты расчетов

На рисунках 3.7 и 3.8 представлены градиенты распределения полученных напряжений. Как видно из результатов расчетов, наибольшее значение предела текучести при нагрузке рычага не превышает предела текучести материала, из которого изготовлен рычаг.

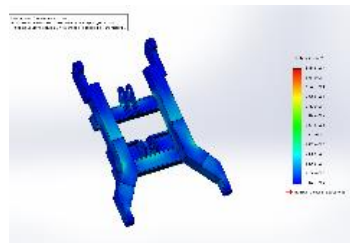


Рисунок 3.7 – Эквивалентное напряжение от нагрузок

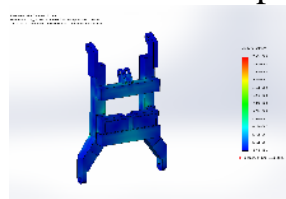


Рисунок 3.8 – Эквивалентное напряжение от нагрузок

На рисунках 3.9 и 3.10 показан запас прочности конструкции рычага противовеса. Как видно из результатов исследования запас прочности $n=1,22$, что достаточно, так как режим нагружения для расчета принят максимальным. По рисунку видно, что нагрузка распределяется по всему рычагу равномерно. На рисунках 3.11 и 3.12 показано статическое перемещение рычага от напряжений. По

шкале деформаций видно, что максимальное перемещение рычага противовеса располагается в зоне приложения требуемого усилия и составляет 1 миллиметр.

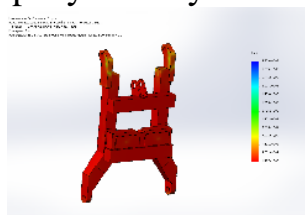


Рисунок 3.9 – Запас прочности рычага

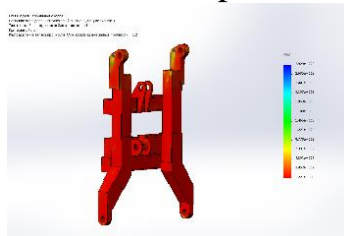


Рисунок 3.10 – Запас прочности рычага

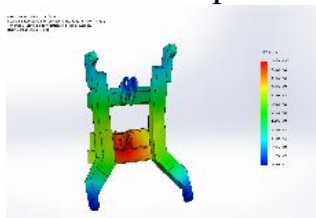


Рисунок 3.11 – Статическое перемещение рычага от нагрузок

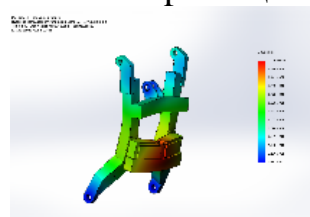


Рисунок 3.12 – Статическое перемещение рычага от нагрузок

Выводы по третьему разделу

В данном разделе дипломного проекта произведен расчет на прочность рычага противовеса, описана её конструкция и произведен расчет на изгибную прочность. Полученные значения напряжений не превышают допускаемые напряжения материала рычага противовеса, коэффициент запаса прочности $n=1,22$. Расчеты подтвердили работоспособность разрабатываемого изделия.

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Введение

Проблема создания качественных деталей и экономичных машин по праву считается центральной и наиболее сложной. Сложны не только создание конструкции и реализация самой идеи о новой машине. Сложно также обеспечение ее качества и экономичности при конструировании и изготовлении, так как любая машина создается для выполнения процесса, наделенного вероятностными свойствами, а изготовление сопровождается явлениями случайного характера. К современным технологиям изготовления агрегатов и узлов предъявляют все более жесточенные требования, как в сфере повышения качества и сокращения времени обработки, так и в сфере наиболее экономичного расходования материалов. Поэтому в машиностроении стадия технологической обработки является наиболее важными фактором производства. Соблюдение всех требований является залогом того, что изделие полностью воплотит в себе те параметры, которые заложил в неё конструктор.

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].

4.2 Описание детали и ее назначения

Деталь изображена на рисунке 4.1.

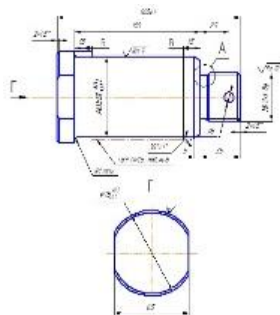


Рисунок 4.1 – Палец фиксатора противовеса трубоукладчика ТР20В

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 78 мм ГОСТ 2590-2006 [18], из стали 38ХС ГОСТ 4543-71 [19].

Конфигурация детали диктует следующий порядок обработки заготовки:

000 – заготовительная;

005 – отрезная;

010 – токарная с ЧПУ;


015 – фрезерная ;

020 – сверлильная;

025 – закалка ТВЧ;

В таблице 4.2.1 представлен технологический процесс изготовления детали «Палец фиксатора противовеса».

Таблица 4.1 – Технологический процесс изготовления детали «Палец»

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

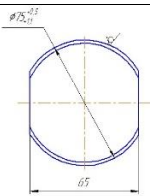
Операция	Эскиз обработки детали	Инструмент
005 – отрезная		Станок ножовочно-отрезной модель 8725 [20]
010 – токарная с ЧПУ		Станок токарный патронно-центральной с ЧПУ 16К20Ф3 [21]

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

23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР

Лист

41

015 – фрезерная с ЧПУ		Станок фрезерный с ЧПУ с двумя шпинделями CNC-1325-2S [22]

020 – сверлильная		Настольный сверлильный станок НС-16 [23]
025 – закалка ТВЧ		Установка индукционного нагрева для ТВЧ закалки деталей и сквозного нагрева

		заготовок "ТЕСЛАЙН 100Z-EM2013" [24]
--	--	---

Выбор режущего инструмента для каждой из операций технологического процесса:

Токарная обработка включает в себя несколько операций. Первая операция – это обработка заготовки до заданных диаметральных размеров. Используемый инструмент токарным 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 ГОСТ 3282-74 [25]. Основные углы и радиусы при вершине проходных резцов с пластинами из твердого сплава указаны на рисунке 4.2: $\gamma^{\circ}=10...16$, $\alpha^{\circ}=6...10$, $\varphi^{\circ}=45...60$, $\lambda^{\circ}=0...5$, $r = 0,5...1,5$ мм. ГОСТ 18879-73 [26] Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.

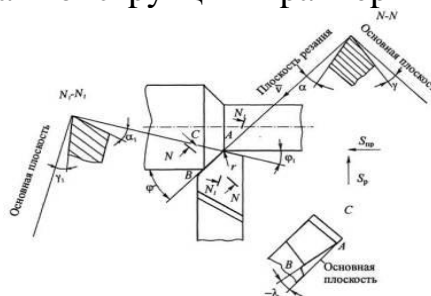


Рисунок 4.2 – Основные углы и размеры проходного резца

Следующая операция по проточки канавки для выхода режущего резца. Исполнение резца для формирования канавок выбирают, рассматривая с точки зрения экономической целесообразности. Существует два вида исполнения: изготовленные из твердосплавных материалов резцы, и резцы, имеющие сменную режущую часть. Твердосплавные резцы – достаточно дорогостоящий инструмент, поэтому целесообразнее использовать изделия со сменными пластинами. Основная особенность геометрии резцов канавочного типа состоит в том, что форма их режущей части должна точно соответствовать форме канавки, которую планируется получить с их помощью. Канавки, создаваемые на поверхности заготовки, как правило, имеют небольшую ширину. Соответственно, режущая часть инструмента, с помощью которого их формируют, тоже достаточно узкая, что делает ее очень уязвимой к механическим повреждениям. чтобы повысить прочность режущей головки канавочного токарного инструмента, ее высоту

делают значительно больше, чем ширину. Для этого также необходимы небольшой передний угол и заточка режущей кромки с небольшим радиусом (криволинейная). Оптимальными величинами углов резания для резцов канавочного типа являются $15-25^{\circ}$ (передний), $8-12^{\circ}$ (задний).

Ширину рабочей части канавочного инструмента, которая, согласно требованиям ГОСТа 18874-73 [27], может варьироваться в широком диапазоне, выбирают в зависимости от того, какой ширины канавку необходимо сформировать на наружной или внутренней поверхности обрабатываемой заготовки. Для прорезания канавки в данном изделии выберем резец 2130 – 0386 ГОСТ 18874-73 [27]. Материала режущей части канавочного резца для обработки данной заготовки выберем Т15К6 ГОСТ 3882-74 [25].

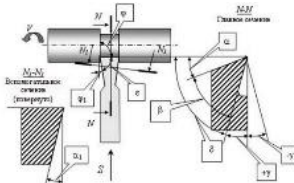


Рисунок 4.3 – Геометрические параметры канавочного резца

Последующая операция – это нарезание резьбы. Нарезание резьбы — это образование винтовой поверхности на наружной или внутренней цилиндрической поверхностях детали. Нарезание наружной резьбы машинным способом может производиться на токарных станках резьбовыми резцами, гребенками, резьбонарезными головками с радиальными, тангенциальными и круглыми гребенками, вихревыми головками, а также на сверлильных станках резьбонарезными головками, на фрезерных станках резьбонарезными фрезами и на резьбошлифовальных станках однониточными и многониточными кругами. Для технологичности операций и сохранения базы, выбираем способ нарезание резьбы на токарном станке резьбовым резцом. Выбираем подходящий резец по ГОСТ 18885-73 [28]. Резец 2660 – 0007 – 3 Т15К6 ГОСТ 18885-73 [28].

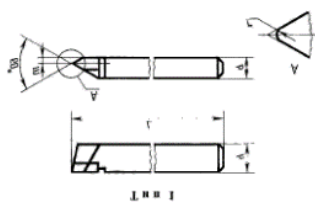


Рисунок 4.4 – Геометрические параметры резца для метрической резьбы

После нарезания резьбы следует отрезная операция. Отрезной резец - разновидность металлорежущего инструмента, используемого для выполнения обрезания и продольного точения на токарных и револьверных станках заготовок и вытачивания в них профильных канавок. Для отрезки изделия используем отрезной резец 2130 – 0342 ГОСТ 18874-73 [27] с твердосплавной напаиваемой пластиной 13733 ГОСТ 17163-90 [29]. Материал используемой пластины Т14К8

ГОСТ 3882-74 [25]. Используемый резец имеет рабочую часть в форме клина (что присуще многим другим приспособлениям для резки), по конструкции они могут отличаться друг от друга, но при этом каждый из них располагает головкой и телом. На головке находятся три поверхности – две задние и одна передняя, режущие кромки (вспомогательная и основная), а также вершина. Основная кромка необходима для резки материала. Тело резца требуется для того, чтобы инструмент можно было надежно закрепить в специальном держателе. Кроме того, оно принимает прямое участие в операции раскроя металла.

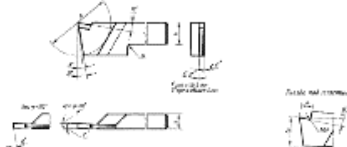


Рисунок 4.5 – Геометрические параметры отрезного резца

Фрезеровка паза – дисковая фреза. Фрезеровка будет осуществляться концевой с цилиндрическим хвостовиком фрезой 2220 – 0006 ГОСТ 17025-71 [30]. На рисунке 4.6 приведены основные размеры фрез. ГОСТ 17025-71 фрезы концевые с цилиндрическим хвостиком [30].

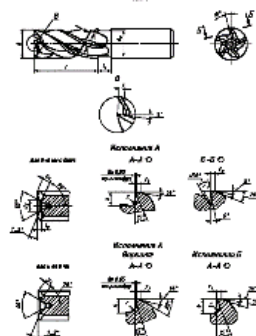


Рисунок 4.6 – Фрезы концевые с цилиндрическим хвостиком

Сверление отверстия под шплинт. При болтовом соединении деталей, работающих в тяжелых условиях, применяются корончатые гайки, которые требуют шплинтовки. Отверстие под шплинт можно сверлить только после навинчивания и затягивания гайки, так как при предварительном сверлении отверстия последнее может не совпасть с шлицем в гайке. Сверление этих отверстий ручными дрелями непроизводительно, а применение пневматических и электродрелей затруднено тем, что часто гайки, требующие шплинтовки, расположены неудобно. Поэтому отверстие под шплинт необходимо сверлить на сверлильном станке. Геометрические параметры сверла изображены на рисунке 4.7. Для сверления отверстия выберем сверло нормальной точности 2300 – 7205 ГОСТ 886-77 диаметром девять миллиметров [31].

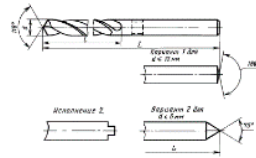


Рисунок 4.7 – Геометрические размеры сверла

Выводы по четвертому разделу

Представленный маршрутно – технологический процесс обеспечивает выполнение всех операций и требований конструкторской документации за счет технологичности обработки изделия, выполнения принципов совмещения баз и определенности базирования.

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

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 [32].

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 платы – графики работы подразделений предприятия. Руководители подразделений составляют задания исполнителям с указанием 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 труды 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:

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

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

$$t_{i-j\text{ож}} = 0,6t_{i-j\text{min}} + 0,4t_{i-j\text{max}}. \quad (5.2)$$

					<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>		48

.п.	Этап работ	Исполнители		родо- л- итель	Рабочие дни							
		категория	кол-во		—5	1-10	1-15	6-20	1-25	2	5-90	8
	Введение	Инженер			—							
	Сравнение отечественных и передовых	Инженер			—							
	Описание и обоснование выбранной конструкции	Руководитель темы Инженер		0								
	Расчеты подтверждающие	Руководитель темы.		5								
	Технологическая часть	Инженер		0								
	Организационно-экономический раздел	Консультант по эконом. части Инженер		0								
	Раздел БЖД	Консультант БЖД Инженер		0								
	Заключение	Инженер.										

Рисунок 5.1 – План-график Гантта (ленточный) выполнения НИОКР

5.2 Экономический раздел

5.2.1 Описание конструкции

Конструкция противовеса и его механизм выдвижения позволили снизить габариты трубоукладчика по ширине, а также позволили снизить нагрузку на противовесную гусеницу трубоукладчика и тем самым улучшить управляемость.

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).

За образец взят кран-трубоукладчик ТР20.22.01.

Анализ производится на оценки перспективности и конкурентоспособности.

Оценка производится по обобщённому критерию технического уровня K_1 , 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 передвижения максимальная, км/ч;

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 5.2.2, а параметры сравниваемых конструкций – в таблицу 5.2.1.

Таблица 5.1 – Параметры сравниваемых конструкций

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

Таблица 5.2 – 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 $K_{n_i} = \frac{B}{B_0}$, 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 5.3 – 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 – палец рычага противовеса, на которую имеется технологический процесс изготовления и рабочий чертёж. Технологический процесс изготовления детали представлен в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Технологические операции

№ операции	Наименование операции
00	Заготовительная
05	Отрезная
10	Токарная с ЧПУ
15	Фрезерная
20	Сверлильная
25	Закалка ТВЧ

1. Основные материалы:

- вес заготовки 14,8 кг
- вес детали 3,7 кг
- цена за 1 кг материала (сталь 38ХС) 40 руб
- цена за 1 кг отходов 8 руб

- Стоимость материала на заготовку: $C_M = 14,8 \cdot 40 = 592$ руб

- Стоимость отходов: $C_{отх} = (14,8 - 3,7) \cdot 8 = 88,8$ руб

- Стоимость основных материалов: $C = C_M - C_{отх} = 592 - 88,8 = 503,2$

руб

1 Транспортно-заготовительные расходы: $503,2 \cdot 0,04 = 20,128$ руб

2 Основная заработная плата производственных рабочих. Определяется из расчёта оплаты за 1 кг обработанного материала (40 руб). $Z_{п} = 3,88 \cdot 40 = 155,2$ руб.

3 Дополнительная заработная плата, принимается 75% от основной.

$Z_{доп} = 0,75 \cdot 155,2 = 116,4$ руб

- a. Отчисления на социальное страхование 39% от Зп.
 $O_{\text{соц.стр}} = 0,39 \cdot 155,2 = 60,528 \text{руб}$
- b. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования 200% от Зп.
310,4 руб
- c. Цеховые расходы 100% от Зп 155,2 руб
- d. Общезаводские расходы 80% от Зп 124,16 руб
- e. Производственная себестоимость – сумма вышеуказанных затрат
 $C_M = 1534 \text{ руб}$

Внутризаводские расходы 4% от C_M 61,36 руб

Калькуляция себестоимости детали представлена в таблице 5.4

Таблица 5.5 – Калькуляция себестоимости детали

Статья расхода	Затраты на деталь, руб	В % к итогу
1. Основные материалы	592	27,84
2. Основные материалы за вычетом отходов	503,2	23,66
3. Основная Зп производственных рабочих	155,2	7,3

Продолжение таблицы 5.5

4. Дополнительная Зп	116,4	5,47
5. Отчисления на соц. страхования	60,528	2,84
6. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	310,4	14,6
7. Цеховые расходы	155,2	7,3

8. Общезаводские расходы	124,16	5,84
9. Внутризаводские расходы	61,36	2,88
10. Производственная себестоимость	1534	71,15
11. Полная себестоимость	2126	100

5.2.4 Расчёт себестоимости изделия

Расчёт производится для изделия в целом:

$$\frac{C_{m_d}}{M_d} = \frac{C_{m_{из}}}{M_{из}}, \quad (5.5)$$

где C_{m_d} и $C_{m_{из}}$ - полная коммерческая себестоимость детали и изделия, руб;
 M_d и $M_{из}$ - масса детали и узла, кг.

Подставим значения в формулу 5,5: $C_{m_{из}} = \frac{2126 \cdot 6650}{3,7} = 3821054$ руб.

Прибыль – 15% от себестоимости: $3821054 \cdot 0,15 = 573158,1$ руб.

Оптовая цена предприятия на изделие составит: $3821054 + 573158,1 = 4394212,1$ руб.

Отпускная цена с учётом НДС (18%): 790958,178 руб.

5.2.5 Оценка коммерческой состоятельности проекта

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

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

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

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

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

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

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

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

где $C_{п}$ - полная себестоимость изделия $C_{п} = 3821054$ руб.

A – программа выпуска изделий A=120 шт

Подставляя, получим: $K_{пр} = 0,9 \cdot 3821054 \cdot 120 = 412673832$ 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:

$$ПНП = \frac{П_{\delta} \cdot K_{Н.П.}}{K_{\text{сум}}}, \quad (5.8)$$

где $П_{\delta}$ - балансовая прибыль, руб;

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

$П_{\delta} = (Ц_{\text{онт}} - C_{\text{пол}})A = (4394212,1 - 3821054) \cdot 120 = 68778972$ руб.

Расчётная прибыль $П_p = П_{\delta} \cdot 0,7 = 68778972 \cdot 0,7 = 481452804$ руб.

Подставим в формулу 5,9 значения: $ПНП = \frac{481452804}{412673832} = 0,116$

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

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

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

Срок окупаемости: $T_{\text{ок}} = \frac{412673832}{481452804 + 240726402} = 5,7$ лет.

Точка безубыточности проекта – критический объём производства $A_{\text{кр}}$, 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:

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

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

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

Подставляем значения: $A_{\text{кр}} = \frac{203215}{25325 + 11287} = 55 \text{ шт/год}$

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

$$V_p = Ц_{\text{онт}} \cdot A; \quad (5.11)$$

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

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР				

Подставим:

$$V_p = 43942121 \cdot 120 = 527305452 \text{ руб/год,}$$

$$C = 1004,2 \cdot 100 + 210415 = 345859 \text{ руб/год.}$$

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 5.5.

Таблица 5.6 – Техничко-экономические показатели

Наименование показателей	Единица измерения	Изделие (вариант)	
		базовый	новый
Критерий технического уровня		1	1,25
Годовая программа	шт.	90	120
Полная себестоимость	тыс. руб	2,958	3,821
Оптовая цена	тыс. руб	3,865	4,394
Прибыль	тыс. руб/год	47,985	48,145
Инвестиции	тыс. руб	416,822	412,673
Простая норма прибыли	%	12	12
Срок окупаемости	год	5,3	5,7
Точка безубыточности	шт.	82	55

На основании обозначенных в таблице 5.5 характеристик строим на рисунках 5.2 и 5.3 графические зависимости анализа безубыточности производства и график денежных потоков соответственно.

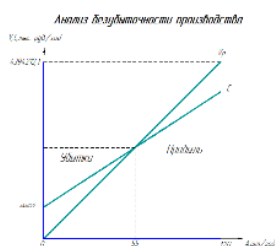


Рисунок 5.2 – Анализ безубыточности производства

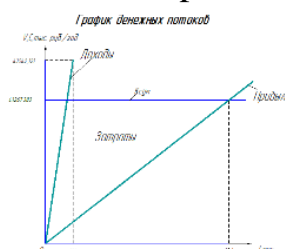


Рисунок 5.3 – График денежных потоков

Выводы по пятому разделу

В экономической части выпускного квалификационного проекта представлена оценка рынка сбыта данного изделия. Выполнен расчет затрат на изготовление и определена себестоимость детали, входящей в состав противовеса. 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 [33].

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1 Введение

Жизнедеятельность человека потенциально опасна. С момента рождения опасности угрожают жизни и здоровью человека. Перечень опасностей, которым подвергается человек на протяжении своей жизни, весьма значителен. Только негативных факторов, воздействующих на человека, насчитывается более 100 видов. Поэтому обеспечение безопасности жизнедеятельности — главная задача для личности, нации, государства, всего мирового сообщества. При этом следует учитывать, что абсолютной без опасности не бывает. В то же время существующие потенциальные опасности не означают, что они неотвратимо реализуются. Кроме того, в случае реализации той или иной потенциальной опасности они могут повлечь за собой, в зависимости от людских действий, различные по масштабам последствия. Для профилактики опасностей и защиты от них, выработки надлежащего мировоззрения и поведения людей служит наука безопасность жизнедеятельности. Задача науки безопасность жизнедеятельности — снизить потенциальный уровень опасностей и уменьшить последствия от их действий.

Можно сказать, что задача науки безопасность жизнедеятельности состоит не в том, чтобы устранить существующие опасности, а, чтобы на основе изучения общих проблем опасностей выработать такие рекомендации, которые позволят достичь приемлемого уровня безопасности, т. е. такого, с которым можно смириться. Иными словами, безопасность жизнедеятельности разрабатывает рекомендации по уменьшению вероятности реализации опасностей и снижению уровня от их действий до допустимых значений, т. е. такие рекомендации, которые хоть и не позволяют полностью обезопасить человека и общество от существующих опасностей, но способствуют тому, что последствия от этих опасностей будут значительно меньше, чем если бы эти рекомендации не были разработаны и реализованы. Таким образом, областью изучения науки безопасность жизнедеятельности является весь спектр опасностей, которым подвергается человек и общество, взаимодействующие со средой обитания [34].

Целью данного раздела является выяснение всех опасных и вредных производственных факторов, которые с определенной вероятностью могут появиться при эксплуатации, ремонте и обслуживании противовеса крана - трубоукладчика, использование нормативных документов, классифицирующих данные факторы, способы снижения травматизма и обеспечения определенного уровня безопасности при эффективном процессе работы [35].

6.2 Область применения

Данным проектом выполнена разработка системы противовеса трубоукладчика ТР20В (Рисунок 6.1), обеспечивающий грузовую устойчивость трубоукладчика при работе. Данный агрегат позволяет: снизить габариты трубоукладчика по ширине; снизить нагрузку на противовесную гусеницу, тем самым улучшить управляемость машины, снизить ударные нагрузки при складывании противовеса, за счет установки амортизирующих устройств.



Рисунок 6.1 – Система противовеса трубоукладчика ТР20В

6.3 Оценка негативных факторов при работе на кране-трубоукладчике ТР20В

Создание более благоприятных условий для работы оператора трубоукладчика, улучшение санитарно-гигиенических условий деятельности – это одна из важнейших задач экономического и социального развития. При улучшении

						<i>Лист</i>
					<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	58
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

условий труда оператора огромную роль играет защита рабочей зоны от вредных для человека воздействий внешней среды и работающего оборудования трубоукладчика. Воздействие неблагоприятных факторов на человека, его организм, приводит к нарушению функций жизнедеятельности организма человека, ухудшению здоровья и работоспособности, что сказывается на производительности машины в целом.



Рисунок 6.2 - Анализ вредных факторов трубоукладчика ТР20В

На оператора трубоукладчика влияют такие вредные факторы как ухудшение микроклимата, шум, вибрация.

Микроклимат кабины оператора определяется комплексом физических параметров, которые определяют тепловой обмен на рабочем месте между оператором и внешней средой. Параметры микроклимата нормированы по ГОСТ 12.1.005-88 [36].

Микроклимат кабины оператора должен обеспечивать нормальный уровень теплообмена организма человека со средой, комфортные теплоощущения, высокую работоспособность и производительность труда, повышать устойчивость организма.

Нормализация микроклимата кабины оператора осуществляется за счет процессов отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Оптимальные микроклиматические условия характеризуются сочетанием параметров микроклимата, которые при длительном систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционирования и теплового состояния организма.

При изменении физического состояния воздуха, т.е. при метеорологических колебаниях, состояние человека также изменяется. Как известно, для каждой температуры воздуха имеется свой предел содержания водяных паров, называемый абсолютной влажностью воздуха. Кроме того, воздух характеризуется относительной влажностью воздуха, %. Высокий уровень насыщенности воздуха водяными парами отрицательно воздействует на организм человека. С другой стороны, пониженная влажность вызывает сухость слизистых оболочек дыхательных путей.

При высокой температуре окружающей среды отдача тепла телом затрудняется. В этом случае теплоотдача идет лишь путем выделения пота, что отрицательно влияет на состав крови в связи с уменьшением количества солей в организме. При длительном воздействии высокой температуры отдача тепла телом почти прекращается: при перегреве тела нарушается работа нервных центров и может произойти тепловой удар.

При работе в условиях низких температур происходит усиленная отдача теплоты телом и может наступить такой момент, при котором организм не в состоянии компенсировать потерю теплоты. В результате возникают простудные заболевания. Кроме того, могут быть обморожены уши, нос, пальцы в связи с нарушением кровообращения из-за сокращения кровеносных сосудов от холода.

Движение воздуха является важным фактором, влияющим на самочувствие человека. В жарком помещении движение воздуха способствует увеличению отдачи тепла организмом и улучшает его состояние, но оказывает неблагоприятные воздействия при низкой температуре воздуха в холодное время года.

В кабинах тракторов температура воздуха в теплый период должна быть на 2-3°C выше температуры наружного воздуха, но не ниже +14°C и не выше 28°C при относительной влажности 40-60%.

Для обеспечения в кабинах микроклимата и предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе в соответствии с нормами ГОСТ 12.1.005-88 [36], 12.2.023-78 [37] устраивают естественную вентиляцию (люки, форточки, опускающиеся окна) и принудительную, а также пылеуловители, кондиционеры и отопители. Также требуется теплоизоляция кабин. Основные требования к теплоизоляционным материалам кабин – это минимальная теплопроводность, высокие звукоизоляционные свойства и необходимая прочность.

В большинстве случаев теплоизолированные панели кабин выполняют трехслойными: наружный слой – облицовка из металлического листа толщиной 0,8...3 мм, средний слой – теплоизоляционный из пенопласта войлока, резины, ваты, картона или воздушной прослойки и внутренний – облицовка из кожзаменителя, фанеры и других материалов.

Нормализация микроклимата должна быть достигнута не более чем за 20 минут после включения агрегатов, влияющих на микроклимат кабины. Скорость движения воздуха в зоне головы и груди оператора от 0,4 до 1,5 м/с при температуре равной и выше +25°C. Поток воздуха не должен быть направлен непосредственно на человека – оператора.

Гигиеническая оценка условий труда оператора производится на основании определения содержания в воздухе рабочей зоны пыли и вредных веществ. Влияние пыли на организм человека многообразно. Оно зависит от химического состава, дисперсности и формы частиц.

Условия труда оператора значительно ухудшаются при действии на его организм вредных веществ. При определении веществ в кабине измеряется количественное содержание следующих веществ: окиси углерода, паров бензина,

						<i>Лист</i>
						60
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>	

тетраэтилсвинца и т.д. Эти вещества и пыль, попадая в организм человека через дыхательные пути, пищеварительный тракт, кожу рук и лица, вступают в физико-химические взаимодействия с тканями и могут вызвать отравления, болезни кожного покрова, слизистых оболочек и др.

Классификация и предельно допустимое содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны изложены в ГОСТ 12.1.005-88 [36] "Вредные вещества". Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это такие, которые при ежедневной работе в течении 8 часов не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека в процессе работы и в последующем.

Создание благоприятных условий в кабине для человека позволяет улучшить его самочувствие, поддержать высокую работоспособность, снизить отрицательные эмоции, увеличивая тем самым общую сменную производительность машины.

Шум и вибрация

На оператора трубоукладчика воздействует разнообразная вибрация, вызываемая передвижением и работой машины. Можно выделить следующие виды шума и вибрации [38]:

Шумообразование в двигателях внутреннего сгорания. Возникают шумы аэродинамического происхождения (всасывание воздуха, выпуск отработавших газов), шум сгорания в цилиндре, механические и ударные шумы (взаимодействия поршня с цилиндром, вибрация в подшипниках коленчатого вала и др.). Уровень звука в двигателях внутреннего сгорания, устанавливаемых на строительном-дорожных машинах находится в диапазоне от 102 до 115 дБА.

Гидравлические системы при работе излучают шум, лежащий в диапазоне от 80 до 100 дБА. Наиболее шумным источником гидросистем являются гидронасосы и гидромоторы, из-за пульсации давления гидравлической жидкости на выходе.

Самым основным и интенсивным источником шума и вибрации является рабочий орган машины. Действие шума на организм человека проявляется в поражении органов слуха и нарушении систем (сердечно-сосудистой, центральной нервной), а также ослаблении памяти, изменении кожной чувствительности.

Влияние вибрации на человека зависит от её спектрального состава, направления, места приложения и продолжительности действия. Тело работающего человека условно рассматривают как своеобразную колеблющуюся систему, поскольку под воздействием вибрации части тела человека перемещаются относительно друг друга с амплитудами в зависимости от источника колебаний и массы органов и человека в целом. Относительные перемещения частей тела приводят к напряжениям в связках между частями тела и взаимному соударению и надавливанию.

Продолжительные колебания человека с частотой от 3 до 5 Гц вредно отражаются на вестибулярном аппарате, сердечно-сосудистой системе и вызывают синдром укачивания. Колебания с частотой от 5 до 11 Гц вызывают расстройства в

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР				

следствии резонансных колебаний головы, желудка, кишечника. В конечном счете всего тела. При колебании с частотой

от 11 до 45 Гц ухудшается зрение, возникает тошнота, рвота, нарушается нормальная деятельность других органов.

Колебания с частотой больше 45 Гц вызывают повреждение сосудов головного мозга; происходит расстройство циркуляции крови и высшей нервной деятельности с последующим развитием вибрационной болезни.

Тело человека, рассматриваемое как вязкоупругая механическая система, обладает собственными частотами и достаточно выраженными резонансными свойствами. Резонансные частоты отдельных частей тела человека следующие: головы – от 12 до 27 Гц, горла – от 6 до 27 Гц, грудной клетки – от 2 до 12 Гц, ног и рук – от 2 до 8 Гц, поясничной части позвоночника – от 4 до 14 Гц, живота от 4 до 12 Гц.

Периодически должны проводиться проверки уровня вибрации. Показатели превышения вибрационной нагрузки на оператора не более 12 дБА. При таком показании запрещается проводить работы и применять машину. Режим труда устанавливают при показании превышающем вибрационную нагрузку на оператора не менее 1 дБА. Допустимые уровни общей вибрации категории 2 (транспортно-технологическая вибрация) виброускорение 0,8 м/с и виброскорости $0,32 \cdot 10^{-2}$ м/с.

Для снижения влияния вибрации на оператора применяют вибрационное сидение и настилы. Для уменьшения излучения шума на рабочее место все отверстия в капоте заглушить.

6.4 Инструктажи рабочих

В практике на дорожно-строительных предприятиях применяют следующие виды инструктажа: вводный или предварительный инструктаж; инструктаж на рабочем месте; повторный инструктаж.

Вводный инструктаж проводится до момента допуска рабочего к работе инженером по технике безопасности или главным инженером. Рабочий не прошедший вводного инструктажа, к работе на трубоукладчике не допускается.

В процессе вводного инструктажа рабочему сообщают сведения о правилах внутреннего трудового распорядка, дисциплине в бригаде во время работы и в нерабочее время на территории строительства или предприятия; о сигналах, предупредительных надписях и плакатах по технике безопасности; о порядке пользования спецодеждой, инвентарными защитными приспособлениями; об основных требованиях электробезопасности. Во время вводного инструктажа разбирают характерные, несчастные случаи, имеющие место на таких работах, какие будет выполнять рабочий, рассказывают о способах оказания первой помощи пострадавшим, о порядке регистрации и расследования несчастных случаев.

										Лист
										62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР					

Продолжительность вводного инструктажа 2÷4 часа. Проводить инструктаж следует в специально отведенном месте, оборудованном необходимыми плакатами, таблицами и другими наглядными пособиями. На крупных объектах необходимо организовать кабинет по технике безопасности. Проведенный инструктаж оформляется документом.

Инструктаж на рабочем месте проводится примерно по тому же плану, что и вводный инструктаж, отличаясь от него тем, что все вопросы рассматриваются применительно к данному рабочему месту. Рабочий знакомится с технологическим процессом и обстановкой на данном рабочем месте. Ему демонстрируют безопасные методы работы и приемы пользования защитными приспособлениями. Инструктаж на рабочем месте проводится техническим руководителем работ, в непосредственном распоряжении которого находится рабочий, его продолжительность составляет 4÷6 часов [39].

В обязанности технического руководителя входит постоянное консультирование рабочего по охране труда и безопасным приемам работы. При переводе на работу иного вида рабочий проходит новый инструктаж на новом рабочем месте. При переводе на работу по другой специальности рабочий обязан заново пройти вводный инструктаж.

При повторном инструктаже внимание рабочего обращают на изменения, происшедшие в технологическом процессе, разбираются допущенные нарушения правил техники безопасности и их результаты. Необходимо указать на положительные и отрицательные факторы при организации рабочих мест.

Все инженерно-технические работники ежегодно в порядке технического обучения или специально организованных занятий изучают правила техники безопасности, производственной санитарии, противопожарной безопасности и трудовое законодательство.

6.5 Санитарно-бытовое обслуживание

Нередко при строительстве трубопроводов рабочие проживают вне места постоянного жительства. В этом случае число бытовых помещений (бань, прачечных, санузлов) рассчитывается с учетом членов семьи.

Кроме помещений санитарно-бытового назначения, на строительстве предусматривают помещения административного и производственного типа. В зданиях для бытового обслуживания размещают гардеробные, душевые, обогревательные, здравпункты, столовые и др. Здание административного назначения служит для размещения производителей работ и управлений, проходных, кладовых, пожарных депо, помещений для охраны и т.д.

Потребность в санитарно-бытовых, административных, культурно-бытовых и жилых зданиях устанавливают исходя из расчетной численности работающих на строительстве по нормам.

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

Для строительства сосредоточенных объектов санитарно-бытовые помещения размещают во временных сборно-разборных зданиях. При строительстве линейных объектов применяют санитарно-бытовые помещения передвижные или контейнерные. Они должны располагаться в незатопаемых местах, оборудованных водоотводами, стоками, пути к ним не должны проходить через опасные участки. Здания санитарно-бытового назначения должны обеспечиваться отоплением, внутренним водопроводом и канализацией.

В летнее время устраивают укрытия от воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков в виде переносных и передвижных кабин, тентов, палаток. В этих укрытиях устанавливают кушетки для оказания первой доврачебной помощи. Санитарно-бытовые и административные здания на строящемся объекте следует располагать с наветренной стороны по отношению к установкам производственного назначения. В условиях дорожного строительства для организации питьевого водопровода используют артезианские напоры и безнапорные воды, открытые водоемы, реки, каналы, а так же колодцы. Питьевую воду из местных источников, даже пригодную для питья нужно обезвреживать путем хлорирования или кипячения.

6.6. Пожарная безопасность при работе на КТ TP20B

Причинами возникновения пожара при работе на КТ могут быть:

- нарушение правил пожарной безопасности при заправке автотранспорта вручную из канистры;
- механическое повреждение в результате столкновения автомобилей;
- коррозия автомобильного топливного бака;
- опрокидывание машин, вследствие неправильного проезда по склону.

Пожарная безопасность на организации образуется следующим образом: ведется журнал регистрации противопожарного инструктажа; устанавливается соответствующий противопожарный режим (определяются места для курения, порядок уборки и хранения горючих отходов, порядок обесточивания электрооборудования, порядок проведения обучения и противопожарных инструктажей, закрепление пожарной техники и оборудования); разрабатывается план расстановки транспортных средств; проводится инструктаж о мерах пожарной безопасности; составляется план (схема) эвакуации при пожаре, инструкции по эвакуации. Средствами пожаротушения являются вода, пена, газы, пар, порошковые составы и др. При тушении пожаров водой используют установки водяного пожаротушения, пожарные машины, водяные стволы (ручные и лафетные). Для подачи воды в эти установки используют специальные водопроводы. Для тушения пожаров водой в большинстве производственных и общественных зданий на внутренней водопроводной сети устанавливают внутренние пожарные краны. Пена представляет собой концентрированную эмульсию двуокиси углерода в водном растворе минеральных солей, содержащем пенообразующее вещество. Для получения воздушно-механической пены

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

применяют воздушно-пенные стволы, генераторы пены и пенные оросители. Генераторами пены и пенными оросителями оборудуют стационарные установки водопенного тушения пожаров. При тушении пожаров газами, паром используют двуокись углерода, азот, дымовые газы и др. На каждом сварочном посту необходимо иметь огнетушитель, бачок или ведро с водой, а также ящик с песком и лопатой. После окончания сварочных работ необходимо проверять рабочее помещение и зону, где выполнялись сварочные работы, и не оставлять открытого пламени и тлеющих предметов. В цехах имеются специальные противопожарные подразделения, из числа работающих в цехе создаются добровольные пожарные дружины [40].

6.7 Меры, направленные на снижение риска

Как уже было рассмотрено выше, на машиниста трубоукладчика действует множество вредных производственных факторов, таких как вибрация, шум, электромагнитные поля и т.д., меры, по предотвращению которых приведены в пункте ранее. Анализируя поломки крана трубоукладчика, можно найти способы по предотвращению неполадок, ведущих к отказу машины. Чтобы предотвратить остановку крана трубоукладчика по причине быстрого износа деталей необходимо проводить сезонное техническое обслуживание, которое проводится 2 раза в год и включает работы по подготовке техники к эксплуатации в холодное и теплое время года. Сезонное обслуживание включает операции по демонтажу и монтажу навесного оборудования, применяемого сезонно, по консервации машин и навесного оборудования перед постановкой их на длительное хранение, по расконсервации оборудования перед вводом его в эксплуатацию. Сезонное обслуживание совмещается с одним из ТО с соответствующей полугодовой наработкой или текущим ремонтом. Подшипники скольжения являются неотъемлемой частью крана трубоукладчика, они применяются в дизелях, катках ходовой и т.д. Поэтому проблемы с подшипниками скольжения являются очень важными и ведут к неполадкам в технике. С целью обеспечения высокой надежности работы оборудования состояние подшипников скольжения нуждается в постоянном контроле со стороны обслуживающего и диагностического персонала. Для избегания дефектов редуктора необходимо также прибегать к постоянному контролю и диагностике. Диагностика позволяет анализировать состояние оборудования непосредственно во время его работы. После выявления характерных основных признаков существования того или иного дефекта необходимо применять другие, специализированные и, естественно более точные, методы диагностики. Отказ оборудования из-за брака элементов, непригодности канатов бывает в тех случаях, когда машина не была во время подвергнута техническому освидетельствованию. Краны трубоукладчики до пуска в работу должны пройти полное техническое освидетельствование. Те краны трубоукладчики, которые уже находятся в работе, должны подвергаться частичному техническому освидетельствованию – не реже одного раза в 12 месяцев

					23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

и полному – не реже одного раза в 3 года. Также проводят осмотр и проверку всех механизмов, электрооборудования, тормоза, освещения, гидрооборудования, приборов безопасности, аппаратов управления, состояния канатов, крепление осей и пальцев и т.д. Помимо всего прочего, проводится периодическое техническое обслуживание, которое включает: работы по поддержанию надлежащего внешнего вида, заправку топливом, маслом, охлаждающей жидкостью, контроль, направленный на обеспечение безопасности работы. Все это позволяет выявить надежность крепления болтовых соединений, целостность клиновых ремней. Периодическое техническое обслуживание, проводимое каждые 250 часов, направлено на замену двигательного масла, замену полноприточного фильтра или фильтрового элемента, что позволяет не привести к поломке двигателя. Машинист, управляющий краном трубоукладчиком перед допуском к самостоятельной работе должен пройти: обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры для признания годным к выполнению работ, установленном Минздравом России, а также обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда.

В разрабатываемой мной конструкцией противовеса предусмотрены меры защиты при эксплуатации и обслуживании. В придвинутом положении гидроцилиндр с рукавами высокого давления расположены внутри портала трактора и рычага противовеса, тем самым они защищены от внешних механических повреждений. Разрабатываемый противовес имеет ручной фиксатор (Рисунок 6.3), предотвращающий самопроизвольное складывание противовеса при ремонте и обслуживании узлов противовеса. Причиной самопроизвольного складывания может быть отказ гидроцилиндра, обрыв рукавов высокого давления и т.д.



Рисунок 6.3 – Рычаг противовеса трубоукладчика ТР20В с ручным фиксатором

Также, для автоматического контролирования положения противовеса, на рычаге противовеса установлен датчик (Рисунок 6.4), сигнал от которого информирует оператора сигнальными лампами, расположенными на панели приборов. Этот датчик через блок управления завязан с другим датчиком, определяющим нагрузку на стреле, и когда нет нагрузки, а противовес выдвинут, загораются дублирующие сигнальные лампы, информирующие оператора.

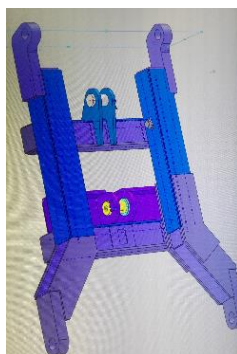


Рисунок 6.4 – Рычага противовеса трубоукладчика ТР20В с датчиком угла положения

6.8 Информация пользователю

В целом можно отметить, что конструкция противовеса 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 автотранспорте.

К работам на КТ допускаются мужчины не моложе 18 лет, прошедшие соответствующую подготовку, медицинский осмотр имеющие профессиональные навыки машиниста, обученные безопасным методам и приемам выполнения работ.

К ремонту и обслуживанию трубоукладчика ТР20В допускаются специалисты имеющие профильное образование и прошедшие специальную подготовку.

Производить визуальный осмотр противовеса и машины в целом необходимо перед каждой эксплуатацией. ТО – 1 проводить после 80 моточасов, ТО – 2 после 240 моточасов. Сезонное обслуживание (СО) проводить два раза в год при подготовке машины к использованию в период последующего сезона (летнего или зимнего).

Выводы по шестому разделу

В разделе безопасность жизнедеятельности выпускной квалификационной работы рассмотрена область применения данного изделия. Проведена анализ опасностей и оценка рисков. Расписаны меры, направленные на снижение риска при эксплуатации, а также указана информация для пользователя.

7 ПЕРСПЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ МЕХАНИЗМА ВЫДВИЖЕНИЯ

7.1 Предложение на патентную разработку

Проанализировав все существующие механизмы выдвижения противовесов трубоукладчиков, было предложена новая конструкция противовеса, позволяющая увеличить вылет контргруза. На рисунке 7.1 изображен противовес с увеличенным вылетом в придвинутом состоянии, а на рисунке 7.2 – в рабочем.

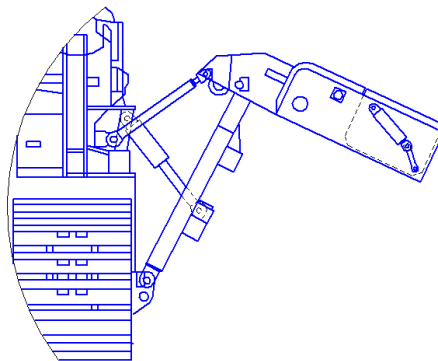


Рисунок 7.1 – Противовес с увеличенным вылетом в придвинутом состоянии

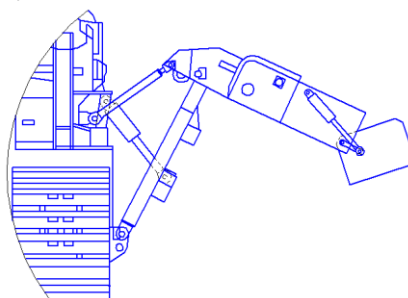


Рисунок 7.2 – Противовес с увеличенным вылетом в рабочем состоянии

Выводы по шестому разделу

Предложенная конструкция выдвижения противовеса позволит повысить момент устойчивости крана – трубоукладчика, незначительно увеличив массу, а также сохранится собственная устойчивость машины и удельное давление на грунт. Данная тема актуальна и будет прорабатываться в дальнейшем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе была разработана система противовеса трубоукладчика грузоподъемностью 20 тонн.

В процессе работы были сконструированы основные сборочные единицы и детали составных частей, произведен расчет рычага противовеса на прочность.

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

Разработанная система противовеса трубоукладчика не имеет аналогов в отечественном тракторостроении, считается инновационной и продуктивной. Гидросистема контргруза обеспечивает легкое управление и фиксацию в промежуточных положениях.

Россия располагает одной из крупнейших в мире систем магистральных трубопроводов, которая включает в себя нефтепроводы, нефтепродуктопроводы и газопроводы, поэтому данная разработка актуальна и необходима, а так как трубопроводный транспорт России быстро развивается, соответственно необходимы машины, которые могут справиться с задачей — прокладка трубопроводов. И разработанный кран – трубоукладчик соответствует всем современным требованиям, а данный тип противовеса позволяет превосходить не только отечественную технику, но и зарубежную.

					<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>		69

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 http://newsruss.ru/doc/index.php/Трубопроводный_транспорт_России
- 2 Добронравов, С.С. Дронов, В.Г. Строительные машины и основы автоматизации. — М.: Высшая школа, 2001. — 575 с.
- 3 Устройство для транспортировки длинномерных труб: Патент 708100 МКИ В66С 23/72/ Подгорбунский, Е. А. Семин, Е. Л. Николенко, В. Ф. Моисеев, Ю. Г. Горбачев, В. Г. Золоев, Р. О. — 2 с.: ил.
- 4 Кран-трубоукладчик: Патент (21)2350822/29-11 МКИ В 66 С 23/42/ Аранзон, М.И. Ващук, И. М. Уткин, В. И. Манякин, Б.В. Седов, К. К. Телушкин, В. Д. — 4 с.: ил.
- 5 Кран: Патент 1204548 МКИ В 66 С 23/44/ Щербаков, В. Ф. Раац, В. Ф. Матвейчук, Д. С. Руппель, А. А. Разоренов, С. В. Кузьмин, Г. В. — 2 с.: ил.
- 6 http://www.brmz.ru/images/561/File/listovKa_a4_tvg_20.pdf
- 7 https://exKavator.ru/excapedia/technic/Komatsu_d85c-21
- 8 <http://www.svs-amur.ru/trubouKladchiKi/trubouKladchiK-shantui-sp45y.html.html>
- 9 https://www.volvoce.com/-/media/volvoce/global/products/pipelayers/brochures/brochure_pl3005d_pl4809d_t3_t4_i_en_21_20046474_c.pdf?v=7qg1Pw
- 10 <http://www.chetra.ru/catalog/tube/tg-222/>
- 11 Ващук, И.М. Уткин, В.И. и др. Трубоукладчики – М.: Машиностроение, 2009. – 181 с.
- 12 СТТ – журнал строительная техника и технологии. Москва: Издательство Строительные материалы, 2(94) 2013. – 107 с.
- 13 <http://poleznayamodel.ru/model/13/139572.html> © poleznayamodel.ru - патентный поиск, 2012-2017.
- 14 <http://poleznayamodel.ru/model/13/133821.html> © poleznayamodel.ru - патентный поиск, 2012-2017.
- 15 https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_конечных_элементов
- 16 ГОСТ 19281-89. Прокат из стали повышенной прочности. Москва: Государственный Стандарт Союза ССР, 1991.
- 17 Панов, А.А. и др. Справочник технолога. – М.: Машиностроение – 1 2004. – 783 с.
- 18 ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой горячекатаный круглый. Сортамент. Москва: ФГУП СТАНДАРТИНФОРМ, 2008, – 10 с.
- 19 ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Москва: Постановление Государственного комитета СССР, взамен ГОСТ 1050-60. 1986, – 39 с.
- 20 http://stanKi-Katalog.ru/sprav_8725.htm
- 21 http://stanKi-Katalog.ru/sprav_16K20f3.htm
- 22 http://www.tehnodecor.com/frezernie_stanKi_cnc/multispindle_machine-tools/cnc-1325-2s-2h/

					23.05.01.2017.881.00.00 ИЗ ВКР	Лист 70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 23 <http://russtanoK.ru/products/15079481>
- 24 http://www.elisit.ru/zaKaKa_tvch/
- 25 ГОСТ 3882-74. Сплавы твердые спеченные. Москва: ФГУП СТАНДАРТИНФОРМ, 2008, – 12 с.
- 26 ГОСТ 18879-73. Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. Взамен ГОСТ 6743-61. Москва: Стандартиформ, 2003, – 6 с.
- 27 ГОСТ 18874-73. Резцы токарные прорезные и отрезные из быстрорежущей стали. Конструкция и размеры. Москва: Стандартиформ, 2003, – 4 с.
- 28 ГОСТ 18885-73. Резцы токарные резьбовые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2003, – 9 с.
- 29 ГОСТ 17163-90. Пластины твердосплавные напаиваемые типа 13. Конструкция и размеры. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2003, – 6 с.
- 30 ГОСТ 17025-71. Фрезы концевые с цилиндрическим хвостиком. Конструкция и размеры. Москва: ФГУП СТАНДАРТИНФОРМ, 2005, – 12 с.
- 31 ГОСТ 886-77. Сверла спиральные с цилиндрическим хвостиком. Длинная серия. Основные размеры. Москва: ФГУП СТАНДАРТИНФОРМ, 2003, – 9 с.
- 32 Заслонов, В.Г. Организационно – экономическая часть дипломного проекта: учебное пособие / В.Г. Заслонов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. – 95 с.
- 33 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению: справ. пособие / Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
- 34 Микрюков, В.Ю. Безопасность жизнедеятельности. – М.: ФОРУМ, 2008. — 464 с.
- 35 Безопасность жизнедеятельности: методические указания к дипломному проекту / составители А.В.Хашковский, И.П.Палатинская, – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010.
- 36 ГОСТ 12.1.005 – 88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартиформ, 2008. – 145 с.
- 37 ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. Москва: Государственный стандарт союза ССР, 1989, – 54 с.
- 38 Иванов, Н. И. Борьба с шумом и вибрацией на путевых и строительных машинах. Изд. 2-е, перераб. доп. – М.: Транспорт, 1987. – 223 с.
- 39 ПБ 10-157-97. Правила устройства и безопасной эксплуатации кранов-трубоукладчиков. Москва: НПО ОБТ, 2008, – 132 с.
- 40 ТИ РО-034-2003. Типовая инструкция по охране труда для машинистов трубоукладчиков. Москва: ФГУП СТАНДАРТИНФОРМ, 2003, – 15 с.

					<i>Лист</i>
					71
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>23.05.01.2017.881.00.00 ПЗ ВКР</i>

41 ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2001, – 40 с.

42 ГОСТ 23518-79. Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Москва: ИПК Издательство стандартов, 1995, – 20 с.

43 ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2004, – 20 с.

44 ГОСТ 9467-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Москва: ФГУП СТАНДАРТИНФОРМ, 2003, – 27 с.

45 ГОСТ 6572-91. Покрытия лакокрасочные тракторов и сельскохозяйственных машин. Общие технические требования. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2003, – 19 с.

46 ГОСТ Р12.4.026-2001. Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная.

					<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>		72

ПРИЛОЖЕНИЕ

					<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>		<i>73</i>