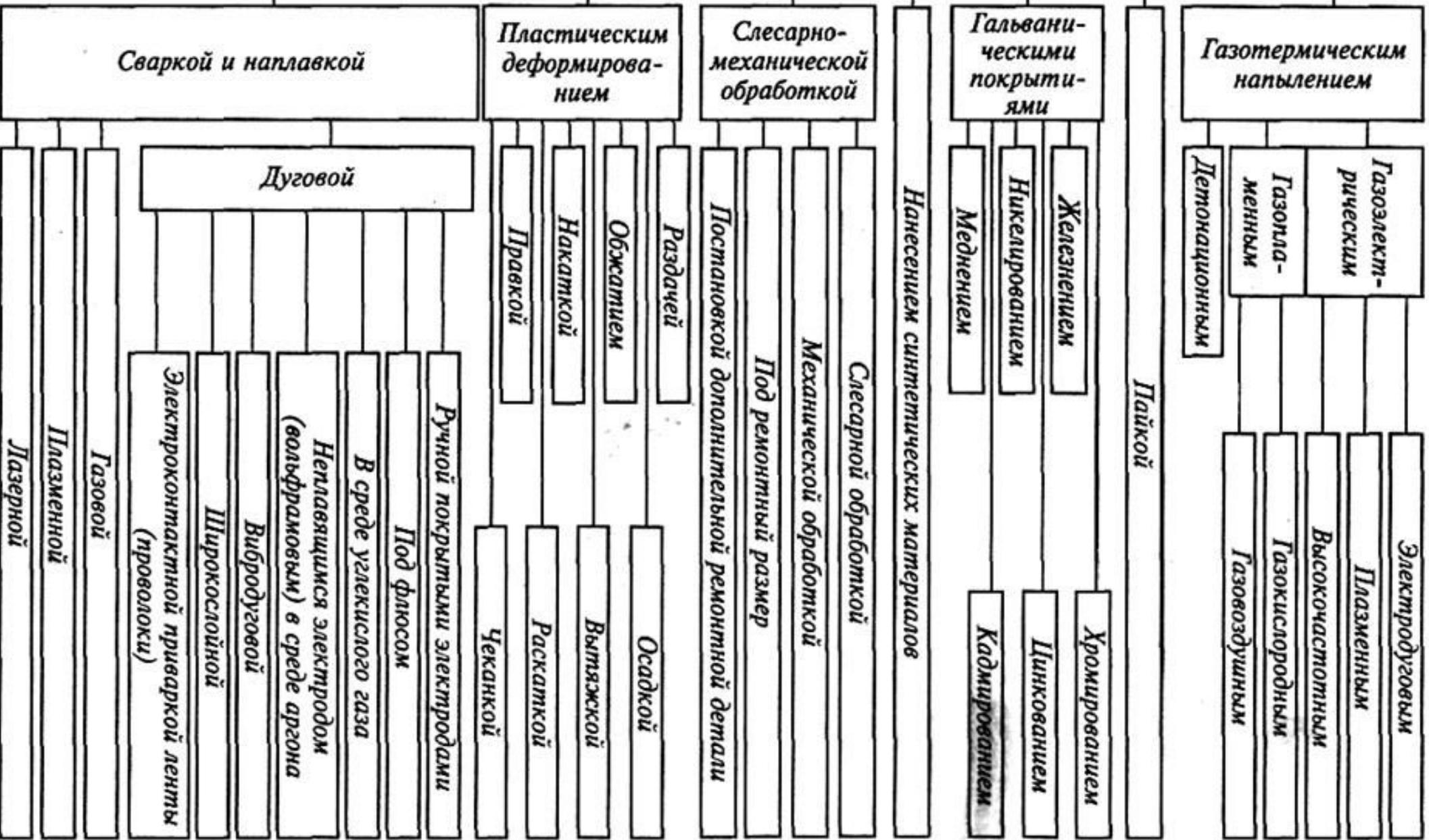


Способы восстановления и повышения долговечности деталей

- Большое количество деталей машин и механизмов выходит из строя в процессе эксплуатации вследствие истирания, ударных нагрузок, эрозии и т. д. Современная техника располагает различными методами восстановления и упрочнения деталей для повышения срока их службы.
- Восстановление изношенных деталей – сложный организационно-технологический процесс, при котором, в отличие от производства новых деталей в качестве заготовки используют изношенную, но уже сформированную деталь. В этом случае затраты на выполнение таких операций, как литье,ковка,штамповка и т.п., отсутствуют. В то же время при восстановлении изношенных деталей появляется ряд дополнительных операций: мойка, разборка, дефектация, комплектация, затраты на которые следует учитывать при выборе способа восстановления.

- Изношенные детали восстанавливают следующими способами:
- а) *сварка* дуговая ручная и автоматическая под флюсом и в углекислом газе; сваркой восстанавливают станины и корпусные детали;
- б) *наплавка* - процесс увеличения размеров изношенных деталей электродуговым способом с последующей обработкой детали на заданные размеры; наплавку используют для восстановления валов, червячных роторов, втулок и т.п.;
- в) *металлизация* - процесс нанесения расплавленного металла с помощью сжатого воздуха; такое напыление осуществляется послойно до 10 мм;
- г) *электрохимическое покрытие* - это процессы хромирования, никелирования, цинкования до 3 мм;
- д) *пластические деформации* - правка, раздача, обжатие и т.п.
- Правка применяется для устранения изгиба, коробления и т.п. Обжатие и раздача применяются для изменения размеров деталей (втулок, пальцев).

Восстановление деталей



- Электродуговая металлизация. Этот способ нанесения покрытий очень распространен. Преимуществами электродуговой металлизации являются высокая производительность нанесения покрытий, получение покрытий в несколько миллиметров, высокая износостойкость (в 1,5-2 раза выше новой детали), простота и технологичность процесса, возможность нанесения покрытия на одну поверхность различных наплавочных материалов. Областью рационального применения электродуговой металлизации является антикоррозионная защита алюминия и цинком трубопроводов, цистерн, емкостей,
- Плазменное напыление. Плазменное напыление является одним из эффективных способов нанесения защитных и упрочняющих покрытий на поверхность деталей. Это - процесс, при котором наносимый материал в виде порошка или проволоки вводится в струю плазмы, нагревается до температур, превышающих температуру его плавления, и разгоняется в процессе нагрева до скоростей порядка нескольких сотен метров в секунду. Плазменное напыление является наиболее сложным процессом плазменной обработки.

- Высокоскоростное напыление. В основе метода лежит нагрев порошковых частиц и их нанесение со скоростью 2000 м/с на поверхность детали. Частицы порошка посредством газовой струи переносятся на деталь, обладая высокой кинетической энергией, которая при ударе о подложку превращается в тепловую. В качестве напыляемых материалов используются различные металлические и металлокерамические порошки.
- Метод позволяет наносить покрытия толщиной от 50 мкм до нескольких миллиметров. Оптимальную же толщину покрытия следует выбирать в каждом конкретном случае исходя из эксплуатационных, технологических и экономических соображений. Так, например, при защите от коррозии оптимальная толщина покрытия варьируется в диапазоне от 150 до 350 мкм. При нанесении износостойких покрытий их толщина выбирается в диапазоне от 300 до 600 мкм

- При восстановлении деталей толщина покрытия может быть значительно больше оптимальных значений. Этим методом может быть нанесено покрытие на сталь, чугун и цветные металлы. Материал покрытия - металлы и сплавы. Кроме того, метод позволяет наносить высококачественные покрытия из металлокерамики (карбид вольфрама, карбид хрома и др. с микротвердостью до 74 HRC), обладающей высокой твердостью. Такой ассортимент материалов позволяет обеспечить очень широкий спектр свойств покрытий. В подавляющем большинстве случаев путем подбора покрытия достигается многократное увеличение ресурса новых деталей. Применение современных высококачественных газотермических покрытий позволяет эффективно решать ряд проблем - износ трущихся деталей, снижение коэффициента трения, гидроабразивный износ, коррозия и др.
- Высокоскоростной метод напыления позволяет получить более плотное в 1,5-3 раза прилегание покрытия, меньшую в 5-12 раз пористость и большую твердость, повышает эксплуатационные характеристики.

- Газопламенное напыление полимеров. Напыление полимеров - метод получения тонкослойных покрытий и тонкостенных изделий путем нанесения порошкообразных полимерных композиций на поверхность детали или формы. Сплошная защитная пленка (или стенка изделия) образуется при нагревании детали (или формы) с нанесенным слоем порошка выше температуры плавления полимера или при выдержке в парах растворителя, в котором полимер набухает. В промышленности применяют различные способы напыления полимеров: газопламенное, вихре и коленчатые валы, клапаны, шкивы, маховики, ступицы колес и т. д. Наплавку можно производить почти всеми известными способами сварки плавлением. Каждый способ наплавки имеет свои достоинства и недостатки.
- Для наплавки используют электроды диаметром 3-6 мм. При толщине наплавленного слоя до 1,5 мм применяются электроды диаметром 3 мм, а при большей толщине - диаметром 4- 6 мм. Для обеспечения минимального проплавления основного металла при достаточной устойчивости дуги плотность тока составляет 11-12А/мм². Основными достоинствами ручной дуговой наплавки являются универсальность и возможность выполнения сложных наплавочных работ в труднодоступных местах. Для выполнения ручной дуговой наплавки используется обычное оборудование сварочного поста.
- Для восстановления размеров изношенных деталей помимо электродов и присадочных прутков применяют наплавочные проволоки Нп-30; Нп-40; Нп-50 и т. д. Для наплавки штампов применяют легированные наплавочные проволоки Нп-45^х4В3Ф, Нп-45^х2В8Т и др. (Нп — обозначает наплавочная).

- Микродуговое оксидирование. Метод используется для нанесения покрытий на алюминиевые и магниевые сплавы и позволяет получать покрытия с высокими механическими, диэлектрическими и теплостойкими свойствами. Покрытия на алюминиевых и магниевых сплавах по износостойкости превышают все существующие материалы, используемые в современной технике. Например, при одинаковой микротвердости с корундом износостойкость покрытий, полученных этим методом, может быть в несколько раз выше.
- Основные области применения:
 - - создание коррозионностойких и износостойких покрытий для бурового, нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего оборудования;
 - пары трения, подшипники скольжения, зубчатые передачи, поршни, цилиндры, торцевые уплотнения

Механическая обработка

- Способ ремонтных размеров. Сущность способа заключается в том, что одну из изношенных деталей сопряжения, обычно наиболее трудоемкую, подвергают механической обработке до заранее установленного размера с целью придания ей правильной геометрической формы и получения требуемой шероховатости поверхности, а другую деталь заменяют новой или заранее отремонтированной до этого же ремонтного размера, что обеспечивает первоначальную посадку в сопряжении.
- Применяют свободные и стандартные ремонтные размеры. В качестве свободного ремонтного размера принимается ближайший размер ремонтируемой детали, позволяющий получить требуемую геометрическую форму и шероховатость поверхности. Преимуществами свободных ремонтных размеров являются минимальная трудоемкость механической обработки и максимальное количество ремонтных размеров. Недостатки этого способа:
- § Нельзя изготовить другую деталь сопряжения, пока не отремонтирована более трудоемкая.
- § Исключается взаимозаменяемость деталей.

- Стандартные ремонтные размеры устанавливают заблаговременно, определяют их количество и численные значения. Под эти размеры выпускаются комплекты запасных частей. Положительными сторонами способа ремонтных размеров являются: увеличение срока службы и простота технологии ремонта более дорогой и трудоемкой детали сопряжения; возможность заранее изготовить заменяемую деталь сопряжения. К отрицательным сторонам способа относятся необходимость в замене сопряженной детали; наличие нескольких ремонтных размеров деталей, что вызывает эксплуатационные неудобства и необходимость иметь лишний резерв запасных частей. Этот способ широко применяют при ремонтах компрессоров, ДВС, цилиндровых втулок насосов, коленчатых валов, зубчатого венца стола ротора и т.д.

- б) Способ дополнительных ремонтных деталей. Этот способ заключается в использовании дополнительных ремонтных деталей, которые закрепляют непосредственно на изношенной поверхности. Толщина дополнительных ремонтных деталей обычно значительно превышает величину износа ремонтируемых деталей, в связи с чем перед установкой дополнительной детали необходимо удалить с изношенной поверхности слой металла. При восстановлении концевой шейки вала, обрабатывают её до меньшего размера и напрессовывают втулку, а затем производят механическую обработку до первоначального размера и шероховатости поверхности. Изношенные отверстия растачивают под больший размер и запрессовывают ремонтную втулку, которую обрабатывают до номинального размера отверстия детали. Недостаток рассматриваемого способа ремонта заключается в уменьшении механической прочности основной детали, вследствие механической обработки.
- с) Способ замены части детали. Этот способ заключается в удалении изношенной части детали и присоединении вместо неё дополнительной части детали. Заменяемая часть детали соединяется с основной при помощи сварки, резьбы, клея и других способов, после чего производится её механическая обработка. К недостаткам этого способа следует отнести сложность подобного ремонта для термически обработанных деталей.

- d) Ремонт деталей давлением. Ремонт деталей давлением заключается в восстановлении первоначальных размеров рабочих поверхностей пластическим деформированием за счет перераспределения материала детали. В процессе деформирования материал детали вытесняется с рабочих участков на изношенные поверхности, в результате чего восстанавливается форма и размеры этих поверхностей. При ремонте деталей давлением необходимо, чтобы выполнялись следующие основные требования:
 - § Наличие запаса материала на нерабочих участках ремонтируемой детали.
 - § Достаточная пластичность материала.
 - § Механические свойства отремонтированной детали должны быть не ниже, чем у новой.
 - § Объемы механической и термической обработки должны быть минимальными.
 - § При ремонте этим способом закаленных или поверхностно упрочненных деталей необходимо предварительно произвести отпуск или отжиг детали.

- Детали из непластичных материалов (чугун), а также детали с малыми запасами прочности и сложной конфигурации ремонтировать давлением невозможно. На процесс пластического деформирования детали большое влияние оказывает химический состав металла, характер структуры, содержание примесей и размер зерна. Наибольшей пластичностью обладают химически чистые металлы. Температура нагрева детали в значительной мере влияет на сопротивление деформированию. Применяют следующие методы ремонта давлением деталей:
- 1) Осадка применяется для увеличения нагруженных размеров сплошных и полых деталей за счет снижения их высоты. При осадке направление внешней силы действующей по вертикальной оси, не совпадает с направлением деформации.
- 2) Обжатие используется для уменьшения размера внутренней поверхности полых детали за счет уменьшения размера её наружной поверхности. При обжатии направление действующей силы совпадает с направлением требуемой деформации, происходит перемещение материала от периферии к центру.
- 3) Раздача применяется для увеличения наружных размеров детали при сохранении или незначительном изменении её высоты. При этом направление действующей силы совпадает с направлением требуемой деформации, и металл перемещается от центра к периферии.
- 4) Вытяжка применяется для увеличения длины детали за счет местного сужения её поперечного сечения на небольшом участке. При вытяжке направление действующей силы не совпадает с направлением требуемой деформации.
- 5) Накатка применяется для увеличения наружных или уменьшения внутренних размеров детали за счет выдавливания металла на отдельных участках поверхностей. При накатке направление действующей силы противоположно направлению требуемой деформации.
- 6) Правка применяется для восстановления формы деформированных деталей. При правке направление действующей силы совпадает с направлением деформации. Применяется правка статическим нагружением и наклёпом.

Пайка

- Пайкой называется процесс образования неразъемного соединения нагретых поверхностей металла, находящихся в твердом состоянии, при помощи расплавленных сплавов (припоев), имеющих меньшую температуру плавления по сравнению с температурой плавления основного металла. Расплавленный припой заливается в зазор между поверхностями и прочно соединяет их после охлаждения. В качестве припоя используются металлы и сплавы, обладающие способностью хорошо смачивать соединяемые поверхности. Пайка делится на низкотемпературную, при которой нагрев в месте контакта соединяемых материалов и припоя не превышает 450°C и высокотемпературную. Для низкотемпературной пайки применяются оловянно - свинцовистые припои ПСО-30, 40, 50, 60 и другие с температурой плавления $220-280^{\circ}\text{C}$. Эти припои используются для соединения в неответственных местах. Предел прочности на растяжение равен $2,8-3,2 \text{ кгс/мм}^2$. для высокотемпературной пайки в качестве припоев используют медь, серебро, никель и сплавы на их основе. Чаще используют медно-цинковые припои марок ПМЦ-36, 40, 54 с температурой плавления $800-900^{\circ}\text{C}$. Указанные припои позволяют получать швы с пределом прочности на растяжение $30-35 \text{ кгс/мм}^2$. для получения высокопрочных соединений изделий из чугуна, стали или меди, работающих при динамических нагрузках, в качестве припоя часто применяют латунь марки Л62 или Л68. предел прочности этих соединений на растяжение составляет $30-32 \text{ кгс/мм}^2$. процесс пайки включает в себя подготовку соединяемых поверхностей, их прогрев до температуры плавления припоя и заполнения им рабочего шва. Перед пайкой соединяемые поверхности тщательно очищаются от загрязнений и окислов. Для этого применяют механическую обработку, обезжиривание в щелочах и травление в кислотах. Для защиты соединяемых поверхностей и удаления окислов в процессе пайки применяют порошкообразные и жидкие флюсы – при низкотемпературной пайке применяют хлористый цинк; при высокотемпературной – бура 30% и 20% борной кислоты. Для расплавления припоя и нагрева поверхностей применяют газовые горелки, паяльные лампы или ТВЧ и электропаяльники (низкотемпературная пайка). Пайку применяют для ремонта деталей, имеющих механические повреждения чаще всего для устранения трещин.

Сварка и наплавка

- Сварка — это процесс создания соединения металлических элементов методом плавления или давления. Этим способом заделывают трещины, сколы, отверстия от пробоев, крепят отломившиеся элементы. С такими повреждениями рам, поддонов, кузовов, обоев мостов постоянно сталкиваются при ремонте автомобилей. Сварку также применяют совместно с другими восстановительными процедурами.
- Наплавка — это нанесение на поверхность деталей слоя из сплава основного и присадочного металла. Наплавкой восстанавливают не только геометрические размеры, но также наносят покрытия для повышения жаростойкости, прочности, износостойкости и т. д. Процедура выполняется на поверхности любой формы — от плоской до конической и сферической.

Виды сварки и наплавки

- Электродуговая сварка и наплавка - Это самая распространенная технология восстановления в промышленности и на дому. Работу выполняют плавящимися покрытыми электродами и неплавящимися с присадочной проволокой.
- В среде защитных газов - Этим способом восстанавливают детали наплавкой и сваркой толщиной от 0,6 мм и валов диаметром до 5 см. Поступающий под давлением к месту сварки газ защищает расплавленный металл от соприкосновения с воздухом. Самые качественные швы получаются в среде аргона или гелия, однако из-за их высокой цены чаще пользуются углекислым газом. В среде азота восстанавливают детали из меди.

- Сварка и наплавка под слоем флюса - Восстановление этим способом проводят электрической дугой, которая горит под расплавленным флюсом. Таким образом, создается эластичная оболочка, защищающая расплавленный металл от соприкосновения с воздухом. Флюсы также поддерживают стабильность горения дуги, раскисляют, легируют, рафинируют наплавляемый металл.
- Вибродуговая наплавка отличается от обычной электросварки тем, что электрод кроме поступательного движения совершает перпендикулярные колебания частотой 90 — 100 кол/сек. В ходе процесса металл переносится мелкими каплями в сварочную ванну небольшого размера. Этим достигается незначительная глубина проплава, высокая прочность сцепления материала электрода с металлом детали.

- Пламенная наплавка проводится за счет нагрева основного металла и присадочной проволоки струей ионизированного газа, направляемой в рабочую зону соплом горелки
- Электроконтактную наплавку выполняют методом пластической деформацией после нагрева металла детали и присадочного материала импульсным током. Отличается высокой производительностью (до 150 см²/мин), незначительным термическим воздействием, малым проплавлением.

Восстановление деталей склеиванием

- Склеивание применяют для ремонта и соединения металлических, стеклянных, фарфоровых и других деталей, а также взамен прессовой посадки, винтового крепления, расклепки, сварки и паяния. Процесс склеивания в основном определяется маркой применяемого клея.
- **Карбинольный клей** предназначен для склеивания металлов, пластмасс, стекла, а также для заделки в металлических деталях трещин, задиров, небольших раковин. Клей может быть жидким и пастообразным.
- **Клей БФ** представляет собой спиртовой раствор фенолформальдегидных смол. Клеи различных марок различаются между собой прочностью, эластичностью и теплостойкостью. Клей БФ-2 рекомендуется применять для склеивания деталей, эксплуатируемых в кислой среде, и деталей, эксплуатируемых при температуре 60-80° С. Клей БФ-4 может быть использован для склеивания деталей, эксплуатируемых в щелочной среде. Клей БФ-6 наиболее эластичный из клеев группы БФ и широко применяется для склеивания хлопчатобумажных и шерстяных ремней, фетра, войлока, резины, кожи и т.п.

- **Эпоксидный клей** - универсальный адгезив, который используют в быту, в промышленности, в сфере ремонта и строительства. Клей этого типа прочно соединяет изделия из металла, камня, дерева, резины и других материалов. Профессиональные составы двухкомпонентные. Перед применением их смешивают вручную или с помощью автоматических систем. Перед склеиванием поверхности деталей нужно очистить, обработать абразивом для лучшего сцепления и обезжирить.