

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно – Уральский государственный университет»

(национальный исследовательский университет)

Факультет: «Автотранспортный»

Кафедра: «Колесные и гусеничные машины»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

Зам. главного конструктора ДСТ-Урал

_____/Е.И. Вансович

«__» _____ 2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

д.т.н, профессор

_____/В.Н. Бондарь/

«__» _____ 2020 г.

ПРОЕКТ ТРУБОУКЛАДЧИКА ТГ-35.80 С ДЕТАЛЬНОЙ ПРОРАБОТКОЙ
СТРЕЛЫ-ОПОРЫ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ 23.04.02.2020.068.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы

д.т.н., профессор

_____/С.В. Кондаков

"__" _____ 2020 г.

Автор работы

студент группы П-206

_____/И.И. Фаттахов

"__" _____ 2020 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент

_____/В.И. Дуюн

"__" _____ 2020 г.

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Фаттахов И.И. Проект трубоукладчика ТГ-35.80 с
 детальной проработкой стрелы–опоры – Челябинск:
 Южно – Уральский Государственный университет,
 ПИ, 2020, 95 с., 28 ил., 3 табл., библиогр. список – 29
 наим.

Целью выпускной квалификационной работы является проект трубоукладчика ТГ-35.80 с детальной проработкой стрелы–опоры. Задачи, поставленные в выпускной квалификационной работы следующие: обзор литературных источников, анализ существующих конструкций, необходимые расчеты отдельных узлов и деталей.

Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		
Инв. № подл.	Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	23.03.04.2020.068.00.00.ПЗ		
Разраб.			Фаттахов И.И.			Лит	Лист	Листов
Пров.			Кондаков С.В.				4	95
Т. контр.						ЮУрГУ		
Н. контр.			Дуюн В.И.			Кафедра КГМ		
Утв.			Бондарь В.Н.			Проект трубоукладчика ТГ-35.80 с детальной проработкой стрелы–опоры		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	9
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	27
2.1 Тяговый расчет.	27
2.2 Расчет грузовой характеристики	31
2.2.1 Определение текущего угла наклона стрелы	33
2.2.2 Определение центров тяжести частей трубоукладчика	37
2.2.3 Определение грузоподъемности	40
2.3 Определение момента грузовой устойчивости	42
2.4 Расчет устойчивости трубоукладчика	43
2.4.1 Расчет собственной поперечной устойчивости	44
2.4.2 Расчет продольной грузовой устойчивости	49
2.5 Расчет удельного давления на грунт	53
2.6 Расчет грузоподъемного оборудования части трубоукладчика	
58	
2.6.1 Расчет стрелы-опоры.	58
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	63
3.1 Заготовительная операция	63
3.2 Механическая обработка.....	64
3.3 Сварочная операция	64
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	70
4.1 Введение.....	70
4.2 Нормирование опасных и вредных производственных	
факторов.....	73
4.2.1 Микроклимат производственных помещений	73
4.2.2 Вентиляция производственных помещений	75

4.3	Требования к производственному освещению	77
4.3.1	Общие положения.....	77
4.3.2	Искусственное освещение.....	78
4.4	Уровень шума в производственных помещениях.....	79
4.5	Правила устройства электропроводников в производственных помещениях	82
4.6	Правила пожарной безопасности в производственных помещениях	82
4.7	Общие требования безопасности по охране труда для слесаря- ремонтника.....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		92
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....		93

ВВЕДЕНИЕ

Производство трубоукладчиков на заводе ДСТ-УРАЛ связано с потребностями крупных компаний нефтегазового сектора. Технология укладки труб большого диаметра использовать автопоезд из трех машин: перевозчика труб, трубоукладчика и сварочного модуля. Объединить этих функционалов в рамках единой платформы возможно с использованием тяжелых трубоукладчиков.

Основными заказчиками является нефтяные и газовые компании для укладки труб диаметром до 1420мм.

Классификация трубоукладчиков

Трубоукладчик – это спецтехника, предназначенная для работы в сложных условиях. По умолчанию он является мощным, производительным и выносливым. Главный параметр машины – ее грузоподъемность, выражаемая в тоннах. Она определяет способность агрегата выполнять подъемные работы с грузами весом от 0 до максимального значения. По умолчанию машина способна принимать вертикальные нагрузки, приложенные к крюку. Момент грузовой устойчивости определяет способность трубоукладчика противостоять внешнему опрокидывающему действию нагрузок. Данный параметр также измеряется в тоннах.

Основной рабочий орган трубоукладчика – стрела. В различных моделях ее вылет может отличаться. Для изготовления стрелы используют максимально прочные и надежные материалы на основе стали. Другие значимые параметры трубоукладчиков:

- удельная материалоемкость и конструктивная масса;
- максимальная высота подъема груза;
- мощность дизеля, тяговое усилие на ведущем колесе;
- скорость передвижения, подъема и опускания крюка;
- удельное давление на грунт и другие.

Оптимальным трубоукладчиком считается тот, который обладает наибольшим тяговым усилием при наименьшей нагрузке на поверхность

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		7

Данный вид стрелы незаменим для проведения ремонтов на объектах магистрального нефте- или газопроводного транспорта. Стрела отличается от типовой А-образной, наличием дополнительной опоры, раскрывающейся при помощи гидроцилиндров. Размер установленной над траншеей стрелы-опоры составляет 11 метров, что обеспечивает реализацию максимальной грузоподъёмности крана-трубоукладчика на вылете 6 метров.

Большая грузоподъёмность в широком диапазоне вылета стрелы, позволяет машине, например, поднимать и удерживать трубу большого диаметра при капитальном ремонте и замене изоляции на магистральных трубопроводах. Благодаря опоре исключается опрокидывание трубоукладчика при работе на большом вылете стрелы.

Благодаря опоре исключается опрокидывание трубоукладчика при работе на большом вылете стрелы.

Один трубоукладчик со стрелой-опорой способен заменить два с обычными стрелами.

Целью ВКР является модернизация трубоукладчика ТГ35.80 с детальной проработкой стрелы опоры.

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		8

1 ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Виды трубоукладчиков

Выделяют несколько значимых параметров трубоукладчиков, на основе которых выстроена их классификация. Один из них – это диаметр труб, для работы с которыми используется агрегат. В зависимости от этого выделяют три класса устройств.

- Для работы с трубами малого диаметра. Предельно допустимое значение этого параметра – 530 мм.
- Для работы с трубами среднего диаметра. Этот параметр варьируется от 540 до 1200 мм.
- Для работы с трубами большого диаметра. Значение этой величины выше 1300 мм, но не более 1430 мм.

Устройство и принцип работы

Трубоукладчик является разновидностью модульного оборудования. Его основа – базовое тракторное устройство, которое представляет собой комбинацию из двигателя, ходовой части и силовой передачи к гусеницам. Рабочими элементами являются навесное оборудование и стрела крана. В этот модуль включены механизмы отбора мощности и привода лебедки, полиспасты с грузовым крюком, верхняя рама и контргруз с цилиндром.

В систему управления трубоукладчика входят элементы, которые обеспечивают контроль над ходовой частью агрегата и его навесным оборудованием. Чтобы обеспечить устойчивость во время выполнения рабочих операций, задействуются противовесные устройства, которые перемещаются при помощи гидроцилиндров.

В качестве дополнительного оборудования в комплекте с трубоукладчиками также используют отвалы для рытья траншей и сопутствующих операций. А некоторые модели агрегатов применяются во время проведения сварочных и бурильных работ, при забивании свай, а также в качестве тягачей.

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.

На базе модернизированного трактора Т-170, преобразованного инженерами челябинского завода «ДСТ-Урал» в бульдозер ТМ-10, была создана целая серия отличных трубоукладчиков. За разработкой первых машин, мод. ТГ12.25 (Рисунок 1.1) номинальной г/п 12 т, а максимальной 25 т, и мод. ТГ20.45 (Рисунок 1.2), рассчитанной на подъем 20 т груза при вылете стрелы на 2,5 м, и максимальной расчетной г/п 41 т, последовало создание мод. ТГ35.80 номинальной г/п 30 т, а максимальной – 50 т.

Максимальный вылет стрел для этих моделей составляет 7 или 9 м. В машинах используется гидростатический тип трансмиссии (ГСТ), полнокомплектного поставляемый компанией Bosch-Rexroth. Благодаря этому конструкторскому решению машины «ДСТ-Урал» приобрели очень высокую для данного вида техники маневренность, вплоть до возможности разворота на месте.



Рисунок 1.1 – Трубоукладчик ТГ 20.32



Рисунок 1.2 – Трубоукладчик ТГ 20.45

Новейшей разработкой специалистов «ДСТ-Урал» стал трубоукладчик ТГ 50.100. Г/п на вылете стрелы 2,5 м – 50 т, на вылете 1,22 м – 100 т. При этом длина стрелы – 8,6 м. Трубоукладчик оборудован 2-барабанной лебедкой с гидравлическим приводом. Основа машины – трактор с гидростатической трансмиссией. Покупателю предлагается три вида дизельных двигателей мощностью 300–360 кВт. Использование гидравлических планетарных лебедок подъема стрелы и кованого крюка европейского производства привело к повышению плавности выполнения операций, без рывков и дерганья. Планетарные лебедки чрезвычайно надежны, не подводят при работе как в условиях низких температур, так и в условиях высокой запыленности. Специалисты утверждают, что ресурс планетарного механизма лебедок очень велик, а при правильной эксплуатации практически не ограничен.

Одно из ведущих производителей трубоукладчиков в нашей стране – предприятие ОАО «Промтрактор», являющееся составной частью концерна «Тракторные Заводы». Первые трубоукладчики вышли из ворот завода в 1974 г., сегодня машины известны под торговой маркой «ЧЕТРА». «Промтрактор» предлагает линейку из пяти машин г/п от 12,5 т (мод. ТГ122) до 104,5 т (мод. ТГ-511).

Кран-трубоукладчик ЧЕТРА ТГ302 (Рисунок 1.3) собственной массой 38,9 или 41 т в зависимости от модификации имеет нормальную г/п 31 т, а на плече 1,22 м – 63,5 т. Машина отлично справляется с прокладкой трубопроводов диаметром 0,6–1 м, причем для своих средних габаритов трубоукладчик имеет такую ширину колеи и массу, которые гарантируют безопасность выполнения работ на максимальном вылете стрелы 7,6 или 9 м. На заводе покупателям предлагаются многочисленные модификации ЧЕТРА ТГ302: мод. ТГ-301, ТГ121, ТГ122, ТГ221, ТГ222 и ТГ503, в которых заводчане стараются максимально учесть требования заказчиков по комплектации. В машинах используются двигатели ЯМЗ-238ДЕ-2 либо Cummins M11.



Рисунок 1.3 – Трубоукладчик ЧЕТРА ТГ302

Мод. ТГ511(Рисунок 1.4) – это новейшая разработка, она со временем должна сменить мод. ТГ-503. Однако выпуск трубоукладчиков ТГ-503 не прекращен, модель пользуется спросом и продолжает продаваться. Тем не менее ТГ-511 имеет преимущество перед предшественником в меньшей металлоемкости: за счет современных материалов ТГ511 легче ТГ503 на целых 5 т! Также положительным свойством мод. ТГ-511 является то, что машина рассчитана на работу в условиях экстремальных температур. Эксплуатационные характеристики узлов и деталей не меняются в диапазоне от минус 50°С до 40 °С.



Рисунок 1.4 – Трубоукладчик ЧЕТРА ТГ511

Для модернизированной модели была специально разработана гидромеханическая трансмиссия с электрогидравлическим управлением, долговечность трансмиссии достигается использованием в конструкции подшипников, способных выдерживать значительные нагрузки, их расчетный ресурс составляет не менее 20 тыс. машино-часов. Управление трубоукладчиком и его системами полностью электронное, а работа грузоподъемного оборудования регулируется электрогидравлическим способом. Для соответствия требованиям безопасности установлен аппарат безопасности ОНК-160, также имеется «черный ящик», фиксирующий нагрузки, действующие на подъемное оборудование.

Модель ТГ511 сегодня предлагается на рынке в трех модификациях. Это прежде всего классический вариант со стрелой и выдвижным противовесом, во втором исполнении дополнительно, кроме кранового оборудования, на машине устанавливается тяговая лебедка, а в третьей модификации стрела усиливается

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		13

опорой, которая существенно увеличивает устойчивость стрелы и машины в целом при проведении крановых работ.

Одно из наиболее значимых звеньев в структуре АО НПК «Уралвагонзавод», предприятие ОАО «ЧТЗ-Уралтрак», уже не первый год производит две модели трубоукладчиков, предназначенные для использования во время прокладки отдельных веток, примыкающих к магистральному трубопроводу, или же при строительстве местных инфраструктурных объектов. Это мод. ТР-12.22.01 (Рисунок 1.5), работающая с трубами диаметром до 0,72 м, и мод. ТР-20.22.01, обслуживающая трубопроводы с диаметром труб до 1,02 м. Номинальная г/п первой модели – до 12,5 т, максимально же машина поднимает на вылете 1,22 м груз массой до 27 т. Вторая модель мощнее, ее номинальная г/п – 20 т, а максимальная достигает 41 т.

В конструкциях используются стрелы длиной 7 и 9 м, а базовым в обеих машинах является шасси гусеничного трактора Т10Б.021 болотоходного исполнения. В базовую конструкцию трактора внесены изменения, необходимые для выполнения функций трубоукладчика, в частности, установлены откидываемые и неоткидываемые блоки противовесов. Модернизации была подвергнута и топливная аппаратура, благодаря чему машины могут работать не только на дизтопливе, но и на бензине, керосине, а также на газовом конденсате. Помимо штатной стрелы трубоукладчики оснащают бульдозерным отвалом, что позволяет использовать машины круглый год в любую погоду для проведения планировочных и других вспомогательных работ

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		14



Рисунок 1.5 – Трубоукладчик ЧТЗ-Уралтрак ТР-12.22.01

Специализированное предприятие по выпуску трубоукладчиков «Берёзовский РМЗ» сегодня производит три модели кранов-трубоукладчиков, причем на заводе предлагают машины как на базе обычного трактора Т-10М, так и на «болотоходной» базе – мод. Т-10 МБ.

Легкий трубоукладчик ТБГ-16(Рисунок 6) г/п 16 т предназначен в основном для работ по мелиорации. Машина оказывает на грунт давление всего 0,43 кгс/см², и это позволяет сохранить плодородный слой в неизменном виде даже при выполнении больших объемов работ по прокладке оросительных систем.



Рисунок 1.6 – Трубоукладчик ТБГ-16

С помощью трубоукладчиков ТБГ-20(Рисунок 1.7) можно уверенно выполнять самые тяжелые работы на грунтах с пониженной несущей способностью благодаря использованию «болотоходной» базы и комплектации гусеничной лентой шириной 0,9 м. При массе не более 28 т кран-трубоукладчик отличается высокой маневренностью и проходимостью.



Рисунок 1.7 – Трубоукладчик ТБГ-20

Изм.	Лист		Подпись	Дата

Новейшей моделью, созданной конструкторами предприятия, является трубоукладчик ТБГ-90(Рисунок 1.8) максимальной г/п 92 т. В конструкции используется специальная трубоукладочная база импортного производства. Специалисты предприятия утверждают, что по своим функциональным возможностям мод. ТБГ-90 оптимальна для проведения работ по прокладке магистральных трубопроводов с диаметром труб до 1,42 м и более. Ранее используемые в машинах ижевские планетарные лебедки ЛГ-35 сегодня заменены тяговыми лебедками со встроенными планетарными редукторами от компании Zollern. Применение импортных лебедок в сочетании с применением дополнительных напорных масляных фильтров заметно повысило надежность и качество работы узлов гидросистемы.



Рисунок 1.8 – Трубоукладчик ТБГ-90

Анализ зарубежного рынка

Львиную долю всего импорта трубоукладчиков в нашу страну делят два производителя – компании Komatsu и Liebherr.

Трубоукладчики Komatsu представлены тремя моделями – D85C-21, D155C-1 и D355C-3, мощностью 225 л.с., 320 л.с. и 494 л.с. соответственно. Эксплуатационная масса данной техники составляет 30 тонн, 45,8 тонн и 57,8 тонн. Грузоподъемность равна 41 тонне, 70 тоннам и 92 тоннам.

Машины оборудованы дизельными двигателями Komatsu. Трубоукладчик D355C-3 (Рисунок 1.9) имеет четырехтактный дизельный двигатель с турбонаддувом и водяным охлаждением.



Рисунок 1.9 – Трубоукладчик D355C-3

Длина стрелы составляет 5500-7300 мм.

Техника характеризуется быстрым и легким управлением лебедкой, которое осуществляется при помощи трех рычагов управления. Имеется возможность выбора различных скоростей передвижения крюка вверх и вниз.

Весь модельный ряд оснащен автоматическим устройством ограничения максимальной высоты подъема стрелы. Ходовая часть является устойчивой. Имеются три передние и три задние скорости передвижения.

Кроме того, в аварийных ситуациях возможно переключение на режим свободного вращения барабана лебедки.

Весь модельный ряд снабжен трансмиссией Torqflow, которая обеспечивает плавное переключение передач и изменение направления движения.

Трубоукладчики Komatsu выпускаются на базе гусеничного трактора, на который вводятся контргруз для уравнивания трубоукладчика, боковая стрела, смонтированная на специальной раме лебедка и привод.

Модель D355C-3 укомплектована сухим воздухоочистителем с автоматическим пылеотсасывающим оборудованием и пылеуказателем. Имеется вспомогательный пусковой двигатель, который позволяет быстро запускать двигатель в районах с холодным климатом. Также на D355C-3 введены мокрые бортовые тормоза и фрикционы.

Трубоукладчики Komatsu используются для удержания трубопровода на весу, когда по нему проходят очистные и изоляционные машины, спуска трубопровода в траншею, удержания его конца при сварочно-монтажных работах, а также для погрузочно-разгрузочных работ в полосе строящегося трубопровода. Могут применяться как тягачи.

Компания Liebherr поставляет в Россию 4 модели трубоукладчиков, работающих в диапазоне г/п от 70 до 98,1 т. Эти инновационные машины 4-го поколения комплектуются дизельными низкооборотными двигателями производства Liebherr, имеющими повышенный эксплуатационный ресурс. Диапазон мощностей этих двигателей охватывает ряд от 210 кВт (мод. RL54 Litronic) до 275 кВт (мод. RL66 Litronic (Рисунок 1.9)).

Гидростатический привод хода с отдельным замкнутым контуром привода для каждой гусеницы позволяет бесступенчато и ювелирно точно управлять движением каждой гусеницы. Прекрасная маневренность, даже на крутых склонах, делает возможным развернуть максимально загруженную машину буквально на месте. Стояночный тормоз включается и выключается автоматически, что облегчает работу оператора и предохраняет машину от опрокидывания.



Рисунок 1.10 – Трубоукладчик RL66 Litronic

Для обеспечения возможности работать на самом краю траншеи в трубоукладчиках Liebherr используют гусеницы асимметричной ширины. В стандартную комплектацию машин входит гидравлическая подъемная лебедка с бесступенчатой регулировкой скорости. Характерной чертой трубоукладчиков Liebherr последнего поколения является высокий уровень комфорта, созданный на рабочем месте оператора. Большие окна, а также специальная система, убирающая канат лебедки из поля зрения оператора, создают хорошую обзорность. Мощный кондиционер и удобное расположение органов управления, шумо- и термозащищенность, легкий доступ к агрегатам благодаря функции наклона

кабины на 40° – все эти новации позволяют оператору работать максимально эффективно, долго, не испытывая утомления.

Компания Caterpillar относится к немногочисленной группе производителей трубоукладчиков мирового класса. Руководство компании неоднократно подчеркивало, что для Caterpillar российский рынок чрезвычайно важен и перспективен, поэтому сегодня на отечественный рынок поставляются трубоукладчики серии PL г/п от 18,15 т (мод. PL61) до 98 т (мод. PL87). Модели новой серии PL пришли на смену проверенным годами эксплуатации, но морально устаревшим моделям. Так, заменой мод. Caterpillar 587R стал трубоукладчик PL87(Рисунок 1.11), а мод. PL83 создавалась, чтобы занять место в линейке мод. 583Т, и т. д.



Рисунок 1.11 – Трубоукладчик PL87

Все машины серии PL оснащены гидростатическим приводом с электронным управлением, что делает машины маневренными, в то же время позволяя плавно выполнять рабочие движения. Конструкция ходовой части машин серии рассчитана на долгосрочную эксплуатацию в режимах максимальной нагруженности и воздействия абразивных пород. Трубоукладчики Cat уверенно выполняют свои функции, даже находясь на крутых склонах или работая на

каменистой и неровной поверхности. Трубоукладчики комплектуются просторной кабиной с системой вентиляции и кондиционирования. Производитель дополнительно предлагает установку сиденья оператора с подогревом. Оператор может управлять движениями всех рабочих органов с помощью одного джойстика. Электронная диагностическая система надежно контролирует работу механизмов машины и предупреждает оператора о возможных поломках заблаговременно.

Поворотные трубоукладчики Volvo E-серии относятся к одним из наиболее производительных машин своего класса. Эти трубоукладчики конструкторы Volvo SE создавали на базе строительного экскаватора, тогда как большая часть трубоукладчиков базируется на бульдозерах. Ключевым отличием трубоукладчиков Volvo в этой связи можно назвать возможность поворота крановой установки на 360°. Функция полного поворота башни экскаватора существенно увеличила возможности машины: оператор может разложить массивные трубы вокруг трубоукладчика, готовясь к работе, подать трубу на трубогиб, осуществлять оперативную погрузку/ разгрузку труб без вспомогательного оборудования. А экскаваторная база Volvo с уникальной маневренностью создает дополнительные возможности при укладке труб. А кроме того, «превращение» стандартного экскаватора в полноценный укладчик труб E-series, так же как и обратные изменения, занимает всего около 2,5 ч.

Первая модель трубоукладчика PL4608 с собственной массой 57,5 т была запущена в серийное производство 10 лет назад. Стрела длиной 9,2 м позволяет находиться трубоукладчику на значительном расстоянии от края траншеи. Номинальная г/п 49 т, а максимальная, на вылете 1,22 м, достигает 80 т

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		22



Рисунок 1.12 – Трубоукладчик PL4608

Сегодня Volvo реализует на нашем рынке трубоукладчик мод. PL3005D (Рисунок 1.12) массой 36 т, оперировать же машина может грузами массой до 51 т. Перед транспортировкой трубоукладчик не нуждается в проведении каких-либо демонтажных работ, что значительно облегчает процесс его перемещения с объекта на объект.

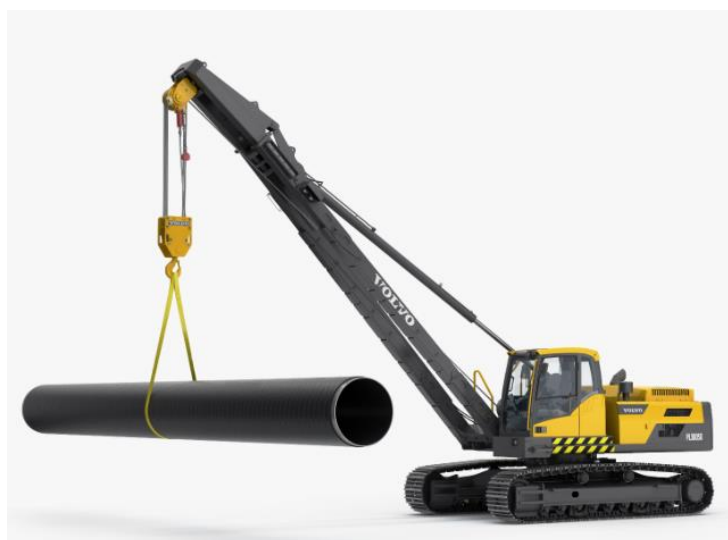


Рисунок 1.13 – Трубоукладчик PL3005D

Еще одна мод. PL4809D (Рисунок 1.13) собственной массой 58,2 т имеет максимальную г/п 102 т. Трубоукладчик оснащен гидравлически раздвигаемой тележкой, что повышает устойчивость машины в работе и не создает проблем при

Изм.	Лист		Подпись	Дата

транспортировке. Прочный механический блокиратор вращения предотвращает повреждение механизма поворота и обеспечивает стопорение трубоукладочной надстройки при любом угле поворота относительно ходовой части, как при подъеме труб и других грузов на склонах, так и при выполнении врезок на трубопроводах. Инновационная система защиты от перегрузки и опрокидывания LMS предупреждает оператора, с какими нагрузками работать опасно на конкретном склоне. Постоянный мониторинг электронной системой величины угла уклона склона и сопоставление полученных данных с углом и ориентацией стрелы позволяют оператору чувствовать себя уверенно и безопасно, работая с полной нагрузкой. К тому же уникальная 4-рычажная система подъема кабины обеспечивает оператору отличный обзор и рабочей площадки, и траншеи.



Рисунок 1.14 – Трубоукладчик PL4809D

Не более чем 10–12 лет назад трубоукладчики польской компании Dressta составляли до 20% от общего объема импорта трубоукладчиков в Россию. Но времена меняются, и популярные модели SB-30 г/п 33 т, SB-60 г/п 73 т и SB-85 г/п 100 т с противовесами горизонтального типа, обеспечивающими повышенную устойчивость, стали вытесняться моделями вышеописанных брендов.

										Лист
										24
Изм.	Лист		Подпись	Дата	23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ					



Рисунок 1.15 – Трубоукладчик SB-60

В 2012 г. Dressta была приобретена китайской LiuGong Machinery, и сегодня компания, которой принадлежит завод в польской Сталевой Воле, именуется LiuGong Dressta Machinery. Благодаря инвестициям китайской компании модели SB-60, SB-73 и SB-85 по прежнему пользуются высоким спросом в Европе, Азии, на Ближнем Востоке и в Африке. Поступают трубоукладчики LiuGong Dressta и в Россию.

К делу вытеснения машин Dressta с отечественного рынка приложили руку и китайские производители. Например, крупный производитель спецтехники компания Shantui Construction Machinery Co., Ltd с 2000 г. занимается выпуском трубоукладчиков, и сегодня машины Shantui работают более чем в 120 странах мира. Линейка трубоукладчиков включает 4 модели. Самая легкая мод. SP25Y массой 22 т способна поднимать грузы до 25 т. Предлагаются также мод. SP45Y массой 34 т и г/п до 45 т и SP70Y, вес которой 47,5 т, а г/п до 70 т. Также компания разработала мощную мод. SP100Y, рассчитанную на работу с грузами до 100 т, но в настоящий момент выпуск ее остановлен.



Рисунок 1.16 – Трубоукладчик SP100Y

Трубоукладчики Shantui заслужено относятся к разряду очень надежной и высокопроизводительной спецтехники. Наиболее ответственные узлы и комплектующие, применяемые в конструкции трубоукладчиков, поставляются ведущими мировыми компаниями, а сборка производится строго в соответствии с технологией и под бдительным контролем специалистов ОТК.

Вывод по разделу: Российские предприятия производители трубоукладчиков пока не лидируют на рынке нашей страны. Доля трубопроводного транспорта в грузообороте всей транспортной системы России составляет более 48%, а это превышает долю железнодорожного транспорта из этого следует, что модернизация и разработка новых образцов актуальна. В России преобладают трубопроводы большого диаметра и большой протяженности в широтном направлении и потребность в отечественных трубоукладчиках, особенно большой грузоподъемности, велика.

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.

Чтобы подтвердить работоспособность трубоукладчика необходимо провести ряд расчетов: тяговый расчет, расчет на продольную устойчивость, расчет на поперечную устойчивость, расчет давления на грунт, определить грузовые параметры и момент грузовой устойчивости.

2.1 Тяговый расчет.

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

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, которая складывается из конструктивной массы, массы эксплуатационных материалов (топливо, смазочные материалы, вода, рабочая жидкость гидросистемы), массы инструмента, постоянно находящегося на трубоукладчике, и массы машиниста. При расчетах массу инструмента принимают – 50 кг, массу машиниста – 70 кг.

В конструкции базового трубоукладчика кроме рабочего диапазона скоростей заложен транспортный режим, который отличается объемной постоянной моторов. Таким образом трактор имеет две передачи: транспортную и рабочую.

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		27

Изменение передачи осуществляется за счет того [4], что гидрообъемную трансмиссию, состоящую из насоса и мотора можно регулировать многими способами:

- Только насосом;
- Только мотором;
- Насосом при разных объемных постоянных моторов (как реализовано на ТГ35.80);
- Последовательным регулированием сначала насосом от нуля до единицы, а потом мотором от единицы до минимума, в обоих случаях параметр регулирования мотора равен единице.

Во время выполнения дипломного проекта так же выполнен тяговый расчет в программе Excel для более наглядного представления конструктивных параметров трансмиссии в виде графиков, в которой уточнено представление о КПД гидромашин.

Минимальным набором исходных данных, необходимым для начала расчета представлено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные для тягового расчета

Параметр	Обозначение	Величина
Мощность двигателя, л.с.	$N_{\text{ДВС}}$	320
Номинальная частота вращения коленчатого вала, об/мин	$n_{\text{НОМ}}$	2300
Передаточное число борт редуктора	$i_{\text{БР}}$	65

Окончание таблицы 2.1

Частота вращения гидромотора, об/мин	$n_{ГМmax} = n_{БРmax}$	3000
Давление, бар	ΔP	450
Объем подачи гидронасоса, см ³	$V_{ГНmax}$	147
Объем подачи гидромотора, см ³	$V_{ГМmax}$	210
Радиус ведущего колеса, м	$r_{ВК}$	0,434

Основные формулы для расчета приведены ниже:

$$V_{тр} = \frac{2 \cdot n_{ВК} \cdot V_{тр} \cdot \pi \cdot 3,6}{60}, \text{ км/ч} \quad (2.1)$$

$$Q_H = Q_M = \frac{V_{тр} \cdot n_{ном} \cdot \eta_0}{1000}, \text{ л/мин} \quad (2.2)$$

$$n_{ГМ} = \frac{1000 \cdot Q_M \cdot \eta_0}{V_M}, \text{ мин}^{-1} \quad (2.3)$$

$$M_{ГМ} = \frac{V_M \cdot P \cdot \eta_{мех}}{20\pi}, \text{ Нм} \quad (2.4)$$

$$N_{ГМ} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_M \cdot M_M}{60000}, \text{ кВт} \quad (2.5)$$

$$n_{ВК} = \frac{n_{ГМ}}{i_{БР}}, \text{ мин}^{-1} \quad (2.6)$$

$$\Delta P = \frac{20 \cdot M_{ГН} \cdot \pi \cdot n_{мех}}{V_M}, \text{ бар} \quad (2.7)$$

$$P_{\text{тяги}} = \frac{2 \cdot i_{\text{БР}} \cdot \eta_{\text{БР}} \cdot M_{\text{М}}}{r_{\text{ВК}}}, \text{ Н} \quad (2.8)$$

Показатели КПД агрегатов трансмиссии примем для механических узлов и деталей равным 0,95, для гидрообъемных машин 0,9.

Результаты тягового расчета представлены на рисунке 2.1

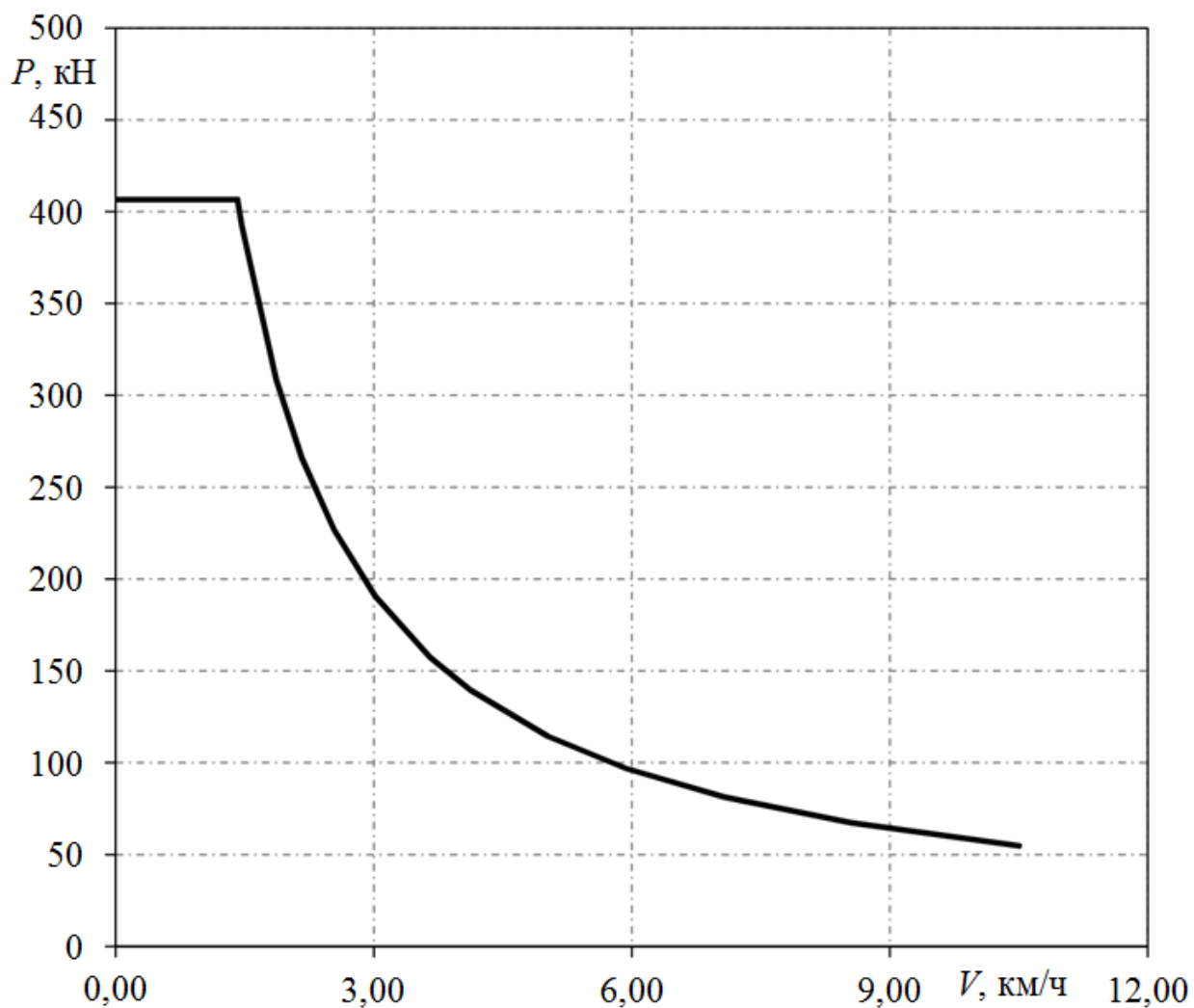


Рисунок 2.1 – Тягово – скоростная характеристика трубоукладчика ТГ35.80

Изм.	Лист		Подпись	Дата

23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ

Лист

30

2.2 Расчет грузовой характеристики

Устойчивость трубоукладчика обеспечивается собственной силой тяжести. На устойчивость влияет размеры опорного катка, ограниченного ребрами опрокидывания. За расчетное принимают то ребро, при котором вероятность опрокидывания машины будет больше [4].

Грузоподъемные возможности трубоукладчика показывает его грузовая характеристика – графическая функция, зависящая от груза и его максимальной длины вылета.

Расчетная схема трубоукладчика представлена на рисунке 3.2, где представлены данные, которые будут использоваться в расчете.

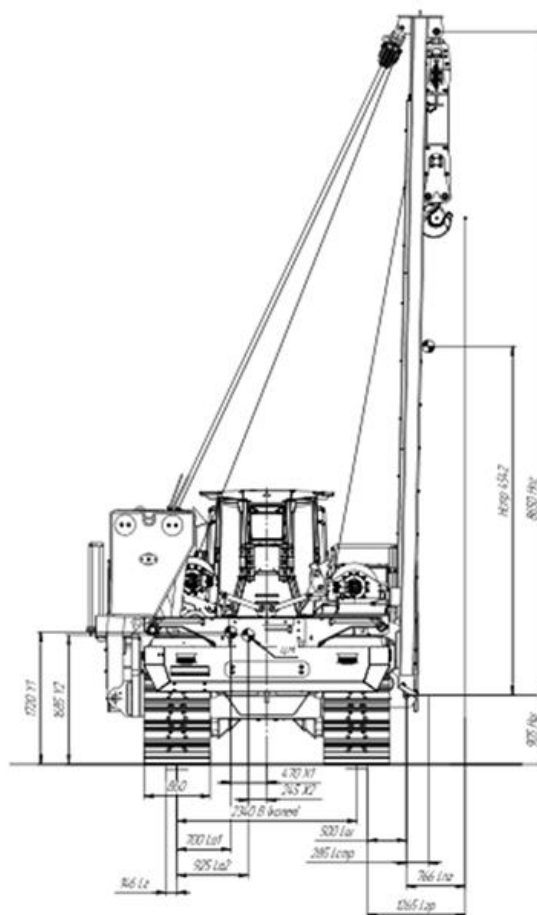


Рисунок 2.1 – Расчетная схема трубоукладчика ТГ35.80

Изм.	Лист		Подпись	Дата

23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ

Лист

31

2.2.1 Определение текущего угла наклона стрелы

- 1) Расстояние до точки подвеса груза:

$$l_{гр} = \sqrt{L_{пг}^2 + H_{пг}^2}, \quad (2.9)$$

где $l_{гр}$ – расстояние до точки подвеса груза, мм;

$L_{пг}$ – длина точки подвеса груза от шарнира стрелы, мм;

$H_{пг}$ – высота точки подвеса груза от шарнира стрелы, мм;

$$l_{гр} = \sqrt{(766)^2 + (8650)^2} = 8683,85 \text{ мм.}$$

- 2) Расстояние от шарнира стрелы до центра тяжести подвижной части трубоукладчика (стрелы):

$$l_{стр} = \sqrt{L_{стр}^2 + H_{стр}^2}, \quad (2.10)$$

где $l_{стр}$ – расстояние от шарнира стрелы до центра тяжести подвижной части трубоукладчика, мм;

$L_{стр}$ – длина от центра тяжести подвижной части трубоукладчика от шарнира стрелы, мм;

$H_{стр}$ – высота от центра тяжести подвижной части трубоукладчика от шарнира стрелы, мм;

$$l_{\text{стр}} = \sqrt{(285)^2 + (4542)^2} = 4550,93 \text{ мм.}$$

3) Тангенс угла наклона стрелы в верхнем положении:

$$tg(\beta_{\text{в}}) = \frac{H_{\text{стр}}}{L_{\text{стр}}}, \quad (2.11)$$

где $tg(\beta_{\text{в}})$ – тангенс угла наклона стрелы в верхнем положении;

$$tg(\beta_{\text{в}}) = \frac{4542}{285} = 15,94.$$

4) Угол наклона в верхнем положении равен:

$$\beta_{\text{в}} = \text{arctg}(\beta_{\text{в}}), \quad (2.12)$$

$$\beta_{\text{в}} = \text{arctg}(15,94) = 86,41^\circ.$$

5) Тангенс угла наклона линии, соединяющий шарнир стрелы и точку подвеса груза (стрела в верхнем положении):

$$tg(\alpha_{\text{в}}) = \frac{H_{\text{пг}}}{L_{\text{пг}}}, \quad (2.13)$$

где $tg(\alpha_B)$ – тангенс угла наклона линии, соединяющий шарнир стрелы и точку подвеса груза;

$$tg(\beta_B) = \frac{8650}{766} = 11,29.$$

6) Угол наклона линии, соединяющий шарнир стрелы и точку подвеса груза равен:

$$\alpha_B = arctg(\alpha_B), \quad (2.14)$$

$$\beta_B = arctg(11,29) = 84,94^\circ.$$

7) Разница между углами:

$$\Delta = \beta_B - \alpha_B, \quad (2.15)$$

$$\Delta = 86,41 - 84,94 = 1,47^\circ.$$

8) Косинус угла наклона линии, соединяющий шарнир стрелы и точку подвеса груза в зависимости от текущего вылет крюка относительно ребра опрокидывания:

$$\cos(\alpha) = \frac{L_{гр} - L_{ш}}{l_{гр}}. \quad (2.15)$$

9) Текущий угол наклона стрелы:

$$\gamma = \alpha - \Delta, \quad (2.16)$$

Для вычисления формул (2.15) и (2.16) воспользуемся ЭВМ с программным обеспечением Microsoft Excel 2010. Результаты вычисления занесены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Зависимость угла наклона стрелы от вылета груза

Текущий угол наклона стрелы, градусы	Вылет груза, мм
83,55	1475,20
79,42	2094,35
76,62	2509,44
73,37	2984,45
67,15	3871,94
61,71	4615,28
57,39	5179,73
52,89	5739,84
49,43	6147,98
45,88	6545,70
38,21	7322,90
23,00	8493,48

2.2.2 Определение центров тяжести частей трубоукладчика

1) Горизонтальная координата центра тяжести трубоукладчика (для всего агрегата) от ребра опрокидывания:

- Противовес выдвинут:

$$L_{A1} = \frac{B}{2} + L_{\Gamma} + X_1, \quad (2.17)$$

где L_{A1} – горизонтальная координата центра тяжести при выдвинутом противовесе, мм;

B – колея трубоукладчика, мм;

L_{Γ} – расстояние от середины гусеницы до ребра опрокидывания, мм;

X_1 – координата центра тяжести трубоукладчика при выдвинутом противовесе, мм;

$$L_{A1} = \frac{2340}{2} + 284 + 415 = 1869 \text{ мм.}$$

- Противовес прижат:

$$L_{A2} = \frac{B}{2} + L_{\Gamma} + X_2, \quad (2.17)$$

где X_2 – координата центра тяжести трубоукладчика при прижатом противовесе, мм;

$$L_{A2} = \frac{2340}{2} + 284 + 245 = 1699 \text{ мм.}$$

2) Вертикальная координата центра тяжести неподвижной части трубоукладчика (без стрелы):

- Противовес выдвинут:

$$H_{T1} = \frac{G_a \cdot Y_1 - G_{стр} \cdot (H_{стр} + H_{ш})}{G_T}, \quad (2.18)$$

где G_a – вес трубоукладчика, кг;

Y_1 – вертикальная координата центра тяжести при выдвинутом противовесе, мм;

$G_{стр}$ – вес стрелы, кг;

$H_{стр}$ – вертикальная координата центра тяжести подвижной части трубоукладчика от шарнира стрелы, мм;

$H_{ш}$ – высота шарнира стрелы от уровня земли, мм;

G_T – вес неподвижной части трубоукладчика, кг;

$$H_{T1} = \frac{62000 \cdot 1850 - 1900 \cdot (4542 + 905)}{50840} = 1798 \text{ мм.}$$

- Противовес прижат:

$$H_{T2} = \frac{G_a \cdot Y_2 - G_{стр} \cdot (H_{стр} + H_{ш})}{G_T}, \quad (2.19)$$

где Y_2 – вертикальная координата центра тяжести при прижатом противовесе, мм;

$$H_{T2} = \frac{62000 \cdot 1685 - 1900 \cdot (4542 + 905)}{50840} = 1619 \text{ мм.}$$

3) Горизонтальная проекция координаты центра тяжести неподвижной части трубоукладчика:

- Противовес выдвинут:

$$L_{T1} = \frac{G_a \cdot L_{A1} + G_{стр} \cdot (L_{стр} + L_{ш})}{G_T} \cdot \cos \beta + Y_1 \cdot \sin \beta, \quad (2.20)$$

где $L_{ш}$ – расстояние от ребра опрокидывания до шарнира стрелы, мм;

β – угол наклона уклона, который равен 0 градусам;

$$L_{T1} = \frac{62000 \cdot 1869 + 1900 \cdot (285 + 500)}{50840} \cdot 1 + 1850 \cdot 0 = 2051 \text{ мм.}$$

- Противовес прижат:

$$L_{T2} = \frac{G_a \cdot L_{A2} + G_{стр} \cdot (L_{стр} + L_{ш})}{G_T} \cdot \cos \beta + Y_2 \cdot \sin \beta, \quad (2.21)$$

$$L_{T2} = \frac{62000 \cdot 1699 + 1900 \cdot (285 + 500)}{50840} \cdot 1 + 1685 \cdot 0 = 1867 \text{ мм.}$$

4) Горизонтальная проекция координаты центра тяжести подвижной части трубоукладчика (стрелы):

$$L_{стр} = l_{стр} \cdot \cos(\gamma - \beta) + H_{ш} \cdot \sin \beta + L_{ш} \cdot \cos \beta. \quad (2.22)$$

Так как горизонтальная координата зависит от угла наклона стрелы, то для удобства вычисления результатов используем ЭВМ с программным обеспечением Microsoft Excel 2010. Результаты занесены в таблицу 2.4.

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		39

Таблица 2.4 – Зависимость угла наклона стрелы от координаты центра тяжести подвижной части (стрелы)

Текущий угол наклона стрелы, градусы	Координата центра тяжести, мм
83,55	653,57
79,42	867,56
76,62	1060,61
73,37	1330,57
67,15	1974,43
61,71	2653,95
57,39	3255,61
52,89	3925,53
49,43	4459,91
45,88	5018,49
38,21	7240,73
23,00	8290,22

2.2.3 Определение грузоподъемности

Для удобства вычисления результатов воспользуемся ЭВМ с программным обеспечением Microsoft Excel 2010. Используя формулы (2.23) и (2.24) вычисленные результаты занесем в таблицу 2.5 и построим грузовую характеристику.

- Противовес выдвинут:

$$G_1 = \frac{G_T \cdot L_{T1} - G_{стр} \cdot L_{стр}}{L_{гр} \cdot k_y}, \quad (2.23)$$

где k_y – коэффициент безопасности.

$$G_1 = \frac{G_T \cdot L_{T2} - G_{стр} \cdot L_{стр}}{L_{гр} \cdot k_y}, \quad (2.24)$$

Таблица 2.5 – Грузоподъемность трубокладчика ТГ-35.80

Вылет груза, м	Грузоподъемность, т			
	$k_y=1,4$		$k_y=1,0$	
	Противовес отодвинут	Противовес прижат	Противовес отодвинут	Противовес прижат
1,48	50,49	45,97	64,35	55,99
2,09	35,57	32,38	45,33	39,44
2,51	29,68	27,02	37,83	32,91
2,98	24,96	22,72	31,81	27,67
3,87	19,54	17,51	24,52	21,33
4,62	16,14	14,69	20,57	17,90
5,18	14,38	13,09	18,33	15,95
5,74	12,98	11,81	16,54	14,39
6,15	12,12	11,03	15,44	13,43
6,55	11,38	10,36	14,50	12,62
7,32	10,17	9,26	12,97	11,28
8,49	8,77	7,98	11,18	9,73

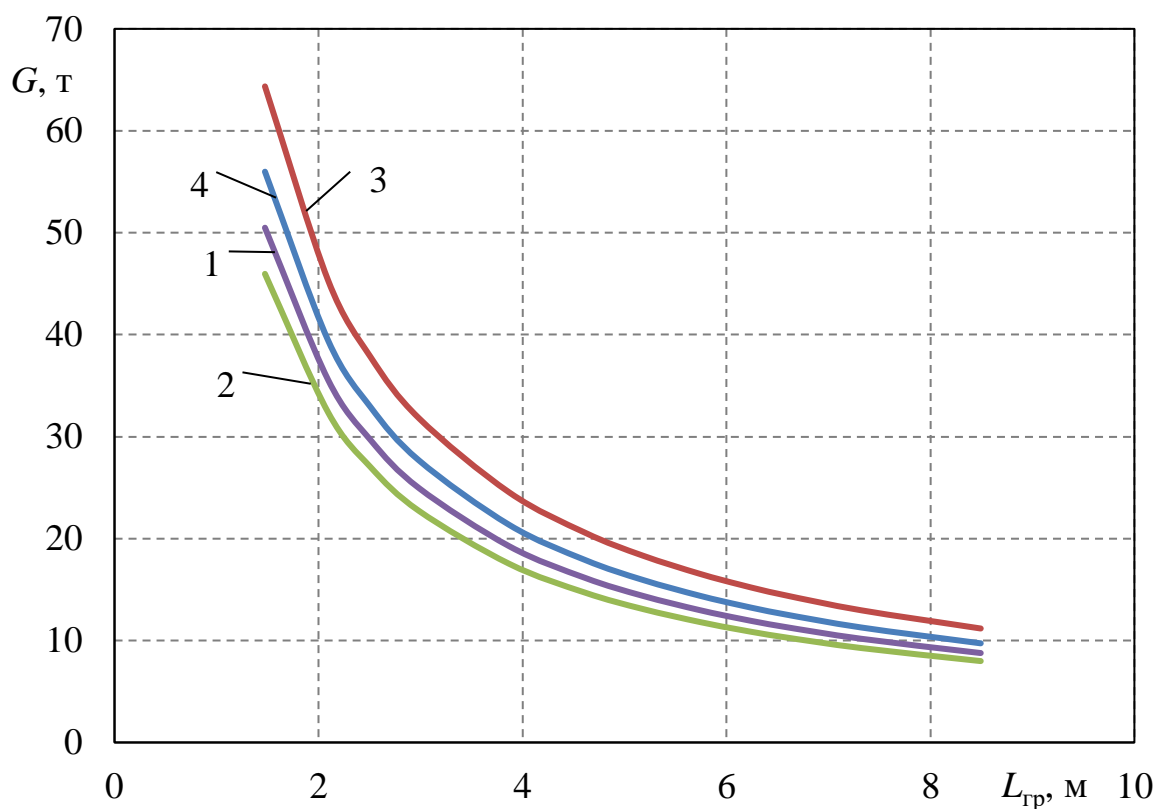


Рисунок 2.2 – Грузовая характеристика трубокладчика ТГ-35.80:

1 – $k_y=1,4$, противовес откинут; 2 – $k_y=1,4$, противовес прижат; 3 – $k_y=1,0$, противовес откинут; 4 – $k_y=1,0$, противовес прижат.

2.3 Определение момента грузовой устойчивости

При определении момента грузовой устойчивости стрела должна находиться в положении, соответствующему вылета крюка 2,5 м.

- Противовес выдвинут:

$$M_1 = G_T \cdot L_{T1} - G_{стр} \cdot L_{и}, \quad (2.25)$$

где M_1 – момент грузовой устойчивости, кгм;

G_T – вес неподвижной части трубоукладчика, кг;

$G_{стр}$ – вес стрелы, кг;

L_{T1} – горизонтальная проекция координаты центра тяжести неподвижной части трубоукладчика, мм;

$L_{и}$ – вылет крюка, мм;

$$M_1 = 55840 \cdot 2,051 - 1900 \cdot 2,5 = 99522,8 \text{ кг} \cdot \text{м.}$$

- Противовес прижат:

$$M_2 = G_T \cdot L_{T2} - G_{стр} \cdot L_{и}, \quad (2.26)$$

$$M_2 = 55840 \cdot 1,867 - 1900 \cdot 2,5 = 901865 \text{ кг} \cdot \text{м.}$$

2.4 Расчет устойчивости трубоукладчика

По требованию ПБ 10-157-97 конструкция трубоукладчика должна обеспечивать собственную устойчивость машины. Расчёт будет производиться на две нагрузки: продольная и поперечная.

При расчете на поперечную устойчивость рассчитывают для двух случаев:

- Движение трубоукладчика по уклону в сторону противовеса (стрела поднята максимально вверх), величина уклона принимается 10 градусов, коэффициент запаса не должен быть менее 1,15;

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		43

- Коэффициент запаса не должен быть меньше 1,15.

2.4.1 Расчет собственной поперечной устойчивости

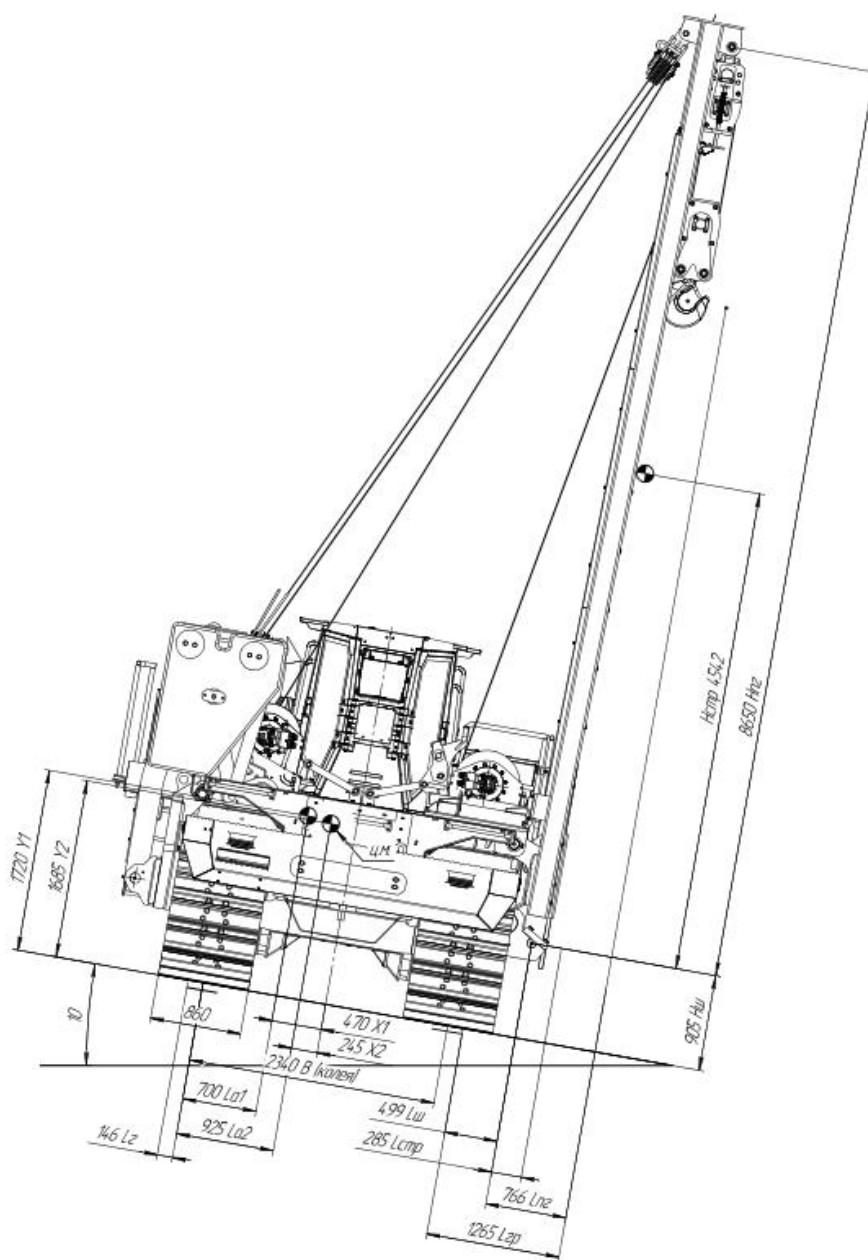


Рисунок 2.3 – Схема расчета собственной поперечной устойчивости

- Коэффициент запаса не должен быть меньше 1,15.

Вертикальная координата центра тяжести неподвижной части трубоукладчика найдена по формуле (2.18) в пункте 2.2.2.

Изм.	Лист	Подпись	Дата
------	------	---------	------

$$HT1 = 1798 \text{ мм.}$$

1) Вертикальная координата центра тяжести подвижной части трубоукладчика (стрела поднята на максимальный угол):

$$H_{\text{стр1}} = H_{\text{стр}} + H_{\text{ш}}, \quad (2.27)$$

где $H_{\text{стр1}}$ – вертикальная координата центра тяжести, мм;

$H_{\text{стр}}$ – координата подвижной части трубоукладчика от шарнира стрелы, мм;

$H_{\text{ш}}$ – высота шарнира стрелы относительно уровня земли, мм;

$$H_{\text{стр1}} = 4542 + 905 = 5447 \text{ мм.}$$

2) Горизонтальная координата центра тяжести трубоукладчика от ребра опрокидывания:

$$L_{\text{Аз}} = \frac{B}{2} + L_{\text{Г}} - X_2, \quad (2.27)$$

где $L_{\text{Аз}}$ – горизонтальная координата центра тяжести, мм;

B – колея, мм;

$L_{\text{Г}}$ – расстояние от середины гусеницы до ребра опрокидывания мм;

X_2 – координата центра тяжести трубоукладчика при прижатом противовесе, мм;

$$L_{A3} = \frac{2340}{2} + 146 - 245 = 1071 \text{ мм.}$$

3) Горизонтальная проекция координаты центра тяжести стрелы трубоукладчика от ребра опрокидывания находится как:

$$L_{стр} = l_{стр} \cdot \cos(\gamma + \beta) - H_{ш} \cdot \sin\beta + L_{ш} \cdot \cos\beta + L_{г} \cdot \cos\beta + \frac{B}{2} \quad (2.28)$$
$$\cdot \cos\beta + L_{г} \cdot \cos\beta,$$

где β – угол уклона, градусы;

B – колея, мм;

$L_{г}$ – расстояние от середины гусеницы до ребра опрокидывания мм;

$L_{ш}$ – расстояние от ребра опрокидывания до шарнира стрелы, мм;

$l_{стр}$ – расстояние шарнира до центра тяжести стрелы мм;

$H_{ш}$ – высота шарнира стрелы от уровня земли, мм;

γ – текущий угол наклона стрелы, градусы.

4) Преобразуем формулу (2.28) используя тригонометрические формулы сложения и вычитания аргумента косинуса:

$$L_{стр} = l_{стр} \cdot \cos(\gamma) \cdot \cos(\beta) - l_{стр} \cdot \sin(\gamma) \cdot \sin(\beta) - H_{ш} \cdot \sin(\beta) + L_{ш} \quad (2.29)$$
$$\cdot \cos(\beta) + 2L_{г} \cdot \cos(\beta) + \frac{B}{2} \cdot \cos(\beta).$$

5) Зная угол подъема стрелы, вычислим его синус и косину, и соответственно поставим в формулу (2.29):

$$L_{\text{стр}} = 0,11 \cdot l_{\text{стр}} \cdot \cos\beta - 0,99 \cdot l_{\text{стр}} \cdot \sin\beta - H_{\text{ш}} \cdot \sin\beta + L_{\text{ш}} \cdot \cos\beta \quad (2.29)$$

$$+ 2L_{\Gamma} \cdot \cos\beta + \frac{B}{2} \cdot \cos\beta,$$

6) Уравнение устойчивости трубоукладчика:

$$G_a \cdot \cos\beta \cdot L_{\text{АЗ}} + G_{\text{стр}} \cdot 0,11 \cdot l_{\text{стр}} \cdot \cos\beta - 0,99 \cdot l_{\text{стр}} \cdot \sin\beta - H_{\text{ш}} \cdot \sin\beta + L_{\text{ш}} \quad (2.30)$$

$$\cdot \cos\beta \cdot \beta + 2L_{\Gamma} \cdot \cos\beta \cdot \beta + \frac{B}{2} \cdot \cos\beta \cdot \beta =$$

$$= G_a \cdot \sin\beta \cdot \beta \cdot H_{\text{T1}} + G_{\text{стр}} \cdot \sin\beta \cdot \beta \cdot H_{\text{стр1}},$$

где G_a – вес трубоукладчика, кг;

$G_{\text{стр}}$ – вес стрелы, кг.

7) Формула (2.30) представляет собой уравнение равновесия трубоукладчика, где в левой части прижимающий момент, а в правой опрокидывающий момент.

Преобразуем формулу (2.30) и получим:

$$\frac{\cos\beta_{\text{уст}}}{\sin\beta_{\text{уст}}} = \frac{G_{\text{стр}} \cdot 0,99 \cdot l_{\text{стр}} + G_{\text{стр}} \cdot H_{\text{ш}} + G_a \cdot H_{\text{T1}} + G_{\text{стр}} \cdot H_{\text{стр1}}}{G_a \cdot L_{\text{АЗ}} + G_{\text{стр}} \cdot 0,11 \cdot l_{\text{стр}} + G_{\text{стр}} \cdot L_{\text{ш}} + G_{\text{стр}} \cdot 2L_{\Gamma} + G_{\text{стр}} \cdot \frac{B}{2}} \quad (2.30)$$

$$tg\beta_{уст} = \frac{G_{стр} \cdot 0,99 \cdot l_{стр} + G_{стр} \cdot H_{ш} + G_a \cdot H_{Т1} + G_{стр} \cdot H_{стр1}}{G_a \cdot L_{А3} + G_{стр} \cdot 0,11 \cdot l_{стр} + G_{стр} \cdot L_{ш} + G_{стр} \cdot 2L_r + G_{стр} \cdot \frac{B}{2}} \quad (2.31)$$

8) Из полученной формулы найдем угол устойчивости:

$$\beta_{уст} = arcctg \frac{G_{стр} \cdot 0,99 \cdot l_{стр} + G_{стр} \cdot H_{ш} + G_a \cdot H_{Т1} + G_{стр} \cdot H_{стр1}}{G_a \cdot L_{А3} + G_{стр} \cdot 0,11 \cdot l_{стр} + G_{стр} \cdot L_{ш} + G_{стр} \cdot 2L_r + G_{стр} \cdot \frac{B}{2}}, \quad (2.32)$$

$$\beta_{уст} = arcctg \frac{1900 \cdot 0,99 \cdot 4550,93 + 1900 \cdot 905 + 62000 \cdot 1798 + 1900 \cdot 5447}{62000 \cdot 1071 + 1900 \cdot 0,11 \cdot 4550,93 + 1900 \cdot 500 + 1900 \cdot 2 \cdot 284 + 1900 \cdot \frac{2340}{2}} = 1,9,$$

$$\beta_{уст} = arcctg 1,9 = 26,4^\circ.$$

9) Коэффициент запаса поперечной устойчивости находится:

$$K_{попер} = \frac{\beta_{уст}}{\beta}, \quad (2.33)$$

где β – угол уклона, градусы;

$$K_{\text{попер}} = \frac{26,4}{10} = 2,64.$$

2.4.2 Расчет продольной грузовой устойчивости

Таблица 2.6 – Исходные данные для расчёта на продольную устойчивость

Параметр	Обозначение	Величина
Координата центра тяжести трубоукладчика неподвижной части, мм	L_{A4}	1770
Координата центра тяжести трубоукладчика подвижной части, мм	L_{A5}	2077
Координаты центра точки подвеса груза от ребра опрокидывания, мм	L_{A6}	1770

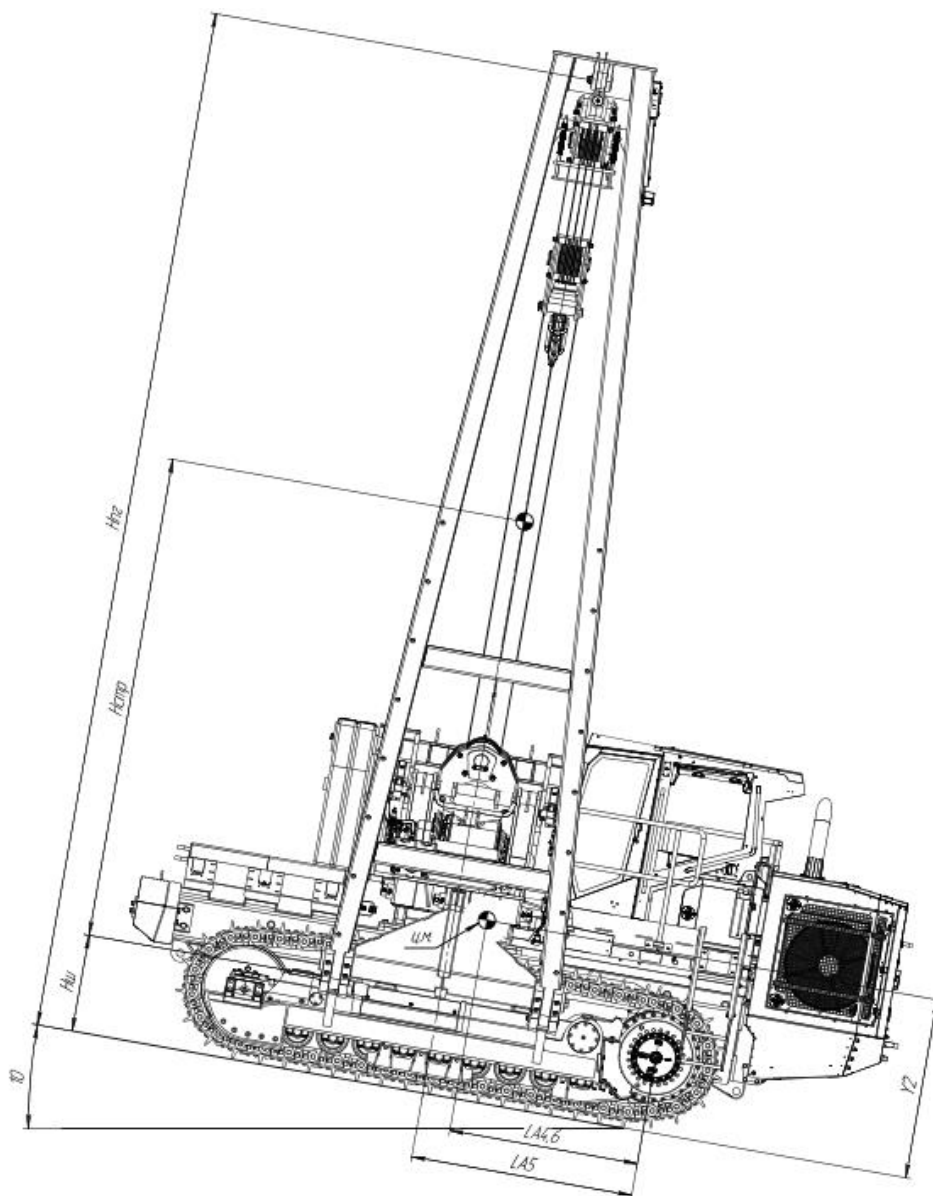


Рисунок 2.4 – Схема расчета продольной устойчивости

Расчет продольной устойчивости будем производить при номинальной нагрузке на стреле и выдвинутом противовесе. Расчет без нагрузки на стреле производить нецелесообразно.

Вертикальная координата центра тяжести неподвижной части трубоукладчика найдена по формуле (2.18) в пункте 2.2.2.

$$H_{Т1} = 1798\text{мм.}$$

Изм.	Лист		Подпись	Дата

1) Вертикальная координата центра тяжести подвижной части трубоукладчика:

$$H_{стр1} = l_{стр} \cdot \sin\gamma_{ном} + H_{ш}, \quad (2.34)$$

где $H_{стр1}$ – вертикальная координата центра тяжести стрелы, мм;

$l_{стр}$ – расстояние шарнира до центра тяжести стрелы мм;

$H_{ш}$ – высота шарнира стрелы от уровня земли, мм;

$\gamma_{ном}$ – угол при плече вылета груза 2500 мм, градусы;

$$H_{стр1} = 4550,93 \cdot \sin 76,6 + 905 = 4550,93 \cdot 0,9729 + \\ + 905 = 5332,6 \text{ мм.}$$

2) Вертикальная координата действия силы от номинальной нагрузки:

$$H_{гр1} = H_{пг} + H_{ш}, \quad (2.35)$$

где $H_{гр1}$ – вертикальная координата действия силы, мм;

$H_{пг}$ – вертикальная координата точки подвеса груза от шарнира стрелы, мм;

$$H_{гр1} = 8650 + 905 = 9555 \text{ мм.}$$

3) Уравнение продольной устойчивости трубоукладчика с номинальной нагрузкой на крюке:

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		51

$$G_{стр} \cdot \cos\beta \cdot L_{A5} + G_{гр} \cdot \cos\beta \cdot L_{A6} + G_a \cdot \cos\beta \cdot L_{A4} = \quad (2.36)$$

$$= G_{стр} \cdot \sin\beta \cdot H_{стр1} + G_{гр} \cdot \sin\beta \cdot H_{гр1} + G_a \cdot \sin\beta \cdot H_{Т1},$$

где $G_{стр}$ – вес стрелы, кг;

G_a – вес трубокладчика, кг;

$G_{гр}$ – вес груза, кг;

L_{A5} – координата центра тяжести трубокладчика подвижной части, мм;

L_{A4} – координата центра тяжести трубокладчика неподвижной части, мм;

L_{A4} – координаты центра точки подвеса груза от ребра опрокидывания, мм.

4) В уравнение (2.36) справа удерживающий момент, а слева опрокидывающий.

Преобразуем данное уравнение:

$$ctg\beta_{уст} = \frac{G_{стр} \cdot H_{стр1} + G_{гр} \cdot H_{гр1} + G_a \cdot H_{Т1}}{G_{стр} \cdot L_{A5} + G_{гр} \cdot L_{A6} + G_a \cdot L_{A4}}, \quad (2.37)$$

$$ctg\beta_{уст} = \frac{1900 \cdot 5332,6 + 37830 \cdot 9555 + 62000 \cdot 1798}{1900 \cdot 2077 + 37830 \cdot 1770 + 62000 \cdot 1770} = 1,079.$$

5) Угол продольной устойчивости:

$$\beta_{уст} = arcctg(1,079), \quad (2.38)$$

$$\beta_{уст} = arcctg(1,079) = 42,8^\circ.$$

б) Коэффициент запаса продольной устойчивости:

$$K_{\text{прод}} = \frac{\beta_{\text{уст}}}{\beta}, \quad (2.38)$$

где β – угол уклона, градусы;

$$K_{\text{прод}} = \frac{42,8}{10} = 4,28.$$

2.5 Расчет удельного давления на грунт

Таблица 2.7 – Исходные данные для расчёта удельного давления на грунт

Параметр	Обозначение	Величина
Длина опорной поверхности, мм	$L_{\text{опор}}$	3930
Вылет стрелы при номинальной нагрузке, мм	$L_{\text{ном}}$	2500
Ширина гусеницы, мм	$B_{\text{опор}}$	860

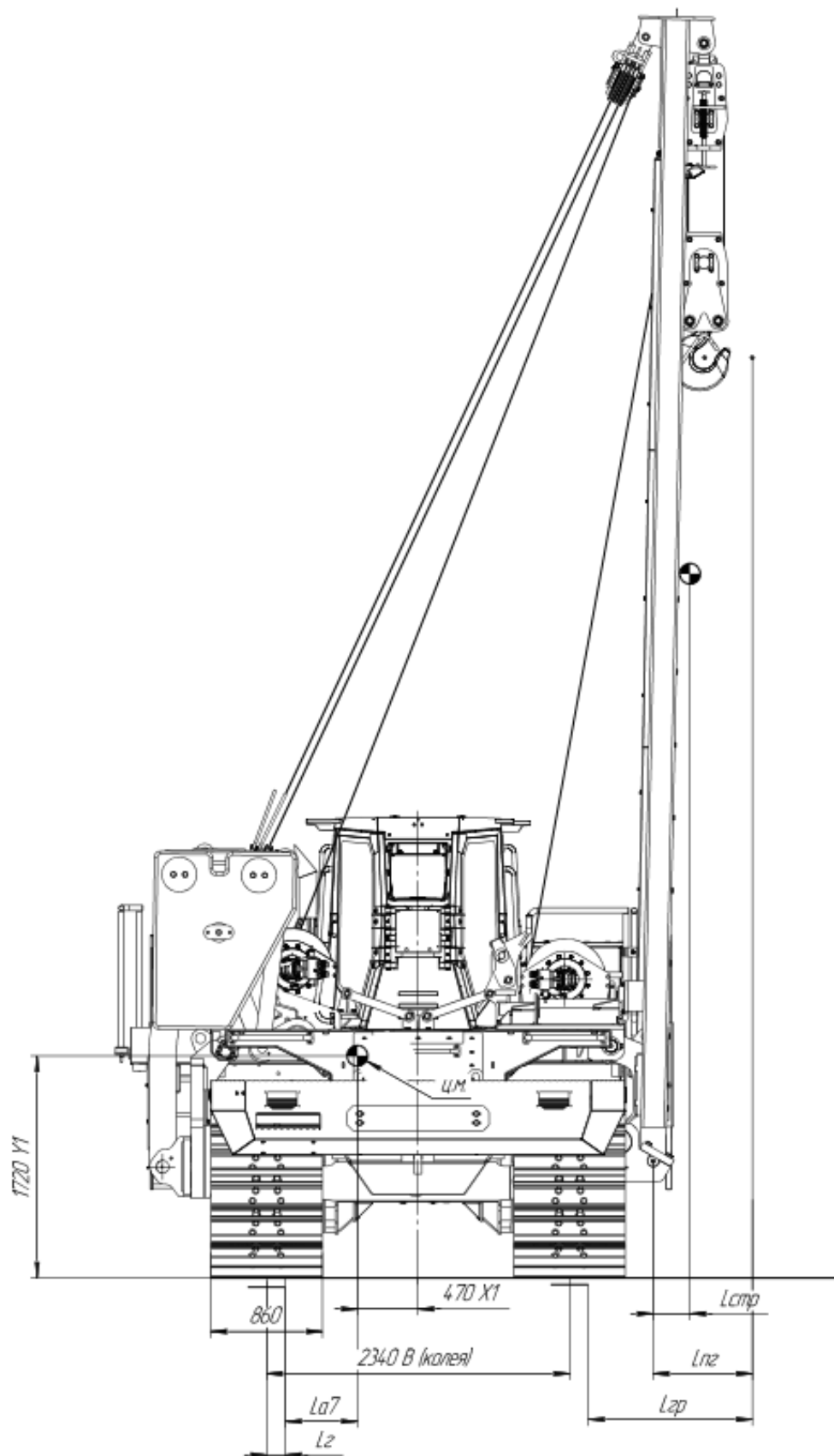


Рисунок 2.5 – Схема расчета удельного давления на грунт

Изм.	Лист	Подпись	Дата

23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ

Лист

54

Давление на грунт определяет проходимость гусеничной машины и ее тяговых качеств. Основным параметром является среднее давление на грунт. Расчет ведется при номинальной нагрузке на крюке.

1) Горизонтальная координата центра тяжести неподвижной части трубоукладчика при выдвинутом противовесе от центра правой гусеницы находится:

$$L_{A4} = \frac{B}{2} - X_1, \quad (2.39)$$

где L_{A4} – горизонтальная координата центра тяжести неподвижной части при выдвинутом противовесе, мм;

B – колея, мм;

X_1 – горизонтальная координата центра тяжести при выдвинутом противовесе, мм;

$$L_{A4} = \frac{2340}{2} - 415 = 755 \text{ мм.}$$

2) Горизонтальная координата центра тяжести подвижной части трубоукладчика при номинальном вылете груза от центра правой гусеницы:

$$L_{стр1} = l_{стр} \cdot \cos\gamma_{ном} + L_{ш} + L_{г} + B, \quad (2.40)$$

где $L_{стр1}$ – горизонтальная координата центра тяжести стрелы при номинальном вылете груза, мм;

$l_{стр}$ – расстояние шарнира до центра тяжести стрелы мм;

$L_{ш}$ – расстояние от ребра опрокидывания до шарнира стрелы, мм;

$\gamma_{ном}$ – угол при плече вылета груза 2500 мм, градусы;

$L_{г}$ – расстояние от середины гусеницы до ребра опрокидывания, мм;

$$L_{стр1} = 4550,93 \cdot \cos 76,6 + 500 + 146 + 2340,$$

$$L_{стр1} = 4550,93 \cdot 0,9729 + 500 + 146 + 2340 = 4039,09 \text{ мм.}$$

3) Горизонтальная координата центра приложения силы, действующей от груза:

$$L_{гр1} = l_{гр} \cdot \cos \gamma_{ном} + L_{ш} + L_{г} + B, \quad (2.41)$$

где $l_{гр}$ – расстояние до точки подвеса груза мм;

$$L_{гр1} = 8683,85 \cdot \cos 76,6 + 500 + 146 + 2340,$$

$$L_{гр1} = 8683,85 \cdot 0,9729 + 500 + 146 + 2340 = 4495,44 \text{ мм.}$$

4) Составим уравнение моментов относительно левой гусеницы и найдем реакцию на правой:

$$G_{\text{стр}} \cdot L_{\text{стр}1} + G_{\text{стр}} \cdot L_{\text{гр}1} + G_{\text{а}} \cdot L_{\text{А4}} - R_{\text{прг}} \cdot B = 0, \quad (2.42)$$

где $R_{\text{прг}}$ – реакция на правые гусеницы от грунта, кг;

$$R_{\text{прг}} = \frac{G_{\text{стр}} \cdot L_{\text{стр}1} + G_{\text{стр}} \cdot L_{\text{гр}1} + G_{\text{а}} \cdot L_{\text{А4}}}{B}, \quad (2.43)$$

$$R_{\text{прг}} = \frac{1900 \cdot 4039,09 + 1900 \cdot 4495,44 + 62000 \cdot 755}{2340} = 93704,28 \text{ кг.}$$

5) Удельное давление на грунт определяется по формуле:

$$P = \frac{R_{\text{прг}} \cdot g}{B_{\text{опор}} \cdot L_{\text{опор}}}, \quad (2.44)$$

где P – удельное давление на грунт, МПа;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$B_{\text{опор}}$ – ширина гусеницы, м;

$L_{\text{опор}}$ – длина опорной поверхности, м;

$$P = \frac{93708,28 \cdot 9,81}{0,86 \cdot 3,93} = \frac{271980,30}{1000000} = 0,27 \text{ МПа.}$$

2.6 Расчет грузоподъемного оборудования части трубоукладчика

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

2.6.1 Расчет стрелы-опоры.

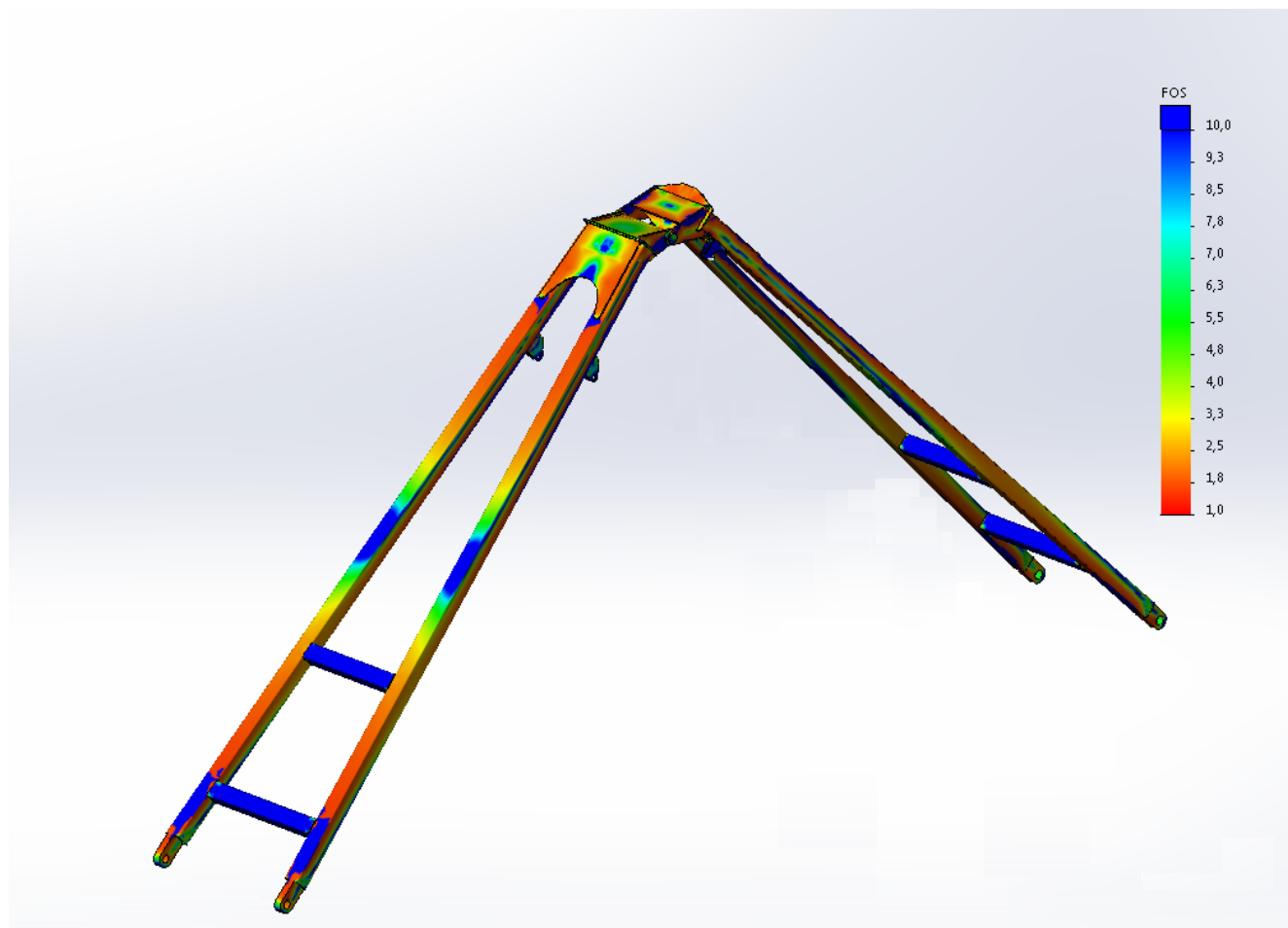
При расчете механизмов трубоукладчика и их деталей можно выделить два расчетных случая:

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 статической грузоподъемности, – работа на пределе устойчивости;

2) Максимальные нагрузки рабочего состояния: подъем испытательного груза; работа с нагрузками, близкими к максимальной. 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 следующие элементы грузоподъемного оборудования трактора: стрела-опора и крюк.

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

Результаты расчетов показаны на рисунке 2.6



Изм.	Лист		Подпись	Дата

23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ

Лист

59

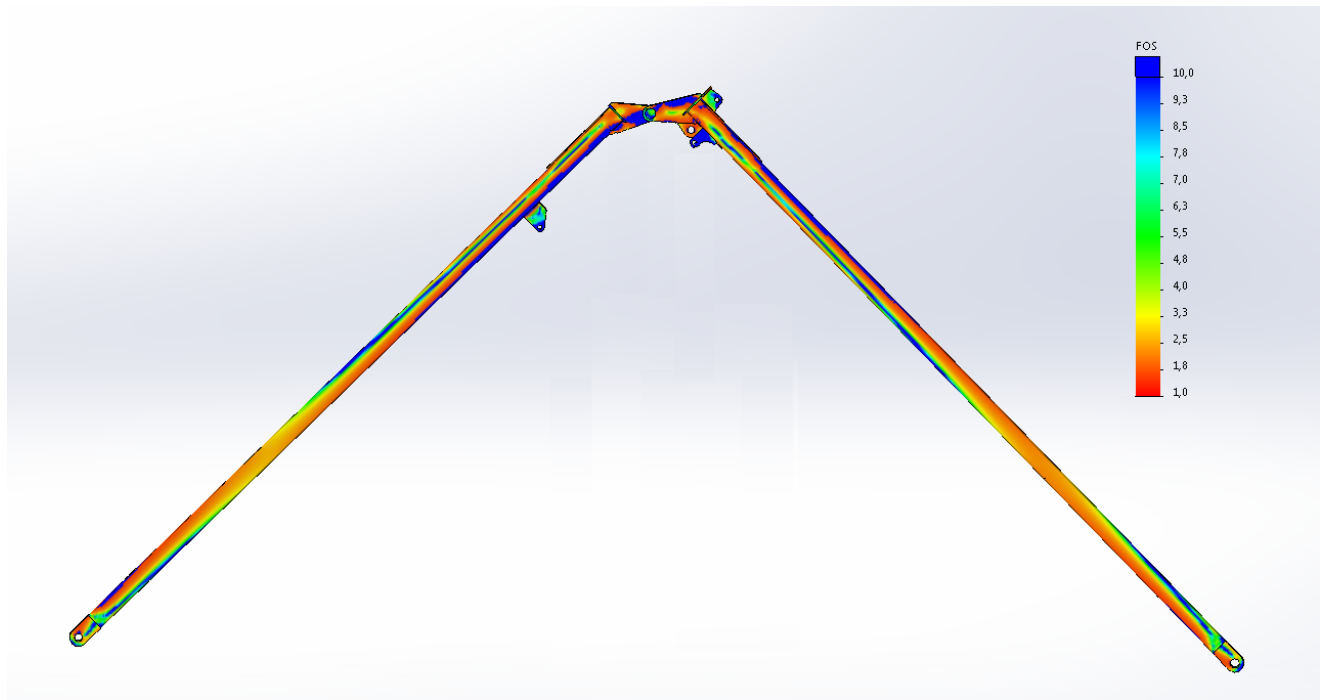


Рисунок 2.6– Расчет стрелы опоры на прочность

а – вид сбоку; б – изометрический вид

Расчет крюка 20А-1 ГОСТ 6627-74 производится на статическую прочность.
 Выбираем режим нагружения 45т

Расчет на прочность крюка 20А-1 ГОСТ 6624-74.

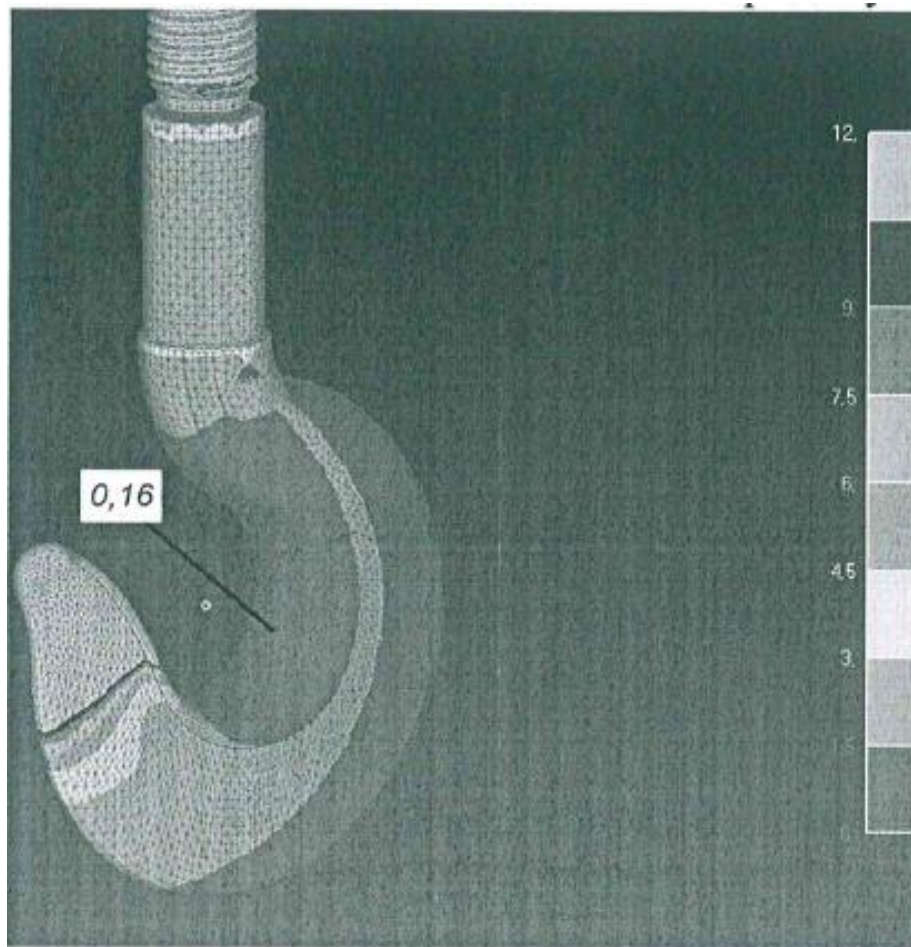


Рисунок 2.7– Распределение коэффициента запаса по пределу текучести $\sigma=0,16$

Изм.	Лист		Подпись	Дата

23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ

Лист

61

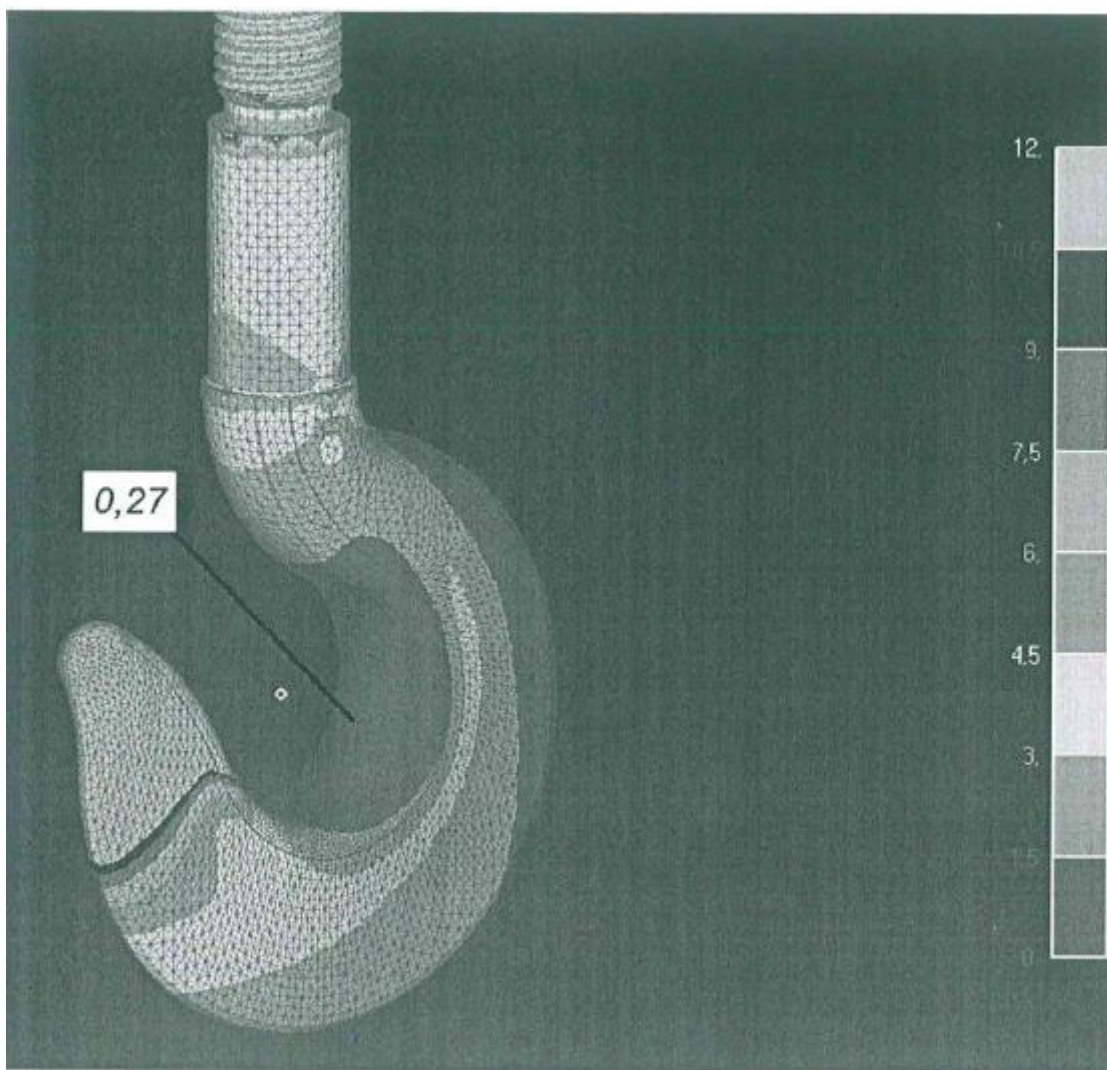


Рисунок 2.7– Распределение коэффициента запаса по пределу текучести $\sigma=0,27$

По результатам расчета видно, что крюк 20А-1 ГОСТ 6627-74 не имеет достаточную статическую прочность. Но в связи с тем, что пластическое течение охватит не все сечение крюка (ему подвержены только зоны сжатия и растяжения) крюк в целом будет работать упруго и сохранит свою форму после разгрузки.

Изм.	Лист		Подпись	Дата

23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ

Лист

62

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

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

3.1 Заготовительная операция

Резка заготовки проушин для опоры стрелы

Заготовка представляет собой квадрат 560мм толщиной 40мм.

Резка детали осуществляется на станке плазменной резки NuPerformance HPR130XD. (Рисунок 3.1)

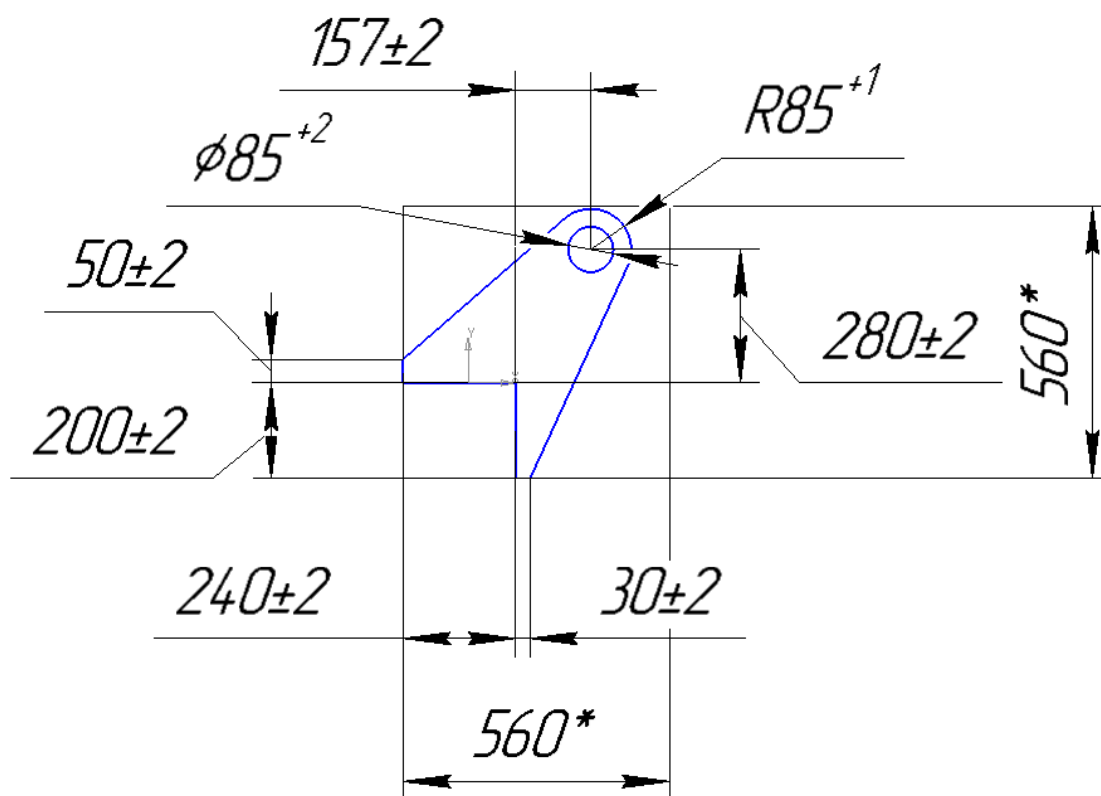


Рисунок 3.1 – Резка проушин на плазме

Изм.	Лист		Подпись	Дата

23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ

Лист

63

3.2 Механическая обработка

Далее следует механическая обработка отверстий проушин. Отправляем на расточку на станок 2622В. (Рисунок 4)

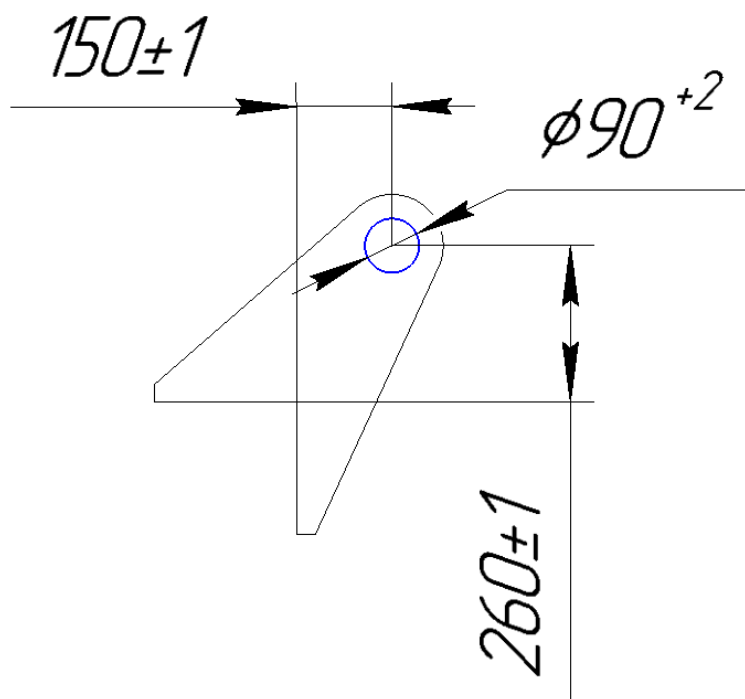


Рисунок 3.2 – Расточка отверстия

3.3 Сварочная операция

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;
- сварочный робот варит при $I=600A$ в отличие от человека $I=200A$.
- после сварки изделия, на его обработку требуется много времени.

По этой причине, использование РТК (робототехнические комплексы) является очень выгодным во всех аспектах решением. Использование робота для сварки позволит не 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 ДСТ-Урал имеют алгоритмы, способные к автоматическому отслеживанию качества сварных швов.

На территории завода ДСТ-Урал запущен современный сварочный цех.

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. Сварка роботом выполняется в 3-5 раз быстрее. К тому же, сварочное оборудование может заменить сразу несколько сварщиков, что существенно сокращает трудозатраты предприятия. Например, для сварки рамы примерно в 30 раз;

– РТК 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; 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.

1) Сварка поперечных труб

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		66

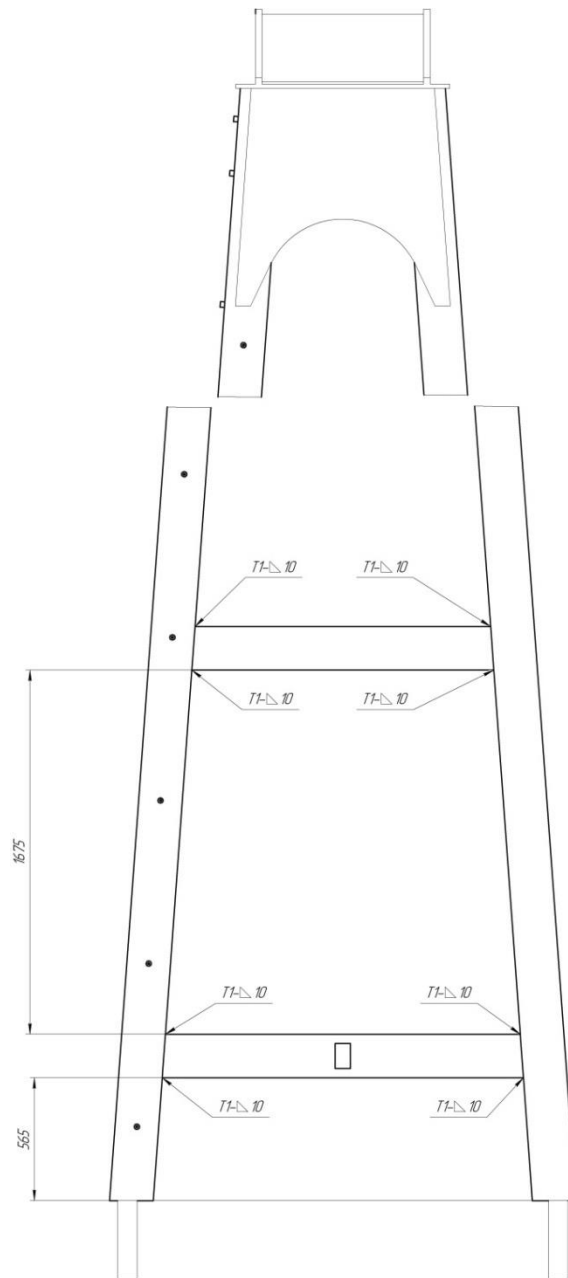


Рисунок 3.3 – Рама стрелы

2) Сварка оголовка опоры

Изм.	Лист		Подпись	Дата

23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ

Лист

67

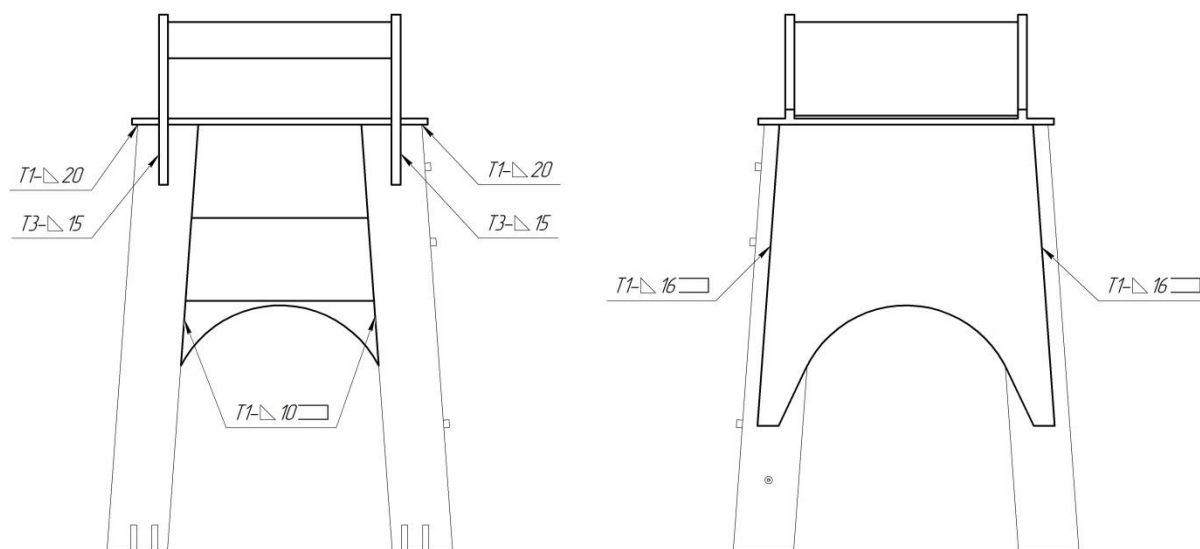


Рисунок 3.4 – Оголовок стрелы

3) Сварка проушин

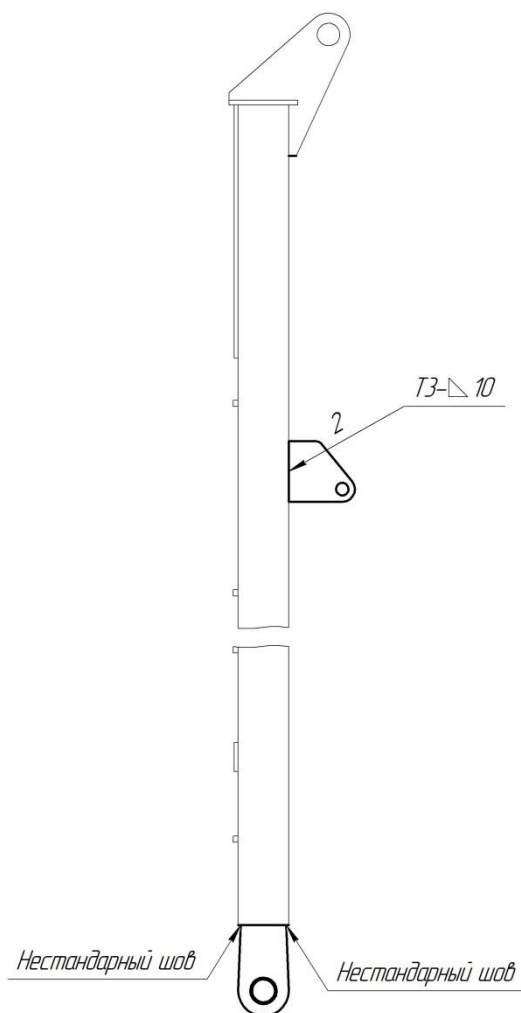


Рисунок 3.5 – Проушина

Изм.	Лист		Подпись	Дата

23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ

Лист

68

Выводы по разделу три

После построения деталей при помощи моделирования и выпуска соответствующей конструкторской документации разработана их технология изготовления. В технологическом разделе представлена технология производства узла. Приведен фрагмент технологической карты изготовления стрелы-опоры трубоукладчика.

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		69

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Введение

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – это система знаний, которая обеспечивает безопасность деятельности человека в производственной и непроизводственной среде, а также разработку мероприятий по обеспечению безопасности в долгосрочной перспективе с учетом воздействия человека на окружающую среду. В условиях научно–технического прогресса, быстрорастущего производства, внедрения новой техники и технологий, возрастающей роли человека в производстве, социально значимыми становятся безопасные и здоровые условия труда. Следовательно, проблема безопасности жизни приобретает особую актуальность.

В статье 41 Конституции РФ закреплено право граждан на охрану здоровья, которое, несомненно, является важным для качественной жизни. Кроме того, в качестве отдельного принципа в виде субъективного права в ст. 37 Конституции закреплены права работника на здоровье и безопасные условия труда. Однако, при эксплуатации дорожно-строительной техники, возникает необходимость в ее ремонте и обслуживании. Все малозатратные работы при обслуживании компонентов и узлов тракторов, например, замена технологических жидкостей (масло, охлаждающая жидкость, тормозная система) и такие, которые требуют больших трудозатрат, связанных с ремонтными работами, например, в случае если все подшипники должны быть полностью заменены, требуют для ремонта и обслуживания техники необходимое пространство. Ремонтно–производственные помещения представляют собой замкнутые пространства в зданиях и сооружениях, специально предназначенных для этих целей, в которых люди постоянно работают (в зависимости от смены).

										Лист
										70
Изм.	Лист		Подпись	Дата						

23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ

При разработке проектов производственные работы должны включать применение новейших методов ремонта, применение новейшего технологического оборудования, целесообразную эксплуатацию производственных площадей, рациональное использование материальных и энергетических ресурсов, уменьшение количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

При проектировании сооружений для механического ремонта и инженерных сооружений, руководствуются действующими стандартами, «Типовой системой технического обслуживания и ремонта металлообрабатывающего и деревообрабатывающего оборудования» (Машиностроение, Москва, 1988) и другими нормативными документами.

Ремонтно–механические цеха эксплуатируются для следующих целей: производство узлов и запасных частей для оборудования и средств механизации и автоматизации; ремонт оборудования различного уровня (капитальный, средний), текущий ремонт, технический осмотр и диагностика систем оборудования в целом, а также отдельных ее компонентов, обновление оборудования.

Спецоборудование, используемое для изготовления деталей, это металлорежущие станки, гальванические ванны для нанесения электродно-диффузионных покрытий, муфельные печи и высокотемпературные печи с приводом, электрических и пневматических приводные инструменты и ручные инструменты.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003–2015 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» можно классифицировать ОВПФ по природе действия на следующие виды: физические, химические, психофизиологические.

Физические ОВПФ:

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		71

- Движущиеся объекты, механизмы или машины, а также неподвижные элементы на рабочем месте (с механическим воздействием);
- Электрический ток. В качестве опасных объектов могут выступать: электрические провода без изоляции, поврежденные электродвигатели разомкнутые выключатели, незаземленное оборудование и т. д;
- Агрессивные и токсичные химические вещества, используемые в гальванических ваннах для нанесения антикоррозионных покрытий;
- Отапливаемые предметы оборудования другие теплоносители(термически);
- Ущерб, измеренный во время падения; Можно выделить следующие ОВПФ, возникающие во время эксплуатации:
 - Наличие частей трансмиссии с частотой вращения до 2300 об/мин;
 - Повышенное давление в системе;
 - Наличие в картере гидроцилиндра;
 - Шум.

К химическим ОВПФ относятся:

- Выделение паров углеводородов нефти и веществ, применяемых для нанесения электродиффузионных покрытий;
- Воздействие топлива и смазочных материалов. К психофизиологическим ОВПФ относятся:
 - Физическая перегрузка: ограниченная подвижность во время работы, неправильное рабочее положение;

- Нервно–психические перегрузки: психическое перенапряжение. Возможные аварийные ситуации: замыкание токонесущей части оборудования на его корпусе или теле человека, освобождение деталей от фиксации во время обработки, самопроизвольный запуск оборудования, падение предметов оборудования, заготовок или инструментов, разливы технических жидкостей.

Длительное пребывание человека среди неблагоприятных условий на рабочем месте может привести к появлению различных заболеваний. Для снижения вредного воздействия вредных факторов на организм человека, нормализуются опасные производственные факторы.

4.2 Нормирование опасных и вредных производственных факторов

4.2.1 Микроклимат производственных помещений

Гигиенические требования, которые установлены Санитарными правилами, регламентируют параметры микроклимата рабочих мест. Для выполнения данных требований необходимо учитывать следующие факторы: количество потребляемой при работе электроэнергии, продолжительность рабочего дня, время года, а также требования к методам контроля и измерения микроклиматических условий [21].

К параметрам микроклимата относятся:

- Температура воздуха;
- Температура поверхностей;
- Относительная влажность воздуха;
- Скорость движения воздуха;
- Интенсивность теплового излучения.

При изменении условий окружающей среды, параметры микроклимата также изменяются. Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются по-разному для постоянных и непостоянных рабочих мест. Микроклиматические условия в производственных помещениях регулируются СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [27].

Работа сборщиков и слесарей подпадает под категорию Пб (работа с энергоемкостью 201–250 ккал / ч (233–290 Вт), связанная с перемещением, перемещением и переносом грузов до 10 кг и сопровождаемая умеренными физическими нагрузками). Так, в холодный период года температура воздуха на рабочем месте должна составлять не менее 17 °С, но не более 19 °С, относительная влажность находится в пределах 40 ... 60%, а скорость движения воздуха должна быть около 0,2 м/с. Оптимальные значения показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений представлены в таблицах 5.1, 5.2, 5.3.

Таблица 5.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Пб(233–290)	17–19	16–20	60–40	0,2
Теплый		19–21	18–22	60–40	0,3

Таблица 5.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 1

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин	
Холодный	Пб (233–290)	15,0–16,9	19,1–22,0	14,0–23,0
Теплый		16,0–18,9	21,1–27,0	15,0–28,0

Таблица 5.3– Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 2

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
			для диапазон температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазон температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Пб (233–290)	15–75	0,2	0,4
Теплый			0,2	0,5

Для регулирования температуры, отопление производственных помещений производится при помощи центрального водяного отопления, в помещении до нужного уровня, используют систему отопления, требования устанавливают СНиП 41–01–2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» и ВСН 01–89 [27].

4.2.2 Вентиляция производственных помещений

Требования к вентиляционным системам устанавливает ГОСТ 32548– 2013 Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. [18]

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.2308–07. «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [28].

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоне приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – ПДК вредных веществ в воздухе производственной зоны

Вещество	ПДК, мг/м ³
Нефтепродукты	300
Окись углерода	20
Окислы азота	2,0
Окислы серы	10
Свинец	0,01
Бензапирен	0,00015
Вещество	ПДК, мг/м ³
Акролеин	0,7
Формальдегид	0,5

Для очищения производственных площадей от вредных загрязняющих веществ, а также для удаления паров летучих жидкостей целесообразно организовать принудительную вентиляцию и вытяжную вентиляцию, исключая образование взрывоопасных концентраций паровоздушных смесей. Чтобы избежать вытеснения свежего воздуха, загрязняющих веществ и паров легкого топлива в соседних помещениях, производительность вытяжной вентиляции должна быть выше, чем приточного воздуха, чтобы обеспечить некоторую разницу в вентилируемом помещении.

4.3 Требования к производственному освещению

4.3.1 Общие положения

Одним из важных вопросов охраны труда является освещение рабочих мест. При плохом освещении зрительные способности снижаются, и вы можете испытывать боль в глазах, головные боли и близорукость [29].

Освещение производственных помещений регламентируется СП 52.13330.2016.

Данный свод правил распространяется на проектирование зданий и сооружений различного назначения: места производства работ вне зданий, площадки промышленных и сельскохозяйственных предприятий, железнодорожные пути площадок предприятий, наружное освещение городов, поселков и сельских населенных пунктов, автотранспортных тоннелей.

В данном СП нормируется средняя освещенность на условной рабочей поверхности для любых источников света, кроме оговоренных случаев. Нормируемые значения яркости дорожных покрытий в СП применимы для любых источников света.

Нормированные значения освещенности в люксах, отличающиеся на одну ступень, следует принимать по шкале: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

Нормированные значения яркости поверхности, кд/м² Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1), отличающиеся на одну ступень, следует принимать по шкале: 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 2; 3; 5; 8; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 50; 75; 100; 125; 150; 200; 400; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 2500.

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		77

Требования к освещению помещений принимаем по таблице, размещенной на плакате по безопасности жизнедеятельности.

4.3.2 Искусственное освещение

Источники света для общего искусственного освещения помещений должны при одинаковой мощности обладать наивысшими световыми показателями и сроком службы. Для этого, как правило, используют разряды источников света [29].

Для общего искусственного освещения помещений должны использоваться источники света с минимально допустимыми показателями цветопередачи не ниже значений, приведенных в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Допустимые показатели искусственного освещения

Тип источника света	Световая отдача световых приборов, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи			
	80	60	40	20
Световые приборы для общего освещения помещений				
Световые приборы со светодиодными источниками света и светодиодными модулями	990	1100	—	—
Световые приборы с люминесцентными источниками света	550	440	—	—
Световые приборы с металлогалогенными источниками света	555	550	—	—
Световые приборы с натриевыми лампами высокого давления	мм*	550	660	8—

Все помещения рабочей зоны должны быть оснащены рабочим освещением. Для рабочих зон с различным уровнем естественного освещения, а также в случаях, когда в пределах одной зоны выполняются работы с различными режимами,

помещение должно быть оснащено освещением с отдельным управлением. Освещение в промышленной зоне может быть только рабочим, а также комбинированным с безопасным и (или) эвакуационным.

Для экономии электроэнергии для освещения производственных помещений чаще всего используют газоразрядные лампы. Лампы накаливания применяют в случае невозможности использования газоразрядных.

Для местного освещения, в дополнение к источникам битового света, следует использовать лампы накаливания.

При комбинированном типе освещения должно соблюдаться следующее требование: освещение рабочего места лампами общего освещения должно быть нормализовано не менее, чем на 10% в источниках света, используемых для местного освещения.

В этом случае освещение должно быть не менее 200 лк с газоразрядными лампами, не менее 75 лк с лампами накаливания. Только при наличии достаточного количества ламп 500 лк при разрядных лампах и более 150 лк с лампами накаливания допускается только при наличии разумных требований.

4.4 Уровень шума в производственных помещениях

Регламентирующие документы: ГОСТ 12.1.003–83. ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности» [22]; СП 51.13330.2011[23] «Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23–03–2003».

Шум оказывает вредное воздействие на человека и уменьшает его продуктивность. Влияние на организм человека варьируется в зависимости от уровня шума:

- Уровень шума 50 дБ не оказывает существенного на организм человека;

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		79

- Уровень шума 80 дБ, может мешать правильному распознаванию речи, снижать производительности, вызывать дискомфорт нормальном покое;
- Шум с уровнем 100–120 дБ на низких частотах и 80–90 дБ на средних и высоких частотах может оказывать негативное влияние на организм человека, вызвать необратимые изменения слухового аппарата, уменьшать уровень слуха,
- Шум с уровнем 120–140 дБ может вызвать механическое повреждение слухового аппарата.

Шум создает значительную нагрузку на нервную систему человека, это приводит к снижению производительности труда. Поэтому предполагается, что принимаются меры по защите от вредного воздействия шума. Шум в производственных помещениях регламентирован ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».

Предельно допустимые уровни звука на рабочих местах представлены в таблице 5.9.

Помещен ия с постоянными рабочими местами производствен ных предприятий, территории предприятий с постоянными рабочими местами	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	80
	107	95	87	80	78	75	73	71	69	
–										

Таблица 5.9 – Предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки

Таблица 5.10 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса
	Средняя физическая нагрузка
Напряженность легкой степени	80

4.5 Правила устройства электропроводников в производственных помещениях

Для обеспечения безопасности работающих людей, необходим контур заземления, к которому подключается все электрооборудование. Кроме этого на каждом рабочем месте нужны розетки, для подключения электроинструментов и переносных светильников, рассчитанных на пониженное напряжение.

Электрика в пожароопасных зонах монтируется во взрывозащищенном исполнении.

4.6 Правила пожарной безопасности в производственных помещениях

Сооружение–цех по сборке тракторов. Площадь 800 м². Категория помещения по пожарной безопасности В1–В4. (Нормы пожарной безопасности НПБ 105–03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (утв. приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 314)).

Таблица 5.11 – Категории пожароопасности.

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
<p style="text-align: center;">А взрывопожароопасная</p>	<p>Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28° С в таких количестве, которое может образовать взрывчатка паровоздушные смеси при воспламенении развивает предполагаемый взрыв избыточного давления в помещении, превышающие 5 кПа. Вещества и материалы, которые могут взорваться и сжечь при взаимодействии с водой, кислородом или воздухом при подчете избыточное давление взрыва в точке превышения 5кПа</p>
<p style="text-align: center;">Б взрывопожароопасная</p>	<p>Горючая пыль или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 ° С, легковоспламеняющиеся жидкости в таких количествах, что они могут образовывать взрывоопасные пылевые или паровоздушные смеси, при воспламенении которого развивается рассчитанное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа</p>
<p style="text-align: center;">В1 – В4 пожароопасные</p>	<p>Горючие и медленно горящие жидкости, твердые горючие и медленно горящие вещества и материалы. взаимодействовать с водой, кислородом или воздухом друг с другом с подругой только сжечь, при условии, что в комнате они доступны или нет попадают в категории А или В</p>
<p style="text-align: center;">Г</p>	<p>Негорючие вещества и материалы в горячем состоянии, горячий или расплавленный процесс обработка, которая сопровождается выбором лучистое тепло, искры и пламя; горючие газы жидкости и твердые вещества. Переработано как топливо</p>
<p style="text-align: center;">Д</p>	<p>Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии</p>

Федеральный закон от 22.07.2008 № 123–ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018) – ст.27

Класс пожара А (горение твердых), В (горение жидких), Е (горение электрооборудования). Федеральный закон от 22.07.2008 № 123–ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018) раздел 1 глава 2 статья 8. Согласно категории помещения, его площади и класса пожара определяем первичные средства пожаротушения к ним относятся огнетушители, определим их вид, объем и количество.

Таблица 5.12 – Количество огнетушителей для помещения.

Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности	Пределная защищаемая площадь (кв. метров)	КК лас с пожара	Огнетушители (штук) <*>						
			Пенные и водные (емкостью 10 литров)	Порошковые (емкость, л/ масса огнетушащего вещества, килограмм)			Хладоновые (емкостью 2 (3) литра)	Углекислотные (емкость, л/ масса огнетушащего вещества, килограмм)	
				2/2	5/4	110/9		2/2	5 (8) или 3 (5)
А, Б, В	200	А	2 ++	–	2 +	1 ++	–	–	–
		В	4 +	–	2 +	1 ++	4 +	–	–
		С	–	–	2 +	1 ++	4 +	–	–
		Д	–	–	2 +	1 ++	–	–	–
		Е	–	–	2 +	1 ++	–	–	2 ++
В	400	А	2 ++	4 +	2 ++	1 +	–	–	2 +
		Д	–	–	2 +	1 ++	–	–	–
		Е	–	–	2 ++	1 +	2 +	4 +	2 ++
Г	800	В	2 +	–	2 ++	1 +	–	–	–
		С	–	4 +	2 ++	1 +	–	–	–
Г, Д	1800	А	2 ++	4 +	2 ++	1 +	–	–	–
		Д	–	–	2 +	1 ++	–	–	–
		Е	–	2 +	2 ++	1 +	2 +	4 +	2 ++

Окончание таблицы 5.12

Общественные здания	800	А	4 ++	8 +	4 ++	2 +	–	–	4 +
		Е	–	–	4 ++	2 +	4 +	4 +	2 ++

Помещения оснащаются одним из 4 представленных в настоящей таблице видов огнетушителей с соответствующей вместимостью (массой).

Примечания:

- Для порошковых и углекислотных огнетушителей приведена двойная маркировка – старая маркировка по вместимости объема состава корпуса (л) и новая считается по массе огнетушащего состава, находящегося в огнетушителе (кг).

При оснащении помещений порошковыми и углекислотными огнетушителями допускается использовать огнетушители как со старой, так и с новой маркировкой.

- Знаком "++" обозначены рекомендуемые для оснащения объектов огнетушители, знаком "+" – огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком "–" – огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов.

В соответствии с приложением мы делаем вывод, что для обеспечения пожарной безопасности в наших помещениях требуются два огнетушителя ОП–10 и два огнетушителя ОУ–8.

4.7 Общие требования безопасности по охране труда для слесаря-ремонтника

Настоящая инструкция включает основные требования по организации и проведению безопасной работы слесаря-ремонтника при обслуживании

оборудования обогатительной фабрики. К самостоятельной работе в качестве слесаря-ремонтника допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие:

- Профессиональное обучение и имеющие соответствующее удостоверение по профессии;
- Предварительный медицинский осмотр и получившие заключение о пригодности к данной профессии;
- Вводный инструктаж по безопасности труда, пожарной безопасности и оказанию доврачебной помощи пострадавшему;
- Первичный инструктаж на рабочем месте и обученные безопасным методам и приемам выполнения работ.

Слесарь-ремонтник обязан проходить:

- Периодические медицинские осмотры ежегодно;
- Повторный инструктаж по безопасности труда не реже одного раза в квартал;
- Обучение безопасным методам и приемам работ и проверку их знаний в объеме программы, утвержденной администрацией предприятия, один раз в год;
- Внеплановый и целевой инструктаж – по мере необходимости.

Слесарь-ремонтник обязан: соблюдать правила внутреннего распорядка и дисциплину труда; своевременно и точно исполнять распоряжения администрации; соблюдать технологическую дисциплину, требования по охране труда, технике безопасности и производственной санитарии; бережно относиться к имуществу предприятия; соблюдать порядок передвижения по железнодорожным путям и автодорогам; знать значения применяемых на предприятии знаков безопасности, звуковых и световых сигналов, быть внимательным к подаваемым сигналам и выполнять их требования.

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		86

Каждый неправильно поданный или непонятный сигнал должен восприниматься как сигнал «Стоп».

В течение всей рабочей смены следует соблюдать установленный администрацией режим труда и отдыха. Отдыхать и курить разрешается только в специально отведенных местах.

Слесарь-ремонтник обязан:

- Соблюдать на производстве требования пожарной безопасности, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
- Соблюдать меры предосторожности при проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, горючими газами и другими опасными в пожаро и взрывоопасном отношении веществами, материалами и оборудованием;
- Знать месторасположение главного и запасных выходов из цехов фабрики и пути эвакуации из зоны возникновения пожара или аварии;
- Уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения. Правила безопасности перед началом работы
- Приступать к работе можно только убедившись в целостности спецодежды. Она должна быть застегнута, концы одежды должны быть заправлены. Обувь должна иметь закрытую верхнюю часть, твердый носок и толстую подошву;
- Проверить комплектность, исправность средств индивидуальной защиты;
- Пройти инструктаж по технике безопасности, связанный с особенностями заданной работы;

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		87

- Осмотреть рабочее место или верстак, при необходимости произвести уборку места предстоящих работ, убедиться, что на нем отсутствуют посторонние предметы;

- Убедиться в наличии и исправности инструмента, приспособлений. При работе применять только исправный инструмент и приспособления;

- Убедиться в достаточной освещенности рабочего места. Если необходимо пользоваться переносной электрической лампой, необходимо проверить, есть ли на лампе защитная сетка, исправны ли кабель и изоляционная резиновая трубка;

Требования безопасности во время работы:

- Во время работы слесарь обязан выполнять только ту работу, которая ему поручена;

- Все работы слесарь должен выполнять по распоряжению или по наряду-допуску (виды работ, производимых по наряду-допуску и распоряжению,

указаны в утвержденных главным инженером «Перечне работ, выполняемых по наряду-допуску» и «Перечне работ, выполняемых по распоряжению»);

- Если помещение, в котором выполняется работа, недостаточно освещено, необходимо использование переносных светильников с низким напряжением (< 12 В);

- Очистку светильников и замену перегоревших ламп должен проводить электротехнический персонал;

- Слесарь должен выполнять только ту работу, которая поручена ему руководителем;

- Не допускать к месту производства работ посторонних лиц;

- Работы по ремонту котельного оборудования выполнять по нарядодопуску бригадой, состоящей не менее чем из 3-х человек;

- Для освещения места производства работ внутри котлов, топок, газоходов, резервуаров применять переносные источники освещения напряжением не выше 12В, выполненные во взрывобезопасном исполнении;

- При пользовании ручным слесарным инструментом выполнять требования «Инструкции по охране труда при работе с ручным слесарно-кузнечным инструментом»;

- Обо всех неполадках, обнаруженных во время работы, сообщать руководителю подразделения;

Требования безопасности по окончании работ:

- Выполнить уборку рабочего места и станка, на котором производилась работа;

- Убедиться в наличии рабочего инструмента, убрать рабочий инструмент вместо его хранения;

- Электро и пневмоинструмент сдать руководителю работ;

- Собрать все детали с верстака, уложить их устойчиво в установленное место;

- Сдать рабочее место и оборудование сменщику или руководителю работ, сообщить о всех замечаниях, неисправностях, неполадках: в работе оборудования, инструмента и приспособлений. Требования охраны труда в аварийных ситуациях
При возникновении аварий и ситуаций, которые могут привести к авариям и несчастным случаям, необходимо:

- Немедленно прекратить работы и известить руководителя работ.

- Под руководством ответственного за производство работ оперативно принять меры по устранению причин аварий или ситуаций, которые могут привести к авариям или несчастным случаям.

- При внезапном отключении электроэнергии, возникновении постороннего шума при эксплуатации газового оборудования, необходимо прекратить работы, остановить оборудование, вывесить плакат "Не включать!" и сообщить об этом непосредственному руководителю.

- Запрещено запускать в работу газовое оборудование до полного устранения неисправности. При несчастных случаях:

- Немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинскую организацию;

Принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;

- Сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к катастрофе, аварии или возникновению иных чрезвычайных обстоятельств, а в случае невозможности ее сохранения - зафиксировать сложившуюся обстановку (составить схемы, провести другие мероприятия);

В случае возникновения пожара:

- Оповестить работающих в производственном помещении и принять меры к тушению очага пожара. Горящие части электроустановок и электропроводку, находящиеся под напряжением, тушить углекислотным огнетушителем.

- Принять меры к вызову на место пожара непосредственного руководителя или других должностных лиц.

										Лист
										90
Изм.	Лист		Подпись	Дата						

- При загорании электродвигателей, электрических кабелей не допускается тушение пламени водой. При этом следует отключить поврежденную электроустановку, после чего приступить к ее тушению с применением огнетушителей.

Выводы по разделу четыре

В данном разделе выпускной квалификационной работы представлена область применения данного изделия. Проведена идентификация опасностей и оценка рисков. Сформулированы меры, направленные на снижение риска.

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		91

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе выполнен проект трубоукладчика ТГ-35.80 с детальной проработкой стрелы-опоры. В ходе исследования изучена технико-материальная база, произведено сравнение отечественной и зарубежной продукции.

В ходе конструкторского анализа произведен тяговый расчет. Произведен расчет грузовой характеристики при разных коэффициентах безопасности. Рассчитан момент грузовой устойчивости при разном положении противовеса. Произведен расчет на поперечную устойчивость в ходе, которого рассчитан коэффициент запаса. Проведен расчет на продольную грузовую устойчивость, в ходе которого рассчитан коэффициент запаса продольной устойчивости, а также проведен расчет удельного давления на грунт.

В качестве представления производственного процесса, и взаимодействия конструкторского и технологического отдела, представлен технологический процесс изготовления узла стрела-опора на станках предприятия «ДСТ УРАЛ»

В разделе безопасность жизнедеятельности на производстве приведены нормативные таблицы и стандарты, необходимые для выполнения и сохранения здоровья персоналу. Приведена инструкция по безопасности слесарю-ремонтнику при обслуживании и сборке тракторной техники.

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		92

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СТО ЮУрГУ 04-2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
- 2 Ващук, И.М. Трубоукладчик: учебник / В.И. Уткин, Б.И. Харкун. – М.: Машиностроение, 1989. – 184 с.
- 3 Дудолодов, Ю.А. Краны–трубоукладчики: учебник / Ю.А. Дудолодов, Т.Х. Саттаров. – 3–е изд. – М.: Высшая школа, 1981. – 240 с.
- 4 Ходовая система гусеничного трактора: учебник / Е.С. Наумов, В.Ф. Платонов, В.М. Шарипов, Ю.С. Щетинин, И.М. Эглит. – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – 64 с.
- 5 Буров, С.С. Конструкция и расчет танков: учебник / С.С Буров. – М.: Изд-во Академии Бронетанковых войск. 1973. – 602 с.
- 6 Петров, В. А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин: учебник / В.А. Петров. – М.: Машиностроение, 1988. – 248 с.
- 7 ГОСТ 1050–88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ. 2010. – 19с.
- 8 ГОСТ 2590–2006. Прокат сортовой, стальной, горячекатаный, круглый. Сортамент. – М.: Стандартинформ. 2012 – 10 с.
- 9 ЧПУ Advercut K6100. Технические характеристики, схема, паспорт, руководство. – <https://habr.com/ru/company/3dtool/blog/404453>.
- 10 ГОСТ 18879-73. Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 6с.
- 11 ГОСТ 18884–73. Резцы токарные отрезные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. – М: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 6 с.

12 ГОСТ 18883–73. Резцы токарные расточные с пластинами из твердого сплава для обработки глухи отверстий. Конструкция и размеры. – М: ИПКИздво стандартов. 2003. – 9 с.

13 ГОСТ 18885–73. Резцы токарные резьбовые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. – М: ИПК Изд-во стандартов. 2003. – 9 с.

14 ГОСТ 10903–77. Сверла спиральные с коническим хвостовиком.

Средняя серия. Основные размеры. – М: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 9 с.

15 ГОСТ 10902–77. Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком. Средняя серия. Основные размеры. – М: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 13 с.

16 ГОСТ 24851–81. Калибры гладкие для цилиндрических отверстий и валов. Виды. – М: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 10 с.

17 ГОСТ 24249–80. Пластины режущие сменные, многогранные, твердосплавные, ромбической формы с углом 80 градусов, с отверстием и стружколомающими канавками на двух сторонах. Конструкция и размеры. – М.: Стандартиформ, 2006. – 9 с.

18 ГОСТ 2875–88. Меры плоского угла призматические. Общие технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989. – 11 с.

19 ГОСТ 166–89 Штангенциркули. Технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 11 с.

20 Заслонов, В.Г Организационно-экономическая часть дипломного проекта: учебное пособие / В.Г. Заслонов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. –97 с.

21 ГОСТ 12.0.003–80. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 4 с.

22 ГОСТ 12.1.003–83. Шум. Общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 13 с.

23 СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 8 с.

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		94

24 СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация. Вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 14 с.

25 ГОСТ 12.4.002–97. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 15 с.

26 ГОСТ 12.4.024–76. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 8 с.

27 ГОСТ 12.1.005–88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартинформ, 2008. – 50 с.

28 СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.

29 СанПиН 52.13330–2011. Естественное и искусственное освещение. – М.: Минрегион России, 2010. – 75 с.

					23.04.02.2020.068.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист		Подпись	Дата		95