

3.5. Нанесение гальванических и химических покрытий

3.5.1. Основные сведения об электролизе и область применения гальванических покрытий

Процесс нанесения гальванических покрытий основан на явлениях электролитической диссоциации и электролиза. Электролитическая диссоциация заключается в расщеплении молекул вещества, находящихся в растворе, на положительные и отрицательные ионы в результате взаимодействия с молекулами растворителя. Необходимое условие явления – молекулы растворителя и растворенного вещества должны иметь полярное строение. Растворенный металл приобретает в результате этого процесса положительный электрический потенциал (потенциал равновесия).

Приложение постоянного напряжения к паре электродов, помещенных в диссоциированный раствор кислот, щелочей или солей приводит к возникновению в нем электрического тока за счет упорядоченного перемещения ионов. Диссоциированные растворы – электролиты являются проводниками второго рода, а электрический ток в них связан с переносом вещества. Разряд и осаждение на электродах молекул растворенных веществ представляет собой явление электролиза (рис. 3. 15).

В ремонтной практике применяют процесс нанесения защитно-

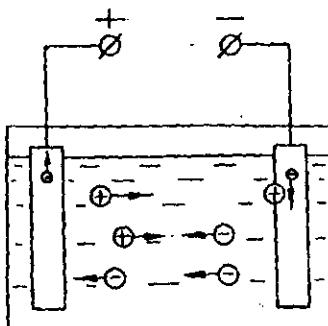


Рис. 3. 15. Схема процесса электролиза металла.

восстановительных покрытий на изношенные поверхности деталей, помещенных в электролит в качестве катода. Раствор-электролит должен содержать ионы осаждаемого материала.

Количество вещества m , выделяющегося на электроде, определяется с помощью объединенного закона М. Фарадея:

$$m = \frac{Alt}{FZ}, \text{ г.}$$

где A и Z – атомная масса и валентность осаждаемого элемента; I – ток, А; t – время осаждения, час; $F = I/C$ – число Фарадея, равное количеству электричества, которое нужно пропустить через электролит для выделения на электроде 1 грамм-эквивалента любого вещества; C – электрохимический эквивалент, г/Ачас.

Отношение массы действительно выделившегося металла на электроде к теоретически возможному его количеству называется коэффициентом выхода по току.

На катоде кроме осаждения металла протекают сопутствующие процессы: выделение водорода, восстановление металла до более низкой валентности, восстановление органических веществ, попавших в электролит. В результате этого коэффициент выхода по току всегда меньше единицы.

Толщина электролитического осадка h определяется по формуле:

$$h = \frac{CD_k t a}{1000}, \text{ мм,}$$

где $D = I/S_k$ – плотность тока, А/дм²; S_k – площадь катода, дм²; – время электролиза, час; γ – плотность осажденного металла, г/см³; a – выход по току, %.

Часть прикладной электрохимии, которая изучает процессы электролитического осаждения металлов, называется гальванотехникой. Гальваностегия, в свою очередь, исследует способы получения покрытий, прочно соединенных с поверхностями деталей. Гальваностегические покрытия имеют следующие области применения при восстановлении деталей: наращивание и повышение износостойкости изношенных деталей (Cr, Fe, Ni, Cu), придание защитно-декоративных (Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Sn, Pb) и антифрикционных свойств (Fe, Cu, Zn, Sn), защита от цементации (Cu), повышение теплостойкости (Cr), придание поверхностному слою специальных

свойств – электропроводности, теплопроводности и др. (Си и др.), улучшение прирабатываемости трущихся поверхностей (Fe, Cr, Cu, Zn, Sn, Pb).

Процесс нанесения гальванических покрытий обеспечивает сохранение структуры материала детали за счет отсутствия тепловложения в него, высокую износостойкость и твердость покрытий, равномерную их толщину, большое количество одновременно восстанавливаемых деталей и возможность автоматизации, использование недорогих материалов.

Основная область применения гальванических покрытий – восстановление деталей с небольшими износами, но с высокими требованиями к износостойкости и твердости их поверхностей. Около 65 % деталей ремонтного фонда имеют износ на сторону до 0,14 мм. Гальванические покрытия наносят на восстанавливаемые поверхности клапанов, поршневых пальцев, шатунов, отверстий под подшипники в корпусных деталях и др.

Однако скорость нанесения покрытий низкая (гальванический процесс самый длительный по сравнению с другими процессами нанесения покрытий). Процесс многооперационный и сопровождается большим расходом воды и загрязнением сточных вод ионами тяжелых металлов.

3.5.2. Материалы, технология и оборудование

В ремонтном производстве наиболее распространены железнение, хромирование и цинкование. Первые два процесса обеспечивают получение износостойких покрытий, последний – как износостойких, так и защитных.

Типовой процесс нанесения гальванических покрытий содержит подготовительные операции, осаждение металла и обработку деталей после нанесения покрытий.

Подготовительные операции включают механическую обработку восстанавливаемых поверхностей, их очистку, установку деталей на подвески и защиту мест, не подлежащих восстановлению, обезжиривание, травление и анодную обработку.

Осаждение металла составляет основную часть процесса.

Последующие операции состоят из нейтрализации остатков электролита на деталях, промывки в холодной и горячей водах, снятия

деталей с подвесок и удаления изоляции, сушки и термообработки (по необходимости).

Предварительная механическая обработка (как правило, абразивная) необходима для устранения следов износа на восстанавливаемых элементах и придания им правильной геометрической формы. Эта операция обеспечивает равномерную толщину будущих покрытий, заданную шероховатость подложки и служит необходимым условием прочного соединения покрытия с поверхностью детали.

Следы коррозии и маслогрязевые отложения удаляют с восстанавливаемых деталей с помощью шлифовальных шкурок и органических растворителей (керосина, уайт-спирита, дихлорэтана).

При установке деталей на подвески необходимо обеспечить надежный электрический контакт в цепи «деталь – подвеска – штанга» и убедиться в наличии условий для равномерного осаждения покрытия и всплытия пузырьков выделяющегося водорода.

Невосстановляемые поверхности изолируют нанесением цапонлака (целлULOИда, растворенного в ацетоне), полихлорвинилового пластика, резинового клея, составов из воска и канифоли (1:1), парафина, воска, канифоли и каменноугольного пека (7:1:1:1), грунта и эмали, намоткой полихлорвиниловой ленты, установкой резиновых трубок и др.

Поверхности обезжирают органическими растворителями, растворами щелочей, протиранием венской известью (смесью оксидов кальция и магния) и электрохимическим путем. Наиболее часто применяют электрохимическое обезжиривание в щелочных растворах. При электролизе в таких растворах на поверхности деталей, завешенных на катодную штангу, бурно выделяется водород, который срывает жировую пленку. Одновременно с этим происходит омыление и эмульгирование жиров. Для исключения наводораживания поверхности, приводящего к хрупкости материала детали, в конце обезжиривания меняют полярность на обратную и в течение четверти времени от длительности катодной обработки детали обрабатывают на аноде.

Детали после обезжиривания тщательно промывают сначала в теплой (около 60°C), а затем в холодной (17...20°C) воде. Хорошее качество обработки характеризуется сплошной пленкой воды на очищенной поверхности.

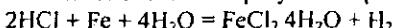
Покрытие будет прочно закреплено на восстанавливаемой поверхности, если к началу его нанесения толщина оксидной пленки на этой поверхности не будет превышать 0,005 мкм. В этом случае соединение обеспечивается силами межатомного взаимодействия материалов покрытия и детали. Тонкая пленка оксидов с поверхности удаляется травлением. Прочность соединения покрытия с основой может быть значительно улучшена, если удален напряженный, в результате механической обработки, поверхностный слой толщиной 15...30 мкм.

Травление бывает химическое и электролитическое. Химическое травление выполняют в растворах серной или соляной кислот. Электролитическое травление (анодную обработку) ведут в сначала в ванне для нанесения покрытия, а затем в ванне с 30-процентным раствором серной кислоты. Анодное травление основано на электролитическом растворении металла и механическом отрыве его оксидов выделяющимся кислородом с удалением шлама.

Операции предварительной подготовки являются типовыми операциями любого гальванического процесса.

Электролитические процессы протекают в гальванических ваннах. Для защиты металлического каркаса и стенок ванны от влияния агрессивного раствора применяют кислотостойкую футеровку. Нагрев или охлаждение раствора выполняют змеевики с теплоносителем. Постоянный ток напряжением около 6 В вырабатывают источники тока.

В качестве электролита при железнении наиболее распространен раствор хлористого железа (300...500 г/л) и соляной кислоты (2...3 г/л) в воде. Присутствие свободной HCl предупреждает образование гидроксидов, которые загрязняют электролит и снижают качество покрытия. Раствор хлористого железа готовят травлением стальной стружки в соляной кислоте в результате реакции:



Для поддержания необходимой массовой доли ионов железа применяют растворимые аноды из армко-железа, площадь которых превышает площадь катодов примерно в два раза.

Во время электролиза на электродах протекают следующие процессы: на катоде – разряд ионов железа $\text{Fe}^{2+} + 2e = \text{Fe}$, выделение водорода $2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$, восстановление трехвалентного железа $\text{Fe}^{3+} + e = \text{Fe}^{2+}$; на аноде – растворение железа $\text{Fe} - 2e = \text{Fe}^{2+}$, окисление двухвалентного железа $\text{Fe}^{2+} - e = \text{Fe}^{3+}$, выделение кислорода.

Катодная плотность тока при железнении – 5...15 А/дм².

При хромировании применяют универсальный электролит состава: ангидрид хромовый (200...250 г/л); серная кислота (2...2,5 г/л). Удовлетворительные хромовые покрытия получаются лишь в присутствии ионов SO₄ или F в строго определенном соотношении и с применением нерастворимых свинцово-сурьмянистых анодов. Постоянная массовая доля ионов SO₄ поддерживается за счет присутствия в растворе труднорастворимого сульфата стронция SrSO₄. Такие электролиты называют саморегулирующимися. Добавление в раствор кремнефторида калия K₂SiF₆ делает электролит саморегулирующимся как по ионам SO₄, так и по ионам SiF₆. Такой электролит отличается повышенной стабильностью и выходом по току. Катодная плотность тока при хромировании – 35...100 А/дм², выход по току 17...22%.

Во время хромирования на катоде одновременно протекают три процесса: восстановление шестивалентного хрома до трехвалентного Cr⁶⁺ + 3e = Cr³⁺, выделение водорода 2H⁺ + 2e = H, осаждение металлического хрома Cr³⁺ + 6e = Cr. На аноде выделяется газообразный кислород и окисляется трехвалентный хром в шестивалентный Cr³⁺ – 3e = Cr⁶⁺.

Процесс осаждения металла включает три стадии: перенос ионов из глубины раствора к прикатодному слою путем диффузии, конвекции и миграции; электрохимическую реакцию, в результате которой ионы изменяют свой заряд за счет восстановления; образование нового вещества кристаллического строения.

Электролитические осадки по своим свойствам и строению отличаются от металла, полученного в обычном металлургическом процессе. Изменение свойств металла обусловлено особенностю катодного процесса его получения. Восстанавливющийся ион металла проходит через двойной электрический слой в прикатодной зоне электролита, где электрическое поле имеет весьма высокую напряженность (10⁷ В/см). Под действием этого поля ионы приобретают большую скорость на входе в строящуюся на катоде кристаллическую решетку, что объясняет ее неравновесное строение с измененными параметрами. Образованию такой решетки способствуют также различные включения как металлические, так и неметаллические в виде гидрооксидов, воды, водорода и поверхностно-активных веществ.

Процесс электрокристаллизации состоит из двух фаз: возникновения центров кристаллизации и роста этих центров. Каждая из этих фаз характеризуется определенной скоростью, зависящей от технологических факторов процесса. В том случае, когда скорость образования новых центров кристаллизации превышает скорость роста уже появившихся кристаллов, образуется большее число мелких кристаллов (осадок приобретает мелкокристаллическую структуру). При обратном соотношении скоростей возникают более крупные кристаллы. Структура осажденных металлов – один из признаков, определяющих качество покрытий. Покрытия, имеющие мелкокристаллическую структуру, наиболее работоспособны.

Процесс нанесения гальванического покрытия начинается при потенциале на катоде большем, чем потенциал равновесия. Разность значений этих потенциалов называется катодной поляризацией. Чем больше катодная поляризация, тем чаще возникают новые центры кристаллизации, а покрытие приобретает мелкокристаллическую структуру. Катодный ток непрерывно блуждает по элементарным площадкам катода вслед за появлением новых кристаллов. Вокруг растущего кристалла происходит обеднение раствора ионами металла, вследствие чего линии тока перераспределяются, и металл начинает осаждаться на тех участках катода, у которых массовая доля ионов выше. К повышению катодной поляризации приводят: уменьшение массовой доли ионов осаждаемого металла; добавление в электролит кислот и солей, переносящих заряды, но в осаждении не участвующих; добавки в электролит органических веществ (гуммиарабика, декстрин, желатина, фенола, глицерина и др.), образующих коллоидные или молекулярные растворы, которые блокируют поверхность растущих кристаллов; рост плотности тока; увеличение температуры и перемешивание электролита.

Электролитическое железо по своему составу приближается к малоуглеродистой стали с содержанием углерода 0,03...0,06 %, однако его кристаллическая решетка напряжена и по своим физико-механическим свойствам осадки близки к закаленной стали.

Электролитический хром по внешнему виду бывает блестящим, молочным или серым. Блестящий хром имеет высокие твердость и износстойкость, хрупкость и внутренние напряжения. На его поверхности видны под микроскопом мелкие пересекающиеся трещины. Молочный хром имеет повышенную износстойкость,

большую вязкость и пониженную твердость. Сетка трещин на нем отсутствует. Матовый хром очень твердый и хрупкий металл, имеющий из-за хрупкости пониженную износостойкость.

Пористые износостойкие хромовые покрытия получаются в результате дополнительной анодной обработки после нанесения покрытия перед извлечением деталей из ванны.

Заключительные операции технологического процесса имеют такие особенности. После нанесения покрытия детали промывают в ванне-сборнике электролита в целях его экономии и обеспечения чистоты сточных вод. Затем следует промывка в проточной воде, после чего детали погружают в раствор нейтрализации и окончательно промывают в теплой проточной воде.

С деталей снимают изоляцию и их сушат в опилках, подогретых до 120...130°C, или в сушильном шкафу. Опилки не должны содержать дубильных веществ. Для уменьшения водородной хрупкости детали выдерживают в течение 1...2 часов при температуре 150..200°C в масляной ванне или в шкафу.

Как средство повышения производительности операций и качества покрытий применяют нестационарные процессы их нанесения за счет применения импульсного, реверсивного и асимметричного тока

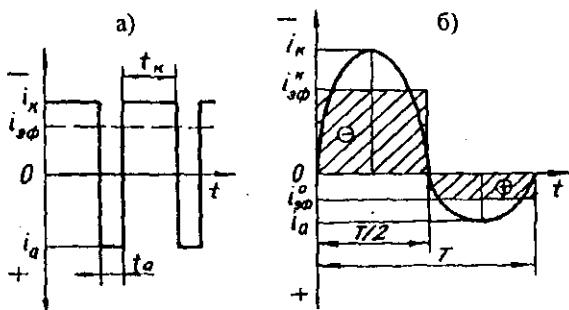


Рис. 3. 16. Схемы нестационарных режимов электролиза:
а)-реверсивный ток; б)-асимметричный ток; i_k и i_a – соответственно, катодный и анодный токи; t_k и t_a – соответственно, время действия катодного и анодного тока; i_{ϕ} , i_{ϕ}'' и i_{ϕ}''' – соответственно, полный, катодный и анодный токи; T – период действия тока.

(рис. 3. 16), проточного и струйного способа подачи электролита в зону электролиза, наложения на зону осаждения покрытия ультразвуковых колебаний. Производительность процесса повышается при этом до 3,5...4 раз, обеспечивается толщина покрытий до 1 мм, выдерживается высокая их равнотолщинность без дендритообразования, допускается нанесение покрытия «в размер», снижается содержание водорода в покрытии и повышается его качество за счет мягкой структуры, более высокой твердости и меньших остаточных напряжений, при этом усталостная прочность снижается только на 4...5 %.

Наибольшее применение из процессов нанесения защитных покрытий получило цинкование в цинкатных или аммиакатных электролитах. Цинк обеспечивает надежную катодную защиту стальных изделий.

Отходы гальванического участка (ионы тяжелых металлов, щелочи и кислоты) обезвреживаются в установке РВК 50–032М с помощью гидрооксида железа Fe(OH)_2 , который получают из стальных отходов путем электролиза. В производство возвращается до 70% обезвреженной воды. Процесс обезвреживания отходов основан на их взаимодействии с гидрооксидом железа и образованием смешанных кристаллов и химических соединений, а также с протеканием сорбционных процессов

3.5.3. Свойства гальванических покрытий

Служебные свойства деталей, восстановленных нанесением гальванических покрытий, определяются прочностью соединения покрытия с поверхностью детали, твердостью, износостойкостью, внутренними напряжениями и усталостной прочностью. Наибольшее влияние на указанные свойства оказывают следующие величины процесса: плотность и вид тока; вид, массовая доля составляющих, температура и скорость перемещения электролита у поверхности катода.

Прочность соединения покрытия с деталью зависит от подготовки восстанавливаемой поверхности, условий нанесения покрытия, структуры покрываемого материала, внутренних напряжений в покрытии и др. Межмолекулярные силы, обусловливающие скрепление, заметно проявляются, когда расстояние между взаимодействующими поверхностями соизмеримо с межатомными расстояниями. Поэтому важнейшее значение для соединения покрытия

с основой имеет удаление пленок оксидов на подготовительных операциях.

К увеличению твердости покрытий приводят уменьшение температуры и массовой доли компонентов электролита и увеличение катодной плотности тока (рис. 3. 17). Однако рост твердости с повышением плотности тока происходит до определенного предела.

Наиболее износостойки те покрытия, которые имеют достаточную твердость и вязкость. Мелкокристаллическое строение и наличие пор на поверхности, служащих масляными резервуарами, повышает износостойкость покрытий.

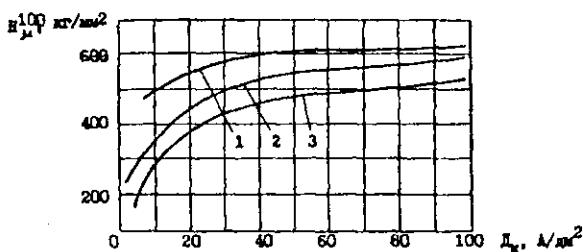


Рис. 3. 17. Влияние плотности тока D_k и температуры электролита на твердость железных покрытий и температура электролита:
1 – 60°C, 2 – 80°C, 3 – 90°C; (массовая доля $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ = 200 г/л.)

Внутренние напряжения в покрытиях оказывают большое влияние на твердость, усталостную прочность и прочность соединения с подложкой. На величину и знак внутренних напряжений значительно влияет режим электролиза.

Покрытия, полученные при низкой температуре электролита, небольшой массовой доли его компонентов и высокой катодной плотности тока, характеризуются напряженной структурой и большим запасом энергии, которая образуется из-за упругого смещения атомов от их равновесного положения. Силы, стремящиеся возвратить смещенные атомы в их равновесное состояние, и есть внутренние напряжения. Эти напряжения растут с увеличением толщины покрытий.

Растягивающие внутренние напряжения приводят к уменьшению усталостной прочности.

3.5.4. Нанесение покрытий химическим способом

Химическим способом наносят металлические и неметаллические защитные покрытия. Металлические покрытия (меди, кадмия, никеля, олова и др.) получают путем осаждения ионов металла из водного раствора его хлорида. Фосфатные, оксилатные и оксидные покрытия на поверхности металлических деталей получают путем их погружения в раствор требуемого состава и выдержки в нем при температуре до 200°C.

Основой процесса химического никелирования является реакция восстановления никеля из водных растворов его солей гипофосфитом натрия. Осажденное покрытие имеет полублестящий металлический вид, аморфную структуру и является сплавом никеля с фосфором. Для повышения защитных свойств никелевых покрытий применяют термооксидирование деталей в воздушной среде при температуре 900°C в течение 1 часа. В результате процесса на поверхности никеля образуется слой NiO сине-зеленого цвета толщиной 5...7 мкм.

Фосфатирование – процесс осаждения на поверхность металла нерастворимых в воде фосфорокислых соединений. Фосфатирование стали и чугуна производится раствором препарата «мажеф» (по начальным буквам составляющих – марганца, железа и фосфорной кислоты). Полученная фосфатная пленка толщиной 7...50 мкм имеет черный цвет и пористую структуру. Пленка прочно соединена с основой. На пленке хорошо закрепляются лакокрасочные материалы, она обладает большой электропробивной прочностью (до 1000 В).

Оксидные пленки на стальных деталях образуются в горячих растворах щелочи в присутствии некоторых окислителей. Сущность процесса заключается в образовании на поверхности плотных пленок из смеси оксидов железа. Цвет оксидной пленки зависит от технологии ее получения и толщины, марки металла и вида механической обработки. Толщина пленки достигает 0,5...0,8 мкм при щелочном оксидировании и до 10 мкм – при высокотемпературных процессах.

3.6. Применение пластических масс

3.6.1. Виды и свойства пластических масс

Пластические массы – это материалы на основе полимеров, способные под влиянием повышенных температур и давлений принимать заданную форму и сохранять ее в обычных условиях. Основная часть пластмасс – полимер, который связывает все компоненты. Полимерные материалы – вещества, состоящие из больших молекул, каждая из которых представляет собой особое соединение большого количества молекул–мономеров.

, Большинство полимеров получают искусственным путем в результате реакций синтеза – полимеризации или поликонденсации. Схема реакции полимеризации $nM \rightarrow M_n$ (побочные продукты не выделяются). Схема реакции поликонденсации $nM \rightarrow M_n + R$ (с выделением низкомолекулярных побочных продуктов – воды, амиака, спирта, хлористого водорода и др.). Полимерные материалы имеют аморфную или кристаллическую структуру (чаще аморфную). С увеличением доли кристаллической структуры улучшается износостойкость материала, а с увеличением доли аморфной структуры – эластичность.

Кроме полимера в состав пластмасс входят наполнители, пластификаторы, отвердители, красители, катализаторы (ускорители) и другие добавки.

По степени обратимости состояний при нагреве и охлаждении пластмассы делятся на термореактивные и термопластичные. Термопластичные пластмассы сохраняют начальные свойства после расплавления и затвердевания, а термореактивные пластмассы при нагревании необратимо разрушаются.

Пластмассы применяют для изготовления деталей, нанесения восстановительных покрытий (в т.ч. износостойких), склеивания металлов, заделки трещин, герметизации стыков и в других случаях.

Промышленное значение имеют такие виды пластических масс: полиамидная, полистирольная и полиэтиленовая крошка, мелкодисперсные порошки из полиамида, поливинилбутираля и полиэтилена низкого давления, синтетические (конструкционные) клеи, эпоксидные смолы.

Поликацетамид – представитель полiamидных смол поставляется в виде гранул. Материал стоек к щелочам, маслам, ацетону, спирту, бензину и др. Он применяется для изготовления подшипников и шестерен и для нанесения износостойких и декоративных покрытий на металлические поверхности. При температуре ниже нуля приобретает повышенную жесткость.

Полиэтилен – относительно твердый пластичный полимер с температурой плавления 120...130°C. Он эластичен даже при низкой температуре, применяется для изготовления труб и защитных покрытий, а также как изоляционный и упаковочный материал.

Фторопласт – продукт полимеризации этилена с температурой плавления 327°C, в котором все атомы водорода замещены фтором. По химической стойкости превосходит все известные металлы, в т.ч. золото и платину. Низкий коэффициент трения и высокая износостойкость допускают его длительную эксплуатацию при температуре до 250°C. Область применения его ограничена практически нулевой адгезией к металлам.

Волокнит – представляет собой пресс-материал, состоящий из фенольно-формальдегидной смолы, хлопковой целлюлозы и различных добавок. Из него изготавливают крышки и корпусные детали.

Стекловолокнит по сравнению с волокнитом имеет более высокие механические и электроизоляционные свойства. Его наполнителем являются стекловолокно и стеклолента. Применяют для изготовления деталей машин с повышенной прочностью и теплостойкостью.

Наибольшее распространение в ремонте получили полимерные композиции на основе эпоксидных смол. Под эпоксидными смолами понимаются полимеры, содержащие в своих молекулах эпоксидные группы $\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{O}$,

, которые обладают высокой реакционной способностью. Сырьем для производства смол служат газы – продукты нефтепереработки. Наиболее часто применяют смолы марок ЭД-16 и ЭД-20. Эпоксидные смолы обладают высокой адгезией к металлам и хорошо сочетаются с другими синтетическими смолами. При взаимодействии с аминами и кислотами эти смолы при затвердевании приобретают значительную теплостойкость и прочность. Эпоксидные смолы до отвердевания растворяются в ацетоне, толуоле и других растворителях.

Композиции на основе эпоксидных смол включают в себя четыре и более вида компонентов. Пластификаторы обеспечивают снижение хрупкости, повышение ударной вязкости и стойкости к температурным колебаниям. В качестве пластификаторов применяют дигидрофталат (ДБФ), триэтиленгликоль (ТЭГ-1), синтетический (карбоксилированный) каучук (СНК-10-10) и тиокол. Непосредственно перед употреблением в композицию вводят отвердитель. В качестве отвердителей применяют полистиленполиамин (ПЭПА), аминофенол (АФ-2), фтористый бор BF₃. Последний отвердитель переводит композицию в твердое состояние даже при отрицательных температурах. Нехватка отвердителя удлиняет процесс отвердения, а избыток – вызывает хрупкость материала. Наполнители играют важную роль в сближении коэффициентов термического расширения композиции и покрываемого материала, в повышении механической прочности, модуля упругости и теплостойкости шва, в изменении вязкости и уменьшении усадки. Наполнители снижают стоимость композиции. Чугунный порошок, закись железа, тальк, кварцевая и слюдяная мука изменяют в необходимых пределах значения коэффициента термического расширения покрытия, а графит и дисульфид молибдена снижают темп его изнашивания.

Термореактивные порошки применяют для изготовления деталей, не испытывающих значительных нагрузок. Термопласти применяют для газопламенного нанесения покрытий при ремонте кузовных панелей.

Клей в своем большинстве представляют растворы синтетических смол в растворителях (в т.ч. в спиртах).

В ремонтном производстве наибольшее применение получили полиамиидные смолы, полизилен, волокнит, стекловолокнит, составы на основе эпоксидных смол, синтетические клеи, фторопласти, термопласти.

Применение полимерных материалов в ремонтном производстве обеспечивает снижение массы деталей, сокращение трудоемкости и затрат на ремонт техники. При восстановлении деталей используют положительные свойства полимеров такие как:

- небольшую плотность – пластмассы в среднем в два раза легче алюминия и в 5 ...8 раз легче черных и цветных металлов;

- повышенную химическую стойкость к действию агрессивных сред (влаги, кислот, щелочей) – это свойство дает возможность заменять нержавеющие стали и цветные металлы полимерами;
- высокие триботехнические и антифрикционные свойства (малый коэффициент трения, хорошую износостойкость и высокую способность к приработке) – благодаря высокой стойкости полимерных материалов против истирания они применяются в узлах трения;
- хорошие диэлектрические свойства – полимеры являются основными электроизоляционными и конструкционными материалами в электропромышленности; шумопоглощающие и звукоизолирующие свойства;
- вибростойкость – полимеры обладают способностью гасить динамические колебания при знакопеременных нагрузках, что способствует повышению долговечности деталей и узлов машин.

Недостатки пластмасс, по сравнению с металлами, сводятся к их быстрому старению, малой теплопроводности и небольшой прочности.

3.6.2. Технология и оборудование при восстановлении деталей пластическими массами

Детали из термопластичных материалов изготавливают литьем под давлением на литьевых машинах (рис. 3. 18), а детали из термореактивных материалов получают прессованием порошков в пресс-формах под прессом. В обоих случаях материал нагревают до плавления или до размягчения. Если необходимо нанести восстановительное термопластичное покрытие на элемент изношенной детали, то этот элемент помещают в пресс-форму.

Процесс приготовления эпоксидной композиции следующий. Смолу разогревают при температуре 60...70°C до жидкого состояния и вводят в нее необходимое количество дибутилфталата (табл. 3. 3). После тщательного перемешивания веществ вводят наполнитель и непосредственно перед употреблением вводят отвердитель. В течение 25...30 мин композиция должна быть использована. Эпоксидные композиции относятся к термореактивным пластмассам, которые при нагревании переходят в неплавкие и нерастворимые вещества.

Токсичная композиция во время приготовления становится безвредной после полного отвердения.

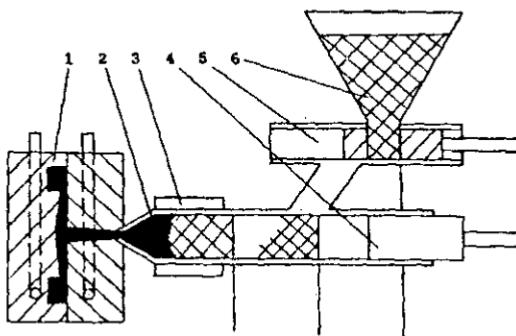


Рис. 3. 18. Схема литьевой установки:

1—пресс-форма; 2—нагревательный цилиндр; 3—нагреватель; 4—поршень; 5—дозатор; 6—бункер.

Область применения эпоксидных композиций следующая. Составы 3, 4 и 8 применяют для заделки трещин и пробоин на стенках корпусных деталей, заделки трещин на стенках емкостных деталей (баков, радиаторов) и герметизации мест сварки или пайки. Внутренние трущиеся поверхности втулок и вкладышей восстанавливают составами 5, 6 и 7. Изношенные шейки валов или опоры подшипников в корпусных деталях восстанавливают составами 6, 7 и 8. Износы наружных поверхностей втулок и резьб устраниют составами 1, 2, 3 и 9. Трещины и пробоины в аккумуляторных батареях и электроизолирующих деталях заделяют составом 3.

Тонкослойные покрытия наносят в псевдоожженном слое и газопламенным напылением из термопластичных, сухих, некомкающихся порошков с размерами частиц 0,10...0,35 мм из полистирина, капролона и полиамида, поливинилбутираля и др. Преимущество нанесения порошков заключается в возможности восстановления металлических деталей сложной формы.

Сущность нанесения покрытия в псевдоожженном слое заключается в том, что очищенную предварительно нагретую деталь, помещают на определенное время в камеру, где находится во взвешенном состоянии порошок пластмассы. При контакте с нагретой деталью порошок оплавляется и образует тонкослойное покрытие.

Таблица 3.

Составы композиций на основе эпоксидных смол.

№	Количество компонентов					Свойства	
	Эпоксидная смола		ДБФ	ПЭГ А	Наполнитель		
	ЭД-16	ЭД-20					
1	100	-	15-20	10-11	-	Маловязкая композиция	
2	-	100	10-15	12-13	-	то же	
3	100	-	15-20	10-11	Молотая слюда, 40	Высоковязкие композиции, не стекающиеся с наклонных поверхностей	
4	100	-	20	10-11	Молотая слюда, 40; алюминиевая пудра, 5; белая сажа, 35	то же	
5	100	-	15	10-11	Графит, 40-50	Хорошая теплопроводность, низкий коэффициент трения, высокий модуль упругости	
6	100	-	15-20	10-11	Железный порошок, 120; графит, 20	то же	
7	-	100	10	12-13	Стальной порошок, 150; графит, 25	то же	
8	100	-	15-20	10-11	Железный (чугунный) порошок, 150	высокий модуль упругости	
9	100	-	45	9	-	Высокая адгезионная и когезионная прочность	

Схема устройства для нанесения такого покрытия приведена на рисунке 3. 19. Азот или сжатый воздух из баллона 1 через редуктор 2 поступает в нижнюю часть камеры 4, которая разделена на две части перистой перегородкой 3. Газ, проходя через перегородку, поднимает порошок во взвешенное состояние, в результате чего образуется, как бы кипящая среда, объем которой по сравнению с объемом порошка,

находящегося в спокойном состоянии, увеличивается более чем в два раза.

Первоначальный слой порошка в спокойном состоянии должен быть не менее 80...100 мм и располагаться так, чтобы газ, проходящий через пористую перегородку, не пробивал этот слой в отдельных местах. При толщине слоя порошка полиамида 100 мм и толщине войлочной перегородки 40 мм давление газа должно быть около 0,4 МПа. Хорошо очищенный от масла и влаги азот применяют при использовании порошков поламида и других пластмасс, склонных к

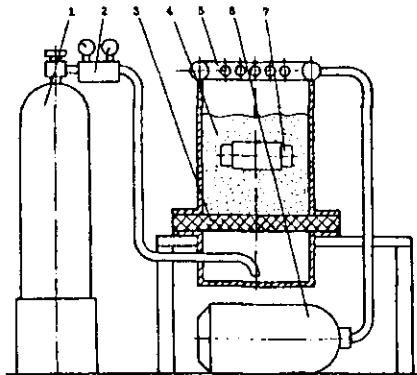


Рис. 3. 19. Установка для нанесения пластмассовых покрытий в псевдоожженном слое:

- 1—баллон; 2—редуктор давления; 3—пористая перегородка; 4—камера;
5—вытяжное устройство; 6—пылесос, 7—деталь.

окислению кислородом воздуха.

Толщина покрытия зависит от температуры нагрева детали, времени выдержки ее в рабочей зоне, температуры плавления порошка и его теплопроводности.

Процесс газопламенного нагрева порошковых пластмасс заключается в следующем. Струя сжатого воздуха с взвешенными частицами порошка пластмассы проходит через факел воздушно-акрилонового пламени. Частицы порошка оплавляются под действием тепла пламени и, попадая на поверхность детали, подогретой до

температуры, близкой к температуре плавления материала, прочно соединяются с металлом.

Способом газопламенного напыления можно наносить покрытия на детали из стали, чугуна и цветных металлов, требующих защиты от влаги и от химически активной среды. Поверхность, подлежащая газопламенному напылению, должна быть шероховатой и тщательно очищена.

Хорошо освоен процесс газопламенного напыления полистирила, полиамида и битумов. Для нанесения покрытий из поливинилхлорида в него добавляют равную долю пластификатора (трикрезолфталата). При нанесении композиции не требуется предварительного подогрева поверхности изделия. Это дает возможность использовать покрытия для защиты не только металлических поверхностей, но и из других материалов. Наныляемая поверхность перед нанесением покрытия покрывается kleem (раствором перхлорвиниловой смолы в поливинилацетате), который обеспечивает повышение надежности и прочности покрытия.

Для шпатлевания поверхностей перед нанесением лакокрасочных покрытий применяют синтетический порошок ПФН-12 или ТПФ-37. Покрытие наносят с помощью установок УПН-4Л, УПН-6-63 и др. Процесс нанесения порошков следующий. На наныляемой поверхности создают шероховатость для увеличения площади соединения металла с пластмассой. После механической очистки поверхность обезжирают ацетоном или уайт-спиритом и нагревают до температуры 210...260°C. Термопластичный порошок подают в струе сжатого воздуха под давлением 0,4...0,6 МПа. Порошок расплывается под действием тепла предварительно нагретого металла и пламени газокислородной горелки, и образует мягкую массу, которую тщательно укатывают металлическим катком. До этого каток находится в холодной воде, чтобы к нему не прилипала пластмасса.

Разновидностью процесса является теплолучевой способ, который основан на том, что в поток светотепловых лучей подают струю порошкового полимера, частицы которого плавятся и с большой скоростью наносятся на восстанавливаемую поверхность, образуя покрытие (рис. 3. 20).

В качестве нагревателя применяют кварцевые лампы НИК-200. Воздушно-порошковую смесь подают аппаратом 2 вибровихревого

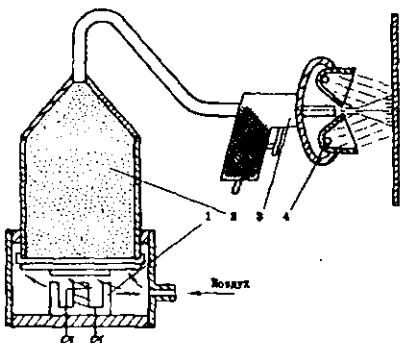


Рис. 3. 20. Схема устройства для теплолучевого напыления:
1—вибратор; 2—порошковый питатель; 3—щелевой распылитель; 4—
кварцевые лампы с параболическими отражателями.

типа с насадкой для распыления. Смесь поступает по шлангу к щелевому распылителю 3.

Теплолучевое распыление эффективнее газопламенного в 1,5 ... 1,8 раза. При этом расход материала сокращается на 25... 30%, расход энергии – в 3,5...4 раза, физико-механические свойства покрытия повышаются.

Способ применяют для нанесения декоративных покрытий на детали внутреннего интерьера транспортных средств. Покрытие наносят на вращающуюся деталь, после чего она сушится в тепле осветительных ламп с зеркальными отражателями в течение 50...60 мин.

3.6.3. Клеевые композиции

Клей в ремонтном производстве применяют для склеивания металлов как между собой, так и с другими материалами. Клеевой слой является изолирующей прокладкой, поэтому склеивание металлов с различными электродными потенциалами не вызывает возникновения очагов контактной коррозии.

Адгезия поверхностей при склеивании обеспечивается главным образом силами притяжения друг к другу полярных молекул, которые стремятся занять такое положение, чтобы положительные и

отрицательные заряды их были нейтрализованы. При этом условии потенциальная энергия на поверхности соприкосновения материалов минимальная и всякое изменение ее требует приложения значительных усилий. Для большинства синтетических клеевых материалов наиболее распространена ковалентная связь.

Прочность клеевого соединения зависит от толщины его слоя (рис. 3. 21). Прочность тем выше, чем тоньше клеевая пленка. Такое повышение прочности склеивания объясняется ориентирующим влиянием твердой поверхности на формирование клеевых волокон. Для большинства клеев оптимальная толщина пленки составляет 0,05...0,25 мм.

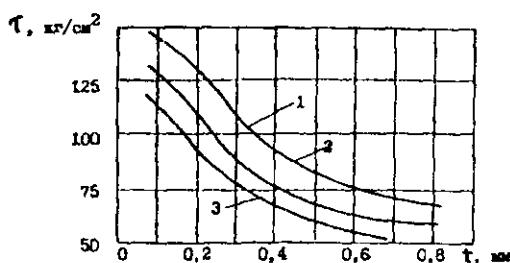


Рис. 3. 21. Зависимость прочности клеевого соединения при сдвиге (клей ПУ-2 на дюралюминий) от толщины t клеевой прослойки: 1— при 20°C; 2—при 60°C; 3—при 60°C.

При ремонте машин для склеивания металлов, неметаллов и их сочетаний широко применяют следующие клеи:

- фенольно-поливинилакетальныe — БФ-2, БФ-4, в т.ч. с кремнийорганическими и другими добавками — ВС-10Т и ВС-350;
- фенольно-каучуковые — ВК-3, ВК-4, ВК-13, ВК-32-200;
- кремнийорганические — ВК-2, ВК-8, ВК-10, ВК-15, К-300;
- эпоксидные — ВК-32ЭМ, ВК-1, ВК-1МС, ВК-9, К-153, эпоксиды П и Пр, КЛН-1;
- полиуретановые — ПУ-2, ВК-5;
- метилполиаднофенольный — МПФ-1;
- фенольно-формальдегидный — ВИАМ-Б3;

на основе наиритового каучука и фенольной смолы – 88НП.

Клеи выпускают в виде готовых пленок или в виде компонентов, смешиваемых перед употреблением.

Для склеивания металлов между собой и с неметаллами применяют клеи: БФ-2, БФ-4, ВС-10Т, ВС-350, ВК-3, ВК-4, ВК-13, ВК-32-200 ВК-2, ВК-8, ВК-10, ВК-32ЭМ, ВК-1, ВК-1МС, ВК-9, К-153, элоксида П и Пр, КЛН-1 ПУ-2, ВК-5, МПФ-1.

Склейивание тканей и приклеивание различных материалов к металлам производят kleями ВК-32-200, 88ПН. Резину к металлам приклеивают kleями 88ИИ и лейканат.

Процесс склеивания деталей включает такие операции: подготовку склеиваемых поверхностей, нанесение kleя, выдержку поверхностей в открытом положении, сборку, выдержку под давлением, выдержку вне пресса, обработку шва, проверку качества.

Подготовка склеиваемых поверхностей заключается в подгонке их друг к другу, очистке и придании им необходимой шероховатости. Плотная подгонка поверхностей делается с целью создания условий для молекулярного взаимодействия между kleем и склеиваемыми поверхностями при оптимальной толщине kleевой пленки. Грязь, масло и жиры тщательно удаляют с поверхности органическими растворителями. Это создает условия повышенной адгезии с металлом промежуточных слоев kleевой композиции. Увеличение фактической площади склеивания достигают механической обработкой (резанием лезвийным инструментом или абразивной шкуркой, дробеструйной обработкой) или травлением в водных растворах кислот и их солей.

Качество kleевого шва в значительной степени зависит от условий нанесения kleя. Исходное состояние kleев различно: жидкое, пастообразное, твердое, в виде пленки, порошка, прутка, а поэтому и способы их нанесения на склеиваемые поверхности различные.

Контроль качества склеивания производится выборочно путем измерения механических характеристик шва.

3.6.4. Уплотнение стыков

Для уплотнения стыков деталей применяют герметизирующие мастики, пасты и прокладки.

Невысыхающие пасты и замазки УН-01 и У-20 выпускают на основе полизобутилена. Герметики 14НГ-1 и 14НГ-2 изготавливают

на основе этиленпропиленового каучука. Материал У-20А применяют для герметизации резьбы, заклепочных соединений, резины со стеклом, сопряжений типа «водяной патрубок – выпускная труба» и «корпус водяного насоса – крышка». Материал УН-25 повышает маслостойкость прокладок. Уплотняющие материалы обладают противошумными и антикоррозионными свойствами.

Эластосил 137-83 вулканизируется при контакте с влагой воздуха с образованием резиноподобного материала (диапазон рабочих температур – 60...+30°C). Средство применяют для неподвижных соединений, работающих в водяной, воздушной и масляной средах.

Посадку гильз в блоке цилиндров уплотняют силиконовым герметиком КЛТ-30Б. Применение эластомера ГСИ-150 перспективно для восстановления натягов и герметизации соединений.

Для уплотнения стыков в узлах машин служит новый вид герметизирующего материала – жидкие уплотняющие прокладки. Применение их повышает надежность соединений при одновременном снижении расхода традиционных прокладочных материалов. Они представляют собой вязкие массы или пасты на основе полимеров (полиэтилена, полизобутилена, поливинилхлорида, поливинилбутираля, силиконовых или бутадиен-акрилонитрильных каучуков), содержащих необходимые добавки. Прокладки обладают высокой стойкостью к вибрациям и ударам, они могут применяться в широком диапазоне температур и давлений, не вызывая коррозии в процессе эксплуатации.

Прокладки ГИПК (Государственного института полимерных kleев) не прилипают к уплотняемым соединениям, а после разборки узлов легко удаляются с поверхности разъема. Удельный расход материала составляет 200...400 г на квадратный метр.

Жидкие прокладки по сравнению с твердыми свободно меняют свою форму и легко заполняют все микродефекты уплотняемых поверхностей, тем самым обеспечивают полную герметизацию стыка. Это уменьшает требования к пригонке сопрягаемых поверхностей, снижает износ соединений и трудоемкость их восстановления.

Жидкая уплотняющая прокладка ГИПК-242 предназначена для герметизации неподвижных соединений стыков деталей, работающих в водяной, пароводяной и воздушной средах.

Жидкая уплотняющая прокладка ГИПК-244 применяется для герметизации неподвижных соединений деталей и узлов, работающих в

воздушной, водяной, пароводяной, щелочной, кислотной и маслобензиновой средах. Прокладка ГИПК-244А служит для герметизации фланцевых соединений с рабочим давлением до 0,6 МПа и штуцерных соединений с рабочим давлением до 4 МПа. Прокладка ГИПК-244Б уплотняет соединения, работающие под давлением 8...15 МПа, при этом рабочие поверхности могут иметь коррозионный износ и неустранимые зазоры более 0,2 мм.

Жидкие прокладки вначале разогревают до температуры 80°C, а затем их наносят тонким слоем на одну из сопрягаемых поверхностей с помощью шпателя. Составы наносят слоем до 0,5 мм.

Жидкая прокладка ВАТТ-3 (промышленная марка КЛТ-75), разработанная на основе самовулканизирующегося низкомолекулярного силоксанового каучука, затвердевают в течение 10 мин. Агрегат, в котором герметизировано соединение с помощью этого материала, допускается к работе через 20...30 мин после его нанесения. Работоспособность этой прокладки сохраняется в течение 3 лет, а длительность хранения – более 5 лет. Она надежно заменяет картонные, паронитовые и резиновые прокладки, а в отдельных случаях – асbestosвые, пробковые и фибрковые материалы.

Жидкая прокладка ВАТТ-3 позволяет восстанавливать поврежденные металлоасбестовые прокладки, шланги и изоляцию электрических проводов.

3.7. Механическая обработка восстанавливаемых деталей

Механическая обработка применяется для подготовки поверхностей под нанесение покрытий, получения как номинальных, так и ремонтных размеров деталей, а также для упрочнения поверхностей.

Механическая обработка ремонтных заготовок является основным средством достижения точности геометрических параметров деталей (размеров, формы элементов, взаимного расположения поверхностей, шероховатости и волнистости). На операции механической обработки приходится от 50 до 60 % общей трудоемкости восстановления деталей.

Примерное распределение числа восстанавливаемых поверхностей по признаку формы следующее (%): цилиндрических –

65, конических и сферических – по 5, плоскостей – 20 и резьб – около 7. Наибольшее количество восстанавливаемых элементов приходится на цилиндрические и плоские поверхности. Среди цилиндрических поверхностей около 60 % отверстий и 40 % шеек. Эти распределения вместе с распределениями толщин, значений физико-механических свойств материала припусков и требуемой точности поверхностей дают представление о видах и количестве оборудования для механической обработки.

Толщина восстановительных покрытий состоит из двух составляющих. Первая составляющая соответствует расстоянию от окончательно обработанной поверхности до поверхности, на которую наносят покрытие. Вторая составляющая – это припуск на обработку. Значение толщины Z наносимого покрытия рассчитывают по дополненной формуле В. И. Кована:

$$Z = \left[\frac{(d_n - d_{n_1})}{2} \text{ (вал) или } \frac{(D_{n_1} - D_n)}{2} \text{ (отв)} \right] + \\ + \sum_i^n \left(R_{ni} + T_i + \sqrt{\delta_i^2 + \delta_{oi}^2 + \delta_{ji}^2 + \delta_{phi}^2 + \delta_{pri}^2} \right),$$

где D_n , d_n – номинальные размеры элементов; D_{n_1} , d_{n_1} – размеры изношенных элементов; $i = 1, n$ – операции механической обработки; R_{ni} – высота неровностей слоя перед механической обработкой на i -й операции; T_i – глубина поврежденного слоя; δ – пространственные отклонения поверхности; δ_{oi} , δ_{ji} , δ_{phi} – соответственно, погрешности базирования, закрепления и формы детали; δ_{pri} – погрешность приспособления.

3.7.1. Особенности механической обработки ремонтных заготовок

Механическая обработка заготовок при ремонте машин отличается от изготовления деталей из отливок, проката или поковок. Это объясняется такими причинами: преднамеренным разрушением некоторых технологических баз в конце процесса изготовления деталей; износом или повреждением группы баз во время работы машины; деформацией деталей в эксплуатации; небольшими значениями

толщины припусков, материал которых, как правило, отличается от материала основы; различием в свойствах припусков при изготовлении и восстановлении деталей; требованием обеспечения необходимой точности взаимного расположения поверхностей, обрабатываемых при ремонте, и поверхностей, обрабатываемых при изготовлении, а при ремонте остающихся необработанными.

Восстановительно-упрочняющие покрытия отличаются особыми свойствами. Наплавленные покрытия, например, имеют высокую твердость, они неоднородны по строению и химическому составу, пористые, а их наружная поверхность неровная. Ряд гальванических покрытий имеет высокую твердость и в них присутствует гидрооксиды, однако, покрытия железнения, наоборот, мягкие и имеют значительную вязкость. Многие газотермические покрытия имеют низкую прочность соединения с основой. Полимерные покрытия хрупкие, обладают плохой теплопроводностью и низкой температурой плавления или начала разрушения.

Эти причины объясняют назначение иных режимов обработки ремонтных заготовок, видов и геометрии инструмента, а также применяемых СОЖ. Копирование технологии механической обработки деталей при изготовлении машин для целей их ремонта не приводит к оптимальным результатам.

3.7.2. Выбор технологических баз при механической обработке восстанавливаемых деталей

Технологические базы (по ГОСТ 21495-76) – это поверхности, линии, точки на поверхности заготовки, которые определяют ее положения в переходах установки и ориентирования при обработке и сборке. От обоснованного выбора технологических баз зависят правильность расположения контура детали в заготовке, точность взаимного расположения поверхностей, в обработанной детали, сложность приспособлений, производительность и точность обработки.

Технологический процесс обработки разделен на ряд установов. Технологическая база для первого установка заготовки обеспечивает правильное «выкраивание» из нее будущей детали. Эта база используется один раз и в качестве нее выбирают поверхности, остающиеся необработанными. Если с одной из обрабатываемых поверхностей следует снять минимальный припуск, то эта поверхность

используется в качестве первой базы. При выборе этой базы решается задача равномерного распределения припусков между последующими операциями обработки.

Затем решают задачу обеспечения точности взаимного расположения поверхностей. Здесь учитывают принцип совмещения технологических и измерительных баз и в качестве баз выбирают

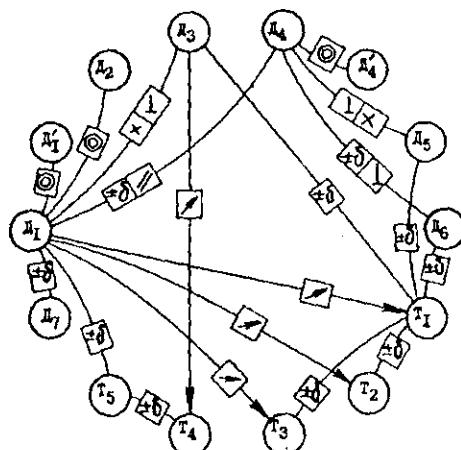


Рис. 3. 22. Граф основных поверхностей блока цилиндров и их отношений: D1 и D1' – соответственно, отверстия в крайних и средних коренных опорах; D2 – отверстие в картере сцепления; D3 – отверстия под гильзы; D4 и D4' – соответственно, отверстия в крайних и средних втулках распределительного вала; D5 – отверстия под толкатели; D6 – отверстие под привод распределителя; D7 – отверстие под стартер; T1 и T2 – соответственно, передний и задний торцы первой коренной опоры; T3 – торец картера сцепления; T4 – торец под гильзу; T5 – поверхность под головку цилиндров;

- ◎ – соосность отверстий;
- ↗ – биение поверхности;
- ⊥ – неперпендикулярность осей (поверхностей);
- // – непараллельность осей (поверхностей);
- X – непересечение осей;
- ±δ – линейное отклонение.

поверхности наибольшей площади.

Точность взаимного расположения поверхностей в значительной мере обеспечивается выбором связного множества базирующих поверхностей. Во всех установках технологические базы должны совпадать с измерительными, а обработанные поверхности на данном установке должны быть использованы в качестве измерительных баз для последующего установки. Указанное множество баз может быть выбрано из графа отношений основных поверхностей ремонтной готовки.

По признаку направленности связей между поверхностями восстанавливаемой детали имеется два вида отношений. Подмножество упомянутых первого вида содержит поверхности, строго от которых производят измерения. Такие отношения изображаются ориентированными дугами, выходящими из измерительных баз. Эти отношения включают, например, параметр «биение поверхности». Подмножество второго вида изображается неориентированными ребрами. В паре поверхностей, связанных ребром, любая поверхность может быть выбрана в качестве измерительной базы.

Необходимо учесть, что при восстановлении деталей обеспечивают необходимую точность параметров взаимного расположения поверхностей двух групп. Первую группу поверхностей обрабатывают при ремонте, а вторую группу поверхностей обрабатывают ранее при изготовлении детали и при ремонте оставляют без изменения.

С учетом направленности отношений на поверхностей, графы могут быть упорядочены разбиением их на слои путем выделения зершин, не имеющих предков.

Множество основных поверхностей блока цилиндров, участвующих в базировании и обработке, и их отношения представлены на рис. 3. 22. Результат упорядочения множества поверхностей имеется на рис. 3. 23. Две вершины упорядоченного графа: Т5 – плоскость под головку цилиндров и Д3 – поверхности отверстий под гильзы находятся в верхнем уровне графа. Эти поверхности при восстановлении не обрабатывают. Во втором и третьем слоях графа находятся три узловые вершины: Д1 – поверхности коренных опор, Т1 – передний торец

первой коренной опоры, Д4 – поверхности отверстий во втулках распределительного вала. Относительно трех последних узловых

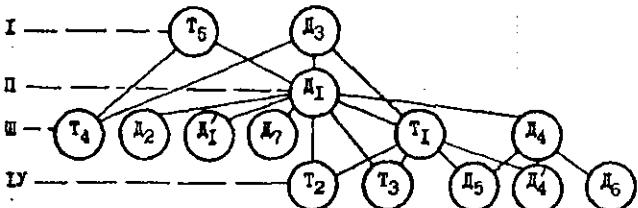


Рис. 3. 23. Упорядоченный граф отношений между основными поверхностями блока цилиндров.

вершин ориентированы три группы поверхностей, находящихся в предпоследнем и последнем уровне графа. В качестве технологических баз последовательно принимают вершины—поверхности Т5 и Д3, Д1, Т1 и Д4, находящиеся по отношению друг к другу и к остальным вершинам в верхних слоях графа.

На заключительных операциях обрабатываемым элементам придают правильную форму и точность размеров. На последней операции создают необходимую шероховатость поверхности без изменения достигнутых ранее значений параметров расположения и формы.

3.7.3. Процессы и инструмент

Механическая обработка восстановительно-упрочненного покрытия включает блоки операций: черновых, чистовых и отделочных.

Восстанавливаемые поверхности в зависимости от толщины и твердости снимаемого слоя проходят лезвийную и (или) абразивную обработку.

Лезвийная обработка резцами из быстрорежущих сталей или твердых сплавов применяется в том случае, когда припуск на обработку превышает 0,25 мм на сторону и твердость материала не превышает 3000 МПа (HRC 35...45). Механическую лезвийную обработку наплавленных и напыленных покрытий выполняют в несколько ходов. Скорость резания при черновом точении уменьшают на 30...60%, а при чистовом — на 20...40% по сравнению со скоростью обработки нормализованной стали 45.

Электролитические железные покрытия точат резцами из твердых сплавов Т5К10 или Т15К6 обычной геометрии.

Детали из пластмасс обрабатывают на больших скоростях резания. Термопласти обрабатывают резцами, снаженными пластинками из твердых сплавов ВК-6 и ВК-8 со скоростью резания 300...600 м/мин и подачей до 0,4 мм/об. Термореактивные пластмассы обрабатывают теми же резцами, но со скоростью резания 200 ...500 м/мин и подачей до 0,3 мм/об.

Качество поверхностей и производительность обработки значительно повышаются при использовании инструментальных материалов в виде, минералокерамики и поликристаллических сверхтвёрдых материалов (ПСТМ).

Термически обработанные стали и чугуны, и наплавленные покрытия обрабатывают резцами, оснащенными пластинками из минералокерамики В3, ВОК-60, ВОК-63.

Применение в ремонтном производстве инструмента, оснащенного ПСТМ на основе кубического нитрида бора, существенно улучшает технико-экономические показатели процесса резания наплавленных и напыленных покрытий. Для черновой обработки покрытий высокой твердости (в том числе и по корке) целесообразно применять ПСТМ – киборит. Чистовую и отделочную обработку ведут инструментами с рабочей частью из композитов: 01 (эльбор-Р), 02 (белбор), 05 и 09 (ПТНБ), 10 (гексанит-Р), 10Д (двухслойные поликристаллы) и другими материалами на основе кубического нитрида бора. Наиболее работоспособны из ПСТМ – киборит и композит-10. Высокая теплопроводность киборита обуславливает высокую износостойкость резцов при скорости резания до 200 м/мин. Материал киборит выпускают в виде пластин круглой формы диаметром 7...9мм и толщиной до 3 мм.

Наиболее изучены способы обработки материалов мартенситного класса, наплавленных способами вибродуговой наплавки и электродуговой наплавки под слоем флюса, наплавленных порошковыми проволоками и электродными лентами, а также напыленных покрытий из материалов системы Ni-Cr-B-Si и керамических покрытий из Al_2O_3 . Большой эффект получен при точении покрытий из порошка ПР-Н80Х13С2Р, нанесенного газопорошковой наплавкой, и покрытий из порошка ПГ-СР3, нанесенного плазменным напылением.

При обработке наплавленных покрытий инструментом из киборита достигают производительности 5...10 см³/мин, а напыленных покрытий – 10...20 см³/мин.

В целом стойкость резцов и фрез из ПСТМ выше стойкости инструмента из твердого сплава Т15К6 в 20...30 раз.

Наиболее эффективная область применения инструментов из ПСТМ – высокоскоростная обработка твердых покрытий (до HRC 68) с малой толщиной срезаемого слоя (0,2...0,5 мм). Процесс резания характеризуется малыми энергетическими затратами, небольшим нагревом детали, низкой шероховатостью и высоким качеством поверхностного слоя. Однако процесс предъявляет высокие требования к жесткости и техническому состоянию оборудования.

В целом стойкость резцов из СТМ выше стойкости инструмента из твердого сплава Т15К6 в 20...30 раз. Стойкость инструмента из киборита, по сравнению с эльбором-Р увеличилась в 2 раза, а производительность повысилась в 6...11 раз при практически одинаковой шероховатости обработанных поверхностей.

Лезвийная обработка инструментальными материалами из ПСТМ в ряде случаев заменяет шлифование и позволяет получить шероховатость поверхности Ra 1,25...0,63 мкм, а при использовании жесткого оборудования и специального инструмента – Ra 0,20...0,18 мкм.

Если твердость ремонтной заготовки не позволяет применить лезвийную обработку или когда необходимо получить высокую точность детали с малой шероховатостью поверхностей, то применяют абразивную обработку.

Ремонтные заготовки с твердым покрытием на основе железа, например сормайтом, шлифуют способом врезания. Применяют шлифовальные круги из хромистого электрокорунда марки 34А или из карбida кремния марки 64С. Гальванические покрытия шлифуют абразивными кругами из электрокорунда нормального марки 14А и электрокорунда белого марок 22А...25А. Напыленные покрытия и поверхности деталей из алюминиевого сплава шлифуют кругами из хромисто-титанистого электрокорунда марок 91А... 95А.

При обработке оплавленных покрытий из никельборкремниевых сплавов рекомендуются круги 64С зернистостью М25, М40 твердостью СМ1-СТ1. Шлифование покрытий типа ПГ-СР4 можно вести алмазными кругами АСКМ, АСК, АСВ зернистостью

200/160 на металлической связке. Алмазное шлифование применяется в ремонтном производстве и для заточки и доводки режущего и мерительного инструмента.

Процесс шлифования сопровождается выделением большого количества тепла и деформацией поверхностного слоя на глубину до 50 мкм. В этом слое возникают значительные растягивающие напряжения. Неправильно выбранные режимы резания, затупленные зерна и «засаленный» круг приводят к структурным изменениям поверхностного слоя покрытия, образованию прижогов и шлифовальных трещин. Прижоги при шлифовании снижают предел выносливости на 30 %, а шлифовальные трещины – до трех раз. Поверхностное обезуглероживание и снижение твердости только на 5 единиц НРС уменьшает долговечность, например, зубчатых зацеплений в 2...3 раза. Поэтому при шлифовании покрытий значения режимов следует выбирать значительно меньшие, чем при обработке монолитных материалов.

Финишные операции обеспечивают необходимые форму и размеры восстанавливаемым поверхностям, а также свойства поверхностного слоя. В поверхностном слое недопустимо оставлять растягивающие остаточные напряжения, отпущенные участки и шлифовальные трещины. Финишные операции снимают незначительный слой металла, но уменьшают на один–два порядка значения показателей шероховатости. Тонкое шлифование выполняют абразивным инструментом с зернистостью 12...25. Снимаемый припуск за один ход не более 0,5 мкм. В конце операции необходимо выхаживание в течение 5...7 оборотов детали. Для тонкого шлифования применяют станки повышенной точности.

Суперфиниширование и полирование – процессы удаления разупрочненного на предыдущих операциях тонкого слоя и достижения необходимой шероховатости поверхности. Процесс суперфиниширования цилиндрических шеек протекает при вращении детали и осциллирующем движении мелкозернистых брусков вдоль оси шпинделя. Давление брусков на поверхность обработки составляет не более 3 МПа, оно уменьшается к завершению операции. Шейки коленчатых валов полируют на станках типа 3875 с применением абразивных лент из шлифовальной шкурки марки 15АМ40ВМ433. Лента обеспечивает большую площадь соприкосновения инструмента с заготовкой, более эффективное рассеивание тепла, лучшую

приспособленность к форме поверхности и возможность обработки галтелей.

Притирка – процесс совместной обработки деталей, работающих в паре, для получения более полного контакта рабочих поверхностей. Притирают, например, клапаны двигателей к седлам, плунжеры топливной аппаратуры к гильзам, зубчатые колеса друг к другу. Обработка происходит при относительном возвратно-вращательном движении притираемых деталей. В зону обработки подают зерна электрокорунда, карбida кремния, карбida титана, карборунда или алмазную пасту в индустриальном масле. Чтобы следы резания не накладывались друг на друга необходимо каждый последующий ход притирки начинать с нового относительного положения притираемых деталей. Этую функцию выполняет механизм углового смещения приводных шпинделей.

Хонингование – процесс доводки внутренних цилиндрических поверхностей абразивными брусками, которые закреплены в головке и совершают вращение с одновременным возвратно-поступательным движением. В процессе хонингования бруски постоянно прижимаются к поверхности детали с давлением 0,05...1,4 МПа. Хонингование дает возможность получать поверхность с точностью 5–6 квалитета и шероховатостью до 0,16 мкм. Точность обработанного отверстия составляет 0,005..0,02 мм, а овальность и конусность не превышает 0,005 мм. В качестве инструментальных материалов широко используют бруски из искусственных алмазов марки АСВ (алмазный синтетический высокопрочный) на металлической связке М1. Толщина алмазоносного слоя в брусках 1..2 мм. Зерна практически не теряют своих режущих свойств до полного истирания брусков. Алмазное хонингование по сравнению с традиционным абразивным хонингованием производительнее в 4...6 раз, улучшает шероховатость поверхности на два класса и повышает точность обработки в 1,5...2 раза.

Хонингование применяют для обработки стальных и чугунных деталей и при чистовой обработке хромовых и железных покрытий. Скорость резания при хонинговании в 20 раз меньшая, чем при шлифовании, поэтому деталь практически не нагревается, а ее поверхностные слои не претерпевают структурных изменений.

Установку и закрепление ремонтных заготовок при их механической обработке производят с помощью приспособлений, которые обеспечивают необходимую точность расположения

обрабатываемых поверхностей. Применение приспособлений повышает производительность обработки. Шатунные шейки коленчатого вала, например, точат или шлифуют в центросместителях, которые обеспечивают совмещение осей шпинделя станка и обрабатываемой шейки и точный поворот детали относительно оси коренных шеек, равный углу между кривошипами.

Растачивание применяют для обработки отверстий. В ремонтном производстве распространены расточные станки модели 278 с подвижными или неподвижными столами. Заготовки при обработке на этих станках неподвижно закреплены в приспособлениях. Важным вспомогательным переходом растачивания является совмещение осей шпинделя и обрабатываемого отверстия. Корпусные детали устанавливают на столе станка с помощью центроискателя.

Приспособление для растачивания гильзы цилиндра (рис. 3. 24) имеет следующие основные части: корпус 5, пневмоцилиндр 6 с поршнем 7, рычаг 9, траверса 1, тяги 2 и кольцо 11. Корпус представляет собой сварную конструкцию с отверстиями и кронштейном для установки частей приспособления. На корпусе 5

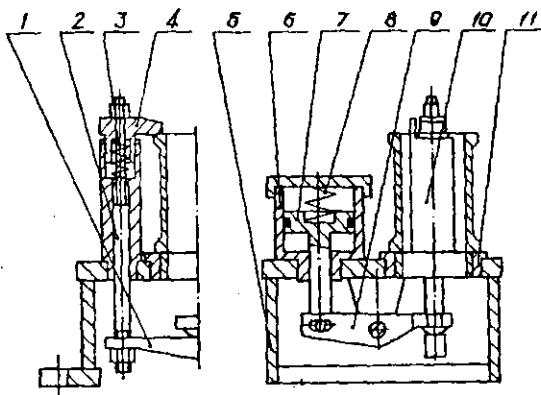


Рис. 3. 24. Приспособление для растачивания гильзы цилиндра:
1—траверса; 2—тяга; 3 и 8—пружины; 4—прижим; 5—корпус; 6—
пневмоцилиндр; 7—поршень; 9—рычаг; 10—колонка; 11—кольцо
опорное.

размещены пневмоцилиндр с поршнем, опорное кольцо и колонки 10. Колонки запрессованы в расточки корпуса. Рычаг 9 установлен на оси кронштейна и передает усилие от штока поршня на траверсу 1. Траверса, в свою очередь, соединена с тягами 2. Верхние концы тяг взаимодействуют с подпружиненными прижимами 4, которые вручную поворачиваются в колонках.

Приспособление, устанавливаемое на станке, предварительно ориентируют относительно оси шпинделя и закрепляют на столе. В отверстие корпуса запрессовывают кольцо 11 с припуском на обработку и в таком положении его растачивают и подрезают для создания опорной поверхности для детали.

Прижимы 4 разводят вручную, устанавливают обрабатываемую заготовку, затем прижимы сводят обратно и подают сжатый воздух в пространство под поршнем, что приводит к закреплению детали. После обработки гильзы выпускают сжатый воздух из цилиндра, детали приспособления возвращают в исходное положение и снимают гильзу.

СОЖ при механической обработке применяют с целью снижения изнашивания режущего инструмента, улучшения качества обрабатываемых поверхностей и повышения производительности.

Основные функции СОЖ:

- охлаждение инструмента и детали;
- расклинивающее разделение частей материала заготовки;
- граничная и гидродинамическая смазка;
- адсорбция ПАВ на вновь образованных поверхностях для облегчения пластического деформирования при разрыве металла;
- снижение диффузионного изнашивания.

Жидкие СОЖ разделяются на два больших класса: масляные и водосмешиваемые. Масляные СОЖ – это минеральные масла с присадками (или без них) различного назначения. Водосмешиваемые СОЖ содержат минеральные масла, эмульгаторы, ингибиторы коррозии, биоциды, противоизносно-противозадирные присадки, антипенные добавки, электролиты, связующие и другие органические и неорганические вещества.

При механической обработке восстанавливаемых деталей применяют СОЖ с товарными названиями: Укринол, Аквол, Эмульсол, Ивкат и др.

3.7.4. Выбор средств измерений

Выбор средств измерений производят по коэффициенту уточнения (запасу точности), на основе информационной теории измерительных устройств и по принципу безошибочности контроля. Наиболее распространенным является последний метод, при котором выбор средств измерений производят по известным значениям номинального размера d , допуска изготовления IT и погрешности измерений $\sigma_{\text{изм}}$. Под погрешностью измерений понимают отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины. Допускаемые погрешности измерений при приемочном контроле на линейные размеры до 500 мм устанавливает ГОСТ 8.051-81. Здесь погрешности приняты равными 20...35 % от допуска на изготовление детали.

Рассмотрим средства измерений при механической обработке деталей с наиболее распространенными линейными размерами от 6 до 120 мм.

Измерение наружных поверхностей. При точности измерений 5–6 квалитетов применяют микрометры рычажные типа МР и МРИ, скобы рычажные типа СР при использовании в стойке, головки рычажно-зубчатые типа ИГ с ценой деления 0,001 мм и оптиметры вертикальные типа ОВ-3 и горизонтальные типа ОГ-3, микроскопы инструментальные. При уменьшении точности измеряемых элементов до 7 квалитета вводятся скобы индикаторные типа СИ при настройке на нуль по концевым мерам длины и микрометры гладкие типа МК. Детали, выполненные грубее 9 квалитета точности, измеряют штангенциркулем ШЦ-II с ценой деления 0,05 мм.

Измерение внутренних поверхностей. Измерение с точностью по 5–8 квалитетам предполагает применение микроскопов инструментальных типа МРИ-2, БМИ-1, оптиметров горизонтальных типа ОГ-3 и нутромеров с ценой деления 0,001 или 0,002 мм с настройкой по установочным кольцам. Размеры отверстий, выполненные с точностью по 9–14 квалитетам, измеряют нутромерами индикаторными типа НИ с ценой деления 0,01 мм. При измерении отверстий диаметром свыше 80 мм могут применяться нутромеры типа НМ микрометрические. При более грубых измерениях применяют штангенциркули типа ШЦ-I и ШЦ-II с ценой деления, соответственно, 0,05 и 0,1 мм.

3.8. Разработка технологического процесса восстановления детали

Основной источник экономической эффективности капитального ремонта машин заключен в восстановлении изношенных деталей. Многократно повторяющийся процесс восстановления детали должен быть построен оптимальным образом по критерию расхода различных ресурсов.

3.8.1. Содержание процесса восстановления детали

Суть восстановления деталей заключается в возвращении им свойств, заложенных при изготовлении, и утраченных при эксплуатации. К таким свойствам относятся твердость и износостойкость трущихся поверхностей, структура и сплошность материала, форма, размеры, взаимное расположение и шероховатость рабочих поверхностей, усталостная прочность, жесткость и распределение массы детали. Значения восстанавливаемых свойств определены нормативной документацией, они являются ограничениями, которые обеспечивают не менее чем 80 %-ную послеремонтную наработку детали от наработки нового изделия. Сведения об этих свойствах приведены в разделе «Состояние деталей, поступающих на сборку» Руководства по капитальному ремонту машины. Задача технолога состоит в разработке технологического процесса, который обеспечивает указанные ограничения при наименьшем расходе материальных, трудовых и энергетических ресурсов.

Изношенная деталь ремонтного фонда на пути своего превращения в годную деталь в результате технологических воздействий на нее исполнителей и средств ремонта пребывает в таких состояниях (рис. 3. 25): исходная заготовка, ремонтная заготовка, восстановленная деталь.

Ремонтные заготовки получаются из исходных в результате создания припусков на восстанавливаемых поверхностях и нанесения швов на трещины. Ряд деталей машины (валы, гильзы, поршни и др.) допускают восстановление под ремонтные размеры их шеек, отверстий и плоскостных элементов. В таком случае ремонтные заготовки получаются из исходных без нанесения покрытий.

С точки зрения экономичности процесса восстановления должны быть использованы все предусмотренные ремонтные размеры

заготовок за счет: обеспечения производства сопрягаемыми деталями всех ремонтных размеров (например, вкладышами колеччатого вала, поршнями и др.); правки длининых деталей типа валов перед обработкой;

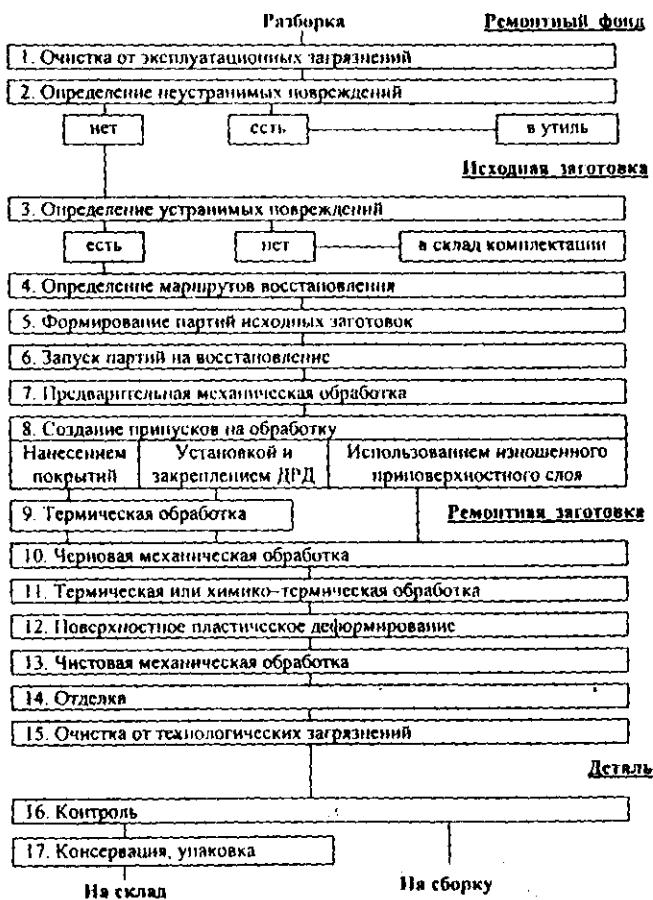


Рис. 3. 25. Схема технологического процесса восстановления детали.

равномерного снятия припуска при механической обработке, чему способствует совмещение осей обрабатываемых отверстий и шпинделя расточного станка, а также адаптивное базирование деталей при обработке шеек.

Если возможность использования ремонтных размеров исчерпана, то ремонтную заготовку создают путем нанесения восстановительного покрытия или установкой и закреплением ДРД. Правильную геометрическую форму восстанавливаемым поверхностям придают механической обработкой, предшествующей нанесению покрытий или установке ДРД.

На стадии создания ремонтной заготовки в основном формируется материал и структура рабочих поверхностей детали, что определяет ее послеремонтную надежность. Необходимая износостойкость восстанавливаемых поверхностей достигается выбором материала покрытия, термической или химико-термической обработкой.

Все технологические операции, связанные с тепловложением в материал детали, должны быть объединены в одной части технологического процесса и отделены от последующих операций термической обработкой. Назначение последней – снятие внутренних напряжений, уменьшение размера зерна материала и стабилизация формы и размеров детали.

При черновой механической обработке снимают основную часть операционного припуска. Если условно разделить этот вид обработки на две части, то в первой части ее обеспечивают нужное взаимное расположение поверхностей детали, а во второй – форму ее геометрических элементов. Точность взаимного расположения поверхностей обеспечивают выбором технологических баз и ориентированием детали относительно движущегося инструмента, а точность формы – жесткостью и точностью оборудования, выбором инструмента и расчетами режимов обработки.

Черновая обработка обычно лезвийная, она выполняется на токарных, расточных и фрезерных станках. Реже она бывает абразивной.

В результате чистовой обработки достигают заданную точность размеров и шероховатость поверхностей, близкую к нормативной. Чистовая обработка для шеек валов – это в, большинстве случаев,

абразивная обработка, а для отверстий – тонкое растачивание и хонингование.

Детали, воспринимающие знакопеременную нагрузку, проходят после чистовой обработки операцию поверхностного пластического деформирования, назначение которого закрыть микротрешины и создать наклепанный слой с внутренними напряжениями сжатия. Поверхностное пластическое деформирование реализуется механическими или термомеханическими способами.

Назначение отделочных операций (полирования, суперфиниширования, хонингования) заключается в снятии разупрочненного, в результате механической обработки, слоя и обеспечении требуемой шероховатости поверхности.

На обработанных деталях находятся технологические загрязнения (стружка, зерна абразивного инструмента, остатки СОЖ, полировальные пасты и др.), которые способны в течение нескольких часов работы вывести из строя систему смазки отремонтированного агрегата или агрегат в целом. Детали, направляемые на сборку, должны быть очищены от этих загрязнений. Особое внимание следует уделить очистке масляных каналов и внутренних полостей.

Общую очистку от технологических загрязнений ведут в проходных струйных или погружных машинах.

Операция контроля заключается в установлении соответствия состояния восстановленной детали требованиям технической документации (чертежа, карты технического контроля). Контрольная операция оснащена средствами для измерения геометрических параметров, значений физико-геометрических свойств и других характеристик.

Консервационную защиту деталей до 3...5 дней обеспечивают технические моющие средства, применяемые для очистки деталей от технологических загрязнений. Для более длительного хранения (это относится к деталям, предназначенным для продажи), необходима специальная консервация маслами, промасленной бумагой, парафиносодержащими и другими средствами.

3.8.2. Критерий оптимизации при технологическом проектировании

Критерий оптимизации при разработке технологического процесса выбирают в результате системного анализа взаимодействующих объектов, их функций и ресурсов, необходимых для работы указанных объектов.

В процессе восстановления изношенной детали участвуют три материальных объекта (рис. 3. 26): I – исполнитель, II – средства ремонта (средства технологического оснащения), III – предмет ремонта (сама восстанавливаемая деталь). Эти объекты находятся в связях и отношениях между собой и с производственной средой. Функция системы заключается в переработке одного из ее элементов – предмета ремонта.

Производственная среда (элементы производственного помещения, запасы ресурсов и др.) являются внешней средой, с которой элементы рассматриваемой системы взаимодействуют посредством внешних связей – входов и выходов (ресурсных коммуникаций). По внешним связям система получает ресурсы для своего действия и сам предмет труда в виде ремонтного фонда, который после переработки возвращается во внешнюю среду в виде товарной продукции с отходами.

Совершенство системы (элементов и связей между ними) определяется затратами ресурсов, поступающих из внешней среды и отнесенным к количеству товарной продукции. Ресурсы, потребляемые системой, делятся на материально-сырьевые, топливно-энергетические и трудовые.

Внешние связи «среда – исполнитель» соответствуют затратам С₁₁, на обучение и подготовку рабочих необходимой квалификации (единовременные затраты) и на заработную плату С₁₂ (текущие затраты).

Внешние связи «среда – средства ремонта» определяют вклад среды в оборудование и оснастку для их функционирования. Связь С₂₁ определяет единовременные начальные капиталовложения в средства ремонта. С₂₂ определяет затраты на материалы (присадочные, технологические газы, жидкости и др.), которые вводятся в предмет труда или которыми воздействуют на него. В С₂₂ также входят затраты на материалы для функционирования средств ремонта (масла, смазки,

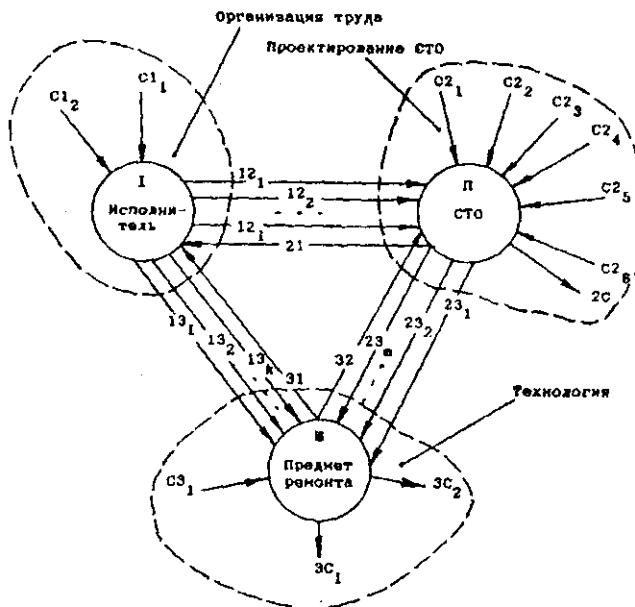


Рис. 3. 26. Система элементов "исполнитель – средства технологического оснащения (СТО) – предмет труда" во взаимодействии.

Обозначения: Внутренние связи: $13_1, 13_2, \dots, 13_k$ – связи "исполнитель – предмет труда"; 31 – обратная связь "предмет труда – исполнитель"; $12_1, 12_2, \dots, 12_k$ – связи "исполнитель – СТО"; 21 – обратная связь "СТО – исполнитель"; $23_1, 23_2, \dots, 23_m$ – связи "СТО – предмет труда"; 32 – обратная связь "предмет труда – СТО". Внешние связи: $C1_1, C1_2$ – затраты на подготовку и обучение исполнителя (единовременные) и на зарплату (текущие), соответственно; $C2_1, C2_2, C2_3, C2_4, C2_5, C2_6$ и $2C$ – затраты на капиталовложения, материалы, энергию, обслуживание и ремонт СТО, амортизацию СТО, на создание производственного объема и на ликвидацию отходов, соответственно; $3C_1, 3C_2, 3C_3$ – стоимость ремонтного фонда, товарной продукции.

газы, и др.) Материалы для введения в предмет труда или воздействия на него перерабатываются средствами ремонта или дозируются ими перед технологическими воздействиями. С2₃ выражает затраты на электроэнергию, на подвод пара или горячей воды, как носителей тепловой энергии, и на расход сжатого воздуха, как носителя потенциальной энергии давления. С2₄ определяет мероприятия, как по поддержанию работоспособного состояния средств ремонта, так и по восстановлению ресурса путем среднего или капитального ремонта. Связь С2₅ определяет затраты на амортизацию средств ремонта, а связь С2₆ – затраты, необходимые для создания производственного объема с требуемым микроклиматом, где находятся средства ремонта. 2С выражает затраты на ликвидацию отходов от функционирования средств ремонта.

По количеству элементов система имеет три вида внутренних связей, определяющих парные взаимодействия элементов между собой. Выделим эти взаимодействия.

Связи 13₁, 13₂,..., 13_k выражают ручное воздействие исполнителя на предмет ремонта, как технологическое, так и контрольное. Обратная связь 31 – информационный сигнал о состоянии предмета ремонта.

Связи 12₁, 12₂,..., 12_i и 21 выражают взаимодействие по управлению средствами ремонта исполнителем.

Связи 23₁, 23₂,..., 23_m и 32 имеются всегда, они являются единственными из действующих на предмет труда в автоматическом производстве. В полуавтоматическом производстве добавляются связи 12₁, 12₂,..., 12_i, 21 и 31. В механизированном производстве имеются все рассмотренные внутренние связи.

Следует подчеркнуть, что категории воздействий (процесс, операция, переход и др.) – это не материальные объекты, а результат взаимодействия этих объектов. Технология – это функции средств ремонта и исполнителей. В представленной модели – разработка технологии выражена описанием следующих друг за другом состояний предмета труда от ремонтного фонда (С3₁) до восстановленной детали (3С₁). Отходы от предмета ремонта выражаются 3С₂. В описании технологии участвуют связи 13₁, 13₂,..., 13_k и 23₁, 23₂,..., 23_m, которые выражают совокупность технологических воздействий исполнителя и средств ремонта на предмет труда посредством инструментов. Обратная

связь 32 – это сигнал средства активного контроля от предмета труда на управляющее устройство оборудованием.

Описание элемента П как целого, так и его составляющих, во взаимодействии между собой и с предметом ремонта – это результат решения конструкторской задачи по разработке средств ремонта.

Описание и оптимизация действий исполнителя – это решение организационной задачи.

Системный поход связывает воедино разработку средств и процессов ремонта и организацию труда.

Критерий функционирования системы – это соотношение расхода ресурсов, поступающих из внешней среды и выходящих из системы.

Если внешние связи выразить в стоимостном выражении, то оценочным критерием Q системы «исполнитель – средства ремонта – предмет ремонта» может служить разница между значениями ресурсов, перемещающимися во входы и из выходов системы:

$$Q = \mathbb{C} + (-)O - K_o E_{no} - K_i E_{ni} - M - \mathcal{E} - P - A - Z_{po} - Z_{pr},$$

где \mathbb{C} и O – цена товарной продукции и отходов, соответственно; K_o и K_i – капиталовложения в средства ремонта и здания, соответственно; E_{no} и E_{ni} – коэффициенты эффективности капиталовложений в средства ремонта и здания, соответственно; M и \mathcal{E} – затраты на материалы и энергию соответственно; P – затраты на поддержание и восстановление ресурса средств ремонта; A – затраты на амортизацию; Z_{po} и Z_{pr} – единовременные и текущие затраты на рабочего.

3.8.3. Постановка и решение задачи выбора способа восстановления детали

Постановка задачи выбора способа восстановления детали следующая. Из числа возможных видов и вариантов технологических операций, образующих процесс, найти такую их последовательность, которая обеспечивает установленные ограничения по производительности процесса и качеству восстановления с наименьшими затратами.

Структура технического решения, положенного в основу технологического процесса восстановления детали, базируется на графовом представлении возможных вариантов. Рассматриваются

варианты технологических операций, затраты на реализацию этих операций и поиск связного множества операций, обеспечивающих необходимое качество восстановления детали и обращающих в минимум значение целевой функции. При выборе варианта технологического процесса одновременно ведут поиск как новых, так и оптимальных технических решений.

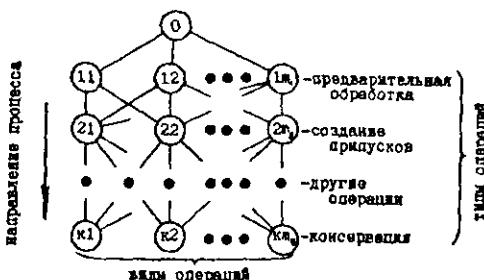


Рис. 3. 27. Граф вариантов технологического процесса восстановления детали:

$i, 1, 2, \dots, k$ – коды операций; m_1, m_2, \dots, m_k – количество видов операций.

Структура процесса восстановления детали (рис. 3. 27) описывается графом (Γ), множество вершин которого (p_{ij}) соответствует множеству составляющих операций, а множество дуг ($l_{i,i+1}$) – затратам на подготовку и выполнение последующей операции:

$$\Gamma = (p_{ij}, l_{i,i+1}).$$

Горизонтальные ряды вершин графа соответствуют подмножеству видов $j = m$ операции i -го типа.

Варианты технологических операций находятся из логических и эвристических представлений о различных способах преобразования энергии и материи, применении новых материалов и использовании различных физических эффектов и их сочетаний.

Подмножество вершин, взятых по одной из каждого ряда графа, определяет один вариант технологического процесса. Число таких вариантов достигает значения m_1, m_2, \dots, m_k . Несовместимость

некоторых операций между собой сокращает количество вариантов процесса.

Определим длину каждого ребра графа, как затраты на подготовку и выполнение последующей операции, отнесенные к одной детали. Кратчайший путь из вершины О в одну из вершин нижнего яруса графа и, соответственно, подмножество вершин на этом пути определяют оптимальный состав операций технологического процесса.

Кратчайший путь между указанными вершинами можно определить, например, с помощью принципа оптимальности Р. Беллмана, используя свойство аддитивности целевой функции по составляющим частям процесса, для чего находят направления движения из каждой вершины графа решением рекуррентного уравнения:

где i – шаги решения; m – количество видов технологических операций j -го типа; I_i – затраты на выполнение i -ой операции при условии, что соответствующий участок графа выбран оптимальным

$$I_{i+1} = \min \left\{ I_{(i+1)-1} + I_j \right\},$$

по всем i
по всем m

образом; I_{i+1} – затраты, отнесенные к $i+1$ операциям; $I_{(i+1)-1}$ – затраты, отнесенные к присоединению $(i+1)$ -ой операции процесса к i его операциям.

Выбранные на графике направления движения из его вершин обозначают стрелками. Эти связи обуславливают оптимальные сочетания операций на предыдущих шагах с операцией на последующем шаге. Расчеты, при этом, ведутся от вершин нижнего их ряда к вершине О. В вершины графа вписывают значения I_{i+1} .

Двигаясь в найденных направлениях из вершины О графа через одну из вершин каждого яруса графа, находят сочетание операций, которое при прочих равных условиях, обеспечивает наименьшие затраты на восстановление одной детали. Соответствующее значение целевой функции читают в верхней вершине графа.

3.8.4. Пример выбора процесса восстановления детали

Рассмотрим пример выбора процесса восстановления гильзы цилиндра автомобильного двигателя ЗМЗ-53.

Материал детали – СЧ–18 или износостойкий чугун ИЧГ–33М. Устранимые повреждения – износы зеркала цилиндра и наружной цилиндрической поверхности пояска.

Требования к восстановлению: твердость поверхности – 170 ...240 НВ, допуски на диаметр цилиндра +0,06 мм и диаметр пояска – 0,02 мм, биение поверхности пояска относительно поверхности цилиндра – 0,08 мм.

Морфологическая матрица и соответствующий граф вариантов технологического процесса с затратами на подготовку и выполнение операций приведены в таблице 3. 4 и на рис. 3. 28. Значения длин дуг графа приведены в их разрывах. По существу – это значения затрат $Q_{(i+1)-i}$, которые входят составной частью в рекуррентное уравнение.

Таблица 3. 4.
Морфологическая матрица составляющих операций технологического процесса восстановления гильзы цилиндра

тип	Операции	координаты вершин	Затраты, тыс. руб.
Создание припуска на обработку зеркала цилиндра	- использование приповерхностного изношенного слоя	2а	0
	- установка листовой ДРД	2б	61,7
	- термоупрочнение	2в	17,4
	- напекание	2г	104,7
	- жаропрочнение	2д	67,3
Создание припуска на обработку центрирующего пояска	- электродуговое напыление	3б	11,3
	- жаропрочнение	3г	23,4
Черновая обработка центрирующего пояска	- точение	4в	8,1
Черновая обработка зеркала цилиндра	- растачивание	5б	24,0
	- хонингование	5в	26,8
	- шлифование	5г	31,5
Чистовая обработка зеркала цилиндра	- хонингование	6в	23,2
Чистовая обработка центрирующего пояска	- шлифование	7б	12,7
	- точение резцами из сверхтвёрдых материалов	7г	7,4

Расчеты начинают с определения минимального значения функции Q_{i+1} в вершинах предпоследнего б-го яруса графа, потому что значения затрат Q_i нижес 7-го яруса графа равны нулю.

Сравнение между собой длин дуг 6в – 7б и 6в – 7г дает основание выбрать направление движения вдоль второй дуги и ее

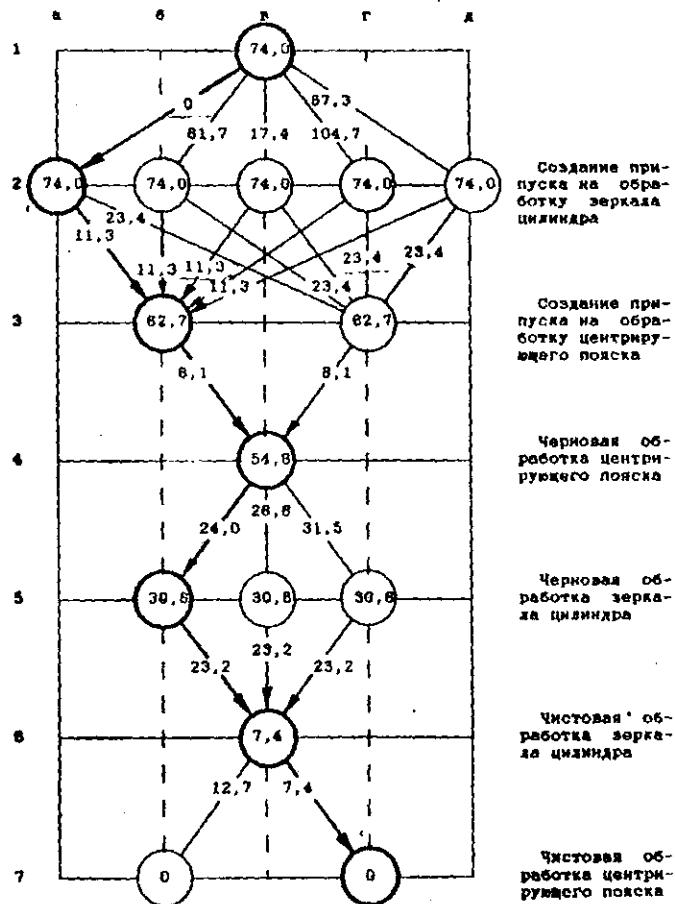


Рис. 3. 28. Граф вариантов технологического процесса восстановления гильзы цилиндра.

ориентировать стрелкой в вершину 7г, а в вершину 6в вписать минимальное значение функции 7,4 тыс. руб.

Рассмотрим вершины 5-го яруса. Вариантов движения из вершин 5б, 5в и 5г нет, поскольку из каждой вершины исходит по одной дуге. Все дуги помечаем стрелками, а в вершины вписываем сумму 30,6 тыс. руб.

Из вершины 4в возможно три пути движения, но выбран путь 4в – 5б – 6в – 7г, потому что он дает минимальное значение $Q_{i+1} = 54$ тыс. руб. Дуга 4в – 5в помечается стрелкой.

Результаты рассмотрения значений функции Q_{i+1} в вершинах 3б и 3г аналогичны полученным ранее результатам рассмотрения вершин 5-го яруса.

Из каждой вершины 2-го яруса возможно движения в одну из двух вершин 3-го яруса. Определим возможные пути движения из вершин 2а, 2б, 2в, 2г и 2д парным сопоставлением сумм длин дуг, исходящих из этих вершин, со значениями функции Q_{i+1} в вершинах 3в и 3г. Все ориентированные дуги сходятся в вершине 3б.

Из вершины 1в возможно пять путей движения в вершины 2-го яруса, однако, самый короткий путь в вершину последнего яруса проходит через вершину 2а. Минимальное значение функции Q_{i+1} , равное 74 тыс. руб., определяет стоимость восстановления детали с применением технологического процесса, который описывается сочетанием операций – 1в – 2а – 3б – 4в – 5б – 6в – 7б и состоит из электродугового напыления и точения пояска, растачивания под ремонтный размер и хонингования зеркала цилиндра и точения пояска резцами из сверхтвердых материалов.

Припуск на механическую обработку зеркала цилиндра за счет использования приповерхностного изношенного слоя металла имеется лишь на заготовках, которые не исчерпали ремонтных размеров. В другом случае необходимо создавать припуск нанесением покрытия или пластическим деформированием материала заготовки.

Мысленно исключим из графа вершину 2а и связанные с ней дуги. Если повторить расчет сначала, то для графа нового содержания оптимальный технологический процесс описывается признаками – 1в – 2в – 3б – 4в – 5б – 6в – 7б и состоит из термопластического обжатия заготовки, электродугового напыления и точения пояска, растачивания под номинальный размер и хонингования зеркала цилиндра и точения

пояска резцами из сверхтвёрдых материалов. Стоимость восстановления гильзы цилиндра в этом случае составляет 91,4 тыс. руб.

Таким образом, предложенный метод выбора технологического процесса восстановления детали основан на учете многообразия освоенных и гипотетически возможных составляющих способов создания ремонтных заготовок, обработки и упрочнения, удовлетворяет установленным ограничениям по качеству и производительности и обеспечивает наименьшие затраты на свою реализацию. Если производственные возможности предприятия не позволяют внедрить предложенный процесс, то путем исключения признаков этого процесса можно определить другой процесс, наиболее близкий к оптимальному.

3.8.5. Технологическая документация

Описание технологического процесса по степени детализации бывает операционным или маршрутным. Документация операционного процесса содержит указания о переходах и режимах обработки, а изложение маршрутного процесса их не содержит. В маршрутно-операционном процессе содержание отдельных операций излагается с указанием переходов и режимов обработки.

Вид описания процесса выбирают в зависимости от сложности детали и объемов восстановления.

В зависимости от числа рассматриваемых деталей и общности их признаков технологические процессы бывают единичные, типовые, групповые и модульные.

Единичный процесс относится к изделию одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства. Типовой процесс характеризуется единством содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы изделий с общими конструктивными, а групповой – с общими конструктивно-технологическими признаками. Подлежит внедрению в ремонтное производство модульная технология предложенная проф. Б. М. Базровым, которая основана на представлении детали, процесса и средства ремонта совокупностями модулей, соответственно, поверхностей детали, операций процесса, блоков оборудования или оснастки. Типовая, групповая и модульная технологии и их производственное использование позволяют уменьшить разнообразие процессов и средств, исключить дублирование

работ в технологической подготовке производства и уменьшить ее трудоемкость и длительность.

Комплект технологической документации содержит титульный лист, ведомость технологических документов, карты эскизов, технологические карты и ведомости оснастки, оборудования, материалов и др.

Титульный лист содержит название комплекта технологической документации с указанием детали и процесса, организатора-разработчика, фамилий и подписей главного технologа и начальника ОТК. На титульный лист процесса главный инженер наносит утверждающую подпись.

Первый эскиз процесса восстановления детали включает описание неустранимых и устранимых повреждений с их характеристиками. Последний эскиз относится к восстановленной детали с указанием всех контролируемых параметров. Промежуточные эскизы являются операционными, они описывают заготовку в результате всех технологических воздействий. Здесь приведены технологические базы и операционные размеры.

Технологические карты (маршрутная и операционная карты, карты технологического процесса, типового или группового технологического процесса) содержат описания полного состава технологических операций, включая контроль и перемещение, с указанием данных об оборудовании, оснастке, технологических режимах, материальных нормативах и трудовых затратах.

Ведомости оснастки и оборудования содержат их перечни, которые необходимы для выполнения технологического процесса.

3.9. Восстановление типовых деталей

3.9.1. Классификация деталей ремонтируемых машин

Разнообразные по функциям и исполнению машины, как объекты, становятся однородными на уровне деталей. Анализ многообразия деталей по форме, материалам, размерам и служебному назначению показывает, что они могут быть сведены в классификационные группы. Для деталей, входящих в каждую из таких групп, могут быть разработаны однотипные технологические процессы восстановления.

В ремонтном производстве наиболее распространены классификации деталей, предложенные проф. Кошкиным К. Т. и Малышевым Г.А.

Эти классификации включают такие группы деталей:

1. Толстостенные корпусные детали (из отливок) – блок и головка цилиндров, картер коробки передач, станина и др.;
2. Тонкостенные корпусные детали (штамповки из листа) – крылья, масляный картер, бак и др.;
3. Прямые круглые стержни с гладкой поверхностью – поршневой палец, валик водяного насоса, оси и др.;
4. Прямые круглые стержни с фасонной поверхностью – шлицевые валы, пальцы тяг и др.;
5. Полые стержни – гильзы цилиндра, втулки шатуна и др.;
6. Диски с гладкой периферией – маховик, шкив вентилятора, ступица и др.;
7. Диски с фасонной периферией – шестерни, венцы и др.;
8. Некруглые стержни – шатун, коленчатый вал и др.;
9. Крепежные детали.

Каждому их перечисленных классов деталей соответствует определенное множество видов элементов. Например, толстостенным корпусным деталям присущи связующие, опорные, стыковые и крепежные элементы. Каждому виду элементов соответствуют определенные виды нагрузок, разрушительных процессов, изнашивания и повреждений.

Каждому типу деталей, как правило, соответствует свой участок восстановления, работающий по типовой технологии.

Ниже приведены процессы восстановления характерных деталей.

3.9.2. Восстановление корпусных деталей

К корпусным деталям относятся блоки и головки цилиндров, картеры сцеплений, крышки распределительных шестерен, корпусы масляных и водяных насосов и др.

Материал корпусных деталей, полученных из отливок – серый чугун (СЧ 18), алюминиевый (Ал-4) или цинковый (ЦАМ) сплавы. Наиболее распространен первый вид материала.

Корпусные детали при работе выполняют функции относительного ориентирования движущихся деталей агрегата при его

работе. Отличительные признаки: коробчатая форма, необходимая для образования закрытого рабочего объема для размещения различных механизмов агрегата; жесткие стенки, подверженные статическим и динамическим нагрузкам с оребренными приливами и бобышками, в которых выполнены гладкие и резьбовые отверстия; наличие глубоких отверстий, выполненных в собранных деталях (в том числе из разных материалов), когда плоскость соединения проходит через ось отверстий; наличие стыковых плоскостей; высокая точность размеров, формы и расположения основных цилиндрических и плоских поверхностей.

Основные повреждения корпусных деталей: трещины в стенках, обломы, коробление или износ стыков, разрушение резьб, деформация или износ отверстий, коррозия. Детали с трещинами, проходящими через приливы с точными отверстиями и резьбами, подлежат выбраковке.

В корпусных деталях восстанавливают геометрические параметры элементов, прочность и сплошность материала.

Наиболее сложная в технологическом отношении корпусная деталь двигателя – это блок цилиндров, который на операциях изготовления собирается с крышками коренных подшипников и картером сцепления. Эта сборочная единица не разукомплектовывается при эксплуатации и ремонте.

Точность размеров, формы и расположения стыковых поверхностей и отверстий оказывают решающее влияние на долговечность отремонтированного агрегата.

Так, например (рис. 3. 29), показатели, определяющие надежность подшипников коленчатого и распределительного валов, имеют такие значения. Допуски на размеры отверстий соответствуют 5...6-му квалитету точности. Степени точности (ГОСТ 24643–81) имеют значения: суммарный допуск круглости и профиля продольного сечения отверстий – 6...7-ая; параллельность общей оси подшипников распределительного вала относительно крайних отверстий в коренных опорах – 8...9-ая, соосность средней коренной опоры относительно крайних – 5...6-ая. Шероховатость обработанных отверстий – Ra 0,63 мкм.

Схема технологического процесса восстановления корпусной детали следующая: механическая обработка поврежденных участков детали; изготовление ДРД; сварочные (в том числе, связанные с закреплением ДРД) и наплавочные работы; термические работы,

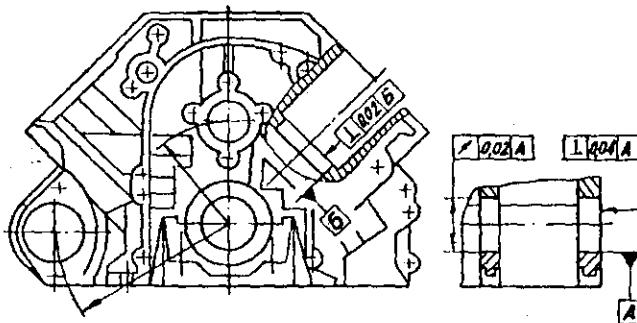


Рис. 3. 29. Блок цилиндров: А и Б – измерительные базы

связанные со снятием внутренних напряжений от сварки; механическая обработка мест сварки; нанесение полимерных покрытий; установка ДРД, закрепляемых силами упругости, kleem и штифтами; черновая механическая обработка стыков и отверстий; нарезание резьб номинального и ремонтного размеров и установка спиральных резьбовых вставок; чистовая механическая обработка поверхностей; отделка поверхностей; очистка, контроль восстановления.

Механическая обработка в начале технологического процесса восстановления детали служит для удаления поврежденных элементов, придания восстанавливаемым элементам правильной геометрической формы, разделки и засверливания концов трещин, выполнения упоров и стыков под установку ДРД.

Трещины разделяют с помощью шлифовальной машины ИП 2002. В качестве инструмента используют абразивный круг. В концах трещин высверливают отверстия диаметром 3 мм. Трещины в чугунных стенках заваривают проволокой ПАНЧ-11 или -12, или штучными электродами ЦЧ-ЗА участками шва 20...25 мм с его проковкой. Сварочные работы на деталях из алюминиевого сплава выполняют аргонодуговой сваркой.

Сварочные и наплавочные работы связаны с тепловложением в материал детали и вызывают напряженное состояние материала и сопутствующие деформации. Эти деформации применительно к чугунным деталям могут быть уменьшены их предварительным

нагревом перед сваркой до температуры 600°C. Сварку выполняют латунью Л63 в ацетилсокислородном пламени. На место обломанных приливов корпусных листалей, выполненных из алюминиевого сплава, приваривают ДРД.

Блок цилиндров из алюминиевого сплава, изготовленный кокильным литьем, после сварки должен пройти термическую обработку при температуре 180°C в течение 10 час.

В не силовых стенках трещины герметизируют нанесением эпоксидного компаунда на основе смол ЭД16 или ЭД20. На мазеобразную пластмассу, покрывающую трещину, накладывают полоску стеклоткани, которую перекрывают накладкой из стали, толщиной 0,5..0,8 мм с нанесенным компаундом.

Основные восстанавливаемые элементы корпусной детали – это отверстия под подшипники.

В блоке цилиндров к ним относятся коренные опоры, которые представляют собой точное прерывистое по длине отверстие, выполненное одновременно, как в блоке цилиндров, так и в привинченных крышках.

В ремонтном производстве апробированы такие способы восстановления поверхностей опор под подшипники: установкой ДРД; нанесением эпоксидных композиций; проточным холодным железнением; газопламенной наплавкой латунями; злектродуговым и плазменным напылением.

Изношенные резьбы восстанавливают нарезанием резьбы ремонтного размера или заваркой с последующим сверлением и нарезанием резьбы номинального размера или ввинчиванием вставки резьбовой спиральной ВР ТУ70.0001.319-75 в предварительно нарезанную резьбу большего диаметра.

Средства и способы механической обработки, обеспечивающие необходимое качество восстанавливаемых поверхностей следующие.

Коренные опоры растачивают на специальных станках одновременно с обработкой отверстий во втулках распределительного вала. Плоские поверхности фрезеруют или шлифуют. Торцы первой коренной опоры подрезают с базированием по обработанным коренным опорам (левая направляющая база) и поверхности отверстия под гильзу первого цилиндра (опорная база). Торец картера сцепления в сборе его с блоком цилиндров подрезают с базированием по коренным опорам и обрабатываемой поверхности (опорная база).

Последняя база обеспечивает снятие припуска наименьшей толщины. Отверстия под толкатели разворачивают под ремонтный размер.

Контрольные операции в конце процесса восстановления состоят из проверки чистоты детали, ее герметичности, размеров геометрических элементов и их взаимного расположения, шероховатости поверхностей. Размеры отверстий контролируют индикаторными нутромерами. Взаимное расположение поверхностей измеряют индикаторными средствами. Особое внимание уделяют контролю чистоты и герметичности масляных каналов.

3.9.3. Восстановление гильз

Материал вставных гильз цилиндров (рис. 3. 30) – серый чугун СЧ 24 или износостойкий чугун ИЧГ-33М твердостью НВ 197 ...241. Наиболее подвержено износу зеркало цилиндра.

Распространена обработка детали под ремонтный размер. Реже применяют установку ДРД в виде закаленной свертной стальной ленты, напекание порошков и термопластическое обжатие.

Гильзы цилиндров растачивают резцами с пластинками из твердого сплава ВК-3 или ВК-6 при частоте вращения шпинделя 300 об/мин и его подаче 0,1 мм/об. СОЖ – Аквон-11. Производительность обработки повышается, а шероховатость поверхности уменьшается за счет применения инструмента из сверхтвердых материалов, например Эльбора-Р при частоте вращения шпинделя $n = 750$ об/мин и гексанита-

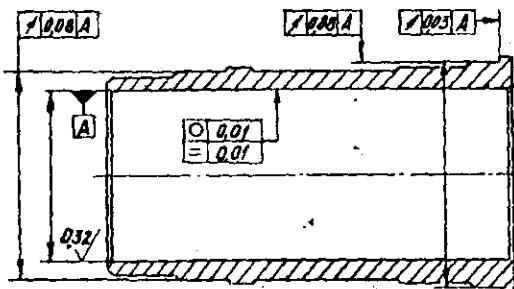


Рис. 3. 30. Гильза цилиндра

P при $n = 1200$ об/мин. При обработке деталей инструментом из сверхтвердых материалов СОЖ не применяют.

Детали при обработке закрепляют в пневматическом приспособлении. Перпендикулярность оси зеркала гильзы и допустимое биение ее центрирующего пояска относительно зеркала цилиндра обеспечивают базированием и обработкой.

Зеркало цилиндра после растачивания хонингуют брусками АСБ 125/100 100 М1 и АСМ 28/20 100 М1. Частота вращения хонинговальной головки 155 об/мин при скорости возвратно-поступательного перемещения 12...18 м/мин. Давление брусков на зеркало цилиндра при чистовой обработке составляет 0,5...0,8 МПа. Приведенный режим обеспечивает эффект плосковершинного хонингования, в результате которого образуется несущая поверхность трения с шероховатостью 0,32 мкм, составляющая 70...90 % от общей площади зеркала цилиндра. Остальную площадь занимают скрещивающие риски глубиной 7...10 мкм от предварительного хонингования. Угол пересечения рисок зависит от соотношения скоростей возвратно-поступательного и вращательного движений хонинговальной головки, он должен составлять от 43° до 55°. Последнее обстоятельство существенно, поскольку при угле пересечения рисок менее 43° в процессе эксплуатации наблюдается сухое трение, а при угле более 55° – повышенный расход масла. Шероховатость гильз цилиндров с плосковершинным профилем зеркала цилиндра контролируют на профилографе, шероховатость других поверхностей оценивают с помощью образцов шероховатости.

Дальнейшим развитием способа является процесс антифрикционного хонингования, обеспечивающий приработочный износ гильз в 3 раза меньший, чем после традиционного хонингования. После двух операций хонингования, поверхность обрабатывают брусками, содержащими приработочные антифрикционные материалы (графит, дисульфид молибдена).

Давление брусков на обрабатываемую поверхность – 0,2...0,4 МПа. Для закрепления покрытия на зеркале цилиндра в зону обработки вводят порцию водорастворимого полимера "Композит-81" через отверстия хонинговальной головки.

На контрольной операции перспективно применение пневматических длинометров для измерений внутреннего диаметра гильз цилиндров и сортировки их на размерные группы.

3.9.4. Восстановление валов

Восстанавливаемые валы служат в машинах для передачи момента и участвуют в преобразовании движений (поступательного во вращательное или наоборот).

Наиболее сложные детали, относящиеся к классу валов – это коленчатые (рис. 3. 31) и распределительные валы. Детали имеют такие конструктивные элементы: шейки, кулачки, кривошипы, торцы, стыки и отверстия. Коленчатые валы изготовлены из конструкционных (сталь 45) или легированных (18ХНВА) сталей, или высокопрочного чугуна (ВЧ 50–2). Распределительные валы изготовлены из улучшаемых сталей 45, 40Г, 50Г или цементуемых сталей 20, 20Г. Шейки и кулачки валов закалены ТВЧ на глубину 1,5...2,5 мм до твердости HRC 36...60.

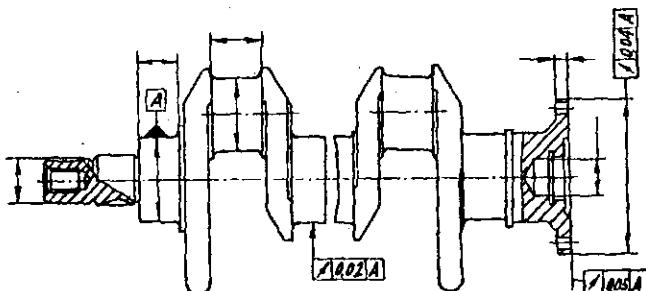


Рис. 3.31. Коленчатый вал

Основные повреждения валов: износ шеек и кулачков с потерей износостойкости, деформации, усталостные трещины, износы отверстий под штифты и подшипники, износы шпоночных канавок, фланцев и резьб.

У валов восстанавливают расположение, форму, размеры и шероховатость поверхностей, свойства труящихся поверхностей и усталостную прочность.

Точность обработки восстановленных шеек и кулачков 5...7 квалитеты, шероховатость поверхностей Ra 0,32...0,63 мкм,

погрешность углового расположения кулачков и кривошипов – 15°, допуск на радиус кривошипа – 0,10 мм.

Схема технологического процесса восстановления валов следующая: определение места расположения и размеров усталостных трещин и принятие решения о целесообразности восстановления детали; правка; подготовка поверхностей под нанесение покрытий или установку ДРД; нанесение покрытий или установка и закрепление ДРД; термическая обработка; черновая механическая обработка; закалка шеек ТВЧ; чистовая механическая обработка; упрочнение галтелей; отделка шеек.

Чугунные детали с усталостными трещинами подлежат выбраковке. Отдельные неопасные трещины в стальных валах могут быть разделаны абразивным инструментом по всей длине с целью образования канавки радиусом 1,5...2,0 мм и глубиной 0,2... 0,4 мм. Острые кромки следует притупить по периметру.

Правка детали необходима для придания прямолинейности ее оси, что в свою очередь позволяет уменьшить величину припусков на обработку, использовать все ремонтные размеры детали и уменьшить ее дисбаланс. Стальные валы правят под прессом с приложением статической нагрузки. Чугунные валы правят с нагревом или созданием преимущественно сжимающих напряжений в объеме одной шейки (поэлементная правка). При правке статической нагрузкой возможно появление трещин, поэтому целесообразно применение правки наклепом – нанесением ударов клепальным молотком по поверхности шеек.

Шейки валов допускают обработку под ремонтные размеры. Ремонтный интервал шеек составляет, как правило, 0,25 мм. Кулачки при первых восстановлениях шлифуют "как чисто" до допустимого размера их цилиндрической части. Восстановление деталей под ремонтные размеры обеспечивает минимальную трудоемкость процесса, однако, из-за снятия наружного более твердого слоя и уменьшения размера сопряжения послевосстановительный износ шеек увеличивается. Уменьшение диаметра цилиндрической части кулачков распределительного вала приводит к уменьшению максимальной мощности двигателя и перерасходу топлива. Это обуславливает необходимость восстановления геометрических элементов до номинальных размеров.

В процессе восстановления детали припуски под обработку создают на шейках, их торцах и на поверхности отверстия под подшипник. Основные способы нанесения покрытий на поверхности стальных валов сводятся к различным видам наплавок. Наиболее распространены три технологии.

Первая технология применяет пружинную проволоку 2-го класса диаметром 1,6 мм и флюс АН-348А с добавками 2,5 % феррохрома и 2 % графита. Материалы обеспечивают достаточную твердость и износостойкость наплавленного слоя. Затем шейки шлифуют и полируют. Способ нетрудоемок, обеспечивает высокую износостойкость шеек, но имеет существенный недостаток – возможно появление трещин при правке и микротрещин при шлифовании.

Вторая технология предусматривает применение проволоки Нп30ХГСА диаметром 1,6 мм под слоем флюса АН-348А (на Полоцком АРЗ применяют композицию: АН-348А (основа), 0,3 % графита и 10 % АН-20). После наплавки заготовку нормализуют, обтачивают и правят. После закалки шеек ТВЧ их шлифуют и полируют. Технология характеризуется увеличенной трудоемкостью восстановления, но обеспечивает стабильное качество с высокими показателями износостойкости и усталостной прочности.

По третьей технологии ведут широкослойную наплавку проволокой Св-08 под ферромагнитной шихтой, в которую входят: графит серебристый – 16 %, алюминиевая пудра – 7 %, комплексный модификатор ЖКМК (ТУ ЧЭМК 14-5-39-74) – 3 % и порошок железный ПЖ4М3 (основа).

Режим наплавки: сила тока 200...220 А, скорость вращения детали 0,5 об/мин, частота колебаний наплавочной головки 34...38 1/мин, расход шихты 60...80 кг/час, подача проволоки 6 м/мин, длина выступания электрода 23...25 мм. Широкослойная наплавка дает наибольшее тепловложение в материала детали.

Высокую износостойкость шеек обеспечивает наплавка по винтовой линии порошковой проволокой ПП-Нп40Х4Г2МНТФ под флюсом АН-4491.

Большие технологические трудности представляет нанесение покрытий при ремонте коленчатых валов, изготовленных из высокопрочного чугуна. В ремонтной практике применяются или прошли апробацию различные способы нанесения покрытий: наплавка самозащитной проволокой Св-15ГСТЮЦА; вибродуговая наплавка в

водокислородной среде и в 20 %-ном водном растворе глицерина; наплавка по оболочке из низкоуглеродистой стальной ленты; однослойная или двухслойная наплавка под флюсом; нанесение плазменных покрытий. Применяют различные способы установки и закрепления ДРД. По данным проф. Бурумкулова Ф.Х. (ВНИИТУВИД "Ремдеталь", Москва) наилучшие показатели изностойкости и усталостной прочности шеек коленчатых валов обеспечивают способы нанесения плазменных покрытий и установки стальных закаленных ДРД.

Плазменное покрытие из композиции порошков наносят на подслой из материала ПН85Ю15. Состав композиции: ПГ-СР3 – 50 %, ПЖ4 – 30 % и ПН85Ю15 – 20 %.

Процесс восстановления коленчатого вала установкой ДРД содержит предварительную обработку шеек, изготовление ДРД и закрепление их на шейках, обработку шеек (при необходимости). Шейки с приваренными или припаянными ДРД окончательно шлифуют до номинального размера. Размер восстановленной шейки с ДРД, закрепленными силами упругости по упорам, обеспечивают предварительным шлифованием и подбором толщины ленты ДРД.

Припуск на обработку отверстия под подшипник создают запрессовыванием ДРД или виброродуктовой наплавкой. Отверстие обрабатывают с базированием детали по коренным шейкам, одна из них самая близкая к обрабатываемому отверстию.

Ремонтные заготовки распределительных валов получают наплавкой или напылением шеек и кулачков.

В зависимости от твердости материала предварительную механическую обработку шеек ведут точением или шлифованием.

В качестве технологических баз у распределительных валов используют центровые отверстия и боковую поверхность шпоночного паза, а у коленчатых валов – дополнительно коренные шейки.

Шлифование шеек коленчатых валов ведут на специализированных станках ЗВ423. Недостатком обработки является односторонний привод детали со стороны передней бабки, что приводит к деформации детали во время обработки. Этот недостаток устранен в станках ХШ 2-01 и ХШ 2-16 с двухсторонним приводом обрабатываемого вала со стороны передней и задней бабок. Последние станки обеспечивают равномерную подачу шлифовальной бабки на

деталь. Нецилиндричность поверхности до 0,005 мм достигается выхаживанием детали в конце обработки в течение 5...7 ее оборотов.

Шейки распределительного вала шлифуют в центрах на станке ЗМ151, а кулачки – на специальном копировально–шлифовальном станке ЗМ433У. Установочно–копирная наладка отдельно выполняется для каждого типоразмера детали. Угловое перемещение детали относительно оси вращения при установке и закреплении перед шлифованием кулачков производят с помощью делителя, который установлен на шейке под шестерню и ориентирован шпонкой в пазу детали.

Усталостную прочность восстанавливают поверхностно–пластическим деформированием. Операция обеспечивает создание остаточных сжимающих напряжений в поверхностном слое, в котором уничтожаются субмикроскопические трещины, являющиеся возможными источниками усталостного разрушения.

Полирование является отделочной операцией, на которую оставляют припуск 0,005 мм. Для полирования коленчатых валов применяют специальные станки СШ-4516. В качестве инструмента используют шлифовальные шкурки на тканевой основе 0,2 Э 600х30 УГТ, 23А, М50-Н СФ Ж, А ГОСТ 13344-79. При отсутствии специального полировального оборудования применяют ленточно–полировальные головки, устанавливаемые на шлифовальные станки, или изготавливают собственными силами станки с войлочными кругами или жимками. В последнем случае абразивным материалом служит паста ГОИ.

В результате восстановления контролируют следующие параметры детали: твердость поверхностей шеек; размеры (диаметр и длину) шеек и шероховатость их поверхностей; диаметры фланца и отверстий под болты и подшипник; длины от базового торца, до торцев шеек; ширину шпоночных пазов; биения всех соосных цилиндрических поверхностей относительно крайних шеек; радиусы кривошипов; угловое расположение всех кривошипов относительно шпоночного паза.

Параметры расположения измеряют на индикаторных приборах собственного изготовления, остальные параметры измеряют универсальными средствами или калибрами.

Раздел 4. СБОРОЧНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПОДГОТОВКА РЕМОНТА

4.1. Уравновешивание деталей и узлов, комплектование и сборка машин

Доля сборочных работ в общей трудоемкости ремонта составляет 25...28 %, а качество их выполнения оказывает большое влияние на послеремонтную наработку машин.

4.1.1. Точность массы, балансировка деталей и сборочных единиц

Одноименные детали машины, движущиеся при работе поступательно, должны обладать минимальным разбросом значений масс. Например, массы поршневых комплектов двигателя внутреннего сгорания должны отличаться друг от друга не более как на 2... 4 г. Их взвешивают на весах НПВ-1-2. Лишнюю массу убирают с нижнего объема бобышек под поршневой палец. Отдельно взвешивают на двух весах верхнюю и нижнюю головки шатунов. Лишнюю массу металла фрезеруют с приливов на головках.

Отремонтированный агрегат считается уравновешенным, если во время его работы равнодействующая всех сил, действующих на опоры, остается постоянной по величине и направлению. Деталь является полностью уравновешенной, когда результирующие сила инерции и момент инерции равны нулю. Условия полной уравновешенности детали:

$$m\bar{r}_s = \sum_{i=1}^{i=k} m_i r_i = 0, \text{ или } \bar{r}_s = 0;$$
$$\bar{J}_{lr} = \sum_{i=1}^{i=k} m_i l_i r_i = 0,$$

где m – масса тела; r_s – расстояние от центра масс тела до оси вращения; J_{lr} – центробежный момент инерции; m_i , r_i и l_i – соответственно, масса элемента детали, расстояние от центра его масс до оси вращения детали и плечо действия центробежной силы элемента

относительно оси, проходящей через центр масс детали; k – число конструктивных элементов детали.

Первое условие соблюдается, если ось вращения тела совпадает с одной из главных осей инерции тела. Первое и второе условие соблюдаются, если ось вращения совпадает с одной из главных центральных осей инерции тела, т.е. главной осью инерции, проходящей через центр масс тела. Тело является уравновешенным статически, если выполняется первое условие, и уравновешенным динамически, если выполняется только второе условие.

Статическая неуравновешенность наблюдается у дискообразных деталей малой длины. Способы статической балансировки состоят в совмещении центра масс детали с осью ее вращения путем снятия излишнего металла или установки противовеса. Определяют линию, которая проходит через ось вращения детали и центр неуравновешенной массы. Излишний металл снимают в удобном месте, совпадающем с точкой на этой линии по одну сторону от оси вращения с неуравновешенной массой, а добавляют металл – соответственно, в месте на линии по другую сторону от оси вращения детали. Масса m добавляемого (снимаемого) металла (рис. 4.1.а):

$$m = M \frac{r}{R}, \text{ г,}$$

где M – масса детали, г; r – смещение центра масс детали от оси вращения, м; R – расстояние от оси вращения до добавляемого (снимаемого) металла, м.

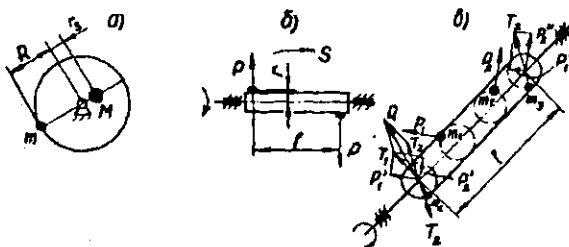


Рис. 4. 1. Виды неуравновешенности деталей: а) - статическая; б) - динамическая; в) - смешанная

Балансировку ведут на горизонтальных призмах, роликах, балансировочных весах и на станках. Статически балансируют

маховики, нажимные и ведомые диски сцеплений, чугунные шкивы и др. детали. Статическую балансировку в динамическом режиме выполняют на станке модели 9765.

На рис. 4. 2 приведена схема весов для статической балансировки дискообразных деталей. Площадка 2 имеет опорно-установочные элементы (цилиндрическую поверхность и плоскость) для балансируемой детали. Соосно цилиндрической поверхности

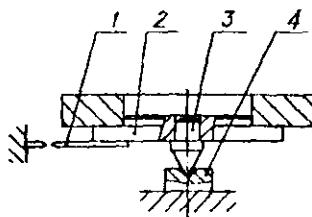


Рис. 4. 2. Схема весов для статической балансировки деталей: 1-стрелки; 2-площадка; 3-острие; 4-опора.

установлено острье 3, которое соприкасается с опорой 4 ответным коническим углублением.

Две стрелки 1 площадки расположены во взаимно перпендикулярных направлениях. Балансируемую деталь помещают на площадку. Если площадка с деталью наклонились, то их приводят в горизонтальное положение путем перемещения по поверхности детали компенсирующего груза. Место нахождения груза и его масса показывают величину и направление дисбаланса.

Динамическая неуравновешенность (рис. 4.1.б) имеет место в том случае, когда центр масс лежит на оси вращения детали, а во время ее вращения возникает статический момент S от двух равных сил P на плече l . Статический момент S вызывает переменные нагрузки на опоры детали при ее вращении. Динамическую неуравновешенность устраняют добавлением или снятием двух равных масс в плоскости действия момента S , чтобы появился новый момент, уравновешивающий первый. Динамическая неуравновешенность выявляется при вращении детали.

Смешанная неуравновешенность (рис. 4.1.в) наиболее часто встречается в реальных условиях, когда имеется сила инерции от неуравновешенной массы и статический момент центробежных сил. Этот вид неуравновешенности характерен для длинных сборочных единиц типа коленчатого или карданного валов. Система любого числа неуравновешенных сил сводится к двум силам, которые расположены в двух произвольно выбранных плоскостях, удобных для уравновешивания. Например, у коленчатого вала эти плоскости проходят через крайние коренные шейки.

Пусть имеются неуравновешенные массы m_1 и m_2 . Разложим центробежные силы P_1 и P_2 на их составляющие P_1' и P_1'' , P_2' и P_2'' , приложенные на плече l . Сложим эти составляющие в каждой плоскости по правилу параллелограмма и получим равнодействующие T_1 и T_2 . В точке приложения силы T_1 приложим две равные между собой, но противоположно направленные силы T_2 . В результате получаем две неуравновешенные силы T_2 и Q в плоскостях коррекции. Сила Q является векторной суммой сил T_1 и T_2 . Момент T_2l определяет динамическую неуравновешенность, а сила Q – статическую.

Полное уравновешивание тела достигается установкой противовесов m_1 и m_2 на линиях действия сил T_2 и Q .

Направление и величину дисбаланса на каждом конце вала определяют на балансировочных станках моделей, например, 4274 или МС-9716.

Таблица 4. 1.
Сборочные единицы двигателя ЗМЗ-53, требующие
балансировки, и их характеристика

Сборочные единицы	Вид балансировки: С – статическая Д – динамическая	Допустимый дисбаланс.
Ротор фильтра центробежной очистки масла со стаканом в сборе	Д	10
Диск сцепления ведомый	С	18
Диск сцепления нажимной	С	36
Маховик	С	36
Коленчатый вал	Д	30
Коленчатый вал с маховиком и сцеплением	Д	30
Двигатель в сборе	Д	40

Динамической балансировке подвергают сборочные единицы, вращающиеся при работе агрегата в двух и более опорах.

Характеристика сборочных единиц, например, двигателя ЗМЗ-53, требующих балансировки, приведена в табл. 4.1.

Перспективна балансировка V-образного двигателя в сборе, которая производится на специальном стенде, путем снятия металла с маховика (задняя балансировочная плоскость) и со шкива коленчатого вала (передняя балансировочная плоскость). Балансировку ведут с принудительным вращением коленчатого вала от постороннего источника энергии при вывернутых свечах зажигания.

4.1.2 Назначение и состав комплектовочных работ

Комплектование деталей – это предсборочная часть производственного процесса необходимая для ритмичной работы участка сборки, включающая накопление деталей и сборочных единиц и составление из них комплектов изделий, из которых будут собраны отдельные агрегаты. В комплекты входят детали, подобранные количественно по наименованиям, геометрическим размерам и по массе. Геометрические размеры сопрягаемых деталей в комплекте обеспечивают нормативные зазоры или натяги.

Комплектовочный участок разрешает противоречие между вероятностным характером поступления на сборку запасных частей, восстановленных и годных без восстановления деталей и требованиями непрерывности и ритмичности производства. Процесс комплектования является вспомогательным процессом сборки агрегатов, он уменьшает трудоемкость сборки и повышает ее качество. Участок накапливает детали различного состояния, его располагают на пути следования на участок сборки деталей годных без восстановления, с восстановления и со склада запасных частей.

Состав комплектовочных работ: накопление и учет деталей и сборочных единиц; номенклатурный подбор деталей, входящих в комплект агрегата с разбивкой их для каждого поста (позиции) сборки; подбор сопряжений по ремонтным размерам (поршень – цилиндр, коленчатый вал – вкладыши, распределительный вал – втулки); подбор сопряжений по размерным группам (поршень – цилиндр, поршень – поршневой палец, поршневой палец – шатун); подбор деталей по массе (шатуны, поршневые комплекты); подбор зубчатых колес.

составляющих пару, по зазору в зацеплении; выполнение пригоночных работ (поршневых колец к цилиндру).

4.1.3. Точность сборки, способы ее обеспечения

Сборка – последовательная установка составных частей изделий, образование разъемных и неразъемных соединений с достижением нормативных параметров точности.

Точность сборки определяется степенью совпадения материальных осей, контактирующих поверхностей или иных элементов сопрягаемых деталей с положением их идеальных образов, установленной технической документацией. Основные точностные параметры: взаимное расположение поверхностей деталей относительно друг друга, замыкающие размеры, моменты и усилия смыкания резьбовых и прессовых соединений.

Точность зазоров, натягов в сопряжениях и пространственного положения деталей зависит от точности составляющих элементов и определяется решением соответствующих размерных цепей.

Требуемая точность замыкающего размера достигается пятью способами: полной, неполной и групповой взаимозаменяемостью, регулированием и пригонкой.

При полной взаимозаменяемости точность замыкающего звена обеспечивается включением в размерную цепь любого звена без подбора, выбора или изменения его величины. Допуск замыкающего звена рассчитывается по методу максимума – минимума:

$$\delta_{AD} = \sum_{i=1}^{m-1} |\xi_i| \delta_{Ai},$$

где i – номер звена размерной цепи; m – число звеньев размерной цепи; δ – допуск i -го составляющего звена; ξ – передаточное число; δ_{Ai} – допуск i -го составляющего звена.

Этот способ применяют для сборки сопряжений: вкладыш – шейка, вкладыш – опора, клапан – втулка и др.

Неполная взаимозаменяемость предусматривает достижение точности замыкающего звена не у всех соединений, а у обусловленной их части при включении в размерную цепь любого звена без подбора, выбора или изменения его величины. Допуск замыкающего звена рассчитывается вероятностным методом:

$$\delta_{AA} = t \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} \xi_i^2 \lambda \delta_{Ai}^2},$$

где t – коэффициент риска, определяется в зависимости от принимаемого процента риска P ; λ – коэффициент относительного рассеяния (для нормального закона распределения равен 1/9).

Расчеты показывают, что при $P=1\%$ можно использовать детали с увеличенными допусками в 1,5...2 раза, по сравнению с допусками, обеспечивающими полную взаимозаменяемость.

При групповой взаимозаменяемости точность замыкающего размера достигается включением в размерную цепь звеньев, принадлежащих к одной из размерных групп, на которые звенья предварительно рассортированы. Таким образом собирают поршни с гильзами цилиндров, поршни с поршневыми пальцами, поршневые пальцы с шатунами и др. сопряжения. Допуск замыкающего звена при этом:

$$\delta_{AA} = \frac{\delta'_{AA}}{n},$$

где δ'_{AA} – допуск замыкающего звена, рассчитанный способом максимума – минимума; n – число размерных групп.

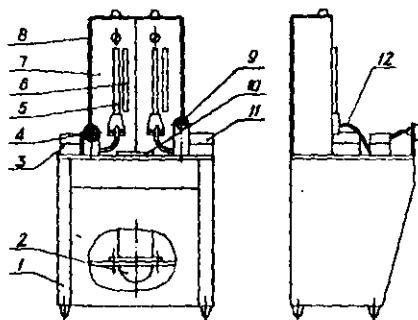


Рис. 4. 3. Схема пневматического измерительного прибора: 1-корпус; 2-баллон; 3 и 11-стабилизаторы давления; 4 и 9-пневмопробки; 5-стеклянная трубка; 6-шкала; 7-панель; 8-щиток; 10-плита; 12-трубка полихлорвиниловая

Производительная сортировка отверстий на размерные группы производится с помощью пневматического измерительного прибора (рис. 4. 3). Пневматический метод измерений основан на зависимости между расходом или давлением сжатого воздуха и значением зазора между деталью и калибром, через который воздух выходит в атмосферу.

Прибор снабжен вертикально расположенной конической стеклянной трубкой 5 с поплавком, который находится во взвешенном состоянии в струе сжатого воздуха, подаваемого под давлением 0,3...0,5 МПа. Верхняя плоскость поплавка служит указателем при считывании размера. Цена деления шкалы 6 – 0,2 ... 2 мкм. Постоянство давления сжатого воздуха обеспечивают стабилизаторы давления 3 и 11.

Высота, на которую поднимается поплавок, зависит от скорости течения воздуха, которая увеличивается при увеличении зазора между калибром 4 или 9 и деталью

Способ регулирования предусматривает достижение точности замыкающего звена путем изменения величины компенсирующего звена без снятия слоя металла. Способ применяют при установлении зазора между клапанами и толкателями, концами оттяжных рычагов сцепления и выжимным подшипником и т.д.

Пригонка – способ достижения точности замыкающего звена путем изменения толщины компенсирующего звена путем снятия слоя металла, например, для достижения необходимого температурного зазора в стыке поршневого кольца.

4.1.4. Организация, средства и процессы сборки

Объектом узловой сборки является составная часть машины, а общей сборки – машина в целом. Узловую сборку ведут на специализированных стенах. Общая сборка бывает тупиковой или поточной. Тупиковую общую сборку ведет один сборщик на стенде, поворачивая при необходимости предмет ремонта вокруг вертикальной или горизонтальной оси. При объемах ремонта более 2,5 тыс. агрегатов в год эффективна конвейерная сборка, которая предполагает специализацию рабочих мест, оснащение их необходимыми средствами, что дает снижение трудоемкости операций. Наилучшее использование производственной площади обеспечивает вертикально-замкнутый конвейер, у которого холостая ветвь проходит под полом.

Схема технологического процесса сборки, например, двигателя ЗМЗ–53, приведена на рис. 4. 4. Основные сборочные переходы: подача

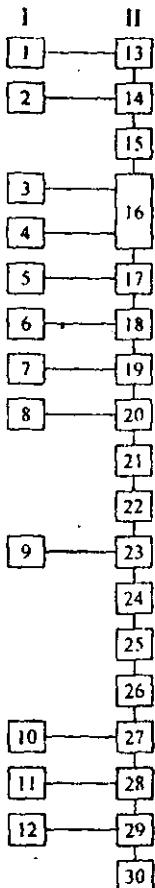


Рис. 4.4. Схема технологического процесса сборки двигателя ЗМЗ-53.

Обозначения:

I – узловая сборка:

1 – блока цилиндров с гильзами; 2 – сцепления; 3 – коленчатого вала с упорными шайбами, шестерней, маховиком и сцеплением; 4 – сальникодержателя с уплотнением; 5 – распределительного вала с фланцем, распорным кольцом, эксцентриком и противовесом; 6 – шатунно-поршневых групп; 7 – крышки распределительных шестерен с сальником; 8 – водяного насоса; 9 – головки цилиндров с клапанами и осью коромысел; 10 – привода распределителя; 11 – выпускной трубы; 12 – масляного насоса.

II – общая сборка:

13 – установка блока цилиндров на стенд или конвейер; 14 – ввертывание шпилек; установка: 15 – пробок, 16 – коленчатого вала, 17 – распределительного вала, 18 – шатунно-поршневых групп, 19 – крышки распределительных шестерен, 20 – водяного насоса, 21 – ступицы и храповика коленчатого вала, 22 – толкателей, 23 – головки цилиндров, 24 – коллекторов, 25 – штанг толкателей; 26 – регулировка клапанного механизма; установка: 27 – привода распределителя, 28 – выпускной трубы, 29 – масляного насоса, 30 – масляного картера и картера сцепления (нижняя часть).

и ориентирование деталей, силовое замыкание сопряжений и межпозиционное перемещение. Силовому замыканию подлежат резьбовые и прессовые сопряжения.

Подача деталей на ряд технологических позиций эффективна при помощи вибрационных бункеров с отсекателями и транспортными вибрационными или гравитационными лотками. В вибрационном

бункере имеется чаша, установленная на трех наклонных стержнях. Чаша за счет импульсов энергии совершает крутильные (вокруг вертикальной оси) и возвратно-поступательные (в вертикальном направлении) колебания, которые приводят к перемещению деталей вверх по спиральному лотку.

Со спирального лотка детали поступают на транспортный лоток и далее – на сборочную позицию.

В качестве резьбозавертывающих средств применяют электромеханические гайковерты собственного изготовления или промышленные одношпиндельные гайковерты с электро- или пневмоприводом. Электрогайковерты питаются переменным током с частотой 100 Гц. Для затяжки резьб с помощью ударно-вращательных импульсов применяют механизмы, которые делятся на частоударные (16...40 ударов в секунду) и редкоударные (до 3 ударов в секунду). Редкоударные гайковерты производят затяжку за 4...15 ударов. При затяжке частоударными гайковертами энергия меняется от удара к удару в течение 100...200 периодов. У редкоударных инструментов энергия отдельного удара не изменяется во времени.

Около 20 % резьбовых сопряжений двигателя требуют затяжки тарированным моментом, значение которого установлено Руководством по капитальному ремонту. Это относится к сборке головок шатунов, блока цилиндров с крышками коренных подшипников и с головкой цилиндров, маховика с коленчатым валом и др.

При ручной сборке ограничение момента затяжки обеспечивает применение специальных ключей, которые бывают двух видов: предельные и динамометрические. В предельном ключе связь между рукойatkой и шпинделем разрывается при достижении необходимого момента затяжки. Динамометрический ключ имеет упругий элемент и шкалу со стрелкой, значения момента затяжки вычитывают на шкале.

Схема электромеханического гайковерта для сборки ответственных резьбовых сопряжений приведена на рис. 4. 5.

Гайковерт содержит электродвигатель 1 с упругой муфтой 2, планетарный двухступенчатый редуктор со шпинделем 10. Корончатые колеса 4 и 5 обеих ступеней редуктора подвижные. Для измерения крутящего момента на шпинделе используется колесо 5, имеющее на периферии коническое отверстие, в которое наконечником входит стержень 7. Усилие предварительного сжатия пружины 8 регулируется. Угол поворота колеса 5 и перемещение стержня 7 пропорциональны

крутящему моменту на шпинделе. При заданном значении этого момента стержень воздействует на конечный выключатель 9, включенный в цепь управления гайковертом. Колесо 4 в неподвижном положении фиксируется колодочным тормозом 6 с электромагнитным приводом.

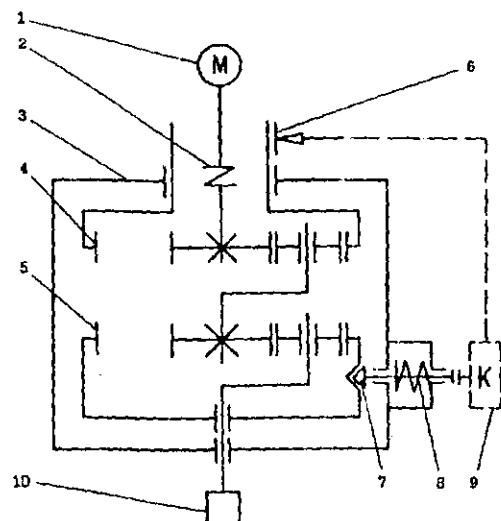


Рис. 4. 5. Схема электромеханического гайковерта:
 1-электродвигатель; 2-муфта; 3-корпус; 4 и 5-колеса корончатые; 6-
 тормоз колодочный; 7-конический стержень; 8-пружина; 9-конечный
 выключатель; 10-шпиндель.

При работе гайковерта его шпиндель соединяют с гайкой или головкой болта и при заторможенном колесе 4 включают электродвигатель. Планетарный редуктор при этом имеет одну степень свободы и передает момент от двигателя на заворачиваемую деталь. Во время затягивания резьбы колесо 5 под действием передаваемого момента, проворачиваясь, выдвигает стержень 7 и воздействует на конечный выключатель 9, от которого преобразованный сигнал поступает на колодочный тормоз. Последний освобождает колесо 4, а

релуктор приобретает две степени свободы. В этом режиме поток мощности между двигателем и шпинделем разрывается, колесо 4 вращается вхолостую, а шпиндель останавливается.

Резкий разрыв потока мощности между двигателем и шпинделем после достижения требуемого момента затяжки в сочетании с малой инерционностью гайковерта обеспечивает момент затяжки собираемых деталей, регламентируемый Руководством по капитальному ремонту в части сборки автомобильных двигателей.

В качестве прессосборочных агрегатов при усилиях сборки до 2,5 кН целесообразно применять пневмоприводы с диаметрами цилиндров до 125 мм, а при больших сборочных усилиях – гидроприводы с диаметром цилиндров 63...125 мм.

Повышение прочности соединений с натягом обеспечивают способы теплопрессовой сборки. Установлено, что прочность посадок, полученных нагреванием перед сборкой охватывающей детали или охлаждением охватываемой, в 2...2,5 раза выше прочности соединений, полученных без нагрева. Объясняется это тем, что в первом случае микронеровности при формировании сопряжений не сглаживаются, а как бы склеиваются друг с другом.

Сборка с нагревом рекомендуется для сопряжений, у которых предусмотрены значительные натяги, а также в случае, когда охватывающая деталь выполнена из материала с высоким коэффициентом линейного расширения, а узел в агрегате подвержен воздействию повышенных температур. Если такие соединения собрать без нагрева, то в процессе эксплуатации прочность их значительно снижается. В процессе сборки нагревают венец маховика при установке его на маховик и поршень – перед установкой поршневого пальца, а седло клапана охлаждают в жидким азоте перед установкой его в блок или головку цилиндра.

Стенд для теплопрессовой сборки шатунно–поршневых групп (рис. 4, 6) предназначен для нагрева поршней и сборки их с шатунами и поршневыми пальцами. Механизированы технологические переходы: нагревание поршней до 90°C, перемещение их на сборочную позицию, взаимное ориентирование деталей, сборочное перемещение поршневого пальца. Переходы, выполняемые вручную: загрузка поршней в лоток, предварительное базирование деталей при сборке, снятие собранного узла, установка стопорных колец поршневого пальца.

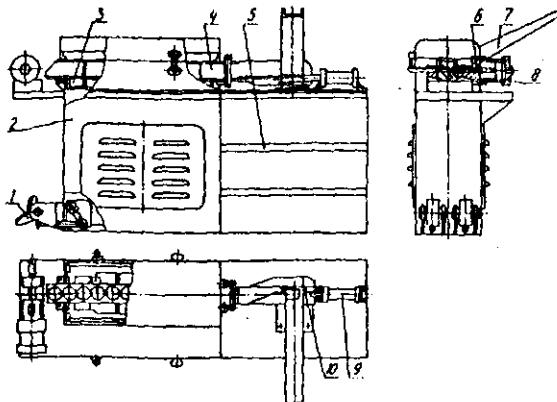


Рис. 4. 6. Стенд для сборки шатунно-поршневой группы:
1-педальный привод; 2-корпус; 3-нагреватель; 4-лоток; 5-стеллаж; 6-прессосборочный механизм; 7-питатель; 8 и 9-пневмоцилиндры; 10-отсекатель

Механизмы стендса – питатель 7, отсекатель 10, лоток 4, нагреватель 3, прессосборочный механизм 6 – установлены на корпусе 2, а электро- и пневмоаппаратура – внутри него. Запас деталей хранится на стеллаже.

Питатель выполнен в виде гравитационного лотка. Отсекатель подает при помощи пневмоцилиндра 9 поршни в зону нагрева и сборки. Поверхность лотка нагревается ТЭНами, а температура контролируется датчиком.

Прессосборочный механизм состоит из пневмоцилиндра 8 и корпуса с опорно-базирующими элементами. Пневмоцилиндры отсекателя и прессосборочного механизма включаются пневмокранами с педальным приводом.

Перед началом работы включают ТЭНы и подают сжатый воздух. На лоток питателя устанавливают комплект поршней (8 ед.). Поршни поочередно досыпаются в нагретый лоток с помощью пневмоцилиндра. На лотках помещается 24 поршня. В отверстие прессосборочного механизма (в котором движется шток пневмоцилиндра) после выдержки 10 мин через окно укладывают

поршневой палец. В соответствующую ячейку днищем вниз устанавливают нагретый поршень. В него вкладывают шатун. Сквозь отверстия в деталях вставляют центрирующую оправку до касания в торце поршневого пальца. Нажатием на педаль включают пневмоцилиндр сборочного механизма, шток которого перемещает поршневой палец в бобышки поршня. Центрирующая оправка выходит из поршня, но остается в левой части корпуса. Собранную шатунно-поршневую группу извлекают из сборочного механизма вручную. Производительность стенда – 400 сборок в смену.

4.2. Приработка и испытания агрегатов и машин

4.2.1. Сущность процесса приработки агрегатов и машин

Приработка труящихся пар деталей машин заключается в изменении геометрии поверхностей трения и физико-механических свойств поверхностных слоев материала в начальный период трения. Это изменение протекает при постоянных внешних условиях и проявляется в уменьшении силы трения, стабилизации температуры и интенсивности изнашивания и появлении устойчивого следа контакта на поверхностях деталей. Начальная приработка агрегата или машины в течение 1...2 часов происходит на стенде ремонтного завода. Остальная приработка протекает в начальный период эксплуатации и длится 30...60 часов для двигателей и 100...120 часов для агрегатов трансмиссии.

Геометрия прирабатываемой поверхности отличается неустановившимися шероховатостью и волнистостью (микрogeометрией) и отклонением от правильной геометрической формы (макрogeометрией). У каждой пары трения в процессе эксплуатации образуется и поддерживается установившаяся шероховатость, независимо от того, какой она была на поверхности сопрягаемых деталей до сборки. В течение приработки изменяются физико-механические свойства материала деталей: твердость, пластичность, коэффициент трения, структура, внутренние напряжения в поверхностном слое.

Приработка достигает две цели. Первая – достижение в условиях стендовой приработки шероховатости поверхности, близкой к той, которая устанавливается в последующей эксплуатации. Вторая –

частичное исправление погрешностей формы сопрягаемых деталей для увеличения площади фактического контакта. Изменение геометрии поверхностей трения в процессе приработки происходит в результате начального изнашивания деталей, в отличие от изнашивания, установленного в эксплуатации.

Интенсивность изнашивания и характер его протекания зависят от свойств поверхностей, взаиморасположения деталей при сборке, нагрузки, скорости скольжения, температуры поверхности трения, свойств смазочного масла. При назначении режимов приработки учитывают следующие соображения.

В начале приработки в сопряжениях действуют значительные контактные напряжения при небольших нагрузках из-за малой площади фактического контакта, при этом интенсивность изнашивания велика. В дальнейшей приработке при увеличении площади контакта увеличивают нагрузку и доводят ее в конце до 80 % от эксплуатационной.

4.2.2. Выбор режимов приработки и средства ее интенсификации

Выступы шероховатости в результате приработки деформируются, образуя поверхность трения. Увеличение скорости скольжения поверхностей без достаточного увеличения нагрузки приводит к снижению интенсивности упругого передеформирования выступов шероховатостей и пластического течения металла. Это служит причиной глянцевитости (заполирования), для которой характерно заполнение микропадин не металлом за счет его пластического течения, а продуктами износа и оксидами. В таком случае при увеличении нагрузки приработка начинается снова вследствие низкой несущей способности заполированного слоя.

Режим приработки, установленный Руководством по капитальному ремонту двигателей, обеспечивает:

- равномерное и ступенчатое возрастание удельного давления и скорости относительных перемещений в основных сопряжениях;
- переход на последующий этап после окончания приработки на предыдущем этапе;
- достижение на последнем этапе нагрузок, обеспечивающих 80 % от максимальных удельных давлений в сопряжениях.

Режим приработки устанавливает множество стадий и этапов, протяженных во времени. Максимальное количество стадий приработки – четыре: холодная без нагрузки, холодная под нагрузкой, горячая на холостом ходу, горячая под нагрузкой. Этап приработки (соответствует понятию технологический переход) – часть стадии приработки, которая характеризуется постоянными частотой вращения валов агрегатов, моментом нагрузки и длительностью воздействия.

Оптимальный режим рассчитывают на более полную приработку основных сопряжений агрегата. Применительно к двигателю внутреннего сгорания – это сопряжения цилиндро–поршневой группы и кривошипно–шатунного механизма.

Процесс приработки следует вести в режиме, обеспечивающем максимальную интенсивность изнашивания при нормальном характере его протекания (без задиров, сквачивания и изломов).

Приработка двигателя начинается при той минимальной частоте вращения его коленчатого вала, при которой обеспечивается надежная подача масла к трещимся поверхностям и его разбрзгивание. В первые 5...7 мин происходит наиболее интенсивная приработка цилиндро–поршневой группы, главным образом, поршневых колец.

Нагрузка на детали во время холодной приработки создается в основном за счет инерционных сил, которые даже на средних оборотах достигают больших значений. Следует отметить, что инерционные силы нагружают один вкладыш, второй вкладыш будет нагружаться позже – при появлении сил давления газов.

Холодную приработку заканчивают при небольшой частоте коленчатого вала, чтобы ограничить нагрузку на сопряжения.

Горячая приработка со ступенчатым возрастанием частоты вращения коленчатого вала и нагрузки служит для обеспечения указанных выше условий.

Режим приработки автомобильного двигателя ЗМЗ–53 приведен в табл. 4. 2.

Введение присадок к топливу и маслу интенсифицирует процесс приработки с одновременным уменьшением приработочного износа.

Применение присадок к топливу для улучшения приработки деталей цилиндро–поршневой группы имеет существенное преимущество перед другими методами, так как позволяет обеспечить

точное дозирование присадки и равномерное распределение ее по цилиндрам без применения специальных устройств.

Большинство приработочных присадок представляют собой сложные металлоорганические соединения хрома или алюминия, полностью растворимые в топливе. При сгорании топлива такие соединения образуют мелкодисперсные абразивные частицы. Эти частицы попадают на стенки цилиндров и образуют притирочные пасты, которые благодаря высокой твердости и температуре плавления ускоряют приработку деталей цилиндро-поршневой группы. Заметного влияния на износ и приработку других деталей двигателей эти вещества не оказывают.

Таблица 4.2
Режим приработки двигателя ЗМЗ-53..

Стадии приработки	n, об/мин.	Нагрузка		Время, мин.
		л. с.	кгс	
Холодная	500	-	*)	15
	700	-	*)	10
Горячая без нагрузки	1000	-	-	15
Горячая под нагрузкой	1600	20	12	10
	1600	28	17	10
	1600	35	22	15
	1800	44	24	10
	2000	51	25	10
	2200	60	27	10
	2400	72	30	10

*) - значения нагрузки служат информацией о качестве сборки двигателя

Наибольшее распространение получили металлоорганические соединения алюминия на основе полиалюмооксанов (АЛП-2 и АЛП-3) и полиалюмофенолятов (АЛП-4).

Противоизносные свойства топлив повышаются применением поверхностно- и химически активных присадок. Например, исследованиями Саратовского ИМСХ установлено, что при добавлении в смазочное масло и топливо 0,8...1,2 % присадки коллоидной серы снижается мощность механических потерь на 25...35 %, а износ гильз цилиндров - в 2,5 раза.

Присадки к маслу оказывают наибольшее влияние на процессы трения в подшипниках скольжения двигателей. Эти присадки, предназначенные для улучшения и ускорения приработки, разделяются на инактивные, поверхностно-активные и химически активные.

К инактивным присадкам относятся коллоидный графит, дисульфид молибдена, мелкодисперсный порошок каолина, порошковое олово и другие.

Действие присадки коллоидного графита основано на том, что его плоские кристаллы заполняют имеющиеся на трущихся поверхностях неровности и препятствуют непосредственному контакту металлических поверхностей. Однако этот материал не получил широкого применения из-за образования большого количества отложений в двигателе и выпадения осадков.

Дисульфид молибдена обладает высокими противоизносными и противозадирными свойствами, хорошей химической стабильностью и образует на поверхностях трения пленку, способную выдерживать высокие удельные давления.

Мелкодисперсный порошок каолина заполняет микронеровности трущихся поверхностей, тем самым препятствует появлению задиров и уменьшает износ.

К поверхностно-активным присадкам относятся жирные кислоты (олеиновую, стеариновую, пальмитиновую, сульфоциновую, янтарную), эфиры органических кислот и спиртов, жирные амины и другие. Механизм действия этих присадок связан с повышением прочности смазочной пленки.

К химически активным присадкам относятся соединения хлора, фосфора, серы и др. Хлорсодержащие присадки (например, совол), разлагаясь при рабочих температурах, выделяют атомарный хлор, который образует пленки хлористого железа, имеющие пластинчатое строение и обеспечивающие заметное снижение трения. Фосфорсодержащие присадки обладают противоизносным действием при более низких температурах. Из последних присадок распространены соединения трикрезилфосфата (ТКФ) и дитиофосфатов ДФ-11.

Обкаточное масло ОМ-2, полученное на базе масла М-8 с антифрикционной добавкой дипроксида используют для приработки средненефорсированных двигателей, однако, это масло увеличивает нагарообразование на деталях.

Обкаточно-консервационное масло ОМК, изготовленное на базе масла М-8 с приработочной присадкой ЛЗ-301 позволяет совмещать приработку с консервацией двигателей.

Обкаточное масло ОМД-8 на базе масла М-8 с моющей, антиокислительной, приработочной и депрессорной присадками сокращает длительность стендовой приработки в 1,75 раза, а эксплуатационной – в 2 раза в сравнении с обкаткой на базовом масле М-10Г2.

Время приработки карбюраторных двигателей может быть сокращено в два раза путем реализации эффекта избирательного переноса за счет введения в масло олеата меди, полученного из олеиновой кислоты (8 г/л) и оксида меди (1 г/л).

4.2.3. Оборудование и технология приработки машин и агрегатов

Приработку ведут на обкаточно-тормозных стендах. Например, один из распространенных стендов КИ-2139Б включает электрическую балансирную машину АКБ 82-4 с фазным ротором, установочные элементы и механизм передачи крутящего момента (рис. 4. 7). Стенд обеспечивает создание тормозной мощности до 150 л.с. и пределы регулирования частоты вращения ротора электромашины в режиме двигателя 500...1400 об/мин и в режиме генератора 1600...3000 об/мин.

Обкаточно-тормозные стены поставляются заводом-изготовителем без устройства для соединения электромашины с обкатываемым двигателем. Действующий на Полоцком АРЗ механизм передачи момента (рис. 4. 8) кроме основной указанной функции обеспечивает контроль чистоты выключения сцепления.

Крутящий момент передается от полумуфты электродвигателя к ведому диску сцепления (или обратно) через карданный 1 и шлицевой 6 валы. Сбалансированный карданный вал имеет два шарнира, поэтому радиальные вибрации от работающих агрегатов друг другу не передаются. Шлицевой вал вращается в двух подшипниках, установленных во втулке 5. Передняя шейка вала входит в подшипник в торце коленчатого вала прирабатываемого двигателя. Во втулке 5 установлен также и упорный подшипник, взаимодействующий с оттяжными рычагами сцепления. Втулка с помощью пружин установлена в трубе 3 и при работе плотно входит в отверстие картера

сцепления под коробку передач. Труба имеет четыре рукоятки 4 для вращения от руки и навинчена на резьбовую часть подвижного корпуса 2. За одно целое с кожухом собраны скакки-рейки 10, которые скользят во втулках, приваренных к основанию 9. Скакки-рейки сцеплены с зубчатыми колесами, установленными на валу с приводной рукояткой 8. Основание механизма закреплено на раме обкаточно-тормозного стенда.

Вал 6 вводят в шлицевое отверстие ступицы ведомого диска сцепления при неработающем стенде. Для этого с помощью рукоятки 8 перемещают подвижную часть механизма до касания упорного подшипника с оттяжными рычагами сцепления. Скакки-рейки 10 неподвижно фиксируются относительно основания с помощью шпилек 7. Приработка двигателя протекает при таком положении механизма.

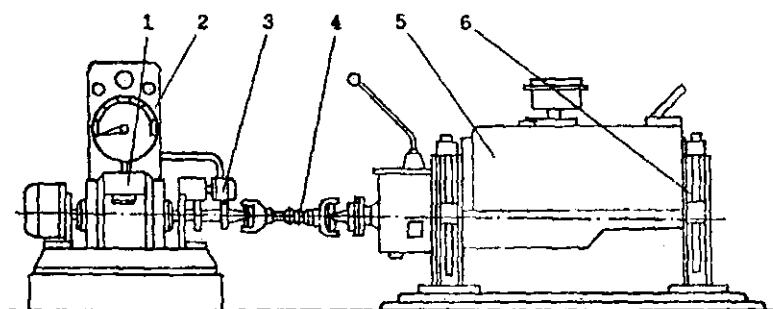


Рис. 4. 7. Стенд для приработки и испытания двигателей: 1-асинхронный электродвигатель, 2-щиток с приборами, 3-привод тахометра, 4-соединительный вал, 5-испытываемый двигатель, 6-опоры для установки двигателя.

Чистоту выключения сцепления проверяют при минимальной частоте вращения коленчатого вала посредством перемещения концов оттяжных рычагов. Для этого вручную вращают трубу 3. Вал электромашины должен остановиться. Кинематическое отключение двигателя производится как после остановки агрегатов, так и "на ходу" путем выведения шлицевого вала из ступицы ведомого диска сцепления.

Автоматизация процесса приработки во времени по заданной программе учитывает техническое состояние каждого отдельного двигателя, так как для одних двигателей усредненная продолжительность приработки излишняя, а для других – недостаточная. Программное управление обеспечивает приработку двигателя на неустановившемся режиме, контроль и запись значений параметров двигателя, при этом учитывается изменение от одного до пяти независимых параметров (момента прокручивания, температуры воды и масла, утечки воздуха в цилиндре, прорыв газов в картер и др.).

Устройство автоматизации приработки, разработанное в БАТУ, (рис. 4. 9) учитывает изменение температуры картерного масла.

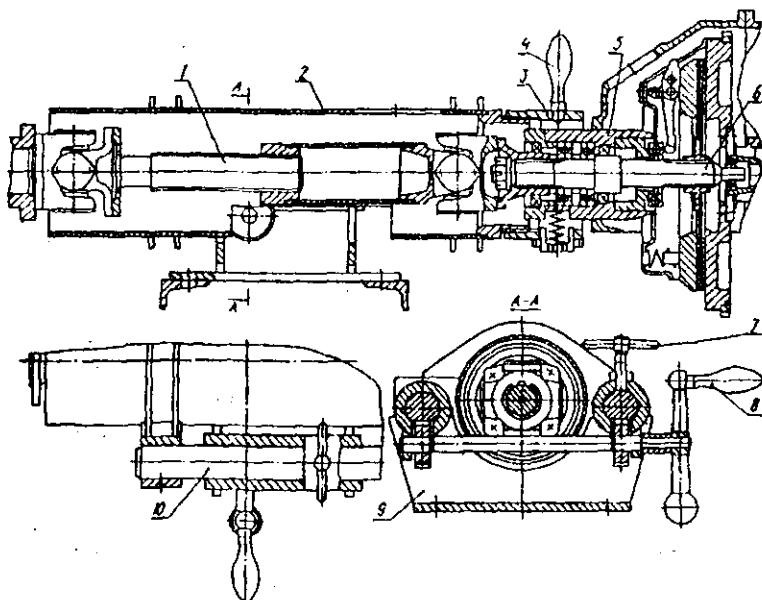


Рис. 4. 8. Механизм передачи момента для приработки двигателей:
1-карданный вал; 2-подвижный корпус; 3-труба; 4 и 8-рукоятки;
5-втулка; 6-шлицевой вал; 7-шпилька; 9-основание; 10-скакка-рейка.

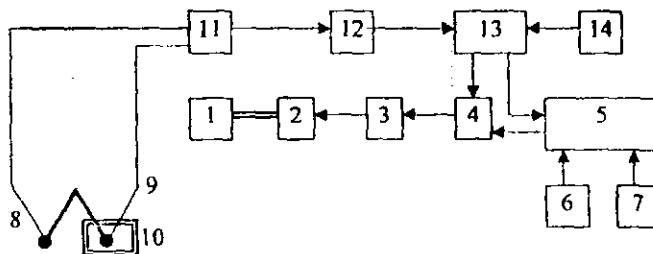


Рис. 4. 9. Схема устройства автоматического управления продолжительностью приработки:

1-ДВС; 2-электромашина; 3-блок регулирования; 4-сравнивающее устройство; 5-переключатель; 6-датчик частоты вращения; 7-датчик крутящего момента; 8 и 9-термопары; 10-термоизоляционная гильза; 11-усилитель; 12-исполнительный орган; 13-командный блок; 14-программирующее устройство.

Преобразователь устройства выполнен в виде двух встречно включенных термопар, помещенных в масляный картер, причем одна из них заключена в теплоизоляционную гильзу. Сигнал перехода на последующую ступень приработки вырабатывается при равенстве ЭДС обеих термопар.

Участки приработки двигателей на авторемонтных заводах оснащены средствами начального подогрева и последующего охлаждения подаваемой воды к двигателям, очистки и подогрева масла. Смазочное масло очищают центрифугами и контактными фильтрами.

4.2.4. Приемо-сдаточные испытания

Испытания машины завершают приработку. Они включают в себя проверку ее работоспособности перед отправкой в эксплуатацию и выявление дефектов (главным образом сборочных). Работоспособность, например, двигателя оценивается минимальной частотой вращения коленчатого вала, мощностью, развиваемой при заданной частоте вращения коленчатого вала, давлением масла в главной масляной магистрали и расходом топлива при заданной нагрузке. Основные дефекты, выявляемые при испытании, — течи воды и масла, шумы и стуки.

Двигатель ЗМЗ-53 признают годным для эксплуатации, если он устойчиво работает на холостом ходу при частоте вращения коленчатого вала 475...525 об/мин, имеет давление масла 0,28 МПа при $n = 2000$ об/мин, развивает мощность 80 л.с. при 2600 об/мин и расходует бензин не более 250 г/эф. л. с.-час.

Таблица 4.3.
Параметры виброакустического контроля двигателя ЗИЛ-130.

Среднегеометрическая частота фильтра, Гц.	Пределенный уровень вибрации, дБ.	Принципы, вызывающие повышенные вибрации
31,5	87	Новшенственный дисбаланс двигателя в сборе
50	87	Неодинаковое протекание рабочих процессов в отдельных цилиндрах
63	86	Разные массы поршней и шатунов
125	77	Стук цилиндро-поршневой группы
250	70	То же
315	70	Стук шатунных подшипников
800	73	Дефекты распределительных шестерен
1250	70	Стук цилиндро-поршневой группы
1600	70	Дефекты распределительных шестерен
2000	71	Ненормальности клапанного механизма
4000	70	То же
6300	64	То же

Шумы и стуки двигателя выявляются в результате его прослушивания с помощью стетоскопа. Объективную оценку дает

виброакустический способ контроля, дающий 75...90 % информации о техническом состоянии работающего двигателя. Испытательный стенд должен иметь упругую подвеску контролируемого двигателя. Жесткость подвески должна быть такой, чтобы частота собственных колебаний двигателя находилась вне диапазона контролируемых частотных полос.

Скоростной и нагрузочный режимы работы двигателя таковы, что в спектрах шума и вибрации проявляются практически все источники шума. Обычно, это средние частоты вращения и нагрузки.

Для уменьшения погрешности измерений датчик крепится на двигателе жестко, его масса должна быть минимальной. Место установки датчика определяется экспериментально, чтобы контролируемый источник шума проявлялся в наибольшей степени.

Частотные полосы и уровни вибрации, характеризующие неисправности двигателей ЗИЛ-130, определены экспериментально и приведены в табл. 4.3.

4.3. Окрашивание и консервация машин

Технологические операции, указанные в названии темы являются завершающими в технологии капитального ремонта машин. Окрашивание отремонтированных машин необходимо для придания им товарного вида и защиты от неблагоприятного воздействия внешней среды. Консервация проводится для сохранения исправности машин при транспортировании или длительном хранении.

4.3.1. Окрасочные материалы

Качество окрашивания зависит от свойств применяемых лакокрасочных материалов (ЛКМ). Термины и определения в области применения ЛКМ приведены в ГОСТ 9.072-77.

ЛКМ – многокомпонентные составы, способные при нанесении тонким слоем на поверхность изделия высыхать с образованием пленки, удерживаемой силами адгезии.

Важнейшие компоненты ЛКМ: пленкообразующие вещества, пигменты, растворители, разбавители и сиккативы. Кроме того, в небольших количествах могут входить пластификаторы, наполнители, катализаторы, отвердители, инициаторы и ускорители полимеризации, эмульгаторы, токситронные добавки и добавки для растекания.

Пленкообразующие вещества составляют основу покрытия и образуют при его высыхании плотную коррозионно-стойкую пленку. Защитные свойства пленкообразующего вещества обусловлены его атмосфераустойчивостью, эластичностью и адгезией к поверхности материала, а также прочностью и водостойкостью образованной пленки. Защитные действия пленкообразующего вещества зависят в значительной мере и от технологии нанесения лакокрасочного покрытия. В качестве пленкообразующих веществ применяют растительные масла, природные и искусственные смолы и синтетические высокомолекулярные соединения (битумы, асфальтены и эфиры).

В зависимости от состава пленкообразующие вещества бывают масляные, смоляные и эфирно-целлюлозные. Каждую из этих групп материалов в зависимости от условий применения подразделяют на эмалевые и шпатлевочные.

Растительные масла среди пленкообразующих веществ занимают значительное место. Под действием кислорода воздуха жирные кислоты, содержащиеся в маслах превращаются в блестящее плотное и эластичное вещество (линоксин). Олифы получают путем полимеризации или оксидации масел. Олифы быстро сохнут с образованием устойчивой пленки. Натуральные олифы – это полимеризованное или оксицированное льняное или конопляное масла, к которым добавлен синкавит.

Для приготовления пленкообразующих веществ применяют естественные и искусственные смолы, которые легко растворяются в маслах. Пленки из них имеют повышенную прочность и устойчивость к действию света.

Естественные смолы состоят из канифоли (в виде ее эфиров), сандала, шеллака, копалов, битумов, асфальтенов. К искусственным смолам относятся твердые или жидкие продукты переработки нефти (гудроны и пёки), продукты переработки природных смол (например, эфиры канифоли) и ряд синтетических смол, полученных в результате полимеризации или поликонденсации. Нашли широкое применение искусственные смолы: алкидные, глифталевые, пентафталевые, мочевино- и меламиноформальдегидные, перхлорвиниловые, эпоксидные и фенолформальдегидные. Применяют также сочетания смол.

Растворы пленкообразующих веществ в летучих органических растворителях называют лаками.

Масляные лаки готовят растворением при повышенных температурах натуральных или синтетических смол в олифах с добавлением растворителей.

Эфирно-целлюлозные нитролаки получают растворением нитроклетчатки (продуктов переработки целлюлозы) в смеси растворителей: ацетона, бутилацетата, этилацетата, толуола, этилового и бутилового спиртов. Для получения эластичной свето- и термостойкой пленки применяют пластификаторы – эфиры фосфорной и фталевой кислот, а также льняное и касторовое масла. Для повышения адгезии и блеска в состав этих лаков вводят глицериновый эфир и канифоли. Нитролаки образуют при высыхании прочную твердую пленку, стойкую к действию влаги, бензина и химических реагентов.

Спиртовые лаки получают растворением натуральных или искусственных смол в спирте-сыреце. Содержание смол доходит до 35...45 %. Спиртовые лаки быстро высыхают, но образуют непрочную пленку, поэтому их применяют только для окрашивания деревянных изделий.

Пигменты (сухие краски) вводят в ЛКМ с целью повышения прочности пленки, придания ей необходимого цвета и улучшения ее адгезионных свойств.

Пигменты представляют собой порошкообразные цветные оксиды или соли металлов, нерастворимые в воде, растворителях и пленкообразующих веществах. В качестве пигментов применяют вещества: белые (цинковые и титановые белила), желтые (охра, цинковый и свинцовий кроны), красные (мумия, железный сурик, свинцовий сурик), синие (ультрамарин, лазурь), зеленые (хромовая или цинковая зелень), коричневые (умбра) и черные (сажа). К основным свойствам пигmenta относятся цвет, укрывистость, интенсивность, маслоемкость, светостойкость и стойкость к действию химических веществ.

Укрывистость – свойство пигmenta, растертого в масле, закрывать окрашиваемую поверхность так, чтобы не просвечивал цвет окрашиваемой поверхности.

Интенсивность – способность пигmenta передавать свой световой тон другим веществам.

Маслоемкость пигмента – количество масла в граммах, необходимое для получения густотерпой краски – пасты.

Растворители применяют для растворения пленкообразующих веществ. В качестве растворителей используют: скапидар, уайтспирит, толуол, ксилол, сольвент, ацетон и сложные эфиры (метилацетат, этилацетат).

Разбавители применяют для разжижения ЛКМ, загустевших во время складского хранения, а также для доведения их до рекомендуемой рабочей вязкости.

Для нитро- и перхлорвиниловых эмалей и шпатлевок выпускают готовые смеси разбавителей РДВ, 646, 647, 648, 649, в состав которых входят ацетон, сложные эфиры и спирты, а для ЛКМ на основе масел и синтетических смол – РС-1, РС-2 (смеси бутанола, уайт-спирита и ксилола).

Наполнители – природные продукты, добавляемые в ЛКМ для улучшения прочностных и защитных свойств покрытия, а также для их удешевления. В качестве наполнителей применяют мел, барит, коалин, тальк и др. Некоторые наполнители (слюда, асбест и др.) вводятся для повышения теплостойкости покрытий. Сиккативы вводят в ЛКМ для ускорения процесса их сушки. Они представляют собой марганцевые, свинцовые или кобальтовые соли. Сиккативы вводят в состав ЛКМ в строго определенном количестве. Избыток или недостаток сиккатива может вызвать ухудшение качества пленки.

Грунтовки представляют собой пигментированные лаки или олифы, применяемые для образования нижних слоев покрытий, которые обеспечивают прочную адгезию с окрашиваемой поверхностью и обладают хорошими защитными свойствами. Грунтовки, в зависимости от назначения, защищают металл от влияния влаги, пассивируют или фосфатируют металл и обеспечивают его катодную защиту.

Шпатлевки – пигментированные лаки, обладающие более высокой вязкостью, чем остальные окрасочные материалы. Их наносят на слой грунтовки, так как они имеют меньшую адгезию, чем грунтовки.

Эмали – краски, получаемые при растирании пигментов с лаками. Эмали выпускаются разведенными, однако, в зависимости от метода нанесения вязкость их может быть изменена введением разбавителей. Эмали формируют верхний слой покрытия и придают ему требуемые цвет, прочность и свето- и влагостойкость.

Масляные краски представляют собой суспензию пигментов в олифах и выпускаются в виде густотертых паст или готовых к употреблению составов. Краски на основе свинцового или железного суриков, хромовой зелени, свинцового крона и цинковых и титановых белил отличаются особой прочностью к атмосферным воздействиям и хорошей адгезией. Существенный недостаток красок – медленное их высыхание, которое при 18...20°C длится 24...26 часов.

Таблица 4. 4.

Условные обозначения групп лакокрасочных материалов по составу.

Группа	Обозначение	Группа	Обозначение
Глифталевые	ГФ	Нитроцеллюлозные	НЦ
Пентафталевые	ПФ	Этилцеллюлозные	ЭЦ
Меламиновые	МЛ	Перхлорвиниловые	ХВ
Мечевинные	МЧ	Сополимерно-винилхлоридные	ХС
Фенольные	ФЛ	Кремнийорганические	КО
Фенолоалкидные	ФА	Дивинилацетиленовые	ВИ
Эпоксидные	ЭП	Каучуковые	КЧ
Эпоксизифирные	ЭФ	Полиамидные	АД
Алкидно- и маслянисторольные	МС	Фторопластовые	ФП
Полизифирные насыщенные	ПЭ	Поливинилпакетальные	ВЛ
Полиуретановые	УР	Масляные	МА
Полиакриловые	АК	Битумные	БТ
Сополимерно-акриловые	АС	Канифольные	КФ

Эмульсионные краски готовят путем сильного размешивания в специальных мешалках двух и более несмешивающихся между собой жидкостей. Препятствуют расслаиванию стабилизаторы – казеин, желатин, мыло. Эмульсионными красками окрашивают обычно деревянные части машин.

Эмалевые краски представляют собой суспензию пигментов в лаках. При высыхании эти краски образуют прочную блестящую пленку, напоминающую эмаль. В зависимости от типа лака, на котором изготовлена эмалевая краска, различают эмали масляные, глифталевые, пентафталевые, перхлорвиниловые и др.

Эмалевые краски высыхают быстрее масляных. По принципу сушки они делятся на эмали горячей сушки, которые высыхают при температуре выше 110°C, и эмали холодной сушки – 18...25°C.

Обозначение лакокрасочного материала слагается из его наименования (табл. 4.4) и назначения (табл. 4.5).

Таблица 4.5.
Условные обозначения групп лакокрасочных материалов по назначению.

Группа	Обозначение	Группа	Обозначение
Атмосферостойкие	1	Химически стойкие	7
Ограниченно атмосферостойкие	2	Термостойкие	8
Водостойкие	4	Электроизоляционные	9
Специальные	5	Грунтовки	0
Маслобензостойкие	6	Шпатлевки	00

4.3.2. Технология окрашивания

Лакокрасочное покрытие многослойное, каждый слой которого играет свою функциональную роль. Имеются слои грунта, шпатлевки и эмали. Первый слой наносят на подготовленную поверхность с целью защиты ее от коррозии, второй слой – для сглаживания поверхности и третий – для получения необходимого цвета и шероховатости поверхности. Таким образом, имеются внутренний грунтовочный, промежуточный шпатлевочный и наружный эмалевый слои.

Процесс окраски включает подготовку окрашиваемой поверхности, нанесение покрытия и его сушку.

Правила подготовки металлических поверхностей перед окрашиванием определяет ГОСТ 9.402–80. Поверхность должна иметь шероховатость не менее 40 мкм. Однако, при большой шероховатости увеличивается расход ЛКМ без увеличения его срока службы. Толщина лакокрасочных покрытий должна на 20 % превышать максимальную высоту микронеровностей.

Очистку от загрязнений производят органическими растворителями и растворами технических моющих средств.

Основные способы нанесения лакокрасочных покрытий следующие: пневматическое распыление, безвоздушное распыление под высоким давлением, струйный облив, окунание, распыление в электростатическом поле высокого напряжения, электроосаждение и др.

Наиболее распространенный способ нанесения лакокрасочных материалов – их пневматическое распыление с подогревом или без подогрева.

Распыление без подогрева применяют для нанесения почти всех пленкообразующих материалов на всякие поверхности (за исключением внутренних полостей). Однако, процесс сопровождается туманообразованием с потерей 20...40 % ЛКМ и требует применения специальных окрасочных камер со сложными устройствами для вытяжки и очистки воздуха, выбрасываемого в атмосферу.

Распыление с нагревом ЛКМ протекает без дополнительного разведения растворителями. Нагрев уменьшает вязкость и поверхностное натяжение ЛКМ. Способ уменьшает расход растворителей на 30...40%, позволяет применение материалов с высокой исходной вязкостью, повышает укрывистость материала, уменьшает потери на его туманообразование вследствие уменьшения содержания растворителя в ЛКМ, увеличивает глянец покрытия. Способ обеспечивает распыление битумных лаков, глифталевых, нитроцеллюзных и перхлорвиниловых лаков и эмалей.

Для подогрева ЛКМ применяют установку во взрывобезопасном исполнении типа УГО-5М, мощность нагревателя которой 0,8 кВт, температура материала при длине шланга 4 м – 70°C и давление 0,1...0,4 МПа, температура воздуха – 50°C и давление 0,2...0,4 МПа.

Безвоздушное распыление ЛКМ под высоким давлением применяют с их нагревом и без нагрева.

Распыление с нагревом состоит в том, что ЛКМ нагревают до температуры 40...100°C и под давлением 4...10 МПа подают к распылительному устройству. Факел распыления формируется за счет перепада давления при выходе ЛКМ из сопла распылителя и последующего быстрого испарения части нагретого растворителя, которое сопровождается значительным его расширением. Потери материала при этом составляют только 5...12 %.

Схема установки для безвоздушного распыления лакокрасочных покрытий приведена на рис. 4. 10. В этой установке

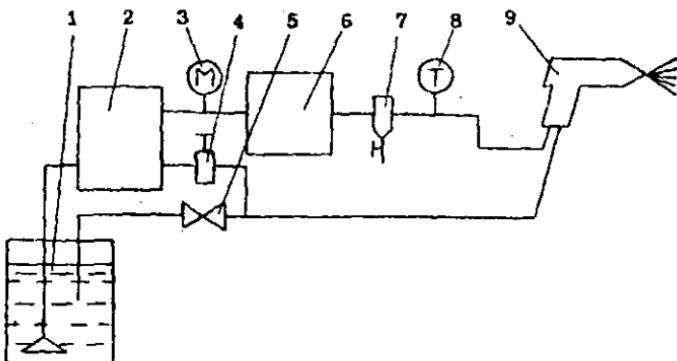


Рис. 4. 10. Схема установки для безвоздушного распыления лакокрасочных покрытий: 1-емкость; 2-насос; 3-манометр; 4-клапан; 5 -кран; 6-нагреватель; 7-фильтр; 8-термометр; 9-краскораспылитель.

краска из емкости 1 насосом 2 подается через нагреватель 6, фильтр 7 к краскораспылителю 9. Температура краски измеряется термометром 8, а давление – манометром 3. Неиспользованная часть краски направляется через клапан 4 обратно в емкость 1. После окончания работы краска из системы сливается через спускной кран 5.

Факел наносимых материалов при безвоздушном распылении имеет четкие границы и защищен от окружающей среды оболочкой из паров растворителя. По сравнению с пневматическим распылением способ обеспечивает уменьшение потерь на туманообразование на 20...35 % и расхода растворителя на 15...25 % с сокращением времени окрашивания.

Для безвоздушного распыления применяют установки УРБ-2, УРБ-3 и УРБ-150П с распыляющими устройствами: 1Б, 2Б, 3Б, 4Г и 5А, дающие ширину окрасочного факела от 100 до 410 мм. Расход ЛКМ 320...1000 г/мин.

Распыление без нагрева производят при температуре ЛКМ 18...23°C и давлении 10...25 МПа. Способ рекомендуется при окраске крупногабаритных изделий.

Окунание – процесс нанесения ЛКМ при погружении изделий в ванну, наполненную ЛКМ. После выдержки в ванне изделие вынимают

из жидкости и выдерживают над ванной для стекания лишнего материала. Способ обеспечивает окрашивание всей поверхности изделия с затеканием ЛКМ в зазоры, щели и карманы.

Покрытия, нанесенные способом окунания, по внешнему виду хуже, чем нанесенные распылением.

Струйный облив заключается в том, что изделие покрывают ЛКМ из сопел душевого устройства, а затем выдерживают в парах растворителя, что обеспечивает гладкое и равномерное покрытие.

Облив производится без последующей выдержки в парах растворителя и с выдержкой. Выдержка в парах растворителя протекает в отдельной камере (паровом тоннеле). Температура паров составляет 20°C. Атмосфера паров создает благоприятные условия для стекания ЛКМ с равномерным распределением его по поверхности изделия. Расход материалов при этом в 2...3 раза меньший, чем при окрашивании пневматическим распылением.

Сущность распыления в электростатическом поле высокого напряжения (рис. 4. 11) заключается в переносе заряженных частиц

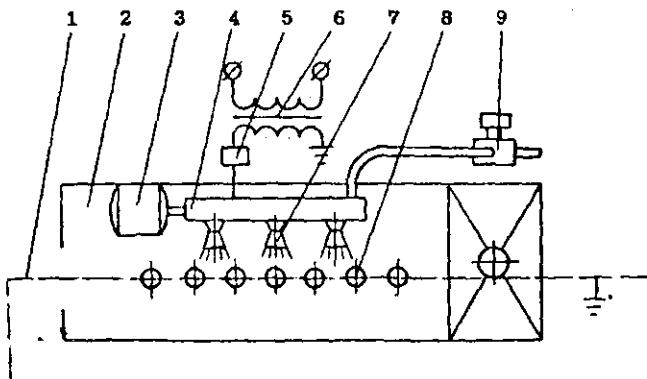


Рис. 4. 11. Схема установки для окрашивания деталей в электростатическом поле:

1-конвейер подвесной; 2-камера; 3-электродвигатель; 4-редуктор; 5-выпрямитель; 6-трансформатор; 7-распылительные головки; 8-окрашивающие изделия; 9-насос шестеренчатый.

ЛКМ в этом поле, которое создается системой электродов. Одним из электродов является коронирующее краскораспылительное устройство, другим – окрашиваемое изделие. Распылительные головки 7, которые приводятся во вращение посредством электродвигателя 3 и редуктора 4, распыливают краску в плоскости, перпендикулярной оси вращения. Раздробленные частицы ЛКМ, попадая в электростатическое поле, осаждаются на поверхность окрашиваемого изделия. При напряжении между электродами 60...130 кВ поддерживается напряженность 2,4..6,5 кВ/см и рабочий ток 20 ...70 мА на один распылитель. Способ дает возможность осадить 95...98 % материала, увеличить производительность труда и улучшить его санитарно-гигиенические условия.

Окрашивание в электростатическом поле выполняется в стационарных камерах или при помощи передвижных ручных установок типа УЭРЦ-1, УЭРЦ-4.

В электростатическом поле наносят грунты, нитроэмали, пентафталевые, глифталевые, меламиноалкидные и перхлорвиниловые эмали.

Сущность электроосаждения ЛКМ заключается в переносе частиц ЛКМ в жидкости к одному из электродов (изделию). Жидкость представляет собой раствор ЛКМ в деминерализованной воде.

Аэрозольное распыление позволяет производить подкраску техники, в том числе в полевых условиях.

Сушка лакокрасочного покрытия – это процесс образования его пленки. Во время сушки термопластичных материалов удаляется растворитель, а во время сушки термореактивных материалов происходит их полимеризация и поликонденсация. Сушка лакокрасочных покрытий может быть холодной (температура 12...20°C) и горячей (температура 40...300°C). Распространенные виды сушки: конвекционная, термощелевая, ультрафиолетовым излучением.

Конвекционная сушка заключается в нагреве изделия в сушильной камере нагретым воздухом или продуктами сгорания топлива. При выборе режима сушки учитывают: тип ЛКМ, толщину покрытия, теплопроводность и толщину окрашиваемого материала, температуру и влажность воздуха, интенсивность теплообмена. При увеличении толщины покрытия и окрашиваемого материала процесс сушки замедляется. При увеличении интенсивности обдува изделий процесс сушки ускоряется, но при этом уменьшается эластичность

покрытия. Это необходимо учитывать при сушке маслосодержащих продуктов, для образования пленки которых необходим кислород.

Терморадиационная сушка окрашенного изделия протекает в инфракрасных лучах. Применяют темные и светлые излучатели. Их выбор определяется видом применяемого лакокрасочного покрытия. При одной и той же плотности падающего потока от светлого излучателя поглощаемая покрытием энергия получается различной и пленка нагревается до разной температуры: светлые покрытия нагреваются и высыхают медленнее, темные покрытия – быстрее. При использовании темных излучателей коэффициент поглощения инфракрасных лучей практически не зависит от цвета лакокрасочного покрытия.

Сушка ультрафиолетовым излучением применяется для ЛКМ (например, полизэфирных лаков) на основе пленкообразующих смол, растворенных в мономере, когда имеются ограничения температурного режима, как для покрытия, так и для подложки. Ультрафиолетовое облучение производится в атмосфере, насыщенной озоном. Продолжительность сушки сокращается в несколько раз.

При конвекционном способе сушки быстро затвердевает верхний слой краски и его корка задерживает испарение растворителя, что приводит к образованию в пленке пор и других дефектов.

При терморадиационной сушке лучистая энергия поглощается металлом под краской, поэтому летучая часть покрытия сначала испаряется из нижнего слоя. Высыхание покрытия начинается интенсивнее с поверхности металла и постепенно доходит до верхнего слоя, который затвердевает последним. Все это повышает прочность и другие качества лакокрасочного покрытия.

Окончательная отделка покрытий заключается в придании поверхности декоративного блеска. Для этого покрытие шлифуют шкуркой N 320–360 с последующей промывкой водой и обдувом, затем покрывают растворителем N 648 для сглаживания штрихов и мелких царапин. После сушки поверхность полируют пастой N 289, используя полировальные машины, и протирают фланелью.

Большинство поверхностей агрегатов окрашивают в "белосеребряный" цвет, в черный цвет окрашивают воздушные фильтры, щитки, трубы и др. узлы.

Окрашиваемые поверхности обезжикивают бензином-растворителем или сольвентом каменноугольным.

Двигатели рекомендуется окрашивать алюминиевой нитроглифталевой эмалью НЦ-273 без грунта. Для окраски деталей в черный цвет применяют нитроцеллюлозную эмаль НЦ-184 или алкидностирольную эмаль МС-17. Первая и последняя эмали быстросохнущие.

Производительность процесса повышается путем применения окрасочных роботов.

4.3.3. Послеремонтное хранение, консервация машин и их составных частей

. Отремонтированные объекты, принятые ОТК, с сопроводительными документами (паспортом, гарантийным талоном и сертификатами происхождения и соответствия) консервируют и доставляют на склад готовой продукции. Отремонтированные машины хранят на оборудованных площадках под открытым небом, под павесом или в помещениях (отапливаемом или неотапливаемом). Отремонтированные агрегаты хранят под павесом или в помещении.

. При хранении машины устанавливают на козлы, разгружают колеса и другие узлы.

Консервация необходима для предупреждения вредного влияния атмосферы на поверхности отремонтированных машин, пылевых отложений и случайного попадания посторонних предметов в картерные полости во время предэксплуатационного хранения и перемещения машины. Большие картерные отверстия закрывают люками и крышками, впускные и выпускные отверстия закрывают деревянными, пластмассовыми и металлическими пробками, на масляные штуцеры наничивают глухие пробки. В цилиндры заливают масло, а агрегат приводят в движение, чтобы это масло распределилось по всей поверхности цилиндров движущимися поршнями. Для предупреждения коррозии наружных обработанных поверхностей деталей их закрывают промасленной или парафинированной бумагой или наносят защитную пленку. В качестве консервационного материала используют консистентные смазки или специальные консервационные масла НГ-203 или К-17.

Срок гарантированной консервации указывают в паспорте машины. В зависимости от требований Руководства по ремонту или технических условий продолжительность этого срока бывает, обычно,

трехмесячной, полугодовой или годовой. По истечении этого срока машину консервируют повторно.

4.4. Технологическая подготовка ремонтного производства

Цель предыдущего материала пособия заключалась в изучении и выборе эффективных способов и средств, обеспечивающих безусловное достижение нормативных показателей качества отремонтированных машин с минимальными материальными и трудовыми затратами. Организация труда по внедрению в производство принятых технических решений существенно влияет на затраты и сроки внедрения их в производство.

4.4.1. Цель и состав технологической подготовки ремонтного производства

Создание или совершенствование участков или рабочих мест ремонтного производства происходит в результате его технологической подготовки. Технологическая подготовка ремонтного производства представляет собой необходимое множество работ, которое приводит это производство в состояние готовности к ремонту изделий определенной модели и комплектности, заданного объема, к установленному сроку, с установленными показателями качества и с наименьшими затратами. Номенклатура, объемы выпуска, показатели качества отремонтированных машин и сроки освоения являются ограничительными параметрами (они должны выполняться неукоснительно), а затраты на освоение ремонта являются параметром оптимизации (они должны быть наименьшими). Достижение приведенного состояния готовности ремонтного производства и представляет собой цель его технологической подготовки. Признаки технологической готовности производства – подготовлено производственное помещение с коммуникационными подводами энергетических и технологических ресурсов, вентиляцией, отоплением и освещением, установлены и введены в эксплуатацию средства технологического оснащения, имеется комплект технологической документации на все операции ремонта, отремонтирована первая партия изделий и доказана возможность достижения с заданной производительностью требований к продукции, установленных

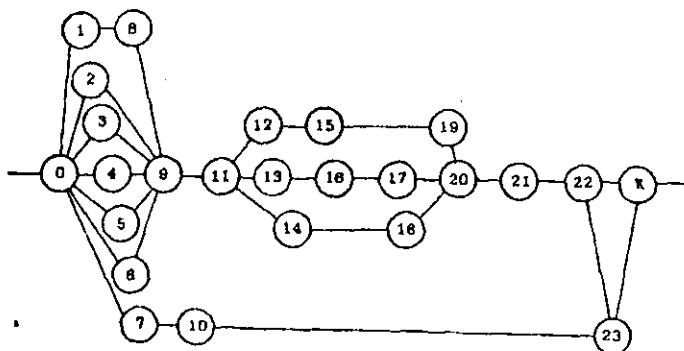


Рис. 4. 12. Схема сетевого графика технологической подготовки ремонтного производства:

О -начало технологической подготовки ремонтного производства; 1-обеспечение конструкторской документацией; 2 и 3-соответственно, изучение производства по изготовлению и капитальному ремонту предмета труда; 4-исследование состояния ремонтного фонда; 5-изучение рынка товарной продукции (маркетинг); 6-научно-исследовательская подготовка; 7-обеспечение нормативно-технической документацией; 8 -составление картотеки деталей и сборочных единиц предмета труда; 9-разработка технологической документации с литерой "РО";10-разработка материальных нормативов; 11-составление картотеки технологических процессов, средств ремонта и рабочих мест; 12-составление ведомости покупных средств ремонта; 13-составление ведомости средств ремонта собственного изготовления; 14-разработка технологических планировок; 15-составление заявок на приобретение средств ремонта; 16-проектирование средств ремонта собственного изготовления; 17-изготовление средств ремонта; 18-подготовка производственной площади; 19-приобретение средств ремонта; 20-монтаж средств ремонта; 21-испытание, доводка и ввод в эксплуатацию средств ремонта; 22-доработка технологической документации с присвоением литеры "РА"; 23-уточнение материальных нормативов; К - конец технологической подготовки ремонтного производства. Список нормативно-технической документации уточняется и пополняется по мере разработки конструкторской и технологической документации.

нормативно-технической документацией. Факт технологической готовности производства оформляется актом: отдел главного технолога (разработчик технологии, средств технологического оснащения и планировочного решения) и службы вспомогательного производства, которые изготавливают и монтируют оборудование, сдают участок (рабочее место) персоналу основного производства.

Технологическая подготовка производства становится необходимой при освоении ремонта изделия нового вида, увеличении объема выпуска освоенных предметов труда, для сокращения расхода ресурсов, повышения производительности труда и качества продукции. Последняя потребность возникает в случае уменьшения значений показателей качества продукции относительно соответствующих нормативных значений.

Технологическая подготовка ремонтного производства выполняется силами технологическо-конструкторской службы завода и собственного вспомогательного производства.

Основные работы типовой технологической подготовки производства: обеспечение технологичности изделия, разработка технологической документации, проектирование и изготовление средств ремонта, управление процессом технологической подготовки. При технологической подготовке ремонтного производства отсутствуют работы по обеспечению технологичности изделия.

Связное множество работ по приведению ремонтного производства в состояние технологической готовности представлено в виде схемы сетевого графика на рисунке 4. 12.

Технологическую подготовку начинают с разработки или приобретения конструкторской документации на ремонтируемое изделие, что составляет событие 1. Комплект чертежей содержит описание всех деталей и сборочных единиц с указанием материалов, размеров, точностных параметров, твердости поверхностей и других технических требований. Чертежи ремонтируемых объектов разрабатывают завод-изготовитель машин или отраслевые проектные организации.

События 2 и 3 предполагают изучение опыта предприятий по изготовлению и капитальному ремонту однотипных машин.

Исследование деталей ремонтного фонда в деле выявления множества устранимых повреждений (событие 4), их характеристик и

сочетаний необходимо для выбора способов восстановления деталей и определения его трудоемкости и себестоимости.

Событие 6 выражает научно-исследовательскую подготовку производства с целью внедрения новейших технологий и средств ремонта.

Нормативно-техническая документация (ее приобретение соответствует событию 7) – это Руководства по капитальному ремонту предмета труда, директивные материальные нормативы и все стандарты, на которые имеются ссылки в технической документации Событие 8 – это появление картотеки деталей и сборочных единиц предмета труда, в которой учтены все объекты труда, их структура, состояние ремфонда и товарной продукции.

Вершина 9 графика, как событие, определяющее разработку технологий, обобщает ранее выполненные работы. Технологические способы, принятые на этой стадии, будут определять качество и трудоемкость ремонта предмета труда и эффективность производства. Для реализации способов будут закуплены и изготовлены средства ремонта, подготовлены производственные площади, установлено и подключено к цеховым коммуникациям оборудование, поэтому технические решения, принятые на этом этапе, должны быть всесторонне обоснованы.

Нормы материальных нормативов (событие 10) необходимы для заказа материалов и запасных частей.

Событие 11 – появление картотеки технологических процессов, средств ремонта и рабочих мест, предшествует планированию и организации работ по технологической подготовке ремонтного производства.

Вершины 12, 15 и 19 определяют работы по приобретению покупного оборудования, а вершины 13, 16 и 17 – работы по проектированию и изготовлению средств ремонта в собственном вспомогательном производстве. Последние работы недостаточно оценены в литературе по ремонту машин, хотя ряд участков (например, разборочно-очистных, определения повреждений, восстановления некоторых деталей, комплектовоочно-сборочных, окрасочных) почти полностью оснащены средствами собственного изготовления.

Параллельно с приобретением, проектированием и изготовлением средств ремонта разрабатывают технологические

планировки участков (событие 14) и готовят производственные площади с прокладкой цеховых коммуникаций (событие 18).

Вершины 20 и 21 определяют монтаж и ввод в эксплуатацию средств ремонта. На этой стадии технологической подготовки ремонтного производства ремонтируют установочную партию продукции, испытывают средства ремонта, выявляют и устраняют недостатки средств оснащения, вводят коррективы в разработанную технологию (вершина 22) и уточняют материальные нормативы (событие 23).

Исполнителями работ технологической подготовки ремонтного производства являются: 1, 7 – ОГК (отдел главного конструктора); 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23 – ОГТ (отдел главного технолога); 5 – служба маркетинга; 6 – научные организации; 17, 21 – ИУ (инструментальный участок); 18 – РСУ (ремонтно–строительный участок); 19, 20, 21 – ОГМ (отдел главного механика).

Наибольший объем инженерных работ приходится на технологов и конструкторов ОГТ.

4.4.2. Планирование технологической подготовки ремонтного производства

Решение о технологической подготовке производства к ремонту изделий новых изделий принимают на основании изучения и прогнозирования рынка этих объектов, сопоставлении сроков подготовки производства и времени существования рынка и расчета экономических показателей.

Технологическую подготовку ремонтного производства планируют на основании приказа или распоряжения директора или главного инженера завода об освоении ремонта изделий с указанием сроков готовности производства. К приказу или распоряжению прилагают план мероприятий по технологической подготовке ремонтного производства (рис. 4. 13). В свою очередь план разрабатывают на основании маршрутного (операционного) технологического процесса с литерой "П" и технологической планировки создаваемого участка или рабочего места (плана расположения оборудования с точками коммуникационных подводов).

В плане технологической подготовки ремонтного производства выдерживают соответствие "предмет ремонта – технологическая

операция – средства технологического оснащения – мероприятия – сроки – исполнители".

Утверждаю
Главный инженер ремонтного
завода

План технологической подготовки производства

по _____

(приказ по заводу № _____ от _____)
 (технологический процесс № _____)
 (технологическая планировка № _____)

Предмет труда: наименование, номер, эскиз	Технологическая операция: наименование, номер	Средства оборудование, приспособления, инструмент: наименование, номер
1	2	3

(продолжение)

Мероприятия		Исполнители, сроки						
наименование	трудо- емкость, чел.-час	ТБ ОГТ	КБ ОГТ	ИУ	ОГМ	ОГЭ	РСУ	
4	5	6	7	8	9	10	11	

**Рис. 4. 13. Структура плана технологической подготовки
ремонтного производства.**

План технологической подготовки ремонтного производства включает строительно-проектные работы, а также подготовку производственной площади, проектирование, изготовление средств

ремонта силами собственного вспомогательного производства, приобретение покупных средств ремонта, монтаж оборудования с подключением его к цеховым коммуникациям, испытание и ввод в эксплуатацию средств ремонта. Соответствие элементов плана выражается в подчинении мероприятий соответствующим срокам и необходимости выдерживания параметров предмета труда, установленных нормативно-технической документацией. Другими словами, исполнители выполняют предписанные мероприятия в установленные сроки. Мероприятия, в свою очередь, подчинены созданию и вводу в эксплуатацию средств ремонта, обеспечивающих такие воздействия на предмет ремонта, которые обеспечивают достижение параметров, указанных в конструкторских документах на ремонтируемую продукцию.

Столбец 1 плана содержит эскизы предмета труда, полученного в результате технологической операции. Заключительный эскиз соответствует чертежу отремонтированной детали (сборочной единицы). Последний документ содержит значения точностных показателей, физико-механических свойств материалов и функциональных параметров, обеспечивающих установленную (обычно 80 %-ную) наработку отремонтированных изделий по сравнению с новыми.

Заводские инженерные службы ведут разработку маршрутных и операционных технологических карт (столбец 2), планов расположения оборудования и чертежей средств ремонта собственного изготовления (столбец 3). Деталям соответствуют процессы очистки, определения повреждений, создания ремонтных заготовок, механической обработки и контроля. Воздействия на сборочные единицы описывают технологическими документами на очистку, разборку, комплектование, сборку, испытание, приработку, окраску и консервацию. В столбец 3 вводят также средства ремонта, приобретенные на стороне и требующие монтажа и ввода в эксплуатацию. Список средств ремонта для каждой операции начинают с оборудования (станка, стендса, верстака и т.д.). Список продолжают и завершают приспособления и инструменты. По мере разработки технологий и средств ремонта собственного изготовления в столбцах 2 и 3 рядом с наименованиями появляются номера или шифры разработок.

Принимают систему кодирования создаваемых средств ремонта, обеспечивающую поиск их чертежей, выбор аналогов и заводскую унификацию. Кодирование средств ремонта производят по их конструкторско-технологическому признаку. Конструкторская часть признака относит средства ремонта к предмету труда, над которым выполняют технологическое воздействие. Предмет труда определяется его видом и моделью. Технологическая часть признака выражает вид технологического воздействия.

Столбец 4 содержит мероприятия по составлению технического задания, проектированию и изготовлению средств ремонта, подготовке производственной площади, подключения объекта к цеховым коммуникациям (электричеству, пару, воде, газу, сжатому воздуху, канализации и вентиляции), испытанию и доработке. Множество мероприятий составляется без пропусков и повторений, при этом каждое мероприятие необходимо, а все вместе они достаточны для достижения технологической готовности производства. На каждое мероприятие назначается один исполнитель. Мероприятия, сгруппированные в блоки по признаку "Исполнитель", вносятся в блок памяти компьютера. Мероприятия – основные элементы плана технологической подготовки ремонтного производства – содержат словесные формулировки задач; от четкости, полноты и взаимосвязи их зависит своевременное и полное выполнение всего плана мероприятий.

Столбец 5 содержит расчетные значения трудоемкостей каждого мероприятия. Сумма трудоемкостей по каждому виду работ определяет количество привлекаемых работников и оборудования. Трудоемкость месячного плана согласуется с мощностью производственного подразделения. Трудоемкость работ ИУ выражается трудоемкостью слесарно-сборочных работ.

Количество исполнителей, обеспечивающих выполнение одноименных работ к установленному сроку, определяется делением соответствующей трудоемкости на время, предшествующее этому сроку.

Сроки разработки технологий отмечаются в столбце 6, а чертежей – в столбце 7. Сроки изготовления средств ремонта фиксируются в столбце 8, а сроки монтажа и подключения оборудования, подготовки производственной площади с прокладкой подпольных коммуникаций и изготовлением фундаментов в столбцах, соответственно, 9, 10 и 11.

Выборки мероприятий по признаку "Исполнитель" образуют планы работ технологических и конструкторских бюро, ИУ, ОГМ, ОГЭ и РСУ. Планы имеют 20...30%-ный резерв на непредвиденные работы и доработку средств ремонта по результатам испытаний. Месячные планы работ, утвержденные главным инженером завода, позволяют до подразделений-исполнителей.

4.4.3. Организация работ

Руководит технологической подготовкой производства главный технолог завода, который возглавляет ОГТ. В своем составе отдел имеет бюро по технологическому проектированию и планированию технологической подготовки ремонтного производства, а также конструкторские бюро по проектированию средств ремонта. Взаимодействие между технологами и конструкторами выражается в следующем. Технолог при разработке технологического процесса определяет средства, которые невозможно по тем или иным причинам приобрести, и готовит технологическое задание на их проектирование. Задание содержит описание технологических воздействий на предмет ремонта и все его состояния. По сути, это сведения операционной карты: оборудование, инструменты, режимы, базы и необходимые параметры, которые выступают в качестве ограничений. Техническое задание – это совокупность ограничений технологического порядка. Конструктор должен выдержать эти ограничения при минимальных затратах на ввод в эксплуатацию и функционирование создаваемого средства.

Бюро планирования и анализа технологической подготовки ремонтного производства координирует и согласует этапы и функции этой подготовки. Система управления технологической подготовкой ремонтного производства связана с системой календарного и оперативного планирования.

Службы вспомогательного производства обеспечивают материальную реализацию мероприятий по профилю своей деятельности.

Функции служб вспомогательного производства следующие:

Инструментальный участок изготавливает оборудование, оснастку (в том числе, инструмент), которые не производят специализированные предприятия. Эти средства изготавливают по чертежам конструкторских бюро ОГТ. ИУ имеет в своем составе

участки: заготовительный, слесарный, механический, сварочно-термический и инструментальный. Соотношение рабочих участка выбирается таким образом, чтобы одного слесаря обслуживали 1,5 ...2 станочника. Изучение парка деталей средств ремонта собственного изготовления для нужд ремонтного производства показывает, что номенклатура и распределение станков механического участка должны быть примерно следующие (%): токарных – 20; сверлильных – 22, (в т.ч. радиальных – 10); расточных – 7; шлифовальных – 20,(в т.ч. круглошлифовальных – 10, плоскошлифовальных – 8, внутришлифовальных – 2); фрезерных – 20; зубообрабатывающих – 2; электроэррозионных – 2. Станки на чистовых операциях должны быть на 1-2 класса точнее станков, применяемых в основном производстве.

Инструментальный отдел разрабатывает ведомости применяемого инструмента, назначает сроки его службы и графики переточки, организует приобретение инструмента, который изготавливают специализированные предприятия.

Отдел главного механика приобретает покупное оборудование, монтирует оборудование как покупное, так и собственного изготовления и вводит его в эксплуатацию.

Ремонтно-строительный участок готовит производственные помещения и делает фундаменты и колодцы под оборудование.

Все средства, изготовленные во вспомогательном производстве, подлежат испытаниям и, как правило, доработке. При испытаниях устанавливают соответствие средств ремонта своему функциональному назначению, в т.ч. приданье требуемых параметров предмету труда за установленное время. Испытания организует участок вспомогательного производства – изготовитель средств ремонта, он же организует изготовление или подбор заготовок.

Испытания ведут мастер участка – изготовителя средств ремонта, конструктор – разработчик средств ремонта и технолог – разработчик технологического процесса. Эти лица сдают свою работу комиссии в составе начальника цеха основного производства (руководитель комиссии), метролога и инспектора по охране труда. Под наблюдением комиссии обрабатывают партию деталей (сборочных единиц) по режимам, приведенным в технологической документации. Фиксируют время выполнений и определяют значения параметров предмета труда. При положительном исходе испытаний подписывают акт внедрения средств ремонта в производство. При отрицательном

результате испытаний конструктор, технолог и мастер анализируют результат, составляют акт испытаний, вписывают в него достигнутые значения режимов воздействий и параметров предмета труда и назначают время очередного испытания. Конструктор вносит изменения в чертежи средства, по которым, в свою очередь, участок-изготовитель вносит изменения в само средство.

Для более быстрой и оперативной подготовки производства желательно в составе технологической лаборатории иметь станки распространенных моделей основного производства для испытания и доработки технологической оснастки.

4.4.4. Контроль исполнения

В результате реализации мероприятий технологической подготовки ремонтного производства возникают причины объективного и субъективного характера, которые мешают своевременному достижению технологической готовности производства. Это – нехватка или отсутствие материалов, оборудования, рабочей силы, документации, а также ошибки, слабая исполнительская дисциплина и др. Обнаружение отклонений хода технологической подготовки от планового, анализ причин этого отклонения и корректировка содержания технологической подготовки и сроков ее реализации и составляет предмет контроля этой подготовки

Основной контроль технологической подготовки ремонтного производства (раз в месяц) совпадает с составлением планов службам вспомогательного производства. Текущий контроль обычно касается выполнения планов технологической подготовки производства к ремонту отдельных сборочных единиц или деталей и выполняется еженедельно.

Главный технолог на еженедельном оперативном совещании под председательством главного инженера дает информацию по технологической подготовке, относящейся к какому-либо виду товарного изделия. Такая информация готовится с помощью компьютера, который выбирает мероприятия с просроченными сроками выполнения. На совещании находятся руководители вспомогательных служб, начальник отдела снабжения и начальник цеха основного производства, в котором будет ремонтироваться рассматриваемое товарное изделие. После обсуждения причин отклонения хода технологической подготовки от планового намечают соответствующие

меры. Это – неукоснительное обеспечение вспомогательного производства материалами и изделиями, усиление участков рабочими, перераспределение работ, переработка документации, изменение сроков и т.д. Протокол совещания отражает суть организационных решений.

Ежемесячный контроль проводит бюро планирования и анализа технологической подготовки ОГТ, по результатам которого главный технолог корректирует планы будущего месяца и готовит представление для поощрения (в виде премии) или наказания исполнителей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реформирование национального хозяйства Республики Беларусь и его многоукладность требуют совершенствования системы технического сервиса. Эта система должна быть мобильной и эффективной, способной выполнять заявки потребителей с выездом на место и устранения отказов техники в кратчайшие сроки.

Ремонтные заводы получили право самостоятельно торговать выпускаемой продукцией, но приобрели ответственность за ее работоспособность, обеспечение запасными частями и организацию необходимого технического сервиса в течение всего срока ее службы.

Технический сервис с переходом к экономическим методам управления должен развиваться в следующих направлениях:

- ремонтные заводы создают на хозяйственной основе технические центры (дилеры), осуществляющие предпродажную подготовку и продажу техники потребителям, реализацию материалов, полуфабрикатов, запасных частей, сборочных единиц и агрегатов, техническое обслуживание и ремонт техники в гарантийный и послегарантийный период эксплуатации, восстановление и изготовление деталей;
- на базе мастерских может создаваться сеть независимых дилеров, обеспечивающих потребителям свободу выбора исполнителя и вида технического сервиса;
- ремонтные заводы должны наладить своими силами ремонт наиболее сложных узлов и агрегатов (двигателей, гидротрансмиссий, топливной и гидравлической аппаратуры и др.) и восстановление изношенных деталей. Это сотрудничество может идти по пути создания собственных ремонтных производств, а также при совместном участии специализированных ремонтных мастерских и ремонтных заводов. На таких совместных предприятиях вместе с ремонтом силами завода изготовителя можно организовать производство по изготовлению запасных частей и восстановлению деталей.

Формирование технической политики по созданию форм технического сервиса и рыночных структур в новых условиях хозяйствования обеспечивает: экономическую заинтересованность и юридическую ответственность изготовителя и дилера в материально-техническом обеспечении потребителя; многообразие эффективных сервисных предприятий – фирменных, многоцелевых технических центров, независимых дилеров и др.; совершенствование, как ремонтных предприятий, так и ремонтно-обслуживающей сети мастерских.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ремонт машин /Под ред. Н. Ф. Тельнова. – М.: Агропромиздат, 1992.– 500 с.
2. Основы ремонта машин /Под общ. ред. Ю. Н. Петрова. – М.: Колос, 1972.– 527 с.
3. Ремонт машин /Под общ. ред. И. Е. Ульмана. – М.: Колос, 1976.– 448 с.
4. Молодык Н. В., Зенкин А. С. Восстановление деталей машин: Справочник.– М.: Машиностроение, 1989.– 480 с.
5. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей.– М.: Колос, 1981.– 351 с.
6. Таратута А. И., Сверчков А. А. Прогрессивные методы ремонта машин. Мин.: Ураджай, 1986.– 376 с.
7. Капитальный ремонт автомобилей: Справочник /Л. В. Дехтеринский, Р. Е. Есенберлин, К. Х. Акмаев и др.; Под общ. ред. Р. Е. Есенберлина.– М.: Транспорт, 1989.– 335 с.
8. Ремонт автомобилей: Учебник /Румянцев С. И., Боршов В. Ф., Боднев А. Г. и др.; Под ред. С. И. Румянцева.– М.: Транспорт, 1988.– 377 с.

Дополнительная

9. Малышев Г. А. Теория авторемонтного производства. – М.: Транспорт, 1977.– 224 с.
10. Проников А. С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978.– 592 с.
11. Папок К. К. Химотология топлив и смазочных масел /Научн. ред. А. Б. Виппер.–М.: Воен. издат, 1980. 192 с.
12. Моющие средства, их использование в машиностроении и регенерация /А. Ф. Тельнов, Ю. С. Козлов, О. К. Кузнецов и др.– М.: Машиностроение, 1993.– 208 с.
13. Козлов Ю. С. Очистка автомобилей при ремонте.– М.: Транспорт, 1981.– 151 с.

14. Тельнов Н. Ф. Технология очистки сельскохозяйственной техники.– М.: Колос, 1983.– 256 с.
15. Эффективность применения погружных моевых машин в технологии ремонта: Обзорная информация /АгроНИИТЭИИТО: Авторы В. И. Коробко, Ю. И. Кириллов, В. З. Сергеев.–М., 1990.– 40 с.
16. Бедрик Б. Г., Чулков П. В., Калашников С. И. Растворители и составы для очистки машин и механизмов: Справ. изд. – М.: Химия, 1989.–176 с.
17. Коробко В. И., Семенов В. И., Иванов В. П. Погружная очистка деталей и утилизация отходов автотранспортных и авторемонтных предприятий – Полоцк, 1997.– 112 с.
18. Иванов В. П. Совершенствование разборочно–очистного процесса ремонтного завода.–Мн.: НТИ автомобильного транспорта и автомобильных дорог Республики Беларусь, 1993.– 28 с.
19. Семенов В. И., Иванов В. П. Установка для очистки поршней от нагара //Грузовик &, 1996.– № 2.– с. 22–23.
20. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. В 2-х книгах. Кн. 2. /Под ред. В. В. Клюева.– 2-е изд. перераб и доп.– М.: Машиностроение, 1986.– 352 с.
21. Кошкин К. Т. Технологические основы организации авторемонтного производства. М.: Россвязьздат, 1963.– 314 с.
22. Пантелеенко Ф. И., Любецкий С. Н. Материалы, технология и оборудование для восстановления и упрочнения деталей машин. /Учебное пособие по курсу "Технологические методы повышения износостойчивости рабочих поверхностей деталей машин и аппаратов" для студентов специальности Т.03.02.– Ч.1: Наплавка и напыление.– Новополоцк, 1994.– 116 с.
23. Ивашко В. С. и др. Электротермическая технология нанесения защитных покрытий /В. С. Ивашко, И. Л. Куприянов, А. И. Шевцов. –Мн.: Навука і тэхніка, 1996.– 375 с.
24. Теория и практика газопламенного напыления /Витязь А.П., Ивашко В. С., Манойло Е. Д. и др.– Мн.: Навука і тэхніка, 1993.– 295 с.
25. Какуевицкий В. А. Восстановление деталей автомобилей на специализированных предприятиях.–М.: Транспорт, 1988.– 149 с.
26. Какуевицкий В. А. Ресурсосберегающие технологии восстановления деталей автомобилей.– М.: Транспорт, 1993.– 176 с.

27. Дорожкин Н. Н., Гимельфарб В. Н. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин.– Мин.: Ураджай, 1987.– 140 с.
28. Шамко В. К., Гуревич В. Л., Захаренко Г. Д. Технология ремонта деталей сельскохозяйственной техники.– Мин.: Ураджай, 1988.– 232 с. 29.
29. Васильев А. Л. Модульный принцип формирования техники. М.: Издательство стандартов, 1989.– 240 с.
30. Базров Б. М. Модульный принцип построения механосборочного производства //Вестник машиностроения, 1993.– № 2.– с. 19–23.
31. ГОСТ 3.102–81. Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов.– 7 с.
32. Какувицкий В. А., Лейви И. Б. Перспективные инструменты и процессы механической обработки //Автомобильный транспорт, 1985.– № 2.– с. 29–32.
33. Точение износостойких защитных покрытий /С. А. Клименко, Ю. А. Муковоз, Л. Г. Полонский, П. П. Мельничук.–К.: Техніка, 1997. – 146 с.
34. Рыжов Э. В., Клименко С. А., Гуцаленко О. Г. Технологическое обеспечение качества деталей с покрытиями. – К.: Наукова думка, 1994.– 180 с.
35. Иванов В. П. Повышение качества ремонта блоков цилиндров автомобильных двигателей //Двигателестроение, 1990. – № 11.– с. 41–42.
36. Новиков М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов.– Изд. 5–е, испр.– М.: Машиностроение, 1980.– 592 с.
37. Гельфанд М. Л., Ципенюк Я. И., Кузнецов О. К. Сборка резьбовых соединений.– М.: Машиностроение, 1978.– 109 с.
38. Зенкин А. С. Технологические основы сборки соединений с натягом.– М.: Машиностроение, 1982.– 48 с.
39. Стрельцов В. В., Попов В. Н., Карпенков В. Ф. Ресурсосберегающая ускоренная обкатка отремонтированных двигателей.– М.: Колос, 1995.– 175 с.
40. Храмцов Н. В. и др. Обкатка и испытание автотракторных двигателей /Н. В. Храмцов, А. Е. Королев, В. С. Малаев.– М.: Агропромиздат, 1991.– 125 с.
41. Механизация и автоматизация на сельскохозяйственных ремонтных предприятиях /Н. И. Бохан, Ю. В. Дробышев, Л. В. Муравьев, Н. Г. Евтихеев. – Мин.: Ураджай, 1985.– 133 с.

42. Васильев Б. С. Перспектива применения вибраакустического контроля качества двигателей ЗИЛ-130 на авторемонтных предприятиях /Научные основы решения задач повышения эффективности и качества ремонта автомобилей.– М.: МАДИ, 1981.– с. 84–89.
43. Вещунов А. П., Вещунова Н. Л. Служба главного технолога.Л.: Лениздат, 1985.–144 с. (Службы предприятий).
44. Коробко В. И., Иванов В. П., Семенов В. И. Технологическое оснащение ремонтного производства.– Мин.: Універсітэцкае, 1994. – 140 с.
45. Кофман А., Дебазей Г. Сетевые методы планирования: Применение системы ПERT и ее разновидностей.– М.: Прогресс, 1968. – 181 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Раздел 1. ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА.....	6
1.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА, ТЕХНОЛОГИИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТА.....	6
1.1.1. Место и необходимость ремонта в системе поддержания машин в работоспособном состоянии.....	6
1.1.2. Отличительные признаки ремонтного производства.....	12
1.1.3. Виды ремонта и ремонтных производств.....	16
1.2. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА.....	17
1.2.1. Нормативные и ремонтные документы.....	18
1.2.2. Схема процесса ремонта машин.....	19
1.2.3. Основное, вспомогательное и обслуживающее производство.....	23
1.2.4. Организационные формы ремонта.....	26
Раздел 2. ПОЛУЧЕНИЕ ИСХОДНЫХ ЗАГОТОВОК РЕМОНТА.....	31
2.1. РАЗБОРКА МАШИН.....	31
2.1.1. Состав разборочных работ.....	31
2.1.2. Технологический процесс разборки и взаимодействие его с процессом очистки.....	32
2.1.3. Средства разборки и меры по сохранности деталей.....	34
2.2. ОЧИСТКА МАШИН И ИХ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ.....	40
2.2.1. Эксплуатационные и технологические загрязнения машин.....	40
2.2.2. Физические основы очистки поверхностей деталей от загрязнений.....	44
2.2.3. Очистные технологические среды.....	50
2.2.3.1. Органические растворители.....	50
2.2.3.2. Растворяющие-эмulsionирующие средства.....	52
2.2.3.3. Очистные среды на основе растворов щелочных веществ и ПАВ.....	53
2.2.3.4. Твердые очистные среды, расплавы, кислоты и щелочи.....	56
2.2.4. Процессы и средства очистки.....	57
2.2.4.1. Схема процесса очистки машин.....	57

2.2.4.2. Очистное оборудование и его характеристика.....	58
2.3. ПОВРЕЖДЕНИЯ И СОРТИРОВКА ДЕТАЛЕЙ.....	66
2.3.1. Классификация повреждений.....	67
2.3.2. Способы и средства определения повреждений.....	67
2.3.3. Организация работ.....	77
2.3.4. Понятие о маршрутной технологии восстановления деталей.....	79
Раздел 3. ОСНОВЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ.....	81
3.1. СПОСОБЫ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ РЕМОНТНЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	81
3.1.1. Восстановление сопряжения способом ремонтных размеров.....	81
3.1.2. Восстановление деталей способом установки и закрепления дополнительных ремонтных деталей.....	84
3.2. ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛА.....	87
3.2.1. Область применения пластического деформирования и характеристика способа.....	88
3.2.2. Восстановление размеров деталей.....	90
3.2.3. Правка деталей.....	94
3.2.4. Механическое упрочнение поверхностей и восстановление свойств деталей.....	95
3.3. СВАРКА, НАПЛАВКА И ПРИВАРКА МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЛОЯ.....	100
3.3.1. Область применения сварки и наплавки деталей и характеристика источников тепла.....	100
3.3.2. Ручная и полуавтоматическая сварка.....	103
3.3.3. Нанесение восстановительно-упрочняющих покрытий.....	104
3.3.4. Электроконтактная приварка металлического слоя.....	111
3.4. НАПЫЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ.....	113
3.4.1. Область применения и классификация способов напыления.....	113
3.4.2. Процессы напыления и оборудование.....	114
3.4.3. Материалы для напыления поверхностей.....	119
3.4.4. Применение процессов напыления в ремонтном производстве.....	122
3.5. НАНЕСЕНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ.....	126

3.5.1. Основные сведения об электролизе и область применения гальванических покрытий.....	126
3.5.2. Материалы, технология и оборудование.....	128
3.5.3. Свойства гальванических покрытий.....	134
3.5.4. Нанесение покрытий химическим способом.....	136
3.6. ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАСС.....	137
3.6.1. Виды и свойства пластических масс.....	137
3.6.2. Технология и оборудование при восстановлении деталей пластическими массами.....	140
3.6.3. Клеевые композиции.....	145
3.6.4. Уплотнение стыков.....	147
3.7. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	149
3.7.1. Особенности механической обработки ремонтных заготовок.....	150
3.7.2. Выбор технологических баз при механической обработке восстанавливаемых деталей.....	151
3.7.3. Процессы и инструмент.....	154
3.7.4. Выбор средств измерений.....	161
3.8. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ.....	162
3.8.1. Содержание процесса восстановления детали.....	162
3.8.2. Критерий оптимизации при технологическом проектировании.....	166
3.8.3. Постановка и решение задачи выбора способа восстановления детали.....	169
3.8.4. Пример выбора процесса восстановления детали.....	171
3.8.5. Технологическая документация.....	175
3.9 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	176
3.9.1. Классификация деталей ремонтируемых машин.....	176
3.9.2. Восстановление корпусных деталей.....	177
3.9.3. Восстановление гильз.....	181
3.9.4. Восстановление валов.....	183
Раздел 4. СБОРОЧНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПОДГОТОВКА РЕМОНТА.....	188
4.1. УРАВНОВЕШИВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ, КОМПЛЕКТОВАНИЕ И СБОРКА МАШИН.....	188

4.1.1. Точность массы, балансировка деталей и сборочных единиц.....	188
4.1.2. Назначение и состав комплектовочных работ.....	192
4.1.3. Точность сборки, способы ее обеспечения.....	193
4.1.4. Организация, средства и процессы сборки.....	195
4.2. ПРИРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ АГРЕГАТОВ И МАШИН.....	201
4.2.1. Сущность процесса приработки агрегатов и машин.....	201
4.2.2. Выбор режимов приработки и средства ее интенсификации.....	202
4.2.3. Оборудование и технология приработки машин и агрегатов.....	206
4.2.4. Приемо-сдаточные испытания.....	209
4.3. ОКРАЩИВАНИЕ И КОНСЕРВАЦИЯ МАШИН.....	211
4.3.1. Окрасочные материалы.....	211
4.3.2. Технология окрашивания.....	216
4.3.3. Послеремонтное хранение, консервация машин и их составных частей.....	222
4.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	223
4.4.1. Цель и состав технологической подготовки ремонтного производства.....	223
4.4.2. Планирование технологической подготовки ремонтного производства.....	227
4.4.3. Организация работ.....	231
4.4.4. Контроль исполнения.....	233
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	235
ЛИТЕРАТУРА.....	237

Учебное издание

Владимир Петрович Иванов

ОСНОВЫ РЕМОНТА МАШИН

Редактор М. Л. Хейфец

Технический редактор С. В. Кухта

Текст публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 15. 03. 2000. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 14.39. Усл. изд. л. 14.87. Тираж **75** экз. Заказ **195**

Цена договорная

Лицензия ЛВ №317 от 22. 07. 1998 г.

Полоцкий государственный университет
ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, 211440

ISBN 985-418-068-9



9 789854 180687