

Následná údržba strojů

poškození a renovace strojních součástí

Degradace strojních součástí

Ve strojích při jejich provozu probíhají děje, které mají za následek změny vlastností součástí. **Tyto změny jsou prvotními technickými příčinami poruch.** Souhrn působících vlivů a dějů se nazývá mechanismus poruch.

Základní pojmy:

PORUCHA = jev, spočívající v ukončení schopnosti technického objektu plnit požadované funkce při stanovených parametrech

FUNKČNÍ PLOCHA = část povrchu součásti, která je ve styku s funkční plochou jiné součásti nebo se zpracovávaným materiálem

DOBA PROVOZU = míra pro strojem vykonanou užitečnou práci

Vznik poškození

Při přibližování povrchů se porušuje adsorpční i oxidová vrstva, na materiál působí okolní prostředí, materiály se dostávají do přímého kontaktu. Probíhají elektrochemické reakce, vznikají **mikrospoje**, které se v důsledku vzájemného pohybu rozrušují a dochází k oddělování částic materiálu.

Intenzita těchto procesů závisí zejména na:

- Druhu a vlastnostech prostředí a vzájemně na sebe působících povrchů
- Přítomnosti a vlastnostech média mezi povrchy
- Charakteristikách relativního pohybu povrchů: směr, rychlost a jejich časové změny
- Zatížení (velikost působících sil, jejich časové změny)



3

Druhy poškození funkčních ploch

- **Opotřebení** Opotřebení je trvalá nežádoucí změna povrchu nebo rozměrů tuhých těles, vyvolaná vzájemným působením funkčních povrchů nebo funkčního povrchu a média, které opotřebení působí
- **Koroze** Koroze je nežádoucí trvalá změna materiálu, zejména povrchu, působená elektrochemickými a chemickými vlivy okolního prostředí
- **Otlačení** Otlačení je nežádoucí trvalá změna povrchu, způsobená vnějšími silami
- **Deformace** Deformace je nežádoucí trvalá změna geometrického tvaru součásti, způsobená vnějšími silami nebo tepelnými vlivy
- **Trhliny a lomy** Trhlina (lom) je porušení homogenity materiálu v části (celém) průřezu součásti
- **Ostatní** Ostatní poškození jsou jiná než výše uvedená, například
 - stárnutí materiálu
 - tepelná degradace materiálu
 - kombinace výše uvedených poškození

4

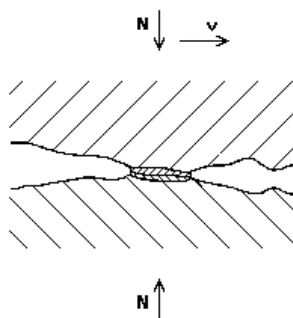
Opotřebení

Druhy opotřebení:

- Adhezivní
- Vibrační
- Abrazivní
- Erozivní
- Únavové
- Kavitační

5

Adhezivní opotřebení



Výskyt: v případech smyku tuhých těles, přitlačovaných normálovou silou, bez přítomnosti cizích částic mezi povrchy

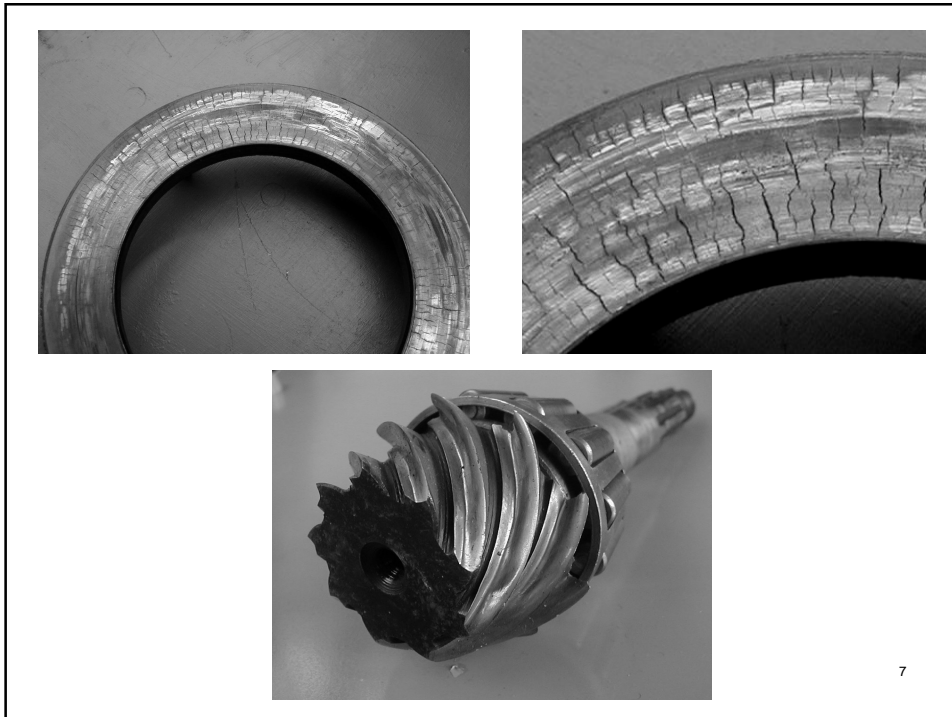
Na průběh působí zejména:

- četnost a tvar povrchových mikronerovností
- velikost normálového zatížení a relativní rychlost pohybu
- schopnost materiálů vytvářet adhezní mikrospoje
- přítomnost maziva mezi povrchy

Možnosti ovlivnění:

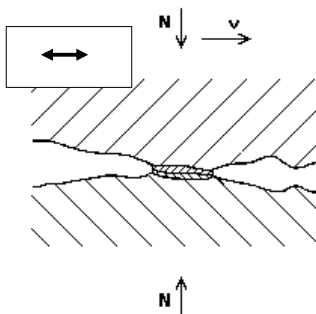
- konstrukce a volba materiálů
- mazání
- údržba (péče o mazání a mazivo)

6



7

Vibrační opotřebení



Výskyt: v případech oscilačního pohybu tuhých těles, přitlačovaných normálovou silou

Na průběh působí zejména:

- velikost normálového zatížení
- frekvence a amplituda vibrace
- vlastnosti materiálů

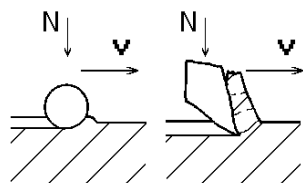
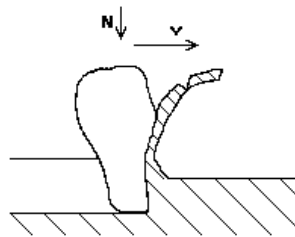
Možnosti ovlivnění:

- omezení nebo vyloučení vibrací
- pečlivá a přesná výroba

8



Abrazivní opotřebení



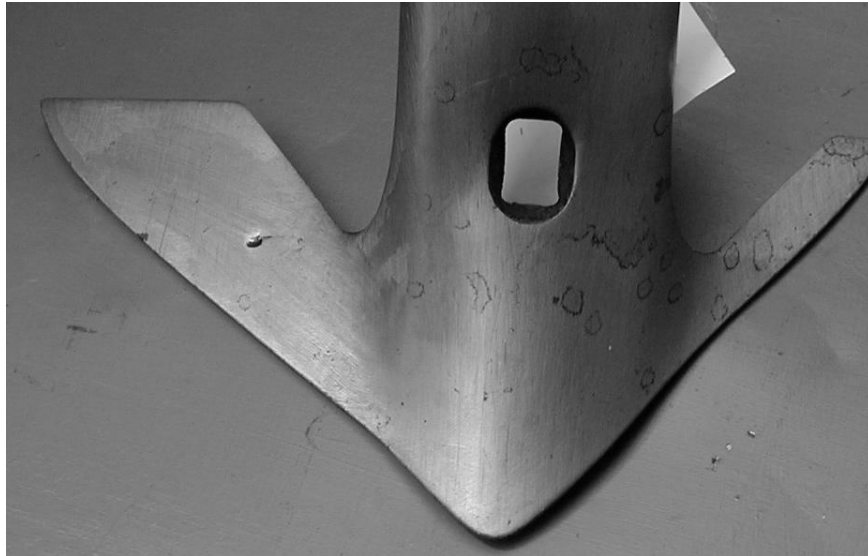
Výskyt: při smýkání tvrdých drsných povrchů, při zpracování abrazivního materiálu, při přítomnosti tvrdých částic mezi smýkajícími se povrchy

Na průběh působí zejména:

- množství abrazivních částic
- tvar a velikost abrazivních částic
- tvrdost a pevnost abrazivních částic
- poměr tvrdosti abrazivních částic a povrchu součásti

Možnosti ovlivnění:

- utěsnění spojů proti vnikání abrazivních částic
- volba materiálů nebo jejich povrchového zpracování



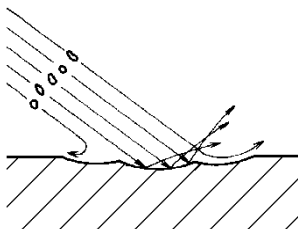
11

Erozivní opotřebení

Výskyt: při působení proudu částic unášených plynem nebo kapalinou, popř. částic samotné kapaliny nebo páry

Na průběh působí zejména:

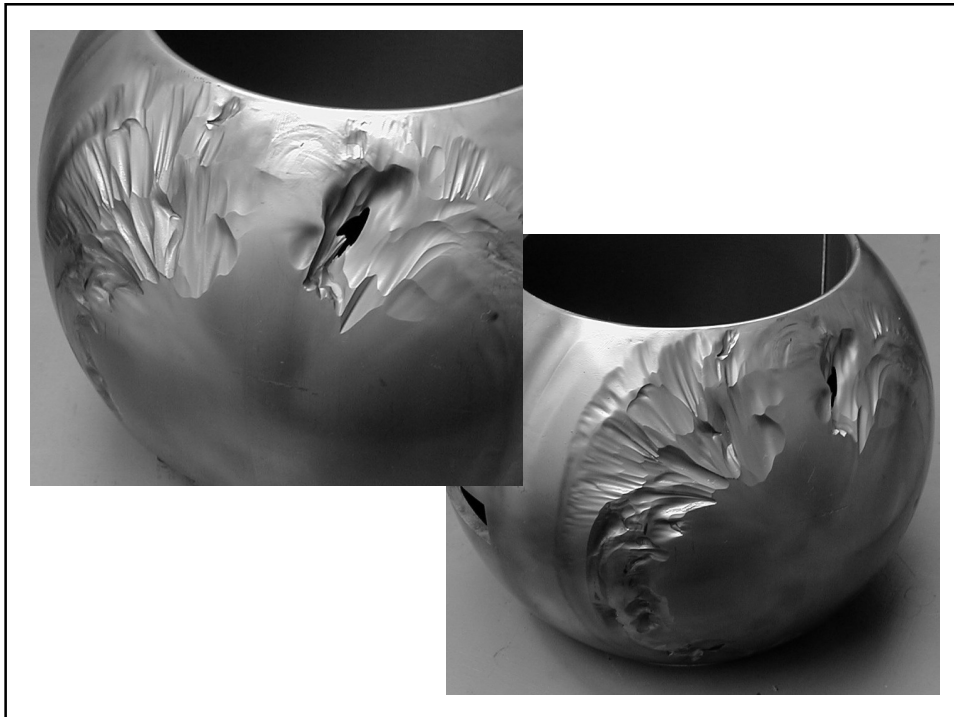
- relativní rychlost částic vůči povrchu
- teplota a chemické vlastnosti unášejícího media
- druh, velikost a tvar částic
- kinetická energie a úhel dopadu částic
- vlastnosti opotřebovávaného materiálu



Možnosti ovlivnění:

- použití odolných materiálů

12

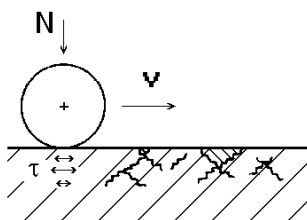


Únavové opotřebení

Výskyt: při dlouhodobém opakovaném působení kontaktních tlaků

Na průběh působí zejména:

- velikost kontaktního tlaku
- frekvence působení tlaku
- vlastností povrchových a podpovrchových vrstev materiálu



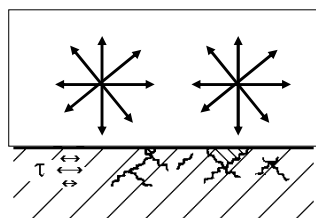
Možnosti ovlivnění:

- konstrukce snižující kontaktní tlaky
- pečlivá a přesná výroba
- volba vhodných vlastností (úprav) povrchů



Kavitační opotřebení

Výskyt: na povrchu který je v kontaktu s kapalinou, vzniká-li kavitace

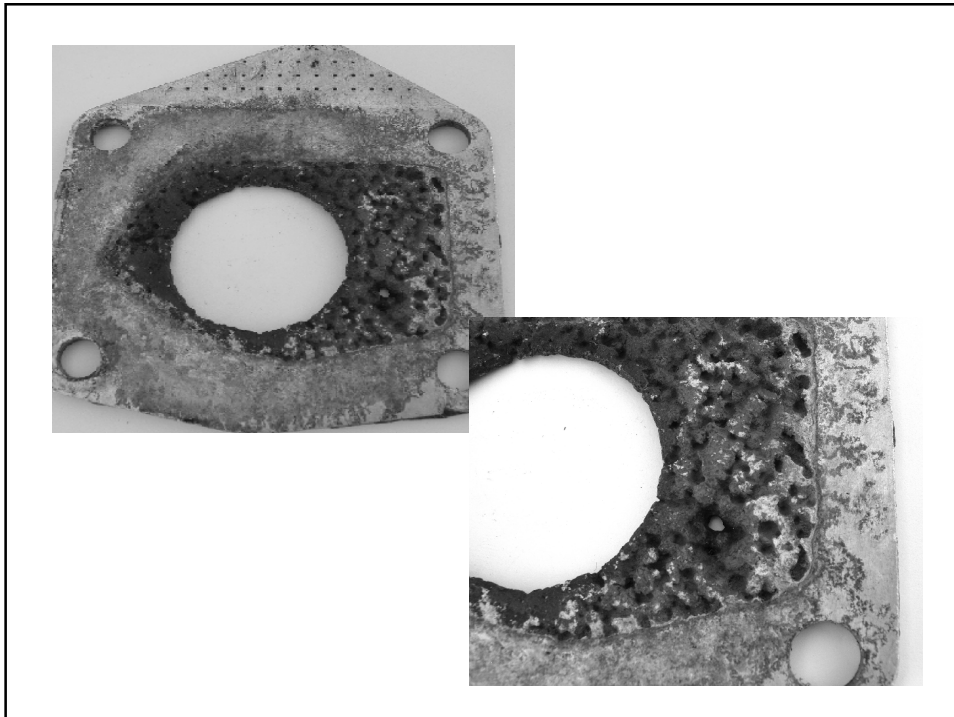


Na průběh působí zejména:

- obsah plynů v kapalině
- teplota a tlakové poměry v kapalině
- povrchové napětí a viskozita kapaliny

Možnosti ovlivnění:

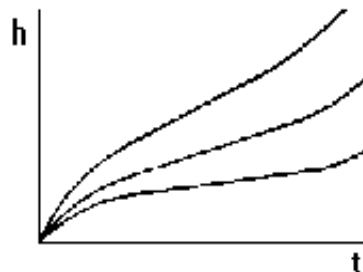
- konstrukce vylučující vznik kavitace
- dodržování provozních podmínek vylučujících vznik kavitace



Opotřebení

V technické praxi bývá nejčastěji kombinované s dalšími druhy poškození. Častý je rovněž případ, kdy opotřebení je adhezivní, vzniknou volné otěrové částice které působí jako abrazivo a způsobují postupné převládnutí opotřebení abrazivního. Mnohdy dojde v důsledku vzniklých vůlí ke vzniku rázů, které mohou vyvolat opotřebení únavové nebo vést ke vzniku únavových lomů. U havarovaných součástí proto nelze někdy spolehlivě určit původní technickou příčinu poškození.

Průběh opotřebení



Koroze

Koroze je nežádoucí trvalá změna povrchu materiálu, působená elektrochemickými a chemickými vlivy okolního prostředí.

Odhadované ztráty působené korozi:

Během používání $\frac{1}{3}$ veškeré vyrobené oceli a $\frac{1}{6}$ neželezných kovů podléhá korozi.

Rozdělení koroze

Podle mechanismu korozních dějů:

- koroze chemická
- koroze elektrochemická

Podle vzhledu:

- koroze rovnoměrná
- koroze nerovnoměrná

Podle prostředí kde probíhá:

- koroze atmosférická
- koroze půdní
- koroze ve vodě, v plynech aj.

19

Atmosférická koroze

Je nejčastější.

Vyvolává a podporuje ji:

- vlhkost
- přítomnost iontů minerálních solí
- přítomnost vzdušného kyslíku a jiných plynů (SO_2 , H_2S , Cl aj.)

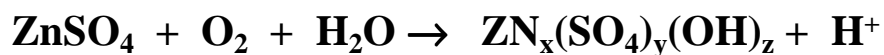
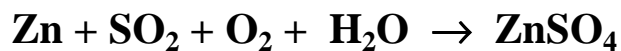
Atmosférická koroze na ocelích a litinách



Produktem koroze je rez, což je směs uvedených sloučenin, prvotních látek a sloučenin paralelně probíhajících jiných reakcí. Ve rzi je vždy voda a H_2SO_4 . Proto může koroze pokračovat nezávisle na přístupu korozních činitelů i pod nátěry a konzervačními prostředky.

Atmosférická koroze na slitinách Zn

Koroze probíhá takto:



Obdobně probíhá koroze na slitinách Cu

Produktem koroze je nerozpustná sloučenina uvedeného typu, na konci korozní reakce nezůstávají volné další korozní činidla. Vzhledem k mechanickým vlastnostem uvedené sloučeniny dojde k zastavení koroze. Koroze pokračuje po narušení vzniklé nerozpustné vrstvy.

21

Ochrana proti korozi

Možnosti ochrany vycházejí z uvedených představ o mechanismu koroze. Jsou zejména tyto:

- Volba materiálu odolného proti korozi v daných podmínkách (anticoro, Al, Zn, Cu, Cr aj.)
- Konstrukční úpravy a volba technologických postupů výroby, omezující možnosti působení korozních činitelů, vznik galvanických makročlánků
- Ovlivnění prostředí v němž koroze probíhá (kotle, chladiče, skladovací prostory)
- Elektrochemické způsoby ochrany (katodická ochrana, obětované anody, vnější napětí trvale připojené)
- Ochranné povlaky. Je to nejrozšířenější způsob. Používají se povlaky kovové, anorganické (smalty) i organické (nátěrové hmoty)

22

Otlačení

Otlačení je nežádoucí trvalá změna povrchu způsobená vnějšími silami.

- K otlačení dojde, jestliže skutečný kontaktní tlak překročí mez kluzu materiálu povrchové vrstvy.
- O otlačení jako poškození se jedná tehdy, je-li deformovaná oblast makroskopických rozměrů. V mikroskopických rozměrech dochází k otlačení vždy; jedná se o první fázi opotřebení ve které se povrchové mikronerovnosti dostávají do kontaktu.
- Objem otlačené součásti se nemění, materiál není odstraňován ale vytlačován, vytváří valy okolo místa působení tlaku. Otlačení lze tedy považovat za místní povrchovou deformaci.

Deformace

Deformace je nežádoucí trvalá změna geometrického tvaru součásti

- K deformaci dojde, jestliže napětí vyvolané vnějšími silami v některém průřezu překročí mez kluzu materiálu.
- U křehkých materiálů většinou dojde k lomu, protože už poměrně malé deformace vedou k překročení meze pevnosti materiálu. ²³
- K deformaci rovněž dojde, změní-li se rozložení vnitřních pnutí v materiálu.

Trhliny a lomy

Trhlina je porušení celistvosti materiálu v části průřezu, **lom** je porušení celistvosti materiálu v celém průřezu součásti

Příčinami vzniku trhlin a lomů jsou vnější nebo vnitřní napětí, která překročí mez pevnosti nebo mez únavy materiálu

Vzniku trhlin a lomů napomáhá:

- nevhodná konstrukce součásti (tvar nebo rozměry)
- nevhodné vlastnosti materiálu (pevnost nebo houževnatost)
- nevhodná technologie výroby (zbytková pnutí, vruby)
- nesprávný provoz (přetěžování, zanedbání údržby)
- změny vlastností s časem (stárnutí, únava, koroze)

Trhliny:

- snižují celkovou pevnost součásti
- působí netěsnosti
- u dynamicky namáhaných součástí vedou ke vzniku únavových lomů

24

Lomy

Podle mechanismu svého vzniku se dělí na

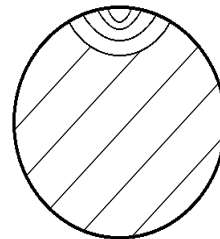
- lomy **statické**
- lomy **únavové**

Statický lom vznikne, je-li překročena mez pevnosti materiálu

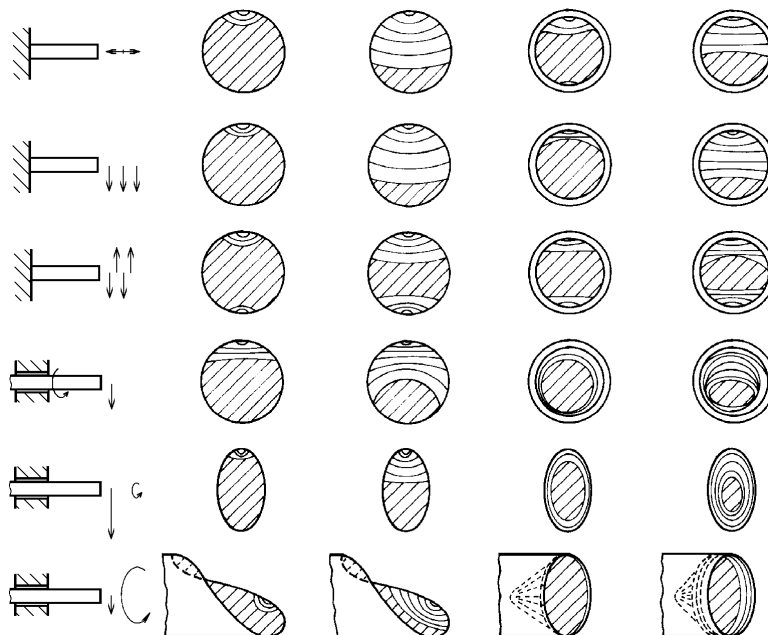
Únavový lom vznikne, je-li překročena mez únavy materiálu

Lomová plocha má dvě (nejčastěji) typické, vzhledově odlišné oblasti:

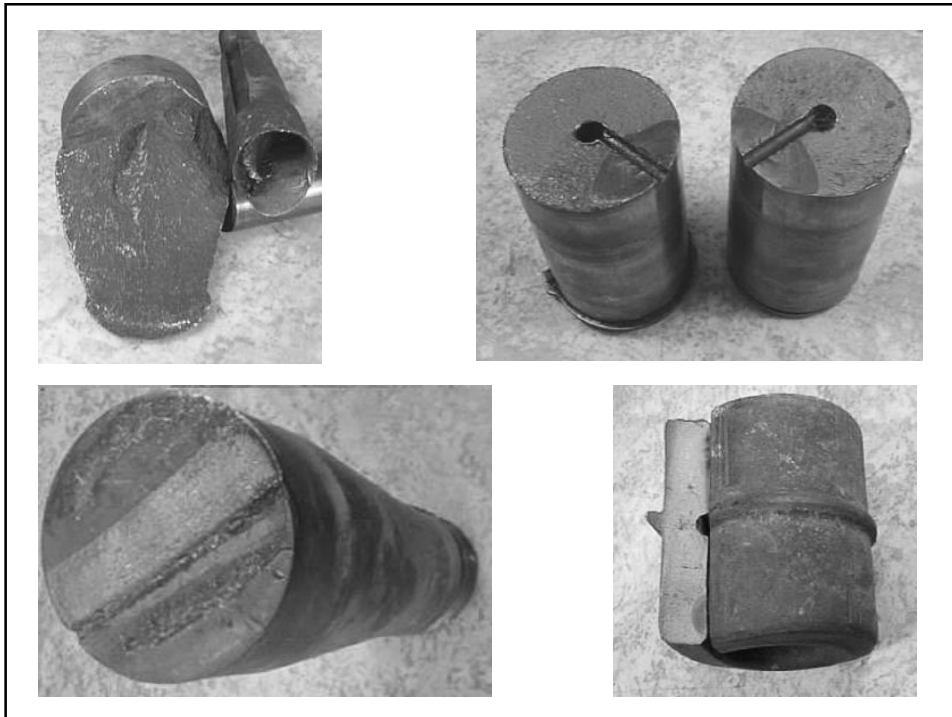
- oblast únavovou, s lasturovitě vyhlazeným povrchem
- oblast statickou, s typickým vzhledem statického lomu



25



26



Ostatní poškození

Kromě uvedených poškození, která jsou nejčastější a obvykle zřetelná, dochází i k jiným, někdy méně zřetelným poškozením:

Stárnutí materiálu = souhrn vnitřních dějů, které probíhají pozvolna v čase, bez ohledu na používání či nepoužívání součásti

Tepelná degradace materiálu = radikální změna fyzikálně-mechanických vlastností materiálu vyvolaná teplotou

Kombinované poškození = poškození při současném výskytu dvou nebo více uvedených druhů

Postupně se měnící poškození = poškození, kdy se v čase mění mechanismus poškození stejné funkční plochy

Obecný postup následné údržby

Porucha je jev, spočívající v ukončení schopnosti objektu vykonávat požadovanou funkci.

Oprava je fyzický zásah prováděný za účelem obnovy požadované funkce objektu, který je v poruchovém stavu.

Obecný technologický postup rozsáhlé (generální) opravy:

- převzetí stroje do opravy
- vnější čištění stroje
- demontáž
- čištění a odmašťování součástí
- technická kontrola a třídění
- renovace součástí
- kompletace pro montáž
- montáž a seřízení
- záběh
- povrchová úprava
- předání stroje zákazníkovi



29

OPRAVA SOUČÁSTÍ

Pro tento případ opravy se používá termín „renovace“

Renovace je zvláštní případ opravy, kdy opravovaným objektem je strojní součást.

Renovace = oprava strojní součásti

Renovace je specifická činnost, typická pro opravy.

Při renovaci se nevyskytují demontážní, montážní a seřizovací práce.

Většina operací (dokončovací a kontrolní) je při renovaci totožná s operacemi výrobními. Proto si renovace i výroba předávají technologické postupy, zařízení, materiály, zkušenosti a přizpůsobují je svým potřebám.

30

RENOVACE SOUČÁSTÍ

Kromě obnovy funkční schopnosti se do renovace zahrnují i zlepšení vlastností proti původnímu provedení, která zvyšují odolnost součástí v daných podmínkách a tím prodlužují jejich technický život.

Příkladem jsou navařované nástroje pro zpracování půdy, radlice buldozerů, čelisti drtičů, zuby bagrů.

Obdobná vylepšení se u strojů nazývají modernizace, u strojních součástí se tento termín nepoužívá a mluví se o renovaci.

31

PŘEHLED ZPŮSOBŮ

- 1. Renovace opotřebených součástí na opravné rozměry**
- 2. Renovace opotřebených součástí na původní rozměry**
 - **navařováním**
 - **galvanizací**
 - **tvářením**
 - **nanášením plastů a kompozitů**
 - **pomocí lepidel a tmelů**
 - **ostatní**
- 3. Renovace deformovaných součástí**
- 4. Renovace součástí s lomy a trhlinami**
- 5. Renovace jinak poškozených součástí**

32

RENOVACE NA OPRAVNÝ ROZMĚR

Princip: Poškozená funkční plocha se opracuje tak, že se obnoví její geometrický tvar, drsnost povrchu, poloha vůči ose součásti atd. Tím se změní její rozměr a tomu musí být přizpůsobena součást sdružená.

Výhody: jednoduché ve srovnání s výrobou nové součásti

Nevýhody: narušuje se princip zaměnitelnosti součástí

Příklad:

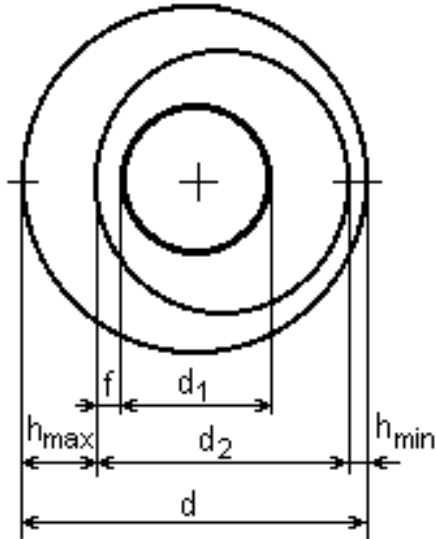
- klikové hřídele motorů
- válce motorů
- svislé čepy podvozků automobilů

33

Postup určení opravného rozměru

- Vyřadí se nepoužitelné součásti.
- Najde se místo největšího opotřebení. V tomto místě se změří také házení.
- Najde se místo kde je největší házení a v tomto místě se změří také opotřebení.
- Zvolí se přídavek na opracování.
- Vypočte se nejblíže možný opravný rozměr pro místo největšího opotřebení i pro místo největšího házení.
- Z vypočtených rozměrů se vybere nejmenší (největší), jde-li o opravu vnějšího (vnitřního) povrchu.
- Jsou-li vyráběny normalizované sdružené součásti, zvolí se nejblíže použitelný normalizovaný opravný rozměr. ³⁴

Výpočet opravného rozměru



Změřeno: d_2 , $\Delta h = h_{\max} - h_{\min}$
Zvoleno: f

$$d_1 = d - 2 \cdot h_{\max} - 2f$$

$$d = d_2 + h_{\max} + h_{\min}$$

Pro čep:

$$d_1 = d_2 - \Delta h - 2f$$

Pro díru:

$$d_1 = d_2 + \Delta h + 2f$$

RENOVACE NA PŮVODNÍ ROZMĚR

Princip: Na opotřebené plochy se přidá materiál tak, aby po dokončení mohla mít součást původní tvar i rozměry.

Výhody:

- nenarušuje se princip zaměnitelnosti,
- součást má původní nebo lepší vlastnosti

Nevýhody: někdy komplikovaný technologický postup

Příklad:

- hřídele, čepy
- nástroje zemních strojů
- kolejnice, výhybky

RENOVACE NA PŮVODNÍ ROZMĚR

- **navařováním**
- **nanášením plastů a kompozitů**
- **tvářením**
- **ostatní způsoby**

37

Rovnění deformovaných součástí

K deformaci součásti z tvárného materiálu dojde, jestliže:

- **součást je přetížena vnější silou, nebo**
- **v součásti dojde ke změně v rozložení vnitřního pnutí**

Rovnění = deformace součásti do požadovaného tvaru

Způsoby rovnání:

- **ohybem za studena**
- **ohybem za tepla**
- **místním povrchovým ohřevem**
- **povrchovým náklepem**

38

Rovnění ohybem za studena

Princip: Rovnací síla vyvolává ohybový moment, který mění tvar součásti. Materiál na spodní straně je tažen (prodlužuje se), na horní straně je tlačěn (zkracuje se).

Výhody: jednoduché provedení, nenáročné na zařízení, žádné tepelné ovlivnění materiálu

Nevýhody: nízká přesnost vyrovnání, potřebné velké síly, nevhodné pro součásti proměnlivého průřezu

Příklad:

- tyče a nosníky stálého průřezu
- trubky

39

Rovnění ohybem za tepla

Princip: Rovnací síla vyvolává ohybový moment, který mění tvar součásti zahřáté na tvářecí teplotu. Materiál na spodní straně je tažen (prodlužuje se), na horní straně je tlačěn (zkracuje se).

Výhody: malá potřebná síla, žádné nebo nízké zbytkové napětí v materiálu

Nevýhody: nutnost ohřevu, znehodnocení případné tepelné úpravy, znehodnocení povrchu

Příklad:

- tyče a nosníky stálého průřezu
- trubky

40

Rovnění místním povrchovým ohřevem

Princip: Změní se rozložení vnitřního napětí v materiálu součásti. To má za následek změnu tvaru.

Výhody: jednoduché provedení, snadné provádění, možnost velmi přesného vyrovnání

Nevýhody: nehodí se pro odstranění velkých deformací, zanechává vnitřní tahové napětí v materiálu

Příklad:

- tyče a nosníky
- opracované součásti

41

Rovnění místním povrchovým ohřevem

Vnitřní pnutí se vytvoří místním ohřevem. Ohříváný materiál dilataje a tlačí na okolí, okolní chladný materiál dilataci brání.

Překročí-li takto vyvolané napětí mez kluzu, dojde k napěchování ohřátého materiálu. Překročí-li teplota u oceli cca 600 °C, je celá takto vzniklá deformace plastická.

Po vyrovnání teplot je v napěchovaném materiálu tahové napětí, tvar součásti se příslušně změní.

42

Rovnění povrchovým náklepem

Princip: Změní se rozložení vnitřního napětí v materiálu součásti. To má za následek změnu tvaru.

Výhody: jednoduché a snadné provedení, možnost velmi přesného vyrovnání

Nevýhody: nehodí se pro odstranění velkých deformací

Příklad:

- vačkové hřídele
- klikové hřídele

43

Rovnění povrchovým náklepem

Vnitřní (tlakové) napětí se vytvoří v povrchové vrstvě náklepem. Po náklepu je v materiálu tlakové napětí, tvar součásti se příslušně změní.

Místo působení se volí mimo místa koncentrace napětí vyvolaných provozním zatížením součásti.

Vyrovnávat lze pouze malé deformace.

Povrch je v místě náklepu deformován, proto nelze naklepávat součásti na funkčních plochách.

Způsob nelze použít, jestliže bude místo náklepu v provozu opotřebováváno nebo vystaveno působení zvýšené teploty.

44

RENOVACE ZÁVITŮ

Vnější závity: renovace přichází v úvahu zřídka a pouze u závitů na hřídeli nebo čepu

Možnosti:

- obnovení tvaru závitu pomocí závitového očka (pouze při lehkém poškození závitu deformací)
- zhotovení závitu menšího průměru
- Navaření, opracování a vyříznutí nového závitu
- výměna části se závitem

45

RENOVACE ZÁVITŮ

Vnitřní závity: renovace přichází v úvahu často

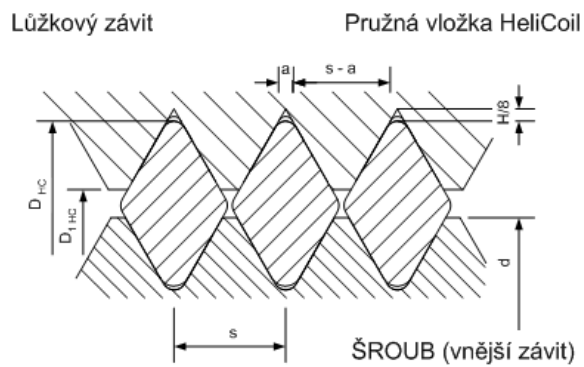
Možnosti:

- Obnovení tvaru závitu pomocí závitníku
- Změnou konstrukce spoje (průchozí šroub s maticí)
- Zhotovení závitu většího průměru
- Zhotovením nového závitu původních rozměrů:
 - zavaří se díra a vyřízne se nový závit
 - vsadí se masivní vložka, v ní se zhotoví nový závit
 - použije se pružná závitová vložka
 - použije se pevná tenkostěnná závitová vložka

46

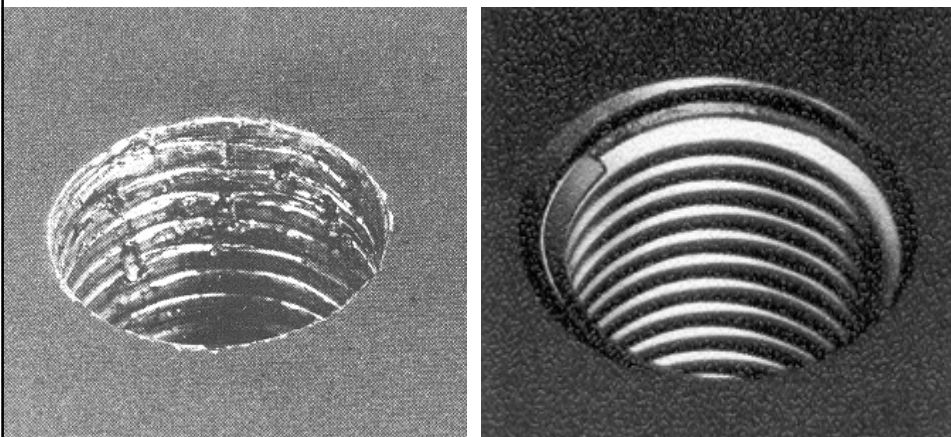
Pružné závitové vložky

Princip: Vložka je svým vnějším závitovým povrchem uložena v lůžkovém závitě. Svým vnitřním závitovým povrchem vložka vytvoří závit původního rozměru.



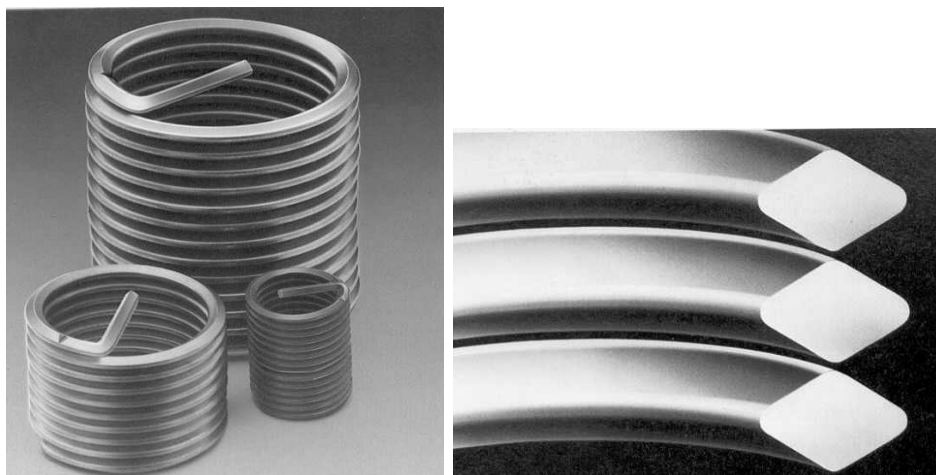
47

Pružné závitové vložky



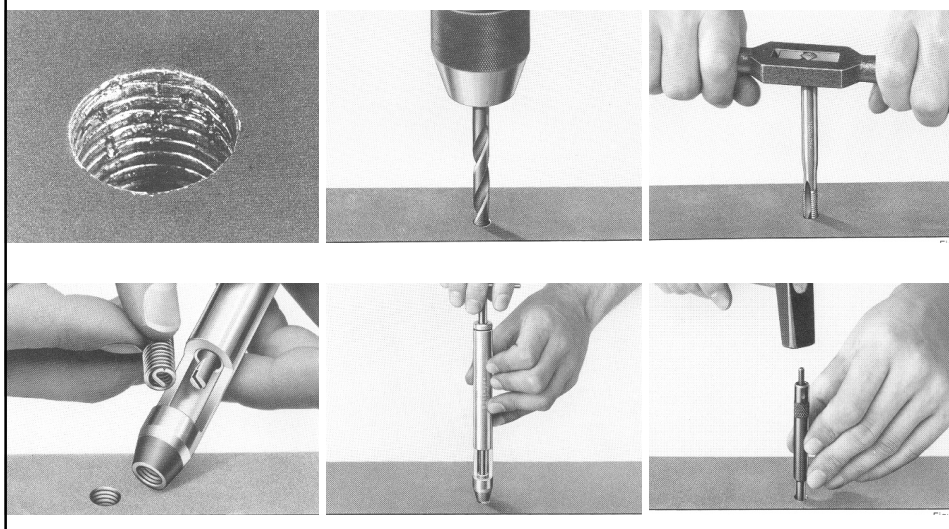
48

Opravy závitů – pružné vložky

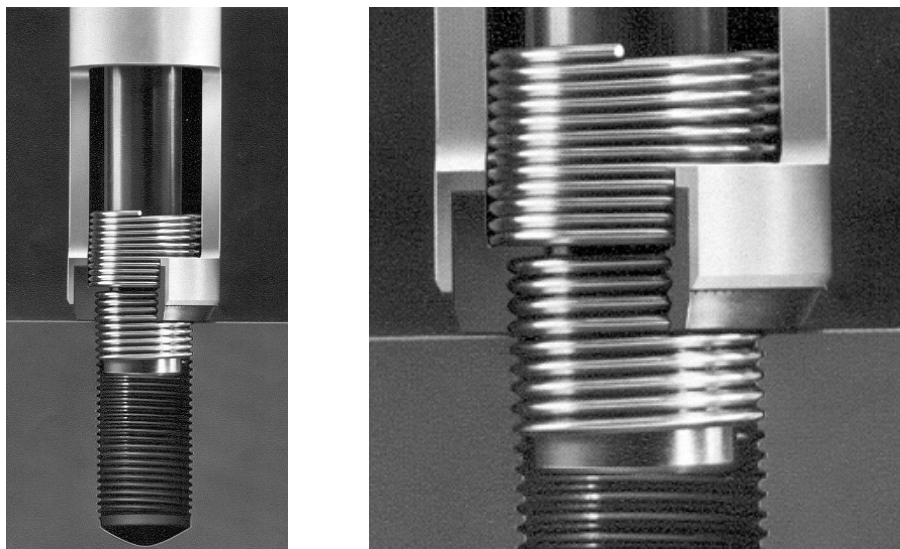


49

Technologický postup – pružné vložky

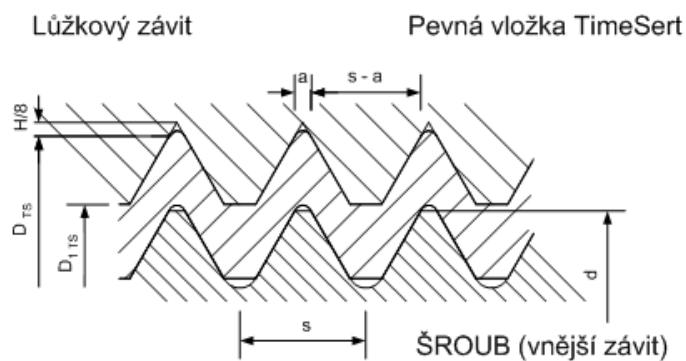


Technologický postup – pružné vložky

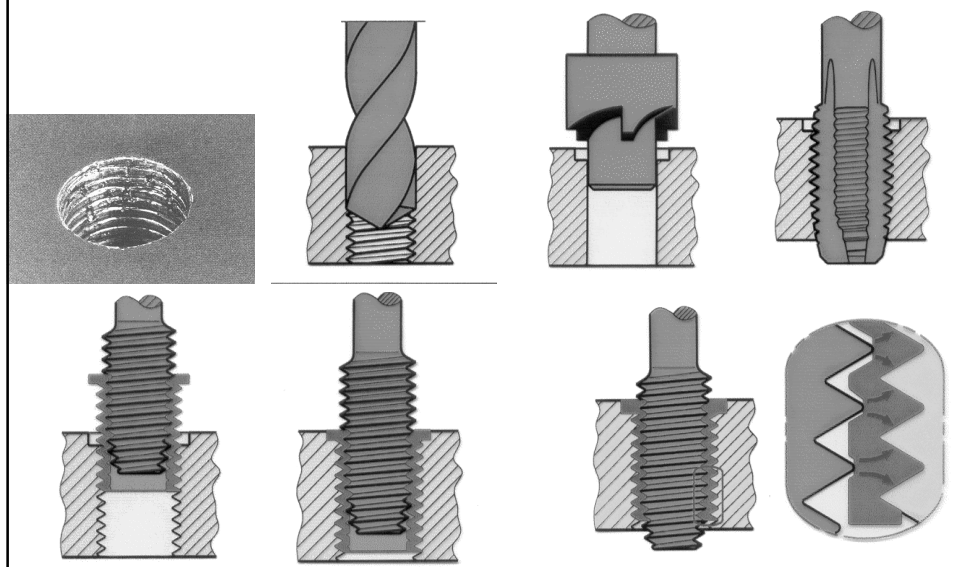


Pevné tenkostěnné závitové vložky

Princip: Vložka je svým vnějším závitovým povrchem uložena v lůžkovém závitě. Svým vnitřním závitovým povrchem vložka vytvoří závit původního rozměru.



Technologický postup – pevné vložky



Vlastnosti opraveného závitu

- ⊕ vyšší únosnost opraveného závitu než závitu původního,
- ⊕ vyšší trvanlivost závitu,
- ⊕ značně nižší opotřebení závitu i při opakované demontáži a montáži,
- ⊕ velmi dobrá odolnost proti korozi a chemickým vlivům,
- ⊕ ani u spojů vystavených teplotám až do 450 °C nedochází k zadírání a spoje jsou běžným způsobem demontovatelné.
- ⊖ pro každý průměr, stoupání, profil a délku závitu je nutná jiná vložka, vyrobená právě s těmito parametry,
- ⊖ pro každý opravovaný průměr závitu je nutný jiný vrták,
- ⊖ pro každý průměr, stoupání a profil opravovaného závitu je nutný jiný, speciální závitník na lůžkový závit, popř. sada závitníků,
- ⊖ pro každý průměr a stoupání opravovaného závitu je nutný jiný montážní či tvářecí přípravek,
- ⊖ po montáži nelze závitovou vložku bez poškození demontovat a nelze ji opětovně použít.

TRHLINY A LOMY

Příčiny vzniku:

- **nevhodné konstrukce technologie výroby**
- **nevhodný provoz stroje, (nadměrné namáhání strojních součástí vnějšími silami, nadměrné tepelné namáhání)**

Možnosti odstranění:

- **svařování**
- **metoda Metallock**
- **záplata**

55

Svařování trhlin a lomů

Princip:

- **stejný jako u konstrukčního svařování**

Zvláštnosti:

- **svařují se již opracované součásti, proto jsou požadovány co nejmenší deformace a tepelné ovlivnění okolního materiálu**
- **svařují se i obtížně svařitelné materiály, proto jsou nutné speciální postupy i přídavné materiály**

56

Svařování šedé litiny

Možnosti ovlivnění:

- předehřátím (600 až 700 °C) a pomalým chladnutím po svaření
- přidáním legovacích prvků, které podporují grafitizaci (Si, Ni, Cu), tj. použitím speciální elektrody s velkou tažností
- žíháním celého kusu nebo místa sváru teplem následující housenky
- předpětím v místě sváru před svařováním
- prokováním krátké housenky ihned po jejím položení

57

Svařování šedé litiny „za studena“

Technologický postup:

- Připraví se místo sváru:
 - zajistí se konce všech trhlin
 - připraví se úkosy
- Provede se první krátká housenka
- Ihned po položení se housenka důkladně proková
- Svařovaný kus se nechá vychladnout pod 50 °C
- Stejně se dělají další housenky

58

Metallock

Metoda je vhodná pro opravy trhlin a lomů na litinových a ocelových odlitcích.

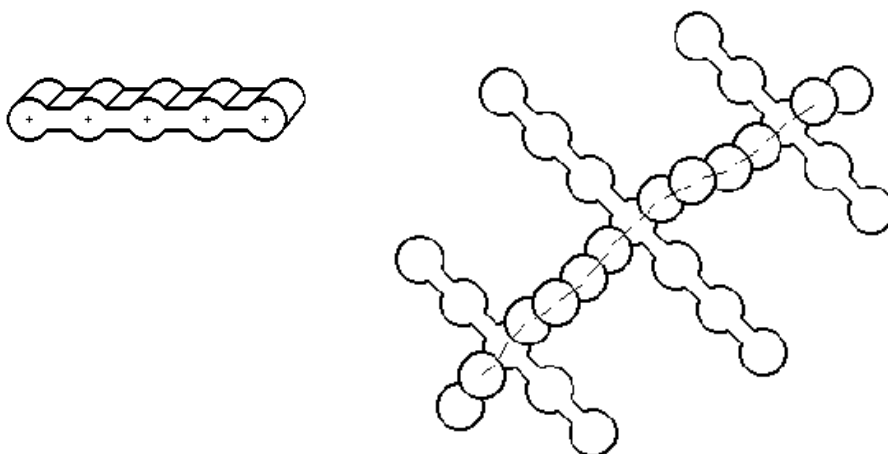
Princip:

Mechanická únosnost prasklé součásti se obnoví pomocí svorek Metallock, případně požadovaná těsnost se obnoví zakolíčkováním trhliny mezi jednotlivými svorkami.

59

Metallock

Princip:



Metallock

Technologický postup:

Zjistí a označí se všechny větve trhliny

Zjistí se tloušťka stěny

Stanoví se velikost svorek a počet stehů

Vyznačí se umístění jednotlivých stehů

Vyvrta se díra odpovídajícího průměru, přibližně do $\frac{3}{4}$ tloušťky stěny

Pomocí kolíčku se přichytí vrtací šablona

Vyvrtají se další díry, do stejné hloubky

61

Metallock

Technologický postup:

Dna všech děr se vyrovnají do roviny

Odsekají se můstky mezi dírami, takže vznikne dutina tvarově odpovídající zvolené svorce

Dutina se pečlivě vyčistí stlačeným vzduchem

Vloží se svorka a důkladně se zatemuje

Vloží a zatemují se další svorky

Stejně se zhotoví další stehy

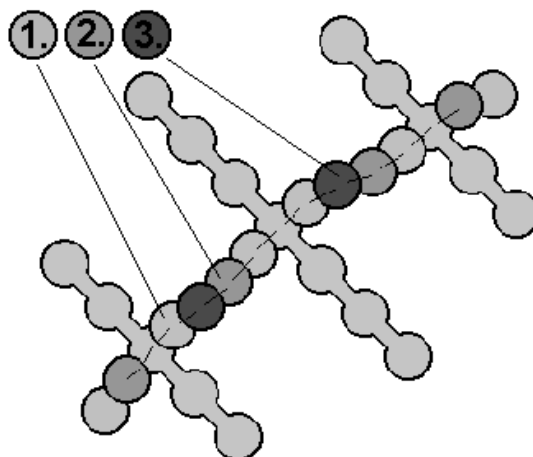
Povrch se zarovná (přebrousí)

Úseky mezi stehy se utěsní zakolíčkováním

62

Metallock

Technologický postup:



Masterlock

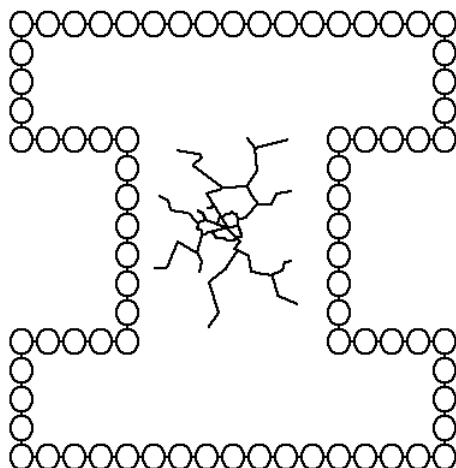
Metoda je vhodná pro opravy trhlin a lomů na litinových a ocelových odlitcích tehdy, chybí-li kus materiálu nebo jsou velmi vysoké požadavky na únosnost

Princip:

Chybějící materiál se nahradí a mechanická únosnost prasklé součásti se obnoví vložkou Masterlock, těsnost se obnoví zakolíčkováním

Masterlock

Princip:



65

Masterlock

Technologický postup:

Na vhodnou ocelovou desku se narýsuje tvar vložky Masterlock

Deska se přišroubuje na místo opravy

Rozměří se rozteče po obrysu vyráběné vložky a deskou i opravovanou součástí se vrtají díry

Deska i opravovaná součást se opracují do poloviny vyvrtaných děr

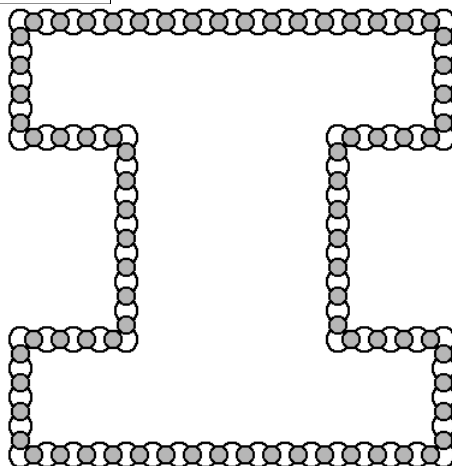
Do děr se vyřežou závity a zašroubují svorníky

Doprostřed roztečí se vyvrtají další díry, vyřežou závity a zašroubují svorníky

66

Masterlock

Princip:



67

Metallock a Masterlock

Výhody:

Metodu lze použít pro součásti bez ohledu na jejich velikost a hmotnost, (například stojany, lisy, buchary, turbíny, dmýchadla, kompresory, čerpadla, ventilátory, převodové skříně, motory, kotle, elektromotory)

Metoda zaručuje pevnost a těsnost i při proměnlivém zatížení a proměnlivých teplotách

Opravu lze provést na místě a to i v nebezpečných prostorách (těžba ropy, výroba nafty a benzinu, v chemickém průmyslu, v dolech, mlýnech apod.)

68

Metallock a Masterlock

Nevýhody:

Provedení je pracné, náročné na řemeslnou zručnost, odborné znalosti a technický cit pracovníka

Oprava vyžaduje použití velmi kvalitních, speciálně upravených materiálů

Metoda není použitelná pro tenkostěnné součásti, s tloušťkou stěny pod 4 mm

69

Následná údržba strojů

**poškození a renovace
strojních součástí**