

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

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН
Рецензент

_____ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
к.т.н., профессор

_____ В.Н. Бондарь
_____ 2017 г.

Проект трактора-трубоукладчика грузоподъемностью 35т

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ 23.04.02.2017.082.00.ПЗ ВКР

Руководитель работы:

д.т.н., профессор

_____ Кондаков С.В.

«__» _____ 2017 г.

Автор работы

студент группы П-206

_____ Волков В.Е.

«__» _____ 2017 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент

_____ В.И. Дуюн

«__» _____ 2017 г.

Челябинск 2017

АННОТАЦИЯ

Волков В.Е. Проект трактора-
трубоукладчика грузоподъемностью 35т.
Челябинск: ЮУрГУ, АТ, 2017, 70 с.,
графическая часть 4,5 листов формата А1.

Цель данной магистерской диссертации – анализ существующих параметров трубоукладчиков, обоснование выбранных параметров и разработка конструкции нового трубоукладчика грузоподъемностью 35 тонн с использованием гидростатической трансмиссии.

В процессе проектирования были подобраны основные узлы и агрегаты моторно-трансмиссионной установки, разработаны конструкция рамы и натяжного устройства, выполнен тяговый расчет платформы, расчет на устойчивость, грузовая характеристика, момент грузовой устойчивости. разработана технологическая карта производства детали. Проведены необходимые прочностные расчеты рамы в соответствии с заданием.

Расчеты в магистерской диссертации выполнены при помощи программного пакета SolidWorks и MS Excel 2007. Пояснительная записка к выпускному квалификационному проекту оформлена в текстовом редакторе MS Word 2007 в соответствии со стандартом ЮУрГУ.

					23.04.02.2017.082 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Волков В.Е.			Лит.	Лист	Листов
Пров.		Кондаков				2	65
Н. Контр.		Лысов В.И.			ЮУрГУ		
Утверд.		Бондарь			Кафедра "КГМ и А"		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И МОДЕЛЕЙ	
1.1 Конструкции отечественных трубоукладчиков.....	6
1.2 Классификация трубоукладчиков	7
1.3 Анализ отечественного рынка	9
1.4 Анализ зарубежного рынка.....	17
2 ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ТЕМЫ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ.....	23
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	
3.1 Тяговый расчет трубоукладчика ТГ-35	25
3.2 Построение тяговой характеристики машины с ГСТ	27
3.3 Расчет силового гидроцилиндра.....	34
3.4 Устойчивость. Грузовая характеристика. Момент грузовой устойчивости	36
3.5 Расчет собственной устойчивости	39
3.6 Расчет на прочность.....	42
3.7 Основные требования по безопасной работе трубоукладчиков	47
3.8 Техническое обслуживание трубоукладчика.....	48
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
4.1 Анализ существующего или типового технологических процессов	52
4.2 Анализ операций	54
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
5.1 Анализ вредных производственных факторов	58
5.2 Опасности, связанные с транспортировкой грузов	58
5.3 Шумовые воздействия	60
5.4 Выбросы вредных веществ в рабочей зоне	62
5.5 Мероприятия по безопасности работ с краном- трубоукладчиком	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	68

Име. № подп		Подп. и дата	
Име. № дубл.		Взам. инв. №	
Подп. и дата		Подп. и дата	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	

23.04.02.2017.082 ПЗ

ВВЕДЕНИЕ

Среди множества используемых человеком машин тракторы занимают одно из важнейших мест, так как представляют собой мобильные энергетические и транспортные средства, которые обеспечивают движение и создание тяговых усилий для промышленных, сельскохозяйственных, дорожно-строительных, мелиоративных машин (агрегатов) и орудий.

Перспективы развития промышленности, сельского хозяйства, дорожно-строительного, нефтегазового и других комплексов, добычи полезных ископаемых во многом зависят от обеспечения их высокопроизводительной и надежной техникой, в том числе на базе гусеничных промышленных тракторов.

Одним из главных направлений развития народного хозяйства является дальнейшее развитие топливно-энергетической базы страны. В решении этой проблемы основное значение имеет ускоренное развитие нефтегазодобывающей отрасли.

В связи с удаленностью сырьевой базы от промышленных центров большое значение имеет строительство трубопроводов. Трубопроводный транспорт наиболее экономичен, транспортирование по трубам практически не влияют климатические и природные условия.

Для успешного решения поставленных задач предусмотрено дальнейшее повышение уровня механизации трубопроводного строительства и оснащение строительных организаций отечественными трубоукладчиками.

Трубоукладчики находят распространение не только на строительстве нефтегазопроводов, водоводов оросительных систем, но на

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

Лист

различных монтажных работах в промышленном и гражданском строительстве. [5] Высокая маневренность, неприхотливость к дорожным условиям за счет низкого давления на грунт, возможность работы с грузами большой массы и универсальность способствует широкому применению их в народном хозяйстве.

Таким образом, целью данной магистерской диссертации является обоснование параметров и разработка конструкции нового трубоукладчика грузоподъемностью 35 тонн с использованием гидростатической трансмиссии.

К задачам диссертации следует отнести: во-первых, построение графика грузоподъемности, необходимого для обоснования параметров трубоукладчика; во-вторых, разработка технической документации на раму трубоукладчика.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	23.04.02.2017.082 ПЗ					Лист
										9

1 ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И МОДЕЛЕЙ

1.1 Конструкции отечественных трубоукладчиков

К кранам – трубоукладчикам относятся самоходные краны с боковой неповоротной маневренной стрелой, шарнирно закрепленной на раме гусеничного хода. Трубоукладчики применяются при строительстве магистральных трубопроводных сооружений: газопроводов, нефтепроводов и водопроводов, а также, на строительном-монтажных работах для подтаскивания монтируемых элементов. Базой для кранов трубоукладчиков служат серийные гусеничные тракторы (значительно реже – колесные). Для трубоукладчиков грузоподъемностью свыше 15 тонн, ходовое устройство выполняется удлиненным с применением серийных узлов и деталей тракторов и с уширенным расстоянием между гусеничными тележками. Для увеличения силы тяги и уменьшения скорости передвижения изменяют характеристику бортовых редукторов базового трактора введением дополнительной зубчатой пары и уменьшением числа оборотов ведущего колеса гусеничной ленты [3].

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	Лист 6

23.04.02.2017.082 ПЗ

1.2 Классификация трубоукладчиков

– По типу двигателя тракторы бывают электрическими и оборудованными дизелем, который используется на большинстве современных тракторов как наиболее экономичный по расходу топлива.[8]

– По способу передвижения тракторы разделяются на гусеничные и колесные. Гусеничные тракторы характеризуется относительно низким удельным давлением на грунт – $0,35...0,5$ кгс/см², поэтому он наиболее пригоден для работы на грунтах с низкой несущей способностью (разбитые дороги, грязь, болотистые местности). Однако гусеничные тракторы значительно тяжелее колесных, т.е. более металлоемки, сложнее и дороже в изготовлении и эксплуатации.

Колесные тракторы изготавливают со стальными колесами и на пневматических шинах. Эти тракторы предназначены для работы на пахотных землях, умеренно влажных почвах, грунтовых и шоссейных дорогах и т.д. Они меньше разрушают дорожные покрытия и меньше затрачивают мощности на передвижение. Вместе с тем все эти преимущества колесных тракторов утрачиваются при работе на грунтах с пониженной несущей способностью.

– По типу остова тракторы делятся на три основные группы: рамные, полу-рамные и безрамные.

У рамных тракторов остов представляет собой клепанную или клепанно-сваренную раму, на которой устанавливают все механизмы и узлы трактора.

У полурамных тракторов остов для установки корпусов механизмов силовой передачи образуется двумя продольными балками –

Инв. № подл.	Подп. и дата					
	Взам. инв. №					
	Инв. № дубл.					
	Подп. и дата					
	Инв. № подл.					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		
<i>23.04.02.2017.082 ПЗ</i>						Лист 7

лонжеронами, которые привернуты или приварены к корпусу заднего моста, и поперечным брусом, соединяющим лонжероны в передней части.

Остовом безрамных тракторов являются корпуса отдельных узлов: корпус заднего моста и коробки передач, кожух промежуточной передачи, кожух муфты сцепления и блок двигателя. Безрамными изготавливают легкие сельскохозяйственные тракторы с колесной ходовой частью.

– По способу использования тракторы делятся на сельскохозяйственные, промышленные, транспортные и специального назначения. Отечественная промышленность выпускается около 40 типоразмеров тракторов, мощность их колеблется от 300 до 500 л.с.. Эти тракторы используются в качестве базы трубоукладчиков больших грузоподъемностей и грузовых моментов.

Промышленные тракторы используют в строительной индустрии в качестве транспортных машин, а чаще всего как специальные машины с различным навесных или прицепным оборудованием, которое позволяет выполнить механизированным способом многие тяжелые трудоемкие работы. Тракторы являются базой для таких специальных строительных машин, как бульдозеры, роторные экскаваторы, краны – трубоукладчики, кабелеукладчики, рыхлители и многие другие.

Специальные тракторы в зависимости от того, для какой цели они предназначены, представляют собой или машину особого конструктивного исполнения и формы, например трелёвочный трактор марки ТДТ-40М, или существенную модернизацию промышленно – сельскохозяйственного трактора общего назначения; например, болотоходный трактор Т-100МБ, выполненный на базе трактора Т-100М; гусеничное шасси трубоукладчика Т-1530В, в котором использовано большинство узлов того же трактора; специальный трактор-

Ине. № подп	
Подп. и дата	
Ине. № дубл.	
Взам. ине. №	
Подп. и дата	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

трубоукладчик Д-804М, выполненный на базе промышленного трактора Т-180, и ряд других машин.

Трубоукладчики классифицируются по номинальной грузоподъемности, под которой понимается допустимая нагрузка на крюке трубоукладчика при работе с единичными грузами. ГОСТ 15150-69 предусматривает пять типоразмеров трубоукладчиков номинальной грузоподъемностью 6,3; 12,5; 20; 32 и 50 т.

1.3 Анализ отечественного рынка

Отечественная промышленность выпускает два вида трубоукладчиков с гидроприводом навесного оборудования: с жесткой связью стрелы, выполненной в виде гидроцилиндра изменения вылета стрелы, и гибкой – в виде троса.

Базой гусеничных трубоукладчиков служат гусеничные промышленные тракторы трубоукладочной модификации или частично доработанные трактора общего назначения. Навесное оборудование включает в себя портал, грузовой и стреловой механизмы подъема и опускания стрелы, стрелу с подвесной и крюковой обоймой, противовес, органы управления, гидравлические аппараты (насос, гидромотор, гидроцилиндр и др.).

Трубоукладчик БРМЗ ТБГ-20.01.07 (рисунок 1) собран на базе трактора Т10МБ челябинского тракторного завода. Может работать на грунтах с пониженной несущей способностью. Изменение вылета стрелы и подъём – опускание груза осуществляется планетарными лебедками, приводным механизмом которых являются гидромоторы.

Ине. № подп	
Подп. и дата	
Ине. № дубл.	
Взам. ине. №	
Подп. и дата	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ



Рисунок 1 – ТБГ-20 производства БРМЗ

Челябинский тракторный завод сегодня выпускает две основные модели трубоукладчика ТР – ТР 12 и ТР 20. Выпускаются эти трубоукладчики на базе трактора Т-170 и бульдозера Б-170, в зависимости от модели и комплектации трубоукладчика, а также Б-10.

Функционал у них примерно одинаковый, а именно это укладка трубопроводов и труб в траншею, сопровождение всех видов изоляционных и очистных машин, а так же подъемно-разгрузочные работы. Эта спецтехника может работать в самых разных климатических условиях от самых низких до самых высоких. Отличаются они друг от друга только тем, что новые трубоукладчики ТР20 могут работать с трубами диаметр которых не превышает 1020 мм. и грузоподъемность составляет 20 тонн. У трубоукладчика ТР12 технические характеристики несколько ниже: максимальный диаметр трубопровода составляет 720 мм., а грузоподъемность составляет 12 тонн. Средняя скорость трубоукладчика серии ТР колеблется от 2 до 10 км/ч.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ



Рисунок 2 – ТР20 производства ЧТЗ

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. ине. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

Еще один трубоукладчик, цена на который оказывается достаточно демократичной и невысокой, пользуется популярностью благодаря своим высоким техническим характеристикам – Трубоукладчик ТГ 20, выпускаемый заводом ДСТ-УРАЛ. Он создается на базе модели ТМ10.00ЕБ. В зависимости от модификации, выпускаются трубоукладчики, длина стрелы которого будет составлять 7 метров (Трубоукладчик ТГ 20.32Е1) или 9 метров (Трубоукладчик ТГ 20.32Е2). Так же завод ДСТ-УРАЛ выпускает трубоукладчик ТО 12.[2]



Рисунок 3 – Трубоукладчик ТГ 20.32Е2

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Взам. инв. №			
Инв. № дубл.	Подп. и дата			
	Инв. № подл.			
Ли	Изм.			
	№ докум.			
Подп.				Дат
23.04.02.2017.082 ПЗ				Лист 12

Трубоукладчик ТГ-503 чебоксарского тракторного завода Промтрактор предназначен для выполнения комплекса работ по обустройству нефтяных и газовых месторождений и при строительстве магистральных трубопроводов с диаметром трубы до 1420 мм. Это один из самых мощных трубоукладчиков отечественного производства. ТГ-503 оснащаются 4х-тактным дизельным двигателем с жидкостным охлаждением и газотурбинным наддувом.[12]

Одноместная кабина с дополнительным местом, установленная на резиновых амортизаторах, оборудована защитой стекол от обрыва тросов. ТГ-503 оснащен одноступенчатым гидротрасформатором с центростремительной турбиной, литыми рабочими колесами и принудительной системой подпитки, смазки и охлаждения рабочей жидкости. Гидротрасформатор обеспечивает использование максимального крутящего момента двигателя и бесступенчатое его регулирование в зависимости от нагрузок на рабочих органах трубоукладчика. Непостоянно замкнутые остановочные тормоза выполнены в виде многодисковых муфт, работающих в масле, с гидравлическим управлением и принудительной смазкой, что обеспечивает легкое и плавное управление трубоукладчиком. Длина стрелы погрузочного оборудования – 8,9 метров. Грузоподъемность: на плече 2,5м – до 50 тонн, на плече 1,22м – 102 тонны.

Ине. № подп	
Подп. и дата	
Ине. № дубл.	
Взам. ине. №	
Подп. и дата	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ



Рисунок 4 – Трубоукладчик ТГ-503 Промтрактор Чебоксарского тракторного завода

Этот тяжелый трубоукладчик разработан и внедрен компанией «ЧЕТРА – Промышленные машины». В настоящее время СНЕТРА HEAVY-511 является наиболее совершенным из всех российских трубоукладчиков, а по ряду характеристик превосходит и зарубежных «одноклассников». По сравнению с ТГ-503 СНЕТРА HEAVY-511 имеет более высокую маневренность и грузоподъемность, а также уменьшенный вес (46 тонн), позволяющий перевозить новую модель в современных 50-тонных тралах, что существенно облегчает их транспортировку. Все это подкреплено ультрасовременным дизайном, который, помимо приятного внешнего вида, еще и снижает нагрузки на оператора – благодаря удобному расположению органов управления, число которых к тому же еще и сведено к минимуму.

По мощности двигателя – Cummins, 353 кВт (480 л.с.) –

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	Лист 14
	Подп. и дата		Взам. инв. №						
<p style="text-align: right; font-size: 1.2em; margin: 0;">23.04.02.2017.082 ПЗ</p>									

CHETRA HEAVY-511 – безусловный лидер среди моделей своего класса. Это же можно сказать и о грузоподъемности. Номинальная грузоподъемность CHETRA на плече длиной 2,5 метра составляет 51 тонну, максимальная грузоподъемность на плече в 1,22 метра – 104,5 тонны. При этом по моменту устойчивости (127,5) CHETRA HEAVY-511 также превосходит как отечественные, так и зарубежные аналоги. У ближайшего конкурента, Caterpillar 589, он составляет только 127,28.

Новые конструктивные особенности позволили значительно повысить ресурс ходовой системы и снизить трудоемкость технического обслуживания. Рама рассчитана для поглощения высоких ударных нагрузок и скручивающих усилий. Конструкция рамы спроектирована с учетом обеспечения необходимой несущей способности при многолетней эксплуатации агрегата с максимальной производительностью. На задней стенке моста имеется привалочная поверхность для крепления прицепного устройства. Гидромеханическая трансмиссия с электрогидравлическим управлением. Все узлы трансмиссии имеют модульную конструкцию, позволяющую производить сборку, регулировку, обкатку узлов на стендах до установки на трактор. Общая компоновка узлов обеспечивает доступ к ним и минимальную трудоемкость демонтажа при ремонте. На CHETRA HEAVY 511 применена принципиально новая конструктивная схема выдвижения противовеса, позволяющая обеспечивать надежную жесткость всей системы трубоукладочного оборудования.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ



Рисунок 5 – Трубоукладчик CATERPILLAR HEAVY-511

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. ине. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

1.4 Анализ зарубежного рынка

Этот тяжелый трубоукладчик представляет известная немецкая фирма Liebherr. Будучи универсальной рабочей машиной, RL 52 Litronic используется для транспортировки труб, а также может применяться в качестве источника питания для сварочного оборудования, оборудования обработки концов труб или компрессоров. Главной его особенностью является асимметричная ходовая часть, а широкие траки со стороны стрелы позволяют выполнять работу непосредственно на краю траншеи. К особенностям трубоукладчиков фирмы Liebherr следует отнести применение гидростатической трансмиссии на всех моделях машин и гидравлической системы управления стреловым оборудованием. Необходимо отметить, что на трубоукладчиках Liebherr используются гусеницы различной ширины с правой и с левой стороны. Ширина левых гусениц (со стороны грузоподъемного оборудования) 914 мм, ширина правых (со стороны противовесов) колеблется от 560 мм у малой модели до 711 мм у моделей средней и тяжелой категорий. По мнению фирмы, такое решение повышает устойчивость трубоукладчиков.

Узкие траки со стороны противовеса уменьшают потребную рабочую зону, а также упрощают транспортирование. Простое для понимания управление с помощью всего двух командоконтроллеров типа джойстик как передвижением, так и осуществлением ходовых маневров, а также управлением стрелой снижает вероятность ошибочных действий. Гидростатический ходовой привод обеих гусениц с постоянным силовым замыканием без переключающих действий позволяет, без труда преодолевать крутые склоны. Поскольку привод передвижения неизнашиваемый и к тому же выполняет функции рабочего тормоза, усиленная тормозная система не требуется даже в гористой местности.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	Лист 17

Несмотря на это, по основным параметрам он уступает основным конкурентам. При эксплуатационном весе 52 300 кг максимальная грузоподъемность RL 52 Litronic составляет только 80 тонн. Момент устойчивости – 97,6. Вес груза, поднимаемого RL 52 Litronic, колеблется от 39 до 80 т.



Рисунок 6 – Трубоукладчик Liebherr RL 52 Litronic

Этот трубоукладчик с полным основанием носит звание тяжелого. Его эксплуатационная масса является самой большой в этом классе и составляет почти 65,4 т. Однако благодаря широким гусеницам (915 мм), удельное давление, оказываемое Caterpillar 589, на грунт оказывается даже меньшим, чем у более легких коллег и составляет всего 0,873 кг/на см². Как и все семейство техники Caterpillar, модель 589 отличается хорошими

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата	
Ли	Изм.	№ докум.
		Подп.
		Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

эксплуатационными характеристиками и высокой надежностью. Caterpillar 589 оснащен двигателем 3408 TA с турбонаддувом и вторичным водяным охлаждением, его мощность на маховике 313 кВт (420 л.с.). Длина стандартной стрелы составляет 8,8 м. Номинальная грузоподъемность на плече 2,5 метра равна 50 т, а максимальная грузоподъемность на плече 1,22 метра составляет 104,3 т. Момент устойчивости составляет 127,28. Помимо этого, Caterpillar 589 оборудован удобной кабиной с рычагами управления, расположенными в зоне комфорта. По своим техническим и эксплуатационным характеристикам Caterpillar 589 сопоставим с СНЕТРА HEAVY-511. Единственным слабым пунктом является большая масса, затрудняющая его транспортировку.[17]



Рисунок 6 – Трубоукладчик Caterpillar 589

Ине. № подп.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

Фирма Dressta, выпускающая широкую гамму строительной техники, расположена в Польше. Одна из немногих в мире, Dressta производит конкурентоспособные тяжелые трубоукладчики. Наиболее мощным из них является SB-85. Эксплуатационная масса этой модели составляет 60,5 тонн. Dressta SB-85 оснащаются двигателями KT-19C Cummins мощностью 238 кВт (320 л.с.). Конструкция кабины SB-85 – модульная. Машина имеет две скорости поднимания и опускания лебедки. Управление лебедкой стрелы сделано гидравлическим. По своим характеристикам Dressta SB-85 вполне достойно смотрится среди прочих «одноклассников», уступая по некоторым показателям Caterpillar 589 и CHETRA HEAVY-511. Номинальная грузоподъемность на плече 2,5 м у Dressta SB-85 составляет 48,8 т, а максимальная грузоподъемность на плече 1,22 метра равна 100 т. Момент устойчивости составляет 122. Модель SB-85 отличается высокой устойчивостью и низким давлением на грунт (0,907 кг/см²), хотя и уступает по этому показателю Caterpillar 589, CHETRA HEAVY-511 и Liebherr RL 52 Litronic.[18]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Инв. № подп	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	23.04.02.2017.082 ПЗ				
					Лист 20				



Рисунок 7 – Трубоукладчик Dressta SB-85

Этот трубоукладчик является средним в своем классе. Его технические характеристики лежат в промежутке между «самым легким» Liebherr RL 52 Litronic и «самым тяжелым» Caterpillar 589. Его эксплуатационная масса составляет 57,9 т. Но при этом, как ни странно, удельное давление на грунт D 355С-3 оказалось самым большим – 0,923 кг/см², что объясняется меньшей, чем у аналогичных машин, шириной гусеницы: всего 860 мм. D 355С-3 обладает средней для своего класса грузоподъемностью. Номинальная грузоподъемность на плече 2,5 м составляет 47,8 т., а максимальная, на плече 1,22 м., равна 92

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

тоннам. Момент устойчивости Komatsu D 355C-3 также весьма неплох и составляет 119.

Машина комплектуется четырехтактным дизельным двигателем Komatsu SA6D140 с турбонаддувом и водяным охлаждением мощностью 269 кВт (366 л.с.). Кроме того, есть еще вспомогательный пусковой двигатель, который обеспечивает быстрый запуск главного двигателя даже в районах с очень холодным климатом. Трансмиссия TORQFLOW обеспечивает плавное переключение передач и изменение направления движения. Из прочего оснащения хотелось бы выделить сухой воздухоочиститель с автоматическим пылеотсасывающим устройством и пылеуказателем.



Рисунок 8 – Трубоукладчик Komatsu D 355C-3

Вывод по разделу: без использования трубоукладчика невозможно ни одно современное строительство. Данные машины применяются повсеместно, они предназначены для перемещения, опускания и точной укладки труб различных диаметров.

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

2 ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ТЕМЫ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Основные преимущества рассмотренного в данной работе трубоукладчика ТГ 35 по сравнению с представленной продукцией отечественными и зарубежными производителями:

- Абсолютная уникальность конструкции трубоукладчика, позволяющая благодаря гидростатической трансмиссии вынести силовой агрегат вместе с трансмиссией за пределы рамы, в связи с чем можно добиться идеальной развесовки. Так же конструкция рамы спроектирована таким образом, что в передней часть трубоукладчика образует достаточно свободного места для того чтобы разместить на ней дополнительное вспомогательное оборудования в виде: дизель электростанций, кранов манипуляторов со сварочным оборудованием, жилых кузовов и т.д.

- Новая рама позволяет производить ремонт ходовой части и бортовых редукторов без демонтажа грузоподъемных механизмов. Сплошное ровное бронирование увеличивает проходимость на лесистых участках и слабонесущих грунтах.

- Применение первоклассных планетарных лебедок с гидравлическим приводом итальянского производства. Ресурс гидромотора не менее 10000 моточасов работы. Планетарный механизм лебедки с нормально замкнутым многодисковым тормозом. Возможно комплектация автосбросом.

- Использование современной трансмиссии ГСТ. Современная ГСТ обеспечивает высокую надежность всего трубоукладчика, так же обеспечивает изменение скорости от 0 км/ч до 12 км/ч бесступенчато и плавно и лучшую маневренность вплоть до разворота на месте.

- Использование ДВ базового трактора ЯМЗ-238Д18. Запас мощности в 40% (330 л.с.) обеспечивает работу в номинальном режиме,

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

Лист
29

максимально продляя ресурс. Схема без турбины не имеет провалов тяги в диапазоне с 800-2100 оборотов и 100% балансировку с минимальной вибрацией. Генератор повышенного тока (70А) обеспечивает необходимой энергией все потребители трубоукладчика и зарядку на холостых оборотах.

– Шестигранная кабина с эргономичным местом оператора обеспечивает обзор на 360° по горизонтали и 120° по вертикали, за счет люка в крыше, позволяя оператору контролировать груз в любой точке. Управление подъемным оборудованием осуществляется джойстиком, что позволяет одновременно изменять вылет стрелы и контролировать подъем крюка. Управление поворотами джойстиком при движении. АЗК-110 для защиты от перегрузок и опрокидывания при подъеме груза, защиты при работе в зоне линии электропередач, данные о массе поднимаемого груза, предельной грузоподъемности, расстояние вылета стрелы, угла наклона стрелы относительно горизонта.

– Конструктивные особенности жесткой ходовой. Гусеничные тележки соединены жесткими связями, образуя единую конструкцию с рамой через болтовые соединения. Вынесенная ось крепления стрелы позволяет поднимать стрелу в вертикальное положение.

Вывод по разделу: основные направления в развитии тракторов и агрегатов на их базе – повышение эффективности, производительности, надежности и долговечности работы. Одним из способов решения этих задач является разработка новых конструкций.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Тяговый расчет трубоукладчика ТГ-35

Тяговый расчет выполняют для выявления соответствия тяговых свойств базового трактора требованиям технологии трубоукладочных работ. Этим расчетом подтверждают обоснованность требований, предъявляемых к тяговым и скоростным свойствам трубоукладочных модификаций промышленных тракторов.[14]

При выполнении тягового расчета должны быть заданы и определены следующие показатели: масса трубоукладчика; масса номинального груза на крюке(грузоподъемность) и технологическая нагрузка на крюке при работе в изоляционно-укладочной колонне, с одиночным грузом и без груза; необходимая мощность двигателя.

Для тягового расчета принимают эксплуатационную массу трубоукладчика m_T , которая складывается из конструктивной массы $m_{Т.к.}$, массы эксплуатационных материалов (топливо, смазочные материалы, вода, рабочая жидкость гидросистемы), массы инструмента, постоянно находящегося на трубоукладчике, и массы машиниста. При расчетах массу инструмента принимают равной 50 кг, массу машиниста – 70 кг.

Минимальным набором исходных данных, необходимым для начала расчета является: вес машины, параметры ДВС – мощность, частота вращения и требуемая скорость движения машины. Максимальная скорость движения в транспортном режиме около 11 км/ч, в рабочем режиме – около 4 км/ч.[15]

Мощность процесса движения трубоукладчика по песчаному основанию определена по формуле:

$$N = \frac{g(m_T+m_{\Gamma})(f+i)v}{\eta_{\text{тр}} \eta_{\text{б}} \eta_{\text{и.м.}}} 10^{-3} \quad (3.1)$$

Ине. № дубл.	Ине. № подп	Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. ине. №	Подп. и дата
--------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

Лист
29

где g – вес машины, Н; φ – коэффициент сопротивления передвижению, для песка = 0,15; v – скорость, м/с; $\eta_{тр}$ – КПД ведущего участка движителя гусеничного трактора, следует принимать $\eta_{тр} = 0,97$; η_6 – коэффициент, учитывающий потери от буксования движителя (для гусеничных тракторов $\eta_6 = 0,95$; $\eta_{и.м.}$ – коэффициент использования номинальной мощности двигателя, учитывающий резервирование мощности на трогание с места и преодоление дополнительных сил сопротивления движению, $\eta_{и.м.} = 0,92$.

$$N = \frac{9,8(40000 + 35000)(0,15 + 0,182)1,11}{0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,92} 10^{-3} = 144 \text{ кВт}$$

Часть мощности двигателя потребляют грузоподъемное оборудование трубоукладчика. При заданной грузоподъемности m_r (кг) и скорости $v_{гр}$ (м/с) подъема груза мощность привода грузоподъемного оборудования

$$N_{г.о.} = \frac{gm_r v_{гр} 10^{-3}}{\eta_{г.о.}} \quad (3.2)$$

Где $\eta_{г.о.}$ – полный КПД привода грузоподъемного оборудования с учетом КПД механической части и КПД гидропривода; $v_{гр}$ – скорость подъема номинального груза, у трубоукладчиков обычно $v_{гр} = 0,16 - 0,2$ м/с.

$$N_{г.о.} = \frac{9,8 \cdot 35000 \cdot 0,17 \cdot 10^{-3}}{0,81} = 72 \text{ кВт}$$

Суммируя мощность, расходуемую на передвижение трубоукладчиков и привод грузоподъемного оборудования, можно определить необходимую мощность (кВт) дизельного двигателя:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	23.04.02.2017.082 ПЗ	Лист 20

$$N_d = 1,1(N_w + N_{г.о.}) \quad (3.3)$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий потери мощности на собственные нужды двигателя(привод вентилятора, сопротивление всасывания и выпуска отработавших газов, привод генератора и др.)

$$N_d = 1,1(144 + 72) = 237,6 \text{ кВт} = 323 \text{ л. с.}$$

В результате проведенного расчета был выбран двигатель ЯМЗ-238Д-18 330 л.с. (242,6 кВт), максимальная частота вращения 2100 об/мин, номинальный крутящий момент 1225 Нм, максимальный крутящий момент 1225 Нм при 1300 об/мин. Двигатель восьмицилиндровый, четырехтактный, с жидкостным охлаждением, с электрозапуском, рабочим объемом 14,86 л.

3.2 Построение тяговой характеристики машины с ГСТ

Минимальным набором исходных данных, необходимым для начала расчета является: вес машины, параметры ДВС – мощность, затрачиваемая на на создание тягового усилия, частота вращения и требуемая скорость движения машины.

Построена идеальная тяговая характеристика только по мощности ДВС:

$$pv = N_{двс} = 237,6 = const \quad (3.4)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата					
	Инв. № дубл.	Взам. инв. №				
		Инв. № инв.				
		Подп. и дата				
		Инв. № инв.				
Ли						
Изм.						
№ докум.						
Подп.						
Дат						
23.04.02.2017.082 ПЗ						
Лист 27						

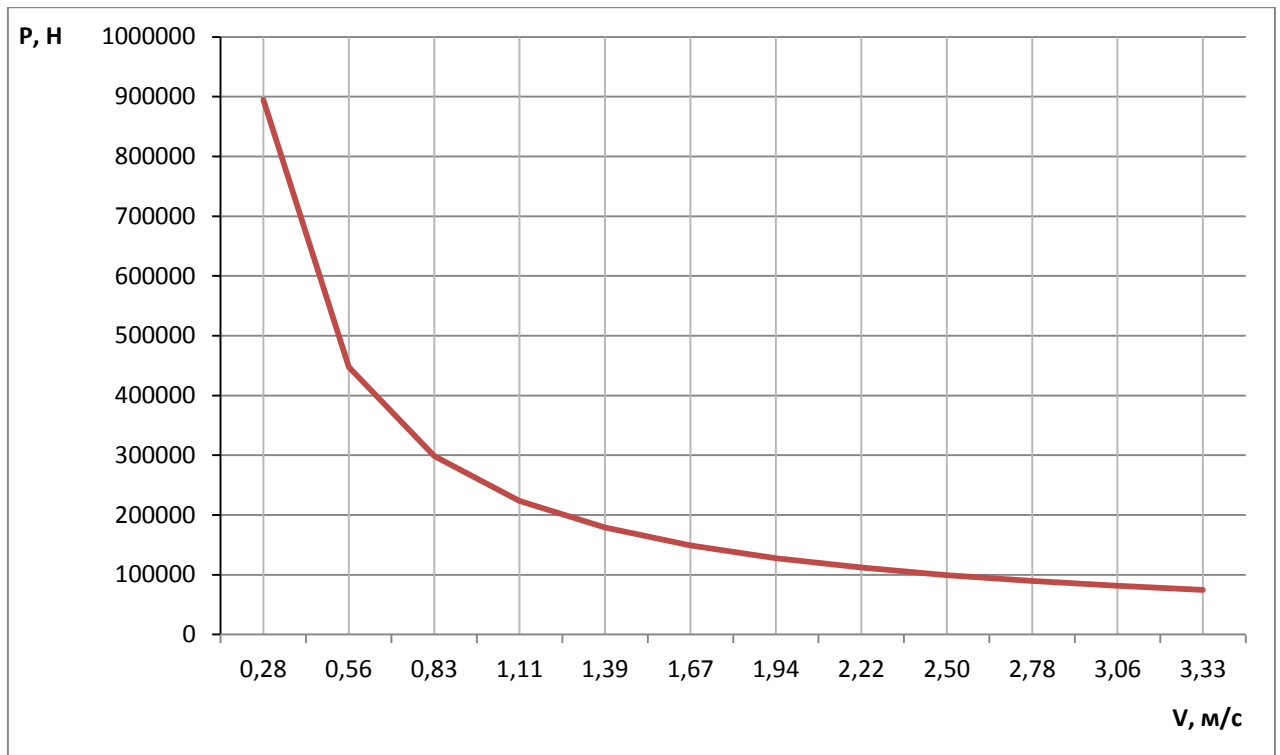


Рисунок 9 – Идеальная тяговая характеристика ДВС по мощности

Характеристика ДВС (Рисунок 9) является ничем не ограниченной бесконечной параболой. Для ограничения по горизонтальной оси задана скорость движения платформы, исходя из технического задания $\vartheta = 10 \text{ км/ч} = 2,77 \text{ м/с}$

В первом приближении принято, что гидростатическая трансмиссия имеет одинаковые объемные постоянные насосов и моторов. Скорость вращения насоса ГСТ равна скорости вращения ДВС, так как они жестко соединены посредством упругой муфты. Тогда при полной подаче насоса для обеспечения максимальной скорости (параметр регулирования $U=1$) мотор будет вращаться с той же частотой что и насос. Необходимое передаточное число бортового редуктора выведено из формулы: [16]

$$\vartheta = \frac{\omega_M r_{BK}}{i_{бр}} \quad (3.5)$$

$$i_{бр} = \frac{\omega_M r_{BK}}{\vartheta} = \frac{220 \cdot 0,495}{1,67} = 65,21$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

Сила тяги трубоукладчика в точке максимальной скорости движения посчитана по формуле:

$$P_{\vartheta_{\max}} = \frac{N_{\text{ДВС}} \eta_{\text{сумм}}}{\vartheta} = \frac{85538 \cdot 0,78}{1,67} = 39951,88 \text{ Н} \quad (3.6)$$

Суммарный показатель КПД принят равным 0,77

Тогда момент на ведущем колесе равен:

$$M_{\text{ВК}} = P_{\vartheta_{\max}} \cdot r_{\text{ВК}} = 39952 \cdot 0,495 = 19776 \text{ Нм} \quad (3.7)$$

Момент на моторе ГОП отличается от момента на ведущем колесе на величину передаточного числа бортового редуктора.

$$M_{\text{М}} = \frac{M_{\text{ВК}}}{i_{\text{бр}}} = \frac{19776}{65} = 304 \text{ Нм} \quad (3.8)$$

По вертикали характеристика ДВС ограничивается давлением в магистрали ГОП. Переберем несколько типоразмеров ГОП, существующих на рынке.

Возьмем ГСТ с объемной постоянной $q = 110 \text{ см}^3/\text{об}$.

Тогда совместная подача двух насосов в системе СИ будет равна:

$$2q_{110} = \frac{2q \cdot 10^{-6}}{2\pi} = \frac{2 \cdot 110 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 3,14} = 35 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^3}{\text{р}} \quad (3.9)$$

Вычислим давление в магистрали ГОП при максимальной скорости движения платформы (Рисунок 2.1 линия 3) по формуле:

$$M_{\text{М}} = P_{\text{ГОП}} 2q_{110} U \quad (3.10)$$

$$P_{\text{ГОП}} = \frac{M}{2q_{110} U} = \frac{304}{35 \cdot 10^{-6}} = 8,7 \text{ МПа} = 87 \text{ бар}$$

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

Рассмотрим режим работы ГОП на номинальном давлении равном 25 МПа.

Запишем формулу (3.9) для насоса:

$$M_H = M_{двс} \eta_{насос} = P_{гоп} 2q_{110} U_H \quad (3.11)$$

где $M_{двс} = 1225 \text{ Нм}$, $\eta_{насос} = 0,9$

Из формулы (3.11) найдем параметр регулирования насоса, необходимый для обеспечения минимальной скорости в зоне регулирования ГСТ.

$$U_H = \frac{M_{двс} \eta_{насос}}{P_{гоп} 2q_{110}} = \frac{1225 \cdot 0,9}{44 \cdot 10^6 \cdot 35 \cdot 10^{-6}} = 0,79$$

Тогда минимальная скорость в начале зоны регулирования равна:

$$v_{min} = U_H v_{max} = 0,79 \cdot 1,4 = 2,19 \text{ М/с} = 7,9 \text{ км/ч} \quad (3.12)$$

Для нахождения тягового усилия при v_{min} посчитаем момент на моторе по формуле (3.10) с учетом КПД мотора.

$$M_M = P_{гоп} 2q_{110} U_H \eta_{мотор} = 44 \cdot 10^6 \cdot 35 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 0,9 = 1386 \text{ Нм}$$

Тогда сила тяги трубоукладчика равна:

$$P_{v_{min}} = \frac{M_M i_{бр}}{r_{вк}} = \frac{1386 \cdot 65}{0,495} = 182000 \text{ Н} = 182 \text{ кН} \quad (3.14)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата				
	Инв. № дубл.	Взам. инв. №			
		Подп. и дата			
		Инв. № инв.			
		Лист 30			
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	
23.04.02.2017.082 ПЗ					

Исходные данные для расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

$N_{\text{двс}}, \text{ л. с.}$	330
$n_{\text{двс ном}}, \text{ об/мин}$	2100
$i_{\text{бр}}$	65
$n_{\text{ГМmax}} = n_{\text{БРmax}}, \text{ об/мин}$	3600
$\Delta P, \text{ бар}$	440
$V_{\text{ГНmax}}, \text{ см}^3$	110
$V_{\text{ГМmax}}, \text{ см}^3$	215
$r_{\text{БК}}, \text{ м}$	0,495

Примем передаточное число бортового редуктора основываясь на ручном тяговом расчете равным 46.

Основные формулы для расчета приведены ниже.

$$v_{\text{тр}} = \frac{2n_{\text{БК}}\pi r_{\text{БК}} \cdot 3,6}{60}, [\text{км/ч}] \quad (3.15)$$

$$Q_{\text{Н}} = Q_{\text{М}} = \frac{V_{\text{Н}} n_{\text{двс}} \eta_0}{1000}, [\text{л/мин}] \quad (3.16)$$

$$n_{\text{ГМ}} = \frac{1000 Q_{\text{М}} \eta_0}{V_{\text{М}}}, [\text{об/мин}] \quad (3.17)$$

$$M_{\text{ГМ}} = \frac{V_{\text{М}} P \eta_{\text{мех}}}{20\pi}, [\text{Нм}] \quad (3.18)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата																								
	Инв. № дубл.	Взам. инв. №																							
		Инв. № инв.	Инв. № инв.																						
			Подп. и дата																						
			Инв. № инв.																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Ли</td> <td>Изм.</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дат</td> <td colspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">23.04.02.2017.082 ПЗ</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Лист 31</td> </tr> </table>															Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	23.04.02.2017.082 ПЗ					Лист 31
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	23.04.02.2017.082 ПЗ					Лист 31															

Исходные данные для расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные

$N_{\text{двс}}, \text{ л. с.}$	330
$n_{\text{двс ном}}, \text{ об/мин}$	2100
$i_{\text{бр}}$	65
$n_{\text{ГМmax}} = n_{\text{БРmax}}, \text{ об/мин}$	3600
$\Delta P, \text{ бар}$	440
$V_{\text{ГНmax}}, \text{ см}^3$	110
$V_{\text{ГМmax}}, \text{ см}^3$	215
$r_{\text{БК}}, \text{ м}$	0,495

Примем передаточное число бортового редуктора основываясь на ручном тяговом расчете равным 46.

Основные формулы для расчета приведены ниже.

$$v_{\text{тр}} = \frac{2n_{\text{БК}}\pi r_{\text{БК}} \cdot 3,6}{60}, [\text{км/ч}] \quad (3.15)$$

$$Q_{\text{н}} = Q_{\text{м}} = \frac{V_{\text{н}} n_{\text{двс}} \eta_0}{1000}, [\text{л/мин}] \quad (3.16)$$

$$n_{\text{ГМ}} = \frac{1000 Q_{\text{м}} \eta_0}{V_{\text{м}}}, [\text{об/мин}] \quad (3.17)$$

$$M_{\text{ГМ}} = \frac{V_{\text{м}} P \eta_{\text{мех}}}{20\pi}, [\text{Нм}] \quad (3.18)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № инв.	Лист	32

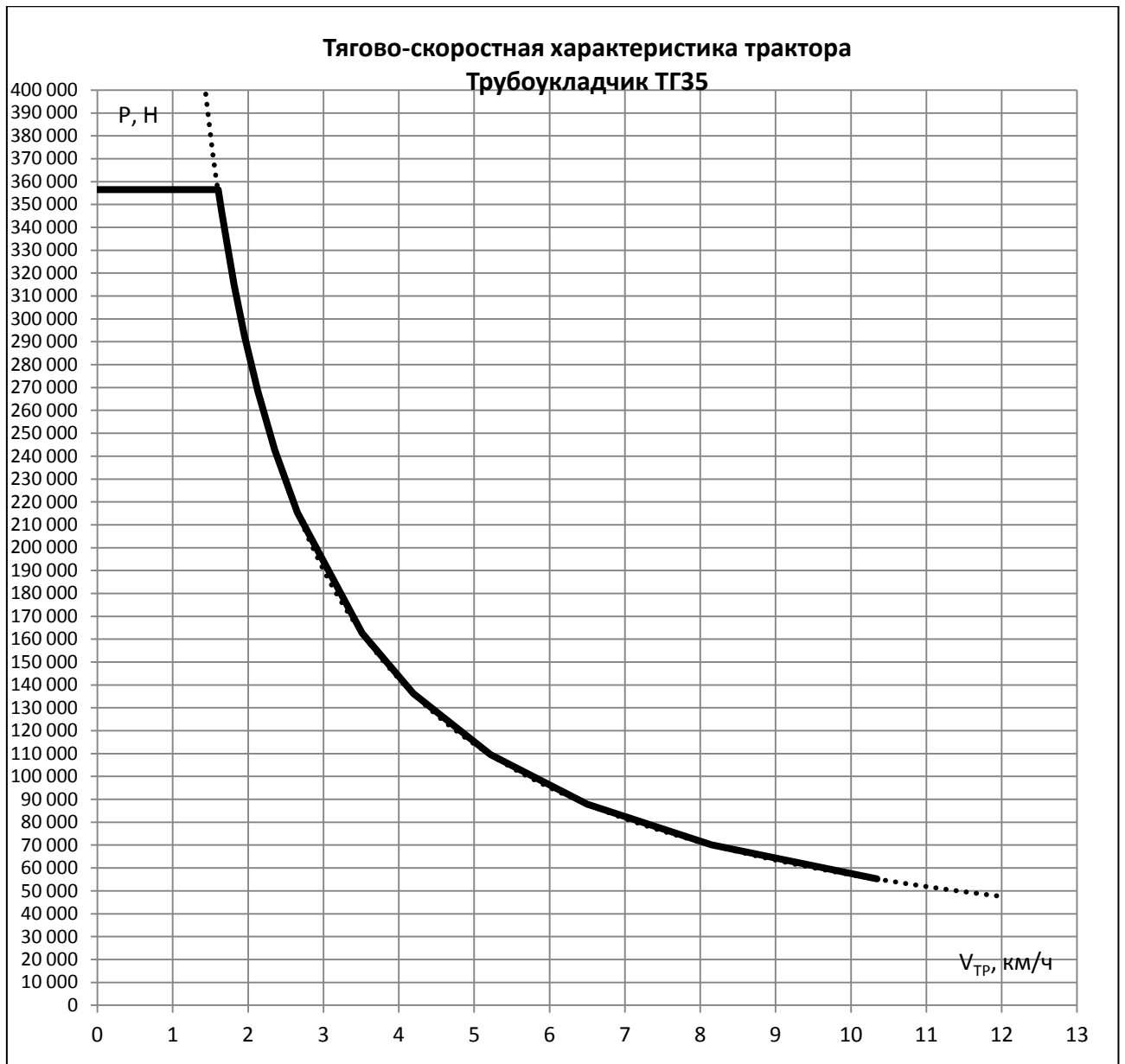


Рисунок 10 – Тягово-скоростная характеристика трактора

Ине. № подп
Подп. и дата
Ине. № дубл.
Взам. ине. №
Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

3.3 Расчет силового гидроцилиндра

Для выдвижения-задвижения контргруза требуется два гидроцилиндра. В выпускной квалификационной работе проведен статический расчет гидроцилиндра[13], при котором определен внутренний диаметр D , толщина стенок t , материал элементов гидроцилиндра, диаметр штока d , ход L .

Внутренний диаметр гидроцилиндра обусловлен силой R , которую гидроцилиндр развивает при давлении жидкости $p=20\text{МПа}$:

$$R = p \cdot f \quad (3.19),$$

где f – эффективная площадь поршня гидроцилиндра.

Гидроцилиндр должен обеспечивать подъем контргруза массой 9т (90кН). Однако, гидроцилиндр действует не строго в вертикальном направлении, а под углом. Максимальный угол, на котором работает гидроцилиндр, из конструктивных соображений, равен 84 градусам. Следовательно, сила R_1 должна быть выше, чем 90 кН на величину угла:

$$R_1 = \frac{R}{\cos 84^\circ} \quad (3.20),$$

$$R_1 = \frac{90 \cdot 10^3}{\cos 84^\circ} = 861244 \approx 861\text{кН}$$

Если шток односторонний, как в нашем случае, то усилие, развиваемое гидроцилиндром в разные стороны при равном давлении, различно. Значит f вычислим исходя из формулы (3.19).

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

Лист
34

$$f = \frac{861 \cdot 10^3}{20 \cdot 10^6} = 0,04305$$

Также, эффективную площадь f поршня со стороны, где нет штока вычисляется по формуле (3.21).

$$f = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (3.21)$$

Из формулы (3.21) получим значение диаметра поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,04305}{\pi}} = 0,23 м$$

По ряду предпочтительных чисел Ra5 ГОСТ 6636-69 [20] находим ближайшее значение, которое соответствует 200 мм. По рекомендации, диаметр штока определяем по табличному значению по ГОСТ 6540-68 [21] при отношении площади поршня к площади штока $\phi=1,6$. Диаметр штока $=d=110$ мм.

Гидроцилиндр работает при номинальном давлении 20МПа. Необходимо определить минимальную толщину стенки для расчетного гидроцилиндра, приняв значение номинального давления как в штатном гидроцилиндре.

Для определения толщины стенки воспользуемся формулой (3.22)

$$t = \frac{p \cdot D}{2 \cdot [\sigma_p]} \quad (3.22),$$

где $[\sigma_p]$ – максимально допустимое растягивающее напряжение (для стали 45 $[\sigma_p]=150$ МПа).

Ине. № дубл.	Ине. №	Подп. и дата
Ине. № подп.	Подп. и дата	Ине. № дубл.
Ли	Изм.	№ докум.
Подп.	Дат	

23.04.02.2017.082 ПЗ

$$t = \frac{20 \cdot 10^6 \cdot 0,11}{2 \cdot 150 \cdot 10^6} = 0,008 м$$

Требуемая минимальная величина толщины стенки равна 8мм, что удовлетворяет характеристикам гидроцилиндра, в котором t=10 мм. Таким образом гидроцилиндр удовлетворяет требуемым характеристикам.

3.4 Устойчивость. Грузовая характеристика. Момент грузовой устойчивости.

Трубоукладчик представляет собой гусеничную машину с боковой стрелой, свободно опирающуюся на строительную площадку. Его устойчивость обеспечивается собственной силой тяжести. На устойчивость влияют размеры опорного контура, ограниченного ребрами опрокидывания. За расчетное принимают то ребро, относительно которого вероятность опрокидывания машины больше.

При боковом приложении рабочих нагрузок, вызванном боковым расположением стрелы, особое значение приобретает поперечная устойчивость трубоукладчика. В этом случае ребро опрокидывания при одноопорных катках гусеничного хода совпадает с серединой беговой дорожки гусеницы, а при двухопорных катках ребро опрокидывания проходит по наружному краю внешней беговой дорожки гусеницы. Различают стреловое и противовесное ребра опрокидывания. Расстояние между ребрами опрокидывания называют расчетной колеей (у одноопорных катков колея колес гусеничного хода и расчетная колея совпадают). Измеренное по горизонтали от стрелового ребра опрокидывания до вертикальной оси крюка называется вылетом крюка трубоукладчика.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. ине. №
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

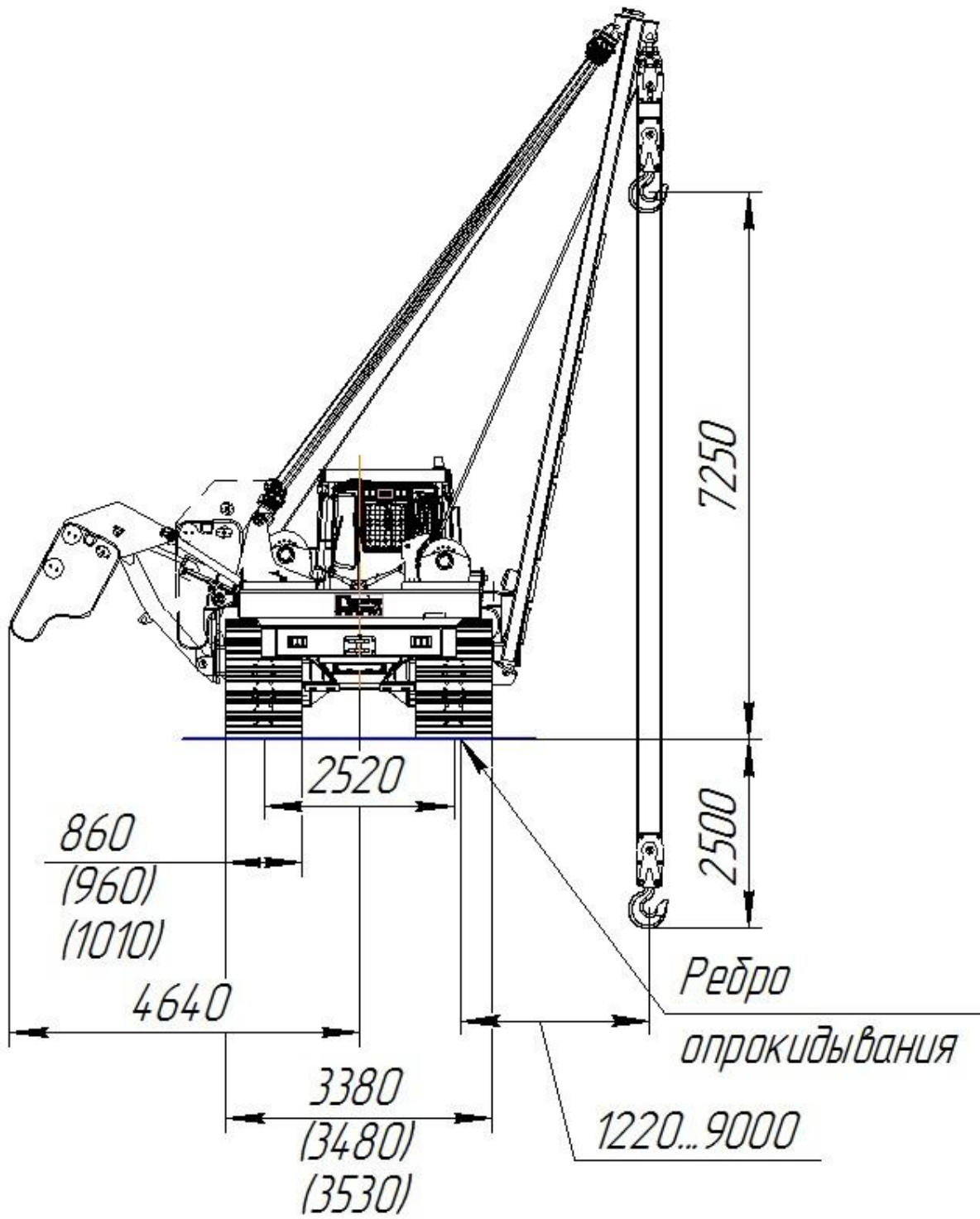


Рисунок 11 – Расчетная схема для определения грузовой характеристики

Для построения графика грузоподъемности в зависимости от вылета стрелы составим формулу моментов сил относительно точки опрокидывания:

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

$$m_{ГР}(R_{ГР}) = \frac{m_{КГР} \cdot R_{КГР} + m_{Л} \cdot R_{Л} + m_{0} \cdot R_{0} - m_{С} \cdot \left[404 + \frac{[a_1 \cdot (R_{ГР} - 404)]}{a} \right] - m_{БЛ} \cdot R_{ГР}}{R_{ГР}} \quad (3.23)$$

где $m_{КГР}$ – масса контргруза, $m_{КГР} = 9000$ кг;

$R_{КГР}$ – расстояние вылета контргруза, $R_{КГР} = 5200$ мм;

$m_{Л}$ – масса рычагов, тяг и гидроцилиндра контргруза, $m_{Л} = 1300$ кг;

$R_{Л}$ – расстояние вылета рычагов, тяг и гидроцилиндра контргруза, $R_{Л} = 3159$ мм;

m_{0} – масса базовой машины, $m_{0} = 40000$ кг;

R_{0} – расстояние центра тяжести базовой машины относительно точки опрокидывания, $R_{0} = 1359$ мм;

$m_{С}$ – масса стрелы, $m_{С} = 1840$ кг;

$m_{БЛ}$ – масса блоков и канатов на стреле, $m_{БЛ} = 1840$ кг;

$R_{ГР}$ – расстояние вылета стрелы, $R_{ГР} = 1220 \dots 9000$ мм;

Построим график грузоподъемности в зависимости от вылета стрелы для разных коэффициентов запаса.

Инв. № подп	Подп. и дата				Лист 38
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				
	Инв. № подп				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	23.04.02.2017.082 ПЗ

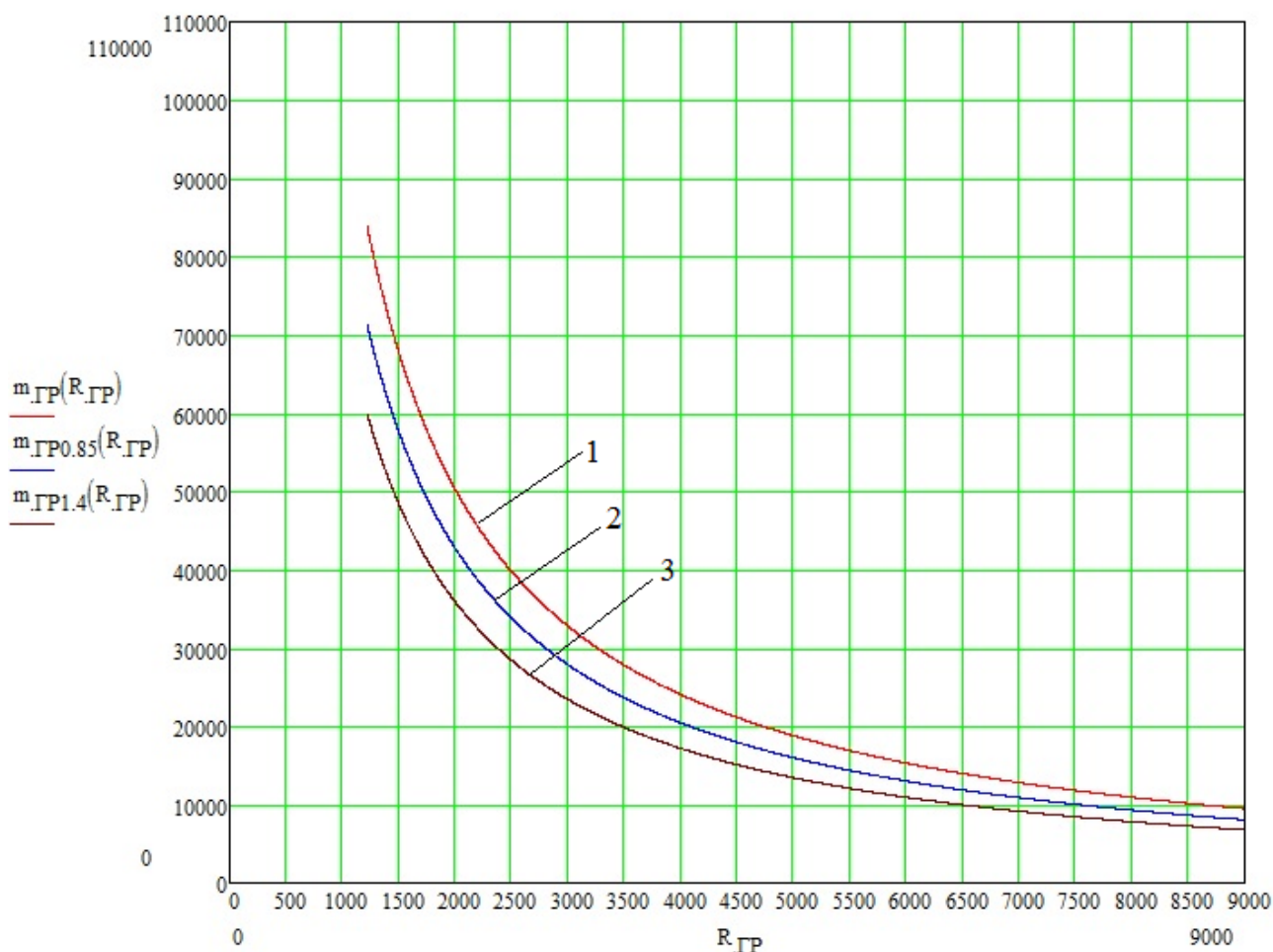


Рисунок 12 – Грузовая характеристика трубоукладчика ТГ-35. 1 – опрокидывающая нагрузка, $K = 1$; 2 – Грузоподъемность с запасом устойчивости, $K = 1,4$, противовес придвинут; 3 – то же, противовес откинут

3.5 Расчет собственной устойчивости

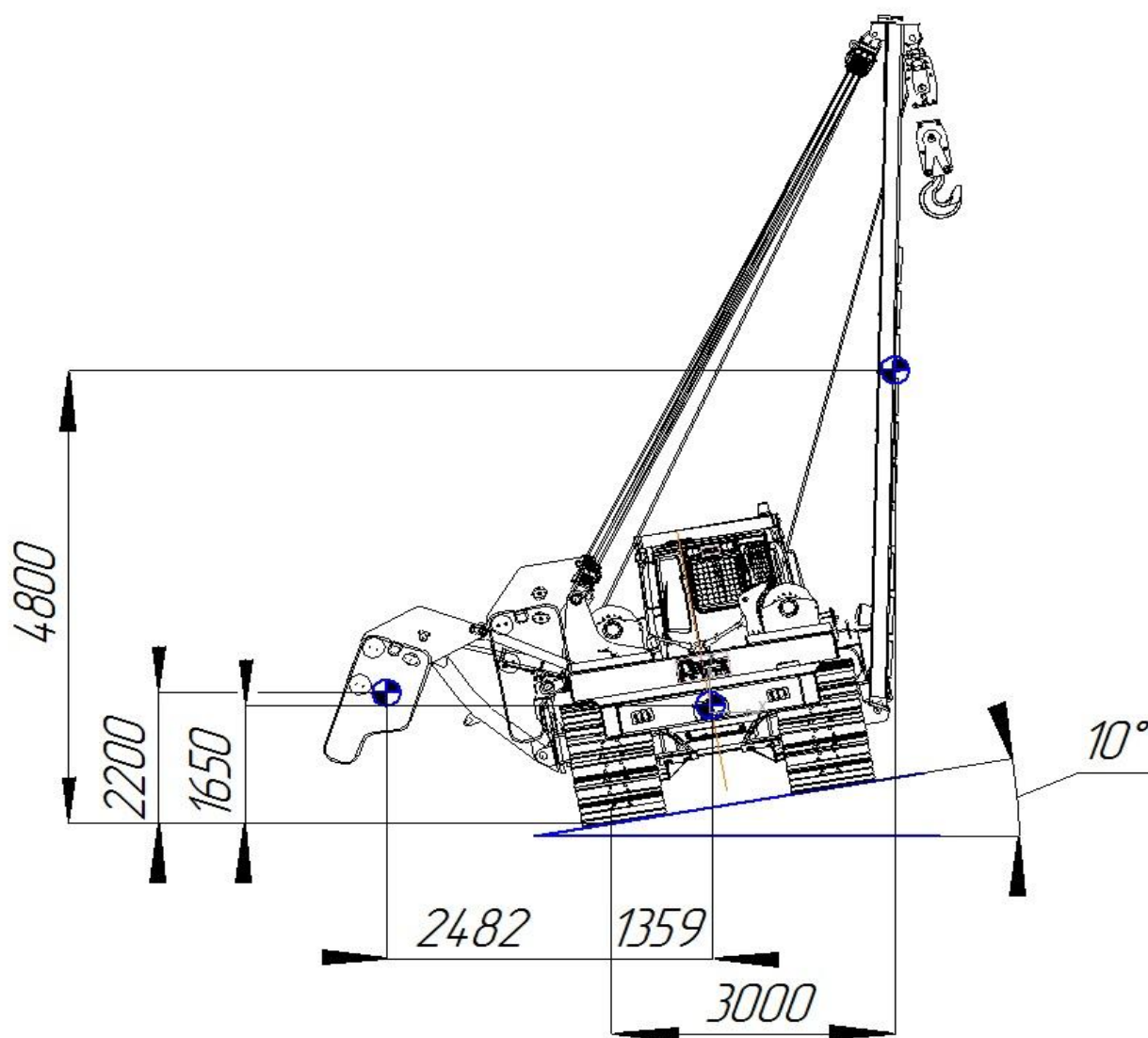
Момент грузовой устойчивости определяет потенциальные технологические возможности трубоукладчика. С увеличением момента грузовой устойчивости растет масса поднимаемого груза, расширяется диапазон рабочих вылетов крюка. Поэтому при проектировании трубоукладчиков стремятся повысить момент грузовой устойчивости различными способами: увеличивают расчетную колею, размещают материалоемкие узлы ближе к противовесной гусенице и др.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

Наиболее эффективный путь повышения момента грузовой устойчивости – увеличение массы контргруза и его вылета. Однако чрезмерное увеличение массы контргруза может привести к опрокидыванию машины в сторону, противоположную стреле. Поэтому при проектировании трубоукладчика обязательно выполняют расчет его собственной устойчивости. Собственную устойчивость трубоукладчика проверяют без нагрузки на крюке, при полностью откинута контргрузе, максимально придвинутой стреле и крюковой обойме, поднятой на предельную высоту.



Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. ине. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

Рисунок 13 – Схема трубоукладчика для определения коэффициента собственной устойчивости

Составим уравнение моментов для трактора, стоящего на уклоне 10° :

$$K_0 = \frac{m_{0x} \cdot R_{0x} + m_{Cx} \cdot R_{Cx} + m_{БЛx} \cdot R_{БЛx}}{m_{КГРх} \cdot R_{КГРх} + m_{КГРy} \cdot R_{КГРy} + m_{рамаКГРх} \cdot R_{рамаКГРх} + m_{рамаКГРy} \cdot R_{рамаКГРy} + m_{0y} \cdot R_{0y} + m_{Cy} \cdot R_{Cy} + m_{Лx} \cdot R_{Лx} + m_{Лy} \cdot R_{Лy}} = 1,48 \quad (3.25)$$

$$\text{Где: } m_{КГРх} = m_{КГР} \cdot \cos \alpha = 9000 \cdot 0,98 = 8863 \text{ кг;}$$

$$m_{КГРy} = m_{КГР} \cdot \sin \alpha = 9000 \cdot 0,17 = 11563 \text{ кг;}$$

$$R_{КГРх} = R_{КГР} - R_0 \cdot 2 = 5200 - 1359 \cdot 2 = 2482 \text{ мм;}$$

$$R_{КГРy} = 2200 \text{ мм;}$$

$$m_{Лx} = m_{Л} \cdot \cos \alpha = 1300 \cdot 0,98 = 1280 \text{ кг;}$$

$$m_{Лy} = m_{Л} \cdot \sin \alpha = 1300 \cdot 0,17 = 226 \text{ кг;}$$

$$R_{Лx} = 2400 \text{ мм;}$$

$$R_{Лy} = R_{Л} - R_0 \cdot 2 = 3159 - 1359 \cdot 2 = 441 \text{ мм;}$$

$$m_{0x} = m_0 \cdot \cos \alpha = 40000 \cdot 0,98 = 39392 \text{ кг;}$$

$$m_{0y} = m_0 \cdot \sin \alpha = 40000 \cdot 0,17 = 6946 \text{ кг;}$$

$$R_{0x} = R_0 = 1359 \text{ мм;}$$

$$R_{0y} = 1650 \text{ мм;}$$

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. ине. №
Подп. и дата	
Ли	Изм.
№ докум.	Подп.
Дат	

23.04.02.2017.082 ПЗ

$$M_{Cx} = M_C \cdot \cos\alpha = 1840 \cdot 0,98 = 1812 \text{ кг};$$

$$M_{Cy} = M_C \cdot \sin\alpha = 1840 \cdot 0,17 = 320 \text{ кг};$$

$$R_{Cx} = 3000 \text{ мм};$$

$$R_{Cy} = 4800 \text{ мм};$$

$$M_{БЛx} = M_{БЛ} = 1300 \text{ кг};$$

$$M_{БЛy} = M_{БЛ} = 0 \text{ кг};$$

$$R_{БЛx} = 2000 \text{ мм};$$

3.6 Расчет на прочность

Одним из принципов рационального конструирования является равнопрочность и равнонагруженность узлов и деталей машины. Расчеты, выполняемые в ходе проектирования, позволяют выявить как слабые, так и недогруженные места в конструкции, устранить несоответствия и создать предпосылки для длительной и надежной работы машины.

При расчете механизмов трубоукладчика и их деталей можно выделить два расчетных случая:

1) Нормальные нагрузки рабочего состояния: работа с одиночными грузами, не превышающими номинальной грузоподъемности; работа на подготовленной площадке с уклонами, не превышающими нормативный; работа в изоляционно-укладочной колонне с нагрузкой не превышающей соответствующую номинальную грузоподъемность.

2) Максимальные нагрузки рабочего состояния: подъем испытательного груза; работа с нагрузками, близкими к максимальной

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист 12
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				
	Инв. № инв.				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	23.04.02.2017.082 ПЗ

статической грузоподъемности, – работа на пределе устойчивости; возможные случайные нагрузки (к случайным нагрузкам можно отнести переезд с грузом через одиночные препятствия – характерный расчетный случай для ходовой системы трубоукладчика).

Механизмы и детали трубоукладчика должны быть рассчитаны на прочность по максимальным нагрузкам рабочего состояния с соблюдением необходимых запасов прочности. Для металлических стальных конструкций грузоподъемного оборудования запас прочности $n=1,4$; для деталей механизмов подъема груза и изменения вылета крюка $n=1,6$.

Для расчета на прочность были выбраны самые нагруженные элементы трактора: рама трубоукладчика и рама контргруза. Конструкция рамы спроектирована с учетом обеспечения необходимой несущей способности при многолетней эксплуатации агрегата с максимальной производительностью.

Расчет на прочность будем производить в системе автоматизированного проектирования SOLIDWORKS Simulation.

Для начала необходимо определиться с выбором условий, при которых будет производиться расчет рамы. Для данного расчета выбираем самую неблагоприятную ситуацию для трактора, когда вся нагрузка приходится только на ведущее и направляющее колесо, при этом опорные катки на распределяют на себя вес машины. В этом случае на придется включить в расчет телеги и т.к. двигатель с трансмиссией находятся за пределами рамы, а расчет рамы на прочность без них был бы некорректным, добавляем еще и кронштейны двигателя.

Результаты расчетов показаны на рисунке 14. На которых мы видим, что концентрация напряжений возникает в местах соединений рамы и корпуса бортовых редукторов, а также соединения связей с рамой.

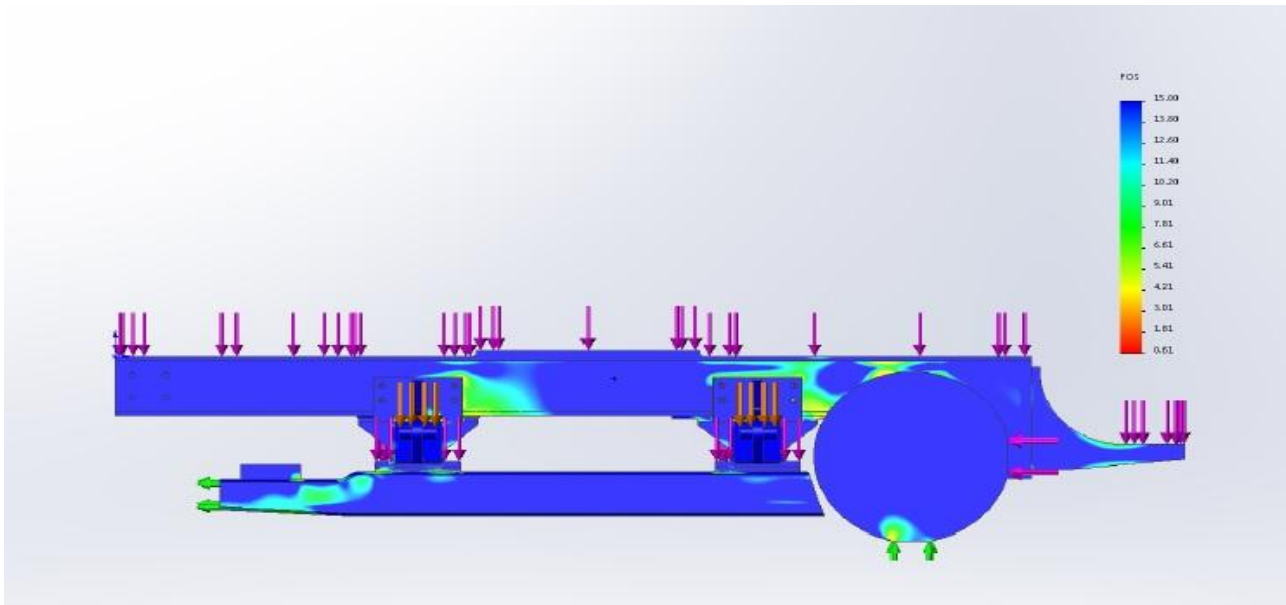
Ине. № подп.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. ине. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

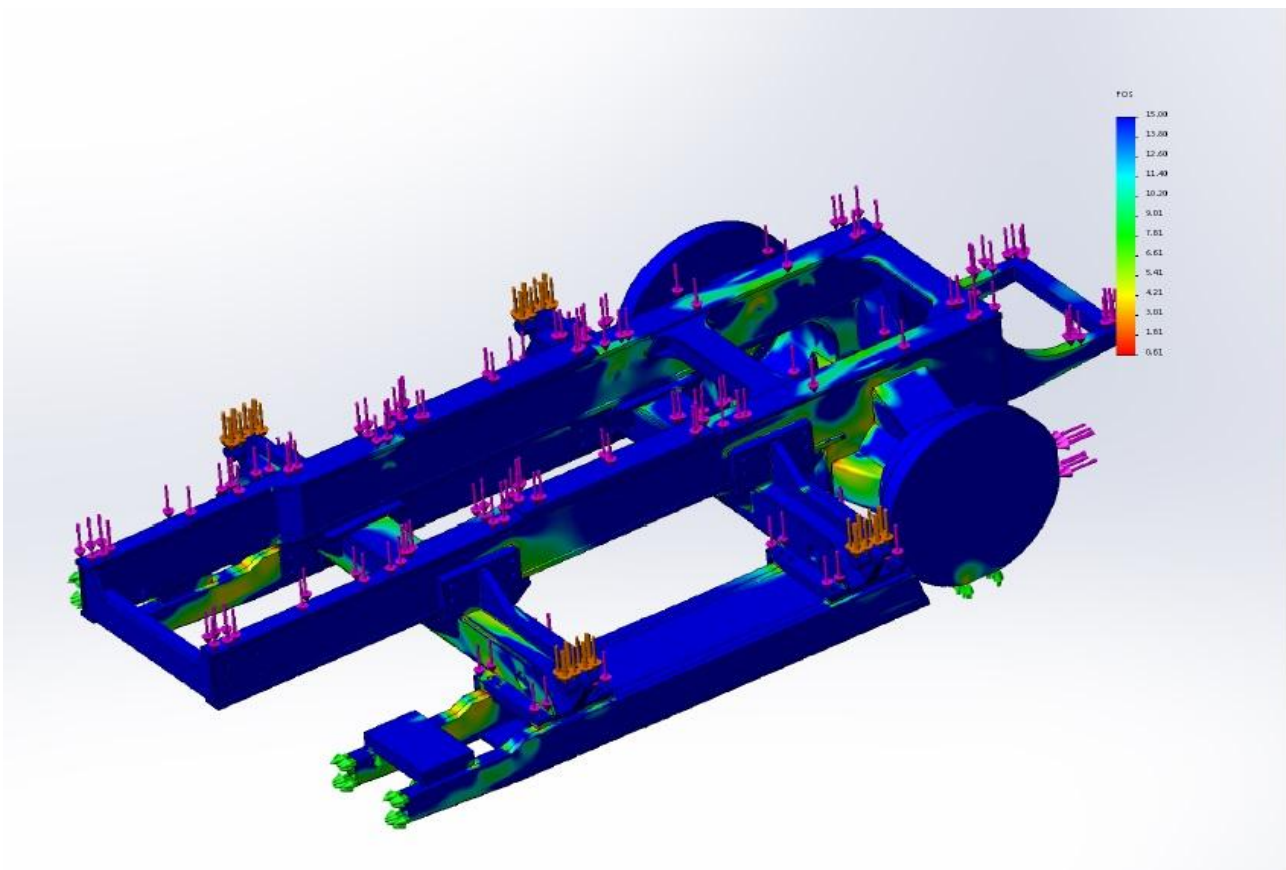
23.04.02.2017.082 ПЗ

Если рассматривать раму в целом, то с заданной нагрузкой она справляется неплохо и по самому слабому месту коэффициент запаса получился $\sigma = 1,5$, что соответствует минимально допустимому в 1,4.

Инв. № подл	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	23.04.02.2017.082 ПЗ					Лист
										47



а)



б)

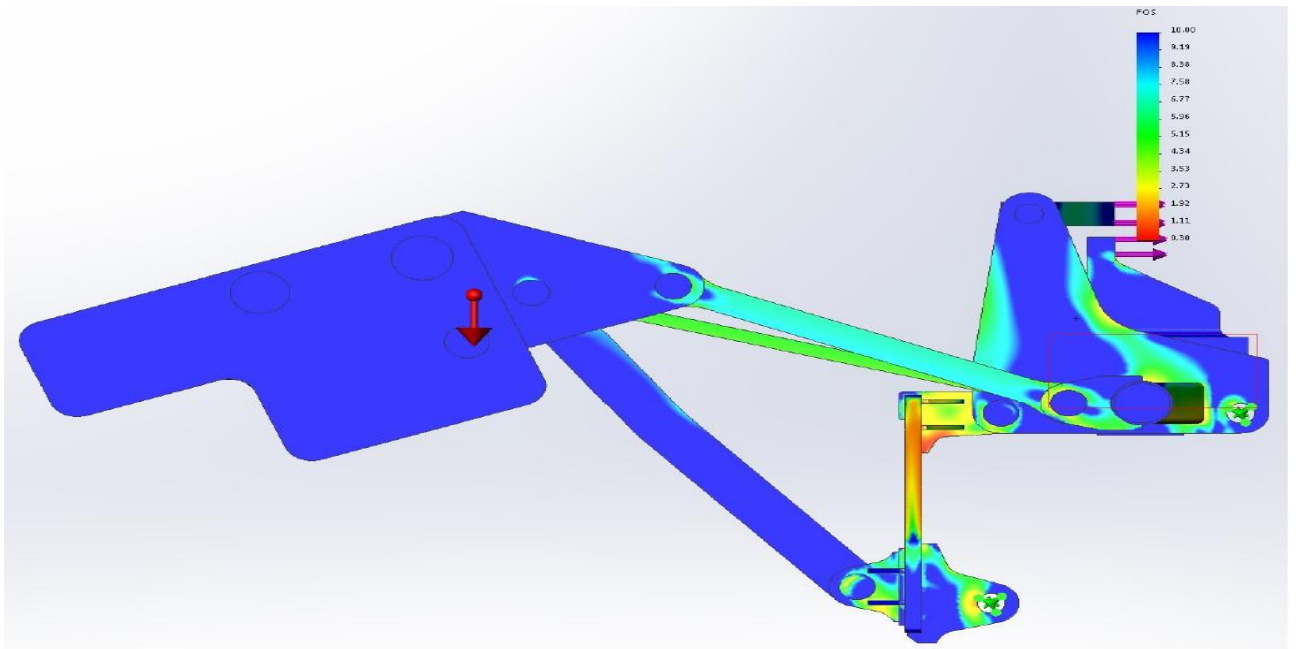
Рисунок 14 – Расчет рамы на прочность:

а – вид сбоку; б – изометрический вид

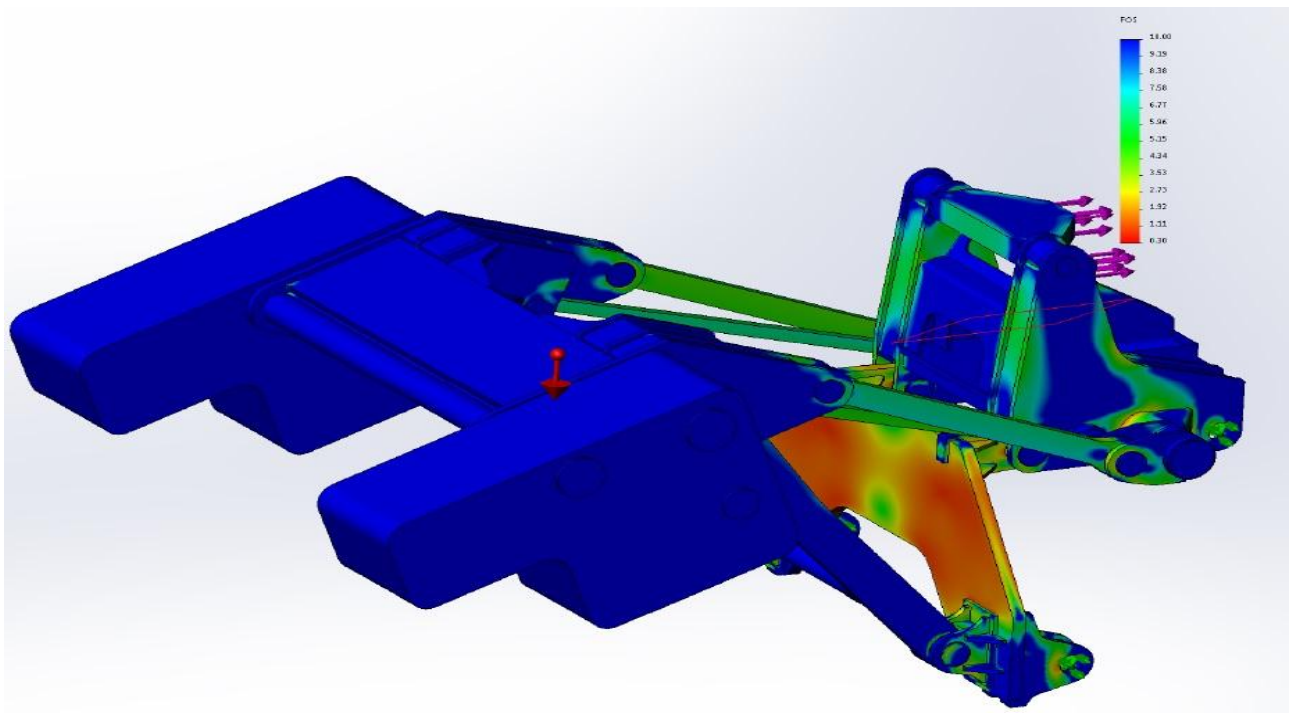
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Ли	Изм.
№ докум.	Подп.
Дат	

23.04.02.2017.082 ПЗ

Аналогичный расчет проведем для рамы контргруза.



а)



б)

Рисунок 15 – Расчет рамы контргруза на прочность:

а – вид сбоку; б – изометрический вид

Ине. № подл	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Ине. №
Взам. ине. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

Как видно из расчета основная нагрузка приходится на плиту соединяющую раму лебедок и нижнюю точку опоры контргруза, которая не справляется с заданной нагрузкой. Конструкцию данного узла необходимо переработать.

3.7 Основные требования по безопасной работе трубоукладчиков

К управлению трубоукладчиком допускаются лица, изучившие конструкцию навесного оборудования и базового трактора, правила безопасной работы при эксплуатации и техническом обслуживании и имеющие удостоверение на производство указанных видов работ. Машинист трубоукладчика должен строго соблюдать производственную инструкцию по виду выполняемых работ, а также требования, изложенные в технической документации, техническом описании и инструкции по эксплуатации машины.

Машинист трубоукладчика должен знать:

Конструкцию и назначение всех механизмов, основных агрегатов и узлов, перечень масел и рабочих жидкостей, используемых при эксплуатации и техническом обслуживании;

Установленный в строительной организации порядок сигнализации при работе с такелажниками.

На трубоукладчике должен быть журнал, в котором необходимо регулярно отмечать техническое состояние машины. Ответственность за содержание в исправном состоянии трубоукладчика и безопасность выполняемых работ возлагается приказом на инженерно-технического работника соответствующей квалификации.

Заводы-изготовители поставляют строительным организациям трубоукладчики с частично демонтированными элементами (стрелой, деталями портала, противовесом). Для подготовки машин к эксплуатации

Ине. № подп	
Подп. и дата	
Ине. № дубл.	
Взам. ине. №	
Подп. и дата	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

предварительно проводят расконсервацию и обслуживание трубоукладчика в объеме ежесменного технического обслуживания с последующим опробыванием машины лицом, ответственным за исправное состояние и безопасность производства работ. Результаты опробывания вносят в формуляр, после чего трубоукладчик закрепляют за машинистом и вводят в эксплуатацию. Машинист перед началом работы должен пройти инструктаж по правилам техники безопасности производства работ и обслуживания трубоукладчика с записью в соответствующем журнале.

При работе трубоукладчика с единичными грузами запрещается поднимать детали и конструкции без указания их массы, примерзшие или защемленные, а также находящиеся все зоны вертикального расположения грузового полиспаста. Не разрешается поднимать, опускать раскачивающийся груз и передвигаться с ним.

Передвижение с единичным грузом должно осуществляться на первой передаче при откинутом противовесе. Холостой ход (без груза) трубоукладчика во избежание преждевременного износа провой гусеницы трактора необходимо выполнять с придвинутым противовесом.

После окончания работ груз должен быть опущен, грузозахватные средства отсоединены от крюка, все рычаги управления должны быть установлены в нейтральное положение.

3.8 Техническое обслуживание трубоукладчика

Техническое обслуживание (ТО) трактора-трубоукладчика заключается в периодической проверке, подтяжке, смазке и регулировании ее механизмов. Сроки выполнения технического обслуживания берут отсчет с начала эксплуатации, измеряются в моточасах, и замеряются по счетчику, установленному в контрольно-

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

измерительной аппаратуре платформы. Работы по техническому обслуживанию грузовой платформы разделяются на:

- а) выполняемые после первых 100 моточасов эксплуатации, после эксплуатационной обкатки и приработки всех узлов и агрегатов;
- б) плановые ТО в период эксплуатации, выполняются в зависимости наработки в моточасах;
- в) ТО и Р выполняемый по потребности.

Периодичность проведения технического обслуживания приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Периодичность обслуживания

Вид технического обслуживания	Периодичность, в моточасах
1. Ежедневное	Каждую смену или каждые 8-10 моточасов
2. ТО-1	250
3. ТО-2	500
4. ТО-3	2000
5. Сезонное техническое обслуживание	Проводится при переходе с зимнего на летний период или наоборот

Сезонное техническое обслуживание при переходе с зимнего на весенне-летний период эксплуатации проводят при установившейся температуре окружающего воздуха выше 5° С. При переходе с летнего на осенне-зимний период эксплуатации с установившейся температурой окружающего воздуха ниже 5° С. Выполнение сезонного технического обслуживания возможно совместить с очередным ТО.

Работы по техническому обслуживанию должны выполняться на очищенной и помытой платформе. По окончании мойки детали, узлы и

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

агрегаты по возможности необходимо продуть сжатым воздухом или протереть насухо.

Своевременное проведение всех видов технического обслуживания обязателен. Эксплуатация трубоукладчика без проведения какого-либо технического обслуживания в срок строго запрещается.

3.8.1 Ежедневное техническое обслуживание

ЕТО рекомендуется проводить в конце смены, в особенности такие операции как заправка баков топливом, проверка уровня масел и охлаждающей жидкости. Перечень операций необходимый для правильного проведения ежедневного технического обслуживания:

- Проверить внешним осмотром комплектность грузовой платформы и надежность крепления её составных частей, отсутствие утечек масла, охлаждающей жидкости и, при необходимости, устранить подтеки и восстановить герметичность;
- Проверить уровень и долить, если это необходимо: масло в картер двигателя, масло в бак ГСТ, охлаждающую жидкость в радиатор;
- Проверить состояние гусеничной ленты и при необходимости отрегулировать натяжение гусениц;
- Слить отстой из топливного фильтра первичной очистки;
- Проверить исправность контрольно – измерительных приборов, приборов освещения, световых сигналов.

3.8.2 Техническое обслуживание ТО после эксплуатационной обкатки

При проведении технического обслуживания после обкатки новой машины проводятся все операции ежедневного технического обслуживания плюс дополнительные операции:

Ине. № дубл.	Взам. ине. №	Подп. и дата
Ине. № подп	Подп. и дата	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

- Проверить уровень и при необходимости долить: масло в бортовые редукторы, масло в натяжные колеса и опорные катки.
- Заменить масло в силовой установке
- Провести обслуживание АКБ
- Подтянуть крепления: глушителя, блока радиаторов, опор силового блока, опор блока ГСТ, бортовых редукторов, светового оборудования.

3.8.3 Техническое обслуживание ТО 2

При проведении технического обслуживания ТО 2 должны выполняться все операции ежесменного обслуживания, технического обслуживания ТО-1 плюс дополнительные операции:

- Заменить масло в бортовых редукторах
- Заменить воздушный фильтр силовой установки
- Проверить состояние шарнирных соединений
- Провести обслуживание АКБ

3.8.4 Техническое обслуживание ТО 3

При проведении технического обслуживания ТО 3 выполняются все операции ежесменного технического обслуживания, операции технического обслуживания ТО 1, ТО 2 плюс дополнительные технические операции:

- Заменить масло в баке ГСТ
- Подтянуть крепления: опор силового блока, опор блока ГСТ
- Проверить и устранить неисправность показаний контрольно-измерительных приборов по эталону
- Проверить состояние сварных соединений рамы и тележек.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Анализ существующего или типового технологического процесса

Завод ДСТ-Урал – современное производство тракторов, бульдозеров, трубоукладчиков, кабелеукладчиков, сваебойных машин и тяговых лебедок.

Существует целый ряд проблем, которые возникают в процессе сварочных работ на современном производстве:

- невозможность оперативно добиться желаемых показателей мощности производства в связи с постоянно меняющейся производственной нагрузкой;
- проблема с быстрым регулированием количества специалистов в периоды спада на производстве, а также с невозможностью быстрого обучения вновь принятых работников;
- показатели производительности не могут быть увеличены в короткие сроки;
- чтобы перейти от производства одного изделия на другое необходимы значительные временные затраты;
- труд сварщиков, которые имеют высокую квалификацию и обладают профессионализмом, является дорогим;
- в силу «человеческого фактора» сварные швы бывают неточными и разными;
- после сварки изделия, на его обработку требуется много времени.

По этой причине, использование РСК является очень выгодным во всех аспектах решением. Использование робота для сварки позволит не

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	Лист 52
<i>23.04.02.2017.082 ПЗ</i>										

только существенно увеличить показатели производительности производственного процесса и сократить трудозатраты, но также уменьшить объём бракованных изделий. Дело в том, что РТК выполняет свою работу очень точно и последовательно, швы получаются ровными и качественно исполненными. На сегодняшний день сварочные комплексы имеют алгоритмы, способные к автоматическому отслеживанию швов.

На территории завода ДСТ-Урал запущен современный сварочный цех. В состав цеха сварки входят роботизированные сварочные комплексы с 15-ю позиционерами.

Что дает роботизация:

- себестоимость произведённых изделий снижается, благодаря повышению показателей производительности. Обычно, они возрастают примерно в два-семь раз;

- благодаря тому, что робот для сварки наиболее точно выполняет работу, уменьшается количество брака на производстве, продукция становится более качественной и надёжной;

- в силу того, что робот практически не устаёт, он может выполнять больший объём работы нежели человек. К тому же, сварочное оборудование может заменить сразу несколько сварщиков, что существенно сокращает трудозатраты предприятия;

- РСК имеют возможность перепрограммирования, что даёт возможность регулировать темпы производства продукции. Для этого нужно просто сократить или увеличить время работы оборудования;

- сокращение рабочего пространства. Робот занимает около 20% производственной площади;

Ине. № подп	
Подп. и дата	
Ине. № дубл.	
Взам. ине. №	
Подп. и дата	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

- сварочные роботы способны выполнять работу в тяжёлых условиях, которая не под силу человеку, что позволяет повысить безопасность для работников;

- роботизированные комплексы под ключ поднимают производство на новый уровень: оно становится более эффективным.

Поэтому в процессе проектирования было принято решение составить техпроцесс сварки рамы трубоукладчика ТГ-35 для роботизированной сварки.

4.2 Анализ операций

1) Сборка рамы по рисунку 16.

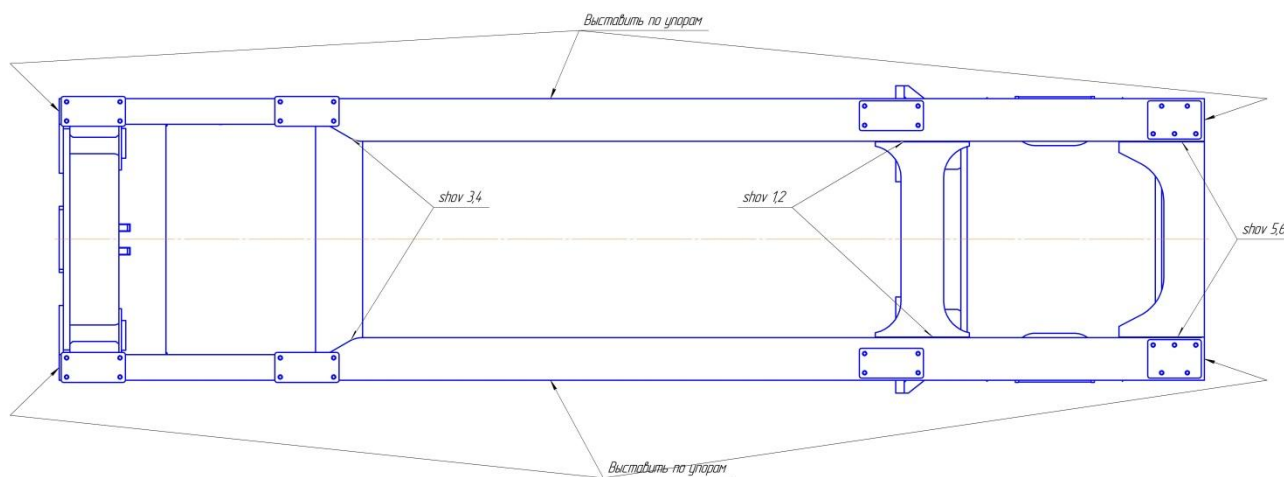


Рисунок 16 – Рама трубоукладчика

2) Сварка лонжеронов с поперечинами:

- -shov_1,3,5 – левый шов с верхней стороны s0141 (поиск шва s0084) ;
- -shov_2,4,6 – правый шов с верхней стороны s0233 (поиск шва s0174).

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

3) Приварка задней плиты рисунок 17:

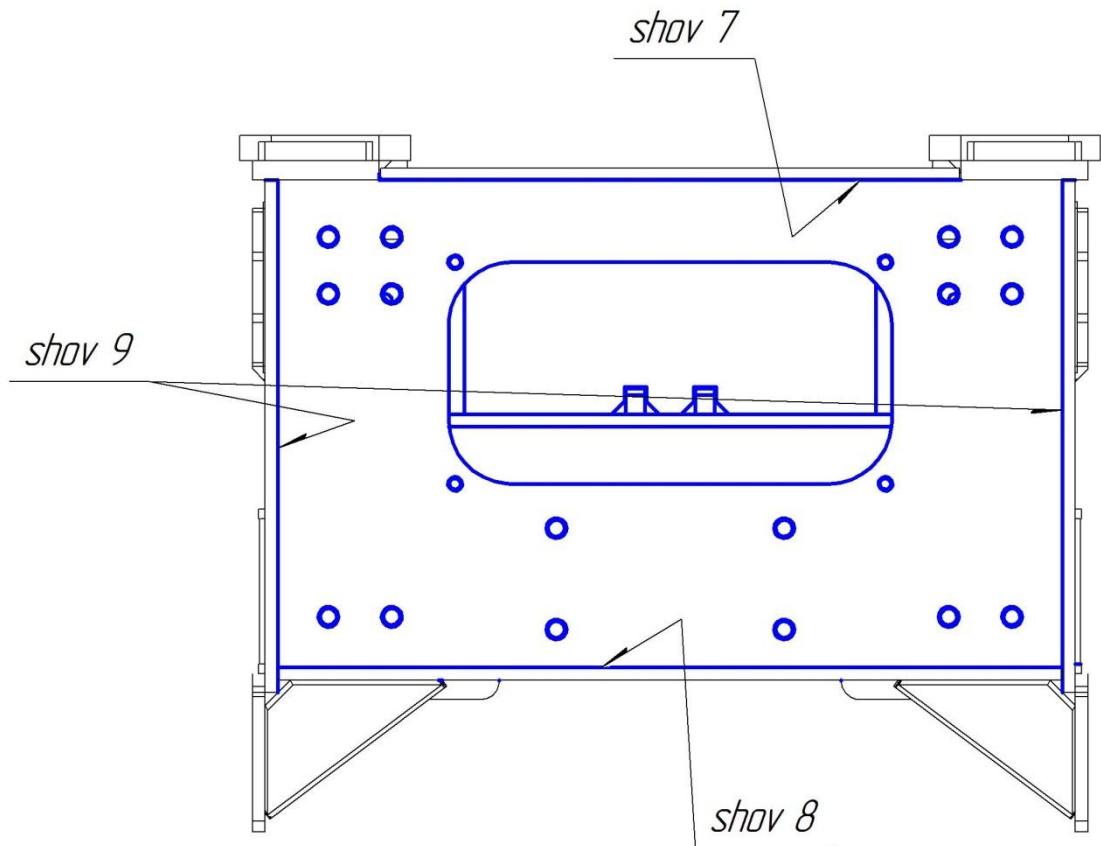


Рисунок 17 – Задняя плита трубоукладчика

- шов_7 – верхний шов на балке s0962 УСТ.265.001 (поиск “в лодку” s0860 + comarc);
- шов_8 (поиск-обварка по 4 швам). s1065;
- шов_9 боковые швы сварка с comarc, s1205;
- переучить точки начала сварки.

На прямолинейных швах поиск “в лодку” + comarc, на круговых поиск по трем точкам.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

4) Приварка корпуса бортовых редукторов

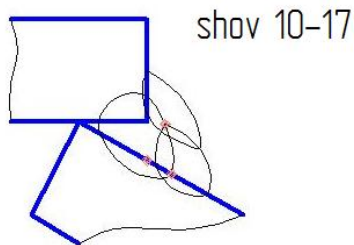
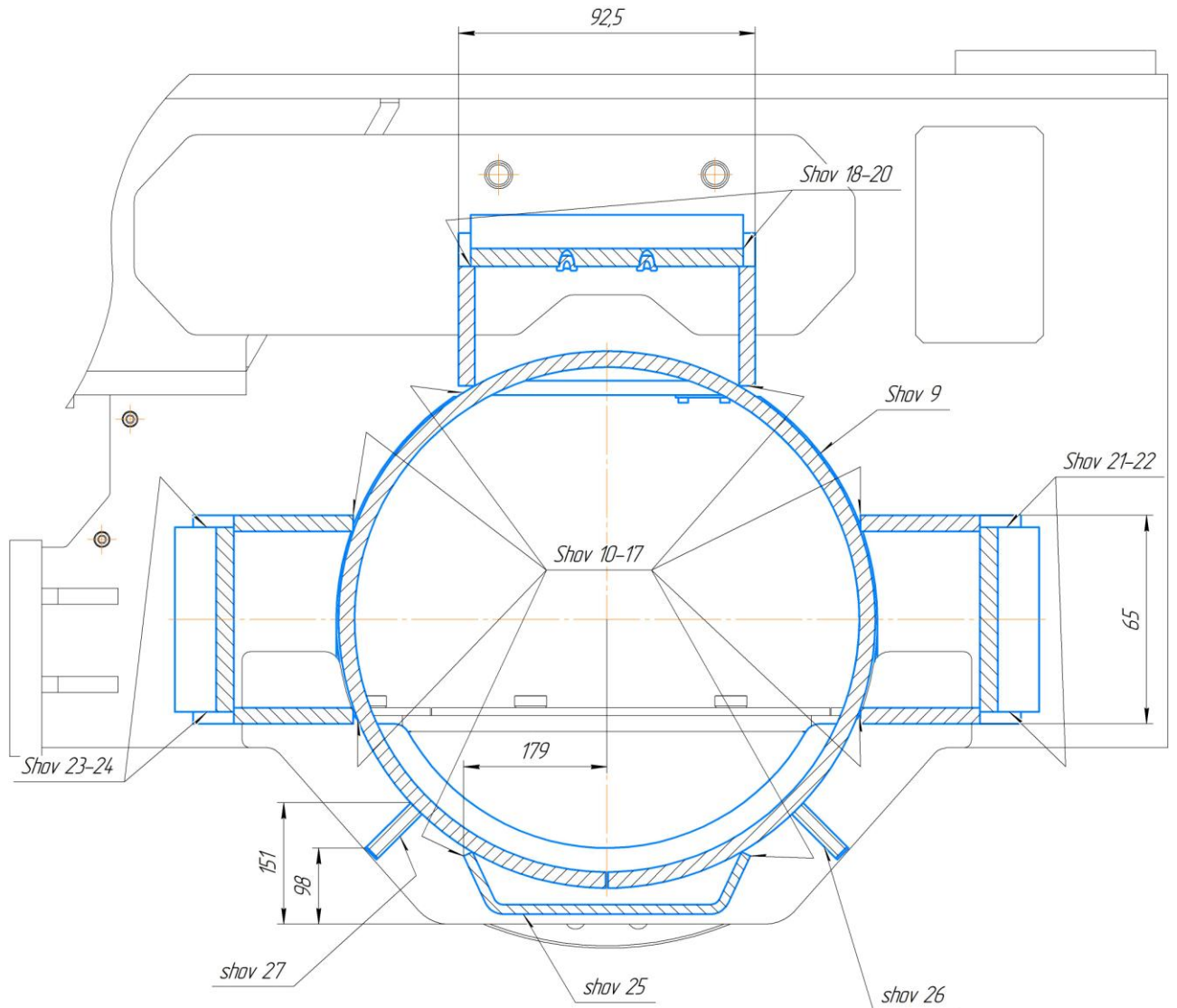


Рисунок 18 – Корпус бортовых редукторов трубоукладчика

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

– shov_9 – корпус бортовых редукторов круговой шов s1401, заплавить прямоугольный паз s1412, при необходимости проварить дважды;

– shov 10-17 – поперечные швы на боковых косынках s1423, поиск s1417, сварка s1432 (поиск по оси Z s1425). Переучить точки сварки;

– убрать прижимы обварка ребер изнутри;

– shov 18-24 – центральные зашивки s1432;

– shov 25 – нижний шов на косынке;

Есть сомарс, обучить начальные точки.

Вывод по разделу: в данном разделе рассмотрена часть технологического процесса сварки рамы, ее элементов при по помощи сварочных роботов и приведен анализ производства.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	23.04.02.2017.082 ПЗ

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Задачей данного раздела является выявление всех опасных и вредных производственных факторов, которые могут возникнуть в процессе работы и эксплуатации грузовой платформы, а так же выяснение способов снижения травматизма и обеспечение безопасности на высоком уровне.

5.1 Анализ вредных производственных факторов

В соответствии в ГОСТ 12.0.003-80 [24] в процессе эксплуатации грузовой платформы могут возникнуть следующие опасные и производственные факторы, классификация которых приведена ниже:

1) Механические:

1.1) Опасности, связанные с вращающимися деталями платформы

1.2) Опасности, связанные с плохо закрепленным грузом на платформе

2) Шумовые и вибрационные воздействия от движущейся платформы

3) Химические:

3.1) Опасности, связанные с нарушением герметичности узлов и агрегатов гидроаппаратуры

3.2) Опасности, связанные с воспламенением и взрывом паров рабочей жидкости при утечке и выгорании

3.3) Вредные выбросы выхлопной системы ДВС трубоукладчика.

5.2 Опасности, связанные с транспортировкой груза

Номенклатура перевозимых грузов разнообразна, так как машина обладает высокой степенью универсальности и может применяться в различных областях металлургии, производства, строительства, а так же в

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	Лист 58

местах хранения бытовых и радиационных отходов. Габаритные размеры и масса ограничены конструкцией платформы и составляют 1x1,42x0,6 м и 1500 кг соответственно. В случае возникновения аварийной ситуации при транспортировке тяжелого или опасного груза, возникает риск нанести существенный ущерб людям, оборудованию в зданиях и цехах и окружающей среде.

При перевозке грузов может возникнуть опасность разрушения креплений грузов, а вследствие чего частичное и полное отделение груза от крюка, сопровождающееся угрозой для людей, опасным разрушением груза либо предметов находящихся вблизи платформы.

Смещение центра тяжести груза может возникнуть из-за несоблюдения условий и требований к эксплуатации трубоукладчика, неправильного и некачественного крепления груза.

Погрузочно-разгрузочные работы должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.020-80 [25].

Погрузочно-разгрузочные работы следует выполнять механизированным способом при помощи подъемно-транспортного оборудования и средств малой механизации. Поднимать и перемещать грузы вручную необходимо при соблюдении норм.

Безопасность производства погрузочно-разгрузочных работ должна быть обеспечена:

- 1) выбором способов производства работ, подъемно-транспортного оборудования и технологической оснастки;
- 2) подготовкой и организацией мест производства работ;
- 3) применением средств защиты работающих;
- 4) проведением медицинского осмотра лиц, допущенных к работе, и их обучением.

Ине. № подп	
Подп. и дата	
Ине. № дубл.	
Взам. ине. №	
Подп. и дата	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

Требования к процессам погрузочно-разгрузочных работ:

1) При перемещении груза подъемно-транспортным оборудованием нахождение работающих на грузе и в зоне его возможного падения не допускается.

2) После окончания и в перерыве между работами груз, грузозахватные приспособления и механизмы (ковш, грейфер, рама, электромагнит ит.п.) не должны оставаться в поднятом положении.

3) Перемещение груза над помещениями и транспортными средствами, где находятся люди, не допускается.

4) Строповку грузов следует производить в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

5) Не допускается выполнять погрузочно-разгрузочные работы с опасными грузами при обнаружении несоответствия тары требованиям нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке, неисправности тары, а также при отсутствии маркировки и предупредительных надписей на ней.

6) При возникновении опасных и вредных производственных факторов вследствие воздействия метеорологических условий на физико-химическое состояние груза погрузочно-разгрузочные работы должны быть прекращены или приняты меры по созданию безопасных условий труда.

5.3 Шумовые воздействия

Нормативным документом, регламентирующим допустимое шумовое воздействие на рабочем месте является ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности» [26], а средства и методы защиты

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

Лист
60

определяются ГОСТ 12.1.029-80 «Средства и методы защиты от шума» [27].

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является интегральный критерий – эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБ А.

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест, разработанные с учетом категорий тяжести и напряженности труда, представлены в таблице 4.

Таблица 4. Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни	
	1,5	3	25	50	00	00	00	00	00	Уровень звука (в дБА)	
Выполнение всех видов работ, в производственных помещениях и на территории предприятий	07	5	7	2	8	5	3	1	9	0	8

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

Средства защиты от шумовых воздействий, применяемые на предприятии подразделяются на средства и методы коллективной защиты и средства индивидуальной защиты.

В качестве средств коллективной защиты применяются средства снижающие шум в источнике возникновения, а именно акустические средства защиты. Акустические средства защиты от шума в зависимости от принципа действия подразделяются на: средства звукоизоляции; средства звукопоглощения; средства виброизоляции; средства демпфирования; глушители шума.

На проектируемой платформе планируется установка звукоизолирующего кожуха со специальным звукопоглощающим материалом. Дополнительно на ДВС устанавливается выхлопная система с глушителем.

В качестве средств индивидуальной защиты от шума на предприятии на котором планируется эксплуатация проектируемой платформы необходимо применение противошумных наушников, закрывающих ушную раковину снаружи, либо противошумных шлемов и касок, так же возможно применение противошумных вкладышей, перекрывающих наружный слуховой проход.

5.4 Выбросы вредных веществ в рабочей зоне

Выбросы вредных веществ ДВС с отработавшими газами и их дымность регламентируется ГОСТ Р 52408-05 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами» [28].

Нормируемым параметром является удельный средневзвешенный выброс i -го вредного вещества с ОГ двигателя e_i^p , выражающий количество этого вредного вещества в граммах, приходящееся на 1 кВт×ч

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

эффективной работы двигателя, совершенной им при выполнении полного испытательного цикла, имитирующего типовые условия эксплуатации.

Устанавливают следующую номенклатуру нормируемых параметров:

- а) удельный средневзвешенный выброс оксида углерода e_{CO}^P ;
- б) удельный средневзвешенный выброс оксидов азота $e_{NO_x}^P$;
- в) удельный средневзвешенный выброс суммы углеводородов e_{CH}^P .

Предельно допустимые значения удельных средневзвешенных выбросов вредных веществ для вновь изготовленных двигателей при их стендовых испытаниях должны соответствовать приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Нормативы выбросов вредных веществ.

Наименование нормируемого параметра	Обозначение	Норма удельных средневзвешенных выбросов
Удельный средневзвешенный выброс оксидов азота (NO_x) в приведении к NO_2 , г/(кВт×ч)	NO_x	10
Удельный средневзвешенный выброс оксида углерода (CO), г/(кВт×ч)	CO	3
Удельный средневзвешенный выброс углеводородов (CH) в приведении к $CH_{1,85}$, г/(кВт×ч)	CH	1

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

Величина предельно-допустимой концентрации вредных веществ на рабочем месте регламентируется ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [29].

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). ПДК вредного вещества в воздухе рабочей зоны – гигиенический норматив для использования при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования, вентиляции, для контроля за качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих.

Наряду с величинами ПДК указывается класс опасности, преимущественное агрегатное состояние вещества в воздухе в условиях производства. По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделены на четыре

класса опасности: 1 – вещества чрезвычайно опасные, 2 – вещества высоко опасные, 3 – вещества умеренно опасные, 4 – вещества мало опасные, в соответствии с классификацией ГОСТ 12.1.007-76. «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» [30].

Если в графе «Величина ПДК» приведены две величины, то это означает, что в числителе максимальная разовая, а в знаменателе – среднесменная ПДК.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны подлежит контролю. Определяют содержание окиси углерода, окислов азота (в пересчете на NO₂), формальдегида, углеводородов C₁₋₁₀ (в пересчете на С), при необходимости – бензина. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в кабине трактора представлены в таблице 6.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

Таблица 6. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в кабине трактора

Наименование вещества	Величина ПДК (мг/м ³)	Преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства	Класс опасности
Оксид углерода (СО)	20	пары или газы	4
Азота диоксид (NO ₂)	2		3
Углеводороды (в пересчете на С)	300		4
Формальдегид	0,5		2
Бензин (растворитель, топливный)	300/100		4

5.5 Мероприятия по безопасной работе с краном-трубоукладчиком

Трактор должен быть оборудован системами световой, звуковой индикацией перемещения, дистанционным устройством аварийной остановки и устройством остановки при наезде на какое-либо препятствие.

Для достижения безопасной эксплуатации трубоукладчика был разработан комплекс мер:

- 1) движение машины сопровождается прерывающимся звуковым сигналом;
- 2) платформа оснащена световой мигалкой для предупреждения людей о своем приближении;

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

3) дистанционное устройство экстренной остановки машины должно быть исправно и иметь радиус действия 1000м;

4) перед вводом платформы в эксплуатацию она подвергается полной проверке работоспособности всех систем.

Использование трубоукладчика при не соблюдении одного из пунктов ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

Выводы по пятому разделу:

Проведение анализа опасных и вредных производственных факторов позволило определить предельно-допустимые нормы выбросов вредных веществ при работе разрабатываемого трубоукладчика. Ключевыми при эксплуатации являются опасности связанные с погрузкой-разгрузкой груза на трубоукладчик.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	23.04.02.2017.082 ПЗ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной магистерской диссертации приведен проект трактора-трубоукладчика грузоподъемностью 35 тонн. Произведен анализ существующих трубоукладчиков, как отечественных, так и зарубежных. Приведено обоснование выбранных параметров и выявлено отсутствие аналогов данному трубоукладчику.

Трубоукладчик ТГ 35 обладает абсолютной уникальностью конструкции и имеет: новую раму, первоклассные планетарные лебедки с гидравлическим приводом итальянского производства, современную гидростатическую трансмиссию, ДВС базового трактора ЯМЗ-238Д18, а так же шестигранную кабину с эргономичным местом.

Так же выполнены поставленные задачи, такие как: построение графика грузоподъемности, необходимого для обоснования параметров трубоукладчика; разработка технической документации на раму трубоукладчика.

В диссертации произведен расчет на прочность рамы трубоукладчика ТГ 35. Установлено, что концентрация напряжений возникает в местах соединений рамы и корпуса бортовых редукторов, а также соединения поперечных связей с рамой. Коэффициент запаса в опасных сечениях составляет 1,5.

Ине. № подп
Подп. и дата
Ине. № дубл.
Взам. ине. №
Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

23.04.02.2017.082 ПЗ

Лист
67

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 <http://tm10.ru/catalogue/tg2032/>
- 2 Держанский, В.Б. Критерии управляемости гусеничной машины и синтез оптимального управления: дис. д-ра техн. наук. – Курган, 1997. – 350 с.
- 3 Красеньков, В.И. Основы теории управляемости транспортных гусеничных машин. – М.: МВТУ им. Баумана, 1977. – 264 с.
- 4 Кузин, Э.Н. Строительные машины: Справочник в 2 т. Т. 1: Машины для строительства промышленных, гражданских, гидротехнических сооружений и дорог / А.В. Раннев, В.Ф. Корелин и др.; Под общ. Ред. Э.Н. Кузина. – 5-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1991. – 496 с.
- 5 Петров, В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. – Москва: Машиностроение, 1988. – 248с.
- 6 Забродский, В.М., Файнлейб А.М. Ходовые системы тракторов. Справочник. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 271с.
- 7 Дудалов, Ю.А., Саттаров Т.Х. Краны-трубоукладчики: Учебник для проф.-техн. училищ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Школа, 1981. – 240 с., ил.
- 8 <http://www.masters.donntu.org/2006/mech/vasilenko/library/>
- 9 Кисточкин, Е.С. Объемные гидромеханические трансмиссии / под ред. Е.С. Кисточкина. – Л.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
- 10 Петров, В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. – М.: Машиностроение, 1988. – 248 с.; ил.
- 11 <http://www.chetra.ru/catalog/tube>
- 12 Гузенков, П.Г. Краткий справочник к расчетам деталей машин. 5-е изд., переработ. И доп. / П.Г. Гузенков. – М.: Высшая школа, 1967 – 312 с.
- 13 Кисточкин, Е.С. Объемные гидромеханические трансмиссии. – Л.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
- 14 Крутов, В.И., Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, – 1968. – 535 с.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

15 Технический потенциал моторно-трансмиссионной установки промышленного трактора с двигателем постоянной мощности / В.Л. Довжик, М.И. Злотник, С.В. Кондаков, В.В. Кийко // Исследование гидротрансмиссий тракторов и сельскохозяйственных машин: сб.науч.тр. НПО НАТИ. – М.:НАТИ, 1988, –С.4 –10.

16 http://www.cat.com/ru_RU/products/new/equipment/pipelayers.html

17 <https://exkavator.ru/main/news/pipelayer>

18 Благодоров, А.А., Держанский В.Б. Динамика управляемого движения гусеничной машины: учебное пособие. – Курган: Изд. Курганского машиностроительного института, 1995. – 162 с.

19 ГОСТ 6636-69. Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры. – Взамен ГОСТ 6636-60; введ. 01.01.70. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 7 с.

20 ГОСТ 6540-68. Гидроцилиндры и пневмоцилиндры. Ряды основных параметров. – Взамен ГОСТ 6540-64; введ. 30.06.69. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 5 с.

21 ГОСТ 7417-75. Сталь калиброванная круглая. Сортамент. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 7с.

22 ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – М.: ИПК издательство стандартов, 2009. – 23с.

23 ГОСТ 12.0.003-80. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 4с.

24 ГОСТ 12.3.020-80. ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности. – М.: Стандартиформ, 2008. – 8с.

25 ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Стандартиформ, 2008. – 13с.

26 ГОСТ 12.1.029-80. Средства и методы защиты от шума. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. – 4с.

27 ГОСТ Р 52408-05. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. – М.: Стандартиформ, 2008. – 11с.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

23.04.02.2017.082 ПЗ

28 ГН 2.2.5.13.13-03. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 201с.

29 ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: Стандартиформ, 2007. – 7с.

30 ГОСТ 19903-74. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. – М.: Стандартиформ, 2005. – 19 с.

31 ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 2010. – 19 с.

32 ГОСТ 1577-93. Прокат толстолистовой и широкополосный из конструкционной качественной стали. – М.: ИПК издательство стандартов, 2002. – 19с.

33 ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – М.: Стандартиформ, 2010. – 10 с.

34 ГОСТ 380-2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. – Взамен: ГОСТ 380-94; введ. 01.09.09 – М.: Изд-во стандартов, 2011. – 10 с.

35 ГОСТ 7798-70. Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры. – М.: Стандартиформ, 2010. – 11 с.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	Лист 70