

Metody naprawy uszkodzonych elementów

Typowymi objawami zużycia elementów części maszyn, urządzeń i narzędzi są starcie powierzchni elementów współpracujących, **zmiany kształtu** (wygięcie, skrócenie, wydłużenie, pęknięcie, wykruszenie, zarysowania powierzchni, złamanie, itp.) oraz zmiany **właściwości mechanicznych** (np. zmiana twardości).

Zużyte elementy maszyn, urządzeń i narzędzi naprawia się następującymi metodami:

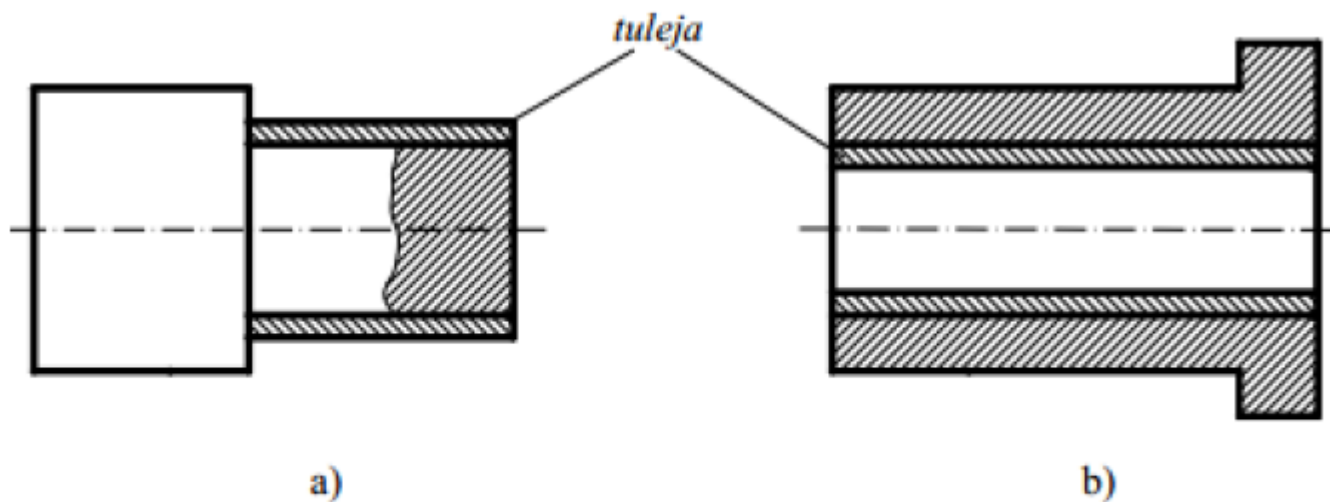
- 1) przez regulację (ewentualnie połączona z wykonaniem podstawowej obróbki mechanicznej),
- 2) wymianę części,
- 3) przez regenerację części.

Elementy po wykonaniu naprawy powinny posiadać nie tylko odpowiednie parametry geometryczne, ale również właściwości fizyczne i mechaniczne.

Naprawę poprzez regulację stosuje się w przypadkach nieznacznego zużycia części lub podzespołów, np. mocniejsze dokręcenie połączeń śrubowych, wbicie klina, korekta położenia elementów współpracujących, korekta siły docisku elementów współpracujących.

Korzystniejsza jest jednak naprawa przez obróbkę mechaniczną jednej części i wymianę drugiej z części współpracujących na nową o wymiarze dopasowanym do wymiaru części naprawianej. Jest to tak zwana naprawa przez zastosowanie wymiarów naprawczych. W tym przypadku współpracujące części mechanizmu odzyskują prawidłowy kształt geometryczny i pierwotny luz, ale ich wymiary różnią się od wymiarów pierwotnych - co nie wpływa na jakość pracy elementów.

Pewną odmianą sposobu naprawy przez zastosowanie wymiarów naprawczych jest naprawa połączeń części współpracujących przy użyciu dodatkowych elementów. Typowym przykładem takiego sposobu naprawy jest tzw. tulejowanie na przykład wykonując naprawę połączeń czopu z łożyskiem czop poddaje się szlifowaniu na mniejszy wymiar i nakłada tulejkę kompensującą, a otwór zmniejsza na odpowiednio mniejszy wymiar naprawczy przez wtłoczenie do niego tulejki.



Rys. 4. 1. Schemat tulejowania: a) wałka, b) otworu

Regeneracja części maszyn to przywracanie właściwości użytkowych częściom zużyтым lub uszkodzonym.

Regenerację można przeprowadzać następującymi metodami:

- 1) korekty wymiarów części regenerowanych,
- 2) wprowadzenie elementów dodatkowych, np. kompensujących,
- 3) zastosowanie odkształceń plastycznych części regenerowanych, np. spęczanie, prostowanie,
- 4) nakładanie powłok:
 - a) metalowych, np. napawanie, nakładanie powłok galwanicznych,
 - b) z tworzyw sztucznych,
 - c) kompozytowych.

Wybór metody regeneracyjnej zależy głównie od właściwości części przeznaczonej do regeneracji. Regeneracja może mieć charakter obróbki kompleksowej, w wyniku której przywraca się elementom wymagany kształt, wymiary i właściwości umożliwiające dalsze ich użytkowanie. Może polegać również na wykonaniu określonych operacji, np. tulejowania lub obróbkę fragmentu części uszkodzonej. Po przywróceniu kształtów geometrycznych naprawianej części przywraca się również jej własności mechaniczne (np. twardość) przez zastosowanie obróbki cieplnej. Elementy maszyn, urządzeń i narzędzi najszybciej zużywają się w miejscach styku z innymi częściami (wszystkie pary ruchome). Pomiedzy powierzchniami współpracującymi ze sobą występuje tarcie i wysokie naciski powierzchniowe powodując ścieranie się powierzchni, ubytki materiału oraz możliwość znacznego wzrostu temperatury elementów współpracujących prowadzącego do zmiany właściwości materiału elementów.

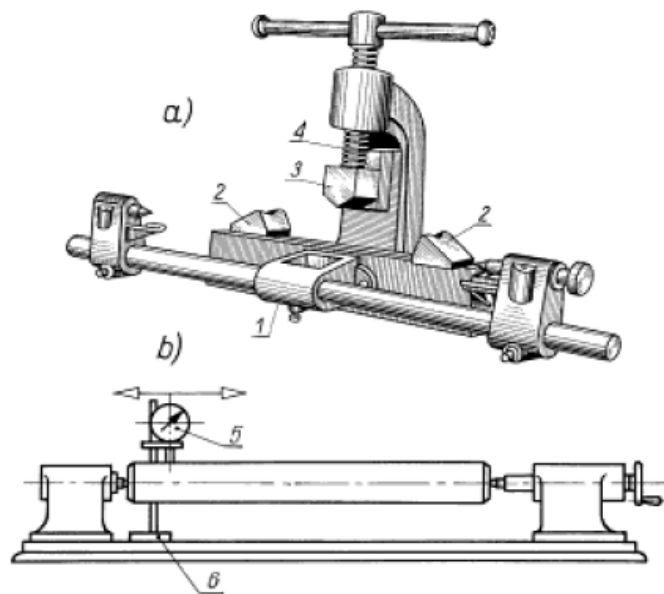
W celu wykonania regeneracji najczęściej stosowane są następujące procesy:

- a) ☐ prostowanie części,
- b) ☐ nakładanie warstwy metalu przez galwanizację,
- c) ☐ metalizacja natryskowa,
- d) ☐ spawanie, napawanie i zgrzewanie,
- e) ☐ odkształcanie plastyczne,
- f) ☐ przymocowanie nakładki,
- g) ☐ naprawa za pomocą kompozytów epoksydowych,
- h) ☐ obróbka skrawaniem.

Prostowanie

Zgięte elementy o kształcie płaskowników lub prętów wstępnie prostuje się w imadle odginając je w kierunku przeciwnym do aktualnego wykrzywienia. Po wstępnym wyprostowaniu można przystąpić do właściwego prostowania. Należy położyć płaskownik (lub pręt) na płycie lub kowadle wypukłością do góry i uderzać młotkiem w wypukłość. Prostowanie może być wykonywane na zimno lub na gorąco, na prasach z napędem ręcznym lub mechanicznym.

Wygięty wałek lub śrubę napędową prostuje się na prasie z wielką ostrożnością, szczególnie, gdy są hartowane, a sprawdzanie wyników prostowania odbywa się w kłach za pomocą czujnika.



Rys. 4.2. Prostowanie i sprawdzanie prostoliniowości śruby napędowej: a) prasa do prostowania, b) sposób sprawdzania prostoliniowości śruby napędowej

- 1) przyrząd kłowy, 2) podpory do prostowania śruby napędowej, 3) klocek, 4) śruba dociskowa, 5) czujnik, 6) podstawka czujnika

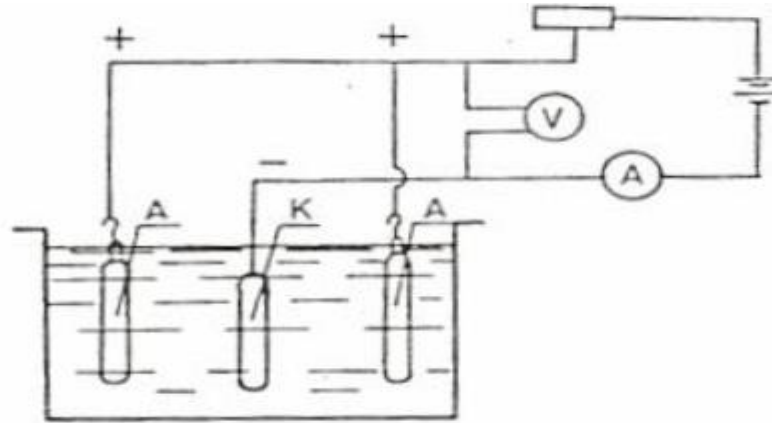
Rozwiercanie otworów

Otwory w korpusach maszyn, stanowiące panewki wałów i osi obrotowych z czasem ulegają zużyciu. Przyczyną zużycia są złe warunki smarowania lub brak smarowania oraz zanieczyszczenia przedostające się między czop i panewkę. Otwory przyjmują kształt owalny lub wielokątny oraz zwiększa się luz pomiędzy panewką i czopem. Regenerację tych otworów wykonuje się przez rozwiercanie lub roztaczanie otworów, a następnie tulejowanie i ponowne wykonanie otworu o średnicy zgodnej ze średnicą wałka oraz pasowaniem pomiędzy wałkiem, a otworem.

Otwór najpierw należy przewiercić, (jeżeli jako wstawki użyto walca) następnie rozwiercić rozwiertakami; zgrubnym i dokładnym, aby otrzymać otwór o założonej tolerancji. Kończącym etapem jest sprawdzenie wykonanych prac: pomiar średnicy i współosiowości.

Pokrywanie galwaniczne .

Regeneracja części maszyn za pomocą pokrywania ich powierzchni warstwą metalu metodą elektrolityczną jest stosowana przede wszystkim wtedy, gdy chodzi o przywrócenie pierwotnych wymiarów. Materiałami służącymi do pokrywania galwanicznego są **chrom, nikiel, miedź, żelazo** itd. Powłoki galwaniczne nakłada się w procesach elektrolizy na podłoże przewodzące prąd elektryczny. Odpowiednio oczyszczone, odtłuszczone i pozbawione warstwy tlenków wyroby metalowe przeznaczone do nakładania powłok zanurzane są w roztworze elektrolitu zawierającego jony metalu powłokowego. W czasie przepływu prądu stałego przez elektrolit jony metalu przemieszczają się w kierunku pokrywanego podłoża (katody) i wydzielają na nim tworząc powłokę.



Rys. 4.3. Schemat elektrolizera do nakładania powłok galwanicznych;

A (anoda) – metal powłokowy,
K (katoda) – pokrywany przedmiot

Metalem najodpowiedniejszym do regeneracji jest chrom. Zaletami chromowania są: duża twardość ($HB = 300 \div 600$), mały współczynnik tarcia, duża odporność na korozję.

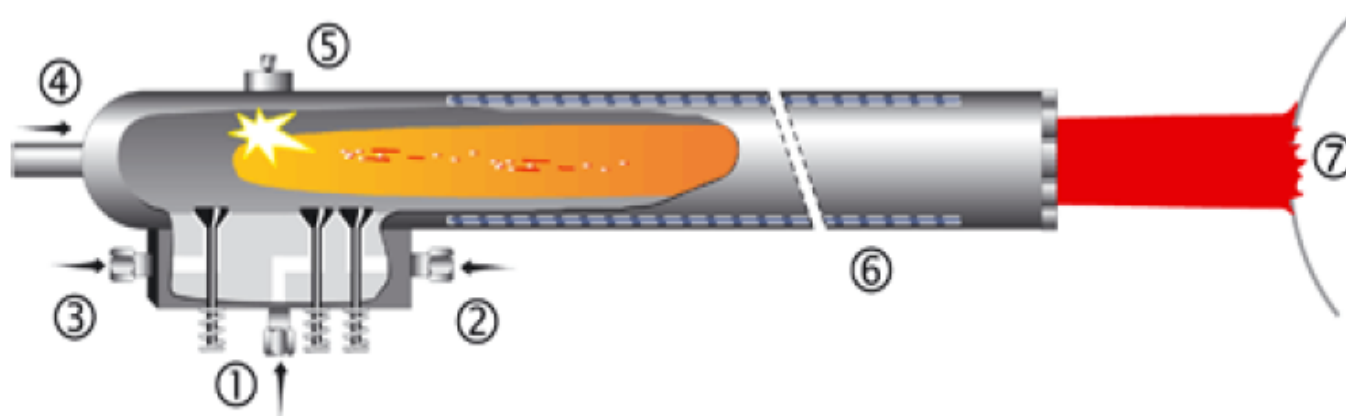
Aby po chromowaniu można było uzyskać żądane wymiary, należy nakładać warstwę chromu z naddatkiem $0,03 \div 0,08$ mm. Jeśli tolerancja jest duża, można chromować od razu na żądany wymiar, a następnie powierzchnię polerować.

Metalizacja natryskowa

Metalizacja natryskowa polega na nałożeniu na powierzchnię przedmiotów z metalu lub innych materiałów powłoki z metalu roztopionego przy użyciu płomienia gazowego, łuku elektrycznego lub prądów wysokiej częstotliwości.

Roztopiony metal w postaci drobnych kropelek zostaje przeniesiony na przedmiot za pomocą strumienia sprężonego powietrza. Powierzchnia przedmiotu metalizowanego musi być dokładnie oczyszczona, najlepiej przez piaskowanie, ponieważ jest wtedy czysta i szorstka.

Metalizowanie stosuje się w celu zabezpieczenia przedmiotów stalowych przed niszczącym działaniem powietrza i czynników chemicznych powodujących korozję (np. metalizowanie mostów, zbiorników metalowych itp.). Można też stosować metalizowanie dla pogrubienia części zużytych (czopy, wały, prowadnice) lub też dla ozdobienia przedmiotów. Zalecana grubość warstwy natryskiwanej nie powinna być mniejsza niż 0,1 mm i większa niż 10 mm. Najodpowiedniejsze do naprawy tym sposobem są części duże. Metalizacja części drobnych jest kłopotliwa.



Rys.4. 4. Budowa urządzenia do metalizacji natryskowej: 1. acetylen, 2. tlen, 3. azot, 4. proszek metaliczny, 5. zapalnik, 6. dysza z chłodzeniem wodnym, 7. przedmiot pokrywany powłoką

W komorze spalania następuje zmieszanie się acetylenu, tlenu i proszku. Mieszanina ta doprowadzana jest do wybuchu dzięki zapalnikowi. Powstała fala uderzeniowa nadaje prędkość cząsteczkom proszku, który na wylocie dyszy jest ogrzewany i z dużą prędkością wyrzucany na powierzchnie materiału.

Spawanie

Naprawę za pomocą spawania stosuje się przede wszystkim do elementów, w których należy naprawić części odłamane lub pęknięte. Należy tylko podkreślić, że w czasie spawania występuje odkształcanie się spawanych części, a więc naprawa taka charakteryzuje się małą dokładnością. Do naprawy zużytych części stosuje się również lutowanie.



Rys. 4. 5. Proces spawania

Napawanie

Do przywracania pierwotnych kształtów zużytych części stosuje się napawanie. Napawanie polega na nakładaniu warstwy metalu w stanie ciekłym na powierzchni przedmiotu. Do napawania można użyć stopu o lepszych właściwościach mechanicznych niż właściwości stopu części napawanej. W ten sposób nie tylko można naprawić zużytą część, ale i zwiększyć odporność jej powierzchni roboczych na ścieranie lub korozję. Powierzchnie, które mają być napawane, trzeba dokładnie oczyścić za pomocą piaskowania, ściernicy listkowej lub w inny sposób. Następnie należy je odtłuścić, po czym dopiero następuje właściwe napawanie. Grubość warstwy napawanej wynosi $3 \div 6$ mm. Powierzchnie napawane należy poddać obróbce w celu uzyskania żądanych wymiarów, kształtu i jakości powierzchni.



Rys. 4.6. Przykłady napawanych krawędzi zaworów

Obróbka plastyczna

Metoda odkształceń plastycznych na gorąco w celu renowacji części polega na tym, że metal zostaje przemieszczany z jednego miejsca na inne, kompensując w ten sposób ubytek wskutek zużycia. Z tego wynika, że sposób ten można zastosować tylko wtedy, gdy część zużyta ma zapas metalu, który bez szkody – dla części może być przesunięty na miejsce zużycia się części. W celu przemieszczenia materiału stosowane są operacje kowalskie.

Stosowanie nakładki (Naprawa pęknięć)

Elementy o pękniętej powierzchni naprawia się poprzez spojenie (zaspawanie, zalutowanie szczeliny lub zastosowanie kawałka metalu, czyli nakładki. Nakładki do przedmiotów żeliwnych przymocowuje się wkrętami, a do stalowych wkrętami lub za pomocą nitowania. Jeżeli połączenie ma zapewnić szczelność to pomiędzy nakładką, a regenerowanym elementem należy zastosować uszczelkę wykonaną z odpowiedniego materiału.

Skrobanie

Skrobanie jest obróbką wykańczającą polegającą na ręcznym lub mechanicznym skrawaniu z powierzchni przedmiotu już obrobionego, cienkich i drobnych wiórków za pomocą skrobaków. Stosuje się je jako ostateczną obróbkę powierzchni elementów współpracujących ze sobą, np. przewodnic, które uległy. Poprzez skrobanie otrzymuje powierzchnie o małej chropowatości, szczególnie w przypadku, gdy obrabiane powierzchnie mają dokładnie do siebie przylegać lub przesuwac się po sobie.

Na proces skrobania składają się następujące zabiegi:

1. usunięcie rys i zadziorów pilnikiem, skrobakiem lub płótnem ściernym,
2. tuszowanie powierzchni skrobanej,
3. skrobanie,
4. sprawdzanie,
5. skrobanie wykańczające.

Czynności od p. 3 do p. 5 powinny być powtarzane kilkakrotnie, aż do uzyskania żądanej chropowatości.

Docieranie

Docieranie to dokładna obróbka powierzchni przedmiotu, polegająca na usuwaniu drobnych cząstek materiału przy pomocy pasty ściерnej narzędziem zwanym docierakiem. Docieranie wykonywane jest w kilku etapach. Każdy następny etap wymaga zastosowania pasty ściерnej o coraz drobniejszym ziarnie. Docieraniem obrabia się głównie części pasowane współpracujące ze sobą, np. gniazda i grzybki zaworów. Dokładność wymiarów otrzymanych przez docieranie dochodzi do 0,001 mm, a przy bardzo dokładnych metodach docierania nawet do 0,0001 mm. Naddatek na obróbkę docieraniem wynosi w granicach 0,01 do 0,02 mm.