**Методические материалы по дисциплине «Теоретические основы ремонта и восстановления автотранспортных средств» для магистрантов заочной формы обучения направления 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов**

**Краткий конспект лекций**

2022г.

**Лекция №1: Введение. Исходные данные для разработки технологического процесса восстановления деталей.**

Коренная организация и техническая реконструкция народного хозяйства России обусловила интенсификацию использования машин природообустройства. В этой связи весьма актуально и перспективно совершенствовать методы и технологии ремонта машин. При этом необходимо комплексное проведение мероприятий по следующим направлениям:

а) Разработка территорий восстановления машин и проведение исследований, направленных на повышение эффективности ремонта в результате научного обоснованного выбора методов продления долговечности и оптимизации сроков службы;

б) Разработка новых технологических методов ремонта машин, использования передового опыта и оказание помощи ремонтным предприятиям в повышении эффективности их работы.

Восстановление деталей машин является одним из основных источников повышения эффективности ремонтного производства. Качество и эффективность восстановления деталей в значительной степени зависят от соответствия применяемых способов устранения дефектов объектам ремонта. Современное ремонтное производство располагает множеством различных способов восстановление деталей , обеспечивающих надёжную работу деталей в течение установленных межремонтных сроков службы машин природообустройства.

Около 70% объёма работ по восстановлению деталей занимают сварка и наплавка. В последние годы эти процессы значительно усовершенствованы: появились более качественные электроды, самофлюсующиеся проволоки, более совершенное оборудование. Многие процессы, ранее выполнявшиеся вручную, механизированы.

Всё шире применяется в ремонтном производстве газотермическое напыление (металлизация). Высокая производительность процесса, возможность автоматизации, процесса и получения покрытий с высокой износостойкостью - основные преимущества металлизации.

Большинство повреждений может быть устранено несколькими способами. Выбор того или иного способа зависит от материала детали, степени и характера повреждения, толщены материала, технологических требований, оснащённости производственно-технической базы, экономических соображений и ряда других факторов.

Настоящее пособие призвано помочь студентам разобраться с существующем многообразием способов восстановления деталей, а также дать практические рекомендации по разработке технологических процессов восстановления деталей.

* 1. **Исходные данные и общая последовательность работ**

Для разработки технологического процесса восстановления детали необходимы следующие исходные данные и материалы:

* ремонтный чертеж детали;
* техническая характеристика детали;
* возможные дефекты детали и способы их устранения;
* технические требования для восстановления эксплуатационных параметров детали;
* паспорта стандартного и нестандартного оборудования;
* каталоги режущего, измерительного и вспомогательного инструментов;
* справочная литература по расчетам норм времени и режимам обработки деталей;
* документация на действующие типовые технологические процессы.

Проектирование технологического процесса восстановления детали включает в себя следующие этапы:

* описание технической характеристики и условий работы детали;
* анализ дефектов и технические условия на восстановление;
* выбор рационального способа и вида технологии восстановления детали, а также последовательность устранения дефектов;
* расчет режимов выполнения операций;
* расчет технических норм времени;
* выбор средств технологического оснащения;
* оформление технологической документации (графический лист).
  1. **Техническая характеристика и условие работы детали**

В этом разделе необходимо указать: наименование детали, материал, вид термообработки, твёрдость, массу, для чего она предназначена.

Размеры восстанавливаемой детали, предельные отклонения, шероховатость и технические требования показывают на ремонтном чертеже.

Далее описывают краткое устройство сборочной единицы, в которую входит данная деталь, функции детали в сборочной единице; указывают, с какими деталями сопрягаются поверхности, подлежащие восстановлению, характер их соединения; рассматривают условия работы детали ( вид трения, характер действия нагрузки т агрессивность среды ).

**Пример 1.** Деталь - Блок цилиндров двигателя ЗМЗ-24.

Блок цилиндров двигателя ЗМЗ-24 отливается из алюминиевого сплава АЛ ГОСТ 2685-75, гильза-из серого чугуна СЧ22-44 ГОСТ 1421-79, вставка из легированного чугуна №1 по ТУ завода-изготовителя, твёрдость вставки НВ 156-197.

Основные конструктивные элементы блока цилиндров: стенки рубашки охлаждения и верхнего картера, посадочные отверстия под втулки распределительного вала, посадочные отверстия под гильзу, гнезда под вкладыши коренных подшипников; привалочные поверхности под головку блока; крышку распределительных шестерён, картера сцепления и др.

Конструктивные элементы гильзы - отверстие под поршень, посадочная и наружная поверхности, буртик.

Блок цилиндров относится к классу «толстостенных корпусных деталей», гильза - к классу «полых цилиндров». Заготовки получают отливкой и подвергают низкотемпературному отжигу и старению.

Требования к точности размеров в пределах квалитетов 4-7, отклонения формы (нецилиндричность, неплоскостность и др.) не должны превышать 0,010-0,020 мм, отклонения расположения (непараллельность, неперпендикулярность и др.) - 0,020-0,050 мм.

**Пример 2.** Коленвал двигателя.

Основные конструктивные элементы коленчатого вала - коренные и шатунные шейки, носок вала (посадочные поверхности под шкив и шестерню), шпоночная канавка, резьба под храповик, фланец вала (отверстия под болты крепления маховика и под подшипник ведущего вала коробки передач).

Требования к точности размеров: в пределах квалитетов 4-5 (для шеек валов) и квалитетов 6-7 для остальных конструктивных элементов, отклонения форм и расположения не должны выходить за пределы поля допуска 5-го квалитета. Отклонения радиуса кривошипа ±0,05мм. Шероховатость поверхности шеек не грубее *Ru =* 0,32 мкм. Коленчатые валы должны быть динамически отбалансированы.

Установочной базой служат фаски в отверстиях под храповик и под подшипник ведущего вала коробки передач.

**1.3 Обзор методов восстановления деталей**

В этом разделе необходимо отразить возможные методы восстановления, изложенные в [1; 3; 5; 6].

При этом следует условить, что слесарно-механическую обработку широко применяют в сочетании с другими способами восстановления деталей, а также как самостоятельный технологический процесс, направленный на восстановление номинальных размеров посадок и других параметров изношенных и поврежденных деталей. Понять, что это достигается обработкой деталей под ремонтный размеры, постановкой дополнительных деталей, заменой их частей и балансировкой. Необходимо изучить особенности каждого из этих способов. Усвоить методику назначения и выбора ремонтных размеров, способы закрепления добавочных деталей и технологию статической и динамической балансировок деталей. Понять, что обработка давлением позволяет восстановить форму и номинальные размеры изношенных и деформированных частей машин.

Уяснить, что при ремонте применяют такие виды обработки давлением, как правку, накатку, раздачу, обжатие, осадку, вытяжку и электромеханическую обработку. Следует изучить особенности и возможности каждого из этих способов. Изучить технологию холодной правки деталей под действием системы внешних сил, местным поверхностным наклепом, горячую правку под действием системы внешних сил и горячую правку без воздействия внешних сил.

Следует усвоить, что сварка и наплавка, как самостоятельные технологические процессы, а также в сочетании с другими параметры изношенных и поврежденных деталей. Уяснить, что при ремонте машин сварка и наплавка получили очень широкое распространение вследствие высокой прочности соединения и относительно несложной технологии получения наплавленного слоя. Одновременно следует усвоить, что в процессе сварки возникают структурные превращения, внутренние напряжения и деформации как в сварном шве, так и основном металле, которые могут являться причиной появления деформации и трещин. Поэтому необходимо детально изучить причины, вызывающие эти нежелательные явления, и пути их уменьшения. Усвоить, что химический состав и структура металла определяют его чувствительность к термическому воздействию при сварке и во многом определяют качество сварочных работ. Поэтому следует подробно изучить особенности сварки и наплавки деталей из малоуглеродистых, среднеуглеродистых и легированных сталей, способы сварки деталей из чугуна и цветных металлов.

Уяснять, что механизированные способы (автоматические и полуавтоматические) наплавки значительно повышают производительность и качество металла шва. Понять, что высококачественное восстановления поверхностей изношенных деталей может быть только при правильном выборе и соблюдении режимов наплавки. Поэтому необходимо досконально разобраться в технологии и режимах наплавки изношенных деталей под слоем флюса сварочными, наплавочными и порошковыми проволоками, а также стальными и порошковыми лентами. Изучить технологию вибродуговой наплавки в жидкой среде, среде защитного газа и под флюсом, наплавки деталей в среде инертных газов, углекислого газа, водяного пара и плазменной наплавки.

Следует понять, что с помощью пайки, возможно восстанавливать поврежденные детали системы охлаждения двигателей, электрооборудования и других систем, Усвоить, что технология пайки зависит от конструкции и назначения детали. Необходимо подробно изучить технологию восстановления работоспособности деталей из различных материалов пайкой легко- и тугоплавкими припоями.

Усвоить, что электролитические покрытия обладают высокими физико­механическими свойствами, высокой прочности сцепления с основанием, не вызывают структурных изменений в металле детали и позволяют качественное восстанавливать детали с небольшими износами. Понять, что в основе электролитических способов нанесения покрытий лежит электролиз. Уяснить, что перед нанесением электролитических покрытий детали тщательно подготавливают. Необходимо усвоить сущность процесса электролиза и изучить технологию подготовки поверхностей перед нанесением электролитических покрытий. Уяснить, что в практике ремонта получили распространение ванный и безванный способы нанесения электролитических покрытий. Следует изучить ’ сущность и технологию нанесения хромовых, стальных, никелевых, медных и цинковых покрытий ванным способом, а также усвоить сущность контактного, проточного и струйного способов нанесения электролитических покрытий. Уяснить, что электрические покрытия снижают предел выносливости деталей. Поэтому необходимо изучить технологию обработки деталей после нанесения покрытий.

Усвоить, что при ремонте машин полимерные материалы принимают при заделке вмятин в деталях из тонколистового метала, трещин и раковин в корпусных деталях, восстановлении изношенных поверхностей и многих других случаях. Уяснить, что для устранения указанных повреждений применяют способы склейки ш наращивания. Необходимо подробно разобраться в сущности процесса склеивания деталей. Уяснить, что понимается под адгезионной и когезионной прочностью углевого шва, и изучить технологию склейки фенольными, - эпоксидными и резиновыми клеями. Понять, что наращивание полимерных материалов на изношенные и поврежденные поверхности деталей машин можно выполнять намазкой, а также газопламенным и вихревым способом прессованием и литьем под давлением. Следует изучить сущность и технологические возможности указанных способов наращивания полимерных материалов.

**2.1 Выбор рационального способа восстановления деталей**

При выполнении раздела необходимо уяснить, что рациональный способ восстановления деталей определяют, пользуясь критериями:

* технологическим (применяемости);’
* техническим (долговечности);
* технико-экономическим (обобщающим).

**Технологический критерий:** определяет принципиальную возможность применения восстановления исходя из конструктивно­технических особенностей деталей: геометрической формы и размеров, материала, термической или другого вида поверхностной обработки, твердости характера нагрузки, вида трения, шероховатости поверхности и квалитета точности изготовления детали.

Известно, что сварка, механизированные способы наплавки, способ ремонтных размеров и дополнительных деталей применимы практически для всех групп деталей. Однако этими способами трудно устранить повреждения в деталях из алюминия и цинковых сплавов, где наиболее эффективно применение арговно-дуговой сварки.

Детали топливной аппаратуры дизелей, гидравлических систем, тормозов, имеющие небольшие износы, значительную поверхностную твердость и работающие в условиях агрессивных сред, целесообразно восстанавливать химическим или электролитическим покрытием.

Обработка деталей под ремонтный размер снижает их долговечность и ухудшает их взаимозаменяемость.

**Технический критерий:** оценивает каждый способ (выбранный по технологическому признаку) устранение дефектов детали с точки зрения восстановления (иногда и улучшения) свойств поверхностей, т.е. обеспечение работоспособности.

Для каждого выбранного способа дают комплексную качественную оценку по значению коэффициента долговечности (Кд), которое определяют по формуле:



где , и - соответственно коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий;



- поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановления деталей в условиях эксплуатации, .



По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатации, и, следовательно, рациональным по этому критерию будет способ, у которого . (см. таблицу 2.1)



Выбрав один или несколько способов устранения дефектов, которые обеспечивают необходимую твердость, износостойкость, выносливость и другие показатели, окончательное решение о целесообразности выбранного способа восстановления детали принимают по технико-экономическому критерию.

**Технико-экономический критерий:** связывает себестоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Условие технико-экономической эффективности способа восстановления детали было предложено профессором В. К. Казарцевым:



где - стоимость восстановления детали, руб.;



- стоимость новой детали, руб.



Установив рациональный способ устранения дефектов (группы дефектов) детали, приступают к разработке схемы технологического процесса устранения каждого дефекта и составлению плана выполнения всех операций, предусмотренном маршрутом.

**Таблица 2.1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Постановка дополнительной детали | | 0,90 | 0,90 | 1,0 | 0,81 | 5 | 298 |
| Обработка под ремонтный размер | | 0,95 | 0,90 | 1,0 | 0,86 | 0,2 | 31,8 |
| Пластическое деформирование | | 1,0 | 0,90 | 1,0 | 0,9 | 2 | 65,2 |
| Электромеханическое высаживание | | 1,1 | 1,0 | 1.0 | 1,1 | 0,2 | 13,8 |
| Клеевая композиция | | - | - | - | - | 5 | - |
| Электролическое покрытие | Осталивание | 0,91 | 0.82 | 0,65 | 0,58 | 0,5 | 52,0 |
| Хромирование | 1,67 | 0,97 | 0,82 | 1,72 | 0,3 | 51,5 |
| В среде пара | 0,90 | 0,75 | 1.0 | 0,62 | 2…3 | 64,8 |
| Механическая наплавка | Вибродуговая | 1,0 | 0,62 | 1,0 | 0,62 | 2…3 | 83,8 |
| Под слоем флюса | 0,91 | 0,87 | 1,0 | 0,79 | 2…3 | 61,5 |
| В среде | 0,72 | 0,9 | 1,0 | 0,63 | 3 | 72,2 |
| Ручная сварка | Аргонодуговая | 0,70 | 0,70 | 1,0 | 0,49 | 4 | 187 |
| Газовая | 0,70 | 0,70 | 1,0 | 0,49 | 3 | 238 |
| Электродуговая | 0,70 | 0,60 | 1,0 | 0,42 | 5 | 232 |
| Размерность | | - | - | - | - | мм | руб. на 1м2 |
| Оценочный показатель | | Коэффициент износа-стойкости | Коэффициент выносливости | Коэффициент сцепления | Коэффициент долговечности | Расчетная толщина покрытия | Коэффициент технико-экономической эффективности |

При этом необходимо учитывать, что в первую, очередь устраняют дефекты в базовых поверхностях, затем дефекты, требующие нагрева, деформации и наращивания размера. Чистовые и доводочные операции обработки деталей выполняют в конце маршрута.

Последовательность выполнения операций должна исключать повторное поступление на посты восстановления.

**2.2 Классификатор восстанавливаемых деталей**

Детали, подлежащие восстановлению, классифицируют в зави­симости от их геометрической формы, характера дефектов и общ­ности технологической характеристики.

Система классов и подклассов разделяется на детали тел вра­щения и пространственных форм.

Классификация деталей позволяет:

* распределить детали для разработки типовых, и групповых тех­нологических процессов;
* создать универсальное ремонтно-технологическое оборудование, оснастку для использования его при восстановлении группы подоб­ных деталей;
* рационально организовать рабочие места;
* устранить разницу в нормативных показателях на одинаковые и подобные детали при их восстановлении;
* механизировать расчетные, планово-производственные и другие операции;
* создать наиболее целесообразную схему внутрицехового и меж-цехового транспорта;
* организовать межзаводскую и внутризаводскую подетальную специализацию ремонтного производства;
* выбрать оптимальную производственную структуру участка и цеха по восстановлению деталей ремонтного предприятия.

Все это создаст условия для внедрения методов серийного и крупносерийного производства восстановления деталей на ремонтных предприятиях.

Все дефекты деталей автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин разбиты на 14 групп по видам изнашивающихся поверхностей: износ цилиндрической наружной поверхности; износ конической и сферической поверхностей; износ шлицев; износ пазов, канавок, лысок; износ, повреждение резьбы; износ отверстий; износ и коробление плоской поверхности; износ профильной и фасонной поверхности; износ зубьев цилиндрических шестерен; износ зубьев конических шестерен; износ поверхности червяка; трещины, изломы; скручивание; изгиб.

**2.3 Особенности нормирования обточки торцовых поверхностей**

Подачу при черновой и чистовой обточке можно выбирать по таблице.

Скорость резания определяют так же, как и при продольном точении, но вводят дополнительный поправочный коэффициент на направление движения, отношение диаметров и тип резца (таблица 2.2).

**Таблица 2.2**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Глубина резания | Подача, мм/об | | | | | |
| Диаметр обрабатываемой детали, мм | | | | | |
| до 30 | 31-50 | 51-80 | 81-120 | 121-180 | 181-260 |
| До 2мм (чистовая обработка) | 0,08-0,13 | 0,-0,15 | 0,13-0,2 | 0,18-0,25 | 0,3-0,3 | 0,25-0,35 |
| Черновая обработка: 2мм | 0,25-0,45 | 0,4-0,8 | 0,5-1,0 | 0,8-1,2 | 0.9-1,3 | 1,1-1,5 |
| 3мм | 0,2-0,35 | 0,35-0,7 | 0,45-0,9 | 0,7-1,1 | 0,8-1,2 | 1,0-1,4 |
| 4мм | 0,17-0,3 | 0,3-0,6 | 0,4-0,8 | 0,65-1,0 | 0,75-1,1 | 0,9-1,3 |
| 5мм | - | 0,25-0,5 | 0,35-0,7 | 0,35-0,85 | 0,6-0,9 | 0,8-1,2 |

Продолжение – **Таблица 2.2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Направление резания и тип резца | Поправочный коэффициент | | |
| Отношение диаметров | | |
| до 0,8 | от 0,8 до 0,9 | от 0,9 до 1 |
| Прямое резание правым отогнутым резцом | 0,75 | 0,85 | 1 |
| Обратное резание правым прямым резцом | 1.75 | 1,25 | 1,4 |
| Обратное резание подрезным резцом | 1,45 | 1,55 | 1,65 |

Примечание:

– диаметр отверстия на торцевой поверхности;



– максимальный диаметр торцевой поверхности.



Основное (технологическое) время может быть определено по формуле:



где – длина обработки.



**Лекция №2: Газовая сварка при** **напылении металлических поверхностей наплавочным материалом**

**3.1 Газовая сварка**

Техника выполнения газовой сварки и режимы процесса в значительной степени влияют на качество сварного соединения. При ручной сварке пламя направляют на свариваемые кромки так, чтобы они находились в восстановительной зоне на рас­стоянии 2…6 мм от конца ядра.

Положение горелки (угол наклона ее мундштука к поверхно­сти свариваемого металла) зависит от толщины соединяемых кромок реноизделия и теплопроводности металла. Чем толще металл и чем больше его теплопроводность, тем угол наклона мундштука горелки должен быть больше.

Различают два основных способа газовой сварки: правый и левый.

При правом способе процесс сварки ведется сле­ва направо. Горелка перемещается впереди присадочного прутка, а пламя направлено на формирующийся шов. Этим обеспечивается хорошая защита сварочной ванны от воздействия атмосферного воз­духа и замедленное охлаждение сварного шва. Такой способ позво­ляет получить швы высокого качества. Углы наклона мундштука го­релки выбираются в зависимости от толщины свариваемого метала.

При левом способе процесс сварки выполняют справа налево. Горелка перемещается за присадочным прутком, а пламя направляется на не сваренные кромки и подогревает их, под­готавливая к сварке.

Правый способ применяют при сварке металла толщиной бо­лее 5 мм. Пламя горелки при этом способе ограничено с двух сторон кромками изделия, а позади — наплавленным валиком, что значи­тельно уменьшает рассеивание теплоты и повышает степень ее ис­пользования. Однако при левом способе внешний вид шва лучше, так как сварщик отчетливо видит шов и может получить его равномер­ным по высоте и ширине. Это особенно важно при сварке тонких лис­тов. Поэтому тонкий металл сваривают левым способом. Кроме того, при левом способе пламя свободно растекается по поверхности ме­талла, что снижает опасность его пережога.

Выбор способа сварки зависит от пространственного положе­ния шва. При сварке швов в «нижнем положении» выбор способа сварки, как указывалось ранее, зависит от толщины металла. Сварку вертикальных швов снизу вверх выполняют левым способом.

Сварку на вертикальных поверхностях горизонтальными швами выполняют левым способом, направляя пламя горелки на за­варенный шов.

Для: получения сварного/шва с высокими механическими свойствами необходимо хорошо подготовить свариваемые кромки очисткой, правильно подобрать мощность горелки, отрегулировать сварочное пламя, выбрать присадочный материал, установить поло­жение горелки и направление перемещения ее по свариваемому шву.

Подготовка кромок состоит в очистке их от масла, окалины и других загрязнений, разделке под сварку и прихвате короткими шва­ми. Скос кромок выполняют ручным или пневматическим зубилом, а также на кромкострогальных или фрезерных станках. Экономичным способом подготовки кромок является ручная или механизированная кислородная резка.

Основные параметры режима сварки выбирают в зависи­мости от свариваемого металла, его толщины и типа реноизделия. Определяют необходимую мощность пламени, вид пламени, марку и диаметр присадочной проволоки, технологию сварки. Швы наклады­вают одно- и многослойные. При толщине металла до 6-8 мм при­меняют однослойные швы, до 10 мм - в два слоя, более 10мм - в три слоя и более.

После сварки рекомендуют проковку металла шва в горячем состоянии и последующую нормализацию при температуре 800-900 °С. После этого металл приобретает достаточную пластич­ность и мелкозернистую структуру.

**3.2 Сварка чугуна**

Все виды горячей сварки проводят при нагре­ве до 680°С и более.

Структура сложных чугунных ренодеталей, например, блоков картеров, головок цилиндров двигателей внутреннего сгорания, зад­них мостов и корпуса коробок передач тракторов, в разных частях этих деталей неодинакова. К сварным соединениям чугунных реноде­талей предъявляются следующие требования: возможность обработ­ки обычным режущим инструментом, прочность металла шва должна быть не ниже прочности основного металла, зона термического влияния (часть основного металла, которая в процессе сварки подда­ется термическому влиянию) должна быть минимальной, равнопрочность соединения, однородность наплавленного и основного металла ренодетали по химическому составу и структуре,

По состоянию свариваемых ренодеталей выделяют два спо­соба сварки - *горячий и холодный.*

*Горячая сварка чугуна* — операция, при которой деталь на­гревают (в печи или другим способом) до температуры 650-680 °С.

Во время сварки местную температуру ренодетали поддер­живают не ниже 500°С. Подогрев освобождает свариваемую ренодеталь от внутренних напряжений литейного и эксплуатационного ха­рактера и предупреждает появление сварочных напряжений и тре­щин. В некоторых случаях для отдельных деталей (например, голо­вок блоков цилиндров дизельных двигателей, блоков автомобильных двигателей), имеющих большую жесткость и сложную конфигурацию, при сварке обязателен общий нагрев. Применение многослойного сварного шва оказывает большое влияние на его структуру и среднее количество углерода по сечению сварного шва и термическое воз­действие (отжиг и отпуск) на предыдущие слои.

При сварке обязательно применение флюса, который повы­шает свариваемость чугуна; предохраняет от окисления расплавлен­ную ванну; увеличивает жидкотекучесть сварочных шлаков.

При сварке трещин в чугунных ренодеталях выполняют сле­дующие операции. С кромок трещин снимают фаски так, чтобы угол разделки равнялся 70-80°, которые грубо обрабатывают (желатель­но с образованием насечки). Очищают места сварки от грязи, масла и ржавчины. Температура сварки 900-950°С.

Преимущества газопламенного нанесения состоят в высокой производительности процесса, локальности обработки, незначитель­ном влиянии на подложку, возможности нанесения покрытий на из­делия больших размеров, отсутствии ограничений на сочетание ма­териалов покрытия и подложки, что позволяет охватить большую номенклатуру восстановления изношенных ренодеталей. Рассматри­ваемый способ позволяет восстанавливать детали типа вала с изно­сом до 2,5 мм на сторону. Восстановленные детали устойчивы против коррозии, абразивного изнашивания, действия высоких температур.

Технологический процесс газопламенного нанесения в ос­новном состоит из трех этапов: нагрева поверхности детали до 200-250°С; (занесения подслоя, который дает основу, необходимую для наложения основных слоев; нанесения основных слоев, позво­ляющих получить покрытия с необходимыми физико-механическими свойствами. К основным факторам, влияющим на прочность сцепле­ния покрытия с основой, относятся: способ подготовки поверхности и используемый при этом абразивный материал, параметры струйной обработки поверхности, время выдержки после обработки, наличие предварительного подогрева, применение подслоя и использование термореагирующих порошков, способ распыления, эффективная мощность пламени, параметры- процесса распыления, состав мате­риала покрытия (наличие поверхностно-активных добавок в покры­тии зависит и от применяемого оборудования и от присадочных ма­териалов). Основой конструкции аппаратов для напыления и горелок для наплавки является базовая схема сварочной горелки. Сварочная горелка служит для смешивания горючего газа с кислородом и полу­чения газового пламени. Мощность, состав и форма сварочного пла­мени зависят от мундштуков наконечников горелок. Сварочные го­релки подразделяют по способу подачи горючего газа и кислорода в смесительную камеру на инжекторные и безынжекторные; по роду применяемого горючего газа на ацетиленовые и для газов замените­лей; по назначению на универсальные (сварка, наплавка) и специа­лизированные (выполнение одной операции); по форме пламени на однопламенные и многопламенные; по мощности пламени на микромощные (до 60 л/ч), малой мощности (до 700 л/ч), средней мощности (до 2500 л/ч), большой мощности (до 7000 л/ч); по способу примене­ния - на ручные и машинные.

Горелки для газопорошковой наплавки, выполненные на базе сварочных горелок, отличаются от этих горелок принципом работы и конструкцией (в аппаратах и горелках предусмотрен питатель (бункер) с порошковым материалом). Основное назначение аппарата для напыления – подавать порошок в ядро факела пламени.

**3.3 Газотермическое напыление**

При ремонте оборудования с помощью газотермического напыления восстанавливают размеры изношенных деталей оборудования (шеек валов лесопильных рам, валов деревообрабатывающих станков, шеек осей конвейеров и те­лежек и т.д.), уменьшают внутренние размеры изношенных посадоч­ных отверстий под подшипники, втулки и другие детали; наносят на подшипники и втулки антифрикционные покрытия из псевдосплавов, образуемых в результате одновременного распыления двух или разных металлов. Этот вид напыления характеризуется своей просто­той, технологической доступностью и компактностью. Газотермиче­ское напыление дает стойкие антикоррозионные, жаростойкие, элек­троизоляционные и износостойкие покрытия.

Существуют дуговые и газопламенные способы нанесения покрытий. Дуговые способы покрытия энергетически выгодны, одна­ко пригодны лишь для распыления металлических стержней. Для порошковых материалов применим только газопламенный способ. Перед началом напыления поверхность деталей необходимо очищать механическим, а если потребуется, то и химическим путем.

В данной области используются установки и аппаратура по­рошкового и проволочного типов. Остановимся на их характеристи­ках:

* установка УГПЛ предназначена для ручного напыления тер­мопластовых, цинковых и других материалов с температурой плавле­ния 800°С. Используют в качестве напыляемого материала порошок. При работе используют ацетилен и воздух;
* установка УГПТ - для ручного напыления тугоплавких покры­тий из хромборникелевых сплавов. Напыляемый материал — поро­шок. Рабочие газы - ацетилен или кислород;
* установка МГИ-4П - ручное напыление деталей из алюминия, стали, цинка. Напыляемый материал - проволока. Используемые газы — кислород, воздух, бутан, пропан;
* установка МГИ-4 имеет те же характеристики, что и МГИ-4П, но использует только ацетилен, кислород и воздух.

Газопитание аппарата МГИ-4 горючим газом, как пра­вило, осуществляется от баллона для разрядной рампы. В обоих слу­чаях давление горючего газа должно поддерживаться не менее 0,06 МПа (0,6 кгс/см2).

**3.4 Особенности нормирования нарезания резьбы резцами**

Для нарезания резьбы резцами рекомендуются скорости резания и числа проходов, указанные в таблице.

При нарезании резьбы в деталях из чугуна с твердостью, превышающей НВ 190, и при нарезании резьбы в деталях из стали с пределом прочности *σв* = 70 кГ/мм2 табличные скорости резания следует умножить на коэффициент 0.7. В таблице 3.1 приведены данные для резцов из быстрорежущей стали. При нарезании резьбы резцами из углеродистой стали скорости резания нужно умножить на коэффициент 0.5.

**Таблица 3.1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Проходы | Скорость резания, м/мин при | | | | | | | | | | | |
| шаге наружной крепежной метрической резьбы, мм | | | числе ниток на й дюйм наружной крепежной дюймовой резьбы | | | шаге внутренней крепежной метрической резьбы, мм | | | числе ниток на 1 дюйм внутренней крепежной дюймовой резьбы | | |
| 2,5 | 3,5 | 4,5 | 11 | 9 | 6 | 2,5 | 3,5 | 4,5 | 11 | 9 | 6 |
| Черновые проходы |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Чистовые проходы |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Зачистные проходы | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Примечание: В числителе указана скорость резания, а в знаменателе – ориентировочное число проходов.

Основное (технологическое) время может быть определено по формуле:



где – шаг резьбы, мм/об;



– число проходов. Необходимое для нарезания полного профиля резьбы.



**3.5 Наварка ленты**

В зависимости от вида и формы присадочного материала различают контактную наварку контактных - лента, проволока - и порошковых -гранулированных - материалов, а также лент, армированных твердосплавным порошком. Контактная наварка порошкообразных материалов является одним из способов припекания.

Процесс контактной наварки ленты производится на специальных установках совместным деформированием навариваемого металла и поверхностного металла, нагретых в очаге деформации до пластического состояния короткими (0,02 - 0,16 с) импульсами тока 7-30 мА. Образуемые при этом сварочные точки располагаются по винтовой линии и частично перерывают друг друга, что достигается вращением детали со скоростью, пропорциональной частоте импульсов, и продольным перемещением сварочных клещей.

Наибольшее распространение контактная наварка проволоки нашла для восстановления резьбовых участков валов. Диаметр проволоки подбирают таким, чтобы при наварке она полностью заполнила впадину резьбы и выступала на величину припуска, необходимого для последующей обработки. Учитывая износ витков резьбы, продольную подачу сварочных клещей принимают равной шагу резьбы.

Частота вращения детали, продольная подача сварочных клещей и частота следования импульсов являются важными параметрами процесса, определяющими его производительность. Соотношение этих величин подбирают так, чтобы обеспечить 6 или 7 сварочных точек на 1 см длины сварного шва.

Частоту вращения детали, норму времени на наплавку рассчитывают аналогично расчету этих параметров при наплавке под слоем флюса.

**Ручная электродуговая сварка**

**4.1 Сущность процесса**

Технологические процессы сварки и наплавки занимают ве­дущее место при восстановлении изделий, поскольку с их помощью восстанавливают почти 70% всех деталей.

*Сваркой* называется получение неразъемных соединений по­средством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическим деформированием.

Такое определение понятия «сварка» содержит ГОСТ 2601-84.

В условиях ремонтно-восстановительного производства свар­ку следует рассматривать как процесс установления неразъемных соединений между восстанавливаемым слоем и основной частью ма­териала ренодетали или ее элементами.

Большое разнообразие форм и размеров ренодеталей обу­словливает необходимость применения в ремонтно-восстанови­тельном производстве разных видов сварки. Среди них ручная дуговая и газовая сварка и т.д.

*Ручную дуговую* сварку выполняют, как правило, металличе­скими электродами при питании дуги постоянным или переменным током. К электроду и свари­ваемому изделию для образования и поддержания сварочной дуги от источников сварочного тока подводится постоянный или переменный сварочный ток. Сварочная дуга горит между металлическим стержнем электрода и основным металлом. Под действи­ем тепла дуги металл дуги электрода, покрытие электрода и основ­ной металл расплавляются, образуя сварочную ванну. Капли жид­кого металла с торца расплавленного электродного стержня пе­реносятся в ванну через дуговой промежуток. Вместе со стержнем плавится покрытие электрода, образуя вокруг дуги газовую защи­ту и жидкую шлаковую ванну. По мере движения дуги металл сварочной ванны затвердевает, образуется сварочный шов и шла­ковая коркана поверхности шва.

Источниками постоянного тока при ручной, автоматизиро­ванной сварке и наплавке являются преобразователи, выпрямители и агрегаты с приводом от двигателя внутреннего сгорания; источника­ми переменного тока - сварочные трансформаторы.

Сварку выполняют электродами с обмазкой. При выборе электродов необходимо учитывать их назначение. Если электроды применяют для сварки разрушенных деталей, то их выбирают исходя из условий максимального приближения качества и свойств материа­ла шва к металлу восстанавливаемой детали, чтобы твердость была одинаковой на всех участках.

Электроды для сварки обозначают буквой *Э* и двумя цифра­ми, например, *Э-42.* Цифры после буквы свидетельствуют о прочно­сти шва на разрыв. Электроды для наплавки обозначают двумя бук­вами *ЭН* и цифрами, показывающими гарантированную твердость наплавленного слоя. Наплавочные электроды специального назначе­ния обозначают тремя буквами. Например, электрод типа *ЭНР-62* расшифровывается так: электрод для наплавки режущего инструмен­та обеспечивает твердость слоя 62-63 HRC.

Каждому типу электрода может соответствовать несколько марок обмазки. Обмазки электродов по составу подразделяют: на рудно-кислые - *Р,* рутиловые - *Т,* фтористо-кальциевые - *Ф,* органи­ческие - *О.* Наибольшее распространение в реновационной практике получили группы *Р,* *Т* и *Ф.*

*Сварка чугуна.* Все виды горячей сварки проводят при нагре­ве до 680°С и более.

Структура сложных чугунных ренодеталей, например, блоков картеров, головок цилиндров двигателей внутреннего сгорания, зад­них мостов и корпуса коробок передач тракторов, в разных частях этих деталей неодинакова. К сварным соединениям чугунных реноде­талей предъявляются следующие требования: возможность обработ­ки обычным режущим инструментом, прочность металла шва должна быть не ниже прочности основного металла, зона термического влияния (часть основного металла, которая в процессе сварки подда­ется термическому Влиянию) должна быть минимальной, равнопрочность соединения, однородность наплавленного и основного металла ренодетали по химическому составу и структуре.

По состоянию свариваемых ренодеталей выделяют два спо­соба сварки - *горячий и холодный.*

*Горячая сварка чугуна* — операция, при которой деталь на­гревают (в печи или другим способом) до температуры 650-680 °С.

Во время сварки местную температуру ренодетали поддер­живают не ниже 500°С. Подогрев освобождает свариваемую ренодеталь от внутренних напряжений литейного и эксплуатационного ха­рактера и предупреждает появление сварочных напряжений и тре­щин. В некоторых случаях для отдельных деталей (например, голо­вок блоков цилиндров дизельных двигателей, блоков автомобильных двигателей), имеющих большую жесткость и сложную конфигурацию, при сварке обязателен общий нагрев. Применение многослойного сварного шва оказывает большое влияние на его структуру и среднее количество углерода по сечению сварного шва и термическое воз­действие (отжиг и отпуск) на предыдущие слои.

При сварке обязательно применение флюса, который повы­шает свариваемость чугуна; предохраняет от окисления расплавлен­ную ванну; увеличивает жидкотекучесть сварочных шлаков.

При сварке трещин в чугунных ренодеталях выполняют сле­дующие операции. С кромок трещин снимают фаски так, чтобы угол разделки равнялся 70-80°, которые грубо обрабатывают (желатель­но с образованием насечки). Очищают места сварки от грязи, масла и т.д.

**4.2 Нормирование строгальных работ**

Методика нормирования строгальных работ не отличается от методики нормирования токарных работ. Глубину резания для чернового строгания выбирают с учетом припуска для чистового строгания. При строгании под последующее шабрение оставляют припуск 0.5 мм.

Для окончательного чистового строгания, после которого не будет производится обработка поверхности, припуск оставляют до 0.3 мм.

Подачу выбирают в зависимости от глубины резания и обрабатываемого материала. В качестве примера в таблице 4.1 приведены при черновом строгании.

**Таблица 4.1**

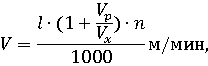
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обрабатываемый  материал | Подача за двойной ход S, мм | | |
| Глубина резания t, мм | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Углеродистая сталь  (σв = 60 кГ/мм2)  и чугун (НВ 181…220) | 1…1,2 | 0,8…1 | 0,6…0,8 |
| Легированная сталь  (σв = 70 кГ/мм2)  и чугун (НВ 180) | 0,8…1  1,2…1,4 | 0,6…0,7  1…1,2 | 0,5…0,6  0,8…1 |

Примерные подачи для чистового строгания приведены в таблице 4.2.

**Таблица 4.2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обрабатываемый  материал | Подача за двойной ход S, мм | | |
| Глубина резания t, мм | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Углеродистая сталь  (σв = 30…40 кГ/мм2)  и чугун (НВ 100…140) | 1…6 | 1…4 | 0,25…0,5 |
| Углеродистая и легированная сталь  (σв = 41…70 кГ/мм2)  и чугун (НВ 141…180) | 1…5 | 1…3 | 0,2…0,4 |
| Углеродистая и легированная сталь  (σв = 70 кГ/мм2)  и чугун (НВ 181…220) | 1…4 | 1…2,5 | 0,15…0.3 |

Скорость резания определяют, как и при точении. Найденную скорость умножают на коэффициент 0.75, учитывающий более тяжелые условия работы резца при строгальных работах по сравнению с токарными. Полученная скорость резания должна соответствовать скорости рабочего хода резца. Фактическая скорость резания, принимают для нормирования, определяют по формуле:



где – длина хода резца, мм;



– скорость рабочего хода, м/мин;



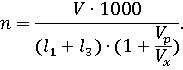
– скорость холостого хода, м/мин;



– число двойных ходов в минуту.



Число двойных ходов находят по формуле:



Значение (перебег резца) зависит от (длина обрабатываемой поверхности).



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Длина обрабатываемой поверхности, мм | до100 | 101-200 | 201-300 | 301-500 |
| Перебег резца, мм | 35 | 50 | 60 | 75 |

Основное (технологическое) время определяют по формуле:



где В – ширина обрабатываемой поверхности, мм;

– боковое врезание и сход резца, мм;



– подача за один двойной ход резца, м.



Принимают следующие значения в зависимости от глубины резания:



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Глубина резания, мм | до 2 | 2-4 | 4-6 | 6-8 |
| Боковое врезание и сход резца | 4 | 6 | 8 | 10 |

Вспомогательное время на установку и снятие детали принимают от 0,5 до 3,2 мин, в зависимости от веса детали и сложности ее установки. Вспомогательное время, связанное с переходом (установка резца по размеру, взятие пробной стружки и т.п.), составляет 0,5-1,2 мин.

Дополнительное время составляет 8-10% оперативного времени. Подготовительно - заключительное время принимают от 8 до 15 минут.

**Лекция №3: Механизированная наплавка под слоем флюса. Схема наплавки. Наплавка порошковой проволокой. Лазерная сварка и наплавка.**

**5.1 Схема процесса автоматической наплавки под слоем флюса**

Для наплавки под слоем флюса применяют устанавливаемые на токарных станках или специальных установках головки типов А-580, ОКС-Ю31Б, ОКС-1252М. Качество наплавленного металла и его износостойкость зависят от марки ' электродной проволоки, флюса и режима наплавки.

**Таблица 5.1** – Некоторые рекомендации по применению наплавочных материалов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование быстро-изнашивающихся деталей | Условия работы деталей в эксплуатации | Рекомендуемый вид наплавки | Марка присадочного материала | Характер присадочного материала |
| Опорные и натяжные катки тракторов, оси катков, звенья гусениц | Трение с абразивной прослойкой | Порошковой проволокой | ПП-АН1,  ПП-АН3 и т.д. | Наплавочная порошковая проволока |
| Гладкие валы, оси, щлицевые валы, пальцы, фланцы, муфты | Трение в смазке | В среде углекислого газа | Св-08Г2С,  Св-12ГС6,  Св-10Г2С и т.д. | Наплавочная и сварочная проволока |
| Молотки, дробилок, прижимы, ножи | Сухое трение, абразивный коррозионный и эрозионный износ | Электродуговая под слоем флюса | Св-08, Св-08ГЛ, Св-08ГС, НП-25, НП-45, НП-65, НП-80 и т.д. | Наплавочная и сварочная проволока |

**5.2 Наплавка порошковой проволокой**

Хорошие результаты при наплавке дает использование порошковой проволоки, в состав которой входят феррохром, ферротитан, ферромарганец, графитовый и железный порошки.

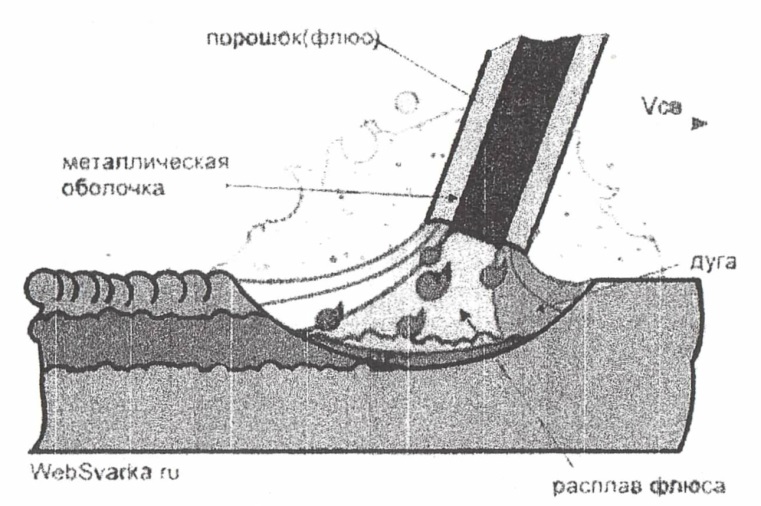
Наплавку выполняют под слоем флюса или в среде защитного газа, но при введении в проволоку соответствующих компонентов возможна наплавка и без флюсовой или газовой защиты.

Исходным материалом порошковой проволоки служит лента из низкоуглеродистой стали и порошок, содержащий необходимые элементы.

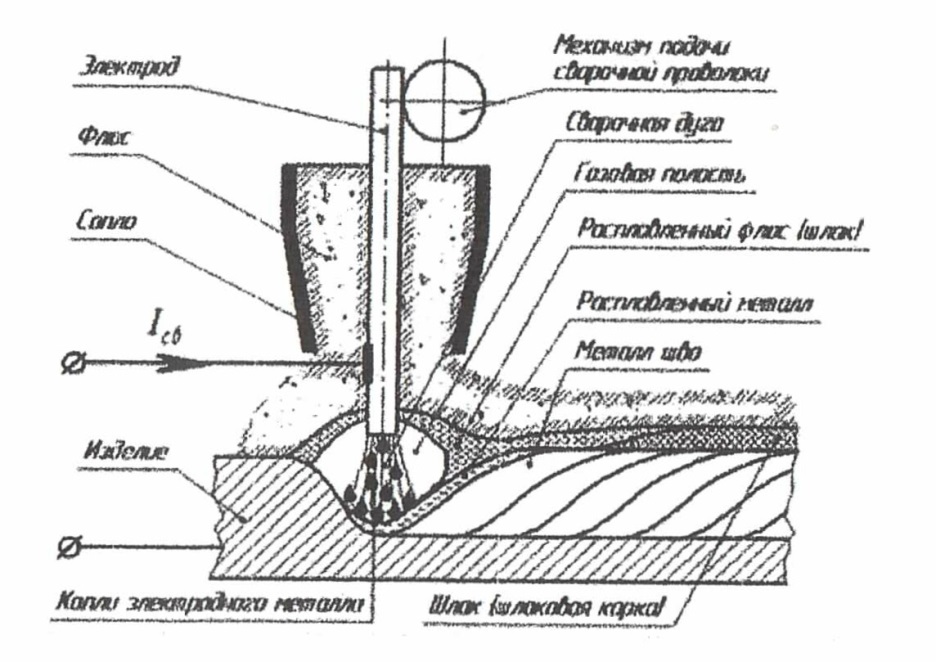
Этот способ обладает преимуществами перед другими: он позволяет увеличить силу тока, т е. производительность процесса в 2 раза и более; исключается операция отделения шлаковой корки от ренодетали после наплавки.

При этом способе микроструктура металла при наплавке, например, на сталь 45 (материал коленчатых валов) обеспечивается трооститномартенситная структура металла, твердость 51,5....57 HRC; возрастает износостойкость в 1,6....2 раза больше, чем у стали 45, закаленной токами высокой частоты (ТВЧ).

На рисунке 5.1 представлена схема процесса наплавки порошковой проволокой.



**Рисунок 5.1** – Схема процесса наплавки порошковой проволокой



**Рисунок 5.2** – Схема процесса автоматической наплавки под слоем флюса

**5.3 Лазерная сварка и наплавка**

Лазерная сварка и наплавка основаны на использовании энергии светового потока высокой степени направленности. Это вид сварки плавлением, при котором нагрев материала осуществляется когерентным све­товым лучом, создаваемым оптическим квантовым генератором — лазером. Основной частью такой установки является генератор, преобразующий энергию, запасенную в блоке конденсаторов, в энергию когерентного светового луча. Лазер позволяет сконцентрировать на поверхности детали энергию при плотности мощности от предельно малых величин до 1017 Вт/см2. Энергия может передаваться материалу бесконтактно, на значительные расстояния от генератора и строго дозирована.

Для восстановления и упрочнения деталей можно использовать серийно выпускаемые промышленностью лазеры. ВНПО "Ремдеталь" разработало комплект оборудования для восстановления гидро- и топливной аппаратуры, включающий в себя газовый лазер ЛГЛ-702 с номинальной мощностью 800 Вт, установку для наплавки СКС-011-1-02 с оснасткой для лазерной обработки, приспособление для управления лучом, систему газообеспечения.

Наплавка осуществляется самофлюсующимися порошками типа СНГН и ПГСР цилиндрических и плоских поверхностей, изношенных на глубину до 1 мм, с припуском на дальнейшую обработку шлифованием. Установка обеспечивает производительность наплавки до 10 см2/мин при толщине слоя за один проход 0,5 мм. Потери наплавляемого материала не превышают 1 %, площадь, занимаемая лазерной наплавочной установкой и вспомога­тельным оборудованием, — около 50 м2.

Установка 01.03-165 "Ремдеталь" разработана для использования с лазерами мощностью 0,7 — 2,5 кВт. Благодари изменениям в конструкции оптической системы формирования луча, приходящего от лазер а, возможна обработка (наплавка) по траектории различных форм, в том числе и по винтовой линии, зигзагом и т. п. Кроме того, для снижения излучения в нерабочей части цикла между лазером и установкой располагается заслонка-отсекатель излучения, управляемая с пульта установки или в автоматическом режиме.

Наплавкой восстанавливают впускные и выпускные клапаны, распределительные валы, золотники гидрораспределителей, роторы турбокомпрессоров и другие детали. К основным достоинствам восстановления лазерной наплавкой следует отнести малое тепловложение в деталь и как следствие отсутствие деформаций и зоны термического влияния. Лазерная наплавка еще не нашла широкого применения, однако является весьма перспективной для авторемонтного производства.

**Восстановление деталей слесарно-механической обработкой под ремонтные размеры. Электромеханическая наплавка. Нормирование строгальных работ.**

**6.1 Механическая обработка**

Механическая обработка применятся для восстановления геометрической формы: размеров и шероховатости изношенных поверхностей деталей; изготовления новых деталей, а также для подготовки и завершения обработки деталей, восстанавливаемых другими методами.

При восстановлении деталей используют следующие виды механической обработки:

* для наружных цилиндрических поверхностей - обтачивание, шлифование, притирание, полирование;
* для внутренних цилиндрических поверхностей - растачивание, развертывание, рассверливание, шлифование, хонингование;
* для плоских поверхностей - строгание, фрезерование, шлифование, точение применяют для обработки (обдирки) шеек коленчатых и других валов после наплавки, растачивания гильз, гнезд вкладышей коренных подшипников блоков цилиндров. Алмазное точение используют для деталей и алюминиевых сплавов, меди, латуни, чугуна и пластмасс, втулок верхних головок шатунов, гильз двигателей, отверстий в бобышках.

Шлифование применяют для деталей с высокой твердостью, а также для получения высокой точности обработки и малой шероховатости. Шлифуют деталь непосредственно после нанесения покрытия или после предварительного точения. Шлифованию подвергают шейки коленчатых валов, шейки и кулачки распределительных валов, стержни клапанов, толкатели.

Хонингование (обработка деталей абразивными брусками, совершающими сложное движение по отношению к обрабатываемой поверхности) применяют для восстановления гильз двигателей, отверстий нижних головок шатунов, тормозных цилиндров.

Фрезеруют плоскости головок блоков, крышек нижних головок шатунов, а также обрабатывают фрезами шпоночные пазы коленчатых и распределительных валов, шлицы валов коробок передач, раздаточных коробок, полуосей.

Сверление применяют для рассверливания отверстий крышек коробок передач, распределительных шестерен, фланцев полуосей, а также для высверливания изношенной резьбы в корпусных деталях (блоков цилиндров, головок блоков, картеров агрегатов трансмиссии).

Притирают изношенные поверхности тарелок клапанов и седел, запорных игл и распылителей форсунок, плунжеров и гильз топливных насосов высокого давления.

Полированию подвергают шлифованные шейки коленчатых валов, детали, подлежащие хромированию.

**6.2 Постановка дополнительных деталей**

Сущность метода заключается в том, что изношенную или поврежденную часть детали удаляют механической обработкой, а на ее место устанавливают вновь изготовленную дополнительную ремонтную деталь (ДРД), которую обрабатывают под номинальный размер.

Этим методом восстанавливают посадочные отверстия под подшипники качения в картерах коробок передач, раздаточных коробок, ведущих мостов, ступиц колес; резьбовые отверстия в корпусных деталях; блоки шестерен и другие детали.

В зависимости от вида восстанавливаемой поверхности ДРД могут иметь форму гильзы, кольца, шайбы, резьбовой втулки, зубчатого венца. ДРД обычно изготавливаются из того же материала, из которого изготовлена восстанавливаемая деталь.

ДРД крепится к основной детали напрессовкой с гарантированным натягом, приваркой, стопорными винтами, клеевыми композициями, на резьбе.

После постановки и закрепления ДРД их окончательно подвергают механической обработке до требуемых размеров.

Процесс восстановления изношенного отверстия включает: рассверливание отверстия, нарезание в нем резьбы под спиральную вставку, ввертывание спиральной вставки ключом, удаление технологического поводка зубилом, контроль внутренней резьбы вставки. Этот метод применим для восстановления резьбы в сквозных и глухих отверстиях диаметром от 6 до 24 мм.

При восстановлении изношенных отверстий в качестве дополнительных деталей могут использоваться компенсационные пластины, изготовленные из инструментальных и легированных сталей с приданием им соответствующей формы.

Процесс восстановления изношенных отверстий (гильз цилиндров, отверстий блока й крышек коренных подшипников, отверстий в картерах) включает следующие операции:

* расточку отверстий на величину, равную толщине компенсационной пластины с учетом припуска на окончательную обработку отверстия до установленного размера;
* изготовление компенсационных пластин с помощью специальных штампов;
* придание пластинам формы цилиндра и запрессовку их в отверстия на прессе или вручную с использованием необходимых приспособлений;
* обработку отверстий шлифованием или протягиванием.

*Метод замены части детали*. Некоторые детали имеют несколько рабочих поверхностей, изнашивающихся в разной степени. Одни рабочие поверхности изнашиваются незначительно, зато другие изнашиваются очень сильно. Эту сильно изношенную часть детали отрезают и изготавливают новую.

**6.3 Способы восстановления**

В ремонтных мастерских выполняются следующие виды работ:

* обработка под ремонтные размеры;
* постановка дополнительных деталей;
* замена части детали;
* припиловка и шабровка;
* притирка;
* шлифовка;
* постановка заплат.

Обработкой под ремонтный размер восстанавливают кинематические пары типа вал - втулка, поршень - цилиндр т.д.

Под ремонтный размер обычно обрабатывают наиболее сложную и дорогостоящую деталь пары, а вторую заменяют новой или восстановленной также до ремонтного размера.

Различают ремонтные размеры – *регламентированные и нерегламентированные*.

Регламентированные ремонтные размеры и допуски на них устанавливает предприятие – изготовитель. Детали с нерегламентированными размерами выпускает промышленность. К ним относятся поршни, поршневые кольца. Поршневые пальцы, тонкостенные вкладыши подшипников шеек коленчатого вала.

Примеров регламентированных ремонтных размеров являются размеры шеек коленчатых валов автомобильных двигателей, приведенные в таблице 6.1.

Нерегламентированными называют ремонтные размеры детали, установленные с учетом припуска на пригонку детали «по месту». В этом случае ремонтируемую деталь обрабатывают лишь до получения правильной геометрической формы и требуемой шероховатости поверхности. Примеров может служить обработка рабочей фаски седла в головке.

**Таблица 6.1** – Номинальные и ремонтные размеры коренных шатунных шеек коленчатых валов автомобильных двигателей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Размеры | Уменьшение диаметра, мм | Диаметр шеек, мм | |
| коренных | шатунных |
| ЗМЗ-53 и ЗМЗ-66 | | | |
| Номинальный  Ремонтные: | - |  |  |
| 1-й | 0,25 |  |  |
| 2-й | 0,50 |  |  |
| 3-й | 0,75 |  |  |
| 4-й | 1,00 |  |  |
| 5-й | 1,25 |  |  |
| 6-й | 1,50 |  |  |

Метод определения значения и количества ремонтных размеров для вала и отверстия был впервые разработана проф. В.В. Ефремовым. Если обозначить через dн и Dн соответственно размеры вала и отверстия по рабочему чертежу, dр1, и Dр2, - первые ремонтные размеры вала и отверстия. Иmin и Иmax – минимальный и максимальный износ поверхности детали на сторону, а через механическую обработку на сторону, то первый ремонтный размер может быть определен по формуле .



Число ремонтных размеров может быть найдено по формулам:

для валов:



для отверстий:



где - минимально допустимый диаметр вала, мм;



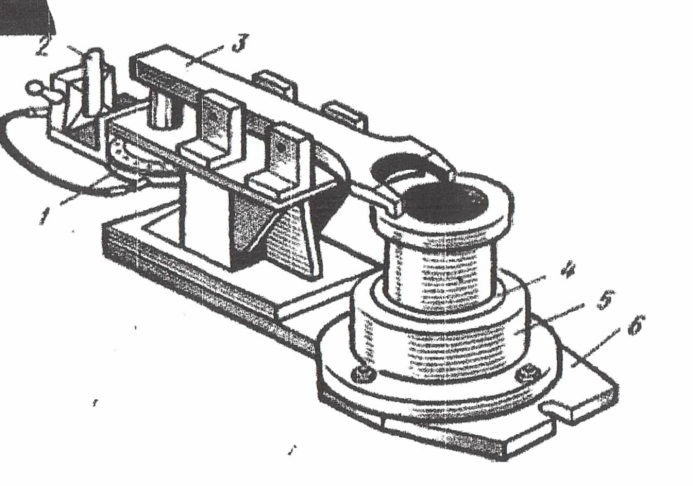
– максимально допустимый диаметр отверстия, мм.



Предельные значения диаметров определяют по условиям прочности, из конструктивных соображений.

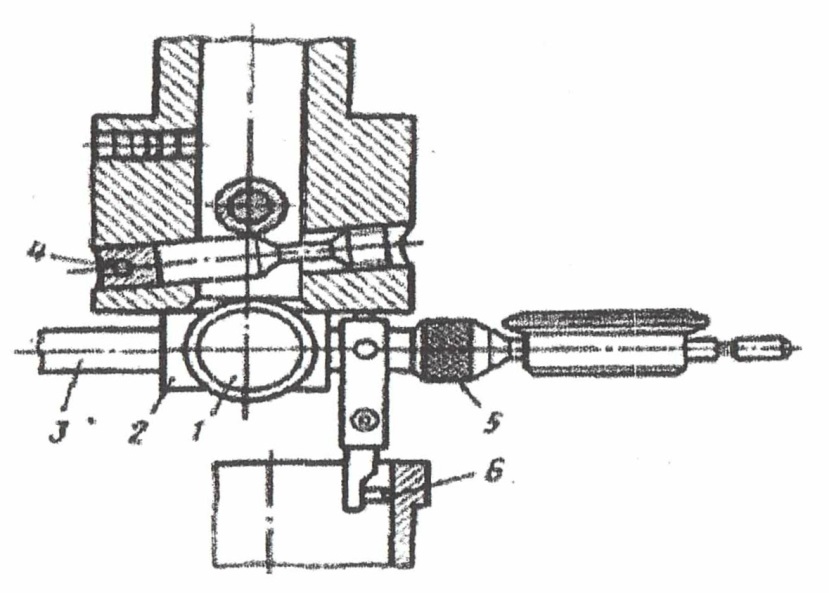
Обработка под ремонтный размер широко практикуется при восстановлении изношенных поверхностей цилиндров или гильз цилиндров автомобильных двигателей. Технологический процесс включает в себя расточную и хонинговальную операции.

Базовыми поверхностями при установке блока для растачивания цилиндров служат нижняя привалочная плоскость и фаска в верхней части цилиндра. При установке гильз на расточку базовыми поверхностями служат наружный чисто обработанный поясок и верхний торец гильзы. Блок цилиндров устанавливают непосредственно на столе расточного станка. Для установки гильзы используется приспособление, которое крепится на столе.



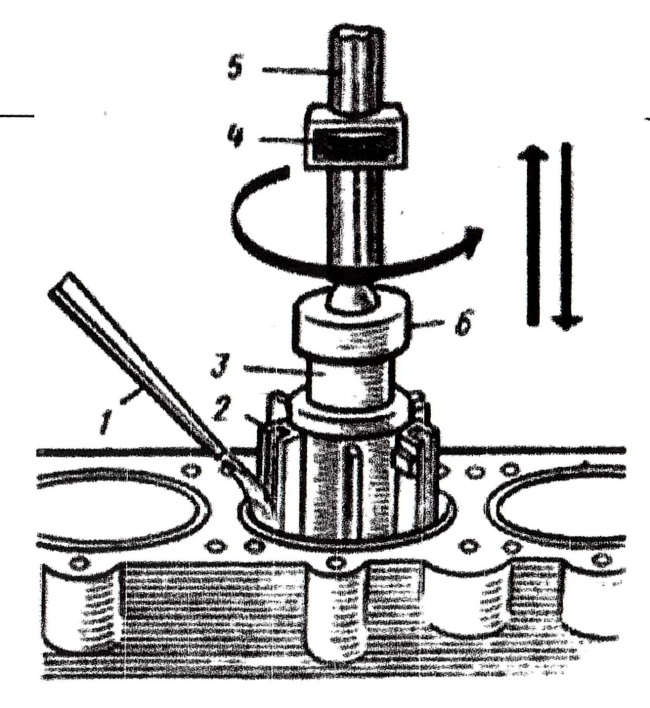
**Рисунок 6.1** – Приспособление для установки и крепления гильз:

1 - пневматический привод; 2 – кран управления; 3 – прижим; 4 – центрирующее кольцо; 5 – корпус; 6 – основание



**Рисунок 6.2** – Резцовая головка станка 2А78Н с приспособлениями для центрирования гильз: 1 – винт; 2 – колодка; 3 – рычаг; 4 – шариковая оправка; 5 – гайка; 6 – упор рычага

Доводку цилиндров выполняют на вертикально-хонинговальных или вертикально-сверлильных станках специальными хонинговальными головками 3 (рисунок 6.3) с подачей охлаждающей жидкости 1 в зону трения. На головке по окружности установлены четыре, пять или шесть сменных мелкозернистых брусков 2. Головка, соединенная с хвостовиком 5 через шарнир 6, закрепляется в шпинделе станка.



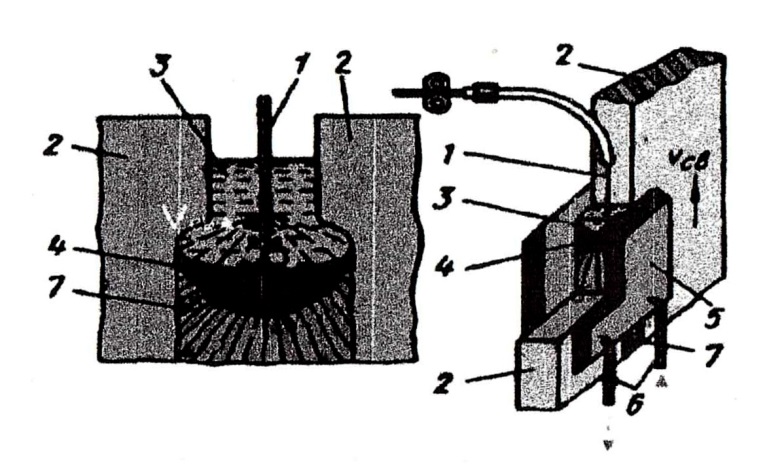
**Рисунок 6.3** – Схема процесса хонингования цилиндров блока

Одним из путей повышения технико-эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания является формирование на цилиндрах при их обработке под ремонтный размер микропрофиля, который представляет собой чередующиеся плоские выступы с углублениями для размещения смазки. Такой процесс называется плосковершинным хонингованием. При этом увеличиваются маслоемкость и опорная площадь обработанной поверхности. В результате сокращается время приработки.

**6.4 Электрошлаковая наплавка**

Для изготовления биметаллических деталей с износостойким слоем значительной толщины (более 10 мм) применяют электрошлаковую наплавку. В этом процессе используют теплоту, выделяющуюся при прохождении электрического тока через расплавленный шлак. Электрошлаковая наплавка обеспечивает наибольшую производительность по сравнению со всеми другими способами наплавки. С помощью легированных присадок получают наплавленный слой нужного химического состава.

Представлена схема электрошлаковой наплавки.



**Рисунок 6.4** – Схема электрошлаковой наплавки

Наплавку можно выполнять на плоских поверхностях, а также на поверхностях тел вращения. Особенность электрошлаковой наплавки состоит в том, что можно получать гладкие, ровные поверхности наплавленного слоя. Это дает возможность использовать ренодетали без последующей механической обработки. В начале процесса в зазор между ренодеталью и водоохлаждаемой формой заливают расплавленный флюс и возбуждают дугу между электродной проволокой и ренодеталью. После образования шлаковой ванны достаточной глубины дуга потухает, и ток проходит через расплавленный шлак — начинается электрошлаковый процесс. Расход флюса при этом способе в 15-20 раз меньше, чем при электродуговом.

Режимы электрошлаковой наплавки при восстановлении опорных катков тракторов класса 30 кН имеют следующие (оптимальные) значения: напряжение 36-40 В; сила тока 800-900 А; скорость подачи проволоки 3-3,5 м/мин; глубина шлаковой ванны 80 мм; число электродов 2; скорость подачи сормайта 60-85 г/мин; диаметр электродной проволоки, используемой в этом случае, 3 мм.

Наплавляемый металл, шлаковая и металлическая ванны удерживаются от вытекания обычно специальными формирующими устройствами - подвижными или неподвижными медными ползунами 5, охлаждаемыми водой 6, или остающимися пластинами. Кристаллизующийся в нижней части металлической ванны расплавленный металл образует шов 7. Шлаковая ванна, находясь над поверхностью металлической ванны, соприкасаясь с охлаждаемыми ползунами, образует на них тонкую шлаковую корку, исключая тем самым непосредственный контакт расплавленного металла с поверхностью охлаждаемого ползуна и предупреждая образование в металле шва кристаллизационных трещин.

**6.5 Нормирование строгальных работ**

Методика нормирования строгальных работ не отличается от методики нормирования токарных работ. Глубину резания для чернового строгания выбирают с учетом припуска для чистового строгания. При строгании под последующее шабрение оставляют припуск 0.5 мм.

Для окончательного чистового строгания, после которого не будет производится обработка поверхности, припуск оставляют до 0.3 мм.

Подачу выбирают в зависимости от глубины резания и обрабатываемого материала. В качестве примера в таблице 6.2 приведены при черновом строгании.

**Таблица 6.2**

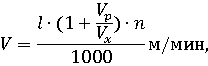
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обрабатываемый  материал | Подача за двойной ход S, мм | | |
| Глубина резания t, мм | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Углеродистая сталь  (σв = 60 кГ/мм2)  и чугун (НВ 181…220) | 1…1,2 | 0,8…1 | 0,6…0,8 |
| Легированная сталь  (σв = 70 кГ/мм2)  и чугун (НВ 180) | 0,8…1  1,2…1,4 | 0,6…0,7  1…1,2 | 0,5…0,6  0,8…1 |

Примерные подачи для чистового строгания приведены в таблице 6.3.

**Таблица 6.3**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обрабатываемый  материал | Подача за двойной ход S, мм | | |
| Глубина резания t, мм | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Углеродистая сталь  (σв = 30…40 кГ/мм2)  и чугун (НВ 100…140) | 1…6 | 1…4 | 0,25…0,5 |
| Углеродистая и легированная сталь  (σв = 41…70 кГ/мм2)  и чугун (НВ 141…180) | 1…5 | 1…3 | 0,2…0,4 |
| Углеродистая и легированная сталь  (σв = 70 кГ/мм2)  и чугун (НВ 181…220) | 1…4 | 1…2,5 | 0,15…0.3 |

Скорость резания определяют, как и при точении. Найденную скорость умножают на коэффициент 0.75, учитывающий более тяжелые условия работы резца при строгальных работах по сравнению с токарными. Полученная скорость резания должна соответствовать скорости рабочего хода резца. Фактическая скорость резания, принимают для нормирования, определяют по формуле:



где – длина хода резца, мм;



– скорость рабочего хода, м/мин;



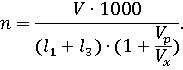
– скорость холостого хода, м/мин;



– число двойных ходов в минуту.



Число двойных ходов находят по формуле:



Значение (перебег резца) зависит от (длина обрабатываемой поверхности).



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Длина обрабатываемой поверхности, мм | до100 | 101-200 | 201-300 | 301-500 |
| Перебег резца, мм | 35 | 50 | 60 | 75 |

Основное (технологическое) время определяют по формуле:



где В – ширина обрабатываемой поверхности, мм;

– боковое врезание и сход резца, мм;



– подача за один двойной ход резца, м.



Принимают следующие значения в зависимости от глубины резания:



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Глубина резания, мм | до 2 | 2-4 | 4-6 | 6-8 |
| Боковое врезание и сход резца | 4 | 6 | 8 | 10 |

Вспомогательное время на установку и снятие детали принимают от 0,5 до 3,2 мин, в зависимости от веса детали и сложности ее установки. Вспомогательное время, связанное с переходом (установка резца по размеру, взятие пробной стружки и т.п.), составляет 0,5-1,2 мин.

Дополнительное время составляет 8-10% оперативного времени. Подготовительно - заключительное время принимают от 8 до 15 минут.

**Лекция №4: Классификация способов восстановления деталей. Выбор пластических масс. Нормирование шлифовальных работ.**

**7.1 Классификация способов восстановления деталей**

Для восстановления изношенных и поврежденных деталей применяются различные способы ремонта деталей, которые отличаются друг от друга технологическими приемами воздействия на дефектную деталь в зависимости от применяемого при этом оборудования и результатами обуславливающими различное количество восстановления.

Способы ремонта деталей классифицируются:

1) Слесарно-механическая обработка деталей.

В войсковых ремонтных мастерских выполняются следующие виды работ:

* обработка под ремонтные размеры;
* подготовка дополнительных деталей;
* замена части детали;
* припиловка и шабровка;
* притирка;
* шлифовка;
* постановка заплат.

2) Сварка и наплавка широко используются при ремонте деталей в войсковых ремонтных мастерских. Как правило, используются следующие виды сварки:

* газовая;
* электродуговая;
* кузнечная.

3) Обработка давлением используется в виде следующих работ:

* правка;
* осадка;
* раздача;
* вдавливание;
* обжатие;
* вытяжка;
* накатка.

1. Пайка в войсковых ремонтных мастерских может выполняться:

* мягким припоем;
* твердым припоем.

1. Склеивание, при восстановлении детали, является перспективным способом, обеспечивающим надежную работу отремонтированных деталей. В ВРМ выполняются следующие работы:

* заделка трещин мастиками и пластиками;
* постановка заплат на клею;
* приклеивание фрикционных накладок;
* выравнивание вмятин и неровностей;
* склеивание частей детали.

**7.2 Выбор пластических масс для подшипников скольжения**

В качестве исходного сырья для подбора рецептур пластмасс были приняты следующие материалы:

* связующая основа: смола К-18; КМ-9 (кремнеорганическая) и НР-30;
* наполнители: хлопковые очесы, древесная крошка и графит;
* графит: вводится в пластмассу для повышения ее теплопроводности, снижения коэффициента трения и повышения износостойкости;
* фторопласт-4: использовался для повышения антифрикционных свойств пластика. Он обладает исключительно химической стойкостью по отношению ко всем агрессивным средам. Имеет очень низкий коэффициент трения (0,01-0,05) при работе без смазки и высокую износостойкость. Недостатком его является малая твердость (НВ=3-4 кг/мм), трудность переработки изделий из-за высокой вязкости, холодной текучести возникающей при давлении свыше 30 кг/см при обычной температуре.

Пластмассы некоторых композиций можно изготавливать на волокнистовой основе. Для лучшего сцепления волокнита с графитом, волокнит предварительно смачивается спиртом и «оживляется».

Можно добавлять в некотором количестве фторопласт-4, перед прессованием их нужно тщательно перемешать. В таблице 7.1 приведена рецептура смеси и ее механическая прочность.

**Таблица 7.1** – Рецептура смеси и ее механическая прочность

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование материала | Механические свойства пластмасс в % отношении | | | |
| **В-9** | **В-10** | **В-11** | **В-12** |
| Волокнит | 95 | 95 | 97,5 | 95,5 |
| Графит | 5 | 5 | 2,5 | 2,5 |
| Фторопласт-4 | - | 2 | - | 2 |
| Удельная ударная вязкость, кгсм/см2 | 7,82 | 6,83 | 8,84 | 6,98 |
| Предел прочности при статическом изгибе, кг/см2 | 532 | 467 | 534 | 462 |
| Предел прочности при сжатии, кг/см2 | 614 | 655 | 681 | 715 |
| Твердость по Бринеллю, кг/мм2 | 21,4 | 23,8 | 23,5 | 26,8 |

Подшипники из указанных пластмасс, в отличие от металлических, быстро прирабатываются, могут длительно работать при первоначальной смазке, при уменьшении смазки и временно без нее.

Пластмассы отличаются высокими антифрикционными свойствами, однако, вследствие низкой их теплопроводности, применение пластмассовых подшипников без смазки ограничено. Низкая теплопроводность в некоторых случаях является причиной накопления тепловой энергии в узлах трения, которая при предельных (критических) давлениях и скоростях приводит к оплавлению поверхности подшипников из полиамидов и подгоранию из реактопластов. Для улучшения теплопроводности можно при изготовлении подшипников и реактопластов вводить до 5% графита или фторопласта, подшипники из полиамидов изготовлять металлопластмассовыми (стальной или чугунный корпус) с запрессовкой капроновой втулки толщиной 2 мм.

В эксплуатационных условиях целесообразно испытать следующие материалы: капрон, древпресскрошка, волокнит в композиции с графитом и фторопластом-4.

Подшипники из капрона, волокнита и древпресскрошки обладают более высокими антифрикционными свойствами по сравнению с подшипниками из бронзы, поэтому износ трущихся деталей (втулки и вала) в паре с указанными пластмассами, обычно значительно меньше, чем износ деталей в паре с бронзой.

Подшипники, с применением капрона, должны конструироваться так, чтобы деталь из антифрикционного материала не вращалась. В противном случае, капронированные подшипники вначале имеют меньший износ по сравнению с бронзовыми, а при длительной эксплуатации их износ становится больше бронзовых.

Для обеспечения лучшей теплопроводности и предупреждение деформации капрона в продольном направлении подшипника, целесообразно применять комбинированные конструкции, состоящие из чугунного или стального корпуса и тонкостенной капроновой втулкой.

Волокнит и особенно в композиции с 2,5% графита или 2% фторопласта-4, обладает хорошими антифрикционными свойствами, но в подшипниках, работающих при больших ударных нагрузках имеет недостаточную прочность. Поэтому применение его возможно для малонагруженных подшипников без ударных воздействий.

Древпресскрошка, отличается высокой износостойкостью в абразивной среде при больших ударных нагрузках. Однако, для установления целесообразной области применения, необходимо испытывать этот материал более длительно на большом количестве машин.

**7.3 Приготовление эпоксидного клея**

Для изготовления эпоксидного клея применяют следующие материалы: эпоксидная смола ЭД-6 (ВТУ МХП 646-85) или ЭД-5 (ВТУ МХП-М 688-75)-вязкая жидкость светло-коричневого цвета; является основным связующим материалом, обладающим клеящим свойством при введении в него отвердителя.

*Плоиэтиленполиамин*(ВТУ №10-57) - вязкая маслянистая жидкость от светло-желтого до темно-бурого цвета; играет роль отвердителя, способствующего переходу эпоксидных составов из тестообразного состояния в необратимое твердое.

*Наполнители*- тонкоизмельченные порошки (чугунные, стальные, алюминиевые, кварцевая мука, графит, портлано-цементит, асбест измельченный, слюдяной порошок). Наиболее применяемые для восстановления блоков цилиндров являются металлические порошки в смеси со слюдяной пылью и сажей. Наполнители повышают адгезию (прочность сцепления клея с металлом) и придают составу требуемую вязкость, снижают усадку состава и придают ему цвет, близкий к материалу детали, улучшают теплопроводность.

*Дибутилфталат*(ГОСТ 3863-47) - слегка желтоватая маслянистая жидкость; играет роль пластификатора, который повышает эластичность клеевой пленки и ударную вязкость и прочность отвержденного эпоксидного состава. Различные составы эпоксидного клея для заделки трещин и пробоин приведены в таблице 7.2 (состав приведен в весовых частях).

**Таблица 7.2** – Состав и компоненты эпоксидного клея

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Компоненты | Состав | | | | |
| №1 | №2 | №3 | №4 | №5 |
| Эпоксидная смола ЭД-6 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Дибутилфталат | 15-20 | 15-20 | 20 | 20 | 20 |
| Металлический порошок и слюдовая пыль | - | 85 | - | - | - |
| Железный порошок | - | - | 160 | - | - |
| Графит | - | - | - | 43 | - |
| Железный или чугунный порошок | 80 | - | - | - | - |
| Газовая сажа | 40 | - | - | - | - |
| Слюдяной порошок | 40 | - | - | - | - |
| Алюминиевая пудра | - | - | - | - | 20 |
| Полиэтиленполиамин | 15-20 | 10-12 | 10 | 10 | 10 |

Лучшие результаты для заделки трещин в корпусных деталях дает состав №1. Состав №5 применяется для алюминиевых деталей.

Для получения эпоксидного клея целесообразно приготовлять в начале тройную смесь из смолы ЭД-6, дибутилфтолата и наполнителей. Без полиэтиленаполиамина эта смесь может храниться в закупоренной таре в течение 2-3 лет. Полиэтиленполиамин вводят непосредственно перед работой, т.к. через 20-30 минут начинается постепенное отверждение эпоксидного клея.

Для приготовления тройной смеси смолу предварительно нагревают до 60-70°С в водяной ванне, после чего в нее вводят дибутилфтолат и тщательно перемешивают клеемешалкой в течение 1-2 мин. Затем в полученную смесь вводят заранее перемешанные наполнители. Тройную смесь перемешивают в течение 4-5 минут, после чего помещают в закрытую тару и хранят до употребления. Перед работой в тройную смесь вводят отвердитель (полиэтиленполиамин) и все перемешивают, если клей должен храниться более 20 минут, то его необходимо охладить до 5°С. При температуре 1-2°С эпоксидный клей может храниться до 8 часов. После более продолжительного хранения, наносить клей становится труднее, в следствие его значительного отверждения. При введении в эпоксидные смолы отвердителей происходит выделение тепла, поэтому эпоксидные клей могут отвердевать без внешнего нагрева.

Самопроизвольное отверждение клея при температуре не ниже 20°С происходит в течение 48 часов. Это время может быть сокращено путем подогрева нанесенного слоя.

Подготовка блока цилиндров к заделке трещин эпоксидным клеем аналогична подготовке его к сварке. Трещины разделывают при помощи шлифовального круга и на концах трещины насверливают отверстия диаметром 3 мм, поверхность блока зачищают металлической щеткой вдоль трещины по обе ее стороны на расстояние 10-15 мм. Затем все обезжиривают ацетоном или бензином насухо. Заклеивание трещины составами №3, №4, №5 производят после нагрева блока 70-80°С в сушильной камере или дефектного участка паяльной лампой. При заделке трещины составами №1 и №2 предварительного подогрева не требуется. Клей наносят шпателем сначала тонким слоем, втирая его в трещину и по обеим сторонам от нее на ширину 10-15 мм. После небольшой выдержки (3-6 минут) наносят второй слой. После окончания заделывания блок выдерживают при комнатной температуре 20-24 часа до полного отверждения клея. При нагревании блока время затвердевания значительно сокращается. Так при нагреве до 40°С продолжительность отверждения составляет 8-10 часов, при 60°С - 4-6 часов, а при 100°С - около 3 часов (для составов №1 и №2).

При использовании составов №3-5 после заклеивания, блок необходимо выдержать до отверждения: при 18-20°С - 48 часов; при 70-80°С - 3 часа; при 100°С - 1 час.

При нагреве свыше 100°С, механическая прочность эпоксидного клея снижается. Широкие трещины более 400 мм заделывают заплатами из сетчатой стеклоткани, являющейся как бы стеклянной арматурой. Число заплат может доходить до четырех. Первую заплату шириной 15-50 мм кладут на эпоксидный клей, предварительно нанесенный при помощи шпателя в разделительную канавку. Заплата должна пропитаться клеем. С целью уплотнения клея и заплаты производится прикатка их специальными роликами. Аналогичным способом накладываются и другие заплаты.

Заплаты для заделки пробоин изготавливают из листового железа толщиной 1-1,5 мм и подгоняют по месту, с тем, чтобы границы пробоины были перекрыты на 10-15 мм. При большой площади заплаты, ее целесообразно прикрепит к блоку винтами.

После полного отверждения эпоксидного клея, блоки цилиндров необходимо испытать на герметичность под давлением 3-4 атм, 0,3-0,4 мПА.

В таблице 7.3 приведены свойства эпоксидных смол в зависимости от типа отвердителя.

**Таблица 7.3** – Свойства эпоксидных смол в зависимости от типа отвердителя

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Свойства | Смола ЭД-6 | | |
| +30% малеинового ангидрида | 6,5% полиэтилен полиаминм | +7% гексаметилен диамина |
| Предел прочности при изгибе, кгс/см2 | 1000 | 1000 | 700 |
| Ударная вязка, кгс·см/см2 | 8,65 | 7,10 | 7,0 |
| Твердость по Бринеллю, кгс/мм2 | 17,2 | 18,3 | - |
| Теплоемкость по Мартенситу, оС | 100 | - | - |
| Водопоглащение, % | - | - | - |
| Усадка, % | - | - | - |
| Диэлектрическая проницаемость | 4,1 | 4,3 | 4,85 |
| Удельное объемное сопротивление, см·см |  |  |  |
| Удельное поверхностное сопротивление, Ом |  |  |  |
| Пробивная напряженность, кв/мм | 13,6 | 27,4 | 2.2 |

**Таблица 7.4** – Состав для приготовления композиции

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эпоксид-ная смола | Пластиф. дибутилфталат | Полиэтилен полиамин |  | Капрон | Фторо-пласт |  | На 1/2 |
| 100 | 15 | 15 | 130 | 85 | 10 | 226 |  |
| 88,5 | 13 | 13 | 115 | 76 | 9 | 200 | Корен-ные |
| 80 | 11-12 | 11-12 | 104 | 69 | 8 | 180 | Корен-ные  Упор-ные |
| ЭД-6 | **П** | **П** |  | **К** | **Ф** |  |  |

Весовые части принимать в граммах.

Удельный вес композиции - 1,2 г/см3.

Консталин - масло (солидол) не > 16,5% по весу от композиции.

Вместо фторопласта использовать алюминиевый порошок, баббитовый графит:



где - зазор, устанавливаемый для металлических подшипников, работающих в тех же условиях (конструктивный зазор);



- толщина полимерного слоя, (1,5-2,5 мм);



- коэффициент линейного расширения полимера, равный 10-4 1/град;



- перепад температур между линейной температурой воды и номинальной температурой подшипника в эксплуатации;



Зазор не более 0,2 мм во избежание биения.

**7.4 Нормирование шлифовальных работ**

При проведении шлифовальных работ различают следующие подачи:

1. подача, которая создается за счет скорости вращения обрабатываемой детали или поступательно-возвратного движения детали (м/мин);
2. подача в направлении, перпендикулярном к поверхности детали (м/мин, мм/двойной ход и мм/мин);
3. подача вдоль поверхности обрабатываемой детали (мм/об или доли ширины круга).

В условиях ремонтных предприятий для определения числа оборотов шлифовального круга нужно исходить из того, что скорость на рабочей поверхности круга при наружном круговом, центровом и бесцентровом шлифовании должна находится в пределах 25-35 м/сек, при плоском шлифовании периферией круга 20-35 м/сек и при плоском шлифовании торцом сегментом круга 20-30 м/сек.

Рекомендуемая стойкость шлифовальных кругов при круглом наружном, бесцентровом и плоском шлифовании периферией круга составляет 15 мин, при внутреннем шлифовании составляет 3 мин.

Проще всего основное (технологическое) время может быть определено по формуле:



где *А* - объем металла, который должен быть снят с обрабатываемой поверхности, м3;

*W* - минутный съем метала, мм2/мин.

Объем металла, который должен быть снят с обрабатываемой поверхности, подсчитывают по формуле:



где *D* - диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм;

- длина обрабатываемой поверхности, мм;



- припуск на шлифование, мм.



Минутный объем металла при шлифовании наружных цилиндрических поверхностей на проход (с продольной подачей шлифовального круга):



где *D* - диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм;

*h -* припуск на шлифование, мм;

- коэффициент. Принимают следующие значения :



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Классы точности | 1 | 2 | 3 | 4 и 5 |
| Коэффициент | 139 | 169 | 272 | 483 |

При шлифовании наружных поверхностей методом врезания минутный объем вычисляют по формуле:



В этом случае значение коэффициента подбирают по таблице 7.5.



**Таблица 7.5**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс точности | Коэффициент для поверхности | | | | | | | | |
| цилиндрической и конической | | | цилиндрической с одной галтелью | | | цилиндрической с двумя галтелями | | |
| при количестве врезания | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 66 | 44 | 34,8 | 37 | 25 | 19,5 | 34,8 | 23,2 | 17,4 |
| 2 | 77,8 | 51,8 | 41 | 43,6 | 29 | 23 | 41 | 27,4 | 20,5 |
| 3 | 111 | 74 | 58,5 | 62,4 | 41,5 | 33,5 | 58,6 | 39 | 29,4 |
| 4 и 5 | 173 | 115 | 91,2 | 96,8 | 64,3 | 51,2 | 91 | 60,7 | 45,5 |

Вспомогательное время для взятия, установки, закрепления и выверки детали, пуска и остановки станка, открепления, снятие детали и укладки ее на место принимается из справочных таблиц.

**Дефектация и сортировка деталей. Проектирование технологических процессов восстановления деталей электролитическими покрытиями. Нормирование газосварочных работ.**

**8.1 Дефектация деталей**

Дефектацию деталей проводят с целью определить их техническое состояние и оценки ренопригодности: деформацию и износ поверхностей, целость материала, изменение свойств и характеристик рабочих поверхностей, сохранность формы.

Дефектацию деталей осуществляют в соответствие с таблицами дефектации технических условий или требований на ремонт машин.

Процесс дефектации в значительной мере определяет качество восстановленных деталей. При дефектации выполняют следующие операции. Вначале внешним осмотром невооруженным глазом или с применением лупы, проверкой на ощупь, простукиванием выявляют следующие повреждения деталей: трещины, забоины, риски, обломы, пробоины, вмятины, задиры, коррозию, ослабление плотности посадки.

Далее, используя универсальный и специальный измерительный инструмент; определяют геометрические параметры деталей. Для обнаружения скрытых дефектов, проверки на герметичность, упругость, контроля взаимного положения элементов деталей используют специальные приборы и приспособления.

Помещение, где проводится дефектация, должно иметь хорошее освещение. Инструмент и детали передизмерением должны быть одинаковой температуры равной температуре внутри помещения (рекомендуемаятемпература 18- 20°С). Весь измерительный инструментдолжен быть исправным и проверенным службой метрологии. Измерения и контроль деталей выполняют теми инструментами и средствами, которые указаны в таблицах дефектации технических требований на ремонт. Классификация средств дефектации приведена в таблице 8.1.

Универсальные средства измерения размеров выбирают в зависимости от допусков на изготовление деталей и конструктивных особенностей деталей. Погрешность измерения, которая может быть получена при применении того или иного инструмента, не должна превышать поля допуска размера детали.

**Таблица 8.1** – Классификация средств дефектации деталей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Назначение средств дефектации | Контролируемые показатели | Используемые средства дефектации |
| Измерение размеров деталей | Линейные размеры (диаметр, длина, глубина. расстояние между осями отверстий и др.) | Штангенциркуль, штангенинструменты, микрометрические инструменты и рычажно-зубчатые приборы |
| Углы между плоскостями, осями, образующими | Угломер с нониусом, шаблоны, угловые меры |
| Линейные размеры отдельных элементов | Резьбомер |
| Комплексные показатели деталей | Комплексный шлицевой калибр |
| Контроль отклонения формы | Отклонение от цилиндричности | Индикаторные приспособления, призмы |
| Отклонение от прямолинейности | Поверочные линейки |
| Отклонение от плоскости | Поверочные плиты |
| Отклонение от формы заданного профиля | Шаблоны |

Продолжение – **Таблица 8.1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Контроль отклонения расположения поверхностей | Радиальное и торцевое биение | Прибор ПБ, струбцина с индикатором |
| Расположение осей | Специальная схема с индикатором |
| Расположение поверхностей | Индикаторные приспособления, угломеры |
| Контроль параметров шероховатости | Снятие профилограмм с последующей их обработкой | Профилометр |
| Контроль твердости поверхности | Определение твердости путем вдавливания стального шарика или алмазной пирамиды | Твердомеры NI и ТК |
| Контроль целостности деталей | Способы выявления трещин и других дефектов поверхностей:  магнитный  люминесцентный  ультразвуковой | Магнитный дефектоскоп  Люминесцентный дефектоскоп  Ультразвуковой дефектоскоп |

Классификация дефектов позволяет правильно выбрать технологические процессы восстановления деталей, особенно типовые, обосновать рациональную специализацию подразделений, занятых восстановлением, производить укрупненные расчеты трудовых и материальных затрат, связанных с восстановлением; планировать производство.

*Дефект* – отдельное несоответствие конструкций какому-либо параметру, установленному проектом или нормативным документом (по ГОСТ 15467-79).

*Устранимый дефект* – это дефект, устранение которого технически возможно и экономически целесообразно (по ГОСТ 15467-79).

*Величина (масштаб) дефектов* – количественная характеристика отклонения фактических размеров и (или) формы деталей и их поверхностей от номинальных значений с учетом припуска на подготовительную обработку перед восстановлением.

Дефекты относятся как к отдельным поверхностям, так и к деталям в целом.

Дефекты поверхностей деталей классифицируются по несоответствию размеров (74,9%), формы (19,5%), шероховатости (4,9%), физико-механических свойств (0,2%)и нарушению целости (0,5%).

Различают следующие группы дефектов, относящихся к деталям в целом:

* нарушение целости (трещины, обломы, разрывы и др.);
* несоответствие формы (изгиб, скручивание, вмятины и др.) и размеров деталей.

Может быть и сочетание дефектов.

При выборе способа и технологии восстановления большое значение имеют размеры дефектов; выделяются три группы размеров - до 0,5 мм; 0,5-2 мм и свыше 2 мм.

*Технологическое оборудование* может, представлять собой установку, металлорежущий станок, стенд и другие устройства, предназначенное для технологического воздействия на ренозаготовку. Это воздействие носит разнообразный характер: нанесение наращиваемого слоя (покрытия), зачистка поверхности от всплесков, очистка от загрязнений и т.д. По стоимости и функциональным характеристикам технологическое оборудование является одним из основных компонентов ТС.

*Приспособление в ТС* имеет широкий диапазон назначения: от произвольного закрепления обрабатываемой ренодетали в процессе мойки на промывочной установке до точной ориентации изделия относительно режущего инструмента после предварительной подготовки дефектной поверхности к обработке (поверхности, например, методом резания или обработке восстановленного слоя путем дополнительного вложения материалов) в процессе размерной обработки. В зависимости от видов технологического воздействия приспособления имеют свои особенности: наличие базовых элементов для установки ренодетали или ренозаготовки и их закрепления. Правила выбора технологической оснастки устанавливает ГОСТ 14.305-73. В соответствии с ГОСТом при обработки ренозаготовок можно воспользоваться одной из следующих систем установочно - зажимных приспособлений: неразборной специальной оснастки (НСО), универсально - наладочной оснастки (УНО); универсально - сборочной оснастки (УСО); сборочно-разборочной оснастки (СРО); универсально - бесподналадочной оснастки (УБО), специализированной наладочной оснастки (СНО).

*Инструментальная технологическая среда.* Инструменты (режущий, зачистной, промывочный и др.) и технологические среды (абразивные порошки, пасты, дробь для зачистки и упрочнения, СОТС и др.), применяют в зависимости от особенности технологического воздействия на ренозаготовку.

*Технологическая зона.* К технологической зоне во многих случаях предъявляются требования по промышленной температуре электробезопасности, санитарно-гигиеническим условиям, БЖД, а также отдельные экологические требования, предъявляют к ТС в части загрязнения территории производственных помещений, воздушного и водного бассейнов близлежащих территорий.

*Средства измерения и контроля* обеспечивают функцию контроля характеристик технологических режимов формообразования, состояние инструментов и технологической среды, линейно-угловых параметров восстанавливаемой детали, состояние и толщину нанесённого слоя или покрытия.

*Средства механизации и автоматизации* могут участвовать в процессе технологического воздействия на восстанавливаемое изделие. К их числу относят средства механизации подготовки элементов технологической среды (устройство, аппараты, дозиметры и т.д.). Рассматриваемые средства могут иметь и вспомогательное назначение, например, для установки и снятия на станке ренозаготовки (РТК, автооператоры и др.).

Технологические системы различают по объектам и методам технологического воздействия, стадиям восстановления ренодеталей, а также этапам жизненного цикла изделия.

По объектам технологического воздействия ТС делятся на системы, действие которых направленно:

* на участки отдельных поврежденных поверхностей ренозаготовки;
* на полную поверхность ренозаготовки, например, на обработку внутренней поверхности в целом отдельной ренозаготовки или на группы подобных ренозаготовок.

По стадиям изготовления ренодеталей выделяют следующие ТС:

* разборка, дефектация, очистка и промывка;
* наращивание утраченного в процессе эксплуатации слоя материала;
* предварительная и окончательная механическая обработка.

**8.2 Этапы и исходные данные для проектирования процессов**

Проектирование технологического процесса восстановления детали включает в себя следующие этапы: анализ технологического процесса изготовления детали; изучение информации о частоте и характере повреждений деталей; анализ возможных способов устранения отдельных дефектов; разработку технологических операций; определение оптимальных объемов ремонтных работ; выбор технологических баз и схем базирования; выбор средств технологического оснащения; разработку оригинальной оснастки; выбор режима резания; обоснование допусков.

Выбор рационального способа восстановления деталей производят в следующем порядке: рассматривают разные способы восстановления и выбирают те, которые удовлетворяют критерию применимости; из числа выбранных способов определяют такие, которые обеспечивают межремонтньий ресурс восстановленных деталей, т.е. удовлетворяют значению коэффициента долговечности. Если установлено, что требуемому значению коэффициента долговечносги для данной детали соответствуют несколько способов восстановления, то выбирают из них тот, у которого наилучшие показатели технико-экономической эффективности. Руководствуясь данными значениями оценочных показателей выбирают рациональный способ устранения дефектов.

Таким образом, дефект в детали устраняется каким-либо технологическим способом, а восстановление деталей осуществляется совокупностью способов, составляющих маршрут движения деталей в производстве.

Исходными данными, которыми необходимо располагать при проектировании технологических процессов восстановления деталей, служат:

* годовая производственная программа ремонта автомобилей, агрегатов и деталей;
* чертеж узла или сборочной единицы, в который входит деталь и который позволяет анализировать условия работы детали, требования к сборочной единице;
* рабочий чертеж детали, необходимый для получения сведений о ее материале, допустимых погрешностях на размеры, форму, о взаимосвязях отдельных рабочих поверхностей, точности и шероховатости обработки, твердости и термической обработке;
* технологический процесс изготовления детали, необходимый для обеспечения технологической преемственности процессов их изготовления и восстановления;
* ремонтный чертеж детали, выполненный в соответствии с требованиями ГОСТа на ремонтную документацию, содержащий необходимое количество проекции и размеров поверхностей, допуски на погрешности формы и расположения поверхностей, дополнительные требования к детали;
* данные о числе повреждаемых поверхностей, характере повреждений, вероятных сочетаниях дефектов у изношенных деталей, количестве деталей с определенными сочетаниями дефектов (эти данные нужны для установления рациональной последовательности устранения дефектов, формирования оптимальных размеров партий, определения числа технологических маршрутов восстановления деталей, выбора способов устранения дефектов).

**8.3 Нормирование газосварочных работ**

Сумма основного и вспомогательного времени, т.е. оперативное время, связанное с переходом, при проведении наплавки металла на деталь с помощью ацетиленовой сварки определяют по формуле:



где *F* - наплавляемая поверхность, см2;

*N* - номер наконечника горелки.

Например, для наплавки 1 см2 третьим номером горелки необходимое оперативное время равно:



Оперативное время, связанное с переходом, при заварке трещин рассчитывают, исходя из объема металла, который должен заполнить разделенную трещину.



где *Q* - объем наплавленного металла, см 2 (при разделе трещины фасками

под углом 450 объем 1 пог. см шва можно принимать равным 1.54 Н2,

где *Н* - глубина разделки трещины в см);

- норма оперативного времени, связанного с переходом на наплавку 1



см3, в мин, ориентировочно можно брать следующие значения.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № наконечника горелки | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Значение t | 2,52 | 1,33 | 0,93 | 0,55 | 0,43 | 0,34 | 0,28 | 0,20 |

Можно принимать следующие значения вспомогательного времени, связанного со сменой присадочных прутков.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр присадочного прутка, мм | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Время на смену прутков, отнесенное к 1 см3, мин | 0,135 | 0,063 | 0,043 | 0,034 | 0,027 |

Вспомогательное время на тушение, охлаждение, очистку, зажигание и регулирование горелки через каждые 15 мин работы принимают от 1.3 до 1.7 мин.

Во вспомогательное время следует включать также время на зачистку шва и смену баллона. На зачистку 1 пог. м шва стальных проволочным кругом затрачивается от 0.4 до 1 мин, на смену баллона 6-8 мин.

Подготовительно-заключительное время при работе на стационарном посту принимают равным 15-25 мин, а при работе на передвижном посту 25- 40 мин.

**8.4 Нормирование ручных электросварочных работ**

Основное (технологическое) время на наплавку устанавливают из следующих соображений. Количество металла, наплавляемого при непрерывном проведении сварки, равно:



где - ток, А;



*К* - коэффициент наплавки, г/А·ч.

Количество металла, наплавляемого в минуту, равно:



Для определения основного времени рассчитывают количество метала , который должен быть наплавлен, и делят его на количество метала, наплавляемого в одну минуту:



Коэффициент наплавки *К* = 84 г/А·ч.

Количество метала в 1 пог. м шва определяют по формуле:



где *р* - плотность метала шва (для стали р = 7,8 г/см3);

*-* площадь сечения шва, см2.



Ориентировочно площадь сечения шва для электродов, не имеющих в обмазке металлических добавок, и голых электродов подсчитывают по формуле:



где - площадь сечения электрода без обмазки, см2;



- коэффициент, равный 1,4-2.



Вспомогательное время на очистку шва можно принимать таким, как указано втаблице.

Эффективное количество металла, наплавленного одним электродом, равно:



При наплавке стальными электродами *р* = 7,8 г/см3.

Тогда:



Вспомогательное время на смену электрода определяют по формуле:



**Перечень контрольных вопросов к экзамену**

1. Исходные данные для разработки технологического процесса восстановления деталей.

2. Техническая характеристика и условия работы детали.

3. Обзор методов восстановления деталей.

4. Нормирование черновой проточки.

5. Основные этапы разработки рабочих технологических процессов.

6. Выбор рационального способа восстановления детали.

7. Система классификации деталей.

8.Три группы последовательно выполняемых операций.

9. Нормирование торцевой проточки.

10. Газовая сварка. Сущность процесса газовой сварки.

11. Материалы присадочных прутков.

12. Рекомендации по применению наплавочных материалов.

13. Режимы газовой сварки.

14. Нормирование нарезания резьбы резцами.

15. Ручная электродуговая сварка.

16. Сварка стальных деталей. Типы электродов.

17. Сварка алюминия.

18. Механизированная сварка.

19. Нормирование сверлильных работ.

20. Механизированная наплавка под слоем флюса.

21. Схема наплавки под слоем флюса тел вращения.

22. Автоматическая наплавка в среде углекислого газа.

23. Вибродуговая наплавка.

24. Наплавка порошковой проволокой.

25. Нормирование фрезерных работ.

26. Восстановление деталей слесарно – механической обработкой под ремонтные размеры; постановка дополнительных деталей.

27. Электрошлаковая наплавка. Режим наплавки.

28. Нормирование строгальных работ.

29. Слесарно – механическая обработка деталей при их восстановлении.

30. Классификация способов восстановления деталей.

31. Выбор пластических масс для подъемников скольжения.

32. приготовление эпоксидного клея.

33. Способы применения полимерных материалов при восстановлении деталей.

34. Нормирование шлифовальных работ.

35. Дефектация и сортировка изношенных деталей.

36. Эксплуатационная надежность деталей.

37. Проектирование технологических процессов восстановления деталей.

38. Исходные данные при проектировании технологических процессов восстановления деталей.

39. Разработка технологических процессов восстановления деталей, требования к сборочной единице, рабочий чертеж.

40. Справочные данные об оборудовании.

41. Нормирование газо и электросварочных работ.

42. Определение годовых объемов и себестоимости восстановления деталей.

43. Дуговая наплавка с газопламенной защитой.

44. Восстановление деталей электролитическим методом.

45. Наварка ленты. Электрошлаковая наплавка.

46. Сварка деталей из чугуна.

47. Сварка стальных деталей.

48. Восстановление деталей давлением.

49. Пайка деталей из стали, чугуна и цветных металов.

50. Обработка деталей под ремонтные размеры, постановка дополнительных деталей.

51. Притирка, шлифовка, постановка заплат при восстановлении деталей.

52. Лазерная сварка и наплавка. Электроискровая обработка.

53. Виды способов восстановления деталей пластической деформацией.

54. Организация восстановления изношенных деталей.

**Список рекомендуемой литературы**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Автор | Название | Издательство | Вид издания | Год издания | Кол-во в библиотеке | Адрес электронного ресурса | Вид доступа |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* |
| 6.1 Основная литература | | | | | | | | |
| 6.1.1 | Лебедев А.Т., Магомедов Р.А., Захарин А.В., Лебедев П.А., Павлюк Р.В., Марьин Н.А. | Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном обслуживании | Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет | Учеб. пособие | 2014 | - | http://www.iprbookshop.ru/47366.html | С любой точки доступа по логину и паролю |
| 6.1.2 | Шатерников В.С., Загородний Н.А., Петридис А.В. | Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств и их составных частей | Белгород: БГТУ | Учеб. пособие | 2012 | - | http://www.iprbookshop.ru/28407.html | С любой точки доступа по логину и паролю |
| 6.2 Дополнительная литература | | | | | | | | |
| 6.2.1 | Богодухов С.И., Козик Е.С. | Материаловедение | М: Машиностроение | Учебник | 2015 | - | http://www.iprbookshop.ru/47614.html | С любой точки доступа по логину и паролю |
| 6.2.2 | Иванов В.П., Савич А.С., Ярошевич В.К. | Ремонт автомобилей | Минск: Вышэйшая школа | Учебник | 2014 | - | http://www.iprbookshop.ru/35536.html | С любой точки доступа по логину и паролю |
| 6.3 Периодические издания | | | | | | | | |
| 6.3.1 |  | Вестник ДГТУ | Издательство ДГТУ | Период. | Ежегодное |  |  |  |
| 6.4 Программно-информационное обеспечение, ЭБС (в том числе электронные ресурсы свободного доступа) | | | | | | | | |
| 6.4.1 |  | [Научная электронная библиотека (НЭБ)](http://www.lib.tpu.ru/BD.html) |  |  |  |  | http://elibrary.ru/defaultx.asp | Свободный доступ |
| 6.4.2 |  | Электронные научные журналы и книги. [Elsevier - ScienceDirect](http://www.lib.tpu.ru/BD.html) |  |  |  |  | http://www.lib.tpu.ru/resource\_sciencedirect.html | Свободный доступ |

**Методические указания для выполнения контрольных работ.**

Министерство образования и науки Российской Федерации

государственное образовательное учреждение

высшего образования

«Донской государственный технический университет»

Кафедра «Эксплуатация транспортных систем и логистика»

**Методические указания для выполнения контрольных работ**

Ростов-на-Дону, 2017

Методические указания содержат общие требования к содержанию и задания к контрольной работе по дисциплине «Безопасность транспортных средств», необходимые пояснения для его выполнения и предназначены для магистрантов очной и заочной формы обучения направления 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Контрольная работа включает в себя:

**1. Письменные ответы на три любых вопроса из перечня вопросов к экзамену.**

**2. Написание трех рефератов на любые темы из перечня тем:**

1. Исходные данные для разработки технологического процесса восстановления деталей.

2. Техническая характеристика и условия работы детали.

3. Обзор методов восстановления деталей.

4. Нормирование черновой проточки.

5. Основные этапы разработки рабочих технологических процессов.

6. Выбор рационального способа восстановления детали.

7. Система классификации деталей.

8.Три группы последовательно выполняемых операций.

9. Нормирование торцевой проточки.

10. Газовая сварка. Сущность процесса газовой сварки.

11. Материалы присадочных прутков.

12. Рекомендации по применению наплавочных материалов.

13. Режимы газовой сварки.

14. Нормирование нарезания резьбы резцами.

15. Ручная электродуговая сварка.

16. Сварка стальных деталей. Типы электродов.

17. Сварка алюминия.

18. Механизированная сварка.

19. Нормирование сверлильных работ.

20. Механизированная наплавка под слоем флюса.

21. Схема наплавки под слоем флюса тел вращения.

22. Автоматическая наплавка в среде углекислого газа.

23. Вибродуговая наплавка.

24. Наплавка порошковой проволокой.

25. Нормирование фрезерных работ.

26. Восстановление деталей слесарно – механической обработкой под ремонтные размеры; постановка дополнительных деталей.

27. Электрошлаковая наплавка. Режим наплавки.

28. Нормирование строгальных работ.

29. Слесарно – механическая обработка деталей при их восстановлении.

30. Классификация способов восстановления деталей.

31. Выбор пластических масс для подъемников скольжения.

32. приготовление эпоксидного клея.

33. Способы применения полимерных материалов при восстановлении деталей.

34. Нормирование шлифовальных работ.

35. Дефектация и сортировка изношенных деталей.

36. Эксплуатационная надежность деталей.

37. Проектирование технологических процессов восстановления деталей.

38. Исходные данные при проектировании технологических процессов восстановления деталей.

39. Разработка технологических процессов восстановления деталей, требования к сборочной единице, рабочий чертеж.

40. Справочные данные об оборудовании.

41. Нормирование газо и электросварочных работ.

42. Определение годовых объемов и себестоимости восстановления деталей.

43. Дуговая наплавка с газопламенной защитой.

44. Восстановление деталей электролитическим методом.

45. Наварка ленты. Электрошлаковая наплавка.

46. Сварка деталей из чугуна.

47. Сварка стальных деталей.

48. Восстановление деталей давлением.

49. Пайка деталей из стали, чугуна и цветных металов.

50. Обработка деталей под ремонтные размеры, постановка дополнительных деталей.

51. Притирка, шлифовка, постановка заплат при восстановлении деталей.

52. Лазерная сварка и наплавка. Электроискровая обработка.

53. Виды способов восстановления деталей пластической деформацией.

54. Организация восстановления изношенных деталей.

**Рекомендации по подготовке реферата**

**дисциплины «Безопасность транспортных средств»**

В содержание реферата обязательно входит:

– содержание;

– введение;

– главы реферата;

– заключение;

–список использованных источников, содержащий не менее 10 наименований.

Общий объем реферата должен составлять примерно 20–25 машинописных страниц, формат листа – А-4 (210 × 297), набранных 14 шрифтом «Times New Roman» через один интервал с полями сверху и снизу по 25 мм, справа 15 мм и слева 30 мм, выравнивание текста осуществляется по краям.

Пример оформления титульного листа реферата



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет «Транспорт, сервис и эксплуатация»

Кафедра «Эксплуатация транспортных систем и логистика»

Реферат

по дисциплине: «Теоретические основы ремонта и восстановления автотранспортных средств»

на тему:

«…»

Выполнил:

Студент группы \_\_\_\_\_

Фамилия И.О

Проверил: к.т.н. проф. Апальков А.Ф.

Ростов-на-Дону

2017 г.