

ВВЕДЕНИЕ

Ограниченные государственные запасы материалов и энергии не позволяют в достаточной мере развивать машиностроение и с целью сохранения парка машин в работоспособном состоянии требуют развития и совершенствования ремонтного производства.

Ремонт машин существует со времени создания парка этих машин как объективная необходимость приведения их в исправное состояние в перерывах при использовании по назначению. Содержание ремонта состоит в устранении неисправностей и восстановлении ресурса машин, а главная задача ремонтного производства заключается в экономически эффективном восстановлении надежности машин в результате наиболее полного использования остаточной долговечности их деталей.

Ремонтное производство включает заводы по ремонту автомобилей, тракторов, бронетехники, самолетов, судов, тепловозов и экскаваторов, бытовой техники и агрегатов этой техники в системе министерств сельского хозяйства и продовольствия, транспорта, обороны и др. По своей мощности, функциям и задачам это производство является крупной отраслью национального хозяйства, которая по сути осуществляет вторичное производство машин. В настоящее время в эксплуатации находится больше отремонтированных машин, чем новых.

Основной источник экономической эффективности ремонта заключается в восстановлении изношенных деталей. При восстановлении используют доремонтные материалы и формы деталей. Заготовки ремонта, полученные в результате разборки и очистки машины, значительно дешевле заготовок машиностроения, изготовленных в литейном или кузнечно-штамповом производствах. При восстановлении детали обрабатывают меньшее число поверхностей, что объясняет и меньшую трудоемкость обработки. Обоснованный процесс восстановления обеспечивает получение детали со свойствами, близкими к свойствам новой детали или превосходящими их.

Восстановление изношенных деталей в системе вторичного производства машин является природоохранным и ресурсосберегающим производством. На изготовление, например, одного коленчатого вала автомобильного двигателя с рабочим объемом 4,8 л расходуют 57 кг металла, 183 МДж энергии, масса отходов, при этом, равна 2,5 кг. При восстановлении эти величины имеют значения примерно в двадцать раз меньшие, соответственно: 2,6 кг, 9,5 МДж и 0,12 кг.

1. ПРОИЗВОДСТВО ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ

1.1. Процесс восстановления деталей

1.1.1. Ремонтный фонд деталей

Машины, поступающие на ремонт, содержат 50...60 % деталей, подлежащих восстановлению, 25...45 % годных для дальнейшей эксплуатации и 5...10 % не подлежащих восстановлению. Большая доля деталей, подлежащих восстановлению, определяет значительные объемы ремонтного фонда и целесообразность его восстановления.

Наибольшее влияние на надежность отремонтированных агрегатов оказывает качество восстановления таких групп деталей:

- неподвижных: станин, корпусов, картеров, гильз;
- вращающихся: валов, дисков, зубчатых колес, кулачков, эксцентриков;
- движущихся поступательно: поршней, штоков, ползунов, клапанов;
- участвующих в преобразовании видов движений: рычагов, шатунов, штанг.

Около 90 % трудоемкости и себестоимости работ приходится на восстановления приведенных групп деталей.

Наибольшее количество поверхностей деталей, например двигателей внутреннего сгорания, приходится на внутренние цилиндры (29,7 %). Наружные цилиндрические поверхности составляют 14,1 %, поверхности сложного профиля (конические и сферические) - 4,9 %. На резьбы внутреннее и наружное приходится, соответственно, 11,6 и 1,7 %. Внутренние полости трех процентов деталей должны быть герметичными. На трущиеся торцы приходится 14,9 % поверхностей и на стыки - 18,2 % поверхностей.

Детали поступают на восстановление с различными повреждениями в результате различного вида нагрузок, изнашивания, действия окружающей среды и времени. Некоторые из повреждений определяют предельное состояние детали. Знание природы достижения деталями предельного состояния позволяет обоснованно назначать мероприятия по повышению их долговечности.

Основная доля (~ 80 %) деталей в составе сопряжений с другими деталями достигает предельного состояния из-за изнашивания. В результате этого процесса происходит разрушение и отделение материала с поверхности твердого тела и (или) накопления его остаточной деформации при трении. Указанные явления приводят к постепенному изменению размеров и (или) формы детали. До 85 % деталей теряют работоспособность при износах, не превышающих 0,2...0,3 мм. В зависимости от условий изнашивания и активности окружающей среды различают основные *виды изнашивания*: механическое, коррозионно-механическое и молекулярно-механическое.

Механическое изнашивание происходит в результате механических воздействий. Основные виды этого изнашивания следующие: абразивное, усталостное, кавитационное и эрозионное.

Абразивное изнашивание – это механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия на него твердых частиц, находящихся в свободном или закрепленном состоянии. Этому виду изнашивания подвержены детали дробемеров, шнеки экструдеров, рабочие органы почвообрабатывающих машин, зубья и ковши экскаваторов и др.

Многие детали машин под действием знакопеременной нагрузки подвергаются *усталостному* изнашиванию и утрачивают в работе часть усталостной прочности. Критическим напряжением при усталости является предел выносливости. Этот параметр, в отличие от других прочностных характеристик (пределов упругости, текучести и прочности), во многом зависит от состояния поверхности детали.

Усталостное повреждение (рис. 1.1) возникает в локальной зоне, близкой к точке возникновения начальной микротрещины. К этой зоне примыкает участок развития трещины с характерными линиями, волнообразно расходящимися от очага разрушения. Следующий участок ускоренного развития трещины образуется в течение нескольких циклов, предшествующих окончательному разрушению. Зона долома имеет признаки хрупкого разрушения.

Кавитационное изнашивание – это разрушение материала от соприкосновения его с движущейся жидкостью, в которой возникают полости, заполненные паром, газом или их смесью. Так изнашиваются лопасти гидротурбин, лопасти винтов, крыльчатки насосов и другие элементы.

Эрозионное изнашивание – это механическое изнашивание поверхности в результате воздействия на нее потока жидкости и (или) газа. Так разрушаются детали паровых вентилей и клапанов.

Коррозионно-механическое изнашивание – это результат механического воздействия, которое сопровождается химическим и (или) электрическим взаимодействием материала со средой. Этому виду изнашивания подвержены выпускные клапаны двигателей внутреннего сгорания, шнеки и гильзы экструдеров и другие детали.

Окислительное изнашивание характеризуется образованием и разрушением вторичных структур в поверхностных слоях детали при их нагружении и трении. При этом на поверхности трения образуются твердые растворы или химические соединения с кислородом, водородом или азотом.

Изнашивание при *фреттинг-коррозии* – вид изнашивания соприкасающихся тел при малых колебательных относительных перемещениях в пределах пятен контакта.

Изнашивание *при заедании* – это вид молекулярно-механического изнашивания в результате схватывания трущихся поверхностей, глубинно-

го вырывания материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и абразивного воздействия возникших неровностей на сопрягаемую поверхность. Обязательным условием этого вида изнашивания является разрушение оксидных и масляных пленок, разделяющих поверхности. Схватывание поверхностей имеет место при работе шеек валов в подшипниках скольжения при перегрузке и недостатке смазки.

Деформация деталей проявляется в виде изменения формы поверхностей и параметров их взаимного расположения. Это происходит под действием релаксации внутренних напряжений и длительного действия эксплуатационных нагрузок при рабочей температуре механизма. Повреждение характерно для корпусных деталей и длинных валов.

Коррозия поверхностей – это результат их химического или электрохимического взаимодействия с коррозионной средой. Существует много видов коррозии: газовая, атмосферная, коррозия при трении, фреттинг-коррозия, щелевая, ножевая, коррозия под напряжением и др. Коррозии подвержены детали кузовов, бункеров и др.

Старение материала – это процесс изменения строения и свойств материалов, происходящий или самопроизвольно, или в течение длительного времени при рабочей температуре деталей.

Повреждения деталей закономерно возникают под влиянием различных факторов. Как правило, у одноименных деталей наблюдаются по несколько различных повреждений, которые образуют статистически устойчивые их сочетания.

На восстановление поступают также детали с забоинами, обломами и трещинами аварийного характера как результат неумелой или небрежной эксплуатации агрегата.

1.1.2. Восстанавливаемые свойства деталей

До нормативных значений доводят следующие свойства: чистоту поверхностей; износостойкость трущихся элементов; сплошность, прочность, структуру и строение материала; усталостную прочность; жесткость упругих деталей; взаимное расположение и форму элементов; точность линейных и угловых размеров; шероховатость рабочих поверхностей; значение массы детали и ее распределение относительно осей вращения и инерции; коррозионную стойкость.

Задача технолога при разработке технологического процесса состоит в достижении нормативных значений указанных свойств при наименьшем расходе материальных, трудовых и энергетических ресурсов.

1.2.2. Структура процесса восстановления деталей

Детали поступают на восстановление с загрязнениями, изношенными поверхностями, израсходованной усталостной прочностью, измененной

массой, с деформациями, уменьшенной жесткости, утраченной герметичностью и другими измененными параметрами.

Изношенная деталь ремонтного фонда на пути своего превращения в годную деталь в результате технологических воздействий на нее исполнителей и средств восстановления последовательно пребывает в таких состояниях (рис. 1.2): детали ремонтного фонда, исходной и ремонтной заготовок, восстановленной детали.

Исходная заготовка – это очищенная деталь ремонтного фонда с устранимыми повреждениями.

Исходная заготовка в общем случае превращается в *ремонтную заготовку* путем создания припусков на восстанавливаемых поверхностях и нанесения швов на трещины, а ремонтная заготовка в восстановленную деталь – в результате термической и механической обработки.

Технологические воздействия на восстанавливаемую деталь образуют блоки операций: подготовку изношенных элементов под нанесение покрытий или установку дополнительной ремонтной детали (ДРД); установку и закрепление ДРД, сварку трещин; нанесение покрытий или перераспределение материала путем его объемного пластического деформирования; размерную и структурную стабилизацию элементов; термическую обработку; механическую обработку черновую и чистовую; поверхностное пластическое деформирование; отделку; уравнивание; очистку от технологических загрязнений; контроль и консервацию.

Ремонтное производство располагает хорошо изученным множеством способов создания припусков под механическую обработку на восстанавливаемых поверхностях. Это различные виды наплавки, напыления, нанесения гальванических покрытий, объемное пластическое деформирование, установки ДРД и др.

Следование технологических операций в процессе восстановления детали подчинено накоплению и усилению необходимых свойств детали под влиянием вложенных материалов и энергии в заготовку. Перед нежелательными свойствами ставятся технологические “барьеры”. Явление технологической *наследственности* выражается влиянием предшествующих операций на конечные свойства восстанавливаемых деталей.

Таким образом, процесс восстановления деталей включает операции их очистки, определения технического состояния, создания ремонтных заготовок с припуском на восстанавливаемых поверхностях, термической и механической обработки, поверхностного или объемного пластического деформирования, обеспечения значения массы, уравнивания, нанесения защитных покрытий, контроля и консервации.

1.2.4. Нормативная и ремонтная документация

Нормативные документы на ремонт техники – это межгосударственные или республиканские стандарты, определяющие общие технические

требования к машинам, сдаваемым в ремонт и выпускаемым из ремонта, а также их комплектность.

Ремонтные документы включают руководства по капитальному ремонту агрегатов, каталоги деталей, нормы расхода запасных частей и материалов на капитальный ремонт и ремонтные чертежи.

Руководства по капитальному ремонту отдельных машин и их агрегатов определяют организацию ремонта, содержат сведения по приемке в ремонт и хранению ремонтного фонда, разборке, технические требования к сортировке и восстановлению деталей, сборке, окрашиванию, хранению и транспортированию агрегатов, устанавливают порядок маркирования и упаковки изделий, приводят гарантии ремонтного предприятия.

Каталоги деталей машин в виде иллюстрированных книг выпускают заводы-изготовители. Проектные организации разрабатывают укрупненные нормы расхода запасных частей, материалов и инструментов на капитальный ремонт отдельных машин, в том числе их агрегатов.

Основной ремонтный и первичный технологический документ, который определяет устраняемые повреждения, основные операции восстановления и требования к качеству восстановленной детали – это ее *ремонтный чертеж*, который разрабатывают на основании рабочего чертежа новой детали.

На ремонтном чертеже приводят изображение восстановленной детали, условия, при которых деталь не принимается на восстановление, технические требования к ней, таблицу повреждений с указанием способов их устранения, и рекомендуемый основной технологический маршрут восстановления. При необходимости приводят данные по базированию и таблицы категорийных ремонтных размеров.

В технических требованиях указывают: размеры, параметры формы и расположения элементов и их допустимые отклонения, шероховатость восстановленных поверхностей, их твердость и разброс значений, допустимое наличие пор, раковин и отслоений, прочность соединения покрытия с основой и другие параметры, обусловленные применением конкретного способа восстановления детали.

Таблица повреждений располагается на поле ремонтного чертежа. Она содержит наименования повреждений, при которых деталь подлежит восстановлению, указания по величине этих повреждений, коэффициенты повторяемости, возможные сочетания, основной и допускаемые способы устранения.

При использовании сварки, наплавки, напыления и других способов создания ремонтных заготовок указывают марку применяемого материала, флюсы и защитную среду.

Заводские инженерные отделы разрабатывают процессы восстановления деталей, соответствующие средства технологического оснащения и уточняют материальные нормативы, взятые из нормативных источников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РАЗДЕЛУ

Производство по восстановлению деталей

Производство по восстановлению деталей относится к категории промышленных, имеет ряд общих признаков с машиностроительным производством и отличия, играет важную роль в ремонте машин и приносит наибольшую долю экономического эффекта. Ремонт машин немыслим без восстановления их деталей. Познание производства связано с изучением ремонтного фонда деталей, структуры процесса восстановления деталей, средств технологического оснащения и применяемой документации.

Разделение деталей на группы с общими конструктивными и технологическими признаками позволяет последующую унификацию средств и процессов производства. Классификация будет более результативной в случае группирования элементов деталей для последующего восстановления их свойств с использованием принципов модульной технологии.

Восстанавливаемые детали имеют различные повреждения в результате различного вида нагрузок, изнашивания, действия окружающей среды и времени. Знание природы образования повреждений позволяет обоснованно разрабатывать процессы восстановления деталей, обеспечивающие их нормативную долговечность.

Процессы восстановления деталей имеют общие блоки из подготовительных операций, сварки, нанесения восстановительных покрытий, механической и термической обработки, уравнивания, очистки и контроля. Большое значение имеет использование технологической наследственности свойств детали.

Восстановление деталей связано с разработкой и применением трех видов документации: нормативной, ремонтной и технологической. Часть этой документации разрабатывают на заводе силами инженерных служб предприятия.

Любое предприятие, в том числе и ремонтное, имеет основное, вспомогательное и обслуживающее производства. Детали восстанавливают в основном производстве, которое имеет для этой цели ряд производственных участков. Эти участки оснащены технологическим оборудованием, приспособлениями, инструментами и средствами измерений. Система средств технологического оснащения представляет собой основу производства и непрерывно совершенствуется.