

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение
автоматизированных машиностроительных производств»
Специальность «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему:

**Модернизация силового импульсного источника для дробления
каменных пород**

Студент(ка)	Парамонычев К.В. (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	Резников Л.А. (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	Горина Л.Н. (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	Зубкова Н.В. (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	Виткалов В.Г. (И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н, доцент _____ А.В.Бобровский
(личная подпись)

«_____» _____ 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. _____ зав. _____ кафедрой
_____ А.В.Бобровский
«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень специалиста)**

**направление подготовки 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение
автоматизированных машиностроительных производств**
Специальность «Технология машиностроения»

Студент Парамонычев Кирилл Владимирович, гр. ТМЗ-1001

1. Тема Модернизация силового импульсного источника для дробления каменных пород
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «_____» 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе *Материалы преддипломной практики, чертежи деталей и сборочных единиц*
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 90-120 с.)
*Титульный лист. Задание. Реферат (аннотация). Содержание.
Введение, цель проекта*
 - 1) *Анализ состояния вопроса и комплекса требований к работе установок по дроблению.*
 - 2) *Определение состава работ, предшествующих установке свайного фундамента импульсной машины.*
 - 3). *Разработка свайного фундамента.*
 - 4) *Разработка технологии свайных работ.*
 - 5) *Анализ устройств для реализации дробления*
 - 6). *Выбор механизмов погружения источника для работы с породами*
 - 7). *Разработка устройства силового импульсного источника*
 - 8). *Разработка технологии изготовления составных частей источника*
 - 9) *Управление качеством продукции*
 - 10) *Безопасность и экологичность технического объекта*
 - 11) *Экономическая эффективность проекта**Заключение. Список использованных источников. Приложения.*

АННОТАЦИЯ

Силовой импульсный источник, дизель-молот, принцип действия, классификация, конструкция, свая, технология свайных работ, тепловой расчет, заготовка, маршрут обработки, безопасность, экологичность, стоимость, капитальные вложения, текущие затраты, приведенные затраты, экономический эффект.

Дипломный проект посвящен модернизации силового импульсного источника (дизель-молота) с целью повышения технико-экономических показателей.

В работе проведен поиск работ с целью выявления технического решения, направленного на повышение эффективности работы дизельных молотов.

В стадии технического проекта выполнены чертежи общего вида, основных сборочных единиц и технологической части.

Определены основные параметры силового импульсного источника, выполнены необходимые расчеты дизель-молота и расчет технико-экономических показателей.

В технологической части проекта разработана технология изготовления базовой детали импульсного источника.

Рассмотрены вопросы безопасности и экологичности технического объекта.

Экономический расчет показал целесообразность внедрения предлагаемых технических решений.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

- 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА И КОМПЛЕКСА
ТРЕБОВАНИЙ К РАБОТЕ УСТАНОВОК ПО ДРОБЛЕНИЮ
 - 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА РАБОТ, ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ
УСТАНОВКЕ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА ИМПУЛЬСНОЙ
МАШИНЫ
 - 3 РАЗРАБОТКА СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА
 - 4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СВАЙНЫХ РАБОТ
 - 5 АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДРОБЛЕНИЯ
 - 6 ВЫБОР МЕХАНИЗМОВ ПОГРУЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА ДЛЯ
РАБОТЫ С ПОРОДАМИ
 - 7 РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА СИЛОВОГО ИМПУЛЬСНОГО
ИСТОЧНИКА
 - 8 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИСТОЧНИКА
 - 9 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ
 - 10 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБЪЕКТА
 - 11 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА
- ЗАКЛЮЧЕНИЕ
- СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ
- ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных направлений экономического и социального развития нашего государства является интенсивное освоение северо-восточных районов страны и непрерывное наращивание их производственного потенциала, строительство объектов промышленного, гражданского и транспортного назначения, которые возводятся преимущественно на свайных фундаментах. Свайные фундаменты относятся к весьма ответственным видам строительных машин. Их надёжность на длительный срок зависит от ряда весьма существенных факторов: качественного выполнения инженерно-геологического измерения строительной площадки; принятого принципа непользования грунта основания; уровня механизации строительного цикла и принятой технологии; соответствия машин и механизмов строительным и технологическим требованиям; профессионального уровня рабочих и инженерно-технических работников, ведущих строительство объекта.

До 1963 года погружение свай осуществляется в талые грунты низкочастотный вибропогружатель со сваебойной установкой СКВ-1 (местного изготовления).

В качестве базы машины применялся экскаватор Э-652. В дальнейшем для устройства свайных фундаментов на талых и вечномёрзлых грунтах с более глубоким погружением свай была создана сваебойная установка СКВ-12 на базе экскаватора Э-10011. Низкочастотный вибропогружатель заменён штанговым дизель-молотом С-268 с массой ударной части 2,5 т.

Целью проекта является обеспечение высоких показателей стабильности работы сваебойной машины на базе импульсного силового источника (дизель – молота).

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА И КОМПЛЕКСА ТРЕБОВАНИЙ К РАБОТЕ УСТАНОВОК ПО ДРОБЛЕНИЮ

В подготовку строительной площадки к производству свайных работ входит:

1. Передача строительной организации заказчиком (генподрядчиком) проектно-технологической документации, состоящей из отчёта инженерно-геологического изыскания строительной площадки, проекта свайного фундамента, разрешения административного органа на строительство объекта.

2. Снос наземных строений и коммуникаций, находящихся в зоне строительной площадки.

3. Очистка строительной площадки от строительного и прочего мусора, снега, льда и т. п.

4. Срезка грунта, планировка площадки, подсыпка, выемка котлована, устройство съезда в котлован с уклоном к горизонту не более 15 градусов.

5. Подвод на строительную площадку электроэнергии с установкой подключающего устройства (рубильника, автомата) на номинальную мощность 100 кВт.

6. Установка ограждения (забора) высотой два метра вблизи жилых домов, промышленных зданий и сооружений.

7. Оборудование наружного освещения со степенью освещенности рабочих мест не менее 50 люкс (30 Вт на один квадратный метр рабочего места).

8. Устройство обноски в соответствии с проектом производства работ (ППР). Нанесение на обноске главных разбивающих осей здания, сооружения. Отклонения главных осей от проектного положения не должны

превышать одного сантиметра на сто метров ряда.

Подготовительную площадку заказчик (генподрядчик) передаёт строительной организации по акту.

Проведем обзор существующих и эксплуатируемых сваебойных установок на базе импульсных силовых источников.

Сваебойная установка СП-49 на базе трактора-болотохода, предназначена для погружения в грунт строительных свай. Может эксплуатироваться при температуре воздуха в диапазоне от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$, и скорости ветра не более 15 м./сек. Максимально допустимый уклон строительной площадки – три градуса. В комплектацию сваебойной установки СП-49 может входить: дизель-молот, гидравлический молот, наголовники для свай. Дополнительно сваебойная установка может быть укомплектована бурильным оборудованием. Длина погружаемых свай должна быть не более 12 метров, сечение изделий должно быть не более 350 мм. Производительность в смену: 25 – 35 свай. Читайте руководство по расчету и проектированию свайного фундамента на этой странице. На Рисунке 1.1 представлен общий вид сваебойной установки СП-49



Рисунок 1.1- Общий вид сваебойной установки СП-49

Сваебойная мини установка работает в паре с передвижным воздушным компрессором. В комплектацию такой сваебойной мини установки входит пневмомолот. Частота и сила ударов производимых установкой, зависят от мощности компрессора (давления в пневматической системе), примерная частота ударов 180 — 240 раз в минуту.

Самоходная сваебойная установка предназначена для проведения работ, по погружению свай в грунт, в условиях пересеченной местности. Самоходные сваебойные установки имеют хорошую устойчивость и эффективно работают на твердых и средних грунтах.

Сваебойная установка для дорожного ограждения, предназначена для забивки металлических свай и установки стоек ограждения, бурения отверстий в грунте и асфальтобетоне. Может работать на рабочей поверхности, имеющей максимальный уклон в пятнадцать градусов. Область применения: установка дорожных знаков, оборудование пешеходных переходов защитными ограждениями, строительство и проведение ремонтных работ дорожного ограждения, и прочие общестроительные работы.

Сваебойная установка копра предназначена для подъема и погружения в грунт, или извлечения из него набивных свай. Сваебойная установка копра может быть простой (без поворота платформы), универсальной (с поворотом платформы, изменением наклона и вылета мачты). Также сваебойная установка копра может быть на рельсовом ходу, на гусеничном ходу, на колесном ходу, на шагающем ходовом устройстве, на плавучем средстве. В комплектацию сваебойной установки могут входить: дизель-молот штангового или трубчатого вида, гидравлический молот. На Рисунке 1.2 представлен общий вид такой сваебойной установки.



Рисунок 1.2 – Сваебойная установка для погружения в грунт

Сваебойная установка PVE-5021 на гусеничном ходу, оснащена гидравлическим молотом. Максимальная длина погружаемых свай может достигать 20 метров. Максимальный вес сваи — 8,9 т.

Самоходная сваебойная установка XXDZ Y-2200 на колесном ходу (колесная формула 4x2). Давление в гидравлической системе в 16 МПа, обеспечивает частоту ударов от 350 до 780 раз в минуту.

Сваебойные малогабаритные установки, благодаря своим небольшим габаритам и массе, оптимально подходят для производства работ в городских условиях (например, для обустройства парковой зоны, обслуживания осветительных опор, эстакад и т.д.).

Сваебойная установка Junttan PMx25 предназначена для погружения железобетонных свай в грунт. Сваебойная установка Junttan PMx25 оснащена гидравлическим молотом. Максимальная длина погружаемых свай составляет 24 метра, максимальный вес – 10 т.

Сваебойная установка Liebherr на самоходной гусеничной базе, может выполнять не только функции копра, но и дополнительно использоваться, как кран и буровая установка. Максимальная длина сваи может достигать до 20 метров, а диаметр изделий – до 630 мм. Сваебойная установка Liebherr – самая мощная установка на рынке спецтехники.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА РАБОТ, ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ УСТАНОВКЕ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА ИМПУЛЬСНОЙ МАШИНЫ

1. Ознакомление с проектом свайного фундамента и отчётом инженерно-геологического изыскания геологической площадки.
2. Выбор технологической схемы на способ погружения свай исходя из инженерно-геологического изыскания строительной площадки и принятого проектом способа передачи сваей нагрузки на грунт.
3. Составление проекта производства работ ППР.
4. Доставка на строительную площадку сваебойного и бурового оборудования.
5. Монтаж сваебойной установки, наладка, контроль технического состояния и готовности к вводу в работу.
6. Завоз на строительную площадку контрольных (пробных) свай в количестве, указанном в проекте свайного фундамента.
7. Погружение контрольных (пробных) свай забивным или бурозабивным способом в зависимости от мерзлотно-грунтовых условий строительной площадки.
8. Завоз на строительную площадку проектных или откорректированных свай в полном объёме.
9. Разметка свай по длине через каждый погонный метр. Нумерация меток наносится красной краской арабскими цифрами, начиная от низа (острия) свай.

3 РАЗРАБОТКА СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА

Разбивка свайного фундамента – одна из наиболее ответственных технологических операций, которая заключается в переносе положения проектных главных и вспомогательных осей на местность, где намечено сооружение свайного фундамента. Точки пересечения осей переносят с помощью теодолита и рулетки и фиксируют инвентарными металлическими штырями. Для переноса проектного положения свай на местность составляется исполнительная схема разбивки свайного поля с указанием всех проектных размеров расположения свай, отмеренных от главных осей. По двум взаимно перпендикулярным направлениям пересечения главных осей, на расстоянии 10 метров от осей здания, выносят контрольные точки, устанавливаемые для геодезической привязки на тот случай, если будут главные оси сбиты в процессе работы. Для разбивки свайного поля на обноску по длине здания, сооружения с помощью теодолита переносятся главные оси здания (свайного поля). Промежуточные оси, соответствующие отдельным участкам разбивки свайного поля, наносят на обноску при помощи рулетки.

Положение главных и промежуточных осей на обноске закрепляют гвоздями. Между вынесенными на обноску точками осей свайного поля натягивают мягкую проволоку, фиксирующую положение переносимых на местность осей здания, сооружения. Точки пересечения осей переносят с помощью отвеса на поверхность участка и закрепляют металлическими штырями. Места расположения свай между зафиксированными на местности основными линиями по главным и промежуточным осям разбивают на каждом участке с применением рулетки. Отклонение разбивочных осей свайных рядов от проектных не должно превышать 1 сантиметра на каждые 100 метров ряда. Разбивку свайных рядов оформляют актом, к которому

прилагают схемы расположения знаков разбивки, данные о привязке к базисной линии и к высотной опорной сети.

4 ТЕХНОЛОГИЯ СВАЙНЫХ РАБОТ

Устройство свайных фундаментов в сложных

мерзлотно-геологических условиях выполняются тремя наиболее приемлемыми и эффективными способами погружения свай: забивным, бурозабивным и буроопускным.

Забивной способ погружения, непосредственно в целик грунта, применяется на талых, оттаявших и оттаянных грунтах, содержащих в своей массе до 25% крупнообломочных включений (гальки, гравия), без валунов.

Бурозабивной способ погружения свай в лидерные скважины применяется на мёрзлых и вечномёрзлых грунтах, независимо от содержания в них крупнообломочных включений. На талых и оттаянных грунтах, только при наличии в них крупнообломочных включений, более 25%.

Буроопускной способ с установкой свай в лидерные скважины под собственным весом применяется в случаях, когда устройство свайного фундамента забивным или бурозабивным способом может вызвать деформацию фундамента близко стоящего здания, сооружения.

Из применяемых способов погружения свай бурозабивной способ имеет значительное преимущество. Поэтому и подготовка к непосредственному погружению свай начинается с устройства лидерных скважин.

5 АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДРОБЛЕНИЯ

В строительной практике применяются разные способы и устройства для бурения лидерных скважин, например: ударно- канатный при помощи станков УНС-30м, БС-1м, УКС-22м и др.; ударно- разового и циклического заглубления с помощью модернизированного штангового импульсного силового источника - дизель-молота СП-6Б1М; вращательный – самоходными буровыми машинами СО-2, СБМ и др.; навесными буровыми приводами 2НБП; НБП-90, НБП-10 и др. со сваебойных установок СКВ-12, СБУ-12.

Предпринимались попытки внедрить и другие способы бурения, например, виброударный и термомеханический, однако оба эти способа практического применения не получили. Механизмы, изготавливаемые для этих целей, оказались или непригодными, или нецелесообразными. Виброударные установки конструкции ПКБ Главстроймеханизации Минтрансстроя при попытке бурить скважины в мёрзлых грунтах, содержащие крупнообломочные включения, не выдерживали чрезмерных виброударных нагрузок.

Лидеры сжимались или разрывались, пружины вибромолота, сварные соединения, электродвигатель и другие сложные узлы быстро выходили из строя. Виброударная установка монтировалась на тракторе Т-180. Термомеханический способ бурения не получил признания из-за нецелесообразности его применения, так как мог применяться в тех же мерзлотно-грунтовых условиях, в которых бурение успешно выполнялось вращательным методом навесными буровыми приводами, с более высокой производительностью и меньшими затратами. Оборудование для термомеханического способа бурения устанавливалось на тяжелом дорогостоящем тракторе ДП-250.

Размеры лидерных скважин назначаются по таблицам 1,2, в зависимости от мерзлотно-грунтовых условий строительной площадки, проектной нагрузки на сваю, способа передачи сваей нагрузки на грунт. Глубина бурения скважины для свай-стоек принимается равной проектному заглублению.

Параметры лидерных скважин и бурового инструмента

1. Для многолетне-мерзлых (вечномерзлых) грунтов и грунтов с сезонным промерзанием.

Таблица 1.1 – Параметры при бурении скважин

Показатели	Для свай-стоек		свай - висячих	
	300×300	350×350	300×300	350×350
Коэффициент забуривания	1.0	1.0	0.9	0.9
Диаметр скважины, мм	300	350	270	315
Диаметр забурения, мм	300	350	270	315
Диаметр шнека, мм	270	320	240	285
Размер квадратной скважины, мм	300×300	350×350	290×290	340×340

1 Для талых и оттаянных грунтов при условии наличия в них крупнообломочных включений более 25 %.

Таблица 1.2 – Параметры при бурении скважин

Показатели	Для свай-стоек		свай - висячих	
	300×300	350×350	300×300	350×350
Коэффициент забуривания	1.4	1.4	1.17	1.2

Диаметр скважины, мм	420	490	350	420
Диаметр забурения, мм	420	490	350	420
Диаметр шнека, мм	390	460	320	390
Размер квадратной скважины, мм	300×300	350×350	290×290	340×340

Глубина проходки лидерных скважин для свай - висячих принимается в зависимости от проектной нагрузки на сваю, геологического состава грунта и его температурного состояния.

Надёжность свайных фундаментов, сооружаемых бурозабивным способом, зависит от размера скважин в сечении и по глубине бурения, надлежащего контроля за степенью износа бурового инструмента и своевременной его замены. По мере износа забурника и шнека скважины, одна за другой, уменьшается в диаметре, а по глубине приобретают форму усечённого конуса. В процессе погружения (забивки) свай в конусные скважины наступает момент, когда погружатель свай, например, дизель-молот, не в состоянии преодолеть сопротивление сваи погружению. В результате свая останавливается недопогруженной до проектной отметки с критическими и ложными отказами. При попытке добить её до проектного заглубления она разрушается в первую очередь в головной части. Разрушенные сваи для добивки становятся непригодными, а для фундамента – неполноценными.

Сваебойная установка СНВ 12 (общий вид), предназначена для погружения в грунт свай длиной: цельных – до 12 метров, составных – до 24 метров забивным и бурозабивным способами, для проходки лидерных скважин вращательным способом навесным буровым приводом при помощи шнека. Эффективность производства свайных работ во многом зависит от правильности выбора копров и копрового оборудования, специальной

технологической оснастки и приспособлений, обеспечивающих работоспособность установок в любых климатических и грунтовых условиях. Этот выбор должен быть сделан с учётом принятой технологии и сроков производства свайных работ, природно-климатических и грунтовых условий, конструктивных решений свайных фундаментов и требуемой производительности установок. При выборе и технико-экономическом обосновании количества и конструкций копров в составе комплекта сваебойного оборудования необходимо учитывать требуемую точность и качество погружения свай, оптимальную технологию и организацию работ в пределах свайного поля, возможность комплексной механизации производства свайных работ в зимних условиях.

В качестве погружателей на копрах используют трубчатые СП-54, СП-47А, СП-48 и штанговые СП-6Б, СП-60. Создаются как универсальные, так и специальные копровые установки, предназначенные для выполнения свайных работ при сооружении фундаментов в особых условиях строительства.

Основными факторами, определяющими выбор копров и свайного оборудования, являются: масса и длина погружаемых свай, конфигурация свайного поля и расположение свай, гидрогеологические условия, физико-механические характеристики грунтов, толщина мерзлого слоя, требуемая точность погружения свай, сроки осуществления свайных работ.

Каждая машина, предназначенная для производства свайных работ, имеет свою область рационального применения. Эффективность использования того или иного типа копров обосновывается сравнением их технико-экономических показателей (стоимость, трудоёмкость).

Наиболее рациональной машиной для погружения свай, расположенных в один или два ряда, являются серийно выпускаемые копры на базе тракторов с боковой навеской оборудования, а также мостовые копры. Последние наиболее целесообразно использовать при типовой

массовой застройке и выполнении свайных полей прямоугольной формы. Копровое оборудование с подвешенными копровыми мачтами требует обязательного опирания мачты на грунт в процессе всего цикла погружения свай, за исключением перемещения установки с одной рабочей позиции на другую. Самоходные копровые установки на базе тракторов могут выполнять все технологические операции, связанные с погружением свай длиной до 16 метров. Более длинные сваи погружают специальными копровыми агрегатами или рельсовыми копрами, чаще всего отделенными элементами со стыковкой. Для погружения свай применяют копровые агрегаты на базе полноповоротных базовых машин стреловых кранов, экскаваторов и тракторов.

Оборудование сменного типа в виде навесных копровых стрел устанавливают на экскаваторы практически без переделки последних. Сменные копровые стрелы навесного и подвесного типов наиболее распространены: их выполняют в виде вертикально расположенной решетчатой конструкции, изготовленной из металлических уголков или из труб, с направляющими для захвата свайных молотов, погружателей, наголовников. Копровые стрелы навесного типа обеспечивают погружение свай на вылетах от оси вращения экскаватора до 4-6 метров и не требуют применения устройств для пяты копровой стрелы на грунт в процессе подтаскивания и наведения свай. При работе на больших вылетах применяют копровые стрелы подвесного типа. Эти стрелы позволяют погружать сваи на вылетах до 8-10 метров от оси вращения экскаватора, но при этом в процессе подтаскивания, установки и забивки свай необходимо опирать пету копровой стрелы на грунт.

Копровое оборудование монтируется на гусеничном экскаваторе типа Э-10011 с пневматическим управлением.

Сваебойная установка оснащена электромеханическими устройствами для вспомогательных операций:

Установка копровой мачты вертикально, координатного наведения сваи на проектную точку погружения, установка мачты на грунт на время, погружение сваи и проходка лидерной скважины. Конструкция копра позволяет применять: модернизированный дизель-молот СП-6Б с массой ударной части 2-5 тонн.

6 ВЫБОР МЕХАНИЗМОВ ПОГРУЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА ДЛЯ РАБОТЫ С ПОРОДАМИ

Погружателями называются механизмы, применяющиеся для погружения в грунт элементов разных по материалу, форме, конструкции и назначению, ударным, виброударным и вибрационным способами.

Свайные молоты различают по роду привода: механические, паровоздушные, дизельные, гидравлические, электрогидравлические. Наибольшее распространение в СССР свайных работ получили дизельные молоты, в силу следующих преимуществ: полная автономность работы, простота и надёжность конструкции, безотказность работе при изменении температуры наружного воздуха.

Различают две группы дизель-молотов: штанговые, где сгорание топлива происходит в камере сгорания при форсуночном распылении; и трубчатые – с ударно-компрессионным сгоранием топлива. По отношению длины рабочего хода цилиндра к его диаметру дизельные молоты подразделяются на длинноходные (1,9 : 1,5) и короткоходные (1,0 : 0,5). Расход топлива составляет 10-12 л/ч. Если частота ударов обычных дизель-молотов составляет 42-43 удара в 1 минуту, то для быстроходных она равна 65-80 ударов.

По способу разгона ударной части при её ходе вниз штанговые молоты бывают со свободным падением ударной части (с неподвижными штангами) и с механическим (пружинным) буфером, аккумулирующим часть энергии, которая затем расходуется на разгон ударной части, увеличение энергии и частоты ударов молота (с подвижными штангами).

Штанговые молоты хорошо зарекомендовали себя на свайных работах ввиду следующих качеств: автономность и независимость от посторонних источников энергии, простота и надёжность конструкции, безотказность в работе при низкой температуре воздуха и значительной

осадке свай. При выборе молота для забивки свай учитывают предусмотренную проектом несущую способность сваи и её массу, а также грунтовые условия площадки.

Штанговые дизель-молоты (импульсные – силовые источники) применяются для погружения свай в грунты слабые и средней плотности. Применение штанговых дизель-молотов наиболее эффективно, но при отношении массы ударной части молота к массе сваи более 1,25.

Штанговый дизель-молот с массой ударной части 2,5т является основным и наиболее приемлемым погружателем свай в сложных мерзлотно-грунтовых условиях Севера. И это не случайно, так как в отличие от трубчатого дизель-молота имеет ряд существенных преимуществ: отсутствует жесткий удар, вызывающий разрушение головной части сваи; легко запускается в работу при низкой температуре окружающего воздуха (-40°C); устойчиво работает в южных районах; конструктивно пригоден и практически применяется для пробивки лидерных скважин в сезонном промерзании грунта при помощи лидера разового заглубления; смена поршневых колец производится без снятия молота с копровой установки. Штанговый дизель-молот повсеместно признан лучшим погружателем ударного воздействия для погружения свай.

Вместе с тем его технический уровень по-прежнему остаётся крайне низким. С момента изготовления первого его образца и до настоящего времени (на протяжении более 40 лет) поставляется строительным организациям с примитивным управлением при помощи четырёх верёвок, без свайного наголовника. Оголовок, приданный молоту под видом свайного наголовника, ни в коей мере не отвечает этому назначению. Плавающая шарнирная его подвеска не позволяет удерживать погруженную сваю на оси молота. Моторесурс до капитального ремонта крайне мал: по паспортным данным составляет 1000 часов, а промежуточные малозатратные ремонты, путём замены изношенных деталей новыми или ремонтных размеров

заводом-изготовителем не предусмотрены. Энергия удара после 4-5 месяцев эксплуатации молота резко снижается, в результате сваи остаются недопогруженными до проектных отметок, создавая реальную опасность деформации сооружений.

Чтобы ввести в эксплуатацию новый дизель-молот, необходимо, прежде всего, изготовить к нему свайный наголовник. Модернизация предусматривает:

- устранение конструктивных недостатков с целью повышения производительности, сокращение вспомогательных операций, высвобождение излишних рабочих на сваебойных установках за счёт изменения способа управления молотом. При устройстве свайных фундаментов на слабых грунтах, имеющих значительную толщину, всё большее распространение получают длинные сваи. Необходимое в этом случае увеличение мощности свайного молота обычно делают за счёт повышения массы ударной части. Представляет интерес возможность создания такого молота, который без изменения массы и габарита ударной части позволит повысить осадку сваи при ударе, а для длинных составных свай – обеспечить их эффективное погружение. Исследованиями установлено, что отказ сваи зависит не только от величины передаваемой ей энергии, но в значительной мере от формы импульса усилия. В частности, теоретически и экспериментами установлена прямая зависимость осадки сваи от площади активной части импульса усилия, формирующегося в голове длинной сваи.

Анализ структуры ударных импульсов, создаваемых поршнями существующих конструкций свайных молотов, показывают их невысокую эффективность. Дело в том, что обладающие значительной динамичной жесткостью, по сравнению с жесткостью сваи, поршни создают в её голове ударные импульсы с большой неравномерностью распределения усилий по времени.

Кратковременная часть импульса часто связана с разрушением головы сваи; хвостовая же часть импульса, аккумулирующая большую долю энергии, из-за малых величин усилий теряется бесполезно. Вот почему существующая тенденция увеличения массы молота, реализуемая обычно за счёт увеличения его площади поперечного сечения с целью стабильности вертикальных размеров копра, приводит к ухудшению структуры импульса. Оптимальная форма импульса кинетической энергии удара молота по свае – прямоугольная. Выполнение этого условия требует, чтобы площадь поперечного сечения молота была в 6-7 раз меньше, чем сваи. Поскольку соотношение площадей соударяющихся элементов близко к единице, сохранение прежней длины ударной части значительно уменьшает её массу и энергию удара молота. Увеличение длины молота снижает его устойчивость при значительном удорожании копра. В связи с этим предложены новые конструкции многоместных молотов, которые, создавая оптимальную прямоугольную форму импульса, увеличивают его длительность пропорционально количеству элементов и значительно повышают производительность. При ударе по свае молотом, в голове сваи формируется импульс усилия сжатия и скорости смещения постоянной интенсивности.

Первая модернизация была проведена в 1966 году. В результате усовершенствования были высвобождены по одному рабочему на каждой сваебойной установке, управление молотом при помощи верёвки было заменено пневматическим с пульта машиниста копра. При повторной модернизации в 1987 году на молоте выполнены дополнительные усовершенствования: установлены свешные головки поршня; компрессионные кольца в количестве четырёх штук расположены по новой схеме, позволяющей поддерживать постоянную компрессию на протяжении длительного срока службы молота; на молоте (ударной части) установлен специальный клапан принудительной очистки цилиндра от отработанных газов.

Известно, что в камере сгорания после очередного рабочего цикла остаётся часть газообразных продуктов сгорания ввиду отсутствия вентиляции, что создаёт помехи для полноценного смесеобразования, последующего рабочего цикла. Для устранения этого недостатка применяется продувка малым компрессором СО-2 или принудительная вентиляция камер сгорания с помощью кинетичного отсеателя выхлопных газов экскаватора, струя которых подводится резиновым шлангом к камере, продувая и удаляя продукты сгорания. Это создаёт хорошие условия качественного образования рабочей смеси; эффективность удара возрастает на 10-15%. Затраты времени при забивке 10-метровых свай сократились на 20-25%.

Возможны следующие пути увеличения мощности свайных молотов: увеличение масс ударных частей, частоты и количества ударов, растягивание длительности ударного импульса, снижение скорости передачи нагрузки от молота к свае.

Повышение эффективности погружения сваи в грунт можно получить за счёт снижения высоты подноса ударной части и введения в конструкцию дизель-молота пневмобуфера. Быстроходные дизель-молоты с пневмобуфером развивают частоту 72-78 ударов в одну минуту, что ускоряет погружение сваи в 1,5-2 раза.

Для обеспечения большей стабильности работы молота в зимний и летний периоды необходимо регулировать момент впрыска топлива в камеру сгорания. При температуре окружающего воздуха $+10^{\circ}\text{C}$ и выше момент впрыска должен быть раньше, а при отрицательной, ниже -15°C , - позже. Изменение момента впрыска достигается регулировкой зазора между болтом рычага подачи и толкателем.

Подготовка к бурению лидерных скважин

1. Навеска бурового привода на мачту сваебойной установки.

2. Фиксация бурового привода в нижней части мачты копра для подсоединения к нему бурового става (шнека с забурником).

3. Подсоединение бурового става, соответствующего проектному диаметру, к буровому приводу посредством форкопа (крестообразного шарнира).

4. Подъём бурового привода вместе с буровым ставом на высоту, равную длине шнека.

5. Установка копровой мачты в вертикальное положение механизмами выравнивания.

6. Наведение бурового става на точку бурения механизмами точного, координатного наведения.

7. Установка мачты копра на грунт при помощи опорного механизма.

1.7 Бурение скважин

1. Пуск в работу бурового привода: бурение скважин на проектную глубину; извлечение шнека из скважины.

2. Подсоединение к нижней части шнека (вместо забурника) зачистного устройства для зачистки забоя скважины.

3. Перемещение сваебойной установки к последующему месту бурения.

При бурении последующих скважин очередность технологических операций повторяется. Бурение скважин составным или телескопическим шнеком на глубину более шести метров выполняется циклично, с очисткой шнека. Результат бурения каждой скважины вносится в журнал бурения. Проходка скважин периодически чередуется с погружением свай в скважины.

Погружение свай

По окончании бурения некоторого количества скважин с мачты копра снимается буровой привод и навешивается дизель-молот. Сваебойную установку, например, СКВ 12 с навешанным молотом, перемещают к месту погружения свай – к пробуренным скважинам. К мачте копра подтаскивается свая и стропуется специальной подвешенной рамкой, соединённой стропами (цепями) с наголовником дизель-молота. Застропованную сваю вместе с дизель-молотом машинист, по команде копровщика, поднимает к мачте копра. Поднятая свая благодаря подвешенной рамке занимает отвесное положение. Ходом машины и поворотом платформы машинист подводит сваю (в отвесном положении) к скважине, а электромеханическими устройствами координатного наведения – на центр скважины. Установкой молота на сваю заканчивается подготовка к погружению сваи в скважину. По команде копровщика машинист при помощи дистанционного пневматического управления производит зацеп и подъём ударной части молота на высоту 1.3 - 1.5 метра, затем сброса ударной части молота запускается в работу молот. Через 5-6 пробных ударов копровщик останавливает молот, проверяет положение и состояние погружаемой сваи, вновь запускает молот в работу. При достижении сваей заглубления, близко к проектному, забивка сваи приостанавливается для подготовки к замеру отказа. К свае копровщик приставляет козелок-подставку, проверяет соосность дизель-молота со свайей.

Замер отказа сваи проводится тремя залогоми: два первых – контрольные выполняются двадцатью ударами, по десять ударов в залоге. Фактический остаточный отказ замеряется на третьем залоге тридцатью ударами. Если при первых двух залогох ударная часть молота в рабочем режиме не достигает нормативной высоты то замер отказа на третьем залоге выполняется одиночными ударами, с выключенной подачей топлива, с высоты сброса ударной части 2,4 – 2,2 метра – для штангового дизель-молота и 2,5-2,3 метра для трубчатых дизель-молотов. Перед выполнением третьего залога

высотное положение сваи фиксируется нанесением на неё риски на уровне козелка-подставки. Вторая фиксирующая риска наносится после десяти последних ударов молота. Промежуток между двумя последними рисками измеряется мерной линейкой с точностью до одного миллиметра и делится на десять последних ударов. Одна десятая часть промежутка между двумя рисками и есть фактический отказ погруженной сваи, который заносится в журнал забивки свай.

При погружении свай в сложных мерзлотно-грунтовых условиях фактические отметки заглубления свай не всегда соответствуют проектным. Сваи, погружённые на проектные отметки и не давшие расчетного отказа, оставляются на «отдых», продолжительность которого зависит от состава и характера прорезных и подстилающих, под концами свай, грунтов. В песчаных грунтах «отдых» длится трое суток, в связных и разнородных грунтах – 6 суток, в глинистых грунтах – от 12 до 16 суток. По истечении срока, отведённого для «отдыха», проводится повторный (контрольный) замер отказа десятью ударами с высоты сброса 2,2-2,4 метра одиночными ударами с отключённой подачей топлива. Если и после «отдыха» фактический остаточный отказ по-прежнему превышает расчётный, дальнейшие погружения свай прекращаются для выявления причины и принятия решения проектной организацией, которая и определяет необходимость проведения статического испытания, корректировки проекта свайного фундамента или части его.

Сваи длиной до 10 метров, недопогруженные более чем на 15% проектной глубины, и сваи большей длины, недопогруженные более чем на 10% проектного заглубления, дают критический отказ или близкий критическому, подвергаются обследованию для выяснения причин и принятия решений о необходимости погружения дублирующих свай. При погружении свай молотом двойного действия продолжительность последнего залога принимается три минуты, а отказ определяется как среднее значение

глубины погружения сваи от одного удара в течение последней минуты в
залоге.

7 РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА СИЛОВОГО ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА

Штанговый силовой импульсный источник (дизель – молот) состоит из поршневого блока, ударной части, направляющих штанг, траверсы, топливной системы и наголовника.

Модернизация включает в себя:

1. Разработку конструкторской и технологической документации.
2. Изготовление по рабочим чертежам заменяемых деталей и сборок в соответствии чертежа общего вида, в который входят:

- а) шабот в сварном варианте и отливка;
- б) фиксаторы шабота;
- в) серьги подвески шабота;
- г) проушины, привариваемые к блоку поршня;
- д) свайный наголовник для свай;
- е) пневматическое устройство на корпусе кошки для дистанционного управления молотом;
- ж) дополнительное крепление траверсы на штангах;
- и) пальцы присоединения шабота;
- к) болты крепления наголовника к шаботу.

Поршневой блок представляет собой стальную отливку, состоящую из поршня и основания. Поршень, полый внутри, в верхней части имеет проточки для компрессионных колец. В центре днища поршня расположен топливопровод, верхняя часть которого заканчивается форсункой, а нижняя – гнездом для установки топливного насоса. С помощью четырёх рёбер поршень прочно соединён с основанием поршневого блока.

В передней части основания находится резервуар для топлива, а в задней – два кронштейна с направляющими служат для удержания молота в мачте копра. Нижняя часть основания поршневого блока соединена

шарнирной опорой 9, состоящей из сферической петы и наголовника, которые соединены серьгой.

Шарнирная опора обеспечивает центральный удар по свае в случае некоторого смещения осей молота и сваи.

Ударная часть молота – это чугунный цилиндр 2, в котором расположена камера сгорания. Перед ударной частью расположен штырь, приводящий в действие топливный насос. Снизу ударная часть молота заканчивается четырьмя выступами, которые проходят через окна поршневого блока и передают удар шарнирной опоре 9.

Направляющие штанги 3, полые внутри, в верхней части соединены между собой траверсой 5. Между траверсой и ударной частью на направляющих штангах расположен подвижной захват – кошка 4, который служит для подъема ударной части при запуске молота. В углублении верхней части цилиндра помещён валик.

Захват – кошка зацепляется за валик с помощью крюка. Захват 4 разъединяется с ударной частью вручную поворотом рычага 6. В верхней части захвата - кошки находятся два крюка, которыми он соединён с траверсой. Траверсу поднимают канатом от лебедки копра.

Для пуска молота захват вместе с цилиндром поднимают канатом, идущим от барбиса лебедки копра, в крайнее верхнее положение. Затем захват траверсы отсоединяют и цилиндр под действием силы тяжести падает на поршень и сжимает заключенный в нем воздух, температура которого при этом повышается до 60°C.

При падении цилиндра расположенный на его поверхности штырь приводит в действие топливный насос, который подает топливо в цилиндр, где воспламеняется смесь воздуха с топливом. В результате сгорания смеси отработанные газы подбрасывают цилиндр вверх. При разъединении цилиндра с поршнем отработанные газы выходят в атмосферу.

Достигнув крайнего верхнего положения, цилиндр снова падает. С этого момента молот начинает работать автоматически до остановки топливного насоса. Высота подъема цилиндра зависит от размера отказа (длины погружения сваи от одного удара молота) сваи и достигает максимума при наименьшем отказе.

В гидросистему заливают рабочие жидкости соответствующих марок в зависимости от температуры окружающей среды: при температуре - 20°C трансформаторное масло ТКП; при температуре - 40°C используются рабочие жидкости марок типа АМН-10.

Таблица 7.1 – Техническая характеристика силового импульсного источника (дизель – молота)

Показатели	штангов ые	Трубчатые		
	СН- 661М СН-6Б	С-996 С-859	С-1047 С-949	С-1048 С-954
1. Масса ударной части, кг	2500	1800	2500	3500
2. Высота сброса ударной части для замера отказа, мм	2400	2800	2800	2800
2 Расчётная энергия одного удара молота, кгс м	2400	3200	4350	6100
4. Диаметр цилиндра, мм	345	345	400	450
5. Рабочий ход цилиндра, мм	500	400	400	400
6. Масса молота, кг	4400	3650	5800	7300

Расчет погружения сваи ударом дизель-молота

Произведем расчет применительно к штанговому молоту при следующих исходных данных

l - энергия удара = 2400 кгс·м

Q_2 - вес сваи = 2050 кг

Q_1 - вес ударной части = 4400 кг

E - модуль упругости = $10 \cdot 10^4$ кг/см²

F - поперечное сечение = $9 \cdot 10^2$ см²

l_1 - длина сваи = $9 \cdot 10 \cdot 10^2$ см

Находим статическое перемещение верхнего сечения сваи под действием силы Q_1

$$\Delta h_{CT} = \frac{Q_1 \cdot l_1}{E \cdot F} = \frac{4400 \cdot 9 \cdot 10^2 \cdot 10}{10 \cdot 10^4 \cdot 9 \cdot 10^2} = 44 \cdot 10^{-2} \text{ см.} \quad (7.1)$$

После удара сваи вместе с цилиндром будет совершать цилиндром колебания с частотой 10_1 .

Подставив найденную величину Δh_{CT} в формулу,

$$tg \omega_1 \cdot t_m = - \sqrt{\frac{2 \cdot L}{\Delta h_{CT} \cdot (Q_1 + Q_2)}} \quad (7.2)$$

определяем вынужденные колебания:

$$tg \omega_1 \cdot t_m = -\sqrt{\frac{2 \cdot 24 \cdot 10^2}{44 \cdot 10^{-2} \cdot 645 \cdot 10}} = -112$$

откуда $\omega \cdot t_m = 1,43$ рад.

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{Q_1}{M \cdot \Delta h_{CT}}} = \sqrt{\frac{4400}{645 \cdot 44 \cdot 10^{-3}}} = 3,85 \cdot 10^2 \text{ 1/см} \quad (7.3)$$

$$t_m = \frac{\omega_1 \cdot t_m}{2 \cdot \pi} \cdot T = \frac{1,43}{2 \cdot \pi} \cdot T = 0,228T \text{ сек.} \quad (7.4)$$

Находим,

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega_1} = \frac{6,28}{3,82 \cdot 10^2} = 1,65 \cdot 10^{-2} \text{ сек.} \quad (7.5)$$

откуда $t_m = 2,28 \cdot 10^{-1} \cdot 1,65 \cdot 10^{-2} = 3,76 \cdot 10^{-3} \text{ сек.}$

Следовательно, продолжительность совместного движения цилиндра и верхнего сечения сваи донной характеристики составляет $t_m = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ см.}$

Подставим t_m в формулу,

$$g_1(t) = \Delta h_{CT} \left[\frac{g_1 \cdot \omega_1}{g} \cdot \sin \omega_1 t + (1 - \cos \omega_1 t) \right] = \Delta h_{CT} \psi \quad (6)$$

найдем величину динамических колебаний

$$\varphi = \frac{4,65 \cdot 2,62 \cdot 10^2}{9,81} \cdot 0,999 + (1 - 0,084) = 123 \quad (7.7)$$

отсюда минимальное перемещение цилиндра вместе с головой сваи

$$\Delta h_y = \Delta h_{CT} \cdot \psi = 44 \cdot 10^{-2} \cdot 123 = 5,4 \text{ см.}$$

Тепловой расчет силового импульсного источника

Основными данными для теплового расчета силового импульсного источника являются топливо и его состав, степень сжатия E , давление окружающего воздуха P_0 , температура окружающего воздуха T_0 , эффективная энергия и т.д. Для иллюстрации порядка расчета произведем тепловой расчет дизель-молота штангового типа СП-6Б при следующих исходных данных:

L_e - эффективная энергия = 2400 кг·м

Дизельное топливо со следующим химическим составом:

C – углерод – 0,86

H – водород – 0,13

O – кислород – 0,01

Вначале находим теоретически необходимое количество воздуха L_0

$$L'_0 = \frac{1}{0,23} \cdot \left(\frac{8}{3} \cdot C + 8 \cdot f \cdot L - O_m \right) = \frac{1}{0,23} \left(\frac{8}{3} \cdot 0,86 + 8 \cdot 0,13 - 0,01 \right) = 14,5 \text{ кг/кг топлива.}$$

или в молях,

$$L'_0 = \frac{L_0}{m_g} = \frac{14,5}{28,95} = 0,501 \text{ моль/кг топлива,}$$

где $m_g = 28,95$ - молекулярный вес воздуха,

0,23 - весовая доля содержания кислорода в воздухе

Для определения действительного количества воздуха следует принять значение коэффициента избытка воздуха α_1 , который колеблется от 1,3 до 1,7.

Принимаем $\alpha = 1,5$

Тогда действительное количество воздуха будет равно:

$$L = \alpha \cdot L_0 = 1,5 \cdot 14,5 = 21,8 \text{ кг/кг топлива,} \quad (7.9)$$

или в молях

$$L' = \frac{21,8}{28,95} = 0,752 \text{ моль/кг топлива}$$

Определим состав продукта сгорания $G_{пр.сг.}$ в кг.

$$CO_2 = \frac{11}{3} \cdot C = \frac{11}{3} \cdot 0,86 = 3,15 \text{ кг.}$$

$$H_2O = 9 \cdot H = 9 \cdot 0,13 = 1,17 \text{ кг.}$$

$$N_2 = 0,77 \cdot L = 0,77 \cdot 21,8 = 16,78 \text{ кг}$$

$$O_2 = 0,23 \cdot L_0 \cdot (\alpha - 1) = 0,23 \cdot 14,5 \cdot 0,5 = 1,67 \text{ кг}$$

$$\text{Всего } G_{пр.сг.} = 22,77 \text{ кг.}$$

Проверка дает,

$$G_{пр.сг.} = 1 + 2L_0 = 1 + 21,8 = 22,8 \approx 22,77 \text{ кг} \quad (7.9)$$

Состав продуктов сгорания $M_{np.cг.}$ в молях:

$$CO'_2 = \frac{C}{12} = \frac{0,86}{12} = 0,0716 \text{ моль.}$$

$$H'_2 = \frac{H}{2} = \frac{0,13}{2} = 0,065 \text{ моль.}$$

$$N_2 = 0,79 \cdot L' = 0,79 \cdot 0,752 = 0,594 \text{ моль.}$$

$$O_2 = 0,21 \cdot L'_0 \cdot (\alpha - 1) = 0,21 \cdot 0,501 \cdot 0,5 = 0,0526 \text{ моль} \quad (7.10)$$

Всего:

$$M_{np.cгp.} = 0,7832 \text{ моль.}$$

Коэффициент молекулярного изменения равен

$$\beta_0 = \frac{M_{np.cгp.}}{L'} = \frac{0,7832}{0,752} 1,04. \quad (7.11)$$

Средние молекулярные теплоемкости продуктов сгорания $(ml_v)_{np.cгp.}$

$$(ml_v)_{np.cгp.} = P_{CO_2} (ml_v)_{CO_2} + P_{H_2O} \cdot (ml_v)_{H_2O} + P_{N_2} \cdot (mC_v)_{N_2} + P_{O_2} \cdot (ml_v)_{O_2}, \quad (7.12)$$

где P - объемные доли газов в смеси;

ml_v - средняя молярная теплоемкость составляющих газов при
постоянном объеме.

Средняя молярная теплоемкость продуктов сгорания при постоянном давлении будет

$$\begin{aligned}
 (mc_p)_{np.cзp.} &= \frac{0,0716}{0,7832} \cdot (8,61 + 0,00485 \cdot t) + \frac{0,065}{0,7832} \cdot (7,855 + 0,0013 \cdot t) + \frac{0,594}{0,7832} \times \\
 &\times (6,92 + 0,000613 \cdot t) + \frac{0,0526}{0,7832} \cdot (7,06 + 0,000813 \cdot t) = 6,98 \cdot t + 0,000876 \cdot t
 \end{aligned}$$

Средняя молярная теплоемкость продуктов сгорания при постоянном объеме равна,

$$(ml_v)_{np.cзp.} = (ml_p)_{np.cзp.} - 1,985 ; \quad (7.13)$$

$$(ml_v)_{np.cзp.} = 6,987 + 0,00087 \cdot t - 1,985 = 5,002 + 0,000876 \cdot t$$

Определим значение параметров в начале сжигания (P_H, T_H) и в конце сжатия (P_C, T_C) .

Для расчета принимаем $P_H = 1,05$ атм, температура окружающего воздуха $T_0 = 288$ К, фактическая степень сжатия для штангового молота $\varepsilon = 14$, давление остаточных газов $P_r = 1,01$, а температура $T_p = 740^\circ \text{K}$.

Температура в конце впуска с учетом теплообмена определяется по формуле,

$$T_a = T'_a - \delta \cdot T_a = 324 + 10 = 334^\circ \text{K}. \quad (7.14)$$

$$T'_a = \frac{\varepsilon \cdot P_a \cdot T_0}{\varepsilon \cdot P_a - P_0 \cdot \frac{T_p - T_0}{T_p}} = \frac{14 \cdot 1,05 \cdot 288}{14 \cdot 1,05 - 1,01 \cdot \frac{740 - 288}{740}} = 324^\circ \text{K} \quad (7.15)$$

где $\delta \cdot T_a$ - повышение температуры за счет теплообмена со степенями, 10-20°K.

$$I^v = \frac{T_0}{P_0 \cdot (\varepsilon - 1)} \left(\frac{P_a}{T_a} \cdot \varepsilon - \frac{P_p}{T_p} \right) = \frac{288}{10 \cdot (14 - 1)} \cdot \left(\frac{1,05}{344} \cdot 14 - \frac{1,01}{740} \right) = 0,92 \quad (7.16)$$

Величина коэффициента остаточных газов может быть принята в пределах значений, приведенных ранее, или рассчитана по формуле,

$$\gamma = \frac{P_p \cdot T_0}{\eta_v \cdot (\varepsilon - 1) \cdot T_p \cdot P_0} = \frac{1,08 \cdot 288}{0,92 \cdot (14 - 1) \cdot 740 \cdot 1,0} = 0,0352. \quad (7.17)$$

Температура конца сжатия определяется по формуле,

$$T_c = 334 \cdot 14^{1,37-1} = 890 \text{ К.}$$

Давление в конце сжатия равно,

$$P_c = P_H \cdot \varepsilon^{H_1} = 1,05 \cdot 14^{1,37} = 39 \text{ кг/м}^2, \quad (7.18)$$

где n_1 - средний показатель линии сжатия принимается равным 1,37.

Для определения параметров процесса сгорания задается степенью повышения давления и коэффициентом выделения тепла λ . В нашем расчете принимается $\lambda = 1,5$. Коэффициент выделения тепла принимаем $\xi = 0,85$

При этих условиях минимальное давление в цилиндре будет равно:

$$P_t = \lambda \cdot P_c = 1,5 \cdot 39 = 58 \text{ кг/см}^2. \quad (7.19)$$

Температура сгорания T_t определяется из следующего уравнения:

$$(\beta_0 + \gamma) \cdot (m \cdot l_p)_{np.ccp.} + t_t + 543 = (m \cdot l_v)_B \cdot t_t + \gamma \cdot (m \cdot C_v)_{np.ccp.} \cdot t_c + \lambda \cdot (1 + \gamma) \cdot 1,985 \times \\ \times (t_c + 273) + \frac{\xi \cdot H_0}{\alpha \cdot L_0}, \quad (7.20)$$

где t_c и t_t - температура газов в точках C и Z индикаторной диаграммы;

$(m \cdot l_v)_B$ - средняя молекулярная теплоемкость воздуха, величина которой принимается по таблицам для температуры $t_c = 638^\circ \text{C}$, $m \cdot l_v = 5,304$;

H_n - низкая теплотворная способность топлива (для нашего примера $H_n = 10000$ кал/кг).

H_n

$$(1,04 + 0,0352) \cdot [6,987 + 8,76 \cdot 10^{-4} \cdot t_t] \cdot t_t + 543 = 5,304 \cdot 638 + 0,00352 \cdot (5,002 + 8,76 \cdot 10^{-4} \cdot 638) \cdot 638 + 1,5 \cdot (1 + 0,0352) \cdot 1,985 \cdot (638 + 273) + \frac{0,85 \cdot 10^{-4}}{0,752},$$

$$9,42 \cdot 10^{-4} \cdot t_t^2 + 7,51 \cdot t_t + 17027 = 0,$$

откуда,

$$T_t = t_t + 273 = 1810 + 273 = 2083^0 \text{ K}.$$

Степень предварительного расширения ρ определяется по формуле:

$$\rho = \frac{\beta \cdot T_t}{\lambda \cdot T_c} = \frac{1,03 \cdot 2083}{1,5 \cdot 390} = 1,57, \quad (7.21)$$

где $\beta = \frac{\beta_0 - \gamma}{1 + \gamma} = \frac{1,04 + 0,0352}{1 + 0,0352} = 1,03.$ (7.22)

Параметры (давление P_ϵ и температура T_ϵ) в конце расширения рассчитывается по следующим формулам:

$$P_b = P_t \cdot \left(\frac{P}{\epsilon} \right)^{H_2} = 58 \cdot \left(\frac{1,57}{14} \right)^{1,28} = 3,44 \text{ кг/см}^2. \quad (7.23)$$

$$T_\epsilon = T_t \cdot \left(\frac{P}{\epsilon} \right)^{H_2-1} = 2083 \cdot \left(\frac{1,57}{14} \right)^{1,28-1} = 1135^0 \text{ K}. \quad (7.24)$$

где n_2 - средний показатель линии расширения: принят равным 1,28.

Среднее индикаторное давление нагруженной диаграммы (P_i') рассчитывается по формуле:

$$P_i' = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \cdot \left[L \cdot (p - 1) + \frac{L_p}{n_1 - 1} \cdot \left[1 - \left(\frac{P}{\varepsilon} \right)^{n_1 - 1} \right] - \frac{1}{n_1 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] =$$

$$= \frac{39}{14 - 1} \cdot \left[1,5 \cdot (1,57 - 1) + \frac{1,5 \cdot 1,57}{1,28 - 1} \cdot \left[1 - \left(\frac{1,57}{14} \right)^{1,28 - 1} \right] - \frac{1}{1,97 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{14^{1,97 - 1}} \right) \right] = 9,10$$

$$\text{кг/м}^2 = 0,91 \text{ МПа.}$$

При переходе P_i' к среднему индикаторному давлению P_i действительной диаграммы применяется следующая формула:

$$P_i = \varphi \cdot \rho_r' = 0,93 \cdot 9,1 = 8,44 \text{ кг/м}^2 = 0,844 \text{ пна}$$

где φ - коэффициент полноты диаграммы, или коэффициент округления диаграммы, численно изменяющийся от 0,92 до 0,97.

Среднее эффективное давление (P_c) будет иметь значение

$$P_c = \eta_m \cdot \rho_i = 0,75 \cdot 8,44 = 6,35 \text{ кг/см}^2 = 0,635 \text{ МПа,}$$

где η_m - механический К.П.Д. для дизель-молотов принимается в пределах от 0,7 до 0,8.

Удельный индикаторный расход топлива равен:

$$g_i = 9215 \cdot \frac{P_0 \cdot n_v}{T_0 \cdot \alpha \cdot L_0 \cdot P_i} = 9215 \cdot \frac{1,01 \cdot 0,92}{288 \cdot 21,8 \cdot 8,44} = 162 \text{ г/л л и.} \quad (7.25)$$

$$\text{Эффективный расход топлива } g_e = \frac{g_i}{\eta_m} \frac{162}{0,75} = 216 \text{ г/л сч} \quad (7.26)$$

Расчет главных размеров цилиндра и его кинематики

Главные размеры цилиндра рассчитываются, исходя из заданной энергии удара молота и найденной величины среднего эффективного давления P_e .

Эффективная энергия дизель-молота L_e равна:

$$L_e = P_e \cdot V_n, \quad (7.27)$$

где V_n - рабочий объем цилиндра,

$$V_n = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h; \quad (7.28)$$

Следовательно, зная V_e , можно определить или диаметр или рабочий ход цилиндра (поршня) h из следующих соотношений,

$$D^2 = \frac{4 \cdot V_n}{\pi \cdot h} = \frac{4 \cdot V_n}{\pi \cdot \left(\frac{h}{D}\right) \cdot D}, \quad (7.29)$$

откуда диаметр цилиндра D будет равен:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_n}{\pi \cdot \left(\frac{h}{D}\right)}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_n}{\pi \cdot \psi}}, \quad (7.30)$$

Коэффициент отношения рабочего хода к диаметру $\psi = \frac{h}{D}$ в современных дизель-молотах колеблется в больших пределах, поэтому рекомендуется принимать для штанговых молотов отношение ψ в пределах 1,3-1,6.

Пользуясь приведенными формулами и заданным значением $L_e = 2400$ кгм, а также принимая коэффициент отношения ψ равным 1,3, находим V_h и h .

$$V_h = \frac{L_e}{P_e} = \frac{2400}{635} = 3,78 = 380 \text{ л.} \quad (7.31)$$

Диаметр цилиндра равен:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 38 \cdot 10^7}{3,14 \cdot 1,3}} = 335 \text{ мм.}$$

Ход цилиндра (поршня) равен:

$$h = \psi \cdot D = 1,3 \cdot 335 = 436 \text{ мм.} \quad (7.32)$$

Полный объем цилиндра (V_n) равен:

$$V_n = V_L + V_c,$$

где V_c - объем камеры сгорания.

Полный объем (V_a) может быть выражен через рабочий объем V_n следующей зависимостью:

$$\frac{V_a}{V_n} = \frac{V_a}{V_a - V_c} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}, \quad (7.33)$$

$$V_a = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot V_n = \frac{14}{14 - 1} \cdot 380 = 410 \text{ л} \quad (7.34)$$

Объем камеры сгорания V_c равен:

$$V_c = V_a - V_L = 436 - 410 = 26 \text{ л.} \quad (7.35)$$

Для исследования динамики дизель-молота можно рассматривать или энергетические преобразования, или изменение сил и ускорений.

Воспользуемся первым вариантом и рассмотрим индикаторную работу по ходам ударной части.

Работа расширения L_p равна:

$$L_p = L_i + L_c = 1244 + 460 = 1704 \text{ кг м,}$$

где L_i - индикаторная работа за один двойной ход (определяется расчетом).

Для нашего примера L_i равна:

$$L_i = p_i \cdot F \cdot h = 8,44 \cdot 380 \cdot 0,486 = 1400 \text{ кпи.} \quad (7.36)$$

где L_c - работа сжатия воздуха, рассчитывается по формуле:

$$L_c = \frac{1,05 \cdot 410 \cdot 10^4}{1,37 - 1} \cdot (4^{1,37-1} - 1) = 390 \cdot 10^4 \cdot 1,05 = 520 \text{ кгм.} \quad (7.37)$$

Известно, что при работе молота на погружающейся свае часть энергии расширения идет на осадку сваи, а другая на подъем ударной части. Величина энергии L_{σ} , затрачиваемая на осадку сваи силой газов, изменяется от минимума при малом сопротивлении сваи до минимума – в конце забивки сваи, когда её погружение в грунт практически прекращается. Если принять, что величина работы, совершаемой силой давления газов в погружении сваи, составляет в начале забивки 25% от индикаторной работы L_i , то на подъем ударной части вверх остается энергия падения L_n , равная:

$$L_n = L_p - L_{\sigma} = 1704 - \frac{25 \cdot 1244}{100} = 1389 \text{ кгм.} \quad (7.38)$$

При движении ударной части вверх часть энергии расходуется на преодоление силы трения и лобовое сопротивление воздуха.

Потери на трение и лобовое сопротивление можно принимать в пределах 0,25-0,20 от L_n

$$L_{mp} = (0,25 - 0,20) \cdot L_n = 0,20 \cdot 1389 = 278 \text{ кгм}$$

Найденное значение L_n и L_{mp} позволяют определить рабочую высоту подъема ударной части:

$$H_p = \frac{L_n - L_{mp}}{Q} = \frac{1389 - 278}{2500} = 1,45 \text{ м} \quad (7.39)$$

При нулевом отказе, то есть при работе дизель-молота на жестком основании, вся энергия будет расходоваться на падение ударной части и преодоление сопротивлений.

Тогда при полной подаче топлива минимальная высота подъема будет равна:

$$H_{max} = \frac{L_p \cdot L_{mp}}{Q} = 2,28 \text{ м.} \quad (7.40)$$

Для расчета числа ударов молота можно исходить из предположения, что большая часть движения ударной части происходит под действием постоянного усилия или при подъеме, так и при свободном падении.

Поэтому время полного цикла можно определить по формуле:

$$t = 2 \cdot \sqrt{\frac{2H_p}{a}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,45}{8,34}} = 1,33 \text{ сек.} \quad (7.41)$$

где H_0 - рабочая высота подъема ударной части при нормальном режиме молота.

a - ускорение в м/сек²

a

$$a = \frac{Q - F_{mp}}{a} = \frac{2500 - 2500 \cdot 0,15}{2500} 8,34 \text{ м/сек}^2$$

Таким образом, рассматриваемый дизель-молот будет делать 45 ударов в минуту.

Перспективы развития.

Дальнейшее повышение производства агрегатов можно добиться несколькими путями. Одним из них является многопозиционность проведения операции, другим – применение одного погружающего механизма с конструктивными устройствами, позволяющими совмещать операции забивки с операциями, например, подтаскивание сваи и заводкой её в наголовник. В ближайшее время, учитывая возрастающий спрос, а также повышение требования к эксплуатационным качествам машины, представляется необходимым провести ряд исследовательских и конструкторских работ, направленных на повышение эффективности и надёжности дизель-молотов.

8 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИСТОЧНИКА

Расчётно-аналитический метод определения припусков на механическую обработку.

Тип производства – серийный.

Масса заготовки – 2,88.

Масса детали – 2,36.

Вид заготовки: вал импульсного силового источника (представлен на листе графической части).

Рассчитать припуск на механическую обработку поверхности диаметром 30 К6 $\begin{smallmatrix} +0,024 \\ -0,013 \end{smallmatrix}$

Коэффициент использования металла:

$$K_m = \frac{m_d}{m_z} = \frac{2,36}{2,88} = 0,82$$

Заготовка штампование на ТКМ.

Расчет припусков заготовки считаем по формуле:

$$2 \cdot t_{ном i} = 2 \cdot \left(R_{z,i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} \right) + \delta_{i-1}$$

где $R_{z,i-1}$ - высота неровностей;

T_{i-1} - глубина дефектовочного слоя поверхности;

ρ_{i-1} - пространственные отклонения;

δ_{i-1} - допуск диаметрического размера заготовки;

Расчет величины пространственных отклонений штамповки, подготовленной к токарной обработке, производится по формуле:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кр}^2 + \rho_{ц}^2},$$

где $\rho_{см}$ - погрешность заготовки по смещению $\rho_{см} = 1,4$ мм;

$\rho_{кр}$ - погрешность заготовки по кривизне $\rho_{кр} = \Delta\kappa \cdot L$,

где $\Delta\kappa$ - кривизна штамповки типа lux;

L - длина заготовки;

$$\rho_{кр} = 0,002 \cdot 282 = 0,8 \text{ мм};$$

$\rho_{ц}$ - погрешность центровки

$$\rho_{ц} = 0,25 \cdot \sqrt{\delta^2 + 1},$$

где δ - допуск на диаметрический размер заготовки

$$\delta = 3,7 \text{ (табл. 32, стр. 192 (1))};$$

$$\rho_{ц} = 0,25 \cdot \sqrt{3,7^2 + 1} = 0,957 \text{ мм},$$

$$\text{тогда } \rho_0 = \sqrt{1,4^2 + 0,8^2 + 0,957^2} = 1,765 \text{ мм}.$$

Величина пространственных отклонений (остаточной кривизны) для рассматриваемого случая:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_0 = 0,06 \cdot 1,765 = 0,105 \text{ мм}$$

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho_0 = 0,04 \cdot 1,765 = 0,070 \text{ мм}$$

После предварительного шлифования

$$\rho_3 = 0,02 \cdot \rho_0 = 0,02 \cdot 1,765 = 0,035 \text{ мм}$$

Величиной остаточных отклонений после окончательного шлифования пренебрегаем, ввиду его малости, $\rho_4 = 0$

Таблица данных для выполнения расчета промежуточных припусков аналитическим методом.

Расчет минимальных промежуточных припусков для случая обработки в центрах проводим по формуле (3; стр.86):

Для удобства расчета сводим в таблицу 8.2.

Расчет промежуточных припусков ведем от исходного размера шейки – наибольшего предельного размера путем последовательного прибавления к исходному расчетному размеру диаметра номинальных припусков

Таблица 8.1 – Результаты расчета припусков

Последовательность выполнения	Класс точности	обозначение	Шероховатость	величина		
				Дефектного слоя	Простран отклон	Погрешн. установки
Заготовка-штамповка	2 гр.	+2400 -1300	240	250	1765	
Предварительное точение	h 12	250	50	250	105	0
Чистовое точение	h 11	160	10	50	70	0
Предварительное шлифование	h 9	62	6,3	100	35	0
Чистовое шлифование	h 6	19	1,6	15	0	0

$(2 \cdot Z_{ном4}, 2 \cdot Z_{ном3}, 2 \cdot Z_{ном2}, 2 \cdot Z_{ном1})$ в порядке, обратном ходу

технологического процесса. Округление промежуточных размеров

производим в сторону увеличения припусков до того же знака десятичной дроби.

Таблица 8.2- Числовые значения припусков

Величина номинального промежуточного припуска и формула для его расчёта, мм	Числовое значение припусков, мм
<p>При предварительном точении</p> $2Z_{ном1} = 2 \cdot (R_{Z0} + T_0 + \rho_0) + \delta_0 =$ $2 \cdot (40 + 250 + 1765) + 1300 = 6040$	$2Z_{ном1} = 6,04$
<p>При чистовом точении</p> $2Z_{ном2} = 2 \cdot (R_{Z1} + T_1 + \rho_1) + \delta_1 =$ $2 \cdot (0 + 250 + 105) + 250 = 926$	$2Z_{ном2} = 0,926$

При предварительном шлифовании $2Z_{ном3} = 2 \cdot (R_{Z3} + T_3 + \rho_3) \cdot \delta_2 =$ $2 \cdot (3 + 50 + 70) \cdot 160 = 320$	$2Z_{ном3} = 0,320$
При чистовом шлифовании $2Z_{ном4} = 2 \cdot (R_{Z4} + T_4 + \rho_4) \cdot \delta_3 =$ $2 \cdot (2 + 100 + 0) \cdot 62 = 197$	$2Z_{ном4} = 0,197$
Общий припуск заготовки $2Z_{общ0} = \sum 2Z_i = 7430$	$2Z_{общ0} = 7,490$

Производим расчет промежуточных припусков от исходного размера шейки – наибольшего предельного размера готовой шейки детали путем последовательного прибавления к исходному расчетному диаметру номинальных припусков

$2 \cdot Z_{ном4}; 2 \cdot Z_{ном3}; 2 \cdot Z_{ном2}; 2 \cdot Z_{ном1}$ в порядке обратному ходу технологического процесса.

Округление промежуточных размеров производим в сторону увеличения припусков до того же знака десятичной дроби.

Таблица 8.3- Промежуточные размеры

Наименование определяемой величины и формула для её расчёта	Условное обозначение	Числовое значение величины
1	2	3
Чертёжный размер поверхности	$D_{черт}$	$30h6 \begin{smallmatrix} \text{—} 0,018 \end{smallmatrix}$
Наибольший предельный размер	$D_{исх}$	30,0

продолжение таблицы 8.3

1	2	3
Номинальный припуск на диаметр при чистовом шлифовании	$2Z_{ном4}$	0,107
Расчётный диаметр после предварительного шлифования $D_{расч3} = D_{исх} + 2Z_{ном4}$	$D_{расч}$	30,197
Округлённый диаметр после предварительного шлифования	D_3	30,2
Номинальный припуск на диаметр при предварительном шлифовании	$2Z_{ном3}$	0,327
Расчётный диаметр после чистового точения $D_{расч2} = D_3 + 2Z_{ном3}$	$D_{расч2}$	30,52
Округлённый диаметр после чистового точения	D_2	30,6
Номинальный припуск на диаметр при чистовом точении	$2Z_{ном2}$	0,926
Расчётный диаметр после предварительного точения $D_{расч1} = D_2 + 2Z_{ном2}$	$D_{расч1}$	31,516
Округлённый диаметр после предварительного точения	D_1	31,6
Номинальный припуск на диаметр при предварительном точении	$2Z_{ном1}$	6,04
Расч. диаметр заготовки-штамповки	$D_{расч}$	37,64
Округ. диаметр заготовки-штамповки	D_0	37,7

2. Расчет режима резания при точении $\phi 30$ h 6

Для обработки поверхности $\phi 30$ мм выбирали резец проходной прямой упорный с пластиной из твердого сплава Т 15 К6 ГОСТ 18878-73.

$H=20$ мм; $B=12$ мм; $L=100$ мм;

Резец токарный отрезной пластинчатый ГОСТ 18881-73.

$H=12$; $B=3$; $L=85$ мм; $a=3$

Токарно-винторезный станок

глубина: $t^{черн} = 10$

$$t^{чист} = 0,6$$

Подача при черновом точении

$$S=0,6 \text{ мин/об.}$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v;$$

где C_v - постоянная величина, зависящая от ряда факторов: материала, инструмента $C_v = 350$

T - среднее значение стойкости режущего инструмента, $T = (30 \div 60)$

x, y, m - показатели в степени, зависящие от характеристики подачи режущего материала резца и вида обработки

$$x = 0,15; \quad y = 0,35; \quad m = 0,2$$

K_v - коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки $K_{m\cdot l}$, состояние поверхности $K_{n\cdot l}$, материала инструмента $K_{u\cdot l}$.

$$K_{m\cdot b} = K_m \cdot \left(\frac{750}{\tau_B} \right)^{n\cdot l} - \text{коэффициент, учитывающий качество}$$

обрабатываемого материала.

$$K_c = 1; \quad n_l = 0,9; \quad B_B = 750 \text{ МПа};$$

$$K_{m\cdot u} = 1 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{0,9} = 1$$

$$K_{\text{л}} = K_{m\cdot\text{ч}} \cdot K_{n\text{л}} \cdot K_{u\cdot\text{л}} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9,$$

тогда
$$g^{\text{черн}} = \frac{350 \cdot 0,9}{60^{0,2} \cdot 1,0^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} = 115,3 \text{ м/мин.}$$

Подача при чистовом точении

$$S = \frac{C \cdot R_z^4 \cdot T^u}{t^x \cdot y^Z \cdot \varphi_1^Z}$$

$$C = 0,8; \quad x = 0,3; \quad R_z = 10$$

$$\varphi = 70; \quad \varphi_1 = 10; \quad y = 1,4$$

$$Z = 0,35; \quad u = 0,7; \quad r = 1,5$$

$$S = \frac{0,08 \cdot 10^4 \cdot 1,5^{0,7}}{0,6^{0,3} \cdot 70^{0,35} \cdot 10^{0,35}} = 0,35 \text{ мм/об.}$$

Выбираем 0,3

$$g^{\text{чист}} = \frac{378 \cdot 0,9}{60^{0,2} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} = 233 \text{ м/мин,}$$

где $C_{\text{л}} = 378; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2; \quad m = 0,2; \quad t = 0,6$

Уточняем скорость при черновом точении

$$n^{\text{черн}} = \frac{1000 \cdot g}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 116,3}{3,14 \cdot 37,7} = 774 \text{ об/мин.}$$

выбираем $n = 800 \text{ об/мин}$

$$g^{\text{черн}} = \frac{3,14 \cdot 37,7 \cdot 800}{1000} = 196,4 \text{ м/сек.}$$

Уточняем скорость при чистовом точении

$$n^{\text{чист}} = \frac{1000 \cdot 233}{3,14 \cdot 30,6} = 2427 \text{ об/мин}$$

выбираем $n = 2000 \text{ об/мин.}$

$$g^{\text{чист}} = \frac{3,14 \cdot 30,6 \cdot 2000}{1000} = 281 \text{ м/мин.}$$

Определяем силу резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^m \cdot K_p,$$

где C_p - постоянная $C_p = 300$

x, y, n - показатели степени качества обрабатываемого материала.

$$x=1, \quad n=0,15 \quad y=0,75 \quad (2)$$

$$K_p = K_{m.p} \cdot K_{л.p} \cdot K_{γ.p} \cdot K_{r.p} \cdot K_{Γ.p}$$

$$K_{m.p} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{np} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1;$$

$$K_{л.p} = 0,94; \quad K_{γ.p} = 1,1; \quad K_{л.p} = 1; \quad K_{Γ.p} = 0,93$$

$$K_p = 1 \cdot 0,44 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,96,$$

$$\text{тогда } P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 4,0^{0,15} \cdot 116,3^{0,15} \cdot 0,96 = 3670 \text{ Н.}$$

Определяем мощность резания

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{102 \cdot 60} = \frac{367 \cdot 196,4}{102 \cdot 60} = 9,7 \text{ кВт.}$$

При полученной мощности выбираем токарно-винторезный станок 1К62Б N=10 кВт.

Коэффициент загрузки станка

$$\eta = \frac{N_{\text{факт}}}{N_{\text{уст}}} = \frac{9,7}{10} = 0,97$$

Технологические нормы времени

$$t_{\text{осн}} = \frac{l \cdot i}{S \cdot n},$$

где l - длина обработки,

i - число рабочих ходов,

S - подача,

n - число оборотов.

$$t_{\text{осн}} = \frac{45 \cdot 1}{0,6 \cdot 800} = 0,23 \text{ мин}$$

Вспомогательное время:

$$t_{bc} = (0,5 - 1,5) \cdot t_{\text{осн}} = 0,11 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{он}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}} = 0,23 + 0,11 = 0,34 \text{ мин.}$$

$$t_{To} = 0,06 \cdot t_{\text{он}} = 0,06 \cdot 0,34 = 0,02 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{орг}} = (4 \div 8) \cdot t_{\text{он}} = 0,34 \cdot 0,06 = 0,020 \text{ мин.}$$

$$t_{mp} = 0,025 \cdot t_{onp} = 0,025 \cdot 0,34 = 0,008 \text{ мин.}$$

$$t_{um} = t_{ocн} + t_{To} + t_{opz} + t_{ec} + t_{mp} = 0,23 + 0,11 + 0,34 + 0,02 + 0,020 + 0,008 = 0,7$$

9. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

Понятие управление качеством трактуется как часть менеджмента качества, сфокусированная на выполнении требований качества. То есть это действия, использующие методы и виды деятельности оперативного характера в целях удовлетворения требований к качеству. А улучшение качества — как часть менеджмента качества, сфокусированная на увеличении его эффективности и продуктивности. Улучшению качества способствуют мероприятия, предпринимаемые внутри и вне организации с целью повышения эффективности и результативности деятельности и процессов для получения выгоды, как для организации, так и для ее потребителей. Приняв данную терминологию, рассмотрим принципы управления качеством.

Принцип целенаправленности определяет необходимость иметь четкую цель в области качества. Ведущие специалисты в области качества уверены, что экономика находится на стыке конкуренции двух концепций: качества и цены. При этом явным победителем на мировых рынках все чаще становится качество. Это приводит к тому, что в стратегических целях современных организаций акцент делается на качество, обеспечивающее низкую себестоимость продуктов труда и повышенные возможности ценовых маневров фирмы на рынках сбыта.

Начальной общей функцией любого управления является планирование. Поэтому значение принципа плановости в управлении качеством очевидно. Планирование качества — часть менеджмента качества, сфокусированная на установление и интерпретацию политики качества, целей качества и требований качества и специфицирующаяся (детально определяющая), как это будет достигнуто. Следовательно, планирование качества в первую очередь связано с выработкой и принятием решения в области качества.

Этот принцип требует применения методов планирования и прогнозирования, методов оптимизации на основе альтернативных вариантов решений, системного анализа.

Принцип системности определяет системный подход к обеспечению качества. Учитывая значение принципа системности, остановимся на нем подробнее. Как известно, система управления — это система для установления политики и целей, а также для достижения этих целей. Концепция системы управления качеством основывается на целом ряде специфических положений, “приземленных” к задачам предприятия в области качества с учетом конкретного потребителя.

Система качества должна однозначно определять такие взаимосвязанные аспекты, как потребности и интересы предприятия, запросы потребителей.

Данный принцип, определяющий сущность системы качества, устанавливает систему качества как организационную структуру предприятия, распределение по ней соответствующей ответственности и полномочий, а также процедуры, процессы и работы, обеспеченные необходимыми ресурсами (материальными, трудовыми) для осуществления общего руководства качеством.

Следовательно, созданная на конкретном предприятии система качества является средством реализации руководством предприятия определенной политики и достижения поставленных целей в области качества продукции.

Принцип комплексности в управлении качеством имеет особое значение, так как сегодня решить проблему обеспечения качества можно, только уделяя внимание всем аспектам, от которых она зависит.

Комплексный подход к управлению качеством предусматривает, с одной стороны, учет влияния всех компонентов разработки и технологической цепочки создания продукции, а с другой — управление

функциональным качеством система качества должна воздействовать на большое число факторов.

Требования комплексного подхода при управлении качеством должны строго выполняться при создании системы управления качеством организации.

На основании рассмотренных принципов управления качеством и основных требований для их реализации можно сделать важнейший вывод о том, что система качества входит органической частью в систему управления предприятием, т.е. функционирует одновременно со всеми остальными видами его деятельности и взаимодействует с ними. Именно это обеспечивает единство количественных и качественных аспектов производства

Обязанности менеджеров по управлению качеством:

1. Как постоянную задачу установить непрерывное повышение технического и функционального качества.
2. Принять установку на абсолютную недопустимость дефектов (в материалах, продукции, квалификации персонала).
3. Исключить зависимость от массового контроля.
4. Прекратить заключать контракты, руководствуясь только низкой ценой.
5. Обнаруживать проблемы и устранять их до проявления.
6. Обучать всех работников, в том числе администрацию.
7. Внедрять новые методы руководства: менеджеры, мастера и контролеры — не судьи, а учителя, помощники.
8. Изгонять страх.
9. Разрушать барьеры между отделами.
10. Отбросить лозунги и призывы, не подкрепленные действиями и средствами.
11. Применение количественных оценок — разрушительно для личности.

12. Устранять препятствия, которые лишают работников организации права гордиться своей работой.
13. Разработать всеобщую программу повышения квалификации и создать условия для совершенствования каждого.
14. Четко устанавливать обязательства руководства высшего уровня в области качества.

Качество закладывается в кабинете руководителя. Высшее руководство любой эффективно действующей фирмы формулирует политику в области качества — основные направления, цели и задачи в области качества. Решение задачи постоянного повышения качества не должно им перепоручаться подчиненным.

Руководитель организации обязан, прежде всего, сделать свое управление всесторонне обоснованным. Это значит, что он должен прекрасно понимать цели деятельности своей организации, обосновывать ее политику в области качества и создавать планы по достижению поставленных задач таким образом, чтобы его подчиненные работали с сознанием собственного достоинства и получали от работы удовлетворение. Как с нравственной, так и с практической точки зрения жизненно необходимо, чтобы управляющие стремились к производству продукции наивысшего качества при наименьших ценах посредством эффективной системы менеджмента качества и использования производственного потенциала в соответствии с общими интересами экономики и в целях повышения благосостояния всего общества.

Система качества предназначена для обеспечения поддержания стандартов и технических условий на изделие путем инспекции и оценки процессов на всех этапах производства. Коллектив цеха должен обеспечить определение и удовлетворение необходимых инспекционных требований на всех этапах производства. Требования, предъявляемые к изготавливаемой продукции, обуславливают высокий технический уровень разработки и

производства, высокую квалификацию производственного персонала цеха. Для формирования квалифицированного персонала проектируемого цеха проводятся в соответствии с программой по обучению персонала:

- обучение рабочих, специалистов и руководителей на курсах повышения квалификации;
- выезд руководителей и специалистов для обучения и знакомства с опытом зарубежных фирм;
- обучение специалистов в высших учебных заведениях за счет средств завода;
- заключение договоров с высшими учебными заведениями о целевой подготовки молодых специалистов.

Цех должен располагать необходимым обученным персоналом, способным осуществлять полный контроль качества на всех стадиях производства продукции. Коллективу цеха должны быть всегда присущи объективная оценка экономических и технических возможностей производства, чувство ответственности за конечные результаты работы, соблюдение законодательства во всех областях деятельности, выпуск продукции, соответствующей требованиям стандартов, технических условий и особым требованиям заказчика и пользующейся повышенным спросом.

Руководство по качеству, стандарты предприятия, комплексные планы по качеству, положения о подразделениях, должностные инструкции работников, технологические и рабочие инструкции по изготовлению и эксплуатации продукции, ресурсы, процессы, организационная структура представляют собой систему качества цеха и предприятия в целом

Современная культура организации способствует повышению инициативы работников в области улучшения качества. Наиболее эффективный и массовый метод активизации человеческого фактора — кружки качества. Кружки качества призваны решать одновременно две задачи:

- массовое обучение работников предприятия конкретным методам и приемам повышения качества продукции;
- использование творческих способностей людей для решения проблем производства.

Зарубежный опыт показывает, что для успешной работы кружков качества нужна система обеспечивающих мероприятий, включающая:

- поддержку первого руководителя. Ему отводится особая роль в организации всей деятельности по обеспечению качества продукции на предприятии. Без внимания директора к кружкам качества невозможно их успешное функционирование, наступает спад активности, первоначальный энтузиазм затухает;
- инженерное обеспечение — создание производственных условий, помощь в выборе тематики, обучение приемам работы, творческий поиск решений; активная работа “штабов кружков качества”, координационных советов по всем уровням управления на фирме;
- систему сбора, рассмотрения и внедрения предложений кружков, контроль за этим процессом со стороны администрации;
- систему обмена передовым опытом как внутри предприятия, так и в региональном, отраслевом и общенациональном масштабе;
- систему поощрений (и не только материальных) — призы лучшим кружкам, поощрительные поездки и т.д.

Надо стремиться к неформальному объединению людей с психологической совместимостью, с учетом возраста, интересов, квалификации. Наилучшие результаты достигаются тогда, когда в кружок качества входит от 5 до 15 человек, работающих на одном производственном участке и связанных одним технологическим циклом. Если в кружке слишком мало (менее 5 человек) или слишком много (более 15 человек) участников — работа менее эффективна.

По мнению основателя и теоретика управления, качеством в Японии Исикава Каору, для организации таких кружков необходимо следовать определенным принципам:

1. Принципу добровольности.
2. Принципу саморазвития.
3. Принципу групповой деятельности.
4. Принципу применения статистических методов управления Принципу применения статистических методов управления качеством.
5. Принципу взаимосвязи с рабочим местом.
6. Принципу деловой активности и непрерывности функционирования
7. Принципу взаимного развития.
8. Принципу поддержания атмосферы новаторства и творческого поиска.
9. Принципу всеобщего участия в конечном итоге.
10. Принципу осознание важности повышения качества продукции.
11. Принципу взаимосвязи с рабочим местом.
12. Принципу деловой активности и непрерывности функционирования
13. Принципу взаимного развития.
14. Принципу поддержания атмосферы новаторства и творческого поиска.
15. Принципу всеобщего участия в конечном итоге.
16. Принципу осознание важности повышения качества продукции.

В связи с постоянно изменяющимися вкусами, потребностями людей и появлением новых технологий от руководителей организаций требуется постоянная перестройка самосознания и ориентировок, которые в самом общем виде могут быть сформулированы так:

- Прежде всего — качество, а не кратковременные прибыли.
- Главный человек — потребитель, т.е. нужно стоять на точке зрения конечного пользователя.

- Следующий этап производственного процесса — потребитель твоей продукции. Этот лозунг позволяет устранить барьеры и разобщенность между персоналом на отдельных стадиях жизненного цикла продукции.
- Информационное обеспечение и применение статистических методов делает процесс принятия решений спокойным, эффективным и более творческим занятием.
- Следует повышать роль персонала в системе менеджмента качества — вовлекать всех без исключения работников в процесс управления качеством. Таким образом, исключительная роль человека в решении проблем качества очевидна, и это необходимо учитывать, формируя систему управления качеством любой организации, независимо от особенностей ее бизнеса и рынков сбыта.

С целью сокращения сроков разработки и освоения производства новой техники, снижения затрат на выпуск продукции, повышения эффективности производства и улучшения качества продукции в ходе работы над дипломным проектом были применены соответствующие системы стандартов.

Были использованы следующие стандарты:

1. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
2. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.
3. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
4. ГОСТ 19.106-78 ЕСПД Требования к программным документам, выполненным печатным способом.
5. ГОСТ 8.417-81 ГСИ. Единицы физических величин.
6. ГОСТ 7.1-84. Библиографическое описание.
7. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.
8. ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы.
9. ГОСТ 2.3 03-68 ЕСКД. Линии.
10. ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные.
11. ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основная надпись.

12. ГОСТ 2306-68 ЕСКД. Обозначение графических материалов.
13. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
14. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Спецификация.
15. ГОСТ 2.307-68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
16. ГОСТ 2.305-68 ЕСКД. Изображения - виды, разрезы, сечения.
17. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
18. ГОСТ 12.0.004-90. ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения.
19. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
20. ГОСТ 26952-86. Порошки огнетушащие. Общие технические требования и методы испытаний.
21. МЭК 839-1-1-88. Система тревожной сигнализации. Часть 1. Общие требования. Раздел 1. Общие положения.
22. ГОСТ 12.3.009-76. ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
23. ГОСТ 12.4.016-83. ССБТ. Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества.
24. ГОСТ 12.4.013-85. ССБТ. Очки защитные. Общие технические условия.
25. ГОСТ 2675-80. Патроны самоцентрирующиеся трехкулачковые. Основные размеры.
26. ГОСТ 26611-85. Резцы токарные проходные, подрезные и копировальные с креплением сменных пластин прихватом сверху. Конструкция и размеры.
27. ГОСТ 1050-88. Сталь углеродистая качественная.
28. ГОСТ 6402-70. Шайбы пружинные. Технические условия.

29. ГОСТ 8788-68. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки.

30. ГОСТ 7796-70. Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры.

31. ГОСТ 5915-70 Гайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры.

10 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Анализируя тему дипломного проекта можно отметить, что рассматриваемый дизель-молот для производства свайных работ является экологически чистым, за исключением некоторых факторов, которые возможно могут повлиять на экологическую среду.

Паспорт технического объекта

При эксплуатации импульсного силового источника для производства свайных работ, а также при его техническом обслуживании сопровождается загрязнением окружающей среды.

Основным видом выбросов при эксплуатации дизель-молота являются выхлопные газы, которые образуются в результате работы ДВС (двигателя внутреннего сгорания), эксплуатируемого на жидком углеводородном топливе (дизельное топливо).

Основные компоненты, выбрасываемые в окружающую среду при полном сгорании дизельного топлива в ДВС – нетоксичные диоксид углерода CO_2 и водяной пар H_2O . Однако, в процессе неполного сгорания дизельного топлива в атмосферу выбрасываются и вредные вещества, такие, как оксид углерода CO (угарный газ), оксиды серы, азота, соединения свинца, сажа, несгоревшие углеводороды, в том числе канцерогенный бенз(а)пирен $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$, альдегиды. Кроме того, токсическими выбросами ДВС являются ещё пары дизельного топлива из топливной системы, картерные газы, доля которых от общего выброса ДВС примерно 45% (таблица 10.1).

Таблица 10.1 - Состав отработавших газов ДВС

№	Компонент	Содержание компонента, общей доли %	Примечание
1	N ₂	76 – 78	нетоксичен
2	O ₂	2 – 18	нетоксичен
3	H ₂ O (пары)	0,5 – 4	нетоксичен
4	CO ₂	1 – 10	нетоксичен
5	CO	0,01 – 0,5	токсичен
6	NO _x (в пересчете на N ₂ O ₅)	0,0002 – 0,5	токсичен
7	C _n H _m	0,009 – 0,5	токсичен
8	Альдегиды	0,001 – 0,09 мг/л	токсичен
9	Сажа	0,01 – 1,1 г/м ³	токсичен
10	Бенз(а)пирен	до 10 мкг/м ³	токсичен

Дизельные ДВС выбрасывают в больших количествах сажу, которая в чистом виде не токсична. Однако частицы сажи обладая высокой адсорбционной способностью, несут на своей поверхности частицы токсичных веществ, в том числе и канцерогенных. Сажа может длительное время находиться во взвешенном состоянии в воздухе, увеличивая тем самым время воздействия токсичных веществ на человека и живую природу. Оседая, сажа загрязняет водоёмы и почву.

Состав отработавших газов ДВС зависит от режима работы двигателя. У ДВС, работающего на дизельном топливе с уменьшением нагрузки состав горючей смеси обедняется, поэтому содержание токсичных компонентов в отработавших газах при малой нагрузке уменьшается. Содержание в выхлопе CO и C_nH_m возрастает при работе на режиме максимальной нагрузки.

Количество вредных выбросов, поступающих в атмосферу в составе отработавших газов, зависит от общего технического состояния двигателя. Так, при нарушении регулировки топливного насоса, выбросы СО возрастает в 4 – 5 раз.

По данным Госкомстата РФ, ежегодно около 53% выбросов загрязняющих веществ в атмосферу приходится на выбросы от транспортных и других передвижных средств, в том числе и СДМ.

Из атмосферы часть вредных выбросов попадает с осадками в почву. В результате этого происходит и её заражение, изменение химического состава, вызывая ухудшение её качества. В почвах подзолистого типа с высоким содержанием железа при взаимодействии с серой образуется сернистое железо, являющееся сильным ядом. В результате этого в почве уничтожаются элементы микрофлоры (водоросли, бактерии), что приводит к потере плодородия. Наиболее чувствительны к этим загрязнением хвойные породы деревьев, более устойчивы ива и осина.

Почва становится мертвой при содержании в ней 2 – 3 г свинца на 1 кг грунта (вокруг некоторых предприятий содержание свинца в почве достигает 10 – 15г/кг).

Образование кислотных дождей связано с поступлением во влажную ухудшают здоровье людей, отрицательно воздействуют на флору и фауну, разрушают металлоконструкции и т.д.

При техническом обслуживании дизель-молота сопровождается следующими факторами загрязняющими окружающую среду.

При восстановлении деталей и придания рабочим поверхностям заданных физико-химических свойств используются гальванические процессы, в частности, электролитические способы осаждения хрома, железа, цинка, меди, кадмия в сернокислых растворах на поверхности

деталей. Поэтому сточные воды содержат кислоты, щелочи, соединения хрома (VI), соли меди, никеля, цинка, кадмия.

При периодической замены моторного масла нередко приводят к залповым выбросам этих эксплуатационных материалов (сливу их на землю или в канализацию) и загрязнению вод нефтепродуктами, растворами кислот и другими веществами.

При окраске изделий выделяются токсичные вещества в процессах обезжиривания поверхностей органическими растворителями, при подготовке лакокрасочных материалов, их нанесении на поверхность и сушке покрытия.

Около 4% объема расходуемых лакокрасочных материалов попадает в воду.

Для предотвращения перечисленных факторов необходимо строго следить за утечкой перечисленных компонентов, и сдавать их в пункты по их дальнейшей очистке или утилизации.

При производстве свайных работ происходит определенное изменение естественной поверхности земли. Нарушение земной поверхности приводит к изменениям экологических систем, проявляющимся через изменения территорий, деления природного ландшафта, экологического режима, непосредственное влияние вторгающихся нооценозов в биогеоценозы. Так, специалисты считают, что глубокие выработки изменяют природные факторы на смежных территориях, в 4-10раз больших их собственной площади.

В процессе производства свайных работ происходит интенсивная эрозия обнаженных грунтовых поверхностей, вызывающая засорение земель, а также может произойти и потеря устойчивости сооружений.

Встречаются случаи повреждения растительного и почвенного покрова и за границами отведенных земель, особенно в регионах с повышенной чувствительностью экологических систем к внешним воздействиям.

Земли, подвергшиеся нарушениям и нерекультивированные, являются брошенными, то есть не используются в народном хозяйстве.

Мероприятия, применяемые для защиты окружающей среды от выбросов ДВС.

Важным мероприятием по защите окружающей среды от выбросов ДВС является жесткий контроль за соблюдением концентрации вредных веществ для каждой единицы техники.

Контрольные значения предельно допустимых концентраций (ПДК) устанавливаются (в мг/м³) органами Минздрава РФ и являются санитарно-гигиеническими нормативами качества окружающей природной среды.

ПДК для ДВС установлены ГОСТ 17.2.2.03-87, ГОСТ 21393-75, ГОСТ 17.2.2.02-86, ГОСТ 17.2.2.01-84, ГОСТ 17.2.2.05-86 и др., а также отраслевыми стандартами (ОСТ 37.001.054-86, ОСТ 37.001.234-81, ОСТ 37.001.262-83 и др.)

Двигатели СДМ, как правило работают на дизельном топливе. После изготовления какой-либо СДМ с четырехтактным ДВС состав отработавших газов должен соответствовать ОСТ 37.001.234–81(таблица 5.2).

ГОСТ 17.2.2.01-84 определяет допустимые нормы дымности отработавших газов ДВС при стендовых испытаниях (таблица 5.3).

Таблица 10.2 – Расход газа и дымность при стендовых испытаниях

Условный расход отработавших газов, дм ³ /с	дымность, %
до 42	60
42 – 50	56
50 – 75	50
75 – 100	45
100 – 125	41
125 – 150	39
150 – 175	37

175 – 200	35
свыше 200	34

Условный расход отработавших газов $G = V \cdot n / 2$ – для 4^x тактных двигателей;

$G = V \cdot n$ – для 2^x тактных двигателей, где V – рабочий объем цилиндров двигателя, дм³; n – частота вращения коленчатого вала, с⁻¹.

При эксплуатации дымность ДВС без наддува (КамАЗ, ЯМЗ, МТЗ и др.) должна соответствовать требованиям ГОСТ 21393-75 и не превышать 40% на режиме свободного ускорения двигателя и 15% - на максимальном числе оборотов двигателя в режиме холостого хода.

Основные мероприятия по соблюдению ГОСТов и ОСТов заключается в содержании всей техники с ДВС в таком исправном состоянии, при котором концентрация вредных веществ, выбрасываемых с выхлопными газами в окружающую среду, не превышала ПДК, установленные этими ГОСТами. Для этой цели принимают следующие меры:

- содержание ДВС всегда в исправном состоянии, регулярные ТО и ремонты неисправностей;
- регулировка на минимальное число оборотов в режиме холостого хода;
- работа двигателя в номинальном режиме;
- исключение длительных простоев на холостом ходу;
- использование более качественного топлива и моторного масла,
- применение глушителей, сажеуловителей, каталитических нейтрализаторов отработавших газов.

. Рекультивация нарушенных земель.

В зависимости от целей последующего хозяйственного использования рекультивация нарушенных земель должна осуществляться по одному из направлений, определяемых:

ГОСТ 17.5.1.01-83 “Охрана природы. Рекультивация земель. Терминов и определения”; ГОСТ 17.5.1.02-85 “Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации”.

При обосновании направления рекультивации нарушенных земель (сельско-, лесо-, рыбо-, водохозяйственное, рекреационное и др.) учитываются такие факторы, как рельеф местности, геологические и гидрологические условия, состав и свойства пород и почв прилегающих территорий, погодно-климатические условия, состав растительности, экономико-географические, хозяйственные, социально-экономические и санитарно-гигиенические условия.

Рекультивационные работы проводятся в два этапа: технический и биологический.

Технический этап рекультивации производится организациями, осуществляющими строительство. Начинаются они в период строительства, реконструкции или ремонта, а заканчиваются не позже, чем через один год после их окончания.

Техническая рекультивация выполняется непосредственно в процессе земляных работ или сразу же после освобождения временно занимаемых земель.

Биологический этап включает агрохимические мероприятия по восстановлению плодородия нарушенных земель, а также непосредственное возвращение земель к первоначальному виду.

Эти работы отличаются большой специфичностью и зависят от назначения рекультивируемых земель (пашня, лесопосадки, выгоны). Мероприятия по восстановлению плодородия рекультивируемых земель производится за счет средств предприятия, организации и учреждений, проводивших на этих землях работы, связанные с нарушением почвенного покрова.

Перечень работ по рекультивации нарушенных земель составляет:

- подготовку поверхности для снятия растительного слоя (уборку пней, кустарников, камней, рыхление);
- снятие плодородного слоя почвы;
- нагрузку и транспортировку плодородных грунтов на рекультивируемую поверхность или во временные отвалы;
- выколаживание (создание откосов с заданными уклонами, при которых возможна биологическая рекультивация);
- террасирование (создание минимально необходимой горизонтальной площадки для проведения биологической рекультивации);
- формирование рекультивационного горизонта (планировка рекультивационной поверхности).

Таблица 10.3 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ ⁽¹⁾	Опасный и /или вредный производственный фактор ²	Источник опасного и / или вредного производственного фактора ³
1	Работа по долблению и разрушению пород	1. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; 2. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 4. Повышенный уровень	1. Материал рабочей среды 2. Узлы и агрегаты производственного оборудования 3. Конструкция эксплуатируе

		вибрации; 5. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 6. Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола).	мого крана
--	--	--	------------

Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).

Таблица 10.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Склад горюче – смазочных материалов	Бак и емкости источника	Е	пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах)	образующиеся в процессе пожара осколки энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-

					технического оборудования, вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования.
--	--	--	--	--	--

Таблица 5.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Дробление пород с помощью импульсного силового источника	Проведение плановых общих инструктажей по пожарной безопасности	Знание правил поведения при начале и распространении пожара.

	<p>Проектирование вновь вводимых цехов, а также доработка документации действующих, согласно ФЗ-123, раздела 4</p>	<p>Документация на производственные объекты, в том числе на здания, сооружения, строения, и технологические процессы должна содержать пожарно-технические характеристики. Состав и функциональные характеристики систем обеспечения пожарной безопасности производственных объектов должны быть оформлены в виде самостоятельного раздела проектной документации.</p>
<p>Проведение подготовительных работ</p>	<p>Проведение анализа пожарной опасности и расчета пожарного риска</p>	<p>Величина индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях, строениях и на территориях производственных объектов не должна превышать одну миллионную в год</p>
<p>Перемещение установки</p>	<p>Организация подъезда пожарной техники</p>	<p>Расстояние от края проезжей части или спланированной поверхности, обеспечивающей проезд пожарных автомобилей, до стен зданий высотой не более 12 метров должно быть не более 25 метров, при высоте зданий более 12, но не более 28 метров - не более 8 метров, а при высоте зданий более 28 метров - не более 10 метров</p>

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического дробления пороб с использованием импульсного силового источника, приведены характеристики производственно-технического и инженерно-технического оборудования, описаны применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия .

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу помола клинкера и добавок при получении цемента, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» идентифицированы следующие:

- ✓ Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- ✓ Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- ✓ Повышенный уровень шума на рабочем месте;
- ✓ Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- ✓ Повышенный уровень статического электричества;
- ✓ Повышенный уровень вибрации;
- ✓ Недостаточная освещенность рабочей зоны;
- ✓ Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола).

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков.

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности . Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

5. Идентифицированы экологические факторы и разработаны

мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

11 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

11.1 Краткая характеристика и вариант для сравнения

Для производства свайных работ на строительных объектах применяют сваебойная установка СКВ-12 на базе гусеничного экскаватора Э-00111.

При перебазировке сваебойной установки с одного объекта на другой требуется использовать транспортные средства трейлеры, полуприцепы, автотягачи. При погрузке, транспортировке и разгрузке возникают дополнительные простои сваебойной установки, что снижает коэффициент ее использования. Также возникают дополнительные затраты от использования транспортных средств.

Применение шлангового дизель-молота, модернизированного в настоящей работе, на базе пневмоколесного экскаватора ЭО-4321 позволяет без задержек и простоев перебазировать машину с одного объекта на другой. Отпадает потребность в транспортных средствах для перевозки дизель-молота, что позволяет снизить затраты на транспортировку. Снижение затрат на транспортировку позволяет уменьшить себестоимость использования дизель-молота СП-6Б.

11.2 Методика расчета экономического эффекта внедрения новой техники

Экономический эффект определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = S_1 - S_2 = (K_1 * E_n + C_1) - (K_2 * E_n + C_2),$$

где S_1 – приведенные затраты на транспортировку внедряемого дизель-молота;

S_2 – приведенные затраты на транспортировку сваебойной установки;

K_1 – капитальные вложения на транспортировку дизель-молота;

K_2 – капитальные вложения на транспортировку сваебойной установки;

E_n – коэффициент эффективности капитальных вложений $E_n = 0,15$;

C_1 – себестоимость транспортировки дизель-молота;

C_2 – себестоимость транспортировки сваебойной установки;

При расчетах используем технико-экономические показатели приведенные в таблице 3.1

Таблица 11.1 – Техничко – экономические показатели

Показатели	Ед.из м	Исходный вариант	Новая техника	Примечан ие
1. Мощность двигателей	л.с.	Сваебойная установка СКВ-12 на базе гусеничного экскаватора Э-00111 автотягач КрАЗ-258 и трейлер г/п 20 т. 400	Шланговый дизель-молот СП-6Б на базе пневмоколесного экскаватора ЭО-4321 80	Э-00111 - 160 л.с. КрАЗ-258- 240 л.с. 160+240=400 л.с. ЭО-4321-80 л.с.
2. Продолжительность одной транспортировки сваебойной установки	час.	4	3	По плановым нормам
	км	5	5	По плановым нормам
3. Среднее расстояние транспортировки		96	96	

4. Среднее количество транспортировок сваебойной установки по объектам в год				$2 * 4 * 12 = 96$
--	--	--	--	-------------------

Рассчитываем приведенные затраты на транспортировку сваебойной установки СКВ-12

Перевозка с одного объекта на другой сваебойной установки СКВ-12 на базе гусеничного экскаватора Э-00111 производится на трейлере УМЗАП грузоподъемностью 20 тонн, который буксируется тягачем КрАЗ-258.

1. Определим стоимость капитальных вложений на транспортировку сваебойной установки СКВ-12.

Стоимость капитальных вложений складывается из суммы балансовой стоимости сваебойной установки СКВ-12, экскаватора Э-00111, трейлера УМЗАП и тягача КрАЗ-258.

Балансовая стоимость сваебойной установки СКВ-12 – 32800 рублей.

Балансовая стоимость экскаватора Э-00111 – 86340 рублей.

Балансовая стоимость трейлера УМЗАП – 96350 рублей.

Балансовая стоимость тягача КрАЗ-258 – 126840 рублей.

$$K_1 = 86340 + 32800 + 126840 + 96350 = 342330 \text{ рублей.}$$

2. Рассчитываем себестоимость транспортировки сваебойной установки на строительные объекты в течении года.

Определим стоимость одного часа работы всего комплекса машин.

Повременный тариф за перевозку грузов автомобилей грузоподъемностью свыше пяти тонн, за один автомобилечас использования

при пробеге до 9 км – 11,4 рубля свыше пяти тонн за каждую дополнительную тонну грузоподъемности 1,8 рубля.

Грузоподъемность автомобиля КрАЗ 12 тонн, стоимость одного часа работы автотягача КрАЗ-258:

$$C_{\text{ат}} = [11,4 + 1,8(12-5)] * 1,8 = 43,2 \text{ рубля},$$

где 1,8 – коэффициент, применяемый в северных районах.

Стоимость одной машиносмены работы трейлера грузоподъемностью 20 тонн – 114 рубля (ценник N2 п 187).

Стоимость работы одного часа трейлера грузоподъемностью 20 тонн:

$$C_{\text{тр}} = 114/8 = 14,25 \text{ рублей.}$$

Стоимость одной машиносмены работы сваебойной установки СКВ-12 на базе гусеничного экскаватора Э-00111 275,4 рубля (дополнение к ценнику N2 п2).

Стоимость одного часа работы сваебойной установки СКВ-12:

$$C_{\text{в}} = 275,4/8 = 34,425 \text{ рублей.}$$

Стоимость одного часа работы всего комплекса машин:

$$C_{\text{к}} = 43,2 + 14,25 + 34,425 = 91,875 \text{ рублей.}$$

Определим затраты на одну транспортировку сваебойной установки:

$$C_{\text{т1}} = 91,875 * 4 = 367,5 \text{ рублей},$$

где 4 – продолжительность одной транспортировки сваебойной установки.

Определяем себестоимость транспортировок сваебойной установки на строительные объекты в течении года:

$$C_1 = 367,5 * 96 = 35280 \text{ рублей.}$$

Данные расчета заносим в таблицу 3.2.

Рассчитываем приведенные затраты на транспортировку внедряемого дизель-молота СП-6Б

Шланговый дизель-молот СП-6Б смонтирован на базе экскаватора ЭО-4321, имеющего пневмоколесный ход. Поэтому перебазировка шлангового дизель-молота СП-6Б не требует использования автотягача и трейлера. Дизель-молот может переезжать своим ходом с одного объекта на другой по любым дорогам.

1. Определим стоимость капитальных вложений на транспортировку дизель-молота.

Стоимость капитальных вложений складывается из суммы балансовой стоимости дизель-молота СП-6Б и экскаватора ЭО-4321.

Балансовая стоимость дизель-молота СП-6Б – 12660 рублей.

Балансовая стоимость экскаватора ЭО-4321 – 326000 рублей.

$$K_2 = 12660 + 326000 = 338660 \text{ рублей.}$$

2. Рассчитываем себестоимость транспортировки дизель-молота на строительные объекты в течении года.

Стоимость одной машиносмены работы шлангового дизель-молота СП-6Б на базе ЭО-4321 – 480 рублей (дополнение к ценнику N2 п23).

Определим стоимость одной часа работы шлангового дизель-молота СП-6Б на базе ЭО-4321:

$$C_d = 480/8 = 60 \text{ рублей.}$$

Определим затраты на одну транспортировку дизель-молота:

$$C_{т2} = 60 * 3 = 180 \text{ рублей,}$$

где 3 – продолжительность одной транспортировки дизель-молота.

Определяем себестоимость транспортировок дизель-молота на строительные объекты в течении года:

$$C_2 = 180 * 96 = 17280 \text{ рублей.}$$

Данные расчета заносим в таблицу 3.2.

Таблица 11.2 - Себестоимость транспортировок сваебойных установок на строительные объекты

Показатели	Ед.изм.	Исходный уровень	Новая техника
1) Прямые затраты в расчете на 1 час работы,	руб.	Сваебойная установка СКВ-12 на базе гусеничного экскаватора Э-00111 транспортируется тягачом КрАЗ-258 на трейлере г/п 20 т.	Шланговый дизель-молот СП-6Б на базе пневмоколесного экскаватора ЭО-4321 транспортируется на объект своим ходом
2) Затраты по эксплуатации на 1 транспортировку установки	руб.	91,88	60
	руб	367,5	180
3) Затраты по эксплуатации на транспортировку установки в течение года,		35280	17280
Итого себестоимость работ:	руб.	35280	17280

Таблица 11.3 - Исходные данные для расчета годового объема работ при транспортировке сваебойных установок по строительным нормам

Показатели	Ед.изм	Исходный вариант	Новая техника	Примечания
1. Себестоимость транспортировок	руб.	35280	17280	
2. Балансовая стоимость машин и	руб.	342330,00	338660,00	Э-00111 -86340

сваебойных установок				Сваебойная установка СКВ-12 - 32800 КрАЗ-258 – 126840 Трейлер – 96350 ЭО-4321 – 326000 Шланговый дизель-молот СП-6Б - 12660
----------------------	--	--	--	---

3.3 Расчет экономического эффекта

$$\Delta = S_1 - S_2 = (K_1 * E_n + C_1) - (K_2 * E_n + C_2) = (342330 * 0,15 + 35280) - (338660 * 0,15 + 17280) = 86629,5 - 68079 = 18550,5 \text{ рублей.}$$

Вывод: Применение проектного варианта импульсного силового источника на базе пневмоколесного экскаватора ЭО-4321 оказалось выгоднее использования сваебойной установки СКВ-12 на базе гусеничного экскаватора Э-00111, из-за быстрой и оперативной перебазировки с одного объекта на другой без помощи автотягача и трейлера. Отказ от тягача с трейлером позволяет сократить расходы и время на перебазировку сваебойной установки.

Экономический эффект составляет 18550,5 рублей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Горбачев, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачев, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
- 2 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.
- 3 Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
- 4 Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
- 5 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
- 6 Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.
- 7 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

8 Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.

9 www.vniiinstrument.ru

10 Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

11 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.

12 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.

13 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

14 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.

15 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

16 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

17 Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

18 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

19 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

20 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.

21 Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.

22 Metallurezhushchie stanki [Elektronnyy resurs] : uchebnik. V 2 t. T. 1 / T. M. Avraamova [i dr.] ; pod red. V. V. Bushueva. - Moskva : Mashinostroeniye, 2011. - 608 s.

23 Metallurezhushchie stanki [Elektronnyy resurs] : uchebnik. V 2 t. T. 2 / V. V. Bushuev [i dr.] ; pod red. V. V. Bushueva. - Moskva : Mashinostroeniye, 2011. - 586 s.

24 Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

25 Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.

26 Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

27 Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

28 Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.

29 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

30 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

31 Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.

32 Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.

33 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 1 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 576 с.

34 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 2 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 608 с.

35 Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный

ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

36 Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.

37 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

38 Кирсанова, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учебное пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 386 с.

39 Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с. : ил. - Библиогр.: с. 202-203.

40 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

41 Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

42 Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.

43 Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.

44 Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

45 Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.

46 Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.

47 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]