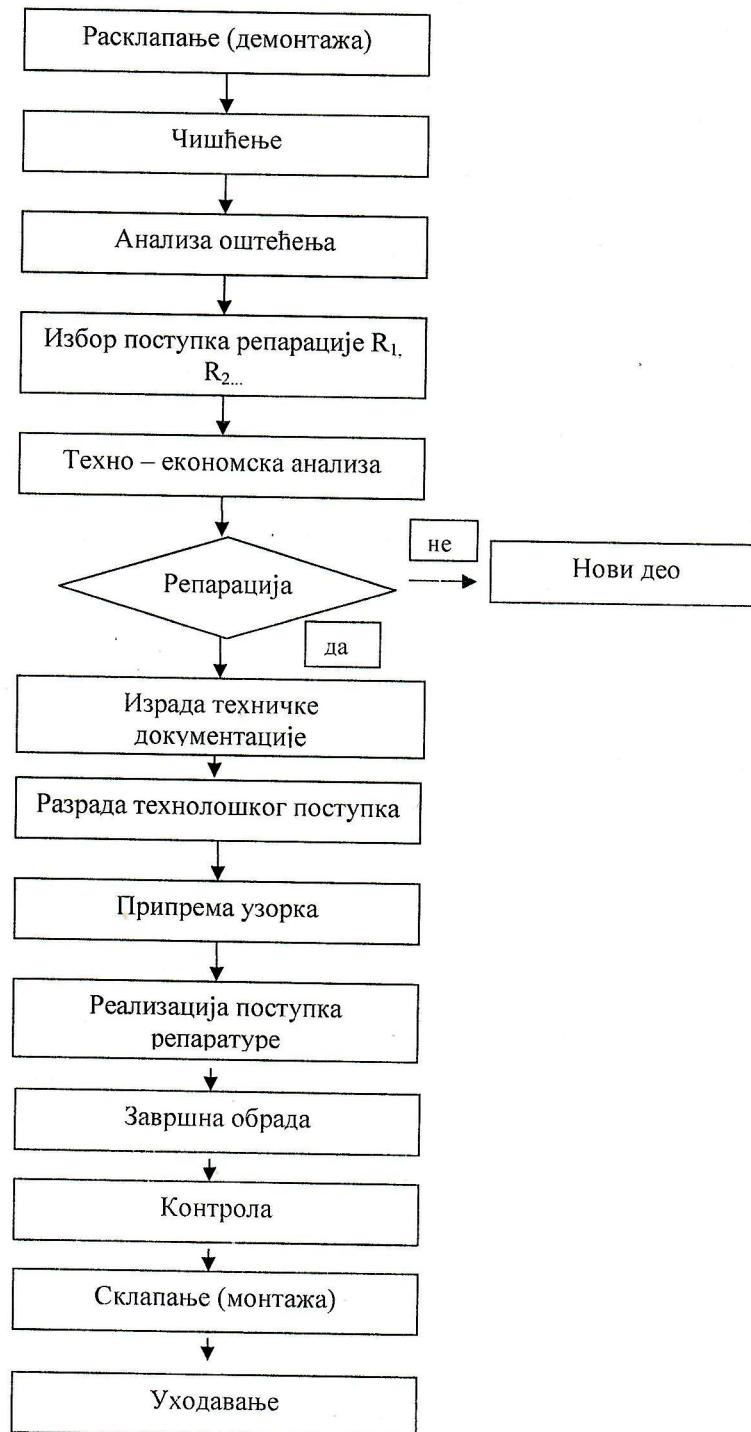


АЛГОРИТАМ ТЕХНОЛОГИЈЕ РЕПАРАТУРЕ МАШИНСКИХ ДЕЛОВА

Да би се на, основу техноекономске анализе, донела одлука о репаратури машинског дела, неопходно је разрадити **технолошки поступак репаратуре**. Технолошки поступак репаратуре сваког машинског дела има одговарајуће специфичности. Међутим, општи алгоритам технолошког поступка репаратуре је исти за све машинске делове. Он се састоји од низа операција.

Општи алгоритам технологије репаратуре



Расклапање (демонтиража)

Процес демонтираже машинске конструкције, склопа или подсклопа да би се дошло до машинског дела који је изгубио радну способност, због запреминског и/или површинског оштећења, треба спровести респектујући све фазе алгоритма демонтираже. Основни циљ овог алгоритма је што квалитетнија реализација демонтираже са техно-економског аспекта, без појаве допунских оштећења код већ оштећених и/или неоштећених делова.

На основу техничке документације склопног цртежа машинске конструкције, склопа или подсклопа треба дефинисати алгоритам технолошког поступка демонтираже:

- Избор обима (степенa) демонтираже; посебно треба сагледати могућност репарације „на лицу места“, без демонтираже или уз минималну демонтиражу
- Избор алата и прибора
- Избор потребног стручног и помоћног кадра
- Избор мера безбедности, процес демонтираже мора бити безбедан и сигуран
- Еколошке мере; процес демонтираже не сме да угрожава животну и радну средину
- Ергономија; услове рада треба прилагодити човеку са психолошког, физиолошког и анатомског аспекта.

ЧИШЋЕЊЕ МАШИНСКИХ ДЕЛОВА

Да би се сагледало стање оштећених површина у погледу врсте и количине оштећења, исте треба прво очистити. Чишћење машинских делова подразумева уклањање нечистоћа и наслага са оштећених површина, као и њихово прање и одмашћивање. Најчешће нечистоће и насlage су:

- остаци уља и масти;
- металне честице;
- корозија;
- боје;
- гареж;
- каменац;
- старе заштитне превлаке.

Квалитет технологије репаратуре значајно зависи од квалитета реализације операције чишћења. Зато се ова операција мора доследно спровести и контролисати.

Прање и одмашћивање се најчешће обавља водом или различитим хемијским средствима (киселинама, бензином, трихлор етиленом ...) потапањем и/или премазивањем. Поред овог стационарног поступка, постоји и вибрациони поступак, тзв. вибрационо прање и чишћење под притиском ваздуха, чистог или мешавина са честицама песка (пескарење). Веома често коришћена метода чишћења потапањем је метода ултразвучног прања (у води или неком хемијском средству за одмашћивање), где се цео део потапа у ултразвучну каду, где под дејством ултразвучних таласа средство за одмашћивање ударно делује на површину великом фреквенцијом слабе енергије. Ако припремљени – очишћени део мора дуже да чека на следећу операцију, исти се мора заштитити (конзервирати), нпр. фосфатирањем.

Данас се ковенционални начин чишћења машинских делова све више замењује савременим поступком чишћења **сувим ледом**.

Овај поступак чишћења је једноставан, брз и доста ефикасан, јер истовремено уклања насlage и нечистоће са оштећених површина и одмашћује их.

Суви лед је угљен диоксид (CO_2) у чврстом агрегатном стању на температури од -79°C . Производи се од течног угљендиоксида при контролисаним условима. При процесу производње прво настаје суви снег, а потом компресијом добија се суви лед. Тако настају округле, чврсте пелете, ваљци пречника 3 mm за потребе чишћења, или пелете пречника 16 mm.

Чишћењем са CO_2 успешно отклања:

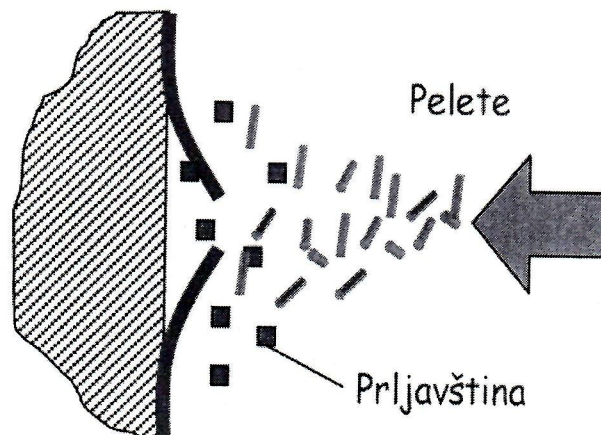
- боју
- насlage
- ламинате
- лепак
- уље
- масноћу
- катран
- восак
- угљеник

површине које се могу третирати:

- челик
- стакло
- алуминијум
- хром
- пластика
- електроормани

Како се врши чишћење сувим ледом?

Пелете у апарату за чишћење сувим ледом уз помоћ компримованог ваздуха при брзини од око 300 m/s, усмеравају се на површину коју треба очистити. При томе, долази до стварања ефекта термошока. Услед тренутног смрзавања површинског слоја, долази до укрупњавања и скупљања слоја који треба одстранити и одвојити од основног материјала. Кинетичка енергија која при томе настаје скида нечистоће, а пелете сувог леда прелазе у гасовито стање (особина CO_2 у чврстом стању да директно прелази у гасовито стање без фазе течног – сублимација), остављајући иза себе чисту и суву површину). При овом поступку, не долази до абразије очишћеног материјала.



Чишћење – третирање површине палетама сувог леда

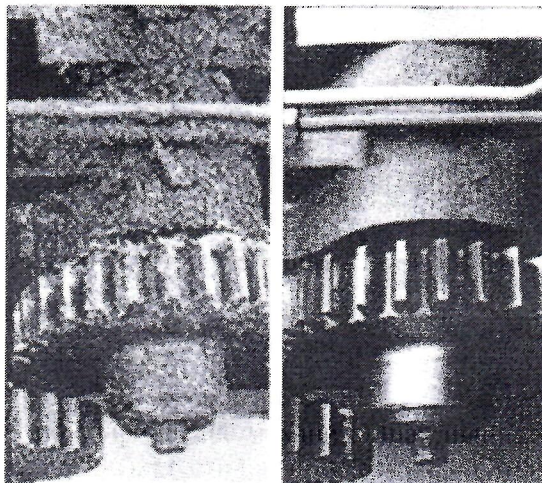
Главне предности чишћења сувим ледом

- кратко време чишћења,
- неабразивна метода (темељно чишћење без појаве оштећења третиране површине),
- процес је сув, тако да није потребно накнадно сушење,
- не постоји секундарни отпад.

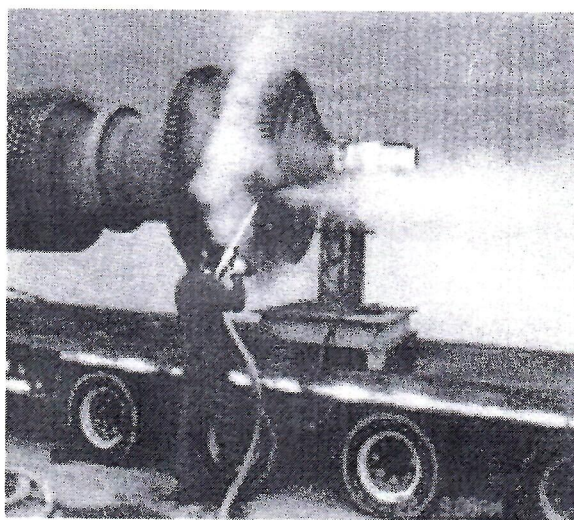
Поред ових добрих карактеристика, процес чишћења сувим ледом је скуп и генерише велики ниво буке.

Домен примене

Аутомобилска индустрија, пољопривредна механизација, ливнице, прехранбена индустрија, електране, фармацевтско-хемијска индустрија, штампарије и чишћења постројења у раду и ремонту.



Машински склоп пре и после чишћења методом сувог леда



Чишћења методом сувог леда

АНАЛИЗА ОШТЕЋЕЊА

Ова анализа се спроводи у циљу утврђивања основног узрока лома или оштећења машинских делова. После чишћења оштећених површина следи анализа:

- насталих оштећења у погледу врсте, количине оштећења и њиховог положаја (локације),
- услова израде,
- услова монтаже,
- услова експлоатације,
- конструкционих услова (на основу техничке документације).

На основу ове анализе треба сагледати који услови су имали доминантни утицај на формирање насталих оштећења машинских делова. У циљу заштите машинских делова од наредних разарања исте врсте (истог механизма разарања), треба предложити одговарајућу реконструкцију у погледу замене конструкционих услова, услова израде, монтаже и експлоатације.

Да би се ове анализе спровеле, неопходно је прикупити следеће податке:

- степен похабаности,
- толеранције дужинских мера,
- толеранције облика и положаја,
- храпавост површина,
- прслине, видљиве и скривене,
- делимични или потпуни ломови,
- врста основног материјала.

Ови подаци се добијају испитивањем – мерењем, применом одговарајућих метода (визуелна контрола, магнетна, ултразвучна, пнеуматска, пенетрантска ...). Степен успешности репаратуре зависи од поузданости прикупљених података. Зато је важно, да се похабано подручје или лом детаљно анализирају ради доношења праве одлуке „**како спровести репаратуру на најбољи начин**”.

ИЗБОР ПОСТУПКА РЕПАРАТУРЕ

На основу спроведене анализе насталих оштећења у квалитативном и квантитативном погледу, врсте основног материјала, функције и домена примене машинског дела, врши се избор методе репаратуре. Генерално, репаратура зависно од начина озвођења може бити **механичка (хладна) и топлотна (металуршка)**.

Механичка репаратура се изводи без уноса топлоте.

Топлотну (металуршку) репаратуру прати унос велике количине топлоте, што се рефлектује на појаву деформација и заосталих анапона, па су неопходне додатне термохемијске обраде. И поред ових проблема топлотна репаратура је доминантна у репаратури машинских делова. Најновија истраживања усмерена су на разради технолошког поступка за примену додатних материјала који не захтевају велики унос топлоте.

ПОСТУПЦИ - МЕТОДЕ РЕПАРАТУРЕ

механичке

- ангажовање неоштећених слојева материјала машинског дела,
- ангажовањем неактивних површина,
- вишеслојни пресовани спојеви

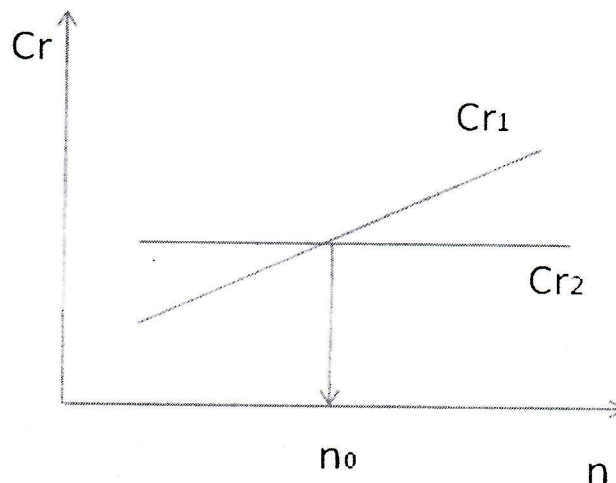
топлотне

- заваривање,
- наваривање,
- метализација

Избором методе репаратуре, стекли су се услови за спровођење техноекономске анализе о оправданости примене прописане технологије репаратуре. Следеће фазе и алгоритми технологије репаратуре се спроводе само ако су техноекономски критеријуми показали оправданост примене усвојене технологије. У супротном набаља се нови део.

Техно-економска анализа

Техно-економска анализа треба да покаже оправданост примене изабраног поступка репарације у поређењу са набавком новог дела у техничком и економском погледу. Економска оправданост поступка репарације зависи од броја узорака који треба репарирати. За два изабрана поступка репарације (R_1 и R_2), треба дефинисати број узорака n_0 при коме изабрани поступци имају исти економски ефекат. Потом се дефинишу области примене изабраних поступака, сагласно броју репарираних узорака и трошковима репарације (C_{r1} и C_{r2}).



$n > n_0$ меродаван је поступак репарације R_2
 $n < n_0$ меродаван је поступак репарације R_1