

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проектирование технологического процесса восстановления
распределительного вала с разработкой установки для динамической правки
валов»

Шифр ВКР.35.03.06.568.18.00.00.ПЗ

Студент _____ Шайхуллин Р.Ф.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Шайхутдинов Р.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 19 от 13 июня 2018 г.)

Зав. кафедрой профессор _____ Адигамов Н.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой, проф. _____ Адигамов Н.Р.

«_____» _____ 20____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту _____ Шайхуллину Рамису Фанисовичу _____

Тема _____ «Проектирование технологического процесса восстановления распределительного вала с разработкой установки для динамической правки валов» _____

утверждена приказом по вузу от «____» _____ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

3. Исходные данные: материалы преддипломной практики _____

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: _____ 1.Провести анализ устройства, причин отказов машины и дефектацию партии деталей; 2. Провести статистическую обработку результатов микрометража; 3. Разработать технологию восстановления детали; 4.Конструктивная часть; 5.Безопасность жизнедеятельности и охрана труда; 6. Техно-экономическая оценка разработанной конструкции.

5. Перечень графических материалов _____

Лист 1 - Ремонтный чертеж _____.

Лист 2- Закономерности изнашивания детали _____.

Лист 3-Технологическая карта _____.

Лист 4-Сборочный чертеж конструкции _____.

Лист 5-Рабочие чертежи деталей _____.

Лист 6-Сравнительные технико-экономические показатели конструкции

6. Консультанты по дипломному проекту с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант
Раздел БЖ	доцент Шайхутдинов Р.Р.
Раздел экономики	доцент Шайхутдинов Р.Р.

7. Дата выдачи задания __13.04.2018 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Глава 1	13.04-24.04	
2	Глава 2	24.04 -9.05	
3	Глава 3	10.05-25.05	
4	Глава 4 и 5	25.05-01.06	
5	Оформление работы	01.06-20.06	

Студент _____ (Шайхуллин Р.Ф.)

Руководитель _____ (Шайхутдинов Р.Р.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Шайхуллина Рамиса Фанисовича
на тему: «Проектирование технологического процесса восстановления
распределительного вала с разработкой установки для динамической
правки валов»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 85 листах машинописного текста и 6 листов формата А1 графической части.

Записка состоит из введения, __разделов, заключения и включает __рисунков __-__ таблиц и спецификации.

В первом разделе дан анализ технологического процесса ремонта распределительного механизма двигателя СМД-18.

Во втором разделе разработана технология восстановления распределительного вала двигателя СМД-18. Разработаны ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление детали.

В третьем разделе конструкция устройства для динамической правки валов. Приведены необходимые расчеты параметров конструкции. Приведены результаты технико-экономической оценки конструкции.

В четвертом разделе рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и охраны труда при восстановлении деталей.

Пояснительная записка оканчивается заключением.

ANNOTATION

to the final qualifying work of Shaykhullin Ramis Fanisovich
on the topic: "Designing the technological process of restoring the camshaft
with the development of an installation for dynamic
edits of shafts »

Graduation qualification work consists of an explanatory note on 85 sheets of typewritten text and 6 sheets of the A1 format of the graphic part.

The note consists of introduction, __ sections, conclusion and includes ____ drawings __ - _ tables and specifications.

The first section gives an analysis of the technological process for repairing the distributing mechanism of the SMD-18 engine.

In the second section, the technology for restoring the camshaft of the SMD-18 engine has been developed. A repair drawing and a technological map for the restoration of the part have been developed.

In the third section, the design of the device for dynamically adjusting the shafts. The necessary calculations of the design parameters are given. The results of the technical and economic evaluation of the structure are given.

In the fourth section, the issues of environmental protection and labor protection in restoring parts are considered.

The explanatory note ends with a conclusion.

СОДЕРЖАНИЕ	стр.
ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	8
1.1 Механизм газораспределения двигателя СМД-18	8
1.2 Дефекты деталей ГРМ	11
1.3 Обзор способов восстановления распределительных валов.....	13
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	21
2.1 Способы восстановления распределительного вала.....	21
2.2 Обоснование рационального способа восстановления детали.....	26
2.3 Расчёт и выбор параметров и режимов нанесения покрытия на деталь....	28
2.4 Определение норм времени выполнения операций.....	29
3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРАВКИ ВАЛОВ	30
3.1. Обзор существующих методов и приспособлений для правки деталей....	30
3.2 Устройство и принцип работы проектируемого устройства.	67
3.3 Расчет оси на срез.....	68
3.4. Расчет шпильки на растяжение.....	70
3.5 Определение технико-экономических показателей установки.....	72
4 ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ	7800
4.1 Обеспечение безопасности конструкции.....	78
4.2 Охрана труда при восстановлении деталей	78
4.3 Защита окружающей среды.....	80
4.4 Физическая культура на производстве.....	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	84
ПРИЛОЖЕНИЕ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

ВВЕДЕНИЕ

При производстве деталей машин достичь одинакового ресурса практически невозможно, т.к. одни детали выходят из строя раньше, чем другие. Быстроизнашивающиеся детали меняют при проведении технического обслуживания и текущего ремонта.

Если при ремонте восстанавливают изношенные детали, то появляется экономия много металла. Изношенные восстанавливаемые детали машин используют, как заготовки. Себестоимость восстановленных деталей составляет от до половины их первоначальной стоимости, а стоимость запасных деталей примерно половину от себестоимости ремонта машины. Поэтому восстанавливать изношенные детали выгодно. Детали, восстановленные новейшими технологическими процессами, при соблюдении технических условий по надежности и долговечности не уступают новым. Индустриальные методы ремонта и специализация повышают качество и снижают себестоимость восстановленных изношенных деталей.

Детали машины, выбракованные вследствие износа, восстанавливают, применяя различные технологические процессы. Под восстановлением изношенной детали понимают ее ремонт с доведением геометрической формы, размеров, и других параметров до первоначальных или выше.

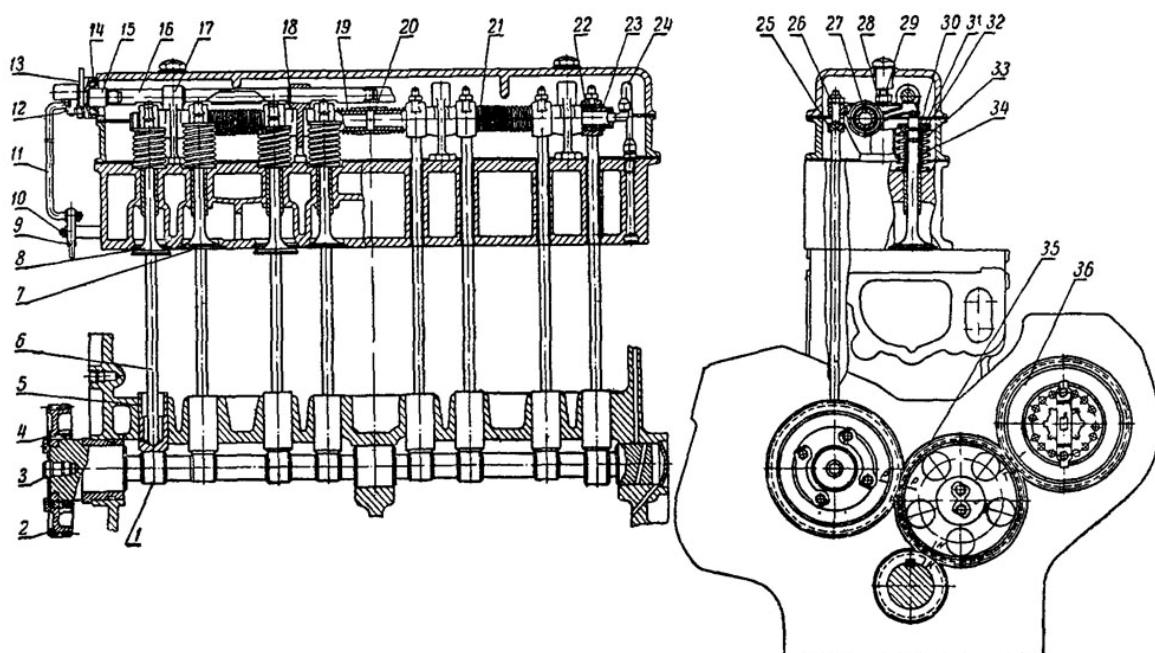
В данной работе рассматриваются вопросы ремонта распределительного вала двигателя СМД-18.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Механизм газораспределения двигателя СМД-18

Механизм газораспределения состоит из распределительного вала 1 (рис. 1.1), впускных 7 и выпускных 8 клапанов, пружин клапанов, передаточного механизма и распределительных шестерен.

Распределительный вал приводится во вращение от коленчатого вала через распределительные шестерни. Клапаны перемещаются распределительным валом с помощью передаточного механизма.



1 — распределительный вал; 2 — шестерня распределительного вала; 3 — подпятник; 4 — штифт; 5 — толкатель; 6 — штанга толкателя; 7 — впускной клапан; 8 — выпускной клапан; 9 — рукоятка; 10 — ось; 11 — соединительная тяга; 12 — рычаг; 13 — корпус декомпрессионного механизма; 14 — сальник; 15 — валик; 16 — валик декомпрессионного механизма; 17 — стойка оси коромысел; 18 — стопорное кольцо; 19 и 21 — пружины; 20 — соединительная втулка; 22 — ось коромысла; 23 — стопорное кольцо; 24 — маслоподводящая трубка; 25 — регулировочный винт; 26 — контргайка регулировочного винта; 27 — коромысло; 28 — гайка; 29 — шпилька; 30 — сухарик; 31 — тарелка клапанных пружин; 32 — предохранительное

кольцо; 33 — наружная пружина клапана; 34 — внутренняя пружина клапана; 35 — промежуточная шестерня; 36 — шестерня привода топливного насоса.

Рисунок 1.1- Механизм распределения

Для облегчения пуска двигателя в механизме распределения предусмотрен декомпрессионный механизм, располагаемый на головке цилиндров.

Распределительный вал установлен в трех опорах блок-картера. Восемь кулачков вала соответствуют расположению клапанов и порядку работы двигателя. Впускные и выпускные кулачки имеют одинаковый профиль.

Диаграмма фаз газораспределения приведена на рисунке 1.2. К центрирующему пояску переднего фланца распределительного вала прикреплена болтами шестерня 2 (см. рис. 1.1). Положение шестерни относительно кулачков вала определяется штифтом 4, запрессованным во фланец вала.

Осевое перемещение распределительного вала ограничивается с одной стороны буртом передней шейки вала, который упирается в бурт втулки передней опоры вала, а с другой стороны подпятником 3, запрессованным в торец вала. Подпятник упирается в винт, ввернутый в крышку картера распределительных шестерен.

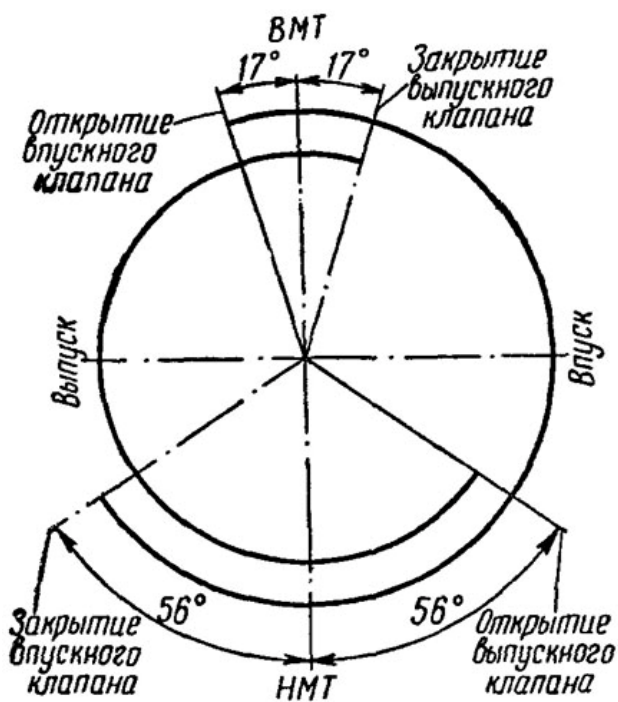


Рисунок 1.2 - Диаграмма фаз газораспределения

Передаточный механизм состоит из толкателей, штанг, коромысел, их осей, а также стоек. Толкатель 5 имеет форму стакана. В сферическую выточку доньшка толкателя упирается шаровой конец штанги 6. Оси толкателей смещены относительно кулачков, вследствие чего толкатели во время работы проворачиваются, что способствует равномерному износу их рабочих поверхностей. Коромысло 27 клапана — стальное, штампованное. Плечо коромысла, нажимающее на клапан, имеет закаленную цилиндрическую головку. В противоположное плечо ввернут регулировочный винт 25 со сферической выемкой для верхнего наконечника штанги. При помощи винта регулируют зазор между торцом стержня клапана и коромыслом. Регулировочный винт стопорится контргайкой 26. Коромысла качаются на двух пустотелых осях 22, установленных на четырех стойках 17, и прижимаются к ним пружинами 19 и 21. Два крайних коромысла удерживаются от перемещения по осям 22 стопорными кольцами 23. Через внутренние отверстия осей 22, соединяемых между собой втулкой 20, подводится смазка к опорам коромысел. Масло к осям коромысел

подается по каналу в головке цилиндров через соединительную трубку 24. Стойки 17 осей коромысел крепятся к головке цилиндров при помощи шпилек 29 и гаек 28. Шпильки 29 используются также для крепления крышки колпака клапанного механизма.

Клапаны перемещаются в чугунных направляющих втулках, запрессованных в головку цилиндров. Диаметр тарелки впускного клапана 52 мм, выпускного — 45 мм.

Рабочие фаски клапанов выполнены под углом 45° . Фаски притирают к седлам головки цилиндров. Клапаны плотно прижимаются к седлам двумя пружинами 33 и 34. Пружины нижним торцом упираются в головку цилиндров, а верхним — в тарелку 31, закрепленную на стержне клапана при помощи сухариков 30. На стержне клапана установлено предохранительное кольцо 32, предотвращающее попадание клапана в цилиндр при обрыве стержня.

1.2 Дефекты деталей ГРМ

Детали газораспределительного механизма работают в разных условиях, что и определяет выбор материалов, технологии изготовления и ремонта. Основная деталь механизма - распределительный вал - изготавливается из сталей марок 15Х, 15НМ, 12ХНЗА, 18ХГТ, 40селект, 45, 40Х, 45Х, а также из легированных чугунов. Твердость рабочих поверхностей опорных шеек, кулачков, эксцентрика после термообработки равна 51... 63 HRC. Распределительные валы имеют малую жесткость на изгиб и скручивание, что создает дополнительные сложности при изготовлении и ремонте. Требования к точностным характеристикам распределительных валов приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Основные точностные характеристики распределительных валов

Элементы вала	Параметры	Требования (допустимые значения)
---------------	-----------	----------------------------------

Опорные шейки	Точность обработки Шероховатость поверхности Овальность и конусообразность Радиальное биение	6-й или 7-й квалитет $Ra = 0,32 \dots 0,63$ мкм Не более 0,01 мм Не более 0,015... 0,025 мм (в зависимости от модели двигателя)
Кулачки	Отклонение оси симметрии кулачков от номинального положения Отклонения контрольных точек профиля Шероховатость поверхности Угол наклона образующей кулачка к оси вала (для некоторых моделей)	$\pm (30' \dots 1^\circ 30')$ $\pm (1 \dots 2^\circ)$ $Ra = 0,32 \dots 0,63$ мкм $8 \dots 16'$
Шестерня привода распределителя	Шероховатость поверхности зубьев	$Ra = 0,8 \dots 1,25$ мкм
Упорный торец шейки	Неперпендикулярность к образующей Шероховатость поверхности торца	Не более 0,02... 0,03 мм (в зависимости от модели двигателя) $Ra = 0,8 \dots 1,25$ мкм

Основными дефектами, с которыми распределительные валы поступают в ремонт, являются: износ рабочих поверхностей кулачков, опорных шеек и эксцентрика; овальность и конусообразность шеек; задиры и риски на рабочих поверхностях; износ шейки под шестерню; повреждение шпоночного паза или отверстий под штифт; деформация вала; повреждение резьбы, зубьев шестерни.

Клапаны изготавливаются из легированных сталей. Впускные - из сталей 40X10C2M, 40X9C2; выпускные из сталей

Стержни клапанов могут быть графитизированы или иметь хромовое гальваническое покрытие толщиной 2... 7 мкм. Торцевая часть стержней клапанов двигателей ЯМЗ изготовлена из стали 40ХН. Рабочие фаски наплавлены жаростойким сплавом В2К, В34, ВХН-2 твердостью 30... 49 HRC. Стержни клапанов имеют твердость 27... 32 HRC, а торцы-42 ...58 HRC. Основные дефекты клапанов: износ стержня по диаметру; износ его торцевой поверхности; износ рабочей фаски клапана, риски и раковины на ее поверхности; деформация стержня; трещины.

Коромысла клапанов изготавливаются из сталей 45, 45Л. Твердость закаленных поверхностей 56... 64 HRC3. В отверстие запрессовывается

бронзовая втулка. Основные дефекты коромысел - износ носика и рабочей поверхности бронзовой втулки.

Ось коромысел изготавливается из стали 45 и закаливается т. в. ч. до твердости 53... 63 HRC. Основной дефект оси - износ участков, на которых установлены коромысла.

Толкатели изготавливаются из сталей 15кп, 35, 45. Для толкателей плунжерного типа применяется наплавка доньшка специальным чугуном с твердостью не менее 61 HRC. Цилиндрическая поверхность толкателя имеет твердость 30... 35 HRC, внутренняя сферическая поверхность под штангу - не менее 42 HRC. Основные дефекты плунжерных толкателей: износ наружной и внутренней сферических рабочих поверхностей, износ цилиндрической поверхности толкателя.

Толкатели качающегося типа изготавливаются из стали 45 твердостью 167.. 212 HB, в отверстие запрессовываются втулки из бронзы Бр.ОЦС 4-4-2.

Основные дефекты: износ втулок пяты, сопряжения ролика и игольчатого подшипника.

При значительном износе кулачков и обработке их под ремонтный размер, а также при износе и обработке торца стержня клапана, толкателя, штанги, носика коромысла может возникнуть невозможность регулирования зазора в клапанном механизме. Возможность регулирования ограничена не только длиной регулировочного винта, установленного в коромысле, но и расположением и размерами маслоподводящего отверстия в коромысле и маслоприемной канавки регулировочного винта. При регулировании кромка канавки винта может перекрыть маслоподводящее отверстие в коромысле и исключить подвод смазки к месту контакта винта и штанги толкателя. Для восстановления возможности регулирования можно использовать удлиненные регулировочные винты или дополнительные колпачки на клапаны.

Значительное влияние на срок службы газораспределительного механизма оказывает зазор в сопряжении «направляющая втулка - стержень

клапана». Так, для двигателя Камаз увеличение зазора на 1 мкм приводит к снижению средней наработки газораспределительного механизма на 1,3 тыс. км, а двигателя целом - на 0,57 тыс. км.

1.3 Обзор способов восстановления распределительных валов

Распределительные валы могут иметь следующие неисправности: износ опорных шеек, кулачков, посадочного места под шестерню, резьбы, шпоночной канавки и отверстий под болты крепления шестерни и прогиб.

Изношенные опорные шейки и кулачки вала шлифуют до выведения следов износа. При этом новые втулки распределительного вала в блоке цилиндров растачивают под размер шлифованных шеек с обеспечением необходимого зазора.

Опорные шейки распределительного вала восстанавливают также хромированием

Кулачки вала шлифуют на специальных копировально-шлифовальных станках или на круглошлифовальных станках с копировальным приспособлением.

Копировальные приспособления изготавливаются для распределительных валов двигателей каждой марки. Они обеспечивают снятие металла с малоизношенной части кулачка до тех пор, пока шлифовальный камень не будет соприкасаться с кулачком по всей поверхности. При этом восстанавливается профиль и обеспечивается полное открытие клапанов.

Предельно изношенные опорные шейки, кулачки, отверстия под болты крепления шестерни к фланцу и под установочный штифт восстанавливают наплавкой с последующей механической обработкой под номинальные размеры.

Известен способ восстановления чугунных распределительных валов двигателей автомобилей путем нанесения присадочного материала методом газотермического напыления изношенных поверхностей, при котором

кулачки изношенного распределителя протачивают по диаметру 34,5 мм, затем при помощи специальных горелок и порошкового самофлюсующегося сплава напыляют с непрерывным оплавлением на кулачки слой толщиной 2,5-3,0 мм. Так же напыляются вторая и четвертая опорные шейки, но толщина слоя здесь меньше (0,3-0,4мм). На восемь кулачков и две шейки расходуется 120-150 г порошкового сплава и требуется 10-15 мин. После остывания до комнатной температуры напыленные валы правят по центральной шейке на рихтовочном устройстве. Заключительная операция шлифование напыленных кулачков и опорных шеек на копирующе-шлифовальных станках.

Недостатком этого способа является большой расход присадочного материала, его высокая стоимость. Кроме того, напыление опорных шеек, их предварительная подготовка и последующая шлифовка увеличивают трудоемкость восстановления вследствие плохой обрабатываемости порошковых сплавов, требует дополнительных круглошлифовальных станков. В случае износа первой, третьей и пятой шеек не предусмотрено восстановление их до номинального размера.

Известен способ восстановления изношенных поверхностей распределительных стальных валов, при котором изношенный профиль кулачка наплавляют стальным электродом с последующей закалкой и шлифованием. Перед наплавкой все кулачки подвергают обдирке, а потом наплавляют. После закалки распределительные валы имеют деформацию, для ее устранения, а также для восстановления опорных шеек проводят шлифовку шеек в ремонтный размер, который требует изготовления дополнительных деталей узла.

Недостатком этого метода является высокая трудоемкость, повышенный расход присадочного материала и необходимость в изготовлении дополнительных деталей.

Известен способ восстановления изношенных деталей наплавкой стальным электродом, при которой общая схема технологического процесса

состоит из подготовительной операции контроля сортировки, предварительной обработки, наплавочных и сварочных операций, первой термической операции, механических операций (обдирка, правка), термической упрочняющей обработки (закалка токами высокой частоты), отделочных операций (шлифование), доводочных операций.

Наплавка ведется по всему контуру изношенной поверхности и наплавляются все поверхности с любым износом. Если износ незначителен, проводят предварительную обработку поверхности для снятия металла, чтобы обеспечить необходимую глубину наплавляемого металла. В качестве упрочняющей термообработки принята закалка токами высокой частоты. Для обеспечения необходимых прочностных свойств наплавляемого металла применяют стальной легированный электрод.

Недостатками этого способа являются большие расход и стоимость наплавочного материала, высокая трудоемкость механической обработки, низкая износостойкость поверхности.

Снижение трудоемкости процесса и расхода присадочного материала достигается тем, что при восстановлении чугунных распределительных валов путем наплавки стальным электродом, термической обработки для снятия напряжений, правки, упрочняющей термической обработки, шлифования наплавке подвергают локальные участки кулачка с перекрытием зоны износа на величину не более ширины наплавляемого валика, термическую обработку для снятия напряжений проводят путем нагрева вала до 600 , выдержки 3-3,5 ч и охлаждения с печью до 400 и далее на воздухе, шлифование кулачков проводят после правки, упрочняющую термическую обработку осуществляют путем азотирования всего вала, после чего проводят дополнительную правку.

Способ осуществляется следующим образом. Подлежащие восстановлению чугунные распределительные валы подвергают очистке, Так как опорные шейки являются установочными базами при эксплуатации а механическая обработка распределительных валов производится в центрах,

исправление центровых отверстий производится относительно крайних опорных шеек с погрешностью, не превышающей половины допуска на радиальное биение шеек. На участки кулачков с износом, превышающим допустимый производят наплавку стальным электродом диаметром 0,6-0,8 мм в среде сварочного углекислого газа при силе тока 50-90А и напряжении 18-19В. Локализация зоны наплавки только на изношенном участке кулачка обеспечивает минимальный расход присадочного материала в минимальное тепловложение, что необходимо для сохранения пластичности чугунного распредвала.

Для снятия внутренних напряжений, внесенных термообработкой при первичном изготовлении распредвалов, усталостных напряжений при эксплуатации и напряжений при наплавке кулачков проводят высокий отпуск в защитной среде экзогаса при температуре 600 С в течение 3-3,5 ч, охлаждение с печью до температуры 400 С и последующее охлаждение на воздухе. Такой режим необходим, чтобы исключить трещинообразование в зоне стыла стальной и чугунной поверхностей кулачка и для сохранения пластичности чугунного распределительного вала, в результате чего технологические потери при правке резко сокращаются. При выдержке в печи меньше 3 ч пластичность распредвала недостаточна, и они ломаются при правке. При увеличении выдержки сверх 3,5 ч пластичность распредвала увеличивается, но появляются трудности в обеспечении точности правки до 0,03 мм, которая заложена в технологическом процессе. Для устранения деформации проводят правку на плавильном прессе.

Для придания кулачкам исходного профиля на ремонтном размере, определенном конструкцией узла при условии сохранения мощностных характеристик двигателя и не требующих изготовления дополнительных деталей узла проводят шлифовку всех кулачков на копировально-шлифовальных станках.

Для придания чугунным и стальным поверхностям кулачков идентичных свойств по износостойкости проводят азотирование в смеси

аммиака 50 и экзогаза 50 при температуре 575 С с охлаждением в 0,3-0,5-ном водном растворе полиакриламида. При этом на поверхности образуется карбонитридный слой, толщину которого можно регулировать режимами термообработки, который определяет износостойкость поверхности кулачка в процессе эксплуатации.

Свойство азотирования увеличивать размеры позволяет восстановить опорные шейки до номинальных размеров. С целью устранения деформаций, полученных при термообработке, проводят правку распредвала

На рис. 1.3 приведена схема наплавленного кулачка; схема перешлифованного кулачка.

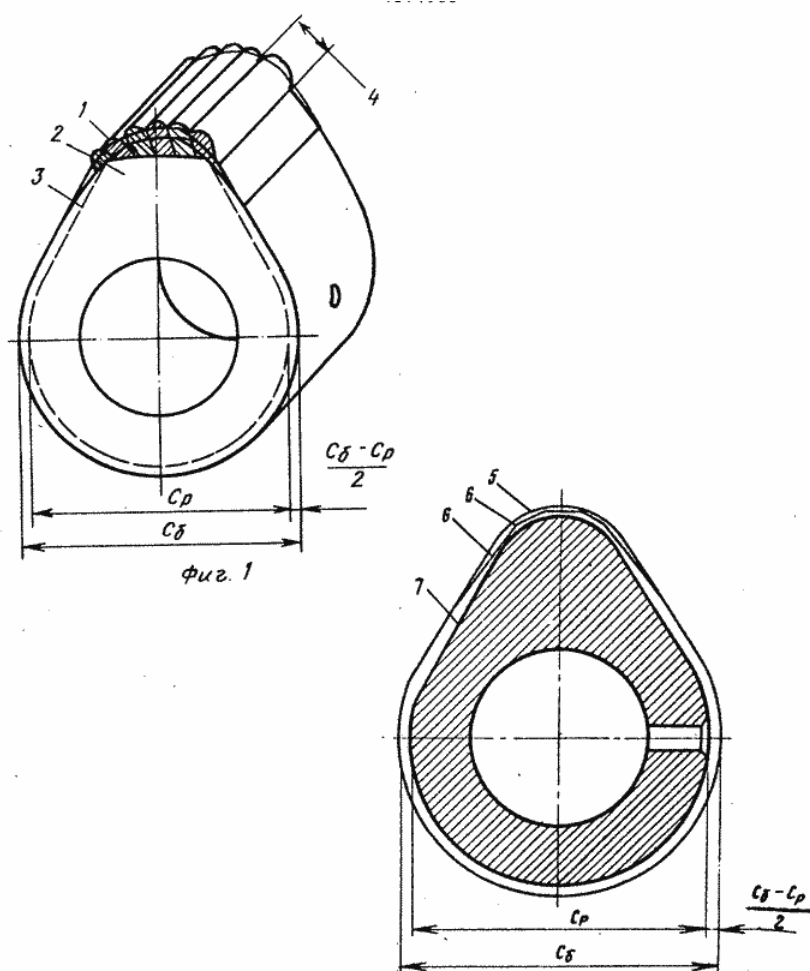


Рисунок 1.3 - Схема наплавленного и перешлифованного кулачка.

а- наплавленный кулачок; б- перешлифованный кулачок.

Наплавленный кулачок содержит наплавленный валик 1, профиль 2 кулачка после эксплуатации, профиль 3 восстановленного кулачка, ширину 4 наплавляемого валика. Перешлифованный кулачок содержит базовый профиль 5 кулачка, профиль 6 кулачка после эксплуатации, профиль 7 восстановленного кулачка, базовый размер Сб, ремонтный размер Ср.

Например И. Липгарт [] приводит результаты восстановления распределительного вала автомобиля ВАЗ из высокопрочного чугуна.

Распредвал имеет пять кулачков с износом более 0,5 мм и три кулачка с меньшим износом. Каждая шейка распредвала имеет равномерный износ по диаметру с величиной, не превышающей 10 мкм. Проводят восстановление центров на токарном станке. После наплавки пяти кулачков стальным электродом диаметром 0,8 мм в среде сварочного углекислого газа при силе тока 65 А напряжении 18 В, скорости подачи электрода 55 мм/с на полуавтоматической установке проводят нагрев до 600 °С в модернизированной шахтной печи в среде экзогоза, выдержку в течение 3 ч, охлаждение с печью до 400 °С и последующее охлаждение на воздухе. Для устранения деформаций производят предварительную правку на прессе. После чернового шлифования всех восьми кулачков в размер по участку с постоянным радиусом 29,5 мм на копировально-шлифовальном полуавтомате производят чистовое шлифование всех восьми кулачков в ремонтный размер 29 мм. Производят изотирование в модернизированной шахтной печи при 575 °С в смеси аммиака 507, и экзогоза 507 в течение 5 ч с последующим охлаждением в 0,3-0,57, %-ном водном растворе полиакриламида. Производится окончательная правка распредвала с точностью до 0,04 мм.

Применение предлагаемого способа восстановления распределительного вала позволит значительно снизить расход присадочного материала, применить дешевый низкоуглеродистый малолегированный электрод, снизить объем наплавочных работ и последующей механической обработки.

В известном способе деформации после наплавки устраняют путем наплавки и шлифовки опорных шеек или только перешлифовкой шеек в ремонтный размер. В обоих случаях это резко увеличивает трудоемкость восстановления, так как операция шлифовки шеек на одну деталь требует 8 мин, а наплавка шеек 20 мин. Кроме того, для шлифовки шеек требуется дополнительное дорогостоящее оборудование. Анализом износа распредвалов автомобилей ВАЗ установлено, что функция распределения кулачков с износом менее 0,5 мм составляет 42,148%. Это значит, что наплавляются только 57,8% кулачков, кроме того, по известному способу наплавка производится вкруговую по кулачку или по всей рабочей зоне кулачка в районе 180 профиля. В предлагаемом способе зона наплавки ограничена зоной из носа более 0,5 мм. Эта зона чаще всего не превышает 307 рабочего профиля кулачка. Это обеспечивает резкое снижение расхода присадочного материала и одновременно за счет малых тепловложений при наплавке сохранение пластичности для правки и предупреждает трещинообразование в зоне стыка стали и чугуна. На наплавку кулачков по известному способу расходуется до 150 г стали, а в предлагаемом способе 35 г.

Трудоемкость наплавки кулачков по известному способу составляет 20-25 мин, в предлагаемом способе 3-7 мин. В известном способе для ответственных поверхностей деталей применяется легированная стальная проволока, а в предлагаемом способе низкоуглеродистая малолегированная проволока.

Так как на одном кулачке в рабочей зоне имеются и чугунная и стальная поверхности, применить в качестве упрочняющей термообработки закалку токами высокой частоты нельзя, так как не обеспечивается равнопрочность свойств по износостойкости.

В предлагаемом способе применяется азотирование, при помощи которого одновременно с упрочнением поверхности происходит восстановление опорных шеек до номинальных размеров.

Анализом износа шеек распредвала установлено, что износ шеек носит равномерный характер, так как распредвал из чугуна работает в алюминиевом корпусе в воздушно-масляной подушке с гарантированным зазором. Величина износа шеек в 993-тах не превышает 0,03 мм, поэтому нет необходимости производить наплавку шеек и их шлифовку.

Распределительные валы, восстановленные по предлагаемому способу, по точности, качеству и износостойкости не уступают серийным.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Способы восстановления распределительного вала

Обработка опорных шеек и кулачков под ремонтный размер. При использовании метода ремонтных размеров для восстановления изношенных поверхностей кулачки обрабатываются по копиру. Если при этом профиль отремонтированного кулачка получается эквидистантным по отношению к профилю нового кулачка, то обеспечивается тот же подъем клапана, но при этом изменяется закон его движения.

Подъем клапана начинается позже и раньше заканчивается его закрытие. Так, равномерное уменьшение размеров кулачка двигателя ВАЗ при обработке под ремонтный размер на 2 мм увеличивает максимальную скорость движения и положительное ускорение клапана на 15%, максимальное отрицательное ускорение - на 21%, на $0,75^\circ$ изменяются углы начала открытия и конца закрытия клапана, т.е. угол открытого состояния клапана сокращается на $1,5^\circ$. При восстановлении кулачков под ремонтный размер необходима коррекция формы кулачка для сохранения закона движения клапана, что достигается применением соответствующих копиров.

Обработка под ремонтный размер опорных шеек, кулачков, эксцентрика является основным способом устранения износов этих поверхностей при ремонте.

Опорные шейки распределительного вала шлифуются под один из ремонтных размеров. Количество ремонтных размеров опорных шеек распределительных валов автомобильных двигателей может быть от 1 до 5. Обработка опорных шеек распределительного вала под ремонтный размер проводится на круглошлифовальных станках. Шероховатость поверхности после шлифования характеризуется $Ra = 0,63$ мкм. В качестве контрольно-измерительного инструмента используются рычажные микрометры МР50 и МР75, рычажные скобы СР50 и СР75, калибры, образцы шероховатости.

Применяется активный контроль в ходе шлифования. После шлифования обрабатываются фаски опорных шеек

Кулачки распределительного вала обрабатываются до устранения следов износа и придания им требуемого профиля и положения. Шероховатость рабочих поверхностей кулачков после шлифования должна иметь $Ra = 0,63$ мкм. Профиль кулачка после обработки должен обеспечивать заданный закон движения клапана. При шлифовании кулачков распределительный вал базируется по центрам и шпоночной канавке.

Эксцентрик шлифуется до устранения следов износа, при этом обеспечивается требуемая высота подъема. Для обеспечения требуемой шероховатости поверхностей проводится финишная обработка.

Наплавка. Для устранения значительных износов опорных шеек и кулачков распределительного вала используются различные способы наплавки - вибродуговая, электродуговая в среде углекислого газа или в среде аргона, кислородно-ацетиленовая и др. Применение наплавки под слоем флюса ограничивается малыми диаметрами обрабатываемых поверхностей. Всего существует более 300 вариантов восстановления кулачков распределительного вала. Анализ, проведенный с помощью автоматизированной системы синтеза новых технических решений, показал, что наиболее рациональными являются вибродуговая наплавка и электродуговая наплавка в среде защитного газа.

Напыление. Напылением восстанавливаются изношенные опорные шейки распределительного вала. Высокое качество восстановления обеспечивается при применении плазменного напыления с последующим оплавлением покрытия т. в. ч.

Перед напылением опорные шейки шлифуются для придания им правильной геометрической формы и обеспечения толщины покрытия после окончательной обработки 0,3...0,5 мм. Затем проводится дробеструйная обработка.

Для напыления стальных валов целесообразно использовать порошковую смесь марки ПС-2, в состав которой входят 80... 85% порошка ПЖ-5М и 15... 20% порошка ПГ-ХН80СР4 или по 50% порошка ПГ-ХН80СР3 и ПГ-АУ30Х28Н4С4. В качестве плазмообразующего и транспортирующего газа применяется азот. Оплавление покрытия проводится на установке т. в. ч.

Шлифование опорных шеек после нанесения и оплавления покрытия проводится методом продольного или врезного шлифования алмазными кругами на вулканитовой связке. Припуск на шлифование 0,15.. 0,20 мм. Режим продольного шлифования: скорость резания 35 м/с; продольная подача (0,3... 0,4)В мм/об, где В-ширина круга, мм; поперечная подача 0,005... 0,01 мм на двойной ход. Режим врезного шлифования: скорость резания 35 м/с, поперечная подача 0,005... 0,010 мм/об.

Указанный технологический процесс обеспечивает твердость покрытия до 61 HRC3, износостойкость в 3...4 раза выше по сравнению с закаленной сталью 45, необходимую сцепляемость покрытия и усталостную прочность детали.

Нанесение гальванических покрытий. Этим способом восстанавливаются опорные шейки и шейка под распределительную шестерню. Применяются хромирование и железнение. Последний способ используется чаще.

Перед нанесением гальванических покрытий поверхности шлифуются для устранения следов износа и придания им правильной геометрической формы. Поверхности, не подвергающиеся обработке, изолируются. Отверстия масляных каналов закрываются свинцовыми пробками.

Пластическое деформирование. Пластическое деформирование применяется для устранения деформации детали, устранения износа шейки под распределительную шестерню или шкив, а также в качестве отделочной операции для опорных шеек и кулачков.

Деформация распределительного вала происходит из-за релаксации внутренних остаточных напряжений и изгибающих нагрузок, возникающих при работе детали. При деформации вала более 0,05... 0,07 мм его правят. При использовании статической правки возникает необходимость создавать упругую деформацию, в 10...15 раз превышающую первоначальный прогиб. Такая правка имеет невысокую точность, снижает усталостную прочность и несущую способность детали, а также не обеспечивает стабильность формы правленной детали. После непродолжительной работы двигателя (30... 70 ч) происходит возвратная деформация вала.

Для стабилизации формы правленной детали могут применяться длительная выдержка детали под нагрузкой, термообработка, двойная правка (с перегибом). Первый способ малоэффективен, так как не обеспечивает надежного, качественного устранения дефекта и увеличивает продолжительность технологического цикла. Термообработка (термофиксация) проводится в электрических печах при температуре 180... 200 °С с временем выдержки 4... 6 ч. Этот способ требует дополнительного оборудования, производственных площадей, расхода электроэнергии и также удлиняет технологический цикл.

Двойная правка осуществляется следующим образом. Первоначально деталь перегибается в противоположную сторону, при этом создается остаточная деформация (перегиб), в 2... 3 раза превышающая первоначальный прогиб. Затем повторным усилием пресса, направленным в противоположную сторону, прогиб устраняется. Такой способ правки получил наибольшее распространение в практике авторемонтного производства, однако он имеет существенный недостаток, связанный с необходимостью создания значительных деформаций вала в процессе правки.

Качественное устранение деформации вала обеспечивается правкой наклепом. Правка осуществляется путем нанесения серий ударов специальным инструментом по нерабочим поверхностям вала,

расположенным между опорными шейками и кулачками, начиная от середины вала.

Правка наклепом имеет ряд преимуществ. Этот способ обеспечивает высокую точность правки (до 0,02 мм), высокую стабильность правленной детали, исключает необходимость значительных упругих и пластических деформаций, не снижает усталостную прочность вала, обеспечивает высокую производительность. Существенным недостатком является повышенный шум, что вынуждает проводить эту операцию в специальном помещении и применять индивидуальные средства шумозащиты:

Для восстановления шейки под распределительную шестерню или шкив используется накатка поверхности рифленным цилиндрическим роликом. Обработка проводится на токарном станке. Потеря опорной поверхности после накатки не должна превышать 50%. Наибольший подъем металла за счет накатки не превышает 0,2 мм на сторону. Шаг накатки рекомендуется 1,5... 1,8 мм. Скорость для стальных валов 10...20 м/мин, для чугунных 10... 15 м/мин; продольная подача 0,6 мм/об; поперечная подача 0,10... 0,15 мм/об; угол заострения ролика 60... 70 °. Накатка осуществляется при подаче в зону обработки индустриального масла марок И-30А, -45, -50А. Припуск на последующее шлифование 0,10 мм на сторону.

В качестве отделочной обработки опорных шеек и кулачков может применяться алмазное выглаживание. При этом происходит смятие микронеровностей и изменение физико-механических свойств поверхностного слоя. За счет смятия микронеровностей происходит уменьшение размера на 0,015 мм. Обработка опорных шеек, имеющих на поверхности масляные отверстия, требует применения специальных державок с гидравлическими демпферами. Для обработки кулачков используются специальные устройства, обеспечивающие обкатку профиля кулачка.

Отделочная (финишная) обработка. Является завершающей фазой механической обработки детали и имеет своей целью обеспечить требуемую

шероховатость поверхностей: для рабочих поверхностей опорных шеек распределительного вала Ra — 0,32... 0,25 мкм, для кулачков Ra — 0,5... 0,32 мкм. При шлифовании этих поверхностей обеспечивается припуск на последующее полирование до 0,005 мм.

Полирование опорных шеек, эксцентрика и кулачков выполняется шлифовальными шкурками на тканевой основе (ГОСТ 5009-82, ГОСТ 13344-79). В качестве абразивных материалов применяются белый электрокорунд марки 24А для стальных валов и карбид кремния марки 62С для чугунных. Зернистость абразива 8... 4. Режим полирования: скорость ленты 30... 40 м/с; давление 0,5 ... 2,0 кгс/см². При обработке водостойкими шкурками стальных валов в качестве охлаждающей жидкости применяется сульфозфрезол или масляная эмульсия, при обработке чугунных валов- содовый раствор. При использовании неводостойкой шкурки смазочно-охлаждающей жидкостью служит минеральное масло. Высокое качество обработки обеспечивают алмазные шкурки зернистостью от 63 до 40, обладающие высокой стойкостью.

Полирование распределительных валов шлифовальными шкурками проводится на токарных или шлифовальных станках с применением вибрационно-ленточно-полировальной головки (ВЛПГ): Амплитуда поперечных колебаний 2... 6 мм, частота 5; 10; 15 Гц.

Полирование может проводиться войлочными или фетровыми кругами. Абразивным материалом служит паста ГОИ. Окружная скорость полировального Круга 30... 35 м/с. Финишная обработка может выполняться также методом алмазного выглаживания.

Изношенный шпоночный паз по типовой технологии не восстанавливают а нарезается новый паз с отклонением о существующего на 180 градусов. После этого новый паз нужно нарезать и на приводной шестерне.

Однако, для восстановления шпоночного паза можно применить обработку под увеличенную шпонку. Для этого необходимо спроектировать устройство для фиксации вала на столе фрезерного станка.

При аварийном износе кулачков и опорных шеек их приходится наращивать наплавкой вибродуговым способом с последующим шлифованием..

2.2 Обоснование рационального способа восстановления детали

Основными дефектами, с которыми распределительные валы поступают в ремонт, являются: износ рабочих поверхностей кулачков, опорных шеек и эксцентрика; овальность и конусообразность шеек; задиры и риски на рабочих поверхностях; износ шейки под шестерню; повреждение шпоночного паза или отверстий под штифт; деформация вала; повреждение резьбы, зубьев шестерни.

Предлагаемые способы восстановления при износе опорных шеек вала:

- 1) Механизированная вибродуговая наплавка.
- 2) хромирование.

Рациональный способ восстановления деталей определяют, пользуясь следующими критериями: технологическим (или критерием применяемости), техническим (долговечности) и технико-экономическим (обобщающим).

Технический критерий определяется по формуле:

$$K_D = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{II}, \quad (2.1)$$

где K_D - коэффициент долговечности;

K_i - коэффициент износостойкости;

K_B - коэффициент выносливости;

K_C - коэффициент сцепляемости покрытия;

K_{II} - поправочный коэффициент; $K_{II}=0,9$.

Определяем технический критерий для способов восстановления:

$$K_{Д1} = 0,91 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,713.$$

$$K_{Д2} = 0,91 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,672.$$

Технико-экономический показатель определяется по формуле:

$$K_T = \frac{C_{\text{в}}}{K_{\text{Д}}}, \quad (2.2)$$

где $C_{\text{в}}$ – стоимость восстановления детали, руб./м²;

$$K_{Т1} = 974 / 0,713 = 1366,06;$$

$$K_{Т2} = 604 / 0,672 = 898,81$$

Эффективным считается способ, у которого K_T стремится к min. Из этих соображений окончательно выбираем 2-ый способ восстановления кулачкового вала, то есть хромирование с механической обработкой под нормальный размер.

2.3 Расчёт и выбор параметров и режимов нанесения покрытия на деталь

Основные режимы процесса хромирования рассчитываются по следующим формулам.

Необходимая сила тока I , А:

$$I = D_K \cdot F_O, \quad (2.3)$$

где D_K – катодная плотность тока, А/дм² (для износостойкого покрытия детали $D_K = 35$ А/дм²);

F_O - общая поверхность покрываемая хромом, дм².

$$F_O = \pi R^2 = 3.14 \cdot 4,5^2 \cdot 51,5 = 727 \text{ мм}^2 = 7,27 \text{ дм}^2$$

$$I = 35 \cdot 7,27 = 254,45 \text{ А / дм}^2.$$

Расчетная продолжительность осаждения хрома t_p , ч:

$$t_p = \frac{10 \cdot h \gamma}{D_k \cdot E \times \eta}, \quad (2.4)$$

где h – толщина слоя покрытия на сторону, мм (0,04...0,15);

γ - плотность покрытия ($\gamma=6,9$ г/см³);

E – электрохимический эквивалент хрома (E=0,324 г/А*ч);

η - выход хрома по току ($\eta=0,13...0,18$).

$$t_p = \frac{10 \cdot 0,001 \cdot 6,9}{35 \cdot 0,324 \cdot 0,15} = 0,41 \text{ ч.}$$

Станок шлифовальный 3А433.

Число оборотов шпинделя

$$n = 500 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем: подачу S – 0,78 мм/об.

$$V_d = \pi \cdot D \cdot n / 60 \cdot 1000, \quad (2.5)$$

где V_d – действительная окружная скорость шлифовального блока, м/сек.

D – диаметр обработанной поверхности, мм, $D_p = 54$ мм.

$$V_d = 3,14 \cdot 54 \cdot 500 / 60 \cdot 1000 = 1,41 \text{ м/сек.}$$

Расчёт глубины резания:

$$t = (D - d) / 2 = (54 - 53,69) / 2 = 0,31 \text{ мм.} \quad (2.6)$$

Определяем мощность резания:

$$N_p = P_z \cdot V_{\text{действ.}}, \quad (2.7)$$

$$\text{где} \quad P_z = C_{pz} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.8)$$

при $C_{pz} = 285$; $y=0.75$; $x=1$; $n = -0.15$.

$$N_p = 285 \cdot 0,31^1 \cdot 0,78^{0,75} \cdot 1,41^{-0,15} \cdot 0,55 = 4,78 \text{ кВт.}$$

2.4 Определение норм времени выполнения операций

Техническое норму времени на шлифование определяется по формуле:

$$H_v = T_{осн} + T_v + T_d + T_{пз}, \quad (2.9)$$

где H_v – норма времени, мин.;

$T_{осн}$ – основное (машинное) время на растачивание поверхности, мин.;

T_v – вспомогательное время, мин.;

T_d – дополнительное время, мин.;

$T_{пз}$ –подготовительно-заключительное время, $T_{пз} = 15$ мин..

$$T_{\text{осн}} = L \cdot i / n \cdot S, \quad (2.10)$$

где L - длина обрабатываемой поверхности детали, мм.;

i - число проходов, принимаем $i = 2$;

$n=500$ - число оборотов шпинделя;

$S=0,78$ мм/об – подача.

$$L=l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.11)$$

где l_1 - длина обрабатываемой детали;

$l_2=2$ мм- врезание и перебег резца;

$l_3=5$ мм-длина проходов со снятием пробных стружек.

$$T_{\text{осн}} = 157 / 500 \cdot 0.78 = 0.40 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{д}} = 0.1 \cdot T_{\text{осн}} \quad (2.12)$$

$$T_{\text{д}} = 0,1 \cdot 0,4 = 0,04 \text{ мин.}$$

$$H_{\text{в}} = 0,4 + 10 + 0,04 + 15 = 25,44 \text{ мин.}$$

В технологических картах обычно проставляется штучное время $T_{\text{шт}}$ и

$$T_{\text{ш}} = 4,5 + 0,4 + 0,5 + \frac{0,75}{10} = 5,48 \text{ мин.}$$

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРАВКИ ВАЛОВ.

3.1 Обзор существующих методов и приспособлений для правки деталей.

В процессе работы многие детали изгибаются, скручиваются, коробятся, в результате чего изменяется их форма. Для восстановления формы скрученные или изогнутые детали подвергают правке (рис. 120).

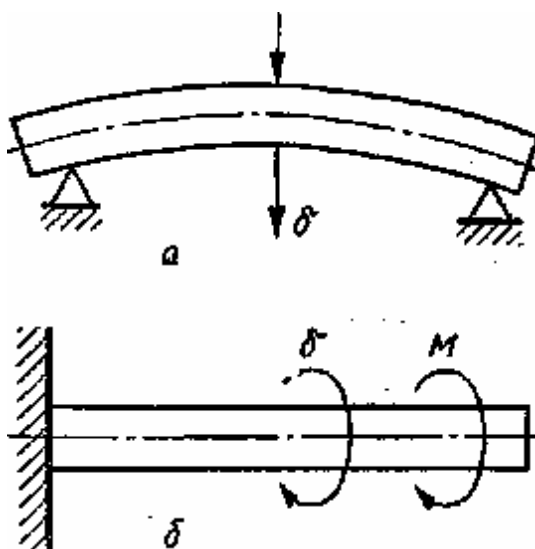


Рисунок 3.1 - Схема правки деталей:

а — изогнутых; б — скрученных

Направление действующей нагрузки P_d или $M_{кг}$ совпадает с направлением требуемой деформации б детали.

Детали можно править в холодном и нагретом состоянии.

При холодной правке в металле возникают внутренние напряжения. Эти напряжения будут тем больше, чем больше деформация при правке.

					<i>ВКР.350306.568.18.00.00.ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата			
Разраб.		Шайхутдинов			<i>Устройство для динамической правки валов</i>		Лит.
Провер.		Шайхутдинов					Лист
							Листов
							1
Н. контр.		Шайхутдинов			<i>Казанский ГАУ каф. ЭРМ</i>		
Утверд.		Абигамав					

Правка в холодном состоянии без дополнительной термообработки не дает устойчивых результатов.

Например, выправленные в холодном состоянии шатуны двигателей под действием осевой нагрузки вторично деформируются, вследствие чего во время работы у шатунов нарушается параллельность осей, в 7—8 раз превышающая допустимую.

Причина этого явления заключается в наложении рабочих и остаточных напряжений. Остаточные напряжения возникают вследствие неравномерности пластической деформации. Для уменьшения остаточных напряжений рекомендуется после холодной правки подвергать детали стабилизирующему нагреву.

Правку с последующим нагревом до температуры 400—450° С и выдержкой в течение 0,5—1 ч. можно применять для всех ответственных деталей, которые подвергались последней термической обработке при температуре более 500° С. Если детали нельзя нагреть до температуры 400—450° С, стабилизацию рекомендуется ограничить нагревом до температуры 200—250° С и увеличить время выдержки.

Правку с предварительным нагревом (горячую правку) применяют при больших деформациях деталей.

Обычно при горячей правке места деформации деталей нагревают до температуры 600—800° С.

Выбор способа правки зависит от характера деформации детали и ее термической обработки.

Детали правят при помощи пресса или специальных приспособлений.

Правке подвергают валы, оси, рычаги, валики, кронштейны, балки рам, коленчатые валы и оси, шатуны, распределительные валы, штанги толкателей и др.

Местный наклеп — более простой и надежный способ, которым можно править некоторые детали (например, коленчатые валы, рессорные листы и др.).



Рисунок 3.2 - Схема правки бруса местным поверхностным наклепом:

а — до наклепа; б — после наклепа.

Сущность этого способа состоит в том, что создаваемые наклепом напряжения сжатия на отдельных участках детали деформируют (изгибают) деталь в направлении наносимого удара, как это схематически показано на рисунке 3.2.

Наклеп ведется пневматическим молотком, снабженным ударным бойком, или ручным шаровидным молотком.

Правка наклепом позволяет избежать снижения усталостной прочности. Этот способ характеризуется достаточной точностью и производительностью.

Существует также правка местным нагревом, которая использует внутренние напряжения и деформаций, возникающих при поверхностном нагреве на местном участке детали.

Нагрев ограниченного участка возможен до температуры 900°C , в зависимости от прогиб и сечения нагреваемой детали. Нагревают участок в месте наибольшего изгиба детали на выпуклой части. В тоже время этот участок охлаждают в последнюю очередь. Деталь выправляется под действием возникших в зоне нагрева напряжений растяжения.

Контроль после правки. Плоские детали проверяют на плите щупом или линейкой, валы и оси — в центрах индикатором, кронштейны и рычаги — специальными шаблонами.

Ответственные детали следует проверять на отсутствие трещин, пользуясь лупой, дефектоскопом или другими способами.

Далее приведены конструкции для правки валов.

Пресс для правки коленвалов ROVBI K84 имеет сварную раму, на которой закреплены две призмы, которые могут перемещаться, с пружинными фиксаторами и винтовыми зажимами. Снизу на раме установлен передвижной гидроцилиндр. Имеется также и стойка с индикаторной головкой. Привод осуществляется ручного гидронасоса с манометром.

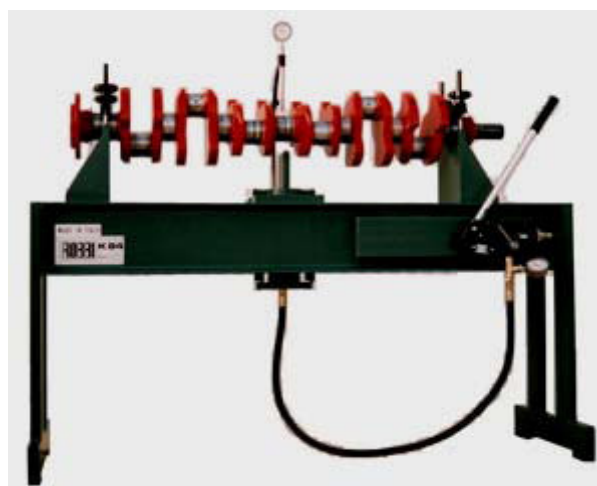


Рисунок 3.3- Пресс для правки валов ROVBI K84

2) По конструкции гидравлический ручной пресс для правки валов СР 1800 аналогичен предыдущему прессу. Этот стенд прост в управлении,

имеет возможность правки в месте деформации и ручной гидронасос с манометром.

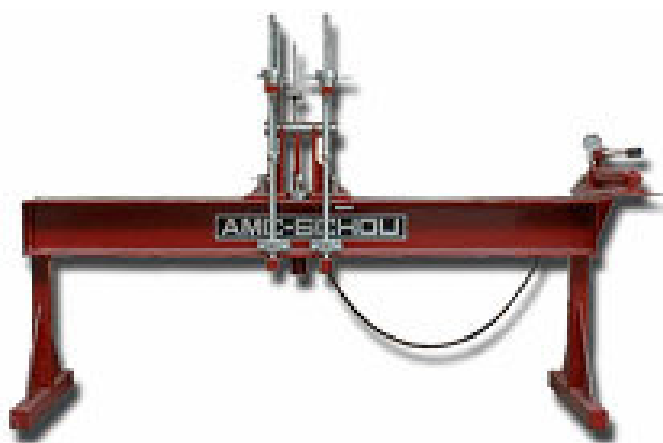


Рисунок 3.4- Гидравлический ручной пресс для правки валов СР 1800

Известно вибрационное устройство для правки металлических стержней, содержащее смонтированные на станине неподвижные правильные секции и подвижные секции, установленные, например, посредством упругих опор, снабженные синхронными и синфазными бегунковыми вибровозбудителями. Все подвижные секции имеют трехроликовые нажимные элементы. Недостатком устройства является сложность автоматической заправки стержней при совмещении механизмов правки и подачи из-за того, что механизм имеет только две крайние неподвижные секции, которые можно выполнить приводными (авторское свидетельство № 539640, 25.12.1976, Бюл. № 47).

Известно вибрационное устройство для правки металлических стержней, содержащее смонтированные на станине неподвижные правильные секции и подвижные секции, установленные посредством упругих опор, снабженные синхронными и синфазными бегунковыми вибровозбудителями. Все подвижные секции имеют трехроликовые нажимные элементы. Каждая подвижная секция опирается на наборы шариков в направлении перемещения стержня и на упругие пружины, установленные перпендикулярно оси выправляемого стержня с возможностью регулирования зазора пружины. Недостатком устройства является сложность автоматической заправки стержней при совмещении механизмов правки и подачи из-за того, что механизм имеет только две

крайние неподвижные секции, которые можно выполнить приводными (авторское свидетельство № 732047, 05.05.1980, Бюл. № 17).

Наиболее близким техническим решением к заявленному изобретению является вибрационное устройство для правки металлических стержней с трехроликовыми нажимными элементами, установленными на чередующихся неподвижных правильных секциях, жестко закрепленных на станине, с вибрирующими правильными секциями, закрепленными на подвижной рамке, установленной на станине посредством упругих опор или на эксцентриковых валах (авторское свидетельство № 829255, 15.05.1981, Бюл. № 18). Возможно в качестве вибратора иметь эксцентриковые валы, приводимые в движение специальным приводом.

Недостатком этого устройства является сложность процесса заправки стержней и связанная с этим пониженная производительность.

С целью упрощения процесса заправки стержней и обеспечения ее автоматизации предлагается устройство, в котором совмещены механизмы правки и подачи стержней. Автоматизация заключается в отсутствии ручной заправки, которая производится валами-роликами 20 с помощью приводов 19, 16 и 15.

В конструкции предлагаемого устройства нажимные элементы неподвижных правильных секций имеют общие валы-ролики для всех выправляемых стержней, которые выполнены приводными с нарастанием скорости привода по ходу подачи и отключением привода при захвате стержней следующей неподвижной секцией, причем нажимные элементы на всех правильных секциях имеют прижимную регулируемую рамку с парой независимо вращающихся роликов на каждый выправляемый стержень. Приводные валы-ролики первой и третьей секций (не вибрирующих) для механизма с пятью нажимными элементами снабжены муфтами свободного хода. Возможность автоматической заправки обеспечивается приводами 19, 16 и 15 валов 20 неподвижных секций, различными скоростями подачи стержней на каждой неподвижной секции, наличием муфт свободного хода

					<i>ВКР.350306.568.18</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

на этих секциях, кроме последней секции. Эти признаки отличают заявленное устройство от прототипа.

Схема предлагаемого устройства с поводковыми синхронизированными и синфазными механическими вибраторами для случая одновременной правки трех стержней изображена на фигуре 1, где приведена схема с вибраторами и упругими опорами. На станках, выпускаемых в настоящее время, возможно править только один стержень. В зависимости от назначения вибрационного механизма правки на нем можно править любое количество стержней (от одного и более), но лучше нечетное количество. Три стержня и более позволяют полней использовать установленную мощность, т.к. правка стержня диаметром 3 мм составляет 5...8% от правки стержней диаметром 12 мм. Правка нескольких стержней малых диаметров может выполняться на большей скорости, чем одного стержня большого диаметра на устройстве, рассчитанном на правку нескольких стержней. Механизм для правки большого количества стержней может быть применен на машине для сварки арматурных сеток (см. авторское свидетельство № 230770, 1969. Бюл. № 35).

Предлагаемое устройство содержит жестко закрепленные на станине 2 неподвижные правильные секции 1, 6 и 10, содержащие соответствующие общие валы-ролики 20, сопряженные с соответствующими приводами 19, 16 и 15, соединенными с устройством управления 17. Все невибрирующие секции снабжены регулируемыми рамками с парами нажимных роликов 11. Но при этом все нажимные элементы остаются трехроликовыми (два ролика 11 и ролик на валу 20) для каждого выправляемого стержня 12. Рамка 5 объединяет подвижные правильные

секции 4 и 7. Она снабжена двумя синхронизированными и синфазными вибраторами 9 и 13, а также трехроликовыми нажимными элементами для каждого стержня 12 с независимо вращающимися роликами 11, которые могут быть объединены в виде пар на регулируемых рамках.

Нижние ролики вибрирующих секций можно не располагать на валу 20, а крепить на вибрирующей рамке.

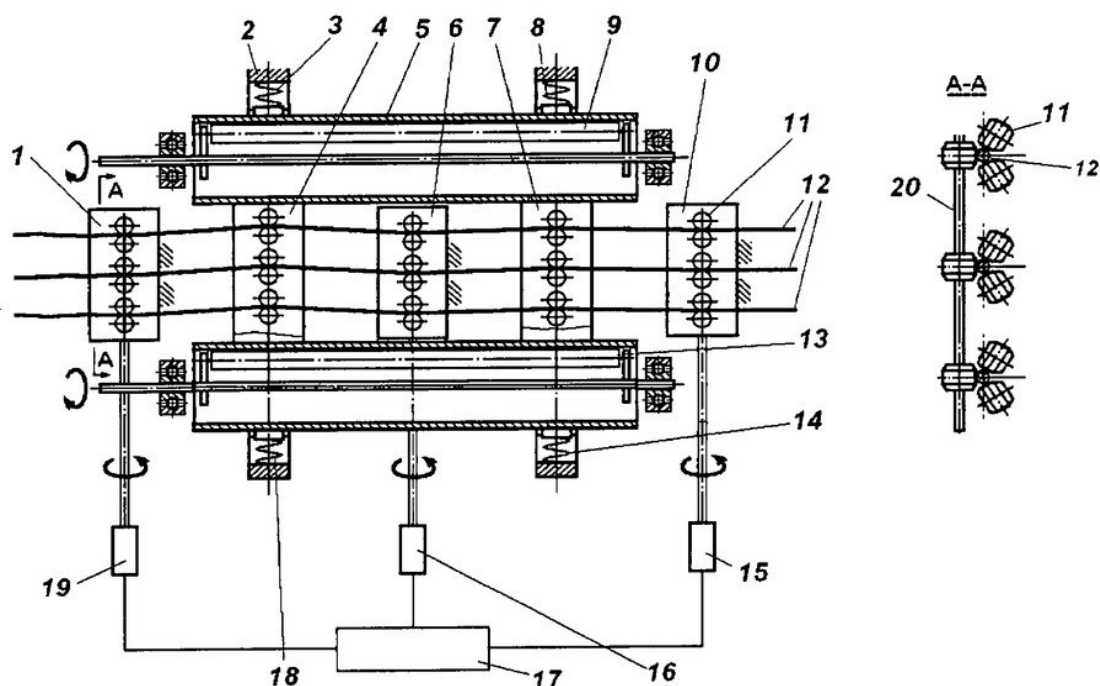


Рисунок 3.5 - Устройство с поводковыми синхронизированными и синфазными механическими вибраторами

Они могут быть закреплены на секциях 4 и 7. Рамка 5 опирается на упругие опоры 3, 8, 14 и 18 в плоскости движения рамки 5. Рамка 5 может опираться на эксцентриковые валы, как это показано на фиг.2 и 3 прототипа, но тогда вибраторы и упругие опоры не нужны, т.к. вибраторами являются эксцентриковые валы.

Работа устройства заключается в следующем.

Стержень подводится к механизму правки вручную, а далее захватывается первым нажимным элементом с приводным роликом, имеющим минимальную скорость, чтобы не повредить руку станочника. При заправке стержней приводы 19, 16 и 15 всех валов-роликов 20 неподвижных секций включаются одновременно перед началом заправки. При этом протяжка стержней 12 (стержня) осуществляется путем эстафетной передачи стержней с приводного вала-ролика неподвижной секции 1, имеющего низшую скорость, на приводной вал-ролик неподвижной секции 6, имеющий среднюю скорость, а затем на приводной вал-ролик неподвижной секции 10,

имеющий максимальную скорость. Причем по мере поступления стержней на приводные валы-ролики секций 6 и 10 приводы валов-роликов секции 1 и 6 последовательно отключаются с помощью устройства управления 17 и подача стержней осуществляется только приводным валом-роликом секции 10. Но пока валы секций 1 и 6 не отключились, начинают работать муфты свободного хода на этих секциях. При этом стержни подвергаются воздействию вибраторов 9 и 13 или эксцентриковых валов, которые создают рабочие движения подвижной рамки и вместе с ней правильных секций 4 и 7, в результате чего производится правка стержней.

Таким образом, заправка стержней осуществляется при низкой скорости вращения роликовых нажимных элементов секции 1, что делает этот процесс более безопасным, а дальнейшая протяжка после полной заправки стержня (стержней) происходит при высокой скорости приводным валом 20 с роликами 11 секции 10

Изобретение относится к производству длинномерных стальных профилей, а конкретнее - к оборудованию для исправления дефектов формы. Машина содержит несколько профилированных правильных роликов, расположенных в два ряда в шахматном порядке, а также оппозитную пару роликов, расположенную на входе в машину. Упомянутая оппозитная пара роликов образована первым со стороны входа в машину установленным стационарно правильным роликом и располагающимся оппозитно к правильному с возможностью перемещения профилированным нажимным роликом. При этом нажимной ролик оснащен гидравлическим нажимным механизмом. Кроме того, на выходе предлагаемой машины установлена оппозитная пара калибрующих роликов, образованная последним правильным роликом и профилированным нажимным роликом, оснащенным гидравлическим нажимным механизмом. Повышается производительность. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.

Известен аналог предлагаемого изобретения - широко используемая в промышленности многороликовая машина для правки стальных профилей. В

					ВКР.350306.568.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

этой машине профилированные правильные ролики располагаются в два ряда в шахматном порядке. Правка длинномерных профилей в такой машине осуществляется путем многократных чередующихся по знаку изгибов профилей при пропуске между двумя рядами правильных роликов (см., например, Целиков А.И., Смирнов В.В. Прокатные станы. М.: Металлургиздат, 1958, стр.295).

Продольная кривизна профилей исправляется в такой машине довольно эффективно, а вот искажения формы поперечного сечения исправляются незначительно. Профили же со значительными искажениями (дефектами) формы править в такой машине вообще невозможно, поскольку они будут застревать в профилированных правильных роликах.

Прототипом предлагаемого изобретения является многороликовая машина для правки длинномерных стальных профилей, оснащенная оппозитной парой задающих роликов, установленных на входе в машину. Как правило, один из задающих роликов - приводной, а второй оснащен механизмом сведения роликов и зажима в них профилей (см., например, «Слоним А.З., Сонин А.Л. Правка листового и сортового металла. М.: Металлургия, 1981, стр.142»).

В машине-прототипе частично устраняются недостатки аналога, появляется возможность захватывать задающими роликами, проталкивать между рядами правильных роликов и, в конечном итоге, выправлять профили со значительной продольной кривизной и искажениями формы поперечного сечения, несколько большими, чем в предыдущем случае. Однако профили со значительными искажениями формы в такой машине править невозможно, поскольку конструкция задающих роликов и мощность механизма их сведения не позволяют продеформировать значительно искаженные участки профилей, восстановить их форму и протолкнуть между рядами профилированных правильных роликов.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является создание высокопроизводительной компактной многороликовой машины для

					ВКР.350306.568.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

одновременного исправления формы поперечного сечения и продольной кривизны (правки) длинномерных стальных профилей со значительными искажениями (дефектами) формы.

Технический результат достигается тем, что в предлагаемой машине, содержащей несколько профилированных правильных роликов, расположенных в два ряда в шахматном порядке, а также оппозитную пару роликов, расположенную на входе в машину, упомянутая выше оппозитная пара роликов образована первым со стороны входа в машину установленным стационарно правильным роликом и располагающимся оппозитно к правильному с возможностью перемещения профилированным нажимным роликом, при этом нажимной ролик оснащен гидравлическим нажимным механизмом. Кроме того, на выходе предлагаемой машины установлена оппозитная пара калибрующих роликов, образованная последним правильным роликом и профилированным нажимным роликом, оснащенным гидравлическим нажимным механизмом.

Машина для правки длинномерных стальных профилей по предлагаемому изобретению изображена на рисунке 3.6 .

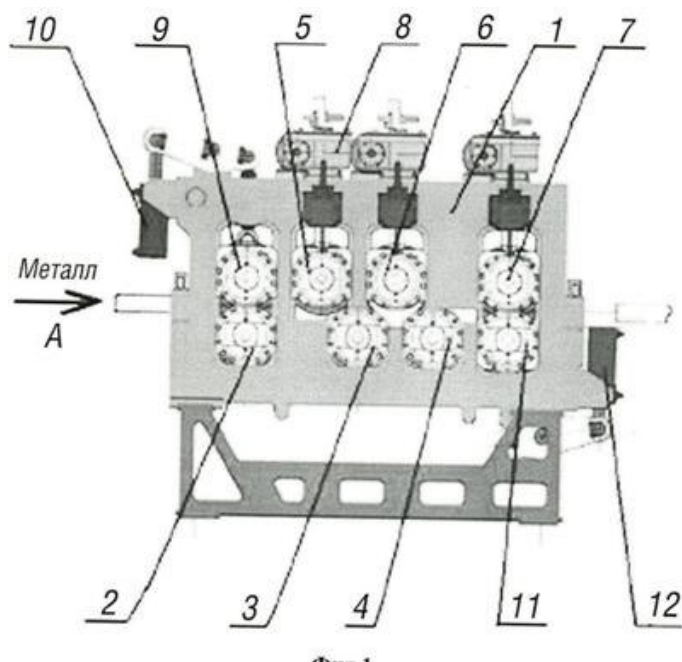


Рисунок 3.6 - Главный вид машины (по патенту РФ 2459679)

Предлагаемая машина состоит из клетки правильной и главного привода. Клеть правильная представляет собой сварную станину 1, в которой установлены восемь профилированных рабочих роликов - четыре в верхнем и четыре в нижнем рядах. Шесть роликов - три 2, 3, 4 в нижнем и три 5, 6, 7 в верхнем рядах участвуют в исправлении продольной кривизны профилей путем многократных знакопеременных изгибов и поэтому называются правильными.

Правильные ролики нижнего ряда установлены в клетке стационарно - без возможности вертикального перемещения. Правильные ролики верхнего ряда перемещаются в окнах станины и устанавливаются по высоте с помощью индивидуальных нажимных механизмов с электромеханическими приводами 8.

Профилированный нажимной ролик 9 установлен на входе в машину оппозитно первому правильному ролику 2 и оснащен мощным гидравлическим нажимным механизмом 10. Кроме функции деформирования искаженных участков и восстановления формы поперечного сечения профилей, эта пара оппозитных роликов выполняет в машине функцию задающих. Профилированный нажимной ролик 11 установлен на выходе из машины оппозитно последнему правильному ролику 7 и также оснащен гидравлическим нажимным механизмом 12. Эта оппозитная пара роликов выполняет в машине функцию калибрующих роликов.

Главный привод предназначен для вращения четырех роликов нижнего ряда - трех правильных 2, 3, 4 и одного нажимного 11. Он состоит из асинхронного электродвигателя 13, понижающего редуктора 14 и шестеренной клетки 15, установленных на общей раме, а также четырех карданных валов 16, передающих вращение на приводные ролики правильной клетки.

Машина работает следующим образом. В исходном положении (перед правкой) нажимной ролик 9 оппозитной пары на входе машины поднят в верхнее положение, верхние правильные (холостые) ролики установлены в

					ВКР.350306.568.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

положения, обеспечивающие требуемые технологией изгибы профилей, нижний нажимной ролик 11 оппозитной пары на выходе машины с помощью гидравлического нажимного механизма установлен в положение, обеспечивающее калибровку поперечного сечения профилей.

Для правки профиль задают наименее деформированным концом в раскрытую входную оппозитную пару роликов, после чего верхний (нажимной) ролик пары с помощью гидравлического нажимного устройства опускают, оппозитная пара роликов захватывает профиль и подает его между двумя рядами правильных роликов. Участки профиля со значительными искажениями (дефектами) формы интенсивно деформируют в упомянутой выше оппозитной паре роликов, восстанавливая таким образом исходную (стандартную) форму его поперечного сечения, для чего используют на полную мощность гидравлический нажимной механизм верхнего ролика оппозитной пары.

Далее профиль с исправленной формой поперечного сечения пропускают между рядами правильных роликов, установленных в машине в шахматном порядке, подвергая многократным чередующимся по знаку и уменьшающимся по величине от первых к последним роликам изгибам. Таким образом исправляют продольную кривизну профиля.

Процесс правки профиля заканчивают дополнительной корректировкой формы и размеров («калибровкой») поперечного сечения в оппозитной паре профилированных роликов, установленных на выходе из машины.

Примером исполнения предлагаемого изобретения является специальная машина для правки балок дорожных ограждений, деформированных в результате автомобильных аварий, спроектированная и изготовленная во ВНИИМЕТМАШе (В настоящее время на машине выправляется до 800 деформированных балок в месяц, а при полной загрузке на машине можно выправлять до 1500 балок в месяц). Восстановленные балки используются затем в дорожных ограждениях МКАД и других

					ВКР.350306.568.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

московских автомагистралей. Опыт нескольких лет эксплуатации показал надежность конструкции, простоту и удобство обслуживания машины, а также эффективность и стабильность результатов правки на ней деформированных балок.

Известно устройство для правки изделий растяжением (см. патент РФ 2049572, 6 В 21 D 3/12, 25/00, опубл. БИ 34, от 1995 г.), содержащее установленные на основании подвижную и неподвижную каретки с захватами для концов изделий (штанги), связанные с источником питания гидроцилиндра, шток которого жестко соединен с подвижной кареткой, блок управления и средство контроля.

Недостатком указанного устройства является сложность его конструкции, в частности конструкции средства контроля.

Известно также устройство для правки штанг глубинных насосов растяжением (см. патент РФ 2058846, М.кл. 6 В 21 D 3/12, 25/00, опубл. БИ 12, 1996 г.), содержащее станину и установленные на ней захваты для штанг, силовой цилиндр, связанный с подвижным захватом, блок управления и средство для контроля правки.

Данное устройство более близко к предлагаемому и может быть принято в качестве прототипа.

Его недостатком является неудобство в эксплуатации, вызванное особенностью конструкции, поскольку при заправке штанг требуется завинчивание к подвижному и неподвижному захватам, при котором особые трудности вызывают штанги с большой и сложной кривизной.

Кроме того, это устройство не позволяет производить операцию кручения штанги с целью дополнительной правки и упрочнения.

Задачей настоящего изобретения является создание устройства, обладающего простотой в эксплуатации, а также позволяющего повысить производительность труда и выправить штанги более качественно.

Устройство включающее станину и установленные на ней подвижный и неподвижный захваты для штанг, силовой гидроцилиндр, связанный с

					ВКР.350306.568.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

подвижным захватом, блок управления и средство для контроля правки штанги, содержит расположенный со стороны силового гидроцилиндра направляющий элемент для подвижного захвата, предотвращающий его поворот, гидродвигатель и червячный редуктор, входной вал которого связан с гидродвигателем, а выходной - через обгонную муфту - с неподвижным захватом, установленным с возможностью вращения, съемные зацепы, каждый из которых выполнен в виде стержня с муфтой на одном конце и кольцевым выступом для соединения с захватом - на другом его конце, каждый захват имеет паз под конец штанги и выполнен с центральным каналом для размещения в нем упомянутого съемного зацепа.

Предварительно проведенные патентные исследования по патентному фонду института ТатНИПИнефть, а также по доступной научно-технической литературе показали отсутствие идентичных и эквивалентных технических решений, что позволяет сделать вывод о соответствии предлагаемого технического решения критериям "новизна" и "изобретательский уровень". А соответствие критерию "промышленная применимость" подтверждается описанием работы устройства.

На рис. 3.9 изображен общий вид предлагаемого устройства,

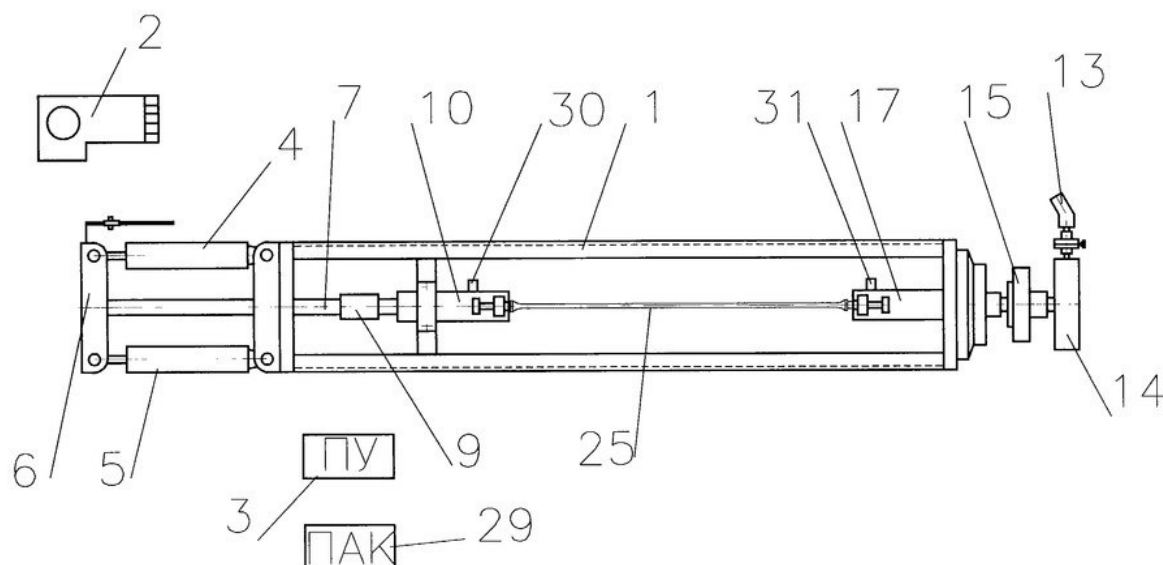


Рисунок 3.9 - Общий вид предлагаемого устройства

Устройство состоит из станины 1 (см. рис 3.9), на которой смонтированы узел растяжки, узел кручения, узел контроля величины растяжки, узел контроля угла вращения, а также включает источник энергии (маслостанцию) 2 и пульт управления 3.

Узел растяжки выполнен из двух спаренных силовых гидроцилиндров 4 и 5 одинаковой конструкции (см. фиг.2 и 3), передающих усилие через коромысло 6 на центральный шток 7, связанный через быстросъемные муфты 8 и 9 с подвижным захватом 10, перемещающимся в направляющем элементе 11. При необходимости, например при отклонении длины штанги от номинального (короткие штанги), устройство может быть снабжено удлинителями 12, как это показано на фиг.2 и 3.

Узел вращения включает в себя гидромотор 13 (см. фиг.1 и 4), преобразующий энергию гидравлического источника 2 во вращательное движение, передаваемое на червячный редуктор 14, связанный через обгонную муфту 15 с валом 16 неподвижного захвата 17, размещенного в корпусе узла вращения 18, снабженного радиальными и упорными подшипниками 19 и 20 соответственно.

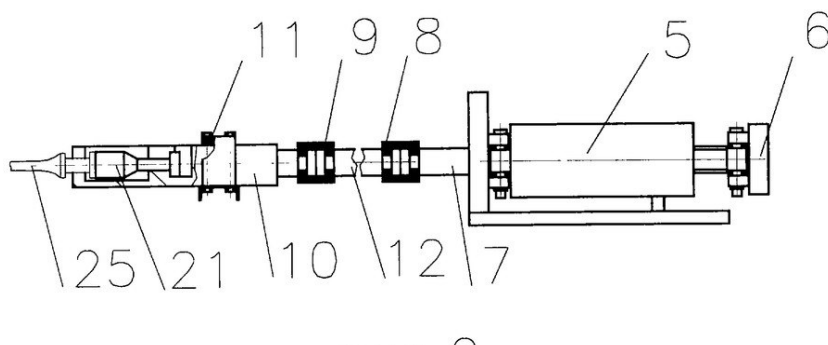


Рисунок 3.10 - Узел растяжки, вид сбоку, в частичном разрезе

Съемные зацепы 21 и 22 (см. рис . 3. 11) выполнены в виде стержня, один конец которого выполнен в виде муфты 23 (см. фиг.8), а другой конец - в виде кольцевого выступа 24, и предназначены для соединения с ниппельным концом выправляемой штанги 25 и быстрого соединения кольцевым выступом с захватами 10 и 17.

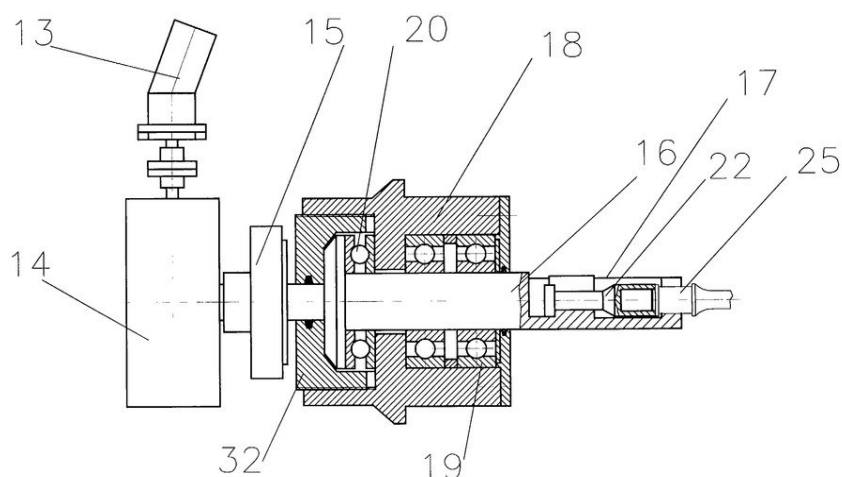


Рисунок 3.11 - Захват для штанги в частичном разрезе, вид сбоку

Захваты выполнены с центральным каналом в виде профильного паза 26 (см. фиг. 5-7) по конфигурации съемного зацепа и конца штанги, причем центральный канал имеет заглубленный упорный бурт 27 для взаимодействия со съемным зацепом и прямоугольный паз 28 под квадрат штанги.

Устройство также оснащено прибором акустикоэмиссионного контроля 29, датчики 30 и 31 (см. фиг.1) которого установлены на подвижном и неподвижном захватах, а также демпфирующим элементом 32, размещенным в корпусе узла вращения, предотвращающим повреждение обгонной муфты 15 при аварийных ситуациях, например при обрыве штанги в процессе правки.

Устройство работает следующим образом.

Сначала на концы штанги 25 ввинчивают зацепы 21 и 22, после чего один его конец заправляют в неподвижный захват 17, затем заправляют другой конец штанги с зацепом в подвижный захват 10 после предварительного перемещения его под размер зацепа. При этом концы штанги могут быть ориентированы по оси штанги друг относительно друга под различными углами, поэтому при заправке штанги на устройство возникает необходимость проворота неподвижного захвата, ориентируя прямоугольный паз 28 под стороны сопрягаемых поверхностей квадрата. Это достигается легким вращением рукой неподвижного захвата 17 в

направлении отсоединения обгонной муфтой 15 вала 16 неподвижного захвата от выходного вала червячного редуктора. Легкость вращения обеспечена тем, что вал неподвижного захвата установлен в подшипниках качения 19 и 20.

После этого осуществляют предварительную натяжку штанги усилием в 1,5 т. При этом зацепы самофиксируются от выпадания из захватов благодаря заглубленным упорным буртикам 27. Далее происходит собственно процесс правки и упрочнения штанги. По команде оператора происходит по программе растяжка штанги на определенный размер до состояния пластической деформации материала штанги. Усилие от силовых гидроцилиндров 4 и 5 передается через коромысло 6 на центральный шток 7, далее через быстросъемные муфты 8 и 9 и удлинители 12 на подвижный захват 10.

Затем без снятия нагрузки (статически нагруженном состоянии штанги) производят закрутку штанги вокруг собственной оси на определенный угол. При застопоренном состоянии штанги от проворота в подвижном захвате другой конец штанги подвергают кручению неподвижным захватом с помощью гидромотора через червячный редуктор 14 и обгонную муфту 15. После этого происходит полное отключение гидросистемы и сложнонагруженную штангу подвергают акустикоэмиссионному контролю. Через датчики 30 и 31, установленные на подвижном и неподвижном захватах, снимают данные о состоянии штанги, а при наличии дефекта - место его расположения. Прибор акустикоэмиссионного контроля 29 регистрирует эти данные в памяти своего компьютера. По истечении определенного времени контроля включают гидросистему. При этом гидроцилиндры движутся в обратном направлении, освобождая штангу от растягивающей нагрузки, гидромотор 13, вращая червячный редуктор 14 в обратном направлении, выводит обгонную муфту из зацепления с валом неподвижного захвата, что позволяет штанге, провернувшись с неподвижным захватом под действием внутренних упругих

					ВКР.350306.568.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

напряжений кручения в теле штанги, освободиться от последних. Далее отключают гидроцилиндры и гидромотор, после чего штангу вместе с зацепами вынимают из захватов и переключают при отсутствии дефекта на стеллаж контроля геометрии выправленных штанг, а при наличии дефекта - на стеллаж отбракованных штанг. В обоих случаях на стеллажах зацепы освобождают от штанг и возвращают их на приемный стеллаж устройства.

Технико-экономическое преимущество изобретения заключается в следующем.

Такое выполнение конструкции устройства для правки штанг позволяет оперативно устанавливать штанги под правку любого типоразмера благодаря наличию удлинителя и подвижных и неподвижных захватов. Кроме того, наличие демпфирующего элемента в устройстве позволяет предотвратить поломку муфты и червячного редуктора при аварийных ситуациях в процессе правки штанг.

Устройство проще в эксплуатации, повышает производительность труда в 2-3 раза в сравнении с базовыми образцами, позволяет дополнительно производить упрочнение штанги, а также дефектоскопию штанги.

Изобретение относится к обработке металлов давлением, в частности к правке с одновременной отделочно-упрочняющей обработкой. Способ включает предварительное упругое деформирование изделия приложением к его концам изгибающих моментов в направлении, обратном исходному прогибу, и последующее поверхностное пластическое деформирование. При обработке цилиндрических изделий типа труб осуществляют поверхностное пластическое деформирование внутренней поверхности изделия путем протягивания дорна с натягом, а при упругом деформировании его перегибают относительно прямолинейного положения оси на величину, определяемую по расчетной формуле. Повышается качество изделий за счет снижения короблений.

Изобретение относится к обработке металлов давлением, а более конкретно к правке с одновременной отделочно-упрочняющей обработкой дорнованием цилиндрических изделий.

Известен способ правки с одновременной отделочно-упрочняющей обработкой цилиндрических изделий путем протягивания дорна [1. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. - М.: Машиностроение, 1987. - с.176-178.].

Недостатком известного способа является то, что при уменьшении отклонения от круглости отверстия цилиндрического изделия он не обеспечивает исправление коробления в его продольном сечении.

Прототипом предлагаемого способа является способ правки с одновременной отделочно-упрочняющей обработкой цилиндрических изделий обкатыванием шарами или роликами, в котором осуществляют предварительное упругое деформирование изделия путем приложения к ее концам изгибающих моментов в направлении, обратном исходному прогибу [. Патент РФ 2021098, В 24 В 39/04, В 21 D 3/16, 1994, БИ №19 .].

Недостатком данного способа является недостаточная производительность и эффективность исправления коробления цилиндрических изделий типа труб вследствие снижения технологических возможностей обкатывания шарами или роликами внутренних поверхностей с увеличением длины обрабатываемых деталей и уменьшения их внутреннего диаметра.

Техническое решение достигается за счет того, что поверхностное пластическое деформирование внутренней поверхности цилиндрического изделия производят путем протягивания дорна, изделие перед обработкой упруго деформируют путем приложения к его концам изгибающих моментов в направлении, обратном исходному прогибу на величину

$$F_{\text{перег}} = \frac{1 - (c + a / R)^4}{(c + a / R)^4 - c^4} \cdot F_{\text{исх}}$$

где $f_{\text{перег}}$ - величина перегиба изделия, отсчитываемая от прямолинейного положения оси, мм;

$f_{\text{исх}}$ - величина исходного прогиба изделия перед правкой, мм;

c - отношение внутреннего радиуса R_0 к наружному радиусу R изделия;

a - глубина пластически деформированного слоя, мм.

На чертеже представлена схема правки с одновременной отделочно-упрочняющей обработкой цилиндрического изделия, реализующая способ.

Способ осуществляется следующим образом. Измеряют исходный прогиб $f_{\text{исх}}$ изделия 1 и по нему по формуле (1) рассчитывают величину деформации перегиба $f_{\text{перег}}$, отсчитываемой от прямолинейного положения оси.

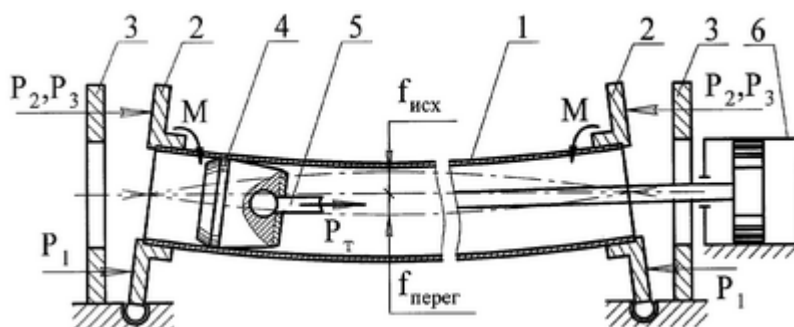


Рисунок 3.12 - Устройство по патенту РФ 2284237

Затем подлежащее правке изделие 1 устанавливают во внутренних опорных планшайбах 2 и фиксируют в положении выпуклостью вверх. К внутренним опорным планшайбам 2 прикладывают в трех разных точках продольные усилия P_1 , P_2 , P_3 со стороны наружных неподвижных планшайб 3, расположенных в плоскостях, перпендикулярных к номинальному (прямолинейному) положению оси изделия 1. Разные по величине силы P_1 , P_2 , P_3 создают управляемые изгибающие моменты $M_{\text{изг}}$, действующие в плоскости коробления изделия 1. Приложенные к концам изделия изгибающие моменты $M_{\text{изг}}$ перегибают его относительно прямолинейного положения оси на величину $f_{\text{перег}}$. В таком положении изделие 1 фиксируют и

через его отверстие протягивают дорн 4, шарнирно соединенный с тягой 5. Такое соединение позволяет предотвратить изгиб и поломку тяги 5. Протягивание дорна 4 осуществляют путем приложения тяговой силы P_T со стороны гидроцилиндра 6, закрепленного на станине.

В результате протягивания дорна 4 с натягом i происходит пластическое деформирование материала внутренней поверхности изделия 1. Это приводит к снятию напряжений от упругого изгиба изделия 1 в пластически деформированном слое. Следствием этого является уменьшение изгибающего момента, обусловленного напряжениями от упругого изгиба изделия 1. После обработки и раскрепления изделия 1 под действием этого момента возникает изгибная деформация возврата, направленная в сторону исходного прогиба $f_{исх}$, которая совмещает действительную ось изделия с номинальным положением. Таким образом исправляется коробление в продольном сечении изделия.

Пример. По предлагаемому способу проводилась обработка дорнованием цилиндрической трубы из стали 45 твердостью HB 180 с внутренним радиусом $R_0 = 10,25$ мм, наружным радиусом $R = 15$ мм, длиной $L = 2000$ мм. Изделие имело исходный прогиб $f_{исх} = 1,4$ мм. Назначили режимы дорнования, для которых предварительно определена глубина пластически деформируемого слоя. Так, при протягивании однозубого цилиндрического дорна с углом заборной части $\alpha = 6^\circ$, углом обратного конуса $\beta = 4^\circ$, шириной цилиндрической ленточки 1,8 мм с натягом $i = 0,21$ мм, тяговой силой $P_T = 35000$ Н, скоростью дорнования 7 м/мин расчетная глубина пластически деформируемого слоя составляет $a = 3,0$ мм. По формуле (1) определили деформацию перегиба $f_{перг} = 1,47$ мм. Изделие установили во внутренних планшайбах и перегнули относительно номинального положения оси на величину $f_{перг} = 1,47$ мм. После дорнования и раскрепления изделия величина остаточного прогиба составила $f_{ост} = 0,015$ мм.

Предлагаемый способ позволяет повысить качество цилиндрических изделий типа труб за счет снижения коробления от предшествующей

					ВКР.350306.568.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обработки и одновременного осуществления отделочно-упрочняющей обработки внутренней поверхности. Это обеспечит уменьшение числа бракованных изделий и сократит расходы на их изготовление.

Известен способ правки длинномерных изделий, например, труб или прутков, заключающийся в том, что изделие размещают на опорах прессы, измеряют его кривизну и воздействуют поперечной силой в направлении, противоположном изгибу [1] Недостатком способа является низкое качество правки, связанное с наведением на изделия крутоизогнутых участков.

В качестве прототипа принят способ правки цилиндрических изделий, заключающийся в том, что изделие размещают на опорах, измеряют его кривизну и воздействуют двумя поперечными силами в направлении, противоположном изгибу [2] При этом воздействие на изделие осуществляют двумя нажимными элементами, закрепленными на подвижной траверсе, связанной с ползуном правильного прессы. Недостатком известного способа является то, что расстояние между точками приложения сил не связано с характером искривления изделия, а определяется только конструктивными особенностями выправляемой детали. Поэтому при правке длинномерных изделий производится не выпрямление конкретной кривизны оси изделия, а лишь правка путем совмещения на одной линии трех точек оси изделия: двух, лежащих в сечениях опор, и третьей, расположенной в середине промежутка между нажимными элементами. Результатом правки является расположение серии точек оси изделия на воображаемой линии, отклонения от которых всех остальных точек укладываются в поле допусков на заданной базовой длине. При этом другой критерий кривизны радиус кривизны, как правило, не принимается во внимание и может даже ухудшаться после правки за счет увеличения числа крутоизогнутых участков.

Техническая задача, решаемая изобретением, заключается в повышении качества правки за счет уменьшения поля допусков по отклонению оси изделия, в уменьшении наклепа металла и степени изогнутости участков изделия (увеличения радиусов искривления).

Известен способ (RU 2090284) правки длинномерных изделий, включающем размещение изделия на опорах, замер его кривизны и воздействие на искривленные участки симметрично двумя поперечными силами в противоположном изгибу направлении, согласно изобретению измеряют кривизну изделия по всей длине, аппроксимируют искривленные участки дугами окружности и устанавливают расстояние между точками приложения сил для каждого искривленного участка, равным $0,7 \cdot l$, 0 его длины, а величину пластического изгиба для каждого участка принимают равной стреле прогиба аппроксимирующей его дуги окружности.

Изобретение иллюстрируется рисунками, где на рис. 3.13 показан участок искривленной оси длинного стержня, на рис. 3.14 схема правки искривленного участка на прессе и эпюра изгибающих моментов, на рис. 3.15 распространение зон пластического течения металла при правке круглого стержня.

Рассмотрим процесс правки изогнутого стержня. Для простоты изложения примем, что картина изгиба плоская.

Правка осуществляется в следующей последовательности. Стержень пропускают через измеритель непрямолинейности, с которого в виде графика и таблиц получают информацию о характере кривизны (рис. 3.12).

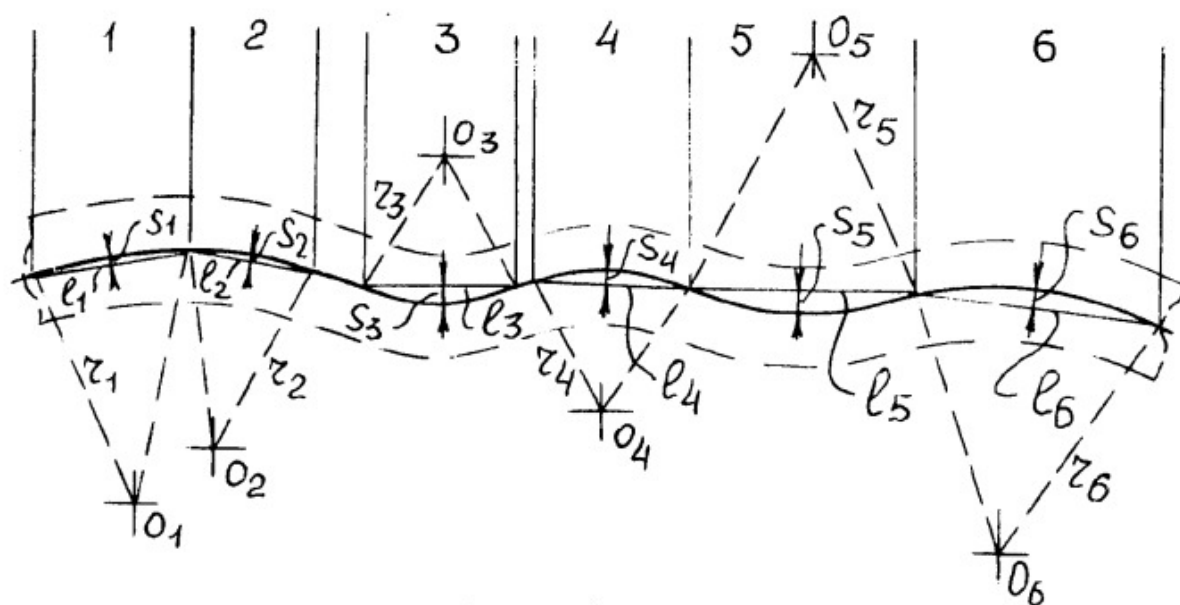


Рисунок 3.12 - Участок искривленной оси длинного стержня

Назначаются участки правки 1. 6 с примерно постоянными радиусами кривизны. Определяют длины участков правки 11.16. Для каждого искривленного участка определяют радиус аппроксимирующей его дуги окружности $r_{1.6}$ и стрелу прогиба дуги $S_{1.6}$, затем определяют расстояние между точками приложения сил (расстояние между штемпелями прессы) из интервала $(0,7,1,0)l_i$, где i 1.6. Критерием выбора участков правки является отклонение реальной кривой от аппроксимирующей ее дуги окружности не более допуска кривизны.

На рис.3.13 схематически показан процесс правки искривления на одном из участков. Длинномерное изделие 1 устанавливают на опоры 2 прессы выпуклостью выправляемого участка вверх. Перемещая штемпели 3 по траверсе 4, устанавливают требуемое расстояние L между точками приложения сил и, воздействуя усилием прессы P , осуществляют правку.

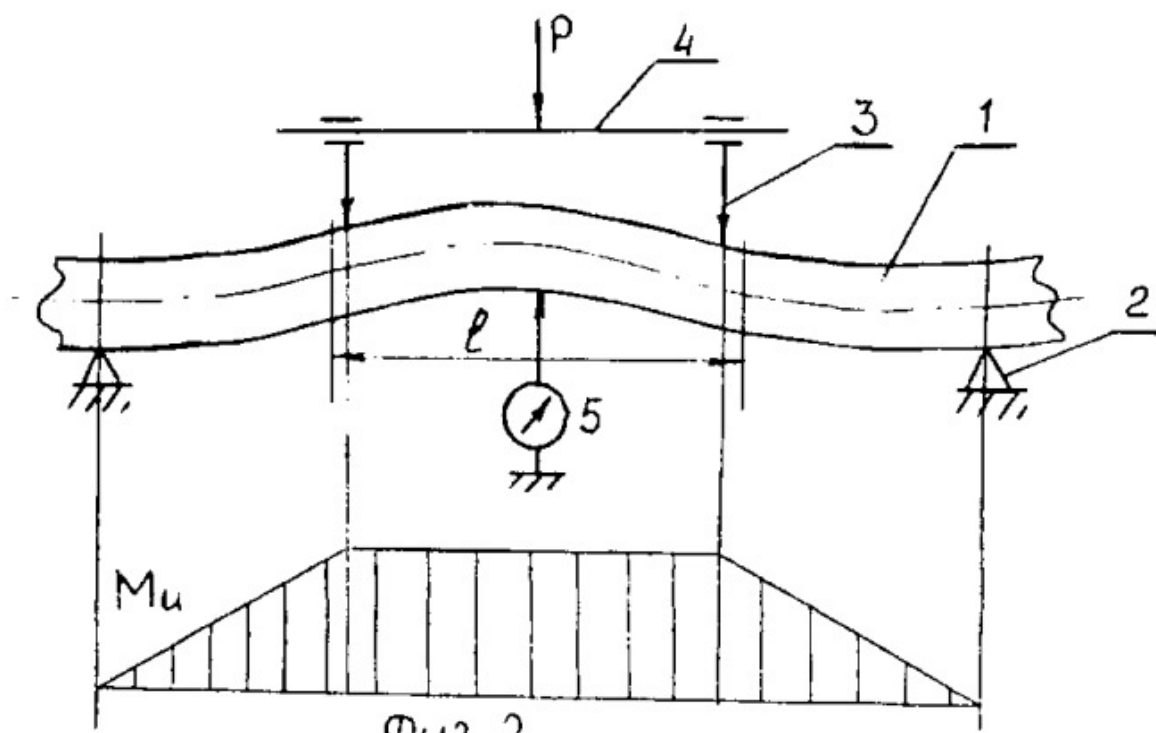


Рисунок 3.13 - Схема правки искривленного участка на прессе и эпюра изгибающих моментов.

Остаточную величину пластического прогиба определяют индикатором 5. Правка по предлагаемому способу считается законченной, когда величина остаточного прогиба будет равна соответствующей данному

участку стреле прогиба Δ_i . Учитывая, что эпюра изгибающих моментов M_i для рассматриваемой схемы нагружения является трапецеидальной, изгиб равномерно распределяется на участке правки между штемпелями и характер изгиба близок к дуге окружности. Это определяет высокое качество правки.

Заявляемый способ существенно отличается от известных, в которых условием окончания правки является выход оси трубы в сечении штемпелей (штемпеля) на линию опор. В этом случае процесс разгиба участка изделия, заключенного между штемпелями, не контролируется возможен либо "недогиб", либо "перегиб" дуги участка. При правке одним штемпелем (одной точкой приложения действующей силы) пластический изгиб локализуется вблизи оси штемпеля, образуя "пластический шарнир" и правка заключается, по существу, в аппроксимации исходной кривой серией отрезков прямых линий, а при правке по предлагаемому способу аппроксимации производится серией дуг окружности, что и определяет более высокую точность правки. Кроме того, локализация деформаций изгиба вблизи точки приложения силы, как это имеет место в известном способе правки, приводит к образованию крутоизогнутых участков, что в ряде случаев, например при рихтовке готовых изделий плунжерных пар, створов орудий и т.п. неприемлемо. Использование заявляемого способа позволяет избежать образование при правке новых крутоизогнутых участков и уменьшить крутизну изгиба имеющихся.

Важным преимуществом заявляемого способа правки является более равномерное распределение пластических деформаций изгиба по длине изделия, исключение участков, в которых локализуется большая часть остаточных деформаций изгиба при правке, или существенное понижение уровня этих деформаций. Это особенно важно при правке труб с внутренним хрупким покрытием, т.к. в местах повышенных деформаций изгиба область пластического течения металла выходит на внутреннюю поверхность и происходит растрескивание или отслаивание покрытия.

Заданный диапазон расстояний между точками приложения сил, равный 0,7. 1,0 длины искривленного участка, определяется практическими условиями правки, а именно характером распространения зоны пластического течения и изгибающих моментов при изгибе заготовки, приведенных на рис. 3.15. При воздействии на изделие 1, расположенное на опорах 2, двумя равными между собой силами 3 зоны пластического течения 6 и 7, в основном, расположены в промежутке между действующими силами на участке l_p и частично выходят за пределы этого участка в виде овалов осевой длиной h . Величина h зависит от коэффициента нагрузки очага упругопластического изгиба, определяемого соотношением максимального приложенного момента $M_{\max}$ и момента, соответствующего началу пластического течения M_s . Для случаев прецизионной правки, когда стрела прогиба дуг на участках изгиба составляет десятые и сотые доли миллиметра $M_{\max} / M_s$ и зона пластического течения практически полностью сосредоточена в промежутке между действующими силами. В этом случае силы прикладывают по границам участка изгиба, что соответствует коэффициенту 1,0 диапазона расстояний между точками приложения сил.

					ВКР.350306.568.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

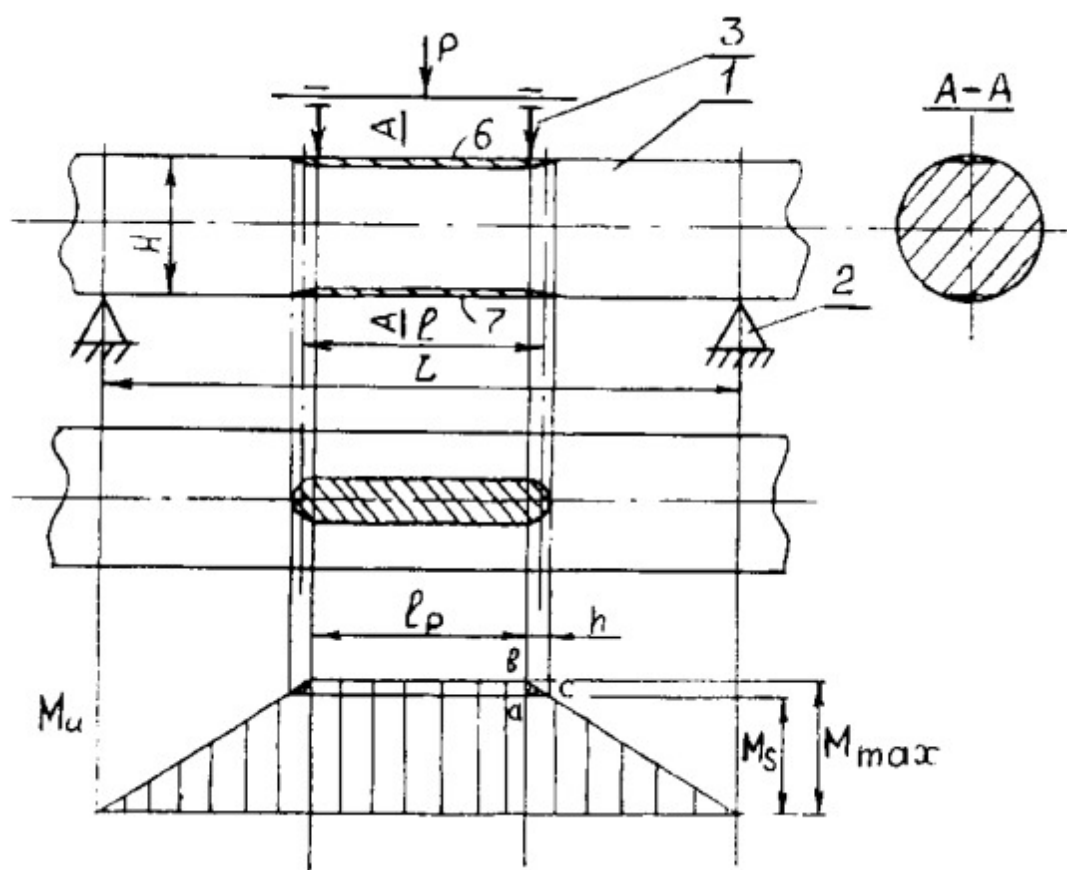


Рисунок 3.15- Распространение зон пластического течения металла при правке круглого стержня.

Другое крайнее значение определяется практическими условиями, охватывающими большинство возможных случаев правки 1 $M_{max}/M_s < 1,2$ (1) (4-5) $H < l < 0,5L$ (2) L (15-20) H (3) где l длина участка правки, мм; L расстояние между опорами, мм; H максимальный размер профиля в направлении изгиба, мм Максимальное значение l , равное $0,5 L$ определяется тем, что при больших значениях имеет место чрезмерный рост усилий правки, приводящий к снятию сечения профиля; минимальное значение, равное (4 5) H , определяется характером искривлений, которые, как правило, не бывают меньше четырех-пяти максимальных размеров профиля в направлении изгиба.

Длина базы правки L , как правило, на практике выбирается равной величине 15 20 максимального размера профиля в направлении изгиба H .

Из геометрического анализа эпюры на рис. 3.15 получим, что в предельном случае $h \approx 1,2 H$. Как показала экспериментальная практика, точки

приложения сил следует располагать так, чтобы границы участка правки проходили по середине высоты h треугольника пластичности "abc" (рис. 3.15). В этом случае $3/4$ площади треугольника располагается внутри участка правки. Отсюда следует минимальное значение $l_x/l = 0,7$, что и определило минимальное значение диапазона расстояний между точками приложения сил.

Практически измерение кривизны заготовки и обработка результатов измерений производится автоматически по заданной программе. Входными параметрами программы являются параметры кривизны в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и требуемая точность правки: максимальная величина отклонения от оси. Выходным параметром является таблица участков правки, в которой указаны координаты участков правки, расстояние между точками приложения сил и величина стрелы прогиба для каждого участка. Задачей оператора является реализация заданных параметров на правильном прессе. В перспективе планируется автоматическая реализация режимов правки. Способ правки реализован следующим образом.

Пример. Производили правку заготовки цилиндров штанговых глубинных насосов для нефтедобычи размером 51х6,5 мм из стали 20. Десять заготовок цилиндров от одной партии примерно одинаковой кривизны были произвольно разбиты на две партии по 5 заготовок. Одну партию правили на опорах по схеме воздействия одним штемпелем, другую по предлагаемому способу. Производили измерения кривизны внутреннего накала труб с помощью лазерного измерителя "ПИКА-Н1", выдающего информацию в виде таблиц и графиков, адаптированных к компьютеру. Результаты измерений обрабатывались по программе правки: по треугольной трехточечной схеме нагружения (с одним штемпелем) и по трапецеидальной по предлагаемому способу. Данные по каждой партии из пяти труб пересчитывали на одну условную трубу как среднее арифметическое от всех измерений. Правку производили в несколько циклов. Каждый цикл включал в себя измерение кривизны, анализ, правку на прессе. После каждого цикла

					<i>ВКР.350306.568.18</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

производили измерение кривизны и, если она не укладывалась в допуск, повторяли цикл правки по вновь назначенным участкам или точкам.

Таким образом, при правке по предлагаемому способу общее количество воздействий на трубу составило $9,5 + 3,2 + 12,7$, при правке одним штемпелем $9,3 + 5,5 + 2,7 + 17,5$, при практически одинаковом результате по отклонению оси.

Был произведен просчет на возможность дальнейшей правки полученных труб по треугольной схеме приложения сил. По первому варианту количество точек правки составило 23,5, по второму 12,1. При этом правка по первому варианту практически не осуществима из-за большого количества крутоизогнутых участков и повышенного упрочнения металла в районе этих участков, приводящего к непредсказуемости осуществления наз них новых циклов гибки. По второму варианту правка возможна.

Таким образом, предлагаемый способ правки позволяет повысить качество правки за счет уменьшения поля допусков по отклонению оси изделия, уменьшения наклона металла и степени изогнутости участков изделия.

Предполагается использовать заявляемый способ для прецизионной правки - рихтовки цилиндров штанговых насосов перед хонингованием, что позволит повысить работоспособность плунжерной пары до уровня образцов ведущих фирм - производителей насосов.

Существует несколько способов правки коленвалов. Один из них - холодная правка коленвала. Для правки вал устанавливается на призмы крайними коренными шейками, средняя шейка устанавливается под штоком гидравлического пресса таким образом, чтобы прогиб вала находился в верхней части. Вал прогибается на величину, превышающую изгиб вала в 10 раз. /См. Титунин Б.А. Ремонт автомобилей КамАЗ.- М.: ВО Агропромиздат, 1991, с.114/.

Второй способ - правка коленвала с подогревом. Для устранения изгиба деталь выгибают под прессом в другую сторону на размер в несколько

					<i>ВКР.350306.568.18</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

раз больший, чем прогиб, и выдерживают в этом состоянии 1,5-2 мин. Сразу после холодной правки нагревают деталь до температуры 400 - 450°C и выдерживают при этой температуре 0,5 - 1,5 часа. Стабилизирующий нагрев почти полностью снимает остаточные напряжения /См. Бабусенко С.М.

Ремонт тракторов и автомобилей.- М.: Колос, 1980, с. 52, 53/.

К недостаткам вышеизложенных способов следует отнести то, что коленвал правится весь, а не в месте изгиба. Другой недостаток - большой прогиб коленвала /10 раз/ при правке, что ведет к образованию больших остаточных напряжений и микротрещин в местах перехода от одного сечения к другому.

Недостаток при подогреве после правки - использование термопечи, что ведет к большим затратам.

Известен способ правки изогнутых коленчатых валов, включающий размещение коленчатого вала на опорах, его правку в месте изгиба и нагрев участков изгиба (авт. св. SU 1722765, В 23 Р 6/00, 30.03.92).

Известен стенд для правки коленчатых валов, содержащий раму и опоры (Воронцов И.А. и др. Технология ремонта быстроходных дизелей.- М.: Машиностроение, 1961, с. 217 и 218).

Способ правки изогнутых коленчатых валов и стенд для его осуществления (RU 2157738) который преследует расширение технологических возможностей за счет обеспечения возможности правки коленчатых валов разных типоразмеров. Это достигается за счет того, что при правке изогнутых коленчатых валов их размещают на опорах, осуществляют нагрев участков изгиба и их правку. В качестве опор используют одну неподвижную опору, на которой фиксируют один конец коленчатого вала и две неподвижные опоры, установленные на рычаге и расположенные под коренными шейками, ближайшими к месту изгиба, а при правке поднимают конец рычага с подвижными опорами и воздействуют ими на коленчатый вал. На опоры устанавливают проставки. На чертеже - стенд для правки валов.

Стенд содержит раму, свободно размещенный на раме рычаг и опоры, одна из которых неподвижно закреплена на раме, а две другие - выполнены подвижными и установлены на рычаге с возможностью совместного с ним перемещения, опоры имеют проставки. (рис 3.16)

Стенд для правки коленвалов состоит из рамы 1, к которой приварена неподвижная опора 3, соединенная болтами 4 с крышкой 5. На раме 1 с одной стороны неподвижной опоры 3 устанавливается рычаг 6 с подвижными опорами 7, с другой стороны - подвижная опора 2. В раме установлен гидравлический домкрат 8, действующий на рычаг 6. На четырех опорах 2, 3, 7 лежит коленвал 9.

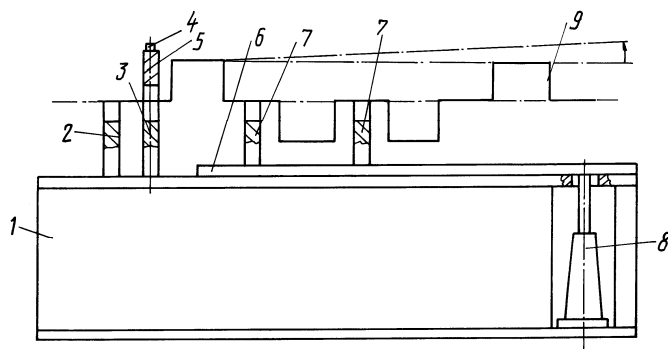


Рисунок 3.16 -Стенд для правки изогнутых коленчатых валов (RU 2157738)

Принцип действия. Коленчатый вал изгибает, корбит в районе шатунной шейки, которая в результате аварийного износа имела значительный нагрев. Правка вала осуществляется в месте изгиба. Коленвал 9 укладывается коренными шейками, ближайшими к месту изгиба, на неподвижную 3 и подвижные 2, 7 опоры стенда таким образом, чтобы шатунная шейка находилась в верхнем положении. Один конец коленвала крышкой 5 болтами 4 через опору 3 фиксируется в раме. Другой конец коленвала лежит на подвижных опорах 7 рычага 6. Один конец рычага 6, свободно лежащего на раме, находится под шатунной шейкой, другой - над гидродомкратом 8. Поднимая гидродомкратом 8 конец рычага 6, через опоры 7 правим коленвал 9, неподвижно закрепленный на раме 1. При достижении перепогиба в 3-4 раза правка заканчивается. Для снятия остаточных

напряжений шатунная шейка коленвала нагревается на стенде пропановой горелкой. Процесс правки заканчивается при остывании коленвала. Коленвал освобождается и снимается со стенда. Применение сменных проставок на опоры стенда дает возможность править коленвалы разных марок.

Известен пресс (рис. 3.16) который содержит силовые цилиндры 3, опоры коленчатого вала (КВ) в виде двух пар роликов 7, смонтированных на поворотной каретке 8.

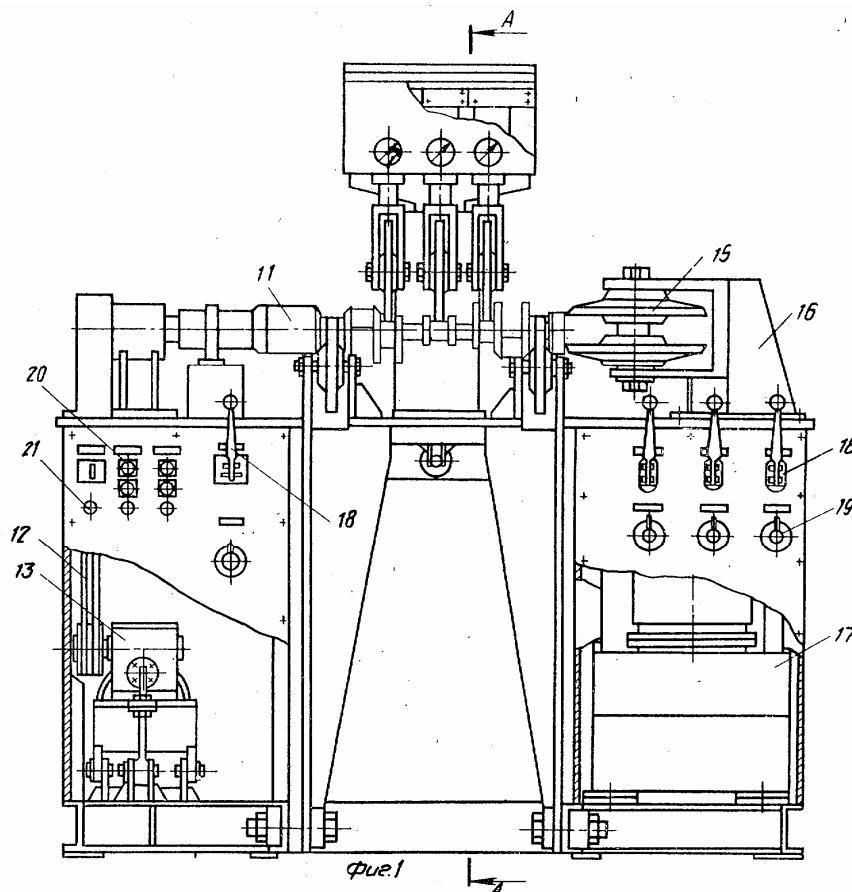


Рисунок 3.16 - Пресс для правки коленчатых валов (RU 1388140)

Для фиксации КВ предусмотрены упорные диски. После установки КВ на опорных роликах 7 штоки силовых цилиндров опускают до касания роликами 6 коренных шеек КВ. Индикаторы 4 выставляют для определения первоначального биения шеек. При вращении КВ производится его правка.

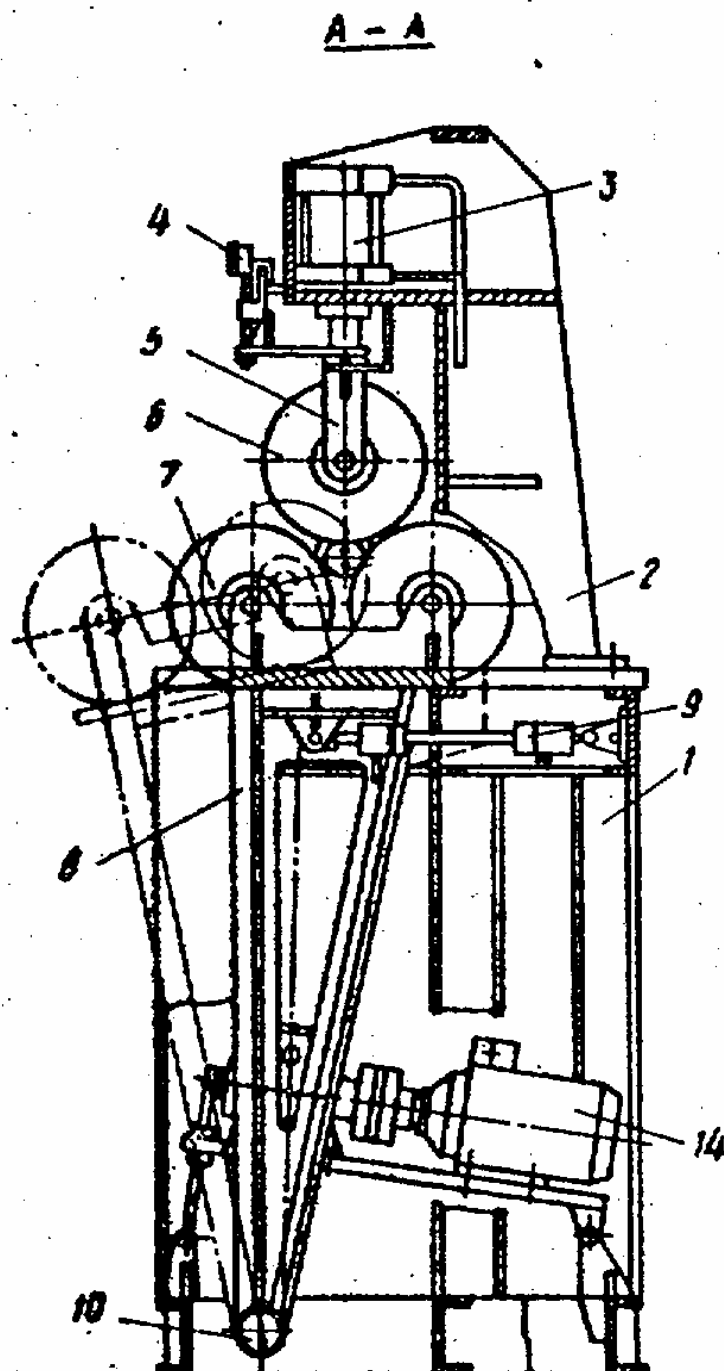


Рисунок 3.19 –Разрез пресса

Пресс имеет станину 1, на которой жестко смонтирована стойка 2, В последней установлены силовые цилиндры 3, а на ее передней стенке расположены индикаторы 4 для контроля биения коренных шеек коленчатого вала в процессе правки, имеющие устройство для настройки их в рабочее положение и отвода в исходное положение при возврате силовых цилиндров. На штоках силовых цилиндров в вилках 5 установлены ролики 6. Опоры коленчатого вала выполнены в виде двух пар роликов 7, установленных на

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.350306.568.18

Лист

поворотной каретке 8, связанной со станиной шарнирно установленным цилиндром 9 и осями 10.

Упором коленчатого вала, установленного на опоры, от продольного смещения под воздействием подпружиненного поводка 11, имеющего привод через клиноременную передачу 12 и редуктор 13 от электродвигателя 14, служат два упорных диска 15, установленных в кронштейне 16. Привод штоков силовых цилиндров правки и цилиндра поворотной каретки выполнен в виде гидростанции 17, управляемый через гидрораспределители 18 и регуляторы 19 потока. Для управления и контроля работы электродвигателей привода и гидростанции служат кнопки и сигнальные лампы 21. Пресс работает следующим образом.

При подаче электроэнергии кнопкой включают гидростанцию 17 и посредством рукоятки гидрораспределителей 18 выводят силовые цилиндры 3. Подпружиненный поводок 11 отводится в исходное положение также гидрораспределителем 18. Поворотная каретка 8 перемещается вперед за счет цилиндра 9. Коленчатый вал укладывают на опорные ролики 7 опор поворотной каретки 8. Затем ее возвращают в рабочую зону гидрораспределителем 18.

При этом упорные диски 15 ограничивают осевое перемещение коленчатого вала. Подпружиненный поводок 11 вводят в контакт с противоположным торцом коленчатого вала, 5

Штоки силовых цилиндров 3 с вилками 5 опускают до касания роликов 6 коренных шеек коленчатого вала и выставляют индикаторы 4 для определения первоначального биения шеек. С помощью регуляторов 19 потока устанавливают необходимую скорость правки силовых цилиндров 3. Затем нажатием кнопки включают привод подпружиненного поводка 11 и через клиноременную передачу 12 редуктор 13 электродвигателем 14 осуществляется вращение установленного коленчатого вала, производится его правка, окончание которой определяется по показаниям индикаторов 4.

После окончания цикла правки все механизмы выводят в исходное положение для укладки следующего коленчатого вала.

Выполнение роликовых опор для установки вала на поворотной каретке позволяет сократить время установки и снятия коленчатого вала, а также исключить операцию по настройке силовых цилиндров относительно продольной оси коленчатого вала. Жесткая установка силовых цилиндров на станине повышает жесткость системы, что, в свою очередь повышает качество правки.

Для правки валов можно применять схему с вращающимся валом.

Недостаточно изучена правка деталей изгибом с одновременным вращением. По правке деталей вращением и изгибом были проведены исследования как в холодном так и в горячем состоянии. Однако необходима дальнейшая разработка схем процесса правки, и ее параметров в зависимости от геометрических параметров и механических свойств детали.

В соответствии с наличием типовых деталей сельскохозяйственных машин и их геометрической формы необходима разработка схем технического процесса, обоснование выбора смещения оси детали при правке вращением в зависимости от ее механических свойств, геометрических параметров и схемы нагрузки.

При правке с вращением начинали с их осевого смещения в пределах 2 мм, а затем последовательно 1 мм и 1,5 мм и повторно 2 мм.

Частота вращения шпинделя станка 2 с⁻¹. Нагрузка на деталь в течении 3...5 сек и выдержка при максимальной нагрузке в течении 10...15 сек. В результате такой правки биение деталей вначале возрастает, а затем постепенно принимает значение, близкое к первоначальному.

В результате можно сделать вывод, что наиболее рациональным осевым смещением детали является смещение в пределах 1,22...1,58 мм.

Холодную правку деталей вращением с изгибом можно производить со смещением, превышающим первоначальное биение в 2...3 раза. Детали,

					<i>ВКР.350306.568.18</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

правленные таким способом, получают высокую стабильность после вылеживания в течении 5 часов.

Были испытаны 2 способа правки деталей:

1 метод – метод правки вращением и приложением нагрузки на свободный конец вала. (станок токарно-винторезный 1А616).

2 метод – правка вращением и приложением нагрузки перпендикулярно оси вращения и на свободный конец вала.

Режим правки; частота вращения шпинделя – 2 с^{-1} .

Применяется токарно-винторезный станок 1А616 , и установка пресс ПП - 10 для правки.

Вал недеформированной частью укрепляется в патроне шпинделя и вращается. Прилагаем нагрузку , перпендикулярно оси вращения с усилием 100000 Н. После этого на свободный конец вала подвигаем правильный элемент (втулку с конической и цилиндрической поверхностями) со скоростью 1 мм/об.

Выводы:

1. правка деталей вращением с одновременным изгибом обеспечивает стабильность геометрии по сравнению с правкой статистическим изгибом. Увеличение биения поверхностей детали, правленных вращением с изгибом, наблюдается при их старении до 500 часов , тогда как у деталей правленных статистическим способом , увеличение биения достигается от 70 до 75 %

2. метод правки деталей вращением и одновременным изгибом обеспечивает снижение усилия правки до 15 %.

3. правка высоколегированных сталей должно производиться с одновременным нагревом в зоне изгиба до температуры 200...400 С.

4. правка деталей вращением с одновременным изгибом повышает усталостную прочность металла по сравнению с новой деталью в 1,5 раза.

5. рекомендуемый режим работы установки ;

♦ скорость вращения детали $2...3\text{ с}^{-1}$.

♦ скорость перемещения силового органа $5....\text{ мм/с}$.

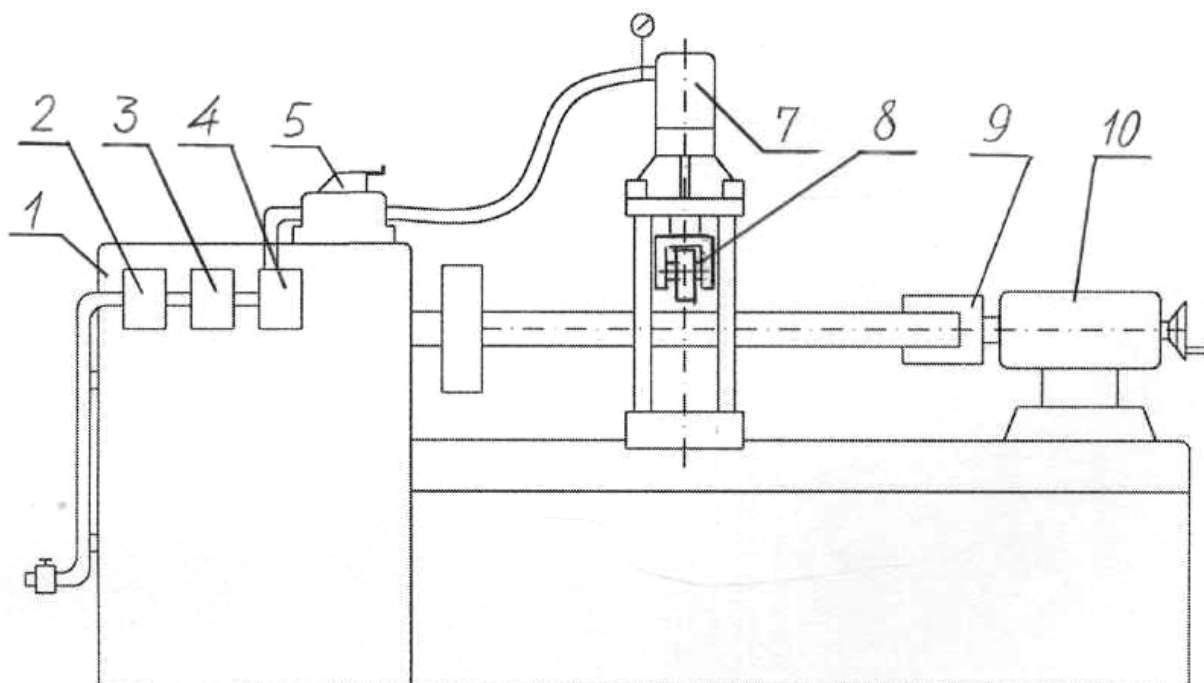
					ВКР.350306.568.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

♦ максимальное усилие силового органа 100 кН.

6. метод правки вращением с одновременным изгибом может быть положен в основу создания несложного высокопроизводительного оборудования для точной правки деталей типа “вал” в машиностроении и в ремонтном производстве.

3.2 Устройство и принцип работы проектируемого устройства.

Схема проектируемой установки приведена на рисунке 3.20.



1 – станок 1А616; 2 – водоотделитель; 3 – редукционный клапан. 4 – масленка; 5 – клапан управления; 6 – шпиндель; 7 – пресс ПП – 10; 8 – приспособление для правки валов; 9 – направляющий; 10 – задняя бабка станка.

Рисунок 3.20 - Схема проектируемой установки.

Приспособление для правки вала основано на токарно-винторезном станке 1А616.

Вместо суппорта станка устанавливается пресс ПП - 10. Вместо наконечника устанавливаем приспособление для правки вала .

Сжатый воздух из компрессорной установки поступает в пневмосистему привода. Сначала поступает в водоотделитель где теряет часть влаги, затем в осушенном виде проходит через редукционный клапан, регулирующий его давление. Затем поступает в масленку где смешивается с распыленным маслом, необходимым для смазки механизма привода. Работой привода управляет клапан

Пресс ПП - 10 состоит из манометра, для контроля за давлением, пневмоцилиндра по ГОСТ 15608 – 70 и корпуса. Диаметр цилиндра $D = 160$ мм и ход штока поршня составляет $h = 25$ мм.

Роликовая головка прижимаясь к поверхности вращающейся детали вызывает её изгиб $1,25 \dots 1,5$ мм в обратном направлении. Частота вращения шпинделя станка 2 с⁻¹. Нагрузка на деталь в течении 3...5 сек и выдержка при максимальной нагрузке в течении 10...15 сек.

3.3 Расчет оси на срез.

Схема роликовой головки представлена на рисунке 3.21

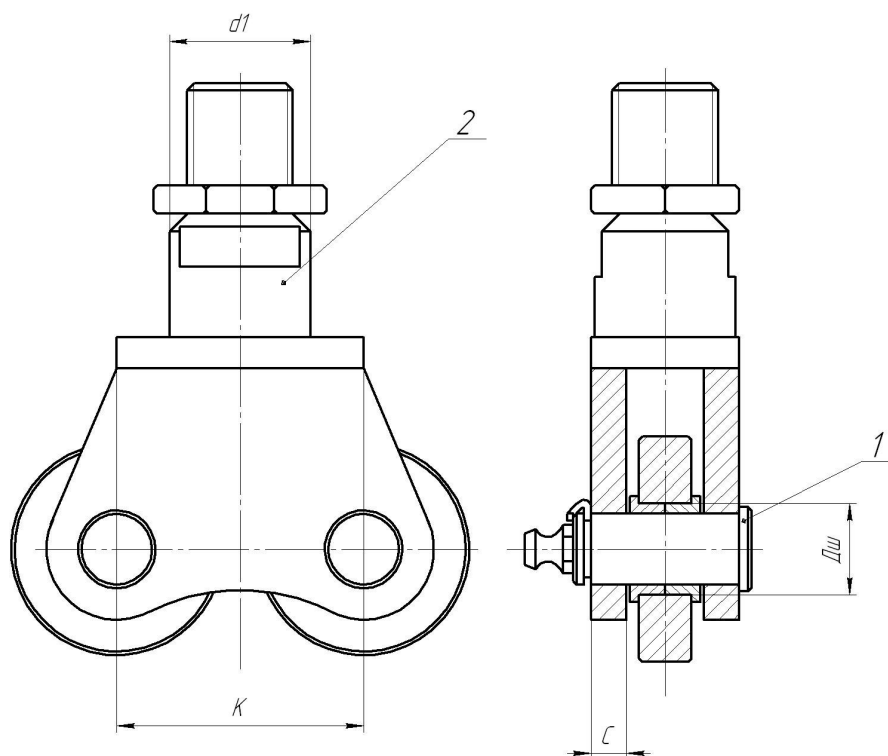


Рисунок 3.21 - Роликовая головка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.350306.568.18

Лист

3.3.1 Условие прочности на срез.

$$\tau = \frac{F}{\pi d_{\text{ш}}} \leq [\tau_{\text{ср}}] \quad (3.1)$$

Из этой формулы находим диаметр оси по формуле:

$$d_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{F}{\pi \bullet [\tau_{\text{ср}}]}} \quad (3.2)$$

где F – действующая сила Н.

$[\tau_{\text{ср}}]$ – допустимое касательное напряжение при разрушении путем среза равно 80 Н/мм^2 .

$$d_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{100000}{3,14 \bullet 80}} = 19,9$$

Принимаем $d_{\text{ш}} = 20 \text{ мм}$.

3.3.2. Условие прочности на смятие (1)

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{2c(k - 2d_{\text{ш}})} \leq [\sigma_{\text{см}}] \quad (3.3)$$

Из этой формулы находим толщину стенки

$$c = \frac{F}{2[\sigma_{\text{см}}](k - 2d_{\text{ш}})} \quad (3.4)$$

где $[\sigma_{\text{см}}]$ – допустимое напряжение на смятие 240 Н/мм^2 .

					ВКР.350306.568.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$d_{ш}$ - диаметр валов, мм.

$$c = \frac{100000}{2 * 240 * (70 - 2 * 20)} = 6,9 \text{ мм.}$$

Принимаем = 7 мм.

3.3.3. Условие прочности на смятие. (2)

$$\sigma_{см} = \frac{F}{\frac{\pi * d^2}{4}} \leq [\sigma_{см}] \quad (3.5)$$

Из этой формулы находим диаметр наконечника по формуле:

$$d_1 = \sqrt{\frac{F}{\pi * [\sigma_{см}]}} \quad (3.6)$$

где F – действующая сила Н

$[\sigma_{см}]$ – допустимое напряжение на смятие 240 Н/мм².

$$d_1 = \sqrt{\frac{100000}{\frac{3,14 * 240}{4}}} = 23$$

3.4. Расчет шпильки на растяжение.

Условие прочности шпильки на растяжение определяется из выражения:

$$\sigma_1 = P / F \leq [\sigma_p] \quad , \quad (3.7)$$

					<i>ВКР.350306.568.18</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где σ_p - величина напряжения, Н/мм² (для стали 40 $\sigma_p=120$ Н/мм²);

P – действующее усилие, Н;

F – площадь сечения шпильки, мм².

Определяем площадь поперечного сечения шпильки по формуле:

$$F = \pi \cdot d^2 / 4 , \quad (3.8)$$

где d – диаметр шпильки, мм.

Пневмоцилиндр закреплен на четырех шпильках .Следовательно, условие прочности шпильки на растяжение будет следующим:

$$\sigma_p = P / (n_{ш} \cdot (\pi \cdot d^2 / 4)) \leq [\sigma_p] \quad (3.9)$$

где $n_{ш}$ – количество шпилек, шт.

Из приведенного выше выражения находим диаметр болта по формуле:

$$d^2 = 4P / n_{ш} \cdot (\pi \cdot [\sigma_p]) \quad (3.10)$$

Тогда требуемый диаметр шпильки будет равен:

$$d_{ш} = \sqrt{\frac{2 \cdot 100000}{3,14 \cdot 120}} = 23.$$

Принимаем диаметр шпилек d =24 мм.

3.5 Определение технико-экономических показателей установки

3.5.1 Расчет массы и стоимости приспособления:

Масса приспособления определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_z) \cdot k, \text{ кг} \quad (3.6)$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_z – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

k – коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов (для расчетов применяются $k = 1,05 \div 1,15$).

Масса готовых (покупных) деталей $G_z = 234$ кг.

$$G = (234 + 105) \cdot 1,05 = 356 \text{ кг.}$$

Стоимость конструкции определяется по формуле:

$$C_{Б1} = \frac{C_{Б0} \cdot G_1}{G_0}, \quad (3.7)$$

где $C_{Б0}$ – стоимость существующей конструкции, руб.;

G_1 – масса проектируемой конструкции, кг;

G_0 – масса существующей конструкции, кг.

$$C_{Б1} = \frac{156235 \cdot 356}{455} = 116129 \text{ руб.} \quad (3.8)$$

Время процесса процесс правки на проектируемом приспособлении составляет 4,8 мин, а на существующей установке и составляет 10 мин.

3.5.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции.

Исходные данные для расчета технико-экономических показателей приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование	Варианты	
	исходный (базовый)	проектируемый
Масса конструкции, кг	455	356
Балансовая стоимость, руб.	156235	116129
Потребляемая (установленная) мощность, кВт	5	3
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	2	2
Тарифная ставка, руб./чел.-ч.	100	100
Норма амортизации, %	19,8	19,8
Норма затрат на ремонт и ТО, %	4	4
Годовая загрузка конструкции, час.	120	120
Время цикла, мин	10	4,8
Срок службы	5	5
Количество одноврем. обработ. деталей	1	1

Часовая производительность машин на стационарных работах периодического действия определяется по формуле:

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot n}{T_{\text{ц}}}, \text{ ед./ч} \quad (3.9)$$

где n – количество обрабатываемых деталей за один рабочий цикл, ед.;

$T_{\text{ц}}$ – время одного рабочего цикла, мин.

$$W_{\text{ч}0} = \frac{60 \cdot 1}{10} = 6 \text{ ед./час},$$

$$W_{\text{ч}1} = \frac{60 \cdot 1}{4,8} = 12,5 \text{ ед./час.}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \text{ кг/ед} \quad (3.10)$$

где $T_{\text{год}}$ – годовая загрузка станда, ч;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы станда, лет.

$$M_{\text{е}0} = \frac{455}{6 \cdot 120 \cdot 5} = 0,123 \text{ кг/ед.};$$

$$M_{el} = \frac{356}{12,5 \cdot 120 \cdot 5} = 0,00758 \text{ кг/ед.}$$

Срок службы стенда определяется по формуле:

$$T_{сл} = \frac{100}{a_n}, \text{ лет} \quad (3.11)$$

где a_n – норма амортизации, %.

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_e = \frac{C_6}{W_q \cdot T_{год}}, \text{ руб./ед.} \quad (3.12)$$

$$F_{e0} = \frac{156235}{6 \cdot 120} = 216,9 \text{ руб./ед.}$$

$$F_{el} = \frac{116129}{12,5 \cdot 120} = 77,42 \text{ руб./ед.}$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_e}{W_q}, \quad (3.8)$$

где N_e – потребляемая устройством мощность, кВт.

$$\mathfrak{E}_{e0} = \frac{5}{6} = 0,833,$$

$$\mathfrak{E}_{el} = \frac{3}{12,5} = 0,24,$$

Себестоимость работы, выполняемой с помощью спроектированного стенда и в исходном варианте, определяется по формуле:

$$S = C_{зп} + C_э + C_{рто} + A, \text{ руб./ед.} \quad (3.13)$$

где $C_{зп}$ – затраты на оплату труда, руб./ед.;

$C_э$ – затраты на электроэнергию, руб./ед.;

$C_{рто}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание стенда, руб./ед.;

A – амортизационные отчисления по стенду, руб./ед.

Затраты на оплату труда вычисляются по формуле:

					ВКР.350306.568.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{зп}} = z \cdot T_e, \text{руб./ед.} \quad (3.14)$$

где z – тарифная ставка, руб./чел.·ч.,

T_e – трудоемкость процесса, чел.·ч.

$$C_{\text{з.п.0}} = 100 \cdot 0,167 = 16,7 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{з.п.1}} = 100 \cdot 0,08 = 8 \text{ руб./ед.};$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_{\text{ч}}}, \text{чел.} \cdot \text{ч.} \quad (3.15)$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{6} = 0,167 \text{ чел.-ч/ед.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{12,5} = 0,1236 \text{ чел.-ч/ед}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание стенда определяются по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{руб./ед.} \quad (3.16)$$

$$C_{\text{рто0}} = \frac{156235 \cdot 4}{100 \cdot 6 \cdot 120} = 0,15 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{116129 \cdot 4}{100 \cdot 12,5 \cdot 120} = 3,1 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию вычисляются по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \Delta_e, \text{руб./ед.} \quad (3.13)$$

где $C_{\text{э}}$ – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч,

$$C_{\text{э0}} = 4,8 \cdot 0,266 = 1,28 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{э1}} = 4,8 \cdot 0,233 = 1,12 \text{ руб./ед.}$$

Амортизационные отчисления по стенду определяется по формуле:

					ВКР.350306.568.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a_{\text{н}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{руб./ед.} \quad (3.17)$$

$$A_0 = \frac{156235 \cdot 19,8}{100 \cdot 6 \cdot 120} = 42,96, \text{руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{116129 \cdot 19,8}{100 \cdot 12,5 \cdot 120} = 15,33, \text{руб./ед.}$$

$$S_0 = 616,7 + 4 + 8,68 + 42,96 = 72,31 \text{руб./ед.};$$

$$S_1 = 58 + 1,152 + 3,1 + 15,33 = 27,58 \text{руб./ед.}$$

Приведенные затраты на работу стенда определяются по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \text{руб./ед.} \quad (3.18)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

k – удельные капитальные вложения или фондоемкость процесса, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 72,31 + 0,15 \cdot 216,9 = 104,86 \text{руб./ед.},$$

$$C_{\text{прив}1} = 27,58 + 0,15 \cdot 77,42 = 39,2 \text{руб./ед.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}1}, \text{руб.} \quad (3.19)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (72,31 - 27,58) \cdot 12,5 \cdot 120 = 67099,8 \text{руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}0} - C_{\text{прив}1}) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}1}, \text{руб.} \quad (3.20)$$

$$E_{\text{год}} = (104,86 - 39,2) \cdot 12,5 \cdot 120 = 73917,8 \text{руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б}1}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \text{лет} \quad (3.21)$$

где $C_{\text{б}1}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{116129}{67099,8} = 1,73 \text{года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\Theta_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}, \text{ лет}^{-1} \quad (3.22)$$

$$E = \frac{67099,8}{116129} = 0,58$$

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности стенда.

Наименование показателей	Варианты		Проект. в %% к базовому
	исходный (базовый)	проекти- руемый	
Часовая производительность, ед./ч	6	12,5	208,333
Фондоемкость процесса, руб./ед.	216,9	77,42	35,678
Энергоемкость процесса, кВт/ед.	0,833	0,240	28,8
Металлоемкость процесса, кг/ед.	0,1236	0,0758	47
Трудоемкость процесса, чел.-ч.	0,1667	0,08	48
затраты на оплату труда	16,667	8,0	48
затраты на электроэнергию	4,0	1,152	28,8
затраты на ремонт и ТО	8,680	3,097	35,678
амортизационные отчисления	42,965	15,329	35,678
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	72,311	27,578	38,138
Уровень приведенных затрат, руб./ед.	104,86	39,191	37,374
Годовая экономия, руб.	-	67099,82	-
Годовой экономический эффект, руб.	-	73917,84	-
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	1,73	-
Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,58	-

Как видно из расчетов наше устройство является экономически эффективным.

4 ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

4.1 Обеспечение безопасности конструкции

Устройство крепится на станке болтами. Все острые кромки приспособления обработаны. Проведены прочностные расчеты деталей конструкции с повышенными коэффициентами запаса прочности, что исключает возможность их разрушения и повышает безопасность труда.

4.2 Охрана труда при восстановлении деталей

Поражение электрическим током может произойти при отсутствии заземления источников тока для дуги и сварочной (наплавочной) аппаратуры, неправильной прокладке проводов, плохой изоляции сварочных проводов и проведении работ в сыром месте. Тяжесть электротравмы зависит от силы тока, протекающего через тело человека, частоты тока, физиологического состояния организма, продолжительности воздействия тока, пути тока в организме и окружающих условий. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и силы тока для человека установлены ГОСТ 12.1.038—82.

В расчетах сопротивление тела человека принимают 1 кОм при частоте 50 Гц и времени воздействия до 1 с. Безопасным напряжением считается напряжение ниже 36 В, а для сырых помещений — 12 В, так как при увлажнении кожи сопротивление тела прохождению электрического тока сильно понижается.

К основным правилам, соблюдение которых позволяет избежать поражения электрическим током, относятся: наличие заземления всех частей установок, которые могут оказаться под напряжением; пользование только

электрододержателем и проводами, имеющими надежную и тепло- и электроизоляцию; работа только в исправной и сухой спецодежде и обуви, кроме того, при ручной дуговой сварке обувь должна быть без металлических гвоздей, подключать оборудование к силовой сети цеха (участка), отключать и ремонтировать его разрешается только дежурному электрику и наладчику.

Пораженного электрическим током человека прежде всего необходимо изолировать от токоведущих частей или проводов, отключив ток, заземлив провода или любым другим доступным способом. После освобождения пострадавшего от действия электрического тока необходимо: если он в сознании, то обеспечить ему полный покой до прибытия врача, если пострадавший дышит очень редко и четвертой степеней, приводящие к омертвлению кожи и подкожных тканей, не смазывают и не смачивают, в этом случае пострадавшего немедленно направляют в лечебное учреждение,

Часто возникают химические ожоги, являющиеся следствием действия на кожу химических веществ (кислоты, щелочи), некоторых органических соединений (крезол, фенол и др.), щелочных металлов, хлора и др. При ожогах химическими веществами пораженный участок кожи следует немедленно промыть (в течение 10 ... 15 мин) большим количеством воды и на обожженное место наложить примочку, используя для этого при ожогах кислотой — 2 % -ный раствор пищевой соды, при ожогах щелочью — 1...2%-ный раствор уксусной кислоты. При ожоге глаз вредными веществами их необходимо немедленно промыть большим количеством воды, а затем 3 %-ным раствором пищевой соды.

План организационных мероприятий по улучшению охраны труда при восстановлении деталей.

1. Выделить помещение для кабинета безопасности труда.

Ответственный – директор предприятия.

Сроки – 20.09.18г.

2. Издать приказ о назначении ответственных за ТБ на всех участках цеха

Ответственный – директор предприятия.

Сроки – 21.09.18 г.

3. Обеспечение рабочих спецодеждой.

Ответственный – заведующий ремонтной мастерской.

Сроки – ежемесячно.

4. Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда.

Ответственные – директор предприятия;

Сроки – 30.09.18 г.

5. Проведение дня охраны труда.

Ответственный – главный инженер.

Сроки – ежемесячно.

6. Введение трехступенчатого контроля.

Ответственный – директор предприятия.

Сроки – 25.09.18 г.

4.3 Защита окружающей среды

Основными источниками загрязнения окружающей среды на ремонтном предприятии являются:

- выхлопные газы автотранспортных двигателей;
- вещества, образующиеся при сварочных, наплавочных и кузнечных работах;
- отработавшие газы котельной установки;
- промышленные отходы;
- горюче-смазочные материалы, сливаемые из систем тракторов и автомобилей.

Для улучшения экологической обстановки необходимо провести следующие мероприятия:

- озеленить территорию, оборудовать газоны, в результате чего, за счет поглощения растениями углекислого газа и выделения кислорода будет частично компенсировать вред, нанесенный выхлопными газами;

- установить над наплавочными станками, сварочными постами и горном пыле-газоулавливающие фильтры

4.4 Физическая культура на производстве

Занятия физическими упражнениями имеют большой воспитательный смысл, содействуют укреплению дисциплины, увеличению ощущения ответственности, развитию напористости в достижении установленной цели. Это в схожей степени касается занимающихся всех возрастов, общественного положения, профессии.

Спорт - составная часть в «физической культуры», для его свойственны более действующие способы и способы влияния на физиологическую и духовную сферу человека.

Одним из видов производственной физической культуры является производственная гимнастика. Производственная гимнастика состоит из 4-х видов:

- 1)ФК пауза
- 2)Вводная гимнастика
- 3)ФК минутка
- 4)Микро-пауза.

Производственная гимнастика - это форма активного отдыха, представляющая собой систему физических упражнений, которая применяется в режиме рабочего дня с целью:

1. подготовка систем и функции организма к более быстрому входу в рабочее состояние
2. повышение эффективности отдыха в процессе труда

3. повышение работоспособности ее производительности труда
4. профилактики профессиональных заболеваний и травматизма
5. восстановление двигательных качеств и навыков.

Вводная гимнастика - подготавливает организм к работе, включает в себя 6-8 упражнений и более, проводится перед работой.

ФК-пауза - включает в себя 8-10 упражнений не более 12. Проводится через 2-3 часа от начала работы. Предупреждает развитие утомления, способствует поддержке на высоком уровне рабочего ритма, улучшает физическое состояние организма. Проводится в тот момент, когда может наступить утомление. Проводится до обеда и после обеда. Проводится организованно под музыку инструктором-методистом.

ФК-минутка - состоит из 2-3 упражнений как в состоянии стоя так и сидя (водители, конструкторы, педагоги). Проводится индивидуально, в зависимости от состояния здоровья.

Микро-пауза - одна из разновидностей производственной гимнастики, которая занимает 20-30 секунд. Широко используется, позволяет снизить утомление за возбуждения ЦНС и расслабления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной задачей данной работы являлась разработка технологического процесса восстановления распределительного вала, а также конструкции позволяющей осуществить данную задачу.

В результате проведенной работы установлено, что восстановление распределительного вала является выгодным. В работе выполнен анализ метода восстановления хромированием. Данный вариант является наиболее приемлемой, так как дает возможность наплавлять поверхности малых размеров и производится в более щадящих условиях, что способствует сохранению прочностных характеристик. В процессе работы разработано устройство, позволяющее с применением довольно простой технологии производить наплавку сложных поверхностей.

Использование разработанной конструкции для правки валов позволит получить годовой экономический эффект 73917,84руб. Срок окупаемости 1,73 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Кочедамов А.В, Гималтдинов И.Х. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин». – Казань: Изд-во КГАУ, 2007. – 41 с.
2. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтных предприятий. – М.: Агропромиздат, 1990 г.
3. Безопасность жизнедеятельности на производстве/ Зотов Б.И., Курдюмов В.И.. – М.: Колос, 2000. – 424 с.
4. Дипломное проектирование: Учебно- методическое по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией Хафизова К.А.- Казань.: КГСХА, 2004.- 316 с. Учебное пособие.
5. Кондратьев Г. И., Фасхутдинов Х.С., Шайхутдинов Р.Р. Курсовое проектирование по надежности технических систем: методические указания. – Казань: Изд-во КГАУ, 2010. – 44 с.
6. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве: часть 1 /.- М.: ГосНИТИ , 1981.
7. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. Серый Н.С., Смелов А.П., Черкун В.Е.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1991- 184с.
8. Лимарёв В.Я., Ерохин М.Н. Материально – техническое обеспечение агропромышленного комплекса – М.: Известия, 2002. – 464 с.
9. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 287 с.
10. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ [Текст] / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев . – Казань.: КГАУ, 2009.- 16 с.
11. Надежность и ремонт машин / В.В.Курчаткин [и др.]. - М.: Колос, 2000.-776 с.

- 12.Надежность технических систем/ Пучин Е. А., Лисунов Е. А., Кравченко И. Н. и др.. - М.: Издательство "КолосС", 2010. – 410с.
- 13.Проектирование предприятий технического сервиса : метод. указания к курсовому проекту / В.И. Жуленков [и др.]. – Казань:Изд-во КГСХА, 2002.–64 с.
- 14.Ремонт машин./ Под ред. Тельнова Н.Ф.- М.: Агропромиздат, 1992.- 560с
- 15.Текстовые документы. Мудров А.Г.- Казань.: «Школа», 2004.- 144с. Учебное пособие.
- 16.Технология ремонта машин/ Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. — М.: КолосС, 2007. — 488 с: ил.
- 17.Технология ремонта машин: Учебник для вузов / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, В. С. Новиков и др.; Под ред. Е. А. Пучина. – М.: Изд-во УМЦ «Триада». – Ч. I. – 2006 . – 348 с.
- 18.Справочник конструктора- машиностроителя. Анурьев В. И., В 3-х т. Т.2.- 6-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1982.- 584 с.
- 19.Справочник конструктора- машиностроителя. Анурьев В. И., В 3-х т. Т.1.- 5-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1980.- 728 с.
- 20.Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.-604 с.
- 21.Черноиванов В.И., Лялякин В.П. Организация и технология восстановления деталей машин. Изд. 2-е, доп. и перераб. - М: ГОСНИТИ, 2003. - 488 с.
- 22.Экологическая безопасность при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта. Пахомова В.М., Бунтукова Б.К., Прохоренко Н.Б., Доминова А.И.- Казань.: КГСХА., 2005.- 34 с.