

ДИСЦИПЛИНА

- **«ТЕХНИКА ТРАНСПОРТА,
ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ »»**

Кандидат технических наук, доцент

САВИНОВСКИХ

Андрей Геннадьевич

Тема 6.Л 1. Выбор рационального способа восстановления

Лекция 1.

Выбор рационального способа восстановления

Вопрос 1. Методика выбора рационального способа восстановления деталей.

Вопрос 2. Перспективные направления развития технологий ремонта автомобилей.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Шадричев В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей. Учебник для вузов. – Л.: Машиностроение, 1976. (92)
- 2. Дехтеринский Л.В. и др. Ремонт автомобилей. Учебник для вузов – М.: Транспорт, 1992. (156)
- 3. Дехтеринский Л.В. и др. Проектирование авторемонтных предприятий. Учебное пособие. – М.: Транспорт, 1981. (52)
- 4. Аринин, И. Н. Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / И. Н. Аринин, С. И. Коновалов, Ю. В. Баженов. – М.: Феникс, 2004. – 320 с.

1. Методика выбора рационального способа восстановления деталей.

Выбор рационального способа является одним из основных этапов разработки технологических процессов ремонта деталей. Выбор способа ремонта зависит от многих факторов:

1. Конструктивно-технологических особенностей и условий работы деталей;
2. Величины износов элементов деталей;
3. Эксплуатационных свойств самих способов, определяющих долговечность отремонтированных деталей;
4. Стоимости их восстановления.

Это многообразие факторов учтено рядом критериев, которыми пользуются при выборе рационального способа ремонта деталей.

К ним относятся:

- технологический критерий или критерий применимости;
- критерий надежности;
- критерий экономический;
- критерий технико-экономический.

Рассмотрим сущность каждого из них.

1.1 Выбор способов восстановления по технологическому критерию.

Выбор способов по технологическому критерию предполагает определение возможных и применимых способов восстановления для конкретной детали на данном предприятии.

Технологический критерий (критерий применимости) учитывает конструктивно-технологические особенности детали.

Конструктивно-технологические особенности детали определяются:

- их структурными характеристиками – геометрической формой и размерами, материалом и термообработкой, поверхностной твердостью, точностью изготовления и качеством поверхности;
- характером сопряжения, т.е. типом посадки;
- условиями работы – характером нагрузки, родом и видом трения, величиной износа за эксплуатационный период.

Знание структурных характеристик деталей, условий их работы и эксплуатационных свойств, изученных способов ремонта деталей позволяет в первом приближении решить вопрос о применимости того или иного способа ремонта отдельных деталей.

При помощи такого анализа можно установить какие из деталей могут ремонтироваться всеми или несколькими способами и какие по своим параметрам допускают только один способ ремонта.

Таким образом, данный критерий позволяет определять применимость способа ремонта к конкретным деталям, поэтому его и называли технологическим критерием или критерием применимости.

Например, используя этот критерий можно заранее сказать, что детали небольшого диаметрального размера, имеющие высокую поверхностную твердость и незначительные износы нерационально восстанавливать наплавкой (полу-или автоматической); при ремонте деталей из непластических материалов нельзя пользоваться способом пластического деформирования; нельзя также применять хромирование для деталей с большим износом.

Данный критерий не может быть выражен количественно и является предварительным. При его помощи нельзя решать вопрос выбора конкретного рационального способа ремонта деталей, если этих способов может быть несколько.

1.2. Учет критерия надежности

Критерий надежности определяет в основном работоспособность отремонтированных деталей.

Критерий надежности в отличие от критерия применимости численно выражается через коэффициент ресурсности.

Ресурс деталей, отремонтированных теми или иными способами, зависит от эксплуатационных свойств восстановленных рабочих поверхностей.

Наиболее рациональными способами будут те из них, которые обеспечивают наибольший ресурс отремонтированной детали.

Восстановление первоначальных посадок сопряжений осуществляется двумя методами: восстановлением первоначальных размеров деталей и методом ремонтных размеров. Однако, наиболее приемлемым из них будет первый метод, который обеспечивает взаимозаменяемость деталей.

В этом отношении наиболее прогрессивными из всех рассмотренных способов являются способы восстановления металлопокрытиями.

Для численного выражения критерия ресурсности необходимо рассмотреть сравнительные характеристики эксплуатационных свойств способов.

Как известно, каждому способу ремонта деталей присущи характерные эксплуатационные свойства, которые определяют долговечность деталей.

Например, для
способа ремонтных размеров эксплуатационным свойством будет износостойкость;
способа дополнительных деталей - прочность неподвижного соединения сопрягаемых деталей и износостойкость;
способа пластического деформирования – качество поверхности, определяющее прочность неподвижных посадок или износостойкость.

Эксплуатационными свойствами способов восстановления деталей металлопокрытиями будут:

- прочность сцепления покрытий с основным металлом;
- износостойкость;
- сопротивление поверхностных слоев металла усталостным явлениям.

Прочность сцепления играет большую роль в случае применения металлизационных и электролитических покрытий и одинаково важна для деталей подвижных, так и неподвижных сопряжений. При росте зазора, особенно когда нагрузка переходит в ударную, при недостаточной прочности сцепления всегда возможны отслоения, сколы, выкрашивания покрытий. Последние могут носить не только местный, но и общий характер. Тем более необходима высокая прочность сцепления для деталей сопряжений с натягом.

Сцепление покрытий с основным металлом осуществляется за счет физико-химических связей, в активации которых большую роль играет состояние поверхности детали. Металлы обладают высокими адсорбционными свойствами. Поэтому в процессе механической подготовки и хранения деталей перед нанесением покрытия на поверхностях детали адсорбируется кислород и др. вещества, которые переходят в окисленный слой. Окисленный слой (пленки) отрицательно влияет на прочность сцепления покрытий с основным металлом.

Все виды наплавочных покрытий имеют высокую прочность сцеплений с основным металлом благодаря диффузионному обмену атомов покрытия и основного металла и образованию между ними металлической связи.

Прочность сцепления электролитических осадков с основным металлом зависит от многих факторов: материала и состояния поверхности катода, состава электролита и режима работы ванн, остаточных напряжений.

Прочность сцепления получается высокой, если кристаллы покрытия, хотя бы на небольшой толщине, воспроизводят кристаллическую структуру основного металла. Для этого необходимо, чтобы поверхность основного металла была свободна от посторонних веществ, препятствующих сближению атомов покрытия с катодом и между собой. Имеет значение и различие в коэффициентах линейного расширения.

При большой разнице коэффициентов покрытие может растрескиваться и даже отслаиваться при значительном колебании температур в процессе последующей механической обработки (шлифовании).

Прочность сцепления с основным металлом осадка железа более низкая по сравнению с хромовым покрытием. Это объясняется различием свойств и наличием неметаллических включений в осадке на границе соприкосновения его с основным металлом.

Сцепление металлизационного покрытия с основным металлом образуется за счет молекулярной связи. Прочность молекулярной связи является слабой из всех видов связей твердых тел. В силу этого и прочность сцепления металлизационных покрытий с основным металлом наиболее низкая по сравнению с другими покрытиями. Поэтому этот способ не нашел широкого применения. Однако, применение плазменного напыления значительно повышает прочность сцепления.

Износостойкость является весьма важным эксплуатационным свойством металлопокрытий является износостойкость, которая зависит от комплекса физико-механических свойств; структуры покрытий, микротвердости, качества поверхности, склонности к образованию окисных пленок, пористости, внутренних напряжений и др.

1.3. Учет ресурса восстановленной детали.

Для принятия решения по применению того или иного способа необходимо учитывать ресурс восстановленной детали путем сравнения с ресурсом новой детали.

Коэффициент ресурсности K_r – отношение ресурса соединения с восстановленной деталью $R_{св}$ к ресурсу соединения с новой деталью $R_{сн}$.

$$K_r = R_{св} / R_{сн}$$

Таким образом, критерий надежности выражается через коэффициент ресурсности поверхностей, восстановленных различными способами.

Коэффициент ресурсности новых и отремонтированных деталей находят экспериментальным путем по отношению износостойкости восстановленных и новых деталей, которые сводят в специальные таблицы.

Очевидно, что каждому способу ремонта детали будет соответствовать свой коэффициент ресурсности при работе в определенных условиях. Например, для хромирования $K_p = 1,1$; железнение – $K_p = 1,0$; металлизация – $K_p = 0,85$; вибродуговой наплавки – $K_p = 0,95$ и т. д .

Технологическим критерием и критерием надежности пользуются на предварительной стадии выбора рационального способа ремонта детали. Эти критерии выражают техническую часть задачи, т.е. без учета экономической оценки того или иного способа. Поэтому еще необходима оценка способов ремонта при помощи экономического критерия.

Экономическим критерием оценивается себестоимость ремонта детали, которую определяют по формуле:

$$C_v = C_p + C_m + C_n + C_c ,$$

где: C_p – стоимость подготовки деталей к нанесению покрытий;

C_m – стоимость ремонтных материалов;

C_n – стоимость нанесения покрытий;

C_c – стоимость механической обработки деталей под начальные размеры.

Однако, экономический критерий также не дает окончательного ответа на вопрос выбора рационального способа ремонта.

Может оказаться, что способ с высокой себестоимостью ремонта детали может обладать низкой надежностью и наоборот, так как в данном критерии отсутствует взаимосвязь ресурса детали с себестоимостью её ремонта.

1.4. Учет технико-экономического критерия.

Для окончательной оценки выбранного рационального способа ремонта используется технико-экономический критерий. Он и определяет взаимосвязь ресурса детали с себестоимостью её ремонта.

Эта взаимосвязь в общем виде выражается соотношением:

$$C_v / K_p \leq C_n$$

где: C_v – себестоимость ремонта детали, руб;

K_p – коэффициент ресурсности;

C_n – цена новой детали по прейскуранту (рыночная цена), руб.

В любом случае, если себестоимость ремонта детали будет меньше или равна произведению коэффициента ресурсности на цену новой детали, то принятый способ ремонта можно считать рациональным.

Целесообразность выбора способа ремонта можно также определить по коэффициенту эффективности ремонта ($K_{\text{э}}$):

$$K_{\text{э}} = \frac{K_p \cdot C_n}{C_v} \geq 1$$

Желательно, чтобы коэффициент эффективности был больше единицы.

1.5. Алгоритм выбора рационального способа восстановления детали.

Используя рассмотренные нами критерии можно рекомендовать следующий порядок выбора рационального способа восстановления детали.

1) С помощью технологического критерия определяем способ или группу способов, которые возможно применить для восстановления изношенной поверхности у конкретной детали на данном предприятии.

Например, нужно восстановить поршневой палец, имеющий износ не более 0,3 мм. Применение автоматической наплавки под флюсом или электрошлаковой наплавки, обеспечивающих большую толщину наплавленного слоя за один проход будет явно нецелесообразным, а следует применить способы: хромирование, плазменное напыление и др. способы.

2) Подробно разработать технологию восстановления конкретной детали наиболее применимыми из выбранных способов и определить стоимость восстановления, т.е. критерий экономичности по каждому технологическому процессу.

3) Окончательный выбор рационального способа восстановления детали производим по обобщающему технико-экономическому критерию, который включает в себя два основных количественных критерия – критерий экономический и критерий надежности

$$C_v \leq C_n \cdot K_p$$

Из этого выражения следует, что чем больше коэффициент ресурса, тем совершеннее способ восстановления. Однако высокий коэффициент ресурса мы можем получить иногда за счет значительных затрат. Поэтому при оценке нескольких способов более эффективным считается тот, для которого соотношение $C_v/C_n \cdot K_p$ будет наименьшим, т.е. тот у которого себестоимость будет наименьшей, а ресурс наибольшим или равным ресурсу новой детали.

2. Перспективные направления развития технологий ремонта автомобилей.

Одно из ведущих направлений научно-технического прогресса принадлежит порошковой металлургии. Методами порошковой металлургии создаются материалы с принципиально новыми физическими и механическими свойствами, которые могут быть широко использованы в ремонтном производстве. К числу таких методов относятся газоплазменное напыление порошковых материалов и нанесение металлических порошков с использованием электрического тока.

Газоплазменное напыление порошками позволяет наносить покрытия с различными, заранее заданными свойствами (твердостью, износостойкостью) практически на любые поверхности. Технологический процесс нанесения покрытия сравнительно прост и доступен для большинства авторемонтных предприятий. Порошок наносится на деталь с помощью специальных горелок. Попадая в пламя горелки, порошок оплавляется и, увлекаемый струей горячих газов, направляется на напыляемую поверхность.

Перспективным методом является плазменное напыление изношенных деталей – процесс нанесения покрытия на поверхность плазменной струей, которая представляет собой частично или полностью ионизированный газ, обладающий высокой температурой (10000 – 20000°С) и электропроводностью.

Плазменную струю получают нагревом плазмообразующего газа (аргона, азота, водорода) в электрической дуге, горящей в закрытом пространстве.

Электрическая дуга, горящая между вольфрамовым электродом и медным анодом, имеющим форму сопла, нагревает подаваемый в плазменную горелку газ до температуры образования плазмы.

Наплавляемый материал в виде порошка подается по трубке под давлением в плазменную струю, где распыляется и, приобретая скорость, напыляется на восстанавливаемую поверхность.

К числу перспективных методов восстановления деталей относят нанесение на изношенную поверхность ферромагнитных порошков (ферробора, ферромарганца, ферросилиция) в магнитном поле с действием электрического тока. Между электромагнитом и восстанавливаемой деталью возникает магнитное поле, которое образует «мост» из частиц ферромагнитного порошка. Кроме того, к сердечнику электромагнита и детали подводят электрический ток, который проходя через «мост» выделяет большое количество тепла, вызывающее оплавление порошка. При этом на поверхности детали формируется равномерный слой, состоящий из сплава железо-углерод и легирующих элементов и обладающий высокой твердостью и износостойкостью.

Одним из перспективных методов восстановления деталей является нанесение металлических порошков на изношенную поверхность электроконтактным методом. Он сочетает в себе ряд одновременно протекающих процессов:

- прессование и спекание металлического порошка;
- припекание его к поверхности детали под действием давления и температуры.

Металлический порошок засыпается в зазор между вращающимися деталью и медным роликом. Порошок удерживается на детали магнитным полем и спрессовывается под давлением ролика. К ролику и детали подводится электрический ток силой 300...1500 А и напряжением 2...5 В. Благодаря выделению тепла порошок припекается к поверхности детали. Качество полученного слоя, его пористость и сцепление с металлом детали зависит от удельного давления ролика на слой порошка, плотности тока и напряжения, скорости напекания, химического состава и величины частиц порошка. Толщина нанесенного слоя за один проход (в зависимости от ширины ролика-электрода) составляет 0,3 – 0,8 мм.

Аналогично электроконтактному напеканию происходит процесс лазерной сварки, наплавки изношенных деталей. При этом процесс идет в защитном слое (газ аргон, гелий и т. п.) и порошок, подаваемый на изношенную поверхность расплавляется лазерным лучом.

Достоинством лазерной сварки и наплавки является низкое термическое влияние на поверхность детали, высокое качество наплавленной поверхности.

Таким образом, в данном вопросе мы рассмотрели некоторые перспективные направления развития способов ремонта деталей, существует и множество других, основанных на использовании различных физико-механических свойствах материалов.

Спасибо за
внимание