МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)» (РУТ (МИИТ))

Российская открытая академия транспорта

Кафедра «Транспортное строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
Локтев А.А. _____
(Ф.И.О.) (подпись)
«_____»_____ 2021_г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: «Модернизация выправочно-подбивочно-отделочной машины ВПО-3000»

(специальность, специализация) : 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства и оборудование, специализация «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование»

Обучающийся	(Ракитянский С.В.)
Руководитель дипломного проекта	(Шукюров Д.Р.)
Консультант по экономическим вопросам	(Шукюров Д.Р.)
Консультант по вопросам безопасности жизнедеятельности	(Шукюров Д.Р.)
Нормоконтроль	(Федорова С.В.)

Москва 2021г.

Содержание

Введение ……..4
1. Аналитический обзор……....6
1.1 Машины для выправки пути и уплотнения балластной призмы непрерывного действия ……....6
1.2 Выправочно-подбивочные машины непрерывного действия……..…7
2. Организация работ ……16
2.1 Подготовка машины к отправлению в ремонт для модернизации….16
2.2 Подготовка машины к транспортированию……..17
2.3 Порядок приведения машины в транспортное положение……..18
3. Конструкторская часть ……...22
3.1 Модернизация рабочих органов…….22
3.2 Выбор параметров виброуплотнения…….23
3.3 Параметры геометрии виброплит……...25
3.4 Восстановление износа клина виброплиты……27
3.5 Расчет экономической эффективности от модернизации смазки верхних подшипников виброплиты……..34
4. Восстановление деталей …….....36
4.1 Карта на дефектацию и ремонт……..36
4.2 Выбор способа восстановления…….38
4.3 Расчет экономической эффективности восстановления детали……..48
5. Экономический раздел……52
5.1 Затраты на эксплуатацию машины ВПО-3000……..52

5.2 Плановая стоимость одного машино-часа эксплуатации ВПО-3000…55

5.3 Определение плановых экономических показателей техники за год работы……...56

5.4 Определение точки безубыточности эксплуатации ВПО-3000…….58

5.5 Стоимость усиленного капитального ремонта 1 км пути на железобетонных шпалах …….61

5.6 Выводы и предложения о целесообразности применения ВПО-3000..64

6. Охрана труда ……....65

6.1 Мероприятия по обеспечению безопасности движения поездов.....65

6.2 Требования безопасности при выполнении работ с применением железнодорожно-строительных (путевых) машин …….65

6.3 Средства индивидуальной защиты……68

6.4 Мероприятия по охране окружающей природной среды ……..70

6.5 Воздействие шума на человека …….73

6.6 Воздействие вибрации на человека……77

6.7 Общая характеристика источников шума…….80

6.8 Общие методы уменьшения шума и вибрации при проектировании путевых и строительных машин……83

6.9 Расчет элементов звукоизолирующих конструкций……..84

6.10 Борьба с шумом подбивочных машин непрерывного действия……..88

Заключение …….91

Литература …….92

ВВЕДЕНИЕ

Акционерное общество "Российские Железные дороги" имеет важнейшее государственное, оборонное, а также хозяйственное значение. Дальнейшее совершенствование железнодорожного транспорта России невозможно без повышения эффективности производства и его непрерывного обновления за счет ускорения научно-технического прогресса. На сегодняшний день увеличивается мощность пути, совершенствуются технология и организация путевых ремонтных работ. Качественно и своевременно сделанный ремонт пути, сниженные затраты времени и эксплуатационных расходов, повышенная производительность труда неизменно осуществляются за счет высокой механизации путевых работ.

Механизация путевого хозяйства развивается за счет высокой грузонапряженности, увеличения обращения грузовых поездов с повышенной массой и длиной, осевыми нагрузками, высокоскоростных пассажирских поездов - создается высокопроизводительная техника, способная выполнять поставленные перед ней задачи. Одним из основных направлений на данный момент является это оздоровление площадки земляного полотна за счет укладки подбалластного песчано-гравийного слоя при реконструкции путей высокоскоростного и тяжеловесного движения.

Используя опыт и наработки зарубежных коллег, а также свой накопленный, необходимо внедрять новый подход при производстве капитальных, средних ремонтов, а также текущего содержания пути с учетом внедрения технологии участковой системы с последующим переводом на технологии без участия человека. Для выполнения путевых работ в современных реалиях необходимы прогрессивные технологии с использованием новых комплексов путевых машин.

Для завершения комплексной механизации нужно создать ряд новых машин, а некоторые из существующих – можно модернизировать. Поэтому темой моего дипломного проекта стала модернизация ВПО -3000.

Это надежная и проверенная временем техника, польза которой заключается в следующем: возможность выполнения целого порядка функциональных работ за один подход, дозировка и уплотнение балластного слоя, а также подбивка, отделка и выправка железнодорожного пути.

Для достижения целей дипломной работы необходимо решить дальнейшие задачи:

Изучить объект, подлежащий модернизации;

Произвести исследование работы рабочего органа «виброплита» с выявлением наиболее изнашиваемых элементов;

Разработать ресурсосберегающие технологии и способы повышения надежности рабочих органов машины;

Подтвердить целесообразность ремонта и монтажа экономическими расчетами.

В моем проекте предложена модернизация рабочего органа (виброплиты), восстановление клина виброплиты и модернизация смазки верхних подшипников виброплиты

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

1.1 Машины для выправки пути и уплотнения балластной призмы непрерывного действия

Выправка пути с одновременным его уплотнением и выполнением отделочных работ (планировка плеча и откоса балластной призмы, подметание поверхностей шпал и рельсов и т.д.) это обычно завершающая стадия технологических процессов ремонта пути. От качества выполнения этих работ напрямую зависят эксплуатационные свойства пути после работ всего комплекса машин.

В настоящее время в путевом комплексе ОАО «Российские железные дороги» эксплуатируются выправочно-подбивочные машины непрерывного действия, цикличного действия и непрерывно-цикличного действия. Машины непрерывного действия при выполнении технологических операций перемещаются вдоль пути непрерывно, поэтому имеют наивысшую производительность. Машины цикличного действия при работе для выполнения технологических операций останавливаются над группой обрабатываемых шпал. Цикличность характера передвижения этих машин обусловливает их относительно невысокую производительность. В последнее время на сети железных дорог все большее распространение получают машины непрерывно-цикличного действия. Они имеют спутниковый экипаж, который связан с основным экипажем и при работе перемещается циклично, выполняя необходимые операции, а основной экипаж машины движется непрерывно. Эти машины имеют большую производительность по сравнению с машинами цикличного действия, но обычно предназначены исключительно для чистовой выправки пути.

Вместе с тем после глубокой очистки балласта щебнеочистительной машиной остается глубокий слой рыхлого балласта, который необходимо уплотнить. Рабочие органы машин непрерывного действия позволяют

реализовать уплотнение балластной призмы в широкой зоне. Они в этом отношении имеют перспективы совершенствования. В настоящее время проводится модернизация машины ВПО-3000 для выполнения указанных работ.

1.2 Выправочно-подбивочные машины непрерывного действия

В 1963 году был создан опытный образец выправочно-подбивочно-отделлочной машины ВПО-3000, а в 1964 году начат ее серийный выпуск на заводе «Тулажелдормаш» в г. Тула. Эта машина показана на рис. 1.1

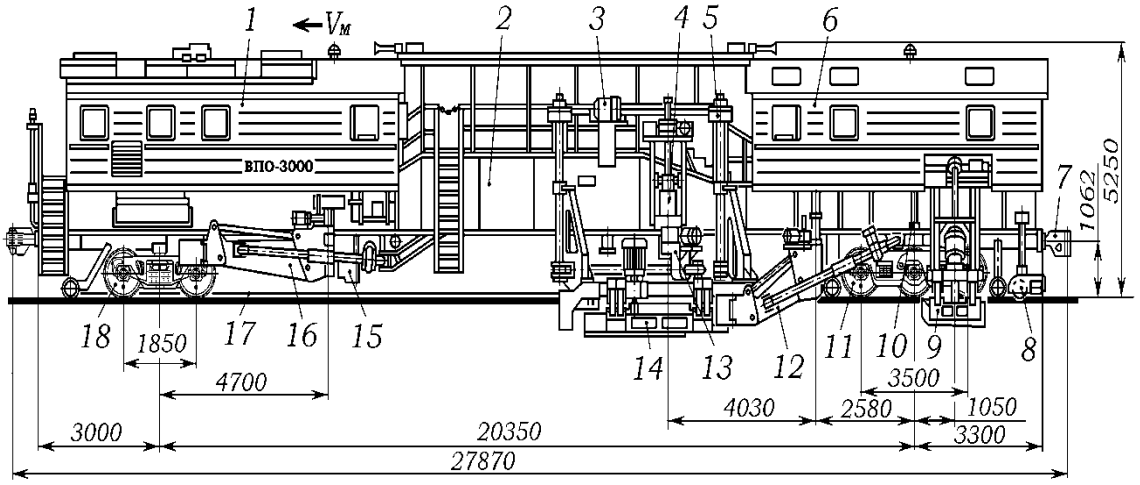


Рисунок 1.1 - Общий вид машины ВПО-3000

1-передняя кабина; 2-ферма; 3-электродвигатель переменного тока; 4-ПРУ;

5-механизмы; 6-задняя кабина; 7-автосцепка; 8-подборщик;

9-дополнительные виброплиты; 10-шкворневый узел; 11-задняя трехосная тележка;

12-планировщик; 13-привод виброплиты; 14-виброплиты;

15-рельсовые щетки; 16-дозатор; 17-КИС; 18-передняя двухосная тележка.

Машина представляет собой несамоходный прицепной экипаж. Она имеет ферму 2 сварной конструкции. Ферма имеет две двутавровые балки с поперечными связями. Ферма через шкворневые узлы и пятники опирается

на переднюю двухосную тележку 18 (типа 18-100) и заднюю трехосную тележку типа 18-102. Такая колесная формула машины связана с неравномерностью распределения рабочих и транспортных нагрузок между передней и задней тележками.

Машина может быть поставлена в состав поезда, поэтому имеет типовые автосцепки СА-3 с поглощающими аппаратами, типовую тормозную систему с соединительными рукавами и все необходимые для специализированного подвижного состава сигнальные устройства.

Машина за один проход выполняет комплекс взаимосвязанных технологических операций, поэтому на ферме рабочие органы расположены в определенном порядке. В передней части машины размещен дозатор 16. Он представляет собой два крыла шарнирной конструкции, которые чрез петлевые шарниры соединены с центральным щитом. Дозатор позволяет выполнять операции по дозированию балласта в путь с обочин, планировки поверхности балластной призмы (если основные виброплиты не включены в работу), срезку излишков балласта и т.д.

За дозатором располагаются пассивные рельсовые щетки 15, которые представляют собой плужки, катящиеся по рельсам на роликах. Плужки сбрасывают балласт с поверхности головок рельсов, обеспечивая проход ПРУ.

Вывешивание путевой решетки при производстве работ осуществляется ПРУ 4 с электромагнитно-роликовыми захватными устройствами. Привод ПРУ осуществляется от электродвигателей постоянного тока через реверс-редукторы, червячные редукторы и винтовые передачи. Впоследствии при более широком внедрении автоматизированных систем выправки пути машины оснащались гидроприводом рихтовки. Такой привод лучше приспособлен к работе в условиях частых реверсирований.

В качестве основных рабочих органов для уплотнения балластного слоя в зонах под шпалами машина оснащена двумя виброплитами 14 с вибратором дебалансного типа. Привод каждого вибратора от электродвигателя переменного тока. Виброплиты подвешены на продольных балках через рессорные комплекты, что позволяет им колебаться в направлении поперек оси пути.

Уплотнительные поверхности виброплит расположены под углами атаки к оси пути, что позволяет при непрерывном движении машины осуществлять обжим балласта.

Продольные балки виброплит подвешиваются на ферме машины через механизмы 5 с опорно-поворотными кронштейнами. Привод механизмов от электродвигателей переменного тока 3. Боковой относ виброплит осуществляется специальными телескопическими тягами, привод которых осуществляется через реверс-редукторы и винтовые передачи.

При непрерывном движении машины виброплита устанавливается около торцов шпал, поэтому после ее прохода у торцов шпал остается траншея. Эта траншея засыпается планировщиком 12. По своей конструкции планировщик аналогичен дозатору, но не имеет центрального щита. Его правое и левое крылья могут перемещаться по вертикальным направляющим колоннам независимо, в отличие от дозатора.

После того, как откосы спланированы, зоны у торцов шпал уплотняются дополнительными виброплитами 9. Окончательная отделка пути производится подборщиком 8, который имеет горизонтальную роторную тросовую щетку и выбросной ленточный транспортер. Это устройство удаляет излишки балласта с поверхностей шпал.

Машины обычно оснащены контрольно-измерительной системой выправки пути 17, работающей по трехточечной или четырехточечной измерительной схеме.

Управление рабочими процессами производится из передней 1 и задней 6 кабин. В передней кабине располагается дизель-электрический агрегат постоянного тока, а в задней кабине – дополнительное хозяйственное помещение.

В настоящее время в эксплуатации находится значительное количество машин ВПО-3000.

В процессе эксплуатации проявились некоторые недостатки машин:

при работе на тяжелых конструкциях пути увеличилась вероятность сбрасывания путевой решетки электромагнитно-роликовыми захватами;

механический привод ПРУ обладает некоторой инерционностью, поэтому хуже приспособлен к работе вместе с автоматизированными системами выправки, чем гидравлический привод;

качество уплотнения балластного слоя хуже, чем для машин цикличного действия, поэтому в современных технологических процессах, как правило, после машины работает выправочно-стабилизирующий комплекс;

механизмы откосных вибропли тимеют малую подвижность, поэтому не приспособлены для уплотнения балласта на междупутье, плохо прижимаются к откосу балластной призмы с полевой стор он

ы; практически на всех машинах ВПО-3000 эти рабочие органы сняты;

также на машинах не установлены подборщики балласта.

С учетом недостатков машины ВПО-3000 в 1972 году на этом же заводе был построен опытный образец машины ВПО-2-3000, показанный на рис.1.2.

Машина имеет ферму 4, которая по сравнению с машиной ВПО-3000 усилена. Основное рабочее оборудование было смещено вперед, что вызвало изменение развески машины в целом. Поэтому обе тележки 9 и 18 трехосные.

Рабочее оборудование включает дозатор 17, рельсовые щетки 16, виброплиты 14, подвешенные на продольных балках 15 и механизмах подвески, ПРУ 4, планировщик 13, дополнительные виброплиты 12 для уплотнения балластной призмы в откосных зонах, контрольно-измерительную систему 7, 10. Для отделки поверхности плеча балластной призмы машина была дополнительно оснащена плужками 8.

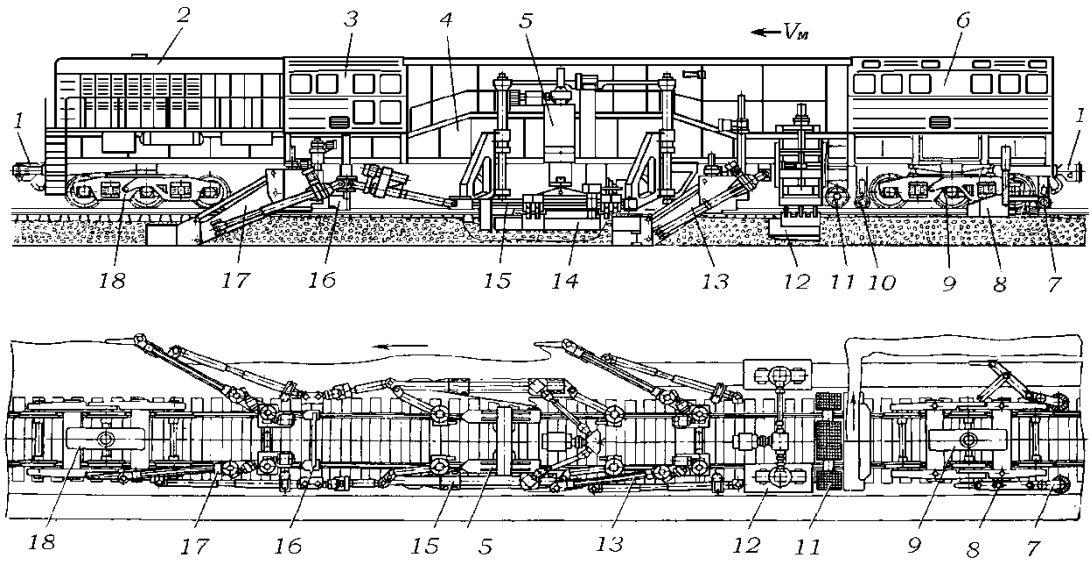


Рисунок 1.2 - Общий вид машины ВПО-2-3000

1-автосцепка; 2-дизель-электрический агрегат; 3,6-передняя и задняя кабины;

4-ферма; 5-привод вибровалит; 7,10-КИС; 8-плужки; 9,18-трехосные тележки;

12-дополнительные вибровалиты; 13-планировщик; 14-вибровалиты;

15-продольные балки; 16-рельсовые щетки; 17-дозатор.

Управление рабочими процессами осуществляется из передней 3 и задней 6 кабин управления. Дизель-электрический агрегат располагается под капотом 2.

Машина имела объединенный привод вибраторов правой и левой вибровалит от одного электродвигателя через центральный и боковые конические редукторы и карданные валы. Как показала практика, вследствие возникновения резонансных явлений происходили частые разрушения карданных валов.

В силу этой и ряда других причин машина не была запущена в серийное производство.

В 1981 году была проведена другая модернизация машины ВПО-3000. Эта машина получила обозначение ВПО-3000М. Особенностью конструкции такой машины явилось использование гидравлического привода рабочих органов, а также контрольно-измерительной системы выправки пути, унифицированной с машинами ВПР.

Общая конструктивная схема машины аналогична серийной. Она имеет ту же последовательность рабочих органов и экипажную часть (рис. 1.3).

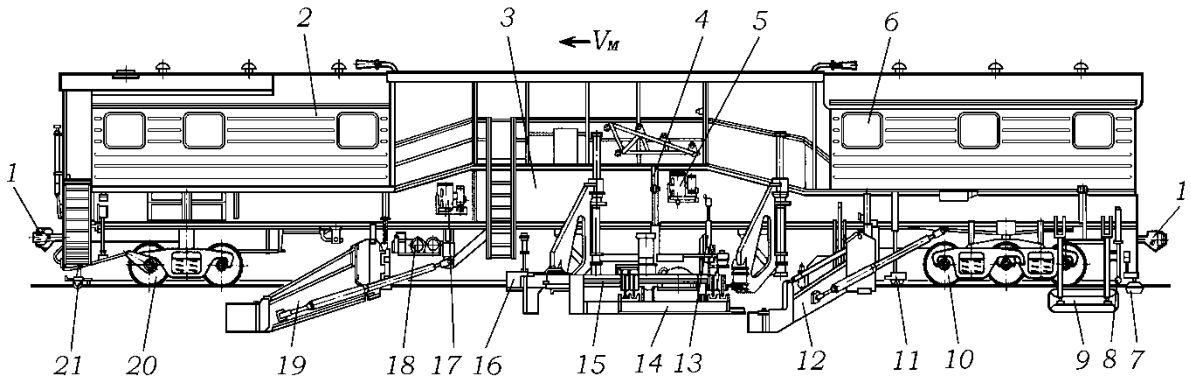


Рисунок 1.3 - Общий вид машины ВПО-3000М

1-автосцепка; 2,6-передняя и задняя кабины;3-ферма; 4-ПРУ; 5-привод виброплит; 7-КИС;

9-откосные виброплиты;10,20-передняя и задняя тележка; 11,21-КИС; 12-планировщик;

13-привод виброплиты; 14-виброплиты; 15-продольные балки; 16-рельсовые щетки;

17-привод дозатора; 19-дозатор.

По сравнению с серийной машиной существенному конструктивному изменению подверглись ПРУ 4 и откосные вибраторы 9. Дозатор 19, рельсовые щетки 16, вибраторы 14, продольные балки 15, планировщик 12 были оснащены гидроприводом без существенной переработки конструкции.

Эта машина также не была внедрена в серийное производство.

С 1991 года начато серийное производство существенно модернизированной машины ВПО-3-3000, показанной на рис. 1.4.

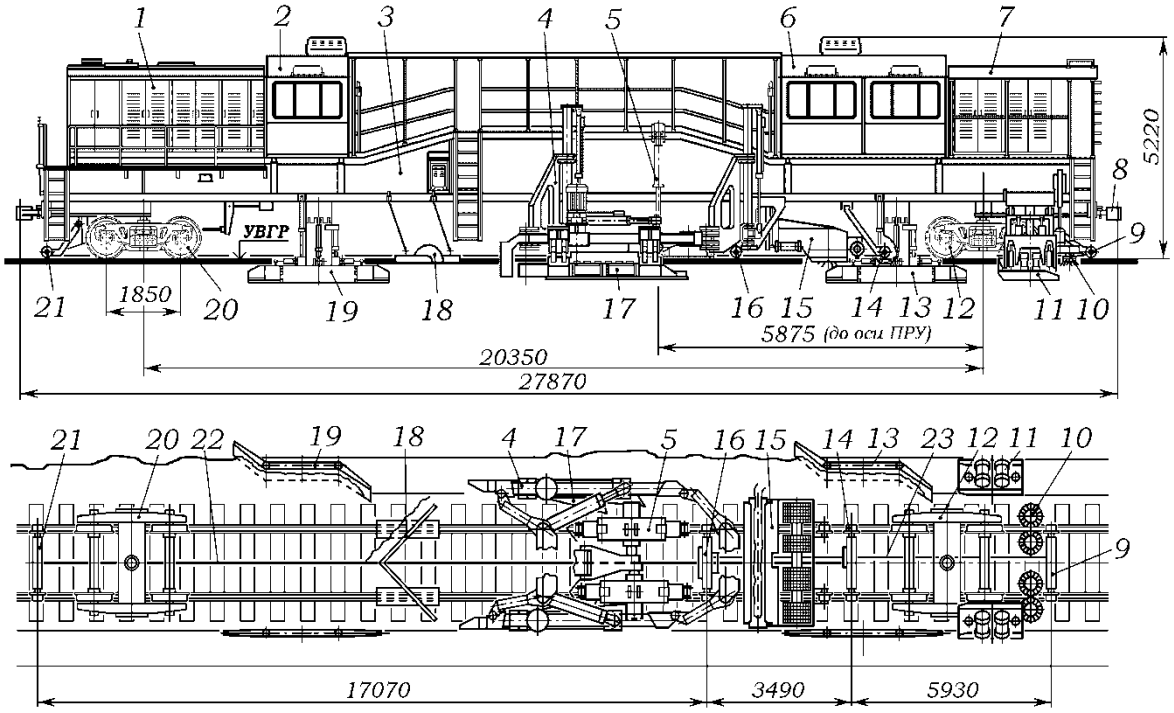


Рисунок 1.4 - Общий вид машины ВПО-3-3000

1,7-дизель-электрический агрегат; 2,6-передняя и задняя кабина; 3-ферма; 4-продольные

балки и механизмы; 5-ПРУ; 8-автосцепка; 9,16,21-КИС;10-подборщик; 11-откосные

вибропли ты ; 12,20-двухосные тележки; 13-планировщик; 14-привод планировщика ;

15-подборщик; 17-основные вибропли ты ; 19-дозатор.

Базовой сборочной единицей машины является ферма 3, которая опирается на две двухосных тележки 20 и 12. Улучшенная и облегченная конструкция рабочего оборудования позволила сделать обе тележки двухосными. Это позволило лучше скомпоновать рабочее оборудование вдоль фермы.

Машина оснащена дозатором 19 и планировщиком 13, которые по своей конструкции полностью аналогичны друг другу. Более подвижная система отвалов и крыльев, по сравнению с машиной ВПО-3000, позволила лучше приспособить машину для выполнения планировочных работ в разных условиях .

Машина имеет две основных вибропли ты 17, которые подвешены на продольных балках и механизмах 4 их подвешивания . ПРУ 5 машины имеет оригинальную конструкцию, которая нашла применение и на других путевых машинах.

Подборщик 15 располагается в пролетной части фермы, что позволило его лучше скомпоновать . Откосные вибропли ты 11 имеют повышенную степень подвижности, что позволяет работать на откосе и на междупутье .

Машина оснащается контрольно-измерительной системой с использованием современных компьютерных технологий управления выправкой пути .

Более поздние выпуски машин ВПО-3-3000 дополнительно оснащаются виброблоками динамической стабилизации пути. Это позволяет расширить возможности использования машины.

Для наглядности преимуществ ВПО-3-3000 перед ВПО-3000 сведем их технические характеристики в таблицу 1.1.

В настоящее время машины ВПО-3-3000 рекомендуется использовать на фронтах усиленного среднего и капитального ремонта пути, где фронт работ большой и технология выправки пути (заглубление виброплит в балласт) оправдывает себя. Эффективность машин ВПО, ЭЛБ и ДСП приобретает особое значение в связи с широким внедрением в путевое хозяйство машин для глубокой очистки балластного слоя (ЩОМ-1200, СЧ-1200, СЧУ-800), оставляющих после работы разрыхленный слой достаточно большой глубины (до 50-100 см). Уплотнительные рабочие органы выправочно-подбивочных машин (ВПР, ВПО и др.) с традиционными схемами, не обеспечивают требуемой степени и равномерности уплотнения, производят локальное виброобжимное воздействие только на верхние слои балласта, оставляя глубинные слои недостаточно уплотненными.

Таблица 1.1 Технические характеристики

Параметры	ВПО-3000	ВПО-3-3000
Рабочая скорость, км/ч	1,2…2,0	1,6…2,0
Тип силовой установки	У-36	У-36М
Мощность силовой установки, кВт	200	200
Максимальная сила подъемки, кН	200	250
Максимальная сила рихтовки, кН	143	170
Мощность электродвигателей вибраторов, кВт	55	55
Вынуждающая сила каждой вибратора, кН	200	250
Частота колебаний вибраторы, Гц	24,5	35
Амплитуда колебаний, мм	5…8	3…6
Мощность приводов уплотнителей откосов, кВт	2*20	4*1,1
Габарит вписывания по ГОСТ 9238-83	1-Т	1-Т
Транспортная скорость в составе поезда, км/ч	50	100
Масса, т	106,5	93

2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

В ремонт должна поступать машина, выработавшая срок полезного использования, и при наличии утвержденного Департаментом пути и сооружений ОАО «РЖД» акта о целесообразности проведения модернизации.

2.1 Подготовка машины к отправлению в ремонт для модернизации.

Машина перед отсылкой в ремонт должна быть очищена, приведена в транспортное положение. Порядок приведения в транспортное положение, порядок сопровождения и транспортирование машины установлены в Инструкции по приведению в транспортное положение и порядку сопровождения специального подвижного состава.

Запрещается ставить на машину перед отправкой в ремонт нетиповые, дефектные сборочные единицы и детали, а также непредусмотренные конструкторской документацией.

Допускается отсутствие до 10% крепежных деталей (болтов, гаек, винтов, шплинтов) от общего числа.

Все сборочные единицы, детали и приборы должны быть жестко закреплены в соответствии с требованиями конструкторской документации, не допускается приварка сборочных единиц и деталей вместо крепления болтами и т. п.

Сдача машины в ремонт по наружному осмотру осуществляется на ремонтном предприятии не позднее, чем в трехдневный срок после прибытия машины на предприятие, с оформлением акта сдачи.

В акт также включаются данные обо всех обнаруженных дефектах, устранение которых не предусмотрено в настоящих ТУ, а также о недостающих, нетиповых сборочных единицах и деталях.

Акт сдачи машины в ремонт подписывается представителем заказчика и представителями ремонтного предприятия. Один экземпляр акта вручается

представителю заказчика. В случае неявки представителя заказчика, акт

сдачи машины в ремонт подписывается представителями ремонтного предприятия: главным инженером и начальником цеха. Этот акт в трехдневный срок высылается заказчику и является обязательным для обеих сторон.

При обнаружении в процессе разборки машины дефектов, устранение которых не предусмотрено настоящими ТУ, недостающих, нетиповых деталей, сборочных единиц, которые не могли быть обнаружены при сдаче машины в ремонт, составляется дополнительный акт, который подписывается главным инженером ремонтного предприятия и начальником цеха. Акт является обязательным для обеих сторон и в трехдневный срок высылается заказчику.

Этот акт с отметкой ремонтного предприятия о выполненных работах является основанием для предъявления заказчику счетов на оплату дополнительных работ.

Техника, поступившая в ремонт, сопровождается следующими документами:

- паспорт машины;

- паспорт электростанции;

- формуляр дизеля.

2.2 Подготовка машины к транспортированию.

Для получения разрешения на транспортирование отправитель машины подает за 3 суток до даты приблизительного отправления заявку, составленную по форме. Для проверки готовности машины к отправке на своих осях она в транспортном положении осматривается комиссией, назначенной по приказу заместителя начальника дороги по региону. В состав делегатов по оценке готовности машины к отправлению входят:

Председатель:

начальник станции отправления (заместитель начальника станции)

Члены комиссии:

представитель вагонного хозяйства (начальник пункта технического осмотра);

ревизор по безопасности движения поездов;

представитель предприятия отправителя (инженер ПМС, ПЧМ или заместитель начальника);

старший проводник (сопровождающая бригада) единицы СПС.

Для отправки машины комиссия, осматривающая машину, составляет акт о ее готовности к транспортированию на своих осях. После обследования акт о готовности составляется в четырех экземплярах. Один экземпляр акта передается старшему проводнику (со

провождающей бригаде) отправляемой машины, два экземпляра прилагаются к грузовым документам, четвертый экземпляр остается у отправителя.

2.3 Порядок приведения машины в транспортное положение

Выправочно-подбивочно-отделочная машина ВПО-3000 транспортируется со скоростью согласно нормам приказа №17ЦЗ и только отдельным локомотивом.

Для приведения машины в транспортное положение (рисунок 2.1) необходимо:

Убрать все рабочие органы машины, навесное оборудование, агрегаты и механизмы в габарит подвижного состава согласно распоряжения ОАО "РЖД" № 2697 от 23.12.2010 года (Руководства по приведению в транспортное положение, транспортированию и порядку сопровождения специального подвижного состава).

Закрепить штатными запорами все механизмы, узлы и детали, исключив вероятность их смещения, движения и случайного падения на путь или самопроизвольного включения.

Закрепить расположенные на платформах, в кабинах и кузовах машины, а также на прицепленных к ним железнодорожных вагонах и платформах снятые с машин оборудование. инвентарь, узлы и детали.

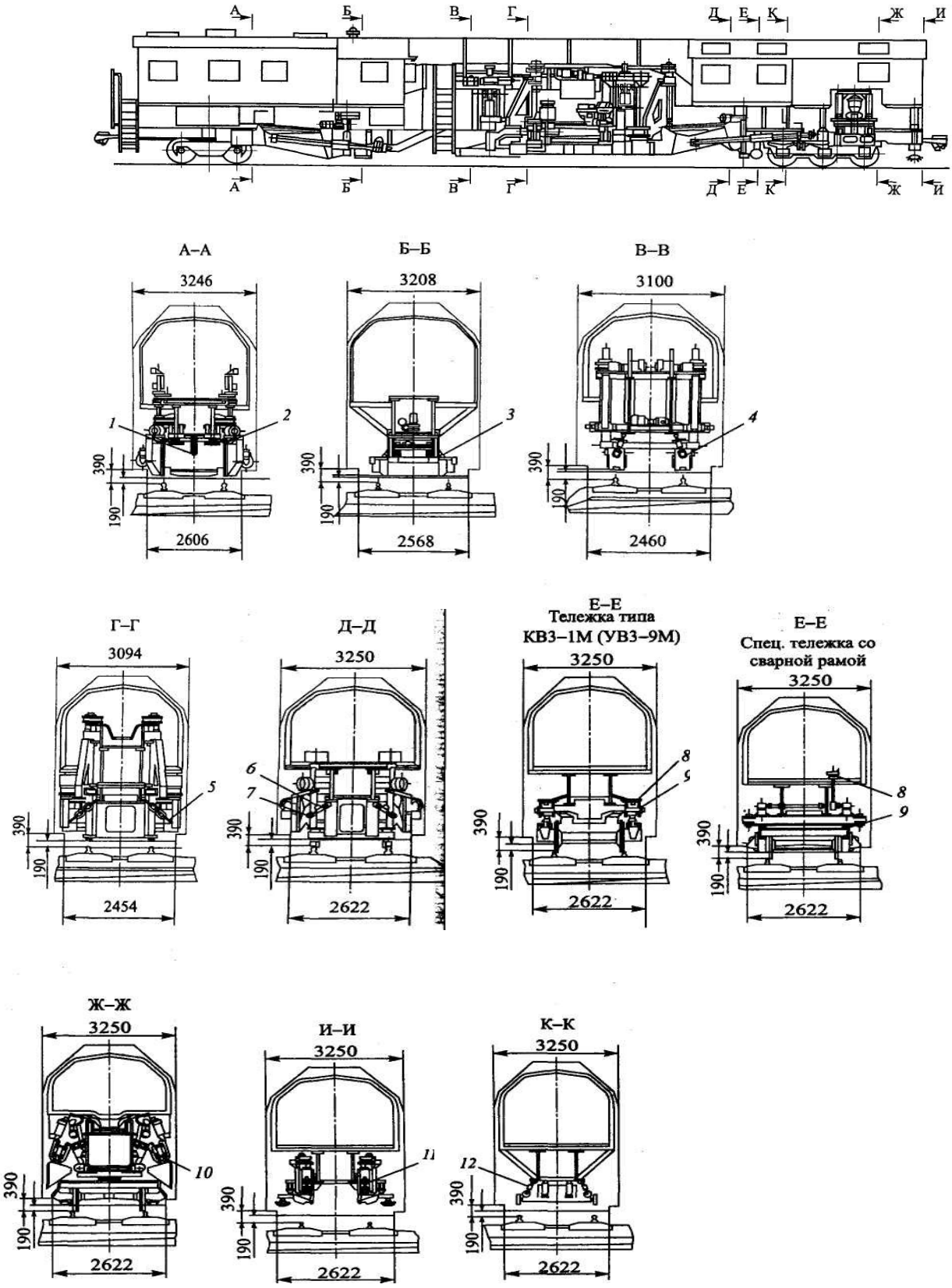


Рисунок 2.1 - Приведение машины ВПО-3000 в транспортное положение

Слить топливо из топливных и запасных баков. охлаждающую жидкость; перекрыть краны топливных линий, систем охлаждения и смазки.

Установить в нулевое положение управляющие рукоятки автоматов, переключателей, разомкнуть рубильники, а распределительные щиты и шкафы закрыть на замки.

Аккумуляторные батареи должны быть заряжены и отключены от цепи, провода от клемм аккумуляторных батарей отсоединены.

Поднять щит и крылья дозатора в крайнее верхнее положение, фиксируемое конечными выключателями механизмов подъема дозатора и механизмов наклона крыльев. Закрепить щит к ферме винтовой стяжкой 7, а скобы 2 подкрылков закрепить на крюках фермы.

Установить подъемную раму рельсовых щеток в крайнее верхнее положение, зафиксированное конечным выключателем механизма подъема, и надежно закрепить за проушины направляющих стопорными пальцами 3.

Поднять электромагниты в крайнее верхнее положение, зафиксированное конечными выключателями механизмов подъема, а крюки магнитов надежно прикрепить винтовыми стяжками 4 к скобам фермы машины.

Сблизить рихтующие ролики до срабатывания конечного выключателя сужения роликов.

Поднять вибрационные уплотнительные плиты в крайнее верхнее положение до срабатывания конечных выключателей механизм

ов подъема, а также максимально сблизить с фермой машины до срабатывания конечных выключателей механизмов сдвига. Надежно закрепить плиты винтовыми стяжками 5 к крюкам фермы.

Поднять корни крыльев и крылья планировщика откосов в крайнее верхнее положение до срабатывания конечных выключателей механизмов подъема и наклона. Корень крыла и подкрылки надежно закрепить винтовыми стяжками 6, 7 к крюкам фермы.

Установить уплотнители откосов в крайнее верхнее положение, зафиксированное конечными выключателями механизмов подъема, и надежно закрепить винтовыми стяжками 10 к крюкам фермы.

Приведение механизма выключения рессор в транспортное положение производить в зависимости от его конструкции и от типа задней трехосной тележки.

На специальной трехосной тележке со сварной рамой опорные секторы механизма для выключения рессор поднять штурвалом в крайнее верхнее положение, а затем штурвал 8 закрепить к стойке стола отвода возвышения проволокой диаметром 5 мм. Упорные болты 9 крайних рессор должны быть подняты так, чтобы нижняя опорная плоскость болта была заподлицо с упорами рамы тележки.

Поднять вертикальные щетки в крайнее верхнее положение, фиксируемое конечными выключателями, застопорить поворотные щетки закладными штырями, а редукторы закрепить к ферме винтовыми стяжками 11.

Вверну ть маховики маятников автомата уровня и указателя положения пути до упора.

На машинах, оборудованных рихтовочными устройствами, трехкоординатным выправочным устройством и регистратором пути по уровню, поднять и установить на крюки мерный каток и тележки стрелографа, а их балки вместе с колесами закрепить винтовыми стяжками 12 к ферме машины.

Установить каретку измерительного механизма тележки стрелографа в крайнее положение на предохранительную скобу.

Освободить рабочую пневмосистему от избыточного давления воздуха и подвесить на поддерживающие скобы трос-хорду.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Модернизация рабочих органов

Особенностью данного раздела является модернизация, проводимая ремонтным заводом при производстве капитального ремонта машины, а именно замена шестивалковых на новые семивалковые виброударные плиты.

Технологическое назначение основных виброплит - получить требуемую степень и равномерность уплотнения балластного слоя в зоне под шпалами и по длине пути. Виброплита - это вибрационное устройство с дебалансным возбуждением колебаний. Свойства её зависят от сопротивления уплотняемого слоя и правильного выбора параметров. Поэтому технические расчеты виброплит выполняются с целями: выбора рациональных геометрических параметров клиньев, скоростных и силовых параметров вибрирования согласованных со скоростью рабочего движения машины (производительностью); определения тяговых сопротивлений; определения характеристик вибропривода; оценки прочностных свойств элементов конструкции и др.

Основными дефектами виброуплотнительных плит являются износ рабочей поверхности клина, трещины в сварных швах и корпусе, повышенный нагрев корпуса, подтекание масла, разрушение и другие недопустимые дефекты подшипников, износ валов, шестерен, шпоночных соединений, трещины металлоконструкции механизма

подъема, опускания и поворота плит, износ втулок и разрушение рессор подвески плит.

В ходе эксплуатации машины при наличии износа более 2,0 мм поверхности лобового отбойного листа, его стенки восстанавливают до номинального размера наплавочной смесью ФБХ-6-2, расплавляя ее на восстанавливаемой поверхности электродуговым способом. При толщине поверхности лобового отбойного листа менее 8 мм изношенную поверхность

восстанавливают наплавкой электродами типа ОЗН-6 и «Сормайт» № 1 и № 2. Трещины в сварных швах заваривают; сварные швы после ремонта проверяют на герметичность.

Основные дефекты виброплит показывают большой объем работ по их восстановлению, на основании этого завод производит замену данных рабочих органов на новые, с выдержкой всех геометрических размеров для обеспечения необходимого расчетного обжатия балластной призмы и повышения качества производимых путевых работ.

Экспериментально установлено, что на эффективность вибрационного процесса уплотнения балласта влияют: параметры вибрирования (амплитуда, частота и форма колебаний); параметры взаимодействия (время отрыва и контакта, размер отрыва и обжатия, время вибрирования, скорость виброплиты в момент контакта); геометрические размеры (длина, высота и угол атаки рабочей площади); режимы уплотнения (скорость обжатия — движения машины и др.), а также условия и технология работы (вид ремонта, величина выправоч

ной подъемки, тип верхнего строения пути, состояния балластного слоя и др.). Разнохарактерность этих параметров предопределяет выбор их совокупности, находящихся между собой в определенных соотношениях.

3.2 Выбор параметров виброуплотнения

К основным параметрам виброуплотнения относятся амплитуда А и угловая частота w вынужденных колебаний виброплиты, скорость обжатия балласта $v_{обж}$ и параметры геометрии: длина b, высота α и угол β наклона рабочей поверхности уплотнительного клина к оси пути, заглубление z клина виброплиты под основание шпал и заход q_3 уплотнительного клина за торцы шпал. Для оптимальных условий виброуплотнения путевого щебня отношение $v_{обж}/v_{вибр} = (v_м \cdot tg\,\beta)/(Aw) = 0{,}12$. Для виброплит условия использования взаимных перемещений частиц балласта при отдаче можно записать в виде неравенств:

$$\left.\begin{array}{c} A \geq (\upsilon_м tg\beta)/(0{,}12\omega) > 0{,}5S_{отд(max)}; \\ \omega \leq 420t_{отр}/T; \quad S_{отр}/S \geq (2\text{–}3); \\ t_{отр}/t_{кон} \geq (3\text{–}4); \quad t_{отр} = (0{,}015\text{–}0{,}02)\ с, \end{array}\right\}$$

где $v_м$ - рабочая скорость движения машины, м/с;

$S_{отд}$- упругая отдача щебня, равная (0,003-0,005) м;

$S_{отр}$ – максимальный отрыв рабочей площади от балласта за цикл колебаний, м;

$V_{отд}$- скорость упругой отдачи для щебня (0,13...0,20) м/с;

$t_{отр}$ –время отрыва рабочей площади за цикл колебаний, с;

$t_{кон}$ – время контакта рабочей площадки за цикл колебаний, с.

Выражения устанавливают связь между определяющими параметрами виброуплотнения A, w, $v_м$, β и $t_{отр}$. Рациональные частоты колебаний виброуплотнения в зависимости от состояния щебня (рыхлый, слежавшийся) лежат в пределах от 25 до 40 Гц; для асбестового балласта от 15 до 25 Гц. Для рыхлого балласта определяют минимально необходимое число вибровоздействий на балласт, при которых возможно получение желаемой степени уплотнения. Время $t_{отр}$ и $t_{кон}$ можно найти приближенно для средних значений вектора скорости виброплиты:

$$V_{п.ср.} = (2/\pi)A\omega \quad (\text{при } V_{отд} \le V_{отр}),$$

где $V_{отр} = V_м * \sin\beta$ – скорость подачи рабочей площади (скорость обжатия), м*$с^{-1}$

по формуле:

$$t_{кон} = \zeta * (V_м * \sin\beta + S_{отд}) / (V_{абс.ср} * \cos(\gamma - \beta)),$$

где $V_{абс.ср}$ — средняя скорость обжатия балласта в абсолютном движении, м/с;

$$V_{абс.ср} = \sqrt{V_{п.ср.}^2 + V_м^2};$$

γ — угол между направлением колебаний виброплиты и абсолютной скоростью, $\gamma = \operatorname{arctg}(V_м / V_{п.ср.})$ (рад.);

ζ — коэффициент, учитывающий среднюю величину погрешности приближенного метода расчета (ζ = 1,18).

Необходимый суммарный кинематический момент дебалансных роторов виброплиты определяют по формуле предельной амплитуды колебаний A_∞= A, т.е.

$m*r = A*(m_{вибр}+m_{деб})$, где

А - расчетная амплитуда колебаний виброопоры в холостом режиме, м;

$m_{вибр}$, $m_{деб}$ - масса виброопоры и дебалансов (с эксцентриситетом r, м), кг.

Упругая подвеска виброопоры, выполненная в виде рессорных комплектов, воспринимает нагрузки от колебаний рабочего органа и от силы тяги перемещению её в балласте. Суммарная жесткость упругой подвески выбирается из условия зарезонансного режима колебаний виброопоры, Н/м:

$k_n = m_в*(2\pi f_0)^2$

где f_o - допустимая собственная частота колебаний виброопоры, Гц

(f_o = (0,2-0,5)* f, на машинах ВПО f_o составляет 5-8 Гц).

3.3 Параметры геометрии виброопорит

К ним относятся длина b_1, высота a_1 и угол атаки β_1 оси пути уплотнительных клиньев (рисунок 3.1).

Вышеперечисленные параметры существенно влияют на степень уплотнения балласта, так как определяют объем подаваемого балласта в подшпальную зону. По расчетному значению $t_{упл(min)}$, предварительно выбранным частоте w, углу атаки β и рабочей скорости $v_м$ движения машины

определяется минимальная длина уплотнительного клина:

$b = (V_м*t_{упл(min)})/\cos\beta$; $b = b_0 + b_3$,

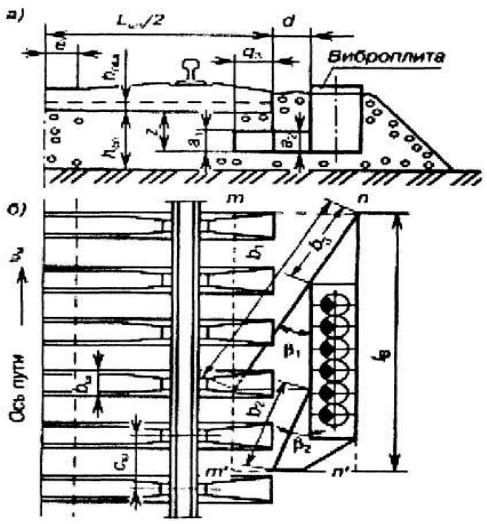


Рисунок 3.1 - Схема к расчету параметров виброплит

где b_o - длина основного уплотнительного клина, м;

b_3 - длина заходной части виброплиты (назначается конструктивно), м.

Для путевого щебня $t_{упл(min)}$= (6-9) с. Это время определяется минимальным числом активных вибровоздействий:

$$N_{упл(min)} = \omega * t_{упл(min)} \geq (1200 - 1800)$$

Размеры корпуса виброплиты: высота $H_п$, длина $L_п$ и ширина $B_п$ определяются в ходе проектирования с учетом геометрических параметров основного клина (a, b, β), величины заглубления z уплотнительного клина ниже подошвы шпалы и захода q_3 за торцы шпал, размещения вибровозбудителя и ограничений по расположению виброплиты относительно рельсошпальной решетки.

При проходе уплотнительных клиньев в подшпальную зону подается призма балласта т'тп п' высотой a. Объемы балласта, подаваемые на единичной длине, можно заменить эквивалентными площадями, тогда входная $F_{ВХ} = F_{ОСН (КЛ1,2)} + F_{доп (кл 1,2)}$ и выходная $F_{вых}$ площади определяются выражениями:

$$\left.\begin{aligned} F_{\text{осн(кл1,2)}} &= h_{\text{сл}}B - z\,q_{\text{з}};\quad B = (L_{\text{шп}} - e)/2\ ; \\ F_{\text{доп(кл1,2)}} &= \psi k_{\text{д}}(a_1 b_1 \sin\beta_1 + a_2 b_2 \sin\beta_2); \\ F_{\text{вых}} &= (h_{\text{сл}} + h_{\text{вып}})B), \end{aligned}\right\}$$

где $h_{сл}$, $h_{под}$ — соответственно толщина слоя балласта под шпалой до уплотнения и выправочная подъемка, м;

$L_{шп}$, e — соответственно длина шпалы и условно не уплотняемая зона балластной призмы по оси пути, м;

$k_Д = (1 + d/2a + d/2b)$ — коэффициент, учитывающий приведенную площадь уплотнительного клина (d — средний диаметр частиц балласта, м);

Ψ — коэффициент, учитывающий выдавливание (приток) балласта при уплотнении (Ψ = 0,90-1,05).

Подставим в формулу коэффициента пористости, выражение и преобразование для случая $k_{д1} \approx k_{д2} = k_д$, найдем степень уплотнения балласта по коэффициенту пористости:

$$\varepsilon_{\text{упл}} = [B(1 + \varepsilon_{\text{нач}})(h_{\text{сл}} + h_{\text{под}})]/$$
$$/[(h_{\text{сл}}B - zq_{\text{з}}) + \psi k_{\text{д}}(a_1 b_1 \sin\beta_1 + a_2 b_2 \sin\beta_2)] - 1\ ,$$

Требуемая высота уплотнительного клина для случая $a_1 = a_2 = a$ находится

$$a = [(1+ \varepsilon_{\text{нач}})(h_{\text{сл}} + h_{\text{под}})B - (1+ \varepsilon_{\text{упл}})(h_{\text{сл}}B - zq_{\text{з}})]/$$
$$/[\psi k_{\text{д}}(1 + \varepsilon_{\text{упл}})(b_1 \sin\beta_1 + b_2 \sin\beta_2)]\ ;$$

При выборе параметров b_2 и β_2 дополнительного уплотнительного клина используют зависимости: $b_1/b_2 = (2...3,5)$; $\beta_1/\beta_2 = (0,5..1)$. Для упрощенных расчетов дополнительный клин не учитывают.

3.4 Восстановление износа клина виброплиты

В зависимости от характера дефекта ремонтируемой детали ее подготовка к сварке может состоятся в обработке кромок соединяемых элементов в соответствии с ГОСТ 5264-80 (Стандарт об ручной дуговой сварке и сварных соединениях)

Расчет параметров режимов и технико-экономических показателей технического процесса сварки (наплавки).

Угол разделки шва α, состоящий из двух состыкованных кромок, при использовании ручной дуговой сварки составляет 55 ± 3° (при этом зазор в стыке и притупление кромок для листов толщиной более 3 мм изменяются в пределах от 0 до 3мм). Такое исполнение кромок применяется при сварке листов толщиной до 15 - 20мм. При большой толщине свариваемых элементов желательно применить двухсторонню Х-образную разделку кромок с таким же углом разделки также 55 ± 3°.

При сварке листов до 3 мм выполняется I-образная разделка без скоса кромок, зазор между свариваемыми листами составляет 0 ÷ 2 мм.

Тонкие швы (стыковые листы при толщине листов до 6-8 мм и угловые при катете шва 6÷8мм) сваривают, как правило, за один проход. При выполнении более толстых стыковых и угловых швов сварка ведется за несколько проходов, каждый последующий слой при безусловном выполнении одних и тех же параметров режима сварки. Первый проход рекомендуется выполнить 3÷4 мм электродом (применение электрода большей толщины затрудняет проплавление корня шва).

Сечение первого слоя (прохода) F1 не должно превышать 30-35 мм и может быть определено по формуле:

F1 = (6 ÷ 8) dэ;

а последующие слои (проходы) Fс определим выражением:

Fс= (8 ÷ 12) dэ;

где dэ – диаметр электрода, 5 мм.

F1 = 7 × 5 = 35 $мм^2$;

Fс= 12 × 5 = 60 $мм^2$;

Рассчитаем общее число слоев (проходов) n, включая первый :

$$n = \frac{F_н - F_1}{F_c} + 1,$$ где

$F_н$- площадь поперечного сечения наплавленного металла у шва, $мм^2$

$F_н = f^2 * \tan\frac{\alpha}{2} + \frac{2}{3} * c(2f * \tan\frac{\alpha}{2} + a + (4..6)) + a * S$, где

f – глубина разделки, f=15 мм; S - толщина металла,S=16 мм;

α - угол скоса кромок, α=56°; с - величина выпуклости шва,с=0,5мм;

а – величина зазора в стыке, а =2мм

$F_н = 15^2 * \tan\frac{56°}{2} + \frac{2}{3} * 0,5(2 * 15 * \tan\frac{56°}{2} + 2 + 4)) + 2 * 16 = 159$ $мм^2$

$n = \frac{159 - 35}{60} + 1 = 3$ (прохода)

При ручной дуговой сварке к параметрам сварки относятся: диаметр электрода, сила сварочного тока, скорость перемещения электрода вдоль шва (скорость сварки), род тока, его полярность и др.

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемых элементов, типа соединения и положения шва в пространст

ве . Для выбора диаметра электрода можно использовать ориентировочные данные таблицы 3.1.

Таблица 3.1- Зависимость диаметра электрода от толщины свариваемого металла

Толщина листа, мм	1-2	3-4	4-5	6-10	10-15	>15
Диаметр электрода, мм	1,6-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0	4,0-5,0	5,0	> 5,0

Толщина листа - 15 мм

Диаметр электрода – 5 мм .

При известном диаметре электрода 5 мм воспользуемся формулой для назначения силы тока :

Iсв = K*dэ , где

dэ- диаметр электрода, мм .

K – коэффициент, в таблице 3.2 найдем его значение :

Таблица 3.2 – Зависимость коэффициента от диаметра электрода

Диаметр электрода, мм	1-2	3-4	5-6
Коэффициент, А/мм	25-30	30-45	45-60

Iсв = 60 × 5 = 300 А/мм ;

Силу сварочного тока надлежит стабилизировать с учетом толщины свариваемых элементов, типа соединения и положения шва в

пространстве. Так при толщине листов δ > 3dэ увеличиваем значение Iсв на 10%.

Iсв = 300 + (300 × 0,1) = 330 А/мм;

Вследствии экономического и эксплуатационного преимущества переменного тока перед постоянным встречаются ситуации, когда

использование тока переменного типа не допускается или не рекомендуется, например, при сварке электродами УО-НИ-13. Так, характер наплавочных работ обуславливает необходимость получения наплавляемого слоя за счет значительного количества электродного металла при минимальной глубине проплавленного основного металла. Поэтому для наплавочных работ предпочитаем постоянный ток и ведем сваривание на той полярности, на которой электродный металл плавится быстрее.

Для определения ориентировочной длины дуги Ig прибегним к формуле:

Ig = (0,5 ÷ 1,1) dэ (мм),

где dэ – диаметр электрода, мм

Ig = 0,8 × 5 = 4 мм;

Длина дуги влияет на качественные показатели наплавляемого металла и геометрическую конфигурацию шва. Длинная дуга приводит к снижению защиты сварочной ванны, и металл шва интенсивно потребляет кислород и азот. С увеличением длины - усиливается разбрызгивание металла и приводит к появлению пор в шве.

Для определения напряжения дуги Ug используют справочные данные или рекомендации сертификатов, которыми сопровождается каждая марка электрода (в технологической документации Ug не регламентируется).

В подавляющей части марок электродных покрытий, которые используются при сварке широко применяемых конструкционных сталей, напряжение дуги составляет Ug = 22 ÷ 28 В.

Скорость сварки (скорость перемещения электрода при укладке одного слоя многослойного шва) рассчитывают по формуле

$$V_{св} = \frac{d_н * I_{cb}}{3600 * F_c * \rho} \quad (см/с),$$

Где $d_н$– коэффициент наплавки на основе паспорта электрода, $d_н$ = 9 г/(А.ч)

F_c – площадь наплавленного металла при одном проходе (или одного слоя валика при многослойном шве), F_c =(8…12)$d_{эл}$ = 10*5 = 50 $мм^2$ = 0,5 $см^2$;

ρ- плотность металла электрода, $г/см^3$ (для стали ρ-7,8 $г/см^3$).

$$V_{св} = \frac{9 * 330}{3600 * 0,5 * 7,8} = 0,21(см/с)$$

Массу наплавленного металла $G_н$ для всех способов дуговой сварки определяют по справочнику или рассчитывают по формуле:

$G_н$ = (1,7…1,9)* F_c *L*ρ (г),

Где F_c - поперечное сечение разделки шва, включая его усиление, $см^2$,

L – длина шва, см;

ρ – удельный вес наплавляемого металла, ρ = 7,8 $г/см^3$

$G_н$ = 1,7 *0.5 * (2π*100)*7,8 = 4163.6 г

Расчет нормы времени.

Технически обоснованная норма времени – это время, необходимое для выполнения работы требуемого качества при определенных организационно-технических условиях и наиболее эффективном использовании оборудования с учетом передового производственного опыта.

В результате технического нормирования технологического процесса ремонта заданной детали сваркой и наплавкой определяется норма штучного времени и норма подготовительно-заключительного (штучно-калькуляционного) времени.

Норму штучного времени $T_{шт}$ определяют по формуле

$T_{шт} = T_о + T_в + T_{доп}$ (мин),

где $T_о$ - основное технологическое время (время горения дуги), мин;

$T_в$ - вспомогательное время (время на установку и снятие детали зачистки кромок и шва и другие вспомогательные операции);

$T_{доп}$ - дополнительное время (время обслуживания рабочего места, на личные потребности, на отдых при тяжелой работе),

Основное время при всех способах дуговой сварки и наплавки определяют по формуле:

$$T_о = \frac{3600 * F_с * L * \rho}{\alpha_н * I_{св}},$$

где $\alpha_н$ – коэффициент наплавки для марки электрода, $\alpha_н$=9 г/А*ч

$T_о$ = (3600*0.5 * (2π*100)*7,8 / 9 × 330) = 49,4 мин

Вспомогательное время $T_в$ определяют по справочным материалам и рассчитывается как:

$T_в = (0,3 \div 0,4)\, T_{оп}$

где $T_{оп}$ – оперативное время, представляющее сумму основного и вспомогательного времени.

$T_{оп} = T_о + T_в$

$T_{оп} = 49,4 + 0,3*T_{оп}$;

$(1- 0,3)*T_{оп} = 49,4$; $0,7*T_{оп} = 49,4$; $T_{оп} = 49,4/0,7 = 71$

$T_{оп} = 71$ мин;

Итого

$T_{шт} = T_{оп} + T_{доп}$;

$T_{доп}$ = время на обслуживание $(0,05*T_о)$ + время на отдых $(0,1*T_о)$ = $(0,05*49,4)+(0,1*49,4) = 2,47+4,94 = 7,41$мин

$T_{шт} = T_{оп} + T_{доп}$

$T_{шт} = 71+7,41 = 78,41$ мин ;

Норма штучно-калькуляционного времени $T_{шк}$ состоит из штучного и подготовительного – заключительного времени $T_{пз}$, начисляемого на одну восстановленную деталь. Отсюда следует:

$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз} / n$,

где n – количество деталей в партии, разом подаваемых в производство.

Величину нормы подготовительно-заключительного времени при всех видах ремонта рассчитывают по формуле:

$T_{пз} = 0,035* T_{оп}$

$T_{пз} = 0,035 * 71 = 2,48$ мин

$T_{шк} = 78,41 + 2,48 / 2 = 80,89$ мин = 1 ч 21 мин

Нормирование расхода сварочных материалов (электродов, проволоки, флюса, защитного газа) и электроэнергии.

Норма расхода электродов при ручной сварке и наплавке

$G_{эл} = K_р * G_н$

где $G_н$ – масса наплавленного металла, $G_н$ = 4163.6 г;

$K_р$ - коэффициент расхода электродов; $K_р$ = (1,7…1,9)

$G_{эл}$ = 1,7 × 4163.6 = 7078,1 г = 7,07 кг

Норму расхода электроэнергии $G_{эл}$ на сварку указанной детали можно найти установив по сварочным материалам расход электроэнергии на 1 кг наплавляемого металла. Определенное рассчитать можно по формуле:

$$G_{эл} = \frac{U_g * I_{св}}{\eta * 1000} * T_0 + w_0 * (T_{шт} - T_o) \quad (кВт.ч/деталь)$$

где U_g – напряжение дуги, U_g = 22…28В;

$I_{св}$- сварочный ток, $I_{св}$ = 330А;

η – КПД источника тока, η – 0,7;

w_o – мощность на холостом ходу, w_o = 0,3 кВт;

$T_{шт}$ и T_o – штучное время сварки и основное время ,ч.

$$G_{эл} = \frac{25 * 330}{0,7 * 1000} * 0,82 + 0,3 * (1,3 - 0,82) = 9,8 \ (кВт.ч/деталь)$$

Выбор основного сварочного оборудования очевидно возможен после определения параметров режима сварки (наплавки) по краткой технической характеристике полуавтоматов и автоматов, в нашем случае используем выпрямители с падающей внешней характеристикой (ПВ-60%) ВД-401, сварочный ток – 400 А; пределы регулиро

вания от 50 до 315 А; с номинальным рабочим напряжением – 32 В, напряжением холостого тока 80 В.

3.5 Расчет экономической эффективности от модернизации смазки верхних подшипников виброплиты

Техническое назначение основных виброплит – получить требуемую степень и равномерность уплотнения балластного слоя в зоне подшпалами и по длине пути. Виброплита - это вибрационное устройство с неблансным возбуждением колебаний. Свойство её зависят от сопротивления уплотняемого слоя и правильного выбора параметров.

При работе виброплиты через каждые 2 км подбитого пути производится шприцевание верхних подшипников виброплиты для корректной работы подшипников. Шприцевание производится через масленку, для чего выкручивается пробка на каждой крышке ведомых валов, вкручивается масленка и шприцом нагнетается смазка: *литол* или *солидол*. В этой работе заняты 2 человека из бригады обслуживающие машину, на что затрачивается 30 минут рабочего времени одного работника, ставка одного рабочего в час составляет 21,955 руб./ч. В год затраты составляют 105 часов, для этого затрачивается

$21{,}955 \times 105 = 2305$ руб.

Я предлагаю смазку верхних подшипников производить разбрызгиванием масла дебалансами. Для попадания масла на подшипники в шестернях нужно просверлить четыре отверстия диаметром 30 мм под углом 60^0 в направлении подшипников.

Таблица 3.1 Обзор выполняемых работ

Вид работы	Кол-во рабочих	разряд	Норма времени, час	Часовая ставка, руб.	Сумма, руб.
Снять две вибраторплиты	3 слесаря	5	4	21,955	87,82
Разборка вибраторплит	3 слесаря	5	36	21,955	790,38
Промывка деталей	1 слесарь	3	2	18,710	37,42
Дефектация деталей	техник	7	4	25,798	103,19
Разметка	1 слесарь	5	2	21,955	43,91

Продолжение таблицы 3.1

Вид работы	Кол-во рабочих	разряд	Норма времени, час	Часовая ставка, руб.	Сумма, руб.
Станочные работы: сверлильный станок 2Н135	1 сверловщик	5	14	22,80	319,2
Сборка двух вибраторплит	3 слесаря	5	36	21,955	790,38
Постановка плит на машину	3 слесаря	5	4	21,955	87,82
Всего:					2260,12

Затраты на внедрение модернизации смазки верхних подшипников виброплиты окупятся в течение одного года.

4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Износ деталей является главной причиной, по которой машины теряют работоспособность. К основным свойствам деталей, изменение которых при эксплуатации машин приводит к отказам, относятся: линейные размеры и форма, относительное расположение поверхностей, физико-механические свойства материала поверхностного слоя.

Для разработки технологического процесса восстановления деталей необходимо обозначить эскиз детали на технологической карте. При этом необходимо выявить и указать в карте все возможные дефекты, которые могут возникнуть при работе данной детали, и отметить их на эскизе.

Деталь, на которую в данном разделе будет рассчитываться технологический процесс на восстановление, будет вал приводной ВПО.55.10.16. Данный вал передает крутящий момент на вибраторы направленного действия, создающие горизонтальную возмущающую силу в 20 т, направленную перпендикулярно к продольной оси пути. Поэтому после отработки определенного количества часов вал изнашивается до той степени износа, когда его надо восстанавливать.

4.1 Карта на дефектацию и ремонт

Таблица 4.1 Характеристика восстанавливаемой детали

Наименование детали или сборочной единицы	Обозначение		
Вал привода виброплиты	210-1802176		
Материал	Твердость	Количество	Масса, кг
Сталь 40Х, ГОСТ 4543-71	НВ 241…286	1	8,50

Эскиз вала привода виброплиты с позициями поверхностей, подлежащих восстановлению, представлен на рисунке 4.1.

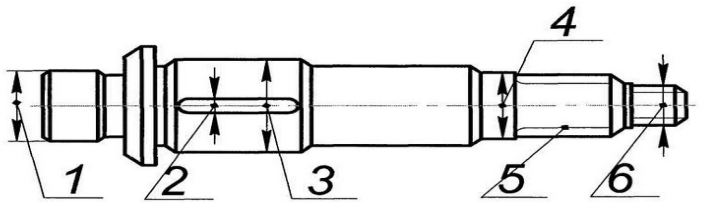


Рисунок 4.1 - Вал привода виброплиты

Таблица 4.2 Возможный износ поверхностей вала и рекомендуемые способы их восстановления

	Возможный дефект	Способ установления дефекта и контрольный инструмент	Размеры, мм			Наименование и обозначение сопрягаемой детали	Предельный допустимый зазор с сопрягаемой деталью	Рекомендуемый способ Восстановления или заключения по выбраковке
				Допустимые без ремонта				
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1	Износ поверхности ø50	Измерение, микрометр		50,003	- -	Подшипник	-0,003	Установка с эластомером ГЭН-150
2	Износ шпоночного паза по ширине	Измерение шаблон, щуп		16,02	- -	шпонка	0,06	Смещение 90°, композитные материалы
3	Износ поверхности ø70	Измерение, микрометр		70,035	- -	шестерня	-0,005	Металлизация, хромирование
4	Износ поверхности ø55	Измерение, микрометр		54,98	- -	Подшипник	0,019	Установка с эластомером ГЭН-150 (В), металлизация
	Возможный дефект	Способ установления дефекта и контрольный инструмент	Размеры, мм			Наименование и обозначение сопрягаемой детали	Предельный допустимый зазор с сопрягаемой деталью	Рекомендуемый способ
			Номинальные	Допустимые без ремонтные	Ремонтные			

5	Износ шлицов по толщине	Измерение шаблон, щуп		8,85	- -	Фланец 255Б-2201100	0,4	Брак
6	Износ и дефекты резьбы М39х2	Осмотр, измерение, калибры резьбовые			- -	Гайка	-	См. ОС-01

Примечания: ОС-01 – стандартные операции по восстановлению изношенных шпоночных пазов, резьбовых соединений, шлицов.

4.2 Выбор способа восстановления

Выбранный нами вал после эксплуатации требует восстановления посадочных мест под подшипники и зубчатое колесо, а также восстановления шпоночного паза. Шлицы и резьба на хвостовике по результатам контрольных замеров удовлетворяют условиям дальнейшей эксплуатации вала. На рисунке 4.2 указаны размеры посадочных мест (в качестве примера), при которых деталь необходимо восстанавливать.

Как видно из рисунка, поверхности посадочных мест требуют восстановления. Рассмотрим наиболее приемлемые методы восстановления для каждой посадочной поверхности в отдельности.

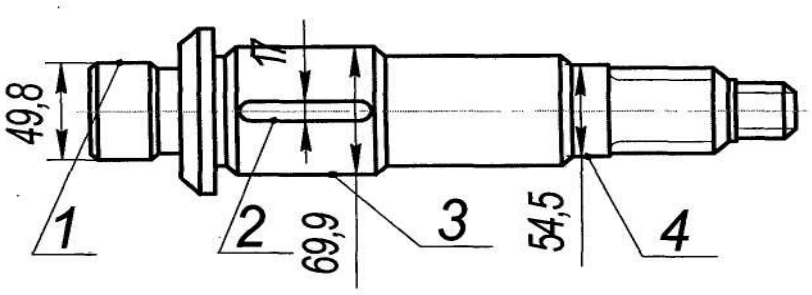


Рисунок 4.2 - Эскиз вала привода вибраторы, нуждающегося в восстановлении

Начнем восстанавливать вал со шпоночного паза. Существует один способ восстановления шпоночных пазов – это наплавка старого, изношенного паза и проточка нового, но только с диаметрально противоположной стороны, или под углом 90 или 120° по отношению к старому пазу. Эту операцию выполнит электросварщик 4-го разряда. Оборудованием ему будет служить сварочный стенд, сварочный аппарат переменного тока, электродержатель, защитная маска. Из материалов – стандартный наплавочный электрод. При этой операции необходимо защитить смежные поверхности от попадания на них расплавленного металла. Наплавка будет производиться двумя проходами, поэтому время на эту операцию, с учетом отбивания шлаков займет примерно 40 минут. Сила тока сварочного аппарата при наплавочной работе будет в пределах I = 120…125 А.

Далее вал перемещается на токарный станок марки 1К-62, где будет производиться чистовая обработка вала для дальнейшей его наплавки вибродуговым методом. Чистовую обработку поверхности позиции 3 производит токарь 4-го разряда. Эта операция является подготовительной, то есть, как бы готовит нашу деталь для основной операции восстановления. Здесь убираются дефектные участки

где наплавлялся металл в изношенный шпоночный паз. Чистовая обработка выполняется за два прохода (заваренный паз имеет неровные края и выступает по отношению к основной поверхности). Также обрабатываются и остальные изношенные поверхности

(если имеются дефектные места). Применяемое оборудование – это токарный станок 1К-62, мощностью 22,8 кВт, трехкулачковый патрон, способный зажать деталь до 250 мм, резец подрезной упорный, измерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ-2-250 по ГОСТ 166-80. При чистовой обработке частота вращения шпинделя будет 630 об. мин, подача суппорта 0,28 мм за оборот. Время на эту операцию займет 30 минут [Справочник технолога].

После чистовой подготовительной обработки перемещаем деталь в цех вибродуговой наплавки. Так как восстанавливаемый вал при эксплуатации воспринимает знакопеременные нагрузки, то способ вибродуговой наплавки самый приемлемый. Здесь придется наплавлять три поверхности, сначала зажать вал в патроне одной стороной, наплавить две поверхности, затем дать остыть, развернуть, зажать и наплавить оставшуюся поверхность.

При наплавке вибродуговым способом можно использовать различные охлаждающие жидкости (4…6 %-ый раствор кальцинированной соды, 10…20%-ый раствор технического глицерина или их смесь). Применение охлаждающих жидкостей в сочетании с различными электродными материалами исключает из технического процесса последующую термическую обработку, так как твердость наплавляемого металла может достигать 58…60 HRC. Толщину последнего мо

жно регулировать от 0,3 до 3,0 мм. При необходимости проводят многослойную наплавку. Потери электродного материала на угар и разбрызгивание не превышают 6…8%.

Режим наплавки. Вал на восстанавливаемых поверхностях должен иметь твердость по НВ 241…286, что соответствует твердости по HRC 45…50. Выбираем проволоку марки НП-60. Припуск должен составлять 0,5…1,0 мм от конечных размеров. По рисунку 4.3. видно на каждую восстанавливаемую поверхность надо наплавить примерно одинаковую толщину металла. Чтоб после наплавки получился нужный припуск, выбираем проволоку диаметром dпр = 2 мм. Толщина наплавленного металла будет h = 1,0…1,6 мм. При этом напряжение источника U = 15…20 В. Сила тока определяется как: I = (60…57) × dпр А,

где dпр = 2 мм – диаметр проволоки, тогда I = 60 × 2 = 120 А.

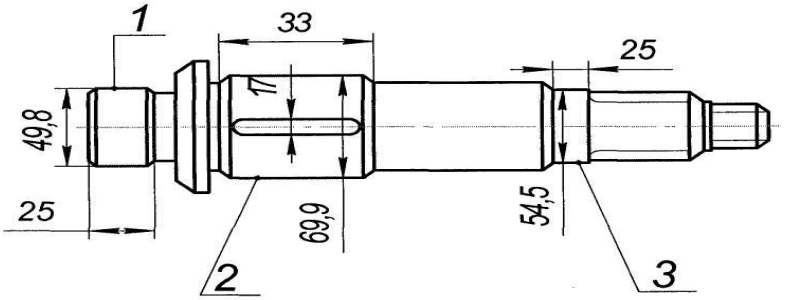


Рисунок 4.3. - Эскиз вала с позициями поверхностей, которые нужно наплавлять их ширины и диаметры

Индуктивность дросселя зависит от источника питания, длины соединительных кабелей. Ее подбирают экспериментально по минимальному разбрызгиванию металла и качеству его сплавления с основой.

Скорость подачи электродной проволоки подсчитывается по формуле:

$$V_п = \frac{0,1 \times I \times U}{d_{пр}^2}, м/ч$$

где: I = 120 А – сила тока;

U – 20 В – напряжение;

$d_{пр}$ = 2 мм – диаметр проволоки.

$$V_п = \frac{0,1 \times 120 \times 20}{2^2} = 60 м/ч = 0,017 м/с$$

Скорость наплавки

$$V_н = \frac{0,785 \times d_{пр}^2 \times V_п \times \eta}{h \times s \times a}, м/ч$$

где ή – коэффициент перехода электродного материала в наплавленный металл (ή=0,8…0,9);

h = 1,3 мм – заданная толщина наплавляемого слоя;

s – шаг наплавки, мм/об, он влияет на прочность сцепления наплавленного металла с основой и волнистость поверхности.

s = (1,6…2,2) × $d_{пр}$, мм/об = 1,8 × 2 = 3,6 мм/об;

тогда

$$V_н = \frac{0,785 \times 2^2 \times 60 \times 0,8}{1,3 \times 3,6 \times 0,75} = 42,94 м/ч$$

где: a = 0,75 – коэффициент, учитывающий отклонение фактической площади сечения наплавленного валика.

Частота вращения детали при наплавлении цилиндрической поверхности определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \times V_n}{60 \times \pi \times d}, мин^{-1}$$

где d – диаметр наплавляемой детали, мм.

Амплитуда колебаний.

Вылет электрода H = (5…8) × $d_{пр}$, мм.

Выбранные режимы уточняют в процессе пробных наплавок. Качество последних можно улучшить применением дополнительных защитных средств: углекислого газа, флюсов, водяного пара, а также порошковых проволок.

Величина основного времени при вибродуговой наплавке зависит от диаметра и длины наплавляемой поверхности, от скорости наплавки (окружной скорости детали) или числа оборотов детали, величины продольной подачи суппорта. Основное время наплавки определяется по формуле

$$T_O = \frac{L \times I}{n \times s}, мин$$

где L – длина (ширина) наплавляемой поверхности;

I – число проходов, i = 1;

s = 3,6 мм/об – шаг наплавки;

n – частота вращения детали, зависит от диаметра поверхности.

$$n = \frac{1000 \times V_н}{60 \times \pi \times d}, мин^{-1}$$

где Vн = 42,94 м/час – скорость наплавки.

В качестве примера посчитаем основное время для наплавки поверхности позиция 1 (смотри рисунок 6.2.1) d = 49,8 мм, L = 25 мм.

Тогда

$$n = \frac{1000 \times 42,94}{60 \times \pi \times 49,8} = 4,6\ мин^{-1}$$

следовательно

$$T_o = \frac{25 \times 1}{4,6 \times 3,6} = 1,51\ мин$$

Для остальных восстанавливаемых поверхностей расчеты производятся аналогично, результаты заносим в таблицу 4.3.

Вспомогательное время Тв, связанное с процессом наплавки:

включение генератора, подвод мундштука, включение вибратора, пуск станка, включение продольной подачи суппорта, включение подачи жидкости, очистка детали от ржавчины и окалины и все последующие действия до выключения установки после окончания наплавки принимается 0,9 минут на один проход [Справочник технолога]. Но у нас три поверхности, которые надо наплавить каждую одним проходом, следовательно, вспомогательное время примем Тв = 2,7 мин.

Оперативное время

Топер = То + Тв, мин.

Дополнительное время составляет 15% от оперативного времени, тогда

Тдоп = 0,15 × Топер, мин.

Подготовительно-заключительное время составит Тпз = 16 мин.

Общее (нормируемое) время составит

Тн = Топер +Тдоп +Тпз, мин.

Теперь воспользуемся рисунком 4.3 и формулами для подсчета скорости вращения детали и времени. Полученные результаты занесем в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 Режимы вибродуговой наплавки

Параметр	Позиция 1	Позиция 2	Позиция 3
n, об$^{-1}$	4.57	3.26	4.18
То, мин	1,51	2,8	1,66
Топер, ми	8,67		
Тдоп, мин	1,3		
Тн, мин	26		

Установка для вибродуговой наплавки включает в себя наплавочную головку, закрепленную на суппорте токарного станка, источник питания, дополнительную индуктивность (дроссель), систему подачи охлаждающей жидкости. Наибольшее распространение получили наплавочные головки ОКС-1252А и ОКС-6569 с механическим вибратором. Для питания электрической дуги применяют сварочные преобразователи ПСТ-500 ПСЧ-500, выпрямители и низковольтный генератор АНД-500/1000.

Окончательная механическая обработка.

Наплавленный вал перемещается на токарный станок, где будет производиться окончательная обработка восстанавливаемых поверхностей. При этом необходимо обеспечить установленные чертежом класс точности поверхности и ее геометрические размеры.

Так как поверхности после наплавки не могут иметь гладкую форму (волнообразная), токарь не сможет за один проход обработа

ть деталь. Поэтому механическую обработку будем производить за два прохода.

Станок для механической обработки будет тот же 1К-62 мощностью 22,8 кВт, патрон, зажимающий детали до 250 мм. Частота вращения шпинделя при черновой обработке n1 = 400 об/мин; скорость подачи суппорта v1 = 0,28 мм/об [Справочник технолога]. Резец подрезной упорный, измерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ-2-250 по

ГОСТ 166-80.

При чистовой обработке деталь обрабатывается уже до нужных размеров, до нужной шероховатости. Скорость вращения шпинделя, при этой операции будет n2 = 630 об/мин, подача суппорта v2 = 0,15 мм/об [Справочник технолога]. Резец подрезной упорный марки Т-15-К6, измерительный инструмент – микрометр 50-75 МК, по ГОСТ 6507-78. Чистое время на обработку детали составит в пределах То = 5 мин, вспомогательное время Тв с = 4 мин (разворот детали, контрольные замеры и т.д.) Оперативное время

Топ = То + Тв с = 5 + 4 = 9 мин.

Дополнительное и подготовительно-заключительное составят соответственно Тдоп=1,35 мин., Тпз=16 мин. Примем общее (нормированное) время Тн=27 мин.

При этой операции восстановления квалификация токаря должна быть выше – 6 разряд.

Нарезание шпоночного паза.

После обработки поверхностей, наша деталь перемещается на консольный-фрезерный станок 6М-82, для проточки шпоночного паза.

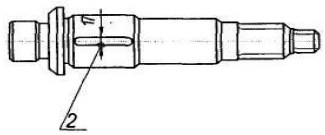
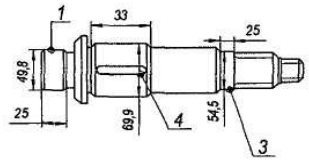
Оборудование для этой операции составит: собственно сам консольный-фрезерный станок 6М-82, с поворотом стола мощностью 15 кВт, поворотной головкой с делительным центром, пальчиковая фреза dф=8 мм, измерительный инструмент штангенциркуль ШЦ-2-250 по ГОСТ 166-80. Скорость вращения фрезы nф = 125 об/мин, продольная подача фрезы ручная, скорость примерно vф = 0,25 мм/об [Справочник технолога]. Квалификация токаря-фрезеровщика 6 разряд. Нормированное время примем Тн = 25 мин.

Поверхности 5 и 6 (смотри рисунок 4.2): соответственно шлицы проверить на отсутствие скручивания, рисок, задиров и забоин на рабочих

поверхностях, а также на износ шлицев, при обнаружении следов скручивания деталь браковать, задиры зачистить; хвостовую резьбу проверить осмотром и резьбовым калибром, забитую резьбу восстановить калибровкой.

Таблица 4.4 Маршрутно-технической карта восстановления вала привода вибролиты

Эскиз детали	Материал детали	Дефекты детали	Способ восстановления
1	2	3	4

	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	Уширение шпоночного паза	Наплавление шпоночного паза электродуговой сваркой, с последующей нарезкой нового паза
	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	Износ, выше допустимого (сужение) поверхностей 1,3,4	Черновая механическая обработка на токарном станке. Вибродуговая наплавка. Чистовая механическая обработка до нужных размеров и шероховатости

Продолжение таблицы 4.4

Наименование операции	оборудование	приспособления	инструмент	нормы времени		разряд		расценка	
				режущий	измерительный	То, мин	Тв.с, мин	Тшт, мин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Продолжение таблицы 4.4

1	Нарезание шпоночного паза номинального размера, диаметрально противоположно старому или под угло	Механическая обработка восстановленных поверхностей после вибродуговой наплавки, до ну	Восстановление изношенных поверхностей методом вибродуговой наплавки	Заварка-заплавка шпоночного паза, с последующей механической обработкой
2				
3	Вертикальный консольный фрезерный станок 6М-82 Г, с поворотным столом		Токарный станок 1К-62, сварочный преобразователь ПСТ-500, выпрямител	Сварочный аппарат ПСТ-500, токарный станок К-62А
4	Поворотная головка с прижимными центрами		Наплавочная головка ОКС-1252А	Электрододержатель, защитный щиток, трехгубковый патр
5				
6	Пальчиковая фреза, диамет			резец упорный прох
7	Штангенциркуль ШЦ-2-250 по ГОСТ 166-80		Штангенциркуль ШЦ-2-250 по ГОСТ 166-80	Штангенциркуль ШЦ-2-250 по ГОСТ
8	10		10	80
9	15		16	30
10	25		26	110
	6		6	4

Вертикальный консольный фрезерный станок 6М-82 Г с поворотным ст		Поворотная головка с прижимными центрами		Пальчиковая фреза, диаметром 8 мм	Штангенциркуль ШЦ-2-250 по ГОСТ 166-80	10	15	25	6

Окончательный контроль производится на контрольной плите.

4.3 Расчет экономической эффективности восстановления детали

Чтобы определить эффективность, надо сравнить стоимость затрат на восстановление вала с рыночной стоимостью нового вала.

Определение стоимости затрат на восстановление вала.

Затраты на восстановление вала определим по формуле:

$$СВД = С1 + С2 + С3 + С4,$$

где *С1* – фонд заработной платы рабочих, участвующих в работах по восстановлению вала;

С2 – стоимость материалов, которые используются для восстановления вала;

С3 – стоимость электроэнергии, затраченной для восстановления вала;

С4 – накладные расходы ремонтного цеха.

Для определения фонда заработной платы надо определить оплату труда рабочих по каждой операции восстановления, а затем их сложить. На примере одной операции покажем, как это будет делаться, и результаты поместим в таблицу 4.5

Таблица 4.5 Фонд оплаты труда рабочих, участвующих в операциях по восстановлению вала привода среднего моста

Вид операции	Трудоемкость, чел/час.	Часовая тарифная ставка, руб.	Премия, %	Надбавка за стаж, %	Надбавка за вредность, %	Оплата за данную операцию, руб.
1	2	3	4	5	6	7
Сварка-наплавка шпоночного паза	0,66	26,8	75	10	8	34,14
Предварительная механическая обработка	0,5	26,8	75	10	-	24,8
Вибродуговая наплавка изношенных поверхностей	0,5	28,6	75	10	8	27,6
Окончательная механическая обработка	0,5	28,6	75	10	-	26,45
Нарезание шпоночного паза	0,5	28,6	75	10	-	26,45
Итого с учетом отчислений на социальные нужды С1 (26%)	33,33					

В качестве примера возьмем операцию по предварительной механической обработке (перед наплавкой) поверхностей, подлежащих восстановлению. Работу выполняет токарь 5-го разряда, с часовой тарифной ставкой 26,8 руб.

Тогда зарплата на этой операции будет

$З = (Т \times t) \times П + (Т \times t) \times kВ$,

где $Т$ – тарифная ставка токаря 5-го разряда;

t = 0,5 чел/час – трудоемкость данной операции;

$П$ = 0,75% - усредненная премия по итогам месяца в цехе ремонта;

$kВ$ = 10% - коэффициент, учитывающий выслугу лет рабочего на предприятии (приняли средний 10%), он колеблется от 5 до 30%, согласно действующему трудовому законодательству.

$З$ = (26,8 × 0,5) × 0,75 + (26,8 × 0,5) × 0,1 = 23,45 руб.

Для восстановления одного вала расход материалов будет небольшим, но посчитать стоимость использованных материалов надо. Для заваривания шпоночного паза примем, что использовали 1 кг электродов марки ОЗН-250У, стоимостью 30 рублей за килограмм (данные ПМС), для вибродуговой наплавки используем 1 килограмм наплавочной проволоки НП-60 по цене 25 рублей за килограмм. Получаем (с учетом 15% на транспортно-складские работы) С2 = 63,25 руб.

Накладные расходы определим по формуле:

$С4 = С1 \times Нн$

где $С1$ = 33,33 руб. – фонд заработной платы рабочим, участвующим в операциях по восстановлению вала;

$Нн$ = 143% - норма накладных расходов для ремонтного цеха (данные ПМС).

$С4$ =33,33 ×143%= 47,66

Суммируем полученные составляющие, для определения общих расходов по восстановлению:

Свд = 33,33+63,25+174+47,66=318,24 руб

Расчет стоимости электроэнергии затраченной на восстановление вала поместим в таблицу 4.6

Таблица 4.6 Стоимость электроэнергии

Наименование оборудования	Потребляемая мощность, кВт	Время работы, час	Цена, руб. за кВт/час (данные ПМС)	Стоимость для данной операции, руб.
1	2	3	4	5
Сварочный аппарат	60	0,66	1,47	58,2
Токарный станок 1К-62	22,8	0,5	1,47	16,76
Сварочный преобразователь и выпрямитель	60	0,5	1,47	44,1
Токарный станок 1К-62	60	0,5	1,47	44,1
Фрезерный станок 6М-82	15	0,5	1,47	11
Итого, стоимость электроэнергии СЗ	174			

Изготовление нового вала привода виброплиты на СПРЗ стоит 6200 руб.(против 318,24 руб.), что показывает о целесообразности проведения ремонта и вложения затрат на восстановление детали.

5. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

20 марта 2019 г. Советом директоров принята стратегическая программа развития ОАО «РЖД» до 2025 г., она предусматривает рост объемов грузовых перевозок к 2024 году в 1.5 раза.

В связи с этим ситуация с предоставлением «окон» для ремонта и содержания пути будет усложняться с каждым годом.

При этом основным требованием к путейцам будет выполнение значительно большего объема работ с высоким качеством в единицу времени предоставленного «окна». Соответственно перед конструкторами и машиностроительными заводами Департамент пути и сооружений ОАО «РЖД» в настоящее время поставил задачу по созданию технологий быстрого и качественного ремонта пути в условиях дефицита времени «окна» с использованием новых типов высокопроизводительных машин.

В данной главе определим экономические показатели использования и

модернизации ВПО-3000.

5.1 Затраты на эксплуатацию машины ВПО-3000

В состав сметных расценок на эксплуатацию машин $С_{маш}$ входят

следующие статьи затрат:

$$С_{маш} = А + Р + Б + З + Э + С + Г,$$

где А – амортизационные отчисления на полное восстановление;

Р – затраты на выполнение всех видов ремонта;

Б – затраты на замену быстроизнашивающихся частей;

З – оплата труда рабочих, управляющих машиной;

Э – затраты на дизельное топливо;

С – затраты на смазочные материалы;

Г – затраты на гидравлическую и охлаждающую жидкости

А) Амортизационные отчисления на полное восстановление

Амортизационные отчисления на полное восстановление определяем

по формуле:

$$A = \frac{B_C \times H_A \times K_A}{100 \times T},$$

где B_C – восстановительная стоимость, руб.;

H_A – норма амортизационных отчислений на полное восстановление, 5,6%;

K_A – коэффициент интенсивности использования машины, 1;

Т – годовой режим эксплуатации машин, 1680 маш.-ч./год

Восстановительная стоимость машины (с учетом первоначальной доставки от завода изготовителя) определяется по формуле:

$B_C = Ц \times K_{З Д}$

где Ц – восстановительная цена, принята в сумме 43200000 руб.;

$K_{З Д}$ – коэффициент затрат на первоначальную доставку к предприятию, принимаем $K_{З Д} = 1,12$.

Восстановительная стоимость составляет:

$B_C = 43200000 \times 1,12 = 48384000$ руб.

Амортизационные отчисления на полное восстановление составляет:

$$A_{впо\text{-}3000} = \frac{48384000 * 5,6 * 1}{100 * 1680} = 1612,8 \text{ руб./маш.-ч.}$$

Б) Затраты на выполнение всех видов ремонта, диагностирование и техническое обслуживание

Затраты на выполнение всех видов ремонта, диагностирование и техническое обслуживание определяются по формуле:

$$P = \frac{B_C \times H_P}{100 \times T},$$

где B_C – восстановительная стоимость машины, руб.;

H_P – годовая норма затрат на ремонт, диагностирование и техническое обслуживание, 25%.

Т – годовой режим эксплуатации ВПО-3000, 1680 маш.-ч.

$$Р = \frac{48384000 * 25}{100 * 1680} = 7200 \text{ руб./маш.-ч.}$$

В) Затраты на замену быстроизнашивающихся частей (виброплиты)

Затраты на замену быстроизнашивающихся частей определяются по формуле:

$$Б = \frac{Ц_п * K_{дп} * K_п}{T} = \frac{5508000 * 1,12 * 1}{2300} = 2682,15 \text{ руб./маш.-ч.}$$

где $Ц_П$ – рыночная цена одной виброплиты, 5508000 руб./комплект;

$К_{д\,п}$ – коэффициент затрат на доставку виброоплит, $К_{д\,п}$ = 1,12;

$К_{п}$ – количество быстроизнашивающихся частей данного вида, одновременно заменяемых за год, 1 шт/год;

Т – нормативный ресурс (срок службы) быстроизнашивающейся части данного вида принят 2300 маш.-ч.

Г) Оплата труда рабочих, управляющих машиной

Начальник машины 12 разряда – 1 человек; зарплата 35596 рублей;

оплата труда начальника машины 12 разряда: 35596 / 171 = 208,16 руб./чел.-ч.

машинист 6 разряда – 2 человека, оплата труда машинистов 6 разряда:

126,70 × 2 = 253,4 руб./чел.-ч.;

помощник машиниста 5 разряда –2 человека, оплата труда помощника машиниста 5 разряда: 116,40*2= 232,8 руб./чел.-ч.

208,16 + 253,4 + 232,8 = 694,36 руб./чел.-ч.

премия 65%: 694,36руб × 0,65 = 451,33руб./чел.-ч.

выслуга 12%: 694,36× 0,12 = 83,32 руб./чел.-ч.

разъездной характер работ 20%: 694,36× 0,2 = 138,87 руб./чел.-ч.

Итого: З = 694,36+ 451,33+ 83,32 + 138,87 = 1367,88 руб./чел.-ч.

Д) Затраты на энергоносители (дизельное топливо)

Затраты на дизельное топливо определяем по формуле:

$Э_{д} = Н_{д} \times Ц_{д} \times К_{д}$

где $Н_{д}$ – расход дизельного топлива при эксплуатации, 32 л/маш.-ч.;

$Ц_Д$ – цена дизельного топлива без учета стоимости его доставки, 46,65руб./л;

$К_Д$ – коэффициент затрат на доставку дизельного топлива, $К_Д$ = 1,05

$Э_Д$ = 32 × 46,65 ×1,05 = 1567,44 руб./маш.-ч.

Ж) Затраты на смазочные материалы

Показатель затрат на смазочные материалы определяем по формуле:

$С_Д = Ц_{СМ} * Н_Д * K_{р.см}$

где $Ц_{СМ}$ – средневзвешенная региональная цена на смазочные материалы с учетом затрат на их доставку, 28 руб./кг;

$K_{р.см}$ – коэффициент, учитывающий расход смазочных материалов, $K_{р.см}$= 0,063

$Н_Д$ – норма расхода дизельного топлива при эксплуатации, 32 л/маш.-ч.

$С_Д$ = 28 × 32 × 0,063 = 56,44 руб./маш.-ч.

З) Затраты на гидравлическую жидкость

Нормативный показатель затрат на смазочные материалы найдем по формуле следующего типа: $Г = \frac{О * Д_г * К_д * П_г * Ц_г * К_{д.г.}}{Т}$,где

О – средневзвешенный показатель емкости гидробака, =100 л;

$Д_г$ –плотность гидравлической жидкости, =0,87 кг/л;

$K_д$ –коэффициент доливок гидравлической жидкости, =1,5;

$П_г$ –периодичность замены гидравлической жидкости, =1;

$Ц_г$ –цена приобретения гидравлической жидкости, =15 руб./кг;

$K_{д.г.}$ –коэффициент затрат на доставку, =1,25;

Т – годовой режим эксплуатации ВПО-3000, 1680 маш.-ч.

$$Г= \frac{100*0,87*1,5*1*15*1,25}{1680} =1,45$$ руб./маш.-ч.

Сметные расценки на эксплуатацию ВПО-3000 составляют:

$С_{маш} = А + Р + Б + З + Э + С + Г =$

$С_{маш} = 1612,8 + 7200+ 80 + 1367,88 + 1567,44+ 56,44 + 1,45 = 11886,01$ руб./маш.-ч.

5.2 Плановая стоимость одного машино-часа эксплуатации ВПО-3000

$Ц_{маш} = С_{маш} + Н_м + П_М$,

где $С_{маш}$ – Сметные расценки на эксплуатацию, 11886,01 руб./маш.-ч.;

$Н_м$ – накладные расходы, определяются по формуле:

$$Н_м = \frac{Н_н * З}{100} = \frac{67*1367,88}{100} = 916,47$$ руб./маш.-ч.

где З – оплата труда рабочих, управляющих машиной,=1367,88 руб./чел.-ч.;

$Н_Н$ – норма накладных расходов, 67%;

$П_М$ – плановая прибыль, определяется по формуле:

$$П_м = \frac{П_н * З}{100} = \frac{50*1367,88}{100} = 683,94$$ руб./маш.-ч.

где З – оплата труда рабочих, управляющих машиной,=1367,88 руб./чел.-ч.;

$П_Н$ – норма плановой прибыли от оплаты труда бригады, 50%.

$Ц_{маш} = 11886,01 + 916,47 + 683,94 = 13486,42$ руб./маш.-ч.

Результаты расчётов сведём в таблицу 5.1:

Таблица 5.1 Цена 1 машино-часа эксплуатации ВПО-3000

п/п	Наименование показателей	Величина по	
		руб./маш.-	%
	Амортизационные отчисления	1612,8	11,95
2	Затраты на ремонт, диагностирование и техническое обслуживание	7200	53,38
	Затраты на замену быстроизнашивающих	80	0,59
	Оплата труда машиниста	1367,88	10,14
	Затраты на дизельное топливо	1567,44	11,62
	Затраты на смазочные материалы	56,44	0,41
	Затраты на гидравлическую жидкость	1,45	0,01
	Накладные расходы	916,47	6,79
	Плановая прибыль	683,94	5,07
	Итого цена, маш.-ч.	13486,42	100

5.3 Определение плановых экономических показателей технико-эксплуатационной работы

К основным экономическим показателям работы техники относятся: годовая выручка, годовые издержки, годовой доход, годовая сумма амортизационных отчислений на полное восстановление и годовая сумма накладных расходов.

Годовая выручка (стоимостная оценка результатов работы, Р) составит:

$$Р = Ц_{м\,ч} \times Т,$$

где $Ц_{м\,ч}$ – цена 1 маш.-ч., 13486,42 руб./маш.-ч.

Т – количество часов работы техники в году, 1680 маш.-ч./год

$$Р = 13486,42 \times 1680 = 22657185,6 \text{ руб./год}$$

Годовые издержки (стоимостная оценка затрат на применение ВПО-3000 в течение года, З) составят:

$$З = С_{м\,ч} \times Т,$$

где $С_{м\,ч}$ – себестоимость одного машино-часа,

$С_{м\,ч} = Ц_{м\,ч} – А - П_М$ =13486,42 – 1612,8 – 683,94 = 11189,68 руб./маш.-ч.

З = 11189,68 × 1680 = 18798662,4 руб./год

Годовой доход (годовой эффект, Э) составит:

Э = Р - З = 22657185,6 – 18798662,4 = 3858523,2 руб./год

$Э = (П_М + А) \times Т_Г$ = (683,94 + 1612,8) × 1680 = 3858523,2 руб./год

Сумма годовых амортизационных отчислений на полное восстановление ($А_Т$) определяем по формуле:

$А_Т = А \times Т$,

где А – амортизационные отчисления, 1612,8руб./маш.-ч.

$А_Т$ = 1612,8× 1680 = 2709504 руб./год

Срок окупаемости капитальных затрат на ВПО-3000:

$Т_О = В_С / Э$ = 48384000 / 3858523,2 = 12,5 год.

Экономические показатели работы техники за год сведены в таблицу 5.2Таблица 5.2 Экономические показатели работы ВПО-3000 за год

№ п/п	Наименование показателей	Ед.изм.	Величина показателя
1	Годовая выручка	руб.	22657185,6
2	Годовые издержки	руб.	18798662,4
3	Годовой доход	руб.	3858523,2

Продолжение таблицы 5.2

№ п/п	Наименование показателей	Ед.изм.	Величина показателя
4	Годовая сумма амортизационных отчислений на полное восстановление	руб.	2709504
5	Срок окупаемости	год	12,5

5.4 Определение точки безубыточности эксплуатации ВПО-3000

Для определения точки безубыточности принимаем, что издержки на приобретение и эксплуатацию ВПО-3000 могут быть разделены на условно-постоянные (издержки, которые не изменяются при изменении объёма производства - накладные расходы) и условно-переменные (издержки, изменяющиеся прямо-пропорционально объёму производства - текущие эксплуатационные расходы без учёта амортизационных отчислений).

Условие безубыточности можно представить в виде:

$Ц_{Е П} \times Т_б = С_п \times Т_г + С_р \times Т_б$,

где $Ц_{Е П} = Ц_{М Ч}$ - цена единицы продукции (в нашем случае цена одного машино-часа), 13486,42 руб./маш.-ч.;

$Т_б$ - объем продукции, равный точке безубыточности, единице продукции (в нашем случае количество часов работы ВПО-3000);

$Т_г$ - номинальный годовой режим работы ВПО-000, 1680 маш.-ч;

$С_п$ - условно-постоянные издержки производства, 15099,22руб./маш.-ч.;

$С_р$ - условно-переменные издержки производства, 11189,68 руб./маш.-ч.

Таким образом, условие безубыточности в нашем случае примет вид:

$Ц_{м\,ч} \times Т_б = С_п \times Т_г + С_р \times Т_б$,

отсюда определим точку безубыточности:

$Т_б = С_п \times Т_г / (Ц_{м\,ч} - С_р) =$

$= 15099,22 \times 1680 / (13486,42 - 11189,68) = 11044,65$ маш.-ч./год.

Определим точку безубыточности с помощью графических построений:

1. На оси абсцисс откладываем отрезок ОА равный (1680 маш.-ч.) количеству часов работы ВПО-3000 в году;

2. Из точки А проводим прямую, параллельную оси ординат, и откладываем на ней три отрезка: АБ равный годовой выручке (22657185,6 руб./год), АВ равный годовым издержкам (18798662,4 руб./год) и АГ равный годовым условно-постоянным издержкам (15099,22 руб./маш.-ч.);

3. Из точки Г проводим прямую ГД, параллельную оси абсцисс, до

пересечения с осью ординат;

4. Соединим прямыми точку Д с точкой В и точку О с точкой Б;

5. Из точки З, на пересечении прямых ДВ и ОБ, проводим прямую ЗЖ параллельно оси ординат до пересечения с осью абсцисс, а также прямую ЕЗ параллельно оси абсцисс до пересечения с осью ординат.

Точка 3 является точкой безубыточности.

В результате выполненных построений получено графическое отображение следующих, показателей:

годовая выручка - участок АБ;

годовые издержки - участок АВ;

годовой доход - участок БВ;

годовые условно-постоянные издержки - участок АГ и участок ОД;

годовые условно-переменные издержки - участок ВГ;

годовой номинальный объём работ - участок ОА;

объём работ в точке безубыточности - участок ОЖ;

выручка в точке безубыточности - участок ОЕ;

издержки в точке безубыточности - участок ОЕ;

величина выручки в зависимости от объёма работ - прямая ОБ;

величина издержек в зависимости от объёма работ - прямая ДВ;

величина дохода в зависимости от объёма работ - область БВЗ;

убытки β зависимости от объёма работ - область ОДЗ.

Как видно из построений для значительного повышения устойчивости эффективной эксплуатации ВПО-3000 необходимо повысить цену 1 маш.-ч. Для этого перейдём от сметной цены маш.-ч. к договорной, увеличив норму прибыли в 10+12 раз. Принимаем норму прибыли 50% * 11 = 550%. Тогда прибыль в составе договорной цены 1 маш.-ч. составит:

Пм = 683,94× 550 / 100 = 3761,67 руб./маш.-ч.

При этом договорную цену 1 маш.-ч. и точку безубыточности определим по формулам: $Ц_{маш} = С_{маш} + Н_{м} + П_{М}$

$Ц_{м\,ч}$ = 11886,01 + 916,47 + 3761,67 = 16564,15 руб./маш.-ч.

$Т_{б}$ = 15099,22 × 1680 / (16564,15 - 11189,68) = 4719,84 маш.-ч./год.

Приняв эти значения для дальнейших расчётов уточним величину годовой выручки, годовых доходов и издержек:

$Р = Ц_{м\,ч} \times Т_{Г}$ = 16564,15 × 1680 = 27827772 руб./год.,

$З = С_{м\,ч} \times Т_{Г}$ = 11189,68 × 1680 = 18798662,4 руб./год.,

Э = Р – З = 27827772 – 18798662,4 = 9029109,6 руб./год.

Срок окупаемости капитальных затрат на ВПО-3000:

$Т_{О} = В_{С}$ / Э = 48384000 / 9029109,6 = 5,35 год.

Полученные значения сведём в таблицу 5.3

Таблица 5.3 Результаты расчетов

№	Наименование показателей	Ед.изм.	Величина показателя
1	Годовая выручка	руб.	27827772
2	Годовые издержки (без учёта амортизационных отчислений)	руб.	18798662,4
3	Годовой доход	руб.	9029109,6
4	Срок окупаемости	год	5,35

5.5 Стоимость усиленного капитального ремонта 1 км пути на железобетонных шпалах

$С_{укр} = С_м + (С_{эмм} + С_{зп}) + С_{нр} + С_{пз}$

где $С_м$ – стоимость материалов;

$С_{эмм}$ – стоимость эксплуатации машин и механизмов;

$С_{зп}$ – заработная плата механиков;

$С_{нр}$ – накладные расходы;

$С_{пз}$ – прочие затраты;

Таблица 5.4 Калькуляция стоимости 1 км усиленного капитального ремонта пути на железобетонных шпалах за 2020 г.

Наименование статей	Изм	Кол-во	Цена, руб.	Стоимость, руб.
Затраты труда монтера пути	ч/час	3721	83	308843
Материалы ВСП				

Рельсы Р-65	т	160	79000	10251040
Подкладки КБ-65	шт.	3680	822	3024960
Клемма	шт.	7360	79,2	582960
Болт клеммный	шт.	7360	30	220893
Болт закладной	шт.	7360	55,3	406638

Продолжение таблицы 5.4

Шайба двухвитковая М-25	шт.	14720	12	176600
Втулка изолирующая ЦП-138	шт.	7360	8	58880
Шайба скоба	шт.	640	28,43	18200
Прокладка под рельс	шт.	3680	35	128800
Прокладка под подкладку	шт.	3680	50	184000
Шпалы ж.б.	шт	1 840	3100	5704000
Шпалы деревянные	шт	0	0	0
Щебень	куб м	2400	1395	3348000
Изостык	компл	0,5	3808,35	1904,17
Соединители стыковые	шт	12	27	326
Графитовая мазь	кг	0,036	13 834	498
Электроды сварочные	кг	2,4	245	610
Геотекстиль	кв м	4300	33	141900
Наименование статей	Изм	Кол-во	Цена, руб.	Стоимость, руб.
Пенополистирол	куб м	12	6 120	73 440
Итого, с учетом НДС 20%	руб			24632492,1
Итого материалы	руб			24632492,1
Эксп л. машин и мех-мов + Зарплата механиков	руб			976354,2
Накладные расходы	руб			366539,7

Прочие затраты	руб.			479992
Всего стоимость	руб			26455377,9

Сукр = 24632492 + 976354,2 + 366539,7 + 479992 = 26455377,9 руб.

Таким образом, стоимость одного километра пути при усиленном капитальном ремонте на железобетонных шпалах составляет 26455 тыс. рублей.

Годовая стоимость общего объема усиленного капитального ремонта пути на Приволжской ж.д. составит:

Сгод впо-3000 = Сукр * Vукр

где Сукр – стоимость ремонта 1 км пути при УКР, руб.;

Vукр – объем УКР на Приволжской ж.д., км;

Объем при усиленном капитальном ремонте по Саратовскому отделению ОАО «РЖД» составит 52 км железнодорожного пути.

Сгод впо-3000 = 26455 * 52 = 1375660 тыс. руб.

При использовании ВПО-3000М (с модернизированной виброплитой) по расчетам стоимость ремонта 1 км пути снизится примерно на 10%, что составит:

Сгод впо-3000м = Сгод впо-3000 * 0,1

Сгод впо-3000м = 1375660 * 0,1 = 137566 тыс. руб.

Исходя из этого, годовая экономия машино-смен на 1 км работ после введения в работу машины ВПО-3000М составит:

Эгод = Сгод впо-3000 - Сгод впо-3000м

Эгод = 1375660 – 137566 = 1238094 тыс. руб.

Затраты на модернизацию виброплиты машины ВПО–3000 по данным ЗАО «Тулажелдормаш» составят 1 727 тыс. руб., а стоимость одной виброплиты 5 508 тыс. руб. Принимая во внимание, что на Приволжской ж.д. эксплуатируется 6 машин ВПО-3000, то срок окупаемости рассчитывается следующим образом:

$$Т_{ок} = \frac{n \cdot C_{С.П.} + C_{МОД}}{Э_{ГОД}}$$

где n – количество находящихся в эксплуатации машин ВПО-3000,

$С_{с.п.}$ – стоимость новой виброплиты,

$С_{мод}$ – стоимость модернизации виброплиты,

$Э_{год}$ – экономия за год.

$$Т_{ок} = \frac{6 * 5508 + 1727}{1238094} = 0{,}02 \text{ г}$$

Таким образом, отсюда мы делаем вывод, что внедрение модернизированной виброплиты для машины ВПО-3000 с перестройкой производственных мощностей под новые технологии изготовления экономически выгодно и окупится через 0,02 года.

5.6 Выводы и предложения о целесообразности применения ВПО-3000

1. Балансовая стоимость ВПО-3000 - 43200000 руб.

2. Сметная стоимостъ (цена) 1 маш.-ч. – 11886,01 руб./маш.-ч.

3. Годовой доход при договорной цене 1 маш.-ч.- 9029109,6 руб.

4. Количество часов работы ВПО-3000 в году – 1680 маш.-ч.

5. Срок службы ВПО-3000 - 18 лет.

6. С це ль ю по вы ше ни я сп ро са на ус лу ги да нн ог о ви да те хн ик и сл ед уе т ра сс мо тр ет ь це ле со об ра зн ос ть ум ен ьш ен ия до го во рн ой це ны 1ма ш.-ч. пр и сн иж ен ии но рм ы до хо да .

6. ОХРАНА ТРУДА

6.1 Мероприятия по обеспечению безопасности движения поездов

Все работы по ремонту и содержанию пути, сооружений и устройств путевого хозяйства выполняются в соответствии с утвержденными проектами, технологическими процессами, техническими условиями, Правилами технической эксплуатации железных дорог, Инструкцией по сигнализации на железных дорогах РСФСР и Инструкцией по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ.

При ремонте пути, сооружений и устройств должна обеспечиваться безопасность движения и, как правило, не должен нарушаться график движения поездов.

6.2 Требования безопасности при выполнении работ с применением железнодорожно-строительных (путевых) машин

Ответственным лицом за обеспечение безопасности работающих при выполнении работ с применением путевых машин и механизмов должен быть руководитель работ, назначаемый начальником хозяйственного подразделения: при работах, выполняемых ПМС, - начальник ПМС; при работах, выполняемых дистанцией пути, - начальником дистанции пути.

Ответственность за соблюдение требований безопасности (в том числе пожарной) персоналом, обслуживающим машину, возлагается на инженера-технолога или машиниста путевой машины.

В работе должны допускаться машины и механизмы, освидетельствованные и испытанные в установленном порядке, а также полностью укомплектованные в соответствии с инструкциями по их эксплуатации.

Грузоподъемные краны всех типов (экскаваторы, работающие краном) за исключением кранов с ручным приводом и пневмоподъемников при ручном приводе механизмов передвижения, должны быть зарегистрированы

в территориальных органах Ростехнадзора.

Запрещается эксплуатация машин с неисправными тормозами ходовых частей и грузоподъемного оборудования, звуковой и световой сигнализацией, приборами безопасности.

Работоспособность блокирующих устройств, состояния заземлений, ограждений, защитных средств необходимо проверять перед каждым выходом путевой машины на работу.

К управлению путевыми машинами и их обслуживанию допускаются лица, прошедшие соответствующую подготовку и имеющие удостоверения.

Ответственность за обеспечением условий безопасной работы машины и за безопасность обслуживающей путевой бригады несет руководитель работ.

Работы по устранению возникших неисправностей, смазыванию узлов на путевых машинах должны производиться только после их полной остановки и остановки силового привода.

Запрещается оставлять машину, отделочные механизмы или оборудование с работающим двигателем.

Численность работников, перевозимых на путевых машинах, не должна превышать нормы, установленной инструкциями по их эксплуатации, Запрещается перевозка лиц, не имеющих отношения к работе, на путевых машинах.

При работе на двух- и многопутных участках руководитель работ или сигналист обязан обеспечить своевременное оповещение монтеров пути и бригадиру машины о приближении поезда по соседнему пути.

При следовании путевых машин своим ходом или в составе поезда рабочие органы должны быть приведены в транспортное положение и надежно закреплены.

Во время работы путевых машин руководителю работ и обслуживающей бригаде запрещается находиться на соседнем пути и на междупутье. При плохой видимости для связи руководителя работ с машинистом локомотива, работающего с путевой машиной, должен быть выставлен сигналист.

В случае крайней необходимости нахождения на междупутье руководителя работ или бригады, обслуживающей путевую машину (ремонт, настройка), должен быть выделен сигналист для оповещения о приближении поезда по правильному и неправильному направлениям.

Все операции при работе путевых машин должны производиться по команде руководителя работ. Машинист путевой машины пе

ре д вы по лн ен ие м оп ер ац ии до лж ен по да ть ус та но вл ен ны й зв ук ов ой си гн ал .

Пр и ра бо те вы пр ав оч но -по дб ив оч но -ри хт ов оч ны х, вы пр ав оч но -по дб ив оч но -от де ло чн ых , ба лл ас то уп ло тн ит ел ьн ых ма ши н, ди на ми че ск их ст аб ил из ат ор ов не об хо ди мо со бл юд ат ь сл ед ую щи е тр еб ов ан ия :

пе ре д вы ез до м на пе ре го н и с пе ре го на не об хо ди мо уб ед ит ся , чт о вс е ра бо чи е ор га ны и те ле жк и ко нт ро ль но -из ме ри те ль но й си ст ем ы пр ив ед ен ы в тр ан сп ор тн ое по ло же ни е и на де жн о за кр еп ле ны ;

пр и ра бо те ма ши ны сл ед ую т на хо ди ть ся на ра сс то ян ии бо ле е 1 м от оп ущ ен ны х ра бо чи х ор га но в – ви бр оп ли т, уп ло тн ит ел ей от ко со в, кр ыл ье в пл ан ир ов щи ко в, по дб ив оч ны х бл ок ов , уп ло тн ит ел ей ба лл ас та ;

пр ои зв од ит ь ка ки е-ли бо пу те вы е ра бо ты вп ер ед и ма ши ны на ра сс то ян ии ме не е 50 м от не е за пр ещ ае тс я;

по ль зо ва ть ся шу мо за щи тн ым и на уш ни ка ми , им ею щи ми ся в ко мп ле кт е об ор уд ов ан ия пу те во й ма ши ны ;

пе ре д на ча ло м ра бо ты пу те вы х ма ши н уб ед ит ся , чт о вс е дв иж ущ ие ся и вр ащ аю щи ес я ча ст и ме ха ни зм ов на де жн о за щи ще ны ко жу ха ми и ог ра жд ен ия ми ;

не пр ои зв од ит ь ре мо нт пу те вы х ма ши н пр и ра бо та ющ ие дв иг ат ел е ил и на ли чи и да вл ен ия в ги др ав ли че ск ой и пн ев ма ти че ск ой си ст ем ах ;

на вр ем я пр ох од а по ез да по со се дн ем у пу ти ра бо ты ма ши н до лж на

быть прекращена, рабочие органы убраны в пределы габарита, при этом обслуживающему персоналу следует находиться в кабинах управления, а бригаде монтеров пути находится в колее закрытого пути или на его обочине;

не приступать к работе при неисправных тормозах, ходовых частях, звуковой, световой сигнализации и неисправном переговорном устройстве, а также при любой неисправности, угрожающей безопасности движения поездов и безопасности обслуживающей бригады;

во время движения к месту работ, во время работы и при возвращении с перегона на машине может находиться только обслуживающая бригада и руководитель работ.

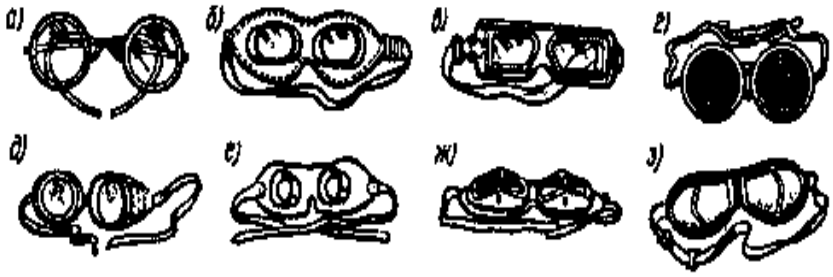
6.3 Средства индивидуальной защиты

Для защиты от возможного неблагоприятного воздействия внешних факторов (механических, химических, термических и др.) рабочими и служащими при выполнении производственных операций применяются средства индивидуальной защиты. Рабочим, связанным с движением поездов, выдаются как сигнальная спецодежда: жилеты оранжевого цвета. Средства индивидуальной защиты (спецодежда, спецобувь и предохранительные приспособления) выдаются рабочим и служащим бесплатно администрацией за счет предприятия. На железнодорожном транспорте бесплатная выдача спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений осуществляется в соответствии с отраслевыми нормами. Бесплатная выдача спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений предусмо

тр ен а ра бо тн ик ам пу те во го хо зя йс тв а, за ня ты ми на те ку ще м со де рж ан ии и ре мо нт е пу ти , ле че ни и зе мл ян ог о по ло тн а и на др .ра бо та х. В ча ст но ст и, он и вы да ют ся мо нт ер ам и бр иг ад ир ам пу ти ; ра бо чи м по сб ор ке , ра зб ор ке , по гр уз ке и ра зг ру зк е ре ль со в и зв ен ье в на ба за х; об хо дч ик ам пу ти ; то нн ел ей , мо ст ов и об ва ль ны х ме ст ; ма ши ни ст ам и по мо щн ик ам ма ши ни ст ов ра зл ич ны х пу те вы х ма ши н; ра бо чи м по на бл юд ен ию за со ст оя ни ем ск ал (ве рх ол аз ам) и ра бо чи м по ср ез ке от ко со в ск ал ьн ых вы ем ок ; де жу рн ым по пе ре ез ду и др .

Ря ду ра бо тн ик ов пу те во го хо зя йс тв а дл я об ес пе че ни я бе зо па сн ос ти вы да ют ся ра зл ич ны е ви ды пр ед ох ра ни те ль ны х пр ис по со бл ен ий в за ви си мо ст и от ус ло ви й и ха ра кт ер а вы по лн яе мы х ра бо т.

За щи тн ые оч ки (ри с. 6.1) пр им ен яю тс я пр и ра бо та х, св яз ан ны х с во зд ей ст ви е на ра бо та ющ их ве тр а, пы ли , от ле та ющ ей ст ру жк и, ис кр , бр ыз г ан ти се пт ик ов .



Ри су но к 6.1 За щи тн ые оч ки

Ре сп ир ат ор ы (ри с. 6.2) вы да ют ся ра бо чи м пр и вы по лн ен ии им и ра бо т в ср ед е с бо ль шо й за пы ле нн ос ть ю (по гр уз ка и вы гр уз ка пы ля щи хс я ма те ри ал ов , ра бо та на ще бе но чн ых за во да х, по мо л и пр ос ев хи ми ка то в на шп ал оп ро пи то чн ых за во да х, пу ль ве ри за ци он на я ок ра ск а и др .

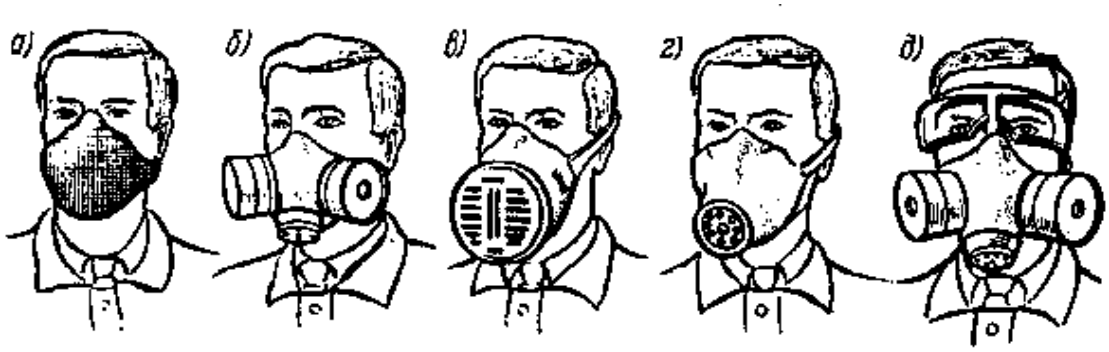


Рисунок 6.2 Респираторы

Противогазы применяются в основном при работе в среде с наличием вредных газов (окись углерода, сернистый газ, окисел азота и т.д.)

Промышленные фильтрующие противогазы защищают органы дыхания и зрения рабочих от воздействия вредных газов, паров, пыли, дыма и тумана. Применение фильтрующих противогазов возможно только в атмосфере, содержащей не менее 16..18% (объемных) свободного кислорода и не более 2% (объемных) вредных веществ.

Противошумные наушники (рис. 6.3) выдаются работникам, участвующим в производственных процессах в условиях большого шума для устранения вредного его содействия на организм работающих. Рекомендуется применять и заглушки-вкладыши, называемые "берушами". Они значительно снижают шумы, но пропускают разговорную речь.

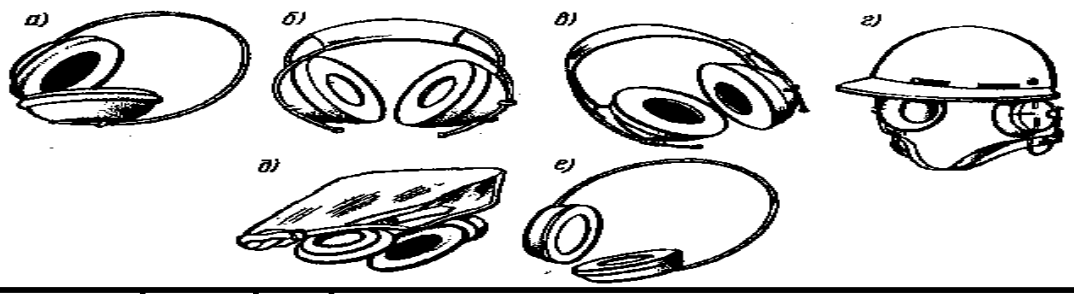


Рисунок 6.3 Противошумные наушники

6.4 Мероприятия по охране окружающей природной среды

Повсеместное внедрение новых технологий, вызванное научно-технической революцией, применение многомиллионного парка транспортных, строительных, сельскохозяйственных машин, развитие химических, металлургических, машиностроительных, атомных и других производств, а также ежегодное извлечение в мире из земных недр свыше 100 миллиардов тонн природных богатств, из которых от 80 до 98 % идет в отходы. Это приводит к загрязнению биосферы, исчезновению многих видов животного и растительного мира, отрицательно влияет на здоровье людей.

Главным показателем оценки качества воздуха и воды является предельно допустимая концентрация в них вредных веществ (ПДК). Под ПДК понимается максимальная концентрация вредных веществ, отнесенная к определенному времени усреднения, которая не оказывает вредного воздействия на человека и окружающую среду (в целом).

Загрязняющие вредные вещества подразделяются по классам опасности: 1 класс – чрезвычайно опасные; 2 класс – высоко опасные; 3 класс – умеренно опасные и 4 класс – малоопасные.

Например, для взвешенных веществ (пыль) максимальная ПДК в воздухе равна 0,5 кг/м^3; для сажи – 0,15 мг/м^3,а для фенола – 0,001 мг/м^3; ПДК в воде бензина – 0,1 мг/л, аммиака – 2 г/л, фенола – 0,001 г/л.

Загрязнение природы отходами производства, массовые выбросы вредных и радиоактивных веществ, загрязнение крупных водоемов ставят глобальной задачей охрану окружающей среды. Недооценка ее привела к тяжелым последствиям в ряде регионов нашей страны.

Транспортные процессы, в том числе и производство путевых работ с применением тяжелых машин и инструментов, вызывают техногенные экологические нарушения природной среды и сопряжены со значительными загрязнениями воздуха, воды и земли, шумовым и вибрационным (сейсмическим) воздействием.

Загрязнение воздуха происходит в результате выброса выхлопных газов двигателями внутреннего сгорания и образования пыли при выполнении путевых и погрузочно-разгрузочных работ. За счет этого изменения природных условий наблюдаются в придорожной полосе шириной до 100 и более метров. В выбрасываемых выхлопных газах содержится около 200 различных, в основном ядовитых, компонентов. Особенно много вредных примесей выделяется при работе двигателей в режиме холостого хода, что обусловлено плохим смешиванием топлива с воздухом и неполным сгоранием топлива при более низких температурах. Для уменьшения дымкости дизелей применяются специальные присадки к топливу. Добавление их может снизить эмиссию сажи на 50 – 90 %.

При сгорании топлива, содержащего серу (уголь, мазут, нефть) в

воздух выбрасывается сернистый ангидрид, который, соединяясь с атмосферной влагой, образует серную и сернистую кислоты, попадающие в почву, воду и скапливающиеся в воздухе, угрожая человеку, животному и растительному миру. Кроме этого, сернистый ангидрид интенсивно разрушает бетонные и металлические конструкции, лакокрасочные покрытия и другие сооружения.

Большие испарения имеют место на шпалопропиточных предприятиях. По данным исследований ВНИИЖТа из 1000 свежепропитанных шпал испаряется в атмосферу до 20 кг нафталина, до 4кг фенола, до 6 кг других углеводородов.

Неблагоприятное воздействие на природу оказывает пыль от измельчения балласта при движении подвижного состава, при разгрузке щебня, при работе щебнеочистительных машин. Образуется пыль и как продукт износа верхнего строения пути и элементов подвижного состава. Она содержит примесей, окиси железа, барий, свинец, медь и другие токсичные вещества, вызывающие раздражение глаз, легких, профессиональные заболевания. Пыль отрицательно влияет и на сельскохозяйственные посевы.

При погрузке, разгрузке, перегрузке и транспортировке отрицательных массовых материалов (щебень, гравий, песок) в результате значительного пылеобразования не только теряется значительное количество материалов, но и наносится большой ущерб окружающ

ей среде. Кроме этого, просыпка, например, песка, загрязняют щебеночный балластный слой.

Для уменьшения потерь применяют специальный подвижной состав, увлажнение сыпучих материалов и другие способы пылеподавления.

На рельсосварочных предприятиях при использовании 1 кг сварочной проволоки в атмосферу выбрасывается 30-60 г аэрозолей, содержащих окислы марганца, кремния, фториды.

При обработке одного стыка рельсов после сварки выделяется около

600 г пыли, содержащей окислы кремния, магния, алюминия.

Для предупреждения загрязнения воздуха применяются различные способы очистки выбросов газов от транспортных средств и стационарных

установок (механические, химические, физические, физико-механические).

Загрязнение воды происходит за счет выброса в водоемы сточных вод, которые подразделяются на производственные, бытовые, поверхностные и дренажные. Производственные сточные воды образуются при обмывке путевых машин и агрегатов, при очистке деталей двигателей и инструмента в моечных машинах и ваннах, промывке аккумуляторов, обмывке полов, смотровых канав.

На производственных базах с технологическим оборудованием для осмотра, ремонта, изготовления деталей машин, элементов рельсошпальной решетки (ремонтные мастерские, гаражи, склады то

пливa) применяются обмывочные средства, растворители и горячая вода. Сточные воды с таких объектов могут иметь сложный состав и содержать плавающие нефтепродукты, взвешенные вещества, фенолы, щелочи, кислоты. Использование горячей воды дает термическое загрязнение.

6.5 Воздействие шума на человека.

Многочисленными медицинскими исследованиями в нашей стране и за рубежом доказано вредное влияние на человека продолжительного шума высокой интенсивности. Под действием шума изменяется ритм сердечной деятельности, повышается кровяное давление, ухудшается слух, ускоряется процесс утомления, замедляются физические и психические реакции. Шум – один из вредных факторов, снижающих производительность труда.

В настоящее время во многих странах действуют нормативные документы по ограничению шума, в том числе и в строительстве. В разных странах принят различный подход к оценке шума, поэтому существуют различные нормы шума строительных машин.

Международной организацией по стандартизации (ИСО) разработаны

рекомендации по нормированию шума на основе предельных уровней звукового давления (дБ) в октавных полосах частот (Гц) или предельных спектров (ПС). Индекс ПС определяется предельно допустимым уровнем звукового давления на частоте 1000 Гц (рис. 6.4). Анализ характера ПС показал, что на высоких частотах допускаются значительно меньшие уровни звукового давления, чем на низких.

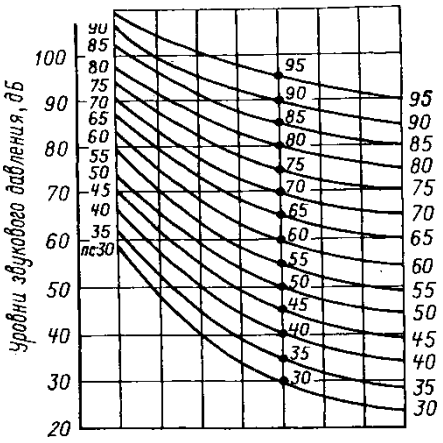


Рисунок 6.4 Кривые предельных спектров шума

В основу первого принципа нормирования положена спектральная оценка шума, а в основу второго — интегральная. Второй принцип в силу его большей простоты и доступности принят многими странами. Если шум переменный по времени, то нормирование осуществляется по эквивалентным уровням звука (дБ А). Последний представляет собой постоянный уровень звука, энергия которого равна энергии переменного шума за определенное время.

В нашей стране допустимые уровни шума на рабочих местах, а также внешнего шума вновь проектируемых и выпускаемых строительно-дорожных, землеройных и некоторых других машин определяются СНиП 23-03-2003 « Защита от шума » и ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности ». В качестве нормируемых параметров шума приняты уровни звуковых давлений, измеряемых в децибелах, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 123; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

При сокращенном рабочем дне менее 4 ч к предельно допустимым уровням звукового давления вносятся поправки: 1-4 ч (+6 дБ), до 1 ч (+12 дБ).

Шум не только оказывает вредное влияние на организм человека, но может существенно снизить производительность труда. В настоящее время этот вопрос мало изучен, особенно для операторов, обслуживающих строительные машины.

М. Ренч (ГДР) исследовал влияние шума на производительность труда операторов экскаватора. Им, в частности, было установлено, что при снижении уровня звука, воздействующего на оператора, с 96 до 86 дБА в результате применения шумозащиты экскаватора производительность экскаваторщика увеличилась более чем на 10%. Однако индивидуальные средства защиты от шума не способствуют существенному повышению производительности труда оператора; так, при снижении воспринимаемого оператором уровня звука до 76 дБА производительность труда увеличивается всего на 5%.

Нормы шума путевых машин во многих странах несколько отличаются от норм для строительно-дорожных машин (СДМ). Например, во Франции в качестве предельного спектра шума на рабочем месте принят ПС-85. В ГДР для внешнего шума, измеряемого на расстоянии 25 м от путевой машины, допускается уровень звука 75 дБА, а уровень звука на рабочем месте не должен превышать ПС-80.

В России предельные уровни шума путевых машин определяются Типовыми требованиями по технике безопасности и производственной санитарии для проектирования путевых машин тяжелого типа. Уровни звукового давления на рабочих местах путевых машин не должны превышать значений, приведенных в таблице 6.1, таблице 6.2

Таблица 6.1 Нормы шума путевых машин при их транспортировке и управлении их работой из специально оборудованных кабин

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровни звукового давления в октавных полосах, дБ	95	87	82	78	75	73	71	69

Таблица 6.2 Нормы шума путевых машин при расположении оператора во время работы вне машины (дистанционное управление, наблюдение и т. п.)

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровни звукового давления в октавных полосах, дБ	99	92	86	83	80	78	76	74

К указанным уровням звукового давления допускаются поправки на время действия и характер шума (табл. 6.3).

Отечественные и зарубежные нормы шума для рабочих мест операторов СДМ и ПМ с некоторым приближением могут считаться идентичными, но внешний шум строительно-дорожных машин за рубежом нормируется более жестко.

Таблица 6.3 Поправки к нормам шума путевых машин

Влияющие факторы	Характеристика влияющих факторов	Поправка, дБ
Характер спектра шума	Широкополосный	-0
	Тональный, импульсный	-5
Длительность воздействия, ч	4 - 8	-0
	1 - 4	+6
	¼ - 4	+12

Определенный интерес в практике шумозащиты представляет введение технических норм по шуму, устанавливаемых в зависимости от типа машины и режима ее работы. Технические нормы в ряде случаев устанавливают более строгие требования к шуму СДМ, чем санитарные нормы, но первые базируются на технически выполняемых мероприятиях. Введение технических норм играет немаловажную роль в практике борьбы с шумом.

6.6 Воздействие вибрации на человека.

Механические колебания тела человека или отдельных его частей оказывают сложное биологическое воздействие и могут вызвать ряд изменений в организме, влияющих на здоровье. Действие колебаний на человека зависит от частоты, продолжительности действия, направления колебаний и интенсивности. Вибрации с частотой до 3 Гц могут вызвать, например, морскую болезнь. Наиболее опасны вибрации в диапазоне частот собственных колебаний человеческого тела (3-6 Гц). При колебаниях 6-11 Гц происходят резонансные колебания отдельных частей человеческого тела. Колебания в диапазоне 11-45 Гц могут сопровождаться функциональными расстройст

ва ми ря да вн ут ре нн их ор га но в, ух уд ша ть зр ен ие и т.п., а ме ха ни че ск ие ко ле ба ни я вы со ки х ча ст от – вы зы ва ть ви бр ац ио нн ую бо ле зн ь. Ес ли ко ле ба ни я во зд ей ст ву ют на че ло ве ка в те че ни е ра бо че го дн я из го да в го д, то пр и оп ре де ле нн ой их ин те нс ив но ст и в ор га ни зм е по яв ля ют ся бо ле зн ен ны е и не об ра ти мы е яв ле ни я, а пр ои зв од ит ел ьн ос ть тр уд а ре зк о па да ет .

Об сл ед ов ан ия Вс ес ою зн ог о на уч но -ис сл ед ов ат ел ьск ог о ин ст ит ут а же ле зн од ор ож но й ги ги ен ы (ВН ИИ ЖГ) по ка за ли , чт о дл ит ел ьн ое во зд ей ст ви е ви бр ац ии на оп ер ат ор а пу те во й ма ши ны не то ль ко ут ом ля ет и ух уд ша ет ег о са мо чу вс тв ие , но и из ме ня ет от де ль ны е фи зи ол ог и че ск ие фу нк ци и.

Су ще ст ву ет не ск ол ьк о пр ин ци пи ал ьн о ра зл ич ны х по дх од ов к но рм ир ов ан ию вр ед ны х ви бр ац ий . Об щи м в эт их по дх од ах яв ля ет ся ог ра ни че ни е ви бр ос ко ро ст и (ам пл ит уд ы ко ле ба те ль но го см ещ ен ия ил и ви бр оу ск ор ен и я), в за ви си мо ст и от ча ст от ы, вр ем ен и во зд ей ст ви я и на пр ав ле ни я ко ле ба ни й. В за ви си мо ст и от во зд ей ст ви я ра зл ич аю т та кж е ко ле ба ни я, де йс тв ую щи е на вс е те ло че ре з но ги , си де нь е ил и сп ин у (об щи е ви бр ац ии), и ко ле ба ни я, пе ре да ющ ие ся че ре з от де ль ны е ча ст и те ла , на пр им ер ру ки (ме ст ны е ви бр ац ии).

Ед ин ой ме то ди ко й оп ре де ле ни я эр го но ми че ск их по ка за те ле й ст ро ит ел ьн ых ма ши н пр ед ло же но дл я ст ра н – чл ен ов СЭ В ис по ль зо ва ть ре ко ме нд ац ии по но рм ир ов ан ию ИС О. По сл ед ни е ра зг ра ни чи ва ют пр ед ел ы ви бр ац ий в ди ап аз он е 1-90 Гц , об ес пе чи ва ющ ие ко м-фо рт , пр ои зв од ит ел ьн ую ра бо ту и бе зо па сн ос ть дл я зд ор ов ь я че ло ве ка (ри с. 6.5). В ча ст но ст и, ес ли ос но вн ой за да че й яв ля ет ся об ес пе

чение производительной работы обслуживающего персонала, то следует руководствоваться пределом «границы снижения производительности труда от усталости».

Среднеквадратичные значения ускорения устанавливаются в зависимости от частоты, времени воздействия, направления вибраций. Например, допустимые среднеквадратичные значения вертикальных вибраций в диапазоне 4-8 Гц составляют: 63 см/с^2 – из условий безопасности для здоровья; 31,5 см/с^2 – из условий обеспечения производительности труда; 10 см/с^2 — из условий обеспечения комфорта. Для горизонтальных вибраций допустимые пределы уменьшаются в 0,5 раза.

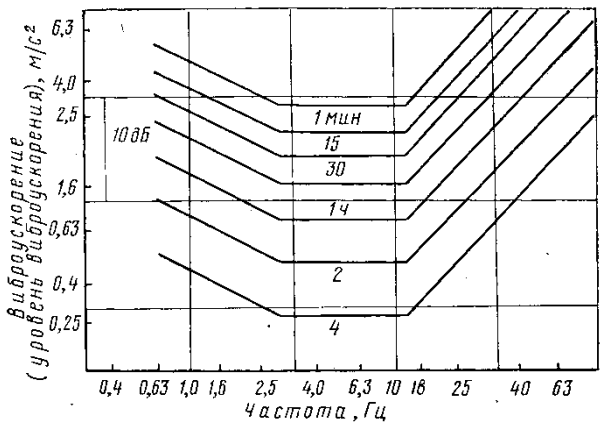


Рисунок 6.5 Рекомендации ИСО по ограничению влияния вредных вибраций на человека

Для ограничения вибрации на рабочих местах операторов строительно-дорожных, землеройно-транспортных и других аналогичных видов машин в нашей стране действуют нормы СанПиН № 2.2.4.3359-16. Эти нормы устанавливают допустимые действующие значения колебательной скорости v (в м/с) в октавных полосах со сред

ними геометрическими частотами 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250 Гц или их уровни L_v (в дБ) относительно стандартного нулевого порога v_0 = 5-10^{-8} м/с.

Допустимые величины устанавливаются для вертикальной и горизонтальной вибрации, непрерывно действующей в течение 8-часового рабочего дня, возникающей в результате работы двигателей и рабочих органов, а также в процессе перемещения машины.

Ограничиваются вибрации, которые передаются на сиденье работающего или рабочую площадку (общие вибрации) и на органы управления (местные вибрации).

Предельно допустимые вибрации на рабочих местах путевых машин при их транспортировке к месту работ устанавливаются в соответствии с требованиями СанПиН № 2.2.4.3359-16 для I класса норм (колебания на рабочих местах для обслуживающего персонала в кабинах локомотивов). Допустимые значения вибрации при работе путевых машин определяются Типовыми требованиями. Величины вибраций частотой ниже 11 Гц нормируются по смещению на основной частоте колебаний.

Таким образом, для рабочих мест операторов путевых машин установлены и действуют более жесткие нормы вибрации, чем для операторов строительно-дорожных машин.

6.7 Общая характеристика источников шума

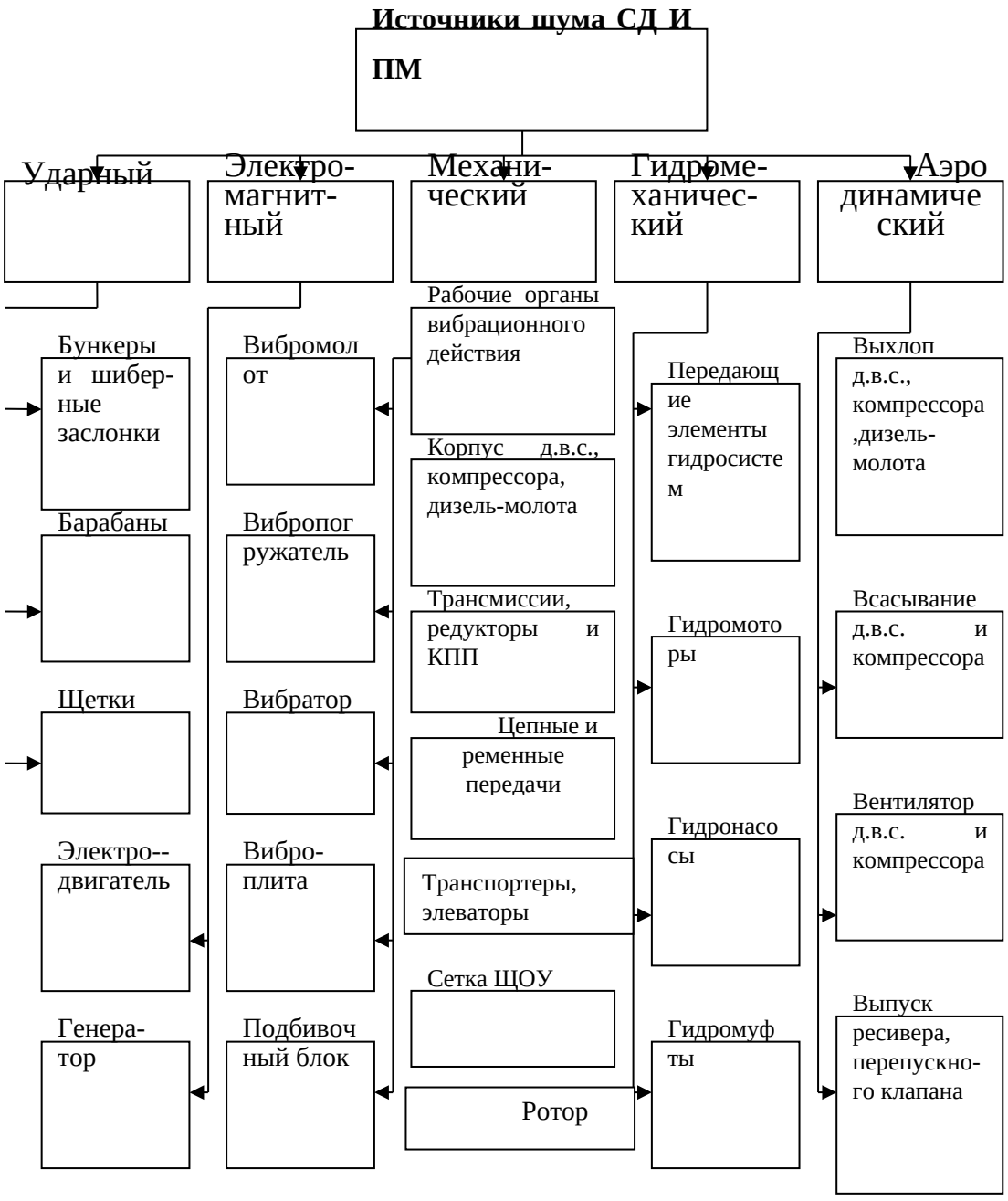
Причинами возникновения шума в источнике могут быть следующие физические явления: ударное взаимодействие двух и более тел; трение взаимодействующих поверхностей; аэродинамические

завихрения воздуха; вынужденные колебания твердых тел; действие переменных магнитных сил; вибрация деталей и узлов; пульсация давления в гидравлических системах.

Существуют шумы механического, магнитного, аэродинамического, ударного и гидравлического происхождения. Классификация шумов приведена на рис. 6.6

Строительно-дорожных и путевых машинах чрезвычайно большое количество различных источников шума. Характерные спектры шума

основных источников СДМ показаны на рис. 6.6. К числу источников ударного шума ПМ относятся бункера, шиберные заслонки и бараба щебнеочистительных устройств. Здесь шум излучается в результате ударов щебня о металлические поверхности. Аналогичный характер имеют шумы, возникающие при ударе падающей части, например, молота об оголовник сваи, взаимодействии металлической щетки с рельсом. Спектры шума этих источников имеют ярко выраженный высокочастотный характер.



Ри су но к 6.6 Кл ас си фи ка ци я ис то чн ик ов шу ма пу те вы х и ст ро ит ел ьн ых ма ши н

Ис то чн ик ам и эл ек тр ом аг ни тн ог о шу ма на СД М и ПМ сл уж ат ге не ра то ры и эл ек тр од ви га те ли ; ги др ом ех ан ич ес ки й шу м во зн ик ае т в пе ре да ющ их эл ем ен та х ги др оси ст ем , ги др ом от ор ах , ги др он ас ос ах , и ги др ом уф та х. Сп ек тр шу ма эт их ис то чн ик ов в ос но вн ом ср ед не ча ст от ны й (см . ри с. 6.7).

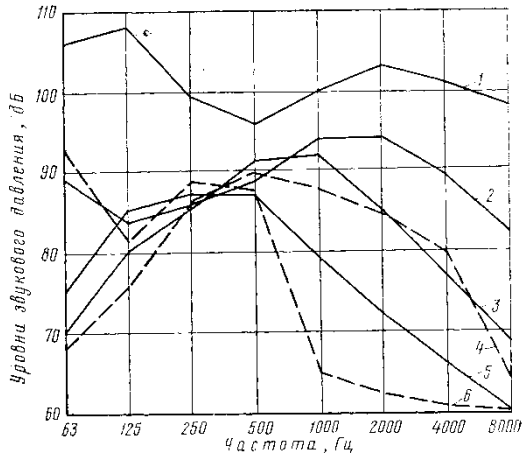


Рисунок 6.7 Спектры шума основных источников СДМ (измерения на расстоянии 1 м):

1 – выход д.в.с., 2 – корпус д.в.с., 3 – гидравлика, 4 – вентилятор, 5 – трансмиссия, 6 - всасывание д.в.с.

Источниками аэродинамического шума служат вентиляторы двигателей внутреннего сгорания (д.в.с.), компрессоров, выхлоп д.в.с., компрессоров и дизель-молотов, а также всасывание д. в. с. и компрессоров.

Наиболее многообразны источники механических шумов, к которым можно отнести рабочие органы вибрационного действия СДМ и ПМ (вибраторы, шпалоподбойки, уплотнители, вибровальцы и пр.), цепные и зубчатые передачи, роторы, корпус д. в. с. и компрессора, сетки щебнеочистительных устройств и т. д.

Несмотря на некоторую условность такого деления источников шума (например, в вибрационных рабочих органах может быть ударный шум, в электродвигателях и генераторах — аэродинамический и механический и т. д.), предложенная классификация источников шума СДМ и ПМ (см. рис. 6.7) позволяет не только разделить исто

чн ик и по ос но вн ым пр оц ес са м шу мо об ра зо ва ни я, но и на ме ти ть ме ро пр ия ти я по ум ен ьш ен ию шу ма в ис то чн ик е ег о во зн ик но ве ни я.

6.8 Об щи е ме то ды ум ен ьш ен ия шу ма и ви бр ац ии пр и пр ое кт ир ов ан ии пу те вы х и ст ро ит ел ьн ых ма ши н

Пр и пр ое кт ир ов ан ии ма ши н с по ни же нн ым и ур ов ня ми шу ма и ви бр ац ии пе ре д ко нс тр ук то ро м ст ои т не ле гк ая за да ча – со зд ат ь ил и вы бр ат ь ко мп ле кс шу мо ви бр оз ащ ит ны х ко нс тр ук ци й, об ес пе чи ва ющ их вы со ку ю ст еп ен ь ум ен ьш ен ия шу ма и ви бр ац ии пр и ср ав ни те ль но не вы со ки х за тр ат ах , а та кж е те хн ол ог ич ны х и на де жн ых в эк сп лу ат ац ии .

Оп ыт по ка за л, чт о во вс ех сл уч ая х ре ше ни е пр об ле мы шу мо ви бр оз ащ ит ы тр уд не е дл я эк сп лу ат ир уе мы х ма ши н, че м дл я вн ов ь со зд ав ае мы х. Та ки м об ра зо м, ра ци он ал ьн о пр ед ус ма тр ив ат ь шу мо ви бр оз ащ ит у пр и пр ое кт ир ов ан ии ма ши н.

Об ща я сх ем а ме то до в бо рь бы с шу мо м и ви бр ац ие й пр и пр ое кт ир ов ан ии ма ши н по ка за на на ри с. 6.8

К чи сл у об щи х ме ро пр ия ти й, на пр ав ле нн ых на со зд ан ие ма ши н с по ни же нн ым и ур ов ня ми шу ма и ви бр ац ии, мо жн о от не ст и:

пр им ен ен ие в ма ши не ма ло шу мн ых ме ха ни зм ов (ис то чн ик ов) с по ни же нн ой ви бр ац ие й;

вы бо р ме не е шу мн ых сп ос об ов ве де ни я пу те вы х ил и ст ро ит ел ьн ых ра бо т;

ра сп ол ож ен ие ра бо чи х ме ст в уд ал ен ии от ис то чн ико в шу ма и ви бр ац ий ;

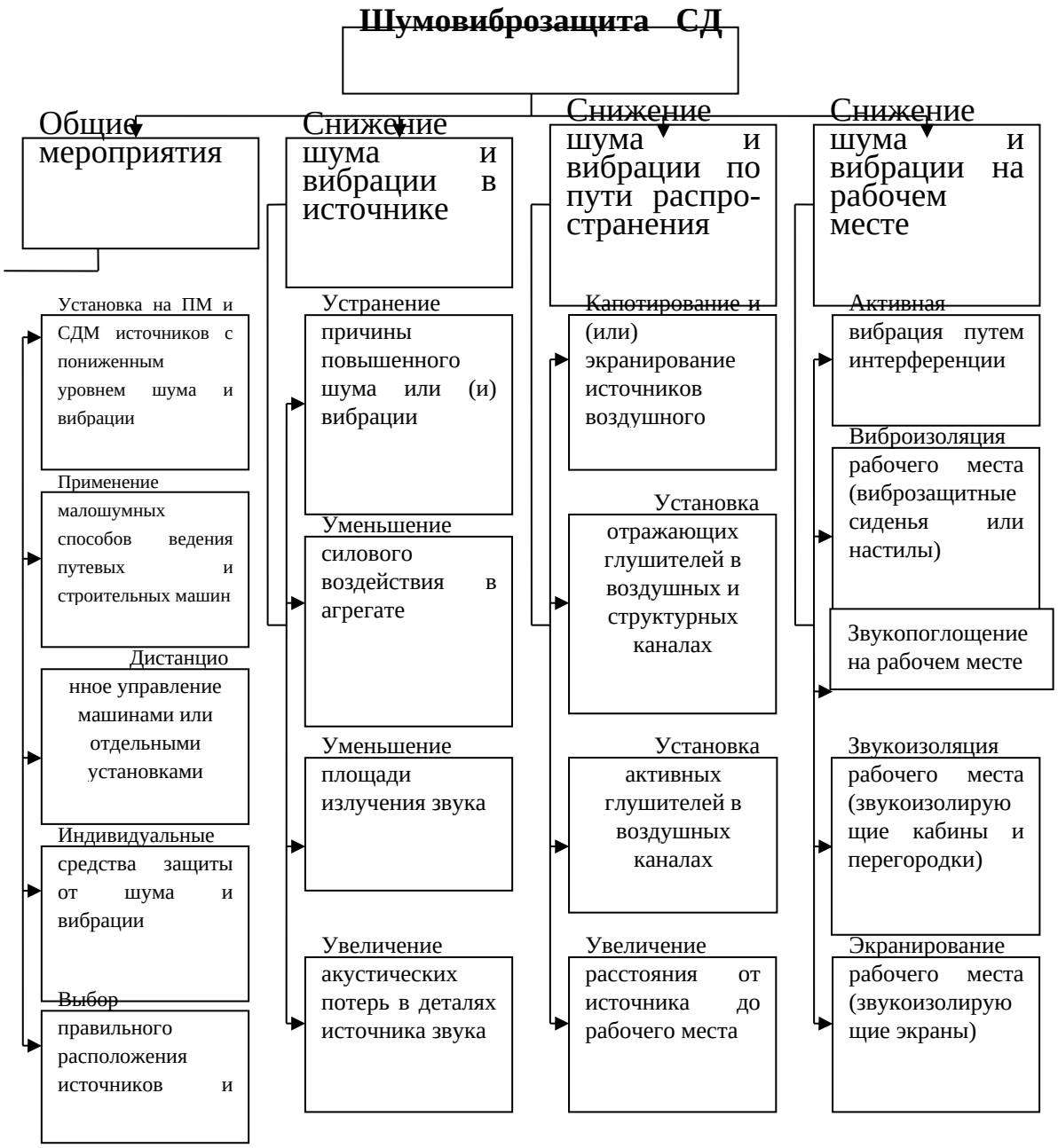
отделение обслуживающего персонала от работающей машины (дистанционное управление);

индивидуальные средства защиты от шума и вибрации.

Выполнение того или иного из перечисленных мероприятий еще не гарантирует требуемого обесшумливания машины, а в отдельных случаях не обеспечивает и желаемого эффекта. Например, дистанционным управлением на шпалоподбивочных машинах в силу специфических условий шумообразования не удается сколько-нибудь значительно снизить шум,

воздействующий на оператора. Таким образом, при создании новых СДМ и ПМ возникает необходимость разработки или применения устройств, снижающих шум и вибрацию.

6.9 Расчет элементов звукоизолирующих конструкций



Ри су но к 6.8 Сх ем а шу мо ви бр оз ащ ит ы пр и пр ое кт ир ов ан ии СД и ПМ

Зв ук ои зо ля ци я ис то чн ик ов шу ма ил и ра бо чи х ме ст — са мы й ра сп ро ст ра не нн ый ме то д бо рь бы с шу мо м. Зв ук ои зо ли ру ющ ие ка би ны , ка по ты , пе ре го ро дк и со ст оят из эл ем ен то в-пл ас ти н (ил и ст ен), ко то ры е не по ср ед ст ве нн о от ра жа ют зв ук ов ую эн ер ги ю.

Ра сс мо тр им не ко то ры е за ко но ме рн ос ти , пр ис ущ ие то нк ос те нн ым зв ук ои зо ли ру ющ им ко нс тр ук ци ям (ЗИ К).

В тонких пластинах звук распространяется преимущественно в виде изгибных волн. Область действия закономерностей, присущих изгибным волнам, ограничена толщиной пластины (последняя должна быть меньше одной шестой длины изгибной волны) и может быть определена из условия:

$$h_1 \leq 0,22\sqrt{\frac{ch}{f}}$$

где h - толщина пластины, м;

с - скорость звука, м/с;

f — частота, Гц.

Анализируя это условие, нетрудно установить, что почти все ЗИК путевых и строительно-дорожных машин, состоящие из металла, стекла, дерева, пластика, картона и пр., являются тонкостенными конструкциями.

Приближенная методика расчета тонкостенных ограждений предложена И.И. Боголеповым. Ниже изложены основные положения этой методики.

Область применения расчета одностенного ограждения ограничивается по нижней границе условием, при котором размеры пластины ($l_{пл}$) по площади должны быть менее длины воздушной звуковой волны $f_н = \frac{340}{l_{пл}}$. Верхняя частота расчетного диапазона определяется при условии $f_в = 0,05\frac{c_{пр}}{h}$ Гц. Из практических соображений при расчетах можно ограничиваться значением верхней частоты 4000 Гц.

Таблица 6.4 Расчет звукоизоляции

Материал конструкции	Плотность, кг/м^2	Скорость продольной волны, м/с	Звукоизолирующая способность, дБ				
			0,25 $f_{кр}$	0,5 $f_{кр}$	0,63 $f_{кр}$	$f_{кр}$	2 $f_{кр}$
Сталь	7800	$5,2\times10^3$	35	37	- -	30	39
Алюминиево-магниевые сплавы	2800	$5,1\times10^3$	28	31	- -	22	30
Стеклопластик	1700	$3,5\times10^3$	28	31	- -	28	33
Фанера	800	$2,1\times10^3$	26	28	- -	25	30
Органическое стекло	1190	$1,9\times10^3$	33	36	36	30	38
Силикатное стекло	2500	4×10^3	-	35	- -	29	37

Для данного материала установленной толщины находится критическая частота

$$f_н = \frac{6,4\times10^4}{hc_{пр}},$$

где h — толщина ограждения, м;

$c_{пр}$ — скорость продольной волны в пластине, м/с.

Строится график, на ординатной сетке которого по одной оси нанесены в логарифмическом масштабе среднегеометрические значения октавных полос частот, а по другой — звукоизоляция в децибелах.

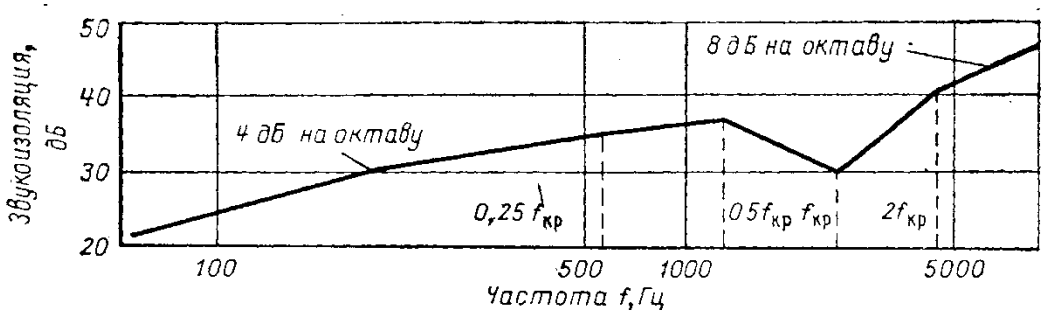


Рисунок 6.9 График частотной характеристики звукоизолирующей способности тонкостенного ограждения

На графике откладываются значения частот 0,25 $f_{кр}$; 0,5 $f_{кр}$; 0,63 $f_{кр}$; 2 $f_{кр}$ (рис. 6.10). Значения, соответствующие частотам, определяются по табл. 6.5. После этого полученные на графике точки соединяют прямыми линиями. На частотах ниже 0,25 $f_{кр}$ проводят прямую со спадом 4 дБ на одну октаву, на частотах выше 2 $f_{кр}$ — с подъемом 8 дБ на одну октаву.

Звукоизоляция двухстенной конструкции рассчитывается по формуле

$$\Delta L_{12} = 14{,}5\,[\lg f + \lg (m_1 + m_2) - 2]\ [\text{дБ}]$$

где f — расчетная частота, Гц;

m_1, m_2 — применительно массы первой и второй пластин, кг/м^2.

Звукоизоляция двухстенной конструкции, как видно из формулы, не превышает звукоизоляцию одностенной с одинаковой поверх

ностной массой. Но с определенных частот ($f'_{гр}$) начинает проявляться действие воздушного промежутка.

Значение этой частоты $f'_{гр} = \frac{8500}{d}$ [Гц]

где d - расстояние между стенами (толщина воздушного промежутка).

В практических расчетах, если расстояние между стенами $d \leq 10$ см, дополнительное увеличение $\Delta L'_{12}$ принимается численно равным толщине воздушного промежутка в децибелах. Минимальное значение при расчетах $d_{min} \geq 2$ см.

Для увеличения звукоизоляции двухстенных конструкций обычно применяется заполнение воздушного промежутка звукопоглощающим материалом от ⅓ до ⅔ толщины воздушного промежутка.

Дополнительная звукоизоляция в двухстенных конструкциях со звукопоглощением может быть принята согласно приведенным данным:

Частота, Гц	125 и ниже	250	500	1000	2000 и выше
Дополнительная звукоизоляция, дБ	0	2	5	6	8

Таблица 6.5 Данные дополнительной звукоизоляции

Как показал опыт, предложенные для расчета методика и формулы не являются достаточно точными. Разброс полученных расчетом и экспериментально значений может достигать 5—10 дБ, поэтому при проектировании звукоизоляции следует делать экспериментальную проверку.

6.10 Борьба с шумом подбивочных машин непрерывного действия

Работа подбивочных машин основана на вибрационном принципе, поэтому основной источник шума здесь — вибраторы. На выправочно-подбивочно-отделочной машине ВПО-3000 вибраторы с возмущающей силой 20 тс работают при частоте колебания 25 Гц, излучая шум чрезвычайно высокой интенсивности. Кроме того, значительный шум создают силовая установка и уплотнители откосов. Шум в кабине зависит от числа работающих источников шума, технологического цикла, времени эксплуатации машины.

Шумообразование в кабине — довольно сложный процесс, характерной особенностью которого является биение уровней звукового давления из-за несинхронизированного привода вибраторов. Изменение уровней звукового давления регистрируется по всему спектру и составляет 8—11 дБ. Это указывает на то, что шумообразование в кабине определяется процессами звуковой вибрации.

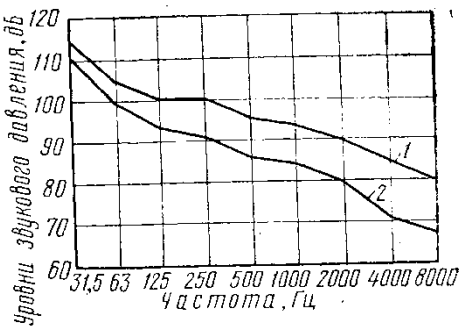


Рисунок 6.10 Спектры шума в кабинах машин ВПО-3000 старого (1) и нового (2) выпусков

На новых машинах доля шума, проникающего воздушным путем, несколько больше доли шума, излучаемого элементами кабины в звуковом диапазоне частот, т. е. доли структурного звука. С увеличением срока службы машины уровни звукового давления могут возрастать на 6—15 дБ (рис. 6.10) за счет увеличения вклада звуковой вибрации в звуковое поле кабины. Спектр шума в кабине машины ВПО-3000 носит ярко выраженный низкочастотный характер. Основная составляющая в спектре шума определяется частотой вращения виброплит в секунду. Уровни звука в кабине машины превышают нормы, причем на отдельных машинах до 15 дБА. На выносном пульте управления превышения составляют не менее 20 дБА.

Спектр шума в кабине изменяется при изменении числа работающих источников. При работающих уплотнителях откосов уровни звука в кабине не превышают 85 дБА. Почти одинаковый вклад с двумя уплотнителями в звуковое поле в кабине вносит одна работающая виброплита. Следовательно, основной источник шума в кабине — виброплиты.

Установлено, что звукоизоляция элементов ограждения кабины не превышает 15 дБ. Для уменьшения шума в кабине необходимо усилить звукоизоляцию всех элементов ограждения, обратив особое внимание на конструкцию пола, через который в кабину проникает основная доля воздушного шума. Наряду с увеличением звукоизолирующих свойств кабины необходимо предусмотреть меры для ее виброизоляции с целью уменьшения доли структурного шума. Определенный эффект дают вибродемпфирование металлических поверхностей и звукоизолирующие заливки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный дипломный проект является комплексным исследованием модернизации машины непрерывного действия ВПО-3000.

Дипломный проект состоит из введения, шести разделов, заключения.

Дипломный проект посвящен технологии. Обязательным документом при проведении модернизации выправочно-подбивочно-отделочной машины непрерывного действия ВПО-3000 является технические условия на модернизации рабочих органов.

Рассмотрев общетеоретические вопросы организации модернизации машины ВПО-3000, в разделе дипломного проекта (конструкторской части) мною предложена модернизация рабочего органа (виброплиты), восстановление клина виброплиты и модернизация смазки верхних подшипников виброплиты.

В связи с износом виброплиты из-за трения клина плиты о щебень, после пробивки 40-50 км пути требуется производить замену виброплит, но с помощью обварки рессорной сталью толщиной 15-20 мм клина виброплиты, срок службы виброплит увеличивается.

В результате расчетов изменения способов смазки верхних подшипников семивалковой виброплиты на выправочно-подбивочно-отделочной машины ВПО-3000 с помощью разбрызгивания масла дебаланса через отверстие в шестеренки упрощается процесс обслуж

ивания виброплит, а затраты на модернизацию окупаются в течение одного года.

Затраты на модернизацию виброплиты машины ВПО–3000 по данным ЗАО «Тулажелдормаш» составят 1 727 тыс. руб., а стоимость одной виброплиты 5 508 тыс. руб. Принимая во внимание, что на данный момент Приволжская ж.д. имеет 6 машин ВПО-3000, то срок окупаемости составит 5,35 года.

ЛИТЕРАТУРА

1.ОАО «РЖД». Положение о системе планово-предупредительного ремонта специального подвижного состава и механизмов инфраструктурного комплекса открытого акционерного общества «Российские железные дороги». –№ 659 от 14 марта 2014 г.

2.Правила по охране труда при содержании и ремонте железнодорожного пути и сооружений. М.: Транспорт, 2000.

3.ОАО «РЖД». Руководство по приведению в транспортное положение, транспортированию и порядку сопровождения специального подвижного состава ОАО «РЖД» -№2697 от 23декабря 2010 г.

4.Хамоев А.Д., Якубов В.В. Модернизация выправочно-подбивочно-отделочной машины ВПО-3000. Тезис доклада «Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство». Материалы 4-й научно-практической конференции 23.02.2011 г. Москва 2011 г.

5.Маляр В.С. Стоимость эксплуатации строительных машин: Уч.пос. М: РГОТУПС, 2001. – 127с.

6.Маляр В.С. Технико-экономическая оценка эффективности новой техники: Учеб.пос.- М: РГОТУПС, 2002. – 84с.

7.Путевые машины: Учебник для вузов ж/д транспорта/С.А. Соломонов, М.В. Попович, В.М. Бугаенко и др.; М.: Желдориздат, 2000 - 456с.

8.Соломонов С.А., Попович М.В., Бугаенко В.М. и др. Под ред. Соломонова С.А. Путевые машины. М.: Желдориздат, 2000. – 756с.

9.Правила по охране труда при эксплуатации объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта.- приказ Министерства труда
и социальной защиты Российской Федерации от 25 сентября 2020 г. № 652н

10. ОАО «РЖД». Об утверждении и введении в действие инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ.- № 2540 от 14 декабря 2014 г.

11. ИОТ РЖД-4100612-ЦДРП-109-2017. Инструкция по охране труда для машинистов железнодорожных строительных машин. -№ 2187 от 26 октября 2017 г.

12. 2899.00.00.000-01РЭ Руководство по эксплуатации. Выправочно-подбивочно-отделочная машина ВПО-3000М - утверждено ПТКБ по пути и путевым машинам филиала ОАО "РЖД", 2007г., 128 с.

13.СНиП 23-03-2003.Защита от шума.-утв.20.05.2011г.

14. ГОСТ 33325-2015.Шум.Методы расчета уровней внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом.-утв.01.03.2016 г.

15. ГОСТ 12.1.003-2014.Шум.Общие требования безопасности.-утв.01.11.2015

16. СанПиН 2.2.4.3359-2016.Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.-утв.21.06.2016 г.