

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Предмет: Производне технологије

Модул: Производно машинство

Број индекса: 531/2016

Лазар С. Ђорђевић

ТЕХНОЛОГИЈЕ И МАШИНЕ ЗА ЧИШЋЕЊЕ ДЕЛОВА У ПРОЦЕСУ ПРОИЗВОДЊЕ

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Богдан Недић, проф. - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____



Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Основне студије: **Машинско инжењерство**

Студијско подручје (усмерење): **Производно машинство**

Име и презиме: **Лазар С. Ђорђевић**

Број индекса: **531/2016**

ПРИЈАВА ЗАВРШНОГ РАДА

Тема рада: **ТЕХНОЛОГИЈЕ И МАШИНЕ ЗА ЧИШЋЕЊЕ ДЕЛОВА У ПРОЦЕСУ ПРОИЗВОДЊЕ**

Задатак: У оквиру завршног рада потребно је да кандидат изврши прикупљање и систематизацију података о машинама намењеним за чишћење делова у процесу израде делова. Посебно разматрати чишћење делова након обраде и чишћење од корозије ради наношења заштитних превлака. Потребно је описати машине и приказати њихове техничке карактеристике. У посебном делу рада дати пример неколико машина са узорцима пре и после чишћења.

Завршни рад треба да поседује следеће целине:

1. Уводна разматрања,
2. Технологије чишћења,
3. Машине за чишћење делова
4. Примери машина и делова пре и после чишћења
5. Закључци и
6. Литература.

Ментор:

Др Богдан Недић, редовни професор

Крагујевац, 11.03.2020.

Summary

Within this final paper, the technologies as well as the machines used for cleaning parts in the production process are described in detail. At the very beginning of the work, the technologies for cleaning the parts are presented, each of the technologies is explained in detail, as well as the way of functioning is explained pictorially. In the further work, the machines used for cleaning, their way of functioning as well as some of the characteristics of the machines are presented. One part of the work is based on the appearance of the preparations before and after the operation. At the very end, the conclusions, advantages and disadvantages of these procedures are given, as well as one's personal conclusions.

Keywords: *cleaning parts, technology, machines*

Резиме

У оквиру овог завршног рада детаљно су описане технологије као и машине које се користе за чишћење делова у процесу производње. На самом почетку рада приказане су технологије за чишћење делова, детаљно је свака од технологија објасњена као и сликовито приказан начин функционисања. У даљем раду су приказане машине које се користе за чишћење, њихов начин функционисања као и неке од карактеристика машина. Један део рада је базиран на изгледу припремака пре и после извршене операције. На самом крају дати се закључци, предности и недостатци ових поступака као и своји лични закључци.

Кључне речи: *чишћење делова, технологија, машине*

Садржај

1. УВОД.....	6
2. МЕХАНИЧКЕ НЕЧИСТОЋЕ И КОРОЗИЈА	7
3. ТЕХНОЛОГИЈЕ ЧИШЋЕЊА И ПРАЊА ДЕЛОВА.....	14
4. ХЕМИЈСКА И ЕЛЕКТРОХЕМИЈСКА ПРИПРЕМА	17
5. МАШИНЕ ЗА ПРИПРЕМУ И ОБРАДУ ПОВРШИНА	21
5.1 Храпављење површина.....	21
5.2 Обрада ивица	22
5.3 Скидање лака	23
5.4 Скидање рђе	25
5.5 Уклањање песка.....	26
5.6 Мокро пескарење.....	28
6. ПЕСКАРЕЊЕ.....	30
6.1 Материјали који се пескаре	34
6.2 Материјали којима се пескари (абразивни материјали)	34
6.3 Машине за пескарење	41
7. ЧИШЋЕЊЕ ЧЕТКАМА.....	48
8. ЧИШЋЕЊЕ ЛАСЕРОМ.....	53
9. ЗАКЉУЧАК.....	56
10. ЛИТЕРАТУРА.....	57

1. УВОД

Чишћења и одмашћивања инжењерских површина има изузетан значај у припреми основног материјала за наношење превлака и модификовање површина. Лоше очишћена и неприпремљена површина онемоугућава правилно и квалитетно модификовање, што проузрокује појаву шкарта, низак ниво квалитета модификоване површине и проблеме у експлоатацији. Нечистоће су увек присутне на површинама метала, а чак и најтањи слојеви нечистоћа могу суштински да измене својства површинских слојева и онемогуће квалитетно модификовање површина.

Осим чишћења и програмирање микрогеометријских карактеристика површина има значајно место у припреми материјала за наношење превлака и модификовање површина. Познавање прво макрогеометрије а затим и познавање микрогеометрије површине у највећем броју случајева има веома значајну и велику улогу у одабиру технологија како чишћења тако и наношења превлака (модификације површина). Као што је већ речено сама припрема површине, њено чишћење и одмашћивање има веома значајну улогу у квалитету крајње модификоване површине.

На инжењерским површинама су присутне нечистоће различитог порекла и састава. Са аспекта припреме површина за модификовање најзначајније је одстранити механичке нечистоће и продукте корозије. Механичке нечистоће могу представљати велики проблем приликом наношења превлака па се површине детаљно морају очистити. Поред нечистоћа и контаминената, корозија је појава која у великом дијапазону зна да изазове проблеме и потешкоће при самом процесу модификације. Ово је само још један разлог у низу због кога се и због кога је неопходна детаљна и квалитетна припрема површина непосредно пре самог процеса наношења превлаке, било ког испитивања, мерења или анализе.

Припрема површине пре наношења превлака има значајну улогу касније у заштити од корозије. Површина квалитетно припремљена за наношење премаза (боја и лакова) је чак 80 % заштите од корозије, док квалитет премаза уз технологију наношења чини 20 % заштите. Површина третирана ручним чишћењем четкама или брушењем већ после две године ће захтевати поновно чишћење и заштиту. Коришћењем хемијских средстава за чишћење површина век премаза расте до 8 године. Уколико се припрема површина врши пескарењем абразивним средствима век премаза премашује 10 година [1].

2. МЕХАНИЧКЕ НЕЧИСТОЋЕ И КОРОЗИЈА

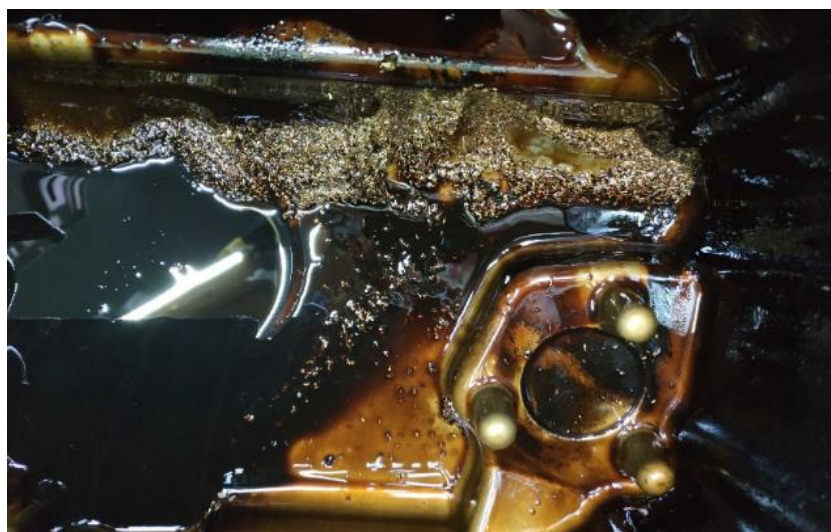
Механичке нечистоће на површинама се могу сврстати у три основне групе [1]:

1. Чврсти оксидни и слани слојеви (рђа, продукти нагризања киселина и алкалија сл.).
2. Масни уљни и емулзиони слојеви (заостали од претходног процеса обраде резањем или деформисањем).
3. Чврсте и течне нечистоће које не образују чврсте слојеве (прашина, пепео, честице метала).

На сликама 2.1, 2.2 и 2.3 су приказани неки од примера механичких нечистоћа.



Слика 2.1 Пример рђе која се налази на цеву која је изложена временским променама [2]



Слика 2.2 Уљни и емулзијони слојеви са контаминентима [3]



Слика 2.3 Метална ограда коју треба претходно очистити од прашине да би се нанела заштитна и декоративна превлака [4]

Чврсти оксиди и остали слани слојеви су нерастворљиви у води, алкалним и органским растварачима. Растварају се добро у минералним киселинама (нагризањем). Након растварања изводи се темељно испирање површина [1].

Масни уљни и емулзиони слојеви не образују чврсте слојеве на површини. Најчешће су то [1]:

- минерална уља - ефикасно се растварају органским растварачима (бензин, бензол, етар, хлороформ, трихлоретилен),
- животињска и биљна уља и масти - релативно лако се спирају алкалијама, растварају се у органским растворима, а са неким киселинама граде једињења која се растварају у води (уклањају се пре нагризања метала).

Чврсте и течне нечистоће које не образују чврсте слојеве остају и после уклањања масних слојева. Потпуно уклањање се изводи механичким поступцима (четке, јаки млаз воде и сл.), специјалним средствима високе дисперзионе моћи или ултразвучним поступцима. Најчешће се уклањају заједно са површинским слојевима материјала [1].

Корозија је разарање материјала услед сложених физичко хемијских дејстава околине на површину метала. Са површине се брзо или споро шири у дубину, при чему долази до промене хемијског састава и особина метала. У процесу корозије метал се потпуно или делимично раствара (цинк у хлороводоничној киселини) или се на металу образује талог (рђа при корозији гвожђа у влажној атмосфери). У извесним случајевима легуре се разлажу услед корозије, на своје компоненте (месинг) или се мењају физичко-хемијска својства метала и легура (губитак металног звука, смањење чврстоће) и сл [1].

Према механизму настанка, корозија метала се дели на [1]:

- хемијску (оксидацију) и
- електрохемијску корозију.

Хемијска корозија настаје према законима хемијске кинетике хетерогених реакција услед реакције метала са кисеоником и сувим гасовима на повишеним температурама. У гасовима и парама, при потпуном одсуству кондензације водене паре на површини метала, настаје гасна хемијска корозија метала (корозија пећи, мотора са унутрашњим сагоревањем, оксидација метала при загревању). У неелектролитима, растворима неорганских материја у органским растварачима и течностима органског порекла (корозија сребра у растворима јода и хлороформа, корозија бакра у бензину) настаје хемијска корозија метала [1].

Електрохемијска корозија настаје по законима електрохемијске кинетике, уз индуковање електричне струје. Могућности појаве електрохемијске корозије метала су знатно веће. У зависности од средине у којој настаје електрохемијска корозија може бити [1]:

1. Корозија у електролитима је веома распрострањен вид корозије. Настаје деловањем воде, водених раствора и раствора соли, база и киселина на металне конструкције.
2. Подземна корозија на металним уређајима (цевоводима, цистернама, стубовима и др.) настаје у додиру са земљом.
3. Атмосферска корозија настаје у влажној атмосфери или под дејством влажног гаса. Овај вид корозије је најраспрострањенији, јер велики проценат металних конструкција у атмосферским условима кородира под дејством влаге.
4. Напонска корозија настаје при једновременом механичком напрезању на затезање и деловању агресивне средине и
5. Корозија у морској води на металним површинама делова настаје при деловању морске воде.

Према начину испољавања и карактеру разарања разликују се [1]:

- општа или равномерна корозија,
- тачкаста или местимична корозија,
- контактна корозија и
- међукристална корозија.

Општа корозија је најчешћи вид корозије металних делова и карактерише се равномерним губитком метала по целој површини [1].

Тачкаста или местимична корозија изазива разарање појединачних зона и неравномерно је распоређена по површини. При тачкастој корозији настају рупице које продиру у дубину [1].

Контактна корозија настаје у случају додира метала различитог електричног потенцијала, у присуству електролита [1].

Међукристална корозија представља најнеповољнији вид корозије, јер се јавља на границама металних зрна, врло брзо и дубоко продире у метал. Услед корозије слаби веза кристалних зрна, а тиме и чврстоћа дела [1].

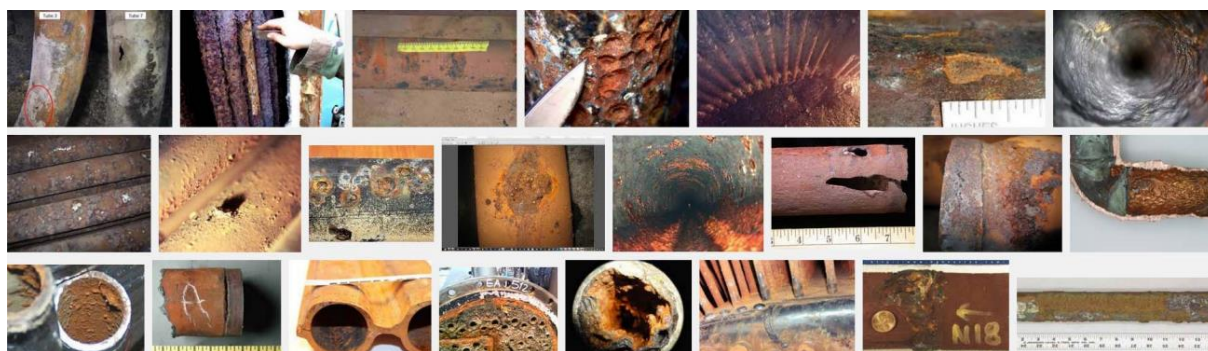
Заштита метала од корозије своди се на примену поступака који елиминишу или свODE на минимум процес корозије. На првом месту треба бирати адекватан материјал, поступке његове обраде и површинске заштите. Према начину извођења заштита може бити [1]:

1. Заштита смањењем агресивности спољашње средине. Суштина методе састоји се у уклањању корозионо-агресивних реагенаса из спољашње средине или додавању специјалних материјала (инхибитора корозије) који успоравају корозију. То су најчешће хромати, фосфати, силикати и др.
2. Заштита наношењем превлака, неорганског порекла (керамичке, стакласте, смоласте превлаке, емајли и др.) и различитих метала (галванске, металizacione, вруће, дифузионе и друге) и органског порекла (боје, лакови, адхезионе пластичне масе, уље, маст и сл.) су веома распрострањени поступци заштите метала од корозије.
3. Заштита оплемењивањем метала је повећање отпорности на корозију (легирање).
4. Заштита електрохемијским поступцима се базира на катодној и анодној поларизацији. Електрохемијски вид заштите остварује се протекторима или помоћу спољашњих извора струје. Код протекторне заштите на предмету се учвршћује комад негативнијег метала. У вештачком, на тај начин створеном галванском елементу, као анода се појављује допунска електрода обично од цинка, која се разара, а део (катода) се заштићује. За заштиту применом спољашњих извора струје користи се извор једносмерне струје и допунска електрода (анода). Део (катода) спаја се са негативним полом извора струје.

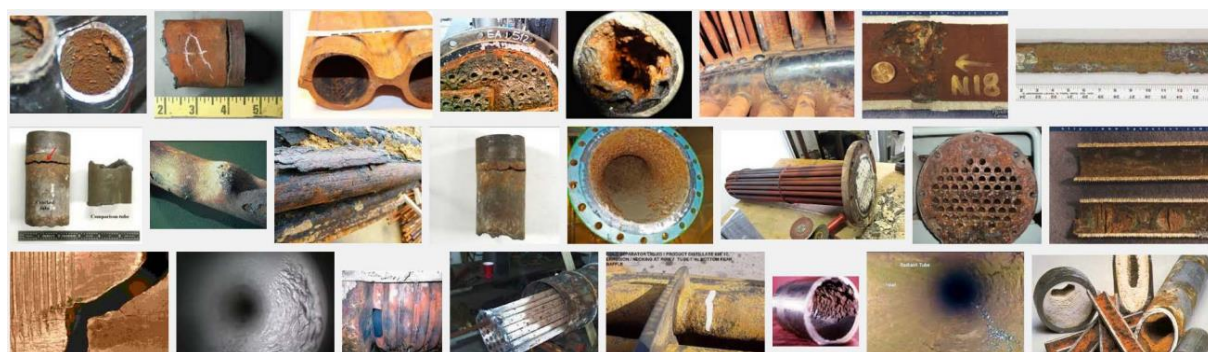
Електрохемијска метода заштите се примењује само у електро проводним растворима.

5. Заштита наношењем прашкастих материјала и њихово печење (пластификација) представља савремену технику заштите метала од корозије која полако потискује класичне поступке наношења боја и лакова
6. Заштита од корозије конструкционим мерама заснива се на правилном пројектовању делова који раде у атмосферским условима. Тежи се смањењу задржавање воде у отвореним деловима конструкције. Због тога профиле, угаонике и затворене носаче треба поставити тако да је омогућено отицање воде и проветравање.

На сликама 2.4 и 2.5 приказани су практични примери корозије.



Слика 2.4 Примери корозије у пракси [5]



Слика 2.5 Примери корозије у пракси и откази делова које је корозија проузроковала [5]

Решавање проблема заштите од корозије треба да буде један од главних задатака при пројектовању производа. Поред функционалности, технолоичности, експлоатационих карактеристика производ мора имати антикорозиону заштиту. При пројектовању делова који су изложени различитим атмосферским утицајима тежи се

смањењу задржавања воде на површини. То се постиже одговарајућом конструкцијом која омогућује отицање воде, проветравање и обрадом са минималном храпавошћу [1].

Постоје још многобројне поделе корозије а једна од њих је [5]:

- контактну корозију,
- заморну корозију,
- тачкасту (питинг) корозију,
- интеркристалну корозију,
- напонску корозију,
- корозију у зазору,
- кавитациону корозију,
- корозију при трењу,
- селективну корозију,
- ерозиону корозију,
- водонична оштећења и
- бактеријску корозију.

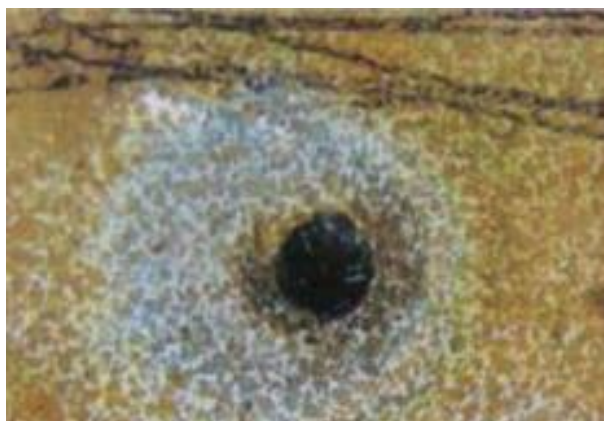
На следећим сликама приказани су примери корозије у пракси.



Слика 2.6 Контактна (галванска) корозија [5]



Слика 2.7 Тачкаста (питинг) корозија [5]



Слика 2.8 Тачкаста корозија [5]



Слика 2.9 Напонска корозија [5]



Слика 2.10 Кавитациона корозија [5]

3. ТЕХНОЛОГИЈЕ ЧИШЋЕЊА И ПРАЊА ДЕЛОВА

Технологије чишћења и прања делова су најчешће примењивани поступци припреме површина. Чишћење и прање делова, пре модификовања површина, се изводи са циљем уклањања нечистоћа од струготине и прашине, слоја корозије, одмашћивања (уклањања уља, средства за хлађење и подмазивање и других органских једињења) и сушења [1].

При избору начина чишћења треба имати у виду [1]:

- природу нечистоћа и њихова својства,
- степен запрљаности површине,
- микрорељеф површине и
- карактер процеса при чишћењу.

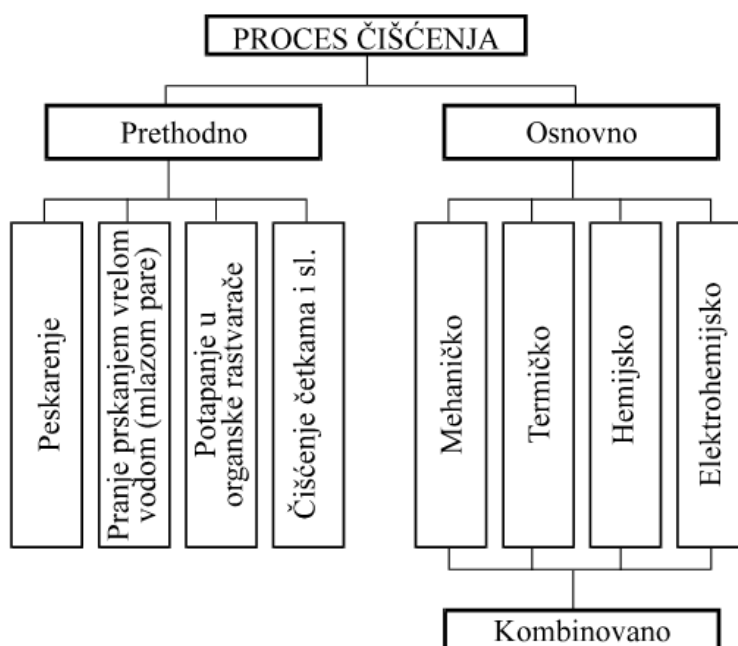
Процес чишћења се дели на две фазе што је приказано на слици 3.1 [1]:

- претходни и
 - пескарење,
 - прање и прскање врелом водом (млазом паре),
 - потапање у органске раствараче,
 - чишћење четкама и сл.
- основни
 - механичко,
 - термичко,
 - хемијско и
 - електрохемијско

У претходној фази се, са површине метала, уклањају уља и друге нечистоће чврсто везане за метал. У основној фази се користе средстава за чишћење (механички, термички, хемијски, електрохемијски или комбиновани поступци чишћења) [1].

Чишћење и прање може бити [1]:

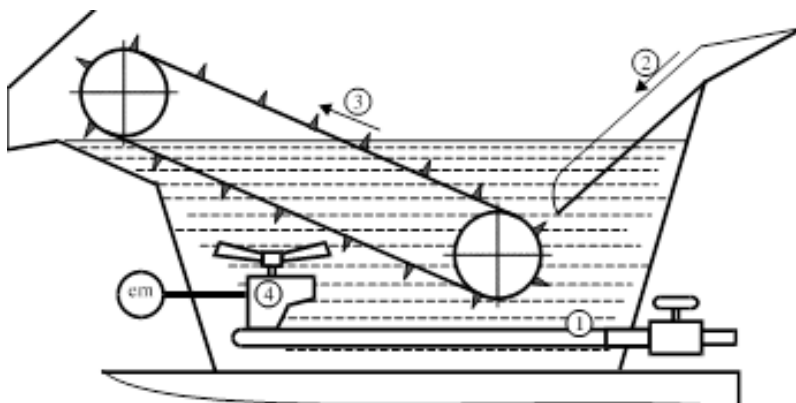
- механичко чишћење у склопу механичке припреме,
- прање делова мањих и средњих димензија и
- продувавање компримованим ваздухом.



Слика 3.1 Процес чишћења површина [1]

Механичко чишћење делова се изводи применом ручних и механизованих четки, пескарењем, ултразвуком и комбинује се са продувавањем компримованим ваздухом [1].

Прање делова мањих и средњих габарита са накнадним сушењем и продувавањем компримованим ваздухом може бити ручно и механизовано. Ручно прање се остварује четкама у посебним резервоарима или купатилима. Механизовани уређаји, са конвејерима за транспорт делова, имају системе за загревање и мешање раствора. Као раствор користе се: трихлоретилен, 2-3 % - тни водени раствор калциниране соде температуре 60-80 °C са додатком 3-10 g/l емулгатора (сапуна и сл.), водени раствор тринатријум фосфата (30 g/l) и каустичне соде (10 g/l) или калциниране соде (20 g/l) [1]. На слици 3.2 приказан је механизовани резервоар за чишћење и прање.



Слика 3.2 Механизовани резервоар за чишћење и прање делова (1- грејач, 2- допремање делова, 3- транспортер делова, 4- мешач раствора) [1]

Чишћење и прање се може извести и у једнокоморним машинама за прање, слика 3.3. Делови се допремају ваљцима до конвејерског уређаја док се раствор средства за прање и чишћење помоћу пумпи високог притиска усмерава на делове са свих страна. Ове коморе имају филтере и таложнике за прикупљање нечистоћа, као и филтере за пречишћавање насталих гасова приликом прања и чишћења [1].



Слика 3.3 Једнокоморна машина за чишћење и прање делова [1]

Продувавањем компримованим ваздухом се одстрањују честице околине са неприступачних места и суше делови после прања. Продувавање се изводи стандардним или специјално обликованим млазницама [1]. На слици 3.4 приказан је простор где се убацују делови који се перу.



Слика 3.4 Простор за убацивање делова који се перу [6]

4. ХЕМИЈСКА И ЕЛЕКТРОХЕМИЈСКА ПРИПРЕМА

Одмашћивање је поступак одстрањивања масноћа које се: услед механичке обраде површине, при конзервирању предмета, припремних радњи за термичку обраду, полирања пастама или додира руку и сл., депонују на металним површинама [1].

Масти су практично нерастворљиве у води. За њихово уклањање (зависно од врсте масти) се користе различити поступци. Минерална уља и пасте за полирање уклањају се испирањем предмета у органским растварачима. Масноће са алкалијама образују емулзије које се лакше уклањају. Биљне и животињске масти се сапонификују, након чега се лако спирају топлим раствором [1].

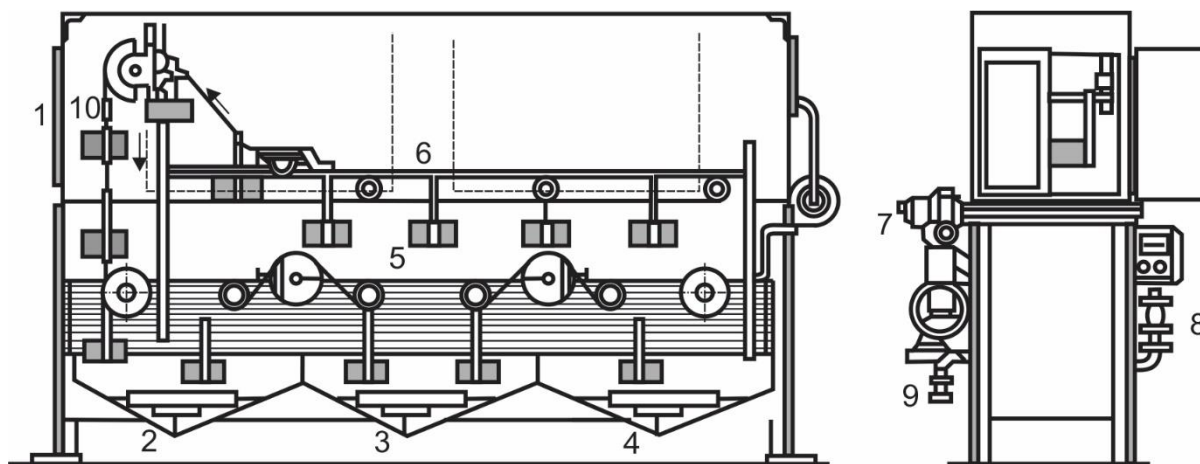
Металне површине пре наношења превлака морају бити беспрекорно очишћене, тј. ослобођене масноћа различитог порекла. Када су површине јако запрљане техничким масноћама најчешће се прво врши прање у органским растварачима или алкалним растворима, а затим крајње чишћење емулзијама или електролитичко чишћење.

Избор средства за одмашћивање зависи од врсте загашења површине предмета, односно да ли су биљног или животињског порекла или су то минералне масти и уља [1].

Одмашћивање органским растварачима се заснива на добрим својствима органских растварача да растварају масти и уља органског и минералног порекла. Овако одмашћени предмети мање су подложни корозији [1].

Предност органских растварача је да добро одмашћују и удубљене и спољашње површине, али се тешко уклања прашина, честице метала и продукти разлагања паста за полирање. Поред тога органски растварачи су скупљи од алкалних [1].

Као органски растварачи за чишћење користе се хлоровани угљоводоници: керозин и бензин као запаљиви и трихлоретилен, тетрахлоретилен, дихлорметан и 1,2 дихлоретан као незапаљиви. Најчешћу примену је имао трихлоретилен јер има добру способност растварања масти и уља, на собној температури је течан и незапаљив, али за његову примену постоје законска ограничења (чак и забрана) због токсичног дејства на човека и околину (посебно канцерогености). Уместо трихлоретилена користе се разни одмашћивачи (нпр. на бази NaOH или KOH). Најчешће се одмашћивање органским растварачима изводи у специјалним затвореним грејаним купатилима са строго контролисаном кретањем испарења, слика 4.1 [1].



Слика 4.1 Постројење за одмашћивање трихлоретиленом (1 - потапање-пуњење, 2, 3, 4 - каде са трихлоретиленом, 5 - радијатори за хлађење, 6 - ланац-преносник, 7 - вентилатор, 8 - довод свежег трихлоретилена, 9 - одвод истрошеног трихлоретилена, 10 - бескрајни ланац са деловима) [1]

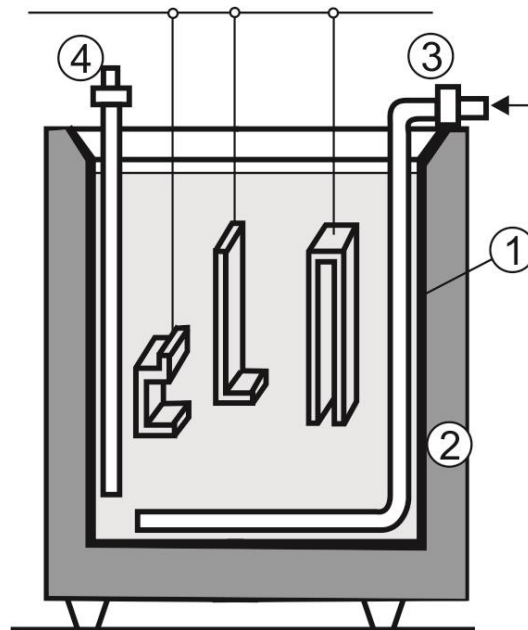
Емулзије за одмашћивање се састоје од органских растварача, сапуна и органских материја растворених у води. Делови се урањају у емулзију или се емулзија наноси у распршеном стању. Одмашћивање се изводи у уређајима сличним уређајима за одмашћивање трихлоретиленом. Коришћење емулзија је ефикасније у односу на чисте органске раствараче, јер се у емулзијама масти растварају и емулгирају. Поред тога, емулзије су и јефтиније од органских растварача [1].

Технологије одмашћивања у растворима се деле на [1]:

- ручне - изводи се помоћу креча или натријум хидроксида, на радном столу са три сектора - одељења (један за припрему креча и два за потапање) повезаних отворима. Сто је под нагибом тако да раствор тече по столу,
- у растворима који кључају (најефикаснији начин) - изводи се у металном резервоару у коме се алкални раствор загрева паром, гасом или електричном струјом. Корпе са деловима се потапају у раствор температуре 90-100 °C,
- усмеравањем врућег раствора под притиском на делове - масти које се сакупе на површини раствора се уклањају специјалним уређајима, а запрљани и замашћени раствори испуштају кроз отворе на дну купатила. У једном одељењу купатила је и врућа вода за испирање,
- распршивањем врућих алкалних раствора на површину делова.

За ручно чишћење се користе: петролеум, бензин, итд., а одмашћивање се врши ручно крпама, четкама, итд [1].

За предмете третиране потапањем или прскањем користе се алкални раствори (каустична сода, натријум фосфат). Поступак је један од најекономичнијих и одвија се у кадама. Ради веће ефикасности одмашћивања у каду се уводи ваздух, којим се остварује стално мешање раствора (слика 4.2) [1].



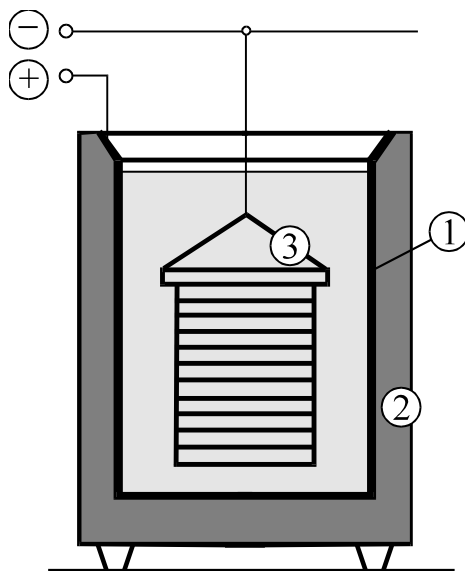
Слика 4.2 Када за чишћење делова потапањем у алкални раствор (1 - када, 2 - заштитна облога, 3 - довод компримованог ваздуха, 4 - електрични грејач) [1]

Поред одмашћивања у кадама користи се и поступак прскања, применом пумпе високог притиска. Алкални раствор, из сабирног резервоара (у коме се врши загревање раствора), се транспортује до млазница постављених на рампама унутар тунела за прскање. У тунелу за одмашћивање се, најчешће, врши испирање и фосфатирање [1].

Електрохемијско одмашћивање (слика 4.3) је најефикаснији начин за уклањање масноћа са површина. При електрохемијском одмашћивању основну улогу играју мехурићи водоника, који се издвајају на катоди (предмету обраде). Мехурићи водоника се, у току електролизе, одвајају од катодe, разарају и односе масну кошуљицу са површине дела. Раствор има улогу проводника и служи као помоћно средство за уклањање масти са површине метала. Зато је и концентрација алкалија или алкалних соли и емулгатора, у раствору, знатно мања него код хемијске обраде (састав је исти).

Анодно одмашћивање се заснива на растварању (образовању оксида на површини метала) и уклањању масти електролитички издвојеним кисеоником. Електролити 1 и 2

се користе за одмашћивање црних метала, 2 бакра и легура бакра, 3 цинка и легура цинка, 4 алуминијума, легура цинка, олова и кадмијума, 5 за одмашћивање метала наизменичном струјом. Напон извора струје за електрохемијско одмашћивање обично износи 10–12 V [1].



Слика 4.3 Када за електрохемијско одмашћивање 1 - метална када, 2 - заштитна облога, 3 - решеткаста корпа за улагање делова за чишћење [1]

5. МАШИНЕ ЗА ПРИПРЕМУ И ОБРАДУ ПОВРШИНА

5.1 Храпављење површина

За квалитет храпављења је поред поступка одлучујућа машинска техника. Рёслерова техника обраде површина својим многобројним савременим постројењима за турбинско пескарење и пескарење са ваздухом под притиском нуди широк спектар примене храпављења за све области од сатова до челичних лимова, од тигања до клипова. Из естетских разлога није увек пожељна глатка површина или она није циљ обраде неког материјала. Зато храпављење различитих материјала техником пескарења спада у свакодневне изазове у обради површина у многим областима. Храпављењем се повећава површина и омогућава побољшано пријањање приликом наношења слојева или лепљења различитих материјала [7]. На сликама 5.1 и 5.2 приказане су неке од машина које се користе у процесу храпављења.



Слика 5.1 Савремени уређаји са ваљкастом траком [7]



Слика 5.2 Уређаји са ваљкастом траком [7]

Могући радни комади за процес "Храпављења површина": завршни поклопци, делови од алуминијума, погонске прирубнице, делови арматуре, излазни брег, лимови, носач кочионе облоге, делови секача, калупи за сечење хлеба, разни ковани делови, жице, компоненте возила, прозорски профили, кућиште, поклопац кућишта, спољни прстенови лежаја, ливени делови од алуминијума, клинови, језгровите плоче за кућишта привредних возила, имлантанти за кости, кугле, ламеле, средње плоче, носач мотора, плоче, профили, лимови одбојника, цевни делови, цев, цевни намотај, кућиште клизача, носач брусне плоче, заштитни чекић, завртњи, постоље за заваривање, заварене конструкције, шестоугаони завртњи, спиралне опруге, челични делови, челично вратило, шипке, цеви амортизера, синхрони прстенови, делови система дизалица и тањирасте опруге [7].

5.2 Обрада ивица

Најразумија економска и техничка решења, да се нежељене структуре као оштре ивице, непотребне струготине уклоне поступцима технике пескарења или брушења. Широка понуда Рёслерових постројења се креће од најједноставнијих, мануелних машина до потпуно аутоматских умрежених постројења. Захваљујући високом учинку обарања ивица постројења системи се могу користити за обраду (обарање ивица и чишћење) делова од месинга, одливака од алуминијума и цинка [7]. На слици 5.3 приказана је једна таква машина.



Слика 5.3 Проточни уређај [7]

Могући радни комади за процес "Обарање ивица": прекривке, преносно излазно вратило, АГР кућиште, стари делови камиона, граничници, необрађени делови арматура, осовине за намотавање сигурносних каишева, излазно вратило, делови

ливени под притиском за аутомобилску индустрију, причврсни углови, кавези, оловна језгра, кочионе елементе, кочионе плоче, делови секача, чауре, обртни делови, делови ливени под притиском, спојке, улазна вратила, уметни делови, делови за убризгавање, електронски делови, електротехничке компоненте, ексцентар, ланчани делови возила, делови возила, чауре опруга, опруге, наплаци, кућиште филтера, чеони поклопац, чеоне плоче, кућиште, поклопац кућишта, оквир кућишта, део редуктора, зупчаници редуктора, клизни лежајеви, ливени делови од алуминијума, полуга кочнице, чауре, кућиште хидрауличног мотора, кавези, плоче, кардански крстасти зглобови (ливени средњи делови), ситни делови, стезни прстен, клипне главе, клипни прстенови, делови конструкције, тело за хлађење, пластични делови, брегасто кућиште, делови лабораторијских инструмената, кућиште, радна кола, оквир мердевина, водећа осовина кола, кућиште шипке управљача, камионски мењач, лимени носачи за гашење, ламеле за проветравање, л-комади, ламеле за проветравање, ливени делови под притиском од магнезијума, кућиште машине, делови за намештај, кућиште мотора, делови за мотоцикл, носач мотора, кућиште уљног филтера, поклопац уљне пумпе, кућиште уљне пумпе, каде за уље, профили за клизне кровове, профили, делови пумпе, мали зупчаници, цевни/профилни комади, цевни делови, цевна потпора, цевни део-арматура, делови тестере, лежај брусног прстена, пужеви, челични делови, шипкасте вођице, штанцовани делови, амортизер, клип амортизера, цеви амортизера, синхроне главчине, делови за огледала за путничка возила, носачи, плоче за врата и т-комади [7].

5.3 Скидање лака

Скидање лака и поновно лакирање се ради пре свега као заштита од корозије, што се редовно тражи у ваздухопловној индустрији. Техника ваздушних и свемирских летова поставља највише захтеве у вези материјала и технологије, при чему се стално дефинишу нове границе техничких изводљивости и захтева одржање минималних толеранција у изради. Овај изазов се сусреће, поред осталог са поступком за аутоматско или мануелно скидање лака са композитних или металних површина при чему се користи специјална сачма. Скидање лака може бити комплетно или селективно. За равномерно скидање боје Рёслер је развио специјалну млазницу. За разлику од уобичајених, цилиндричних млазница, она врши оптималну расподелу медијума преко веће области тако се избегава такозвани Хот Спот. За апсолутну контролу и сигурност

процеса вођења млазница користи се у аутоматском начину рада 6-осовински робот. Кретање млазница се врши преко ласерског мерног система са компјутерском командом. На наредним сликама дати су неки од примера машина за ову обраду [7].



Слика 5.4 Мобилни VACJET систем пескарења [7]



Слика 5.5 Роботско постројење ALS 4000 R P [7]

Могући радни комади за процес "Скидање лака": стари делови камиона, ливени делови од алуминијума, делови аутомобила, елементи тимских возила и транспортера, кочионо кућиште, разни челични делови, ваљци за штампање и утискивање, крилни сегмент, спољна облога авиона, трап авиона, наплати авиона, гасне боце, систем ослањања, кућиште, кукасте шипке, помоћни оквири за лакирање, рупичасти лимови, профили, радијатори, оквир, цевни намотај, завртњи, челични оквири, челична шипка, челично вратило и плоче за врата [7].



Слика 5.6 Слободан простор за пескарење [7]

5.4 Скидање рђе

Корозија се не може избећи, али професионална заштита од корозије, која се систематски контролише и по потреби брзо обнавља, може да спречи распадање вредних елемената [7].

Скидање рђе са металних делова спада у класичну примену технике брушења и пескарења и служи као основа за даље процесе обраде. За скидање рђе Рёслер нуди разне поступке, који су оријентисани на специјалне захтеве индустрије. На наредним сликама приказани су уређаји који се користе за ову врсту обраде [7].



Слика 5.7 Округли вибратор [7]



Слика 5.8 Коритасти вибратор [7]



Слика 5.9 Линија за процес обраде [7]

5.5 Уклањање песка

Уклањање песка са радних комада насталих техником ливења поставља велике захтеве у вези стабилности постројења, отпорности турбина на хабање и филтерске технике за средство за пескарење. Рёслерова понуда постројења за пескарење за ливнице обухвата многобројне различите типове машина (као постројење за пескарење са коритастом траком, са висећим постројењем, са обртним столом, са жичаном траком, са добошом и роботима али и специјалне системе као што су постројење са обртним столом за велика оптерећења и постројења за пескарење блокова мотора) који су дорасли овим захтевима и испуњавају све спецификације за обраду површина у модерним ливницама [7].

Тако на пример комора за пескарење од манганског челика има перфектно заптивање и стабилност. Појединачно заменљиве и обртне плоче за заштиту од хабања од манганског челика у области пескарења, које су постављене по патентираном принципу продужују век трајања машине. Турбине високог учинка гарантују висок учинак пескарења за кратко време обраде [7].

Постројења се додатно могу опремити и компонентама као што су вибрациони транспортни канали за одношење песка и поломљених комада пре рециклаже средства за пескарење или Рёслеров магнетни сепаратор са перфекционираним степеном сепарације песка из процеса ливења од средства за пескарење [7]. На сликама 5.10 и 5.11 приказане су машине за уклањање песка.



Слика 5.10 Цилиндрични проточни уређај [7]



Слика 5.11 Блок мотора минирања машина [7]

5.6 Мокро пескарење

Побољшање површине, чишћење, рециклажа, скидање слојева, припрема за прво наношење слоја, обарање ивица и Схот Пеенинг то су све задаци које може да испуни поступак мокрог пескарења. То је поступак који се базира на води у комбинацији са средством за пескарење и погодан је за обраду осетљивих, прецизно произведених делова [7].

Битне предности мокрог пескарења су [7]:

- нема прашине
- погодно за коришћење веома финог средства за пескарење,
- мала потрошња средства за пескарење због заштитног слоја воде (погодно за Схот Пеенинг) и
- низак ризико згрудњавања (нарочито код меких метала).

Обогаћењем процесне воде керамичким и минералним средством за пескарење може се постићи посебна слике површина. Осим тога поступком мокрог пескарења могуће је пескарење материјом који, из на пример здравствених разлога не сме да доспе у ваздух [7].

За добијање непромењене константе процеса и квалитетне обраде површине радних комада, команда млазницама у Рёслеровим постројењима за мокро пескарење се врши преко индустријског робота или ЦНЦ-система. Пуњење и пражњење се могу аутоматизовати на разне начине и прилагодити индивидуалним захтевима производње. На наредним сликама биће приказане машине за мокро пекарење [7].



Слика 5.12 Кабина за мокро пескарење VB 150 H [7]



Слика 5.13 Блок мотора минирања машина VB 100 H [7]

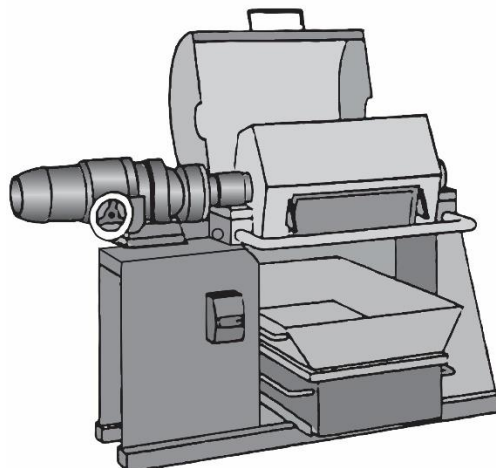


Слика 5.14 Мануелна кабина за мокро пескарење [7]

6. ПЕСКАРЕЊЕ

Пескарење је поступак механичке обраде у којој честице абразивног материјала под високим притиском или великом брзином ударају у површину предмета који се обрађује. Пескарење се примењује за чишћење и добијање глатких и равних површина. При пескарењу оштра зрна абразивног материјала скидају танак, најчешће оксидни слој материјала метала, а квалитет површине зависи од врсте, величине и тврдоће зрна абразива. Кинетичка енергија абразивних честица се постиже компримованим ваздухом или центрифугалним системима. Поред абразивних честица постоје и неабразивни материјали као што су индустријска сода, суви лед и др. Пескарење се користи готово у свим индустријским гранама као веома ефикасан начин за чишћење и припрему површина за даљи третман [1].

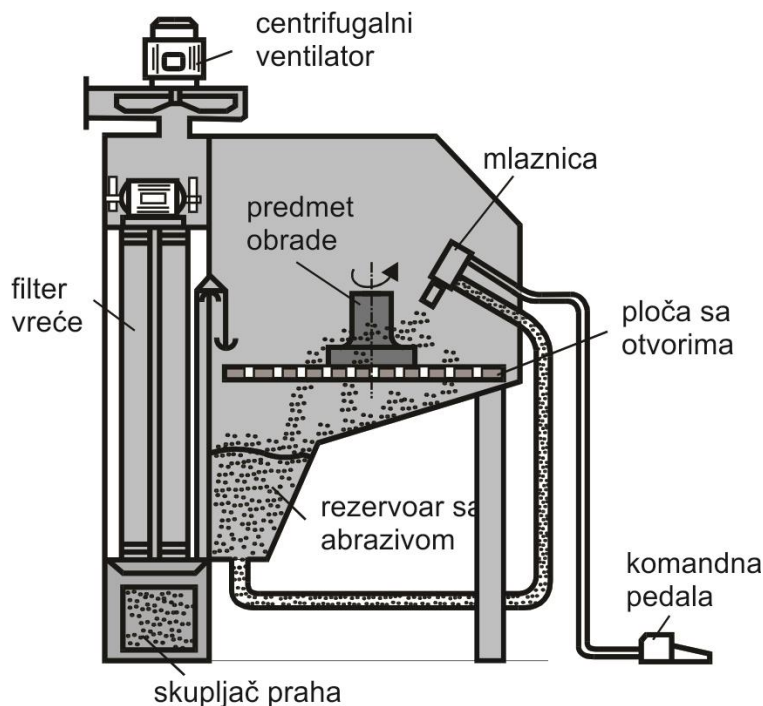
Пескарење у добошима (слика 6.1) се користи за чишћење површина предмета малих димензија добијених ливењем, сечењем или ковањем, тј. делова који нису малих дебљина и немају оштре углове, како при обради не би дошло до њиховог оштећења. Делови могу бити од челика, ливеног гвожђа, алуминијума, бакра, месинга и др. Чишћење и полирање делова пескарењем у добошима се заснива на сударању делова међу собом у присуству абразива. У ротационим добошима се, као абразивни материјал, користи кварцни песак, опилци челика, челичне куглице, природни корунд, гранит, шљака, опилци од дрвета, комадићи коже и др. Пескарење може бити суво или мокро зависно од жељеног квалитета површина. Ефекат чишћења и полирања зависи од величине и количине делова, димензија добоша и његове брзине обртања, времена, врсте и количине абразива и количине течности, ако се обрада изводи по мокром поступку [1].



Слика 6.1 Ротациони добош за пескарење [1]

Мокрим поступком се чисте предмети веће масе и сложене геометрије. Као средства се користе: слаби алкални раствори, раствори слабих киселина и сл., помоћу којих се растварају оксиди на површини предмета и лако уклањају пескарењем. Већи предмети се чисте у добошима са бројем обрта $n = 10-30 \text{ o/min}$, а мањи у добошима са $n = 20-60 \text{ o/min}$. Процес пескарења у добошима је дуготрајан (3 - 48 сати) и зависи од стања површине предмета, масе предмета, материјала и брзине обртања добоша. У последње време се, за пескарење предмета мањих габарита, користе вибрациони уређаји којима се процес убрзава, а квалитет побољшава [1].

Пескарење млазом честица је један од најраспрострањенијих поступака механичког чишћења од корозије, масти, старе боје, коре одливака и сл. На слици 6.2 је приказана шема уређаја за пескарење. Поступак се састоји у усмеравању млаза компримованог ваздуха са кварцним песком или другим средством за пескарење, на површину делова. Услед јаког удара млаза песка уклањају се нечистоће, а површина постаје чиста, хомогена и равномерно-храпава, што је веома битно за: лакирање, фосфатирање, метализацију, галванизацију [1].



Слика 6.2 Шема уређаја за пескарење [1]

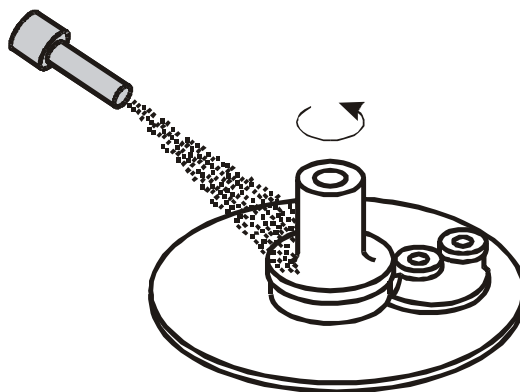
Коморна пескара која се користи за предмете већих димензија се састоји од коморе пескаре, командне табле за управљање процесом и регулацијом млаза песка, прозора за надгледање, окретног радног стола и покретних врата [1].

Притисак ваздуха и димензије честица песка зависе од облика и димензија предмета обраде тако да је за [1]:

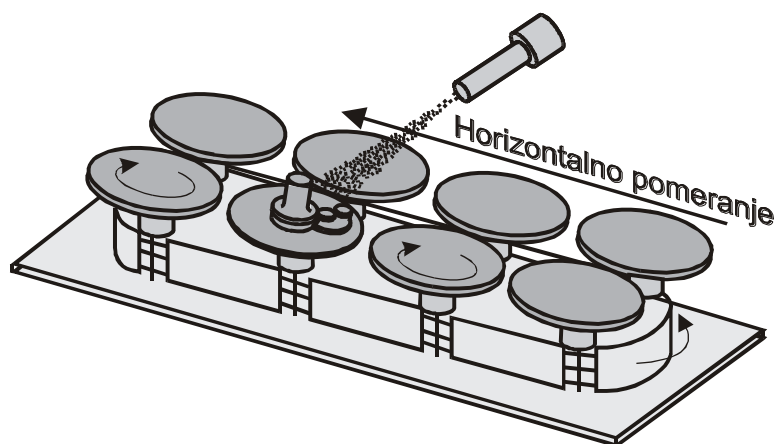
- предмете танких зидова притисак већи од 1 МПа, а зрна песка су 1-1.5 mm,
- предмете дебелих зидова притисак је 2.5-3 МПа, а зрна песка су око 2.5 mm.

Пририсак ваздуха при употреби опиљака од гвожђа или челичних куглица се креће до 7 МПа [1].

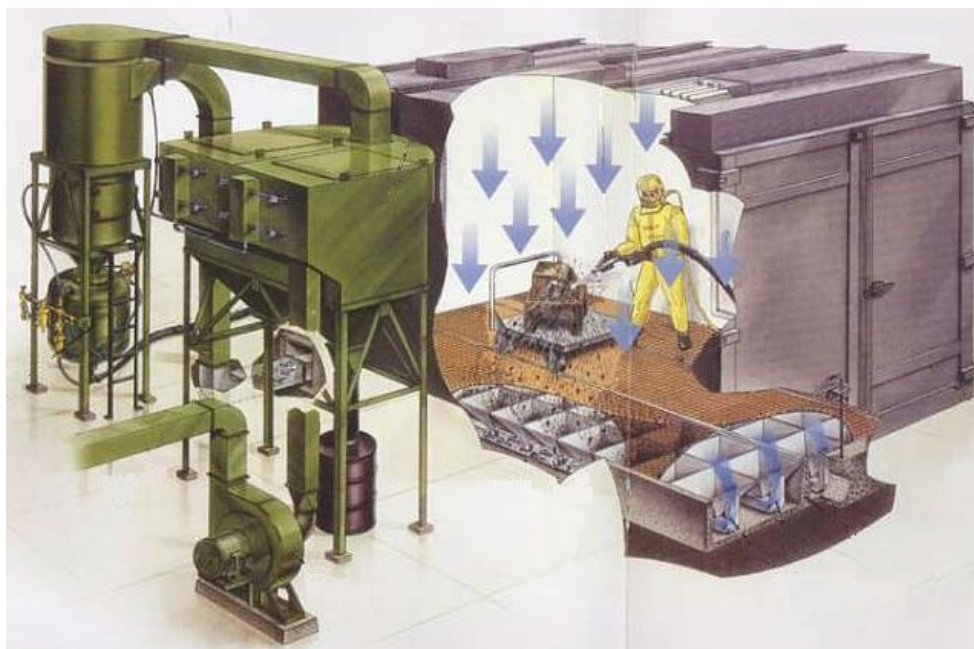
За nanoшење галванских превлака у процесу пескарења, последњих година, користи се струја течности са абразивним материјалом. За квалитетније и уједначеније чишћење делова и равномерно уклањање нечистоћа, користе се различити уређаји постављени у пескаре, као што су обртни столови (слика 6.3) или конвејери са траком, ваљцима или обртним столовима (слика 6.4). За пескарење изузетно великих делова и делова који не могу бити постављени у коморе пескара користе се кабине за пескарење (слика 6.5 и 6.6). Ове коморе могу бити монтажне или зидани објекти. У њима радник, обучен у скафандер, најчешће ручно врши пескарење [1].



Слика 6.3 Једноструки обртни сто [1]



Слика 6.4 Конвејер са обртним постољима [1]



Слика 6.5 Кабина за пескарење [1]



Слика 6.6 Део кабине за пескарење [8]

Овакве пескаре захтевају велике количине компримованог ваздуха (преко 3000 l/min) и посебно постројење за манипулацију песком: за прикупљање, просејавање, отпрашивање, филтрирање, транспорт, складиштење и поново враћање у процес. Ради заштите, унутрашњост коморе и врата су пресвучени гумом високо отпорном на хабање а специјално заштићени систем за осветљење обезбеђује добру видљивост [1].

6.1 Материјали који се пескаре

Материјали који се пескаре - пескарење је поступак којим се у потпуности одстрањују нечистоће и површински слојеви различитог порекла на различитим површинама. Биће набројане и објашњене неке од њих [8].

Бетон који је годинама изложен разним спољним утицајима се прља, по њему се пишу графити, онај у ентеријеру се боји или обрађује и тако даље [8].

Временом боја различитих металних површина може да набубри, испуца, ољушти се или промени. Пескарењем се све те промене најлакше одстрањују тако да се дође до здраве површине пре него што се она поново заштити или обоји [8].

Као и с метала, и с дрвених површина, боја се с протоком времена љушти. Осим тога, дрво због оксидације и светлости мења нијансе, скупља прашину и друге нечистоће и упија их тако да му оне улазе у структуру. Пескирање је примаран начин чишћења дрвета пре даље обраде и оно помаже да се грађа очува што дуже [8].

Опека - чишћење пескирањем чини да опека изгледа као нова [8].

6.2 Материјали којима се пескари (абразивни материјали)

Абразивни материјали - постоји велики број различитих абразива који се користе за чишћење пескарањем. Могу бити природни и синтетички [1].

Пескарење кварцним песком је најпознатији и веома често коришћен метод уклањања нечистоћа, боје и корозије. Предност примене кварцног песка је његова ниска цена, која га чини најјефтинијим од свих абразива за пескарење. Недостатак пескарења кварцним песком је што нема оштре ивице, постојеће ивице се брзо заобљавају и није могуће у кратком временском периоду обрадити површину до високог квалитета. Као битан недостатак је и то што се велика количина песка брзо претвара у прашину при раду, због чега је обавезна употреба заштитне опреме и кациге [1]. На слици 6.7 је приказан кварцни песак .



Слика 6.7 Кварцни песак [1]

Због наведеног пескарење кварцним песком је у многим земљама Западне Европе забрањено законом. Да би се отклонио овај проблем, кварцни песак се облаже смолом.

Гарнет је угласт, компактан и тврди абразив минералног извора, млевен и сепариран из посебне аустралијске стене. У односу на остале абразиве минералног порекла, гарнет има предност због мањег удела прашине и веће постојаности. Користи се за чишћење, хrapављење и профилисање свих врста метала и неметала. Гарнет за пескарење је гранулације 0,18 до 1,40 mm [1]. На слици 6.8 приказан је гарнет.



Слика 6.7 Гарнет[1]

Стаклене куглице и стаклени гранулати се користе за чишћење, ојачање и полирање површина свих металних и неметалних предмета. Најчешће се користи за чишћење варова и пескарење делова од нерђајућих челика у прехранбеној и у индустрији угоститељске опреме, али и за пескарење електронских компоненти и прецизних механизма. Метални и пластични предмети након пескарења са стакленим куглицама имају мат изглед, површина је антирефлексна и полирана. Стаклене куглице могу бити гранулације од 40 до 400 микрона, а стаклени гранулат од 130-1000 mm [1]. На слици 6.8 приказане су стаклене куглице док су на слици 6.9 приказани стаклени гранулати.



Слика 6.8 Стаклене куглице [1]



Слика 6.9 Стаклени гранулати [1]

Корунд - Алуминијум оксид је веома тврд, жилав, абразиван и веома оштар материјал. Ту оштрину корунд поседује због угластог облика гранула. Квалитета корунда зависи од садржају Al_2O_3 . (смеђи корунд садржи од 20 до 96% Al_2O_3). Од свих материјала за пескарење, најчешће се користи и највећи учинак се постиже пескарењем са смеђим корундом. За околину и здравље је прихватљив јер не садржи силикате. Животни век корунда је веома дуг и траје између 20 и 30 циклуса. Због изузетне абразивности може се пескарити с мањим притиском ваздуха (приближно 4 бара), због чега се са овим материјалом постижу велике уштеде енергије у односу на пескарење с кварцним песком или металним абразивима. Корунд за пескарење се производи у гранулацији од 53 до 2800 μm . Поред смеђег корунда за пескарење у случају када на површини не смеју остати металне честице (код површинске обраде нерђајућег челика), у нуклеарној индустрији, при чишћењу орнамената на бетону, при обради пластике и дрвета се користи бели корунд. Мешани корунд је потпроизвод смеђег корунда. Састављен је из минералних и жељезних честица. Мешани корунд се употребљава као алтернатива нежељезним абразивима за пескарење. На слици 6.10 приказан је смеђи корунт, на слици 6.11 приказан је бели корунт и на слици 6.12 приказан је мешани корунт [1].



Слика 6.10 Смеђи корунд [1]



Слика 6.11 Бели корунд [1]



Слика 6.12 Мешани корунд [1]

Бакарна троска је најбоља замена кварцном песку, чија је употреба с еколошког и здравственог аспекта спорна. Ове честице имају већу чврстоћу, тврдоћу и абразивност од кварцног песка, због чега се могу више пута рециклирати. Садржи знатно мање прашине. Бакарна троска је у гранулацији од 0,20 - 2,80 mm. На слици 6.13 приказана је бакарна троска [1].



Слика 6.13 Бакарна троска [1]

Користи се при одстрањивању нечистоћа, храпављењу, припреми површина за наношење заштних превлака, итд. Бакарна троска је минерални абразив који није магнетан, није агресиван ни топив, те не садржи слободне честице прашине која изазивају силикозу [1].

Челична сачма - гранулат има веома високу чврстоћу и абразивност. Грануле су угласте. При пескарењу се постиже равномерна, врло храпава, оштра и мат површина. Употребљава се најчешће код пескарења у коморама за пескарење уклањање корозије, боје и других нечистоћа, остатака претходне машинске обраде и заваривања, са челичних и других тврдих површина [1]. Челична сачма се производи у гранулацији од 0,1 - 1,80 mm. На слици 6.14 приказана је челична сачма.



Слика 6.14 Челична сачма [1]

Челичне куглице су постојане, тешке и екстремно чврсте. Користе се код пескарења у коморама за пескарење. Након пескарења челичним куглицама површина предмета обраде је чиста, ојачана, уклоњени су површински напони извршена је припрема за наношење површинске заштите [1]. Челичне куглице су димензија од 1 - 2,30 mm. На слици 6.15 приказане су челичне куглице.



Слика 6.15 Челичне куглице [1]

Керамичке куглице су материјал за пескарење на бази цирконијума. Имају веома велику тврдоћу и могу се употребљавати велики број пута. Користе се за полирање и чишћење у свим уређајима и постројењима за пескарење. Керамичке куглице су димензија од 70-425 μm [1]. На слици 6.16 приказане су керамичке куглице.



Слика 6.16 Керамичке куглице [1]

Пластични гранулат је веома лак материјал угластог облика од различитих пластичних маса. Углавном се употребљава за чишћење, односно одстрањивање боје или других органских превлака. Том приликом не долази до оштећења основног материјала, тако да је погодан за примену код обраде алуминијума, обојених метала, итд. Користи се и за матирање пластичних маса и гуме. Пластични гранулат је гранулације од 0,18 - 1,70 mm [1]. На слици 6.17 приказан је пластични гранулат.



Слика 6.17 Пластични гранулат [1]

Сода бикарбона је веома мек и лак материјал, користи се помешан с водом. Пескарење са содом се изводи само у посебно прилагођеним уређајима за мокро пескарење компримованим ваздухом. Употребљава се за чишћење осетљивих делова, код којих не сме доћи до оштећења основног материјала, за одстрањивање уља и масти

из вентила, разних погонских механизма, лежајева, итд [1]. На слици 6.18 приказана је сода бикарбона.



Слика 6.18 Сода бикарбона [1]

Пескирање сувим ледом је нова, најмодернија технологија за пескарење. Као средство за пескарење користе се пелете израђене од чврстог угљен диоксида на температури $-79\text{ }^{\circ}\text{C}$, пречника око 3 mm, дужина 5-15 mm. Велика предност пескарења сувим ледом је што при раду оставља као отпад само субстрат који је био предмет пескарења, док он испари у атмосферу. Такође, предност овог пескарења је што може да се користи у свим отвореним и затвореним просторима. Честице су веома мале тежине, што овај поступак чини неабразивним начином пескарења и чишћења. Пескарење сувим ледом се користи за скидање површинске корозије, скидање лепкова, уља, мазива, боје, лакова, угљене прашине и др., чишћење електронских и механичких делова и склопова, делова мотора, високонапонских ормара и хидрауличних и пнеуматских водова [1]. На слици 6.19 приказан је суви лед.



Слика 6.19 Суви лед [1]

Органски материјали - то су абразиви израђени од млевених орахових, лешникових, кокосових љуски или других коштица воћа или зрна кукуруза. Користе се за чишћење алата, племенитих метала, рестаураторске радове и постизање специјалних визуалних ефеката [1]. На слици 6.20 приказани су органски материјали.



Слика 6.20 Органска материја [1]

6.3 Машине за пескарење

Бубњасте (Лончасте) уређаји: намена им је да пескаре лакше одливке, откивке, остругане делове. Бубњасте (Лончасте) уређаји за пескарење су опремљени с перфорираном гуменом траком, преко које клизе одливци, при чему се темељито очисте. Верзија са гуменом траком спречава ломљење и друге потенцијалне проблеме који могу настати на одливцима. Бубњасте (Лончасте) уређаји за пескарење раде на принципу, да абразив пролази кроз рупе на гуменој траци и падају у сабирно корито. Одатле се преко елеватора и чистача песка враћа назад у магацин. Иновативни уређаји за чишћење песка омогућују оптимално пескарење обрадака и обезбеђују високу продуктивност процеса. Комплетан уређај је у складу са најстрожим европским стандардима. На наредним сликама приказан је један такав уређај [9].



Слика 6.21 Први приказ машине за пескарење (бубањ) [9]



Слика 6.22 Други приказ машине за пескарење (бубањ) [9]



Слика 6.23 Делови пре пескарења [9]

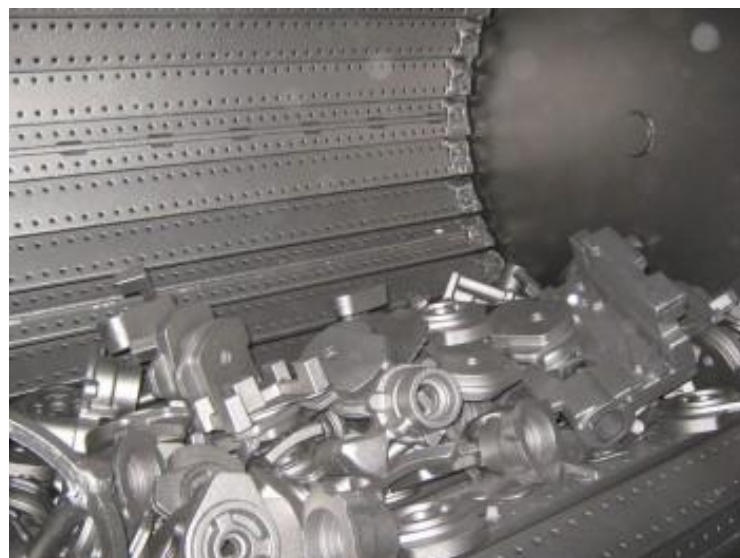


Слика 6.24 Делови после пескарења [9]

Бубњасте уређаји за пескарење са челичном траком: намењени су за пескарење тежих одливака, откивака, врућих делова... Челична трака служи да би обратци клизили по њој пре него што се темељно очисте. Бубњасте уређаји су врло проточни. Они су намењени континуираном пескарењу тежих одливака. Уређаји су капацитета од 2 t/h - 12 t/h. Уређаји за пескарење су израђени од масивних плоча манганског челика. Челична трака омогућава пескарење тежих одливака и обрадака. Иновативни уређаји за чишћење песка омогућују оптимално пескарење обрадака и обезбеђују високу продуктивност процеса. Комплетан уређај је у складу са најстрожим европским стандардима. На наредним сликама биће приказана машина као и предмети обраде [9].

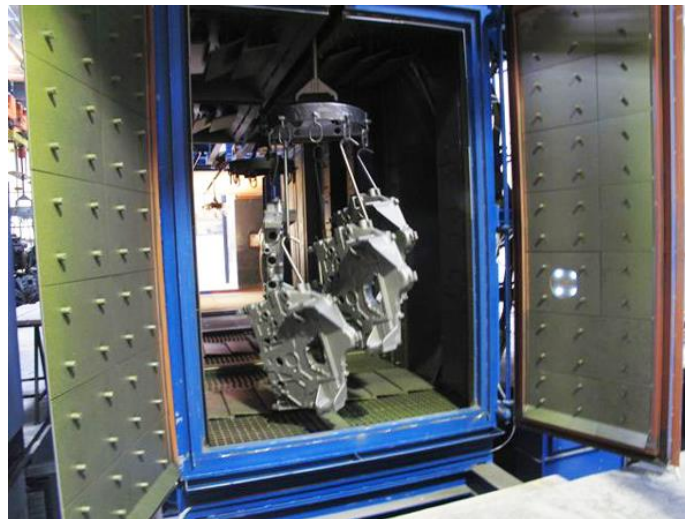


Слика 6.25 Бубњасте уређаји за пескарење са челичном траком [9]



Слика 6.26 Делови после пескарења са челичном траком [9]

Уређаји за пескарење са висећом куком: намењени су за обратке, који могу да се лако окаче. Могу се користити за пескарење елемената, као што су одливци, мањи предмети, ковани делови, решетке и слични предмети, који се у процесу пескарења могу окачити. Обратци се унутар уређаја за пескарење ротирају и њишу на начин који омогућује, да се ефикасније очисте. Уређаји су конструисани од масивних плоча манганског челика, а у делу где се врши пескарење су додатно заштићени штитовима од манганског челика. Иновативни чистачи песка различитих изведби, са или без магнетнега сепаратора, омогућавају најбоље могуће пескарење у процесима који су веома брзи. Уређаји су направљени у складу са најстрожијим европским стандардима. Тако на пример емисија прашине из филтера су ниже од 3mg/m^3 . Уређај има уграђен ПЛЦ надзорну плочу. На наредним сликама биће приказан такав уређај [9].



Слика 6.27 Уређаји за пескарење са висећом куком [9]



Слика 6.28 Окачени део који треба да се пескари [9]



Слика 6.29 Делови који су испескарени [9]

Уређаји за пескарење плочастог материјала: намењени су за пескарење плочевине, профила, заварених места, цеви и осталих одговарајућих компоненти. Фотогалерија приказује широк избор и најразличитије изведбе стандардних уређаја за пескарење са ваљчастим транспортерима. Стандардне изведбе уређаја и њихове карактеристике су представљене у табели са техничким подацима. Дужина ваљчастог транспортера је зависна од жеље купца. Уређај за пескарење се може додатно опремити бочним рампама за скидање робе, комором за предгревање, вентилаторима за отпашивање, четкама, са комором за фарбање или са тунелом за сушење. Уређај је израђен од масивних плоча од манганског челика. Део у којем се комади пескаре је додатно заштићен са врло отпорним штитовима од манганског челика. Радна брзина ваљкастог транспортера се једноставно може прилагодити процесу пескарења. Иновативни уређаји за чишћење песка поседују висок квалитет чишћења абразивног средства. Комплетна машина је израђена у складу са највишим европским стандардима. На слици 6.30 биће приказан овај модел уређаја. На сликама од 6.31 па надаље биће приказан уређај за пескарење (ротациони добош) и предмети пре и после обраде [9].



Слика 6.30 Уређај за пескарење плочастог материјала [9]



Слика 6.31 Погонски агрегат и веза између агрегата и радног дела уређаја



Слика 6.32 Радни орган уређаја за пењкарење



Слика 6.33 Део пре пескарења



Слика 6.34 Део после пескарења

7. ЧИШЋЕЊЕ ЧЕТКАМА

Механичко одстрањивање нечистоћа четкама може бити ручно и машинско у зависности од количине и врсте предмета обраде. Ручно чишћење четкама се користи код веома рељефних површина које се не могу ни једним другим начином очистити. Машинско чишћење четкама се обично изводи обртним (котурастим) четкама од челика, месинга, новог сребра и природних и синтетичких влакана. Меки метални материјали (олово, калај, сребро, злато) се чисте четкама од природних и синтетичких влакана и четки од новог сребра дебљине жице до 0,1 mm. Четке од месинга се користе за чишћење делова од бакра. За мање пречнике четки дозвољена је већа брзина окретања. За четке пречника 130-150 mm број обрта је $n=2.500-2.800$ o/min, а за пречнике око 300 mm број обрта је $n=1.500-1.800$ o/min. Машинско четкања се по правилу одвија на мокро, при чему се као течност најчешће користи раствор сапуна [1].

При обради галванских превлака четке од металне жице могу додиривати превлаку само својим крајевима, а у зону брушења доводи се 2–3 % - ни раствор сапунице или поташе ради лакшег брушења, мањег скидања метала и бољег квалитета брушених површина (без рисева). За чишћење четкама користе се ручни алати (пнеуматски или електрични) са специјалним четкама за спољашњу или унутрашњу обраду. Поред ручних алата за чишћење металних површина користе се специјалне машине и алати [1]. На слици 7.1 приказана је четка за чишћење.

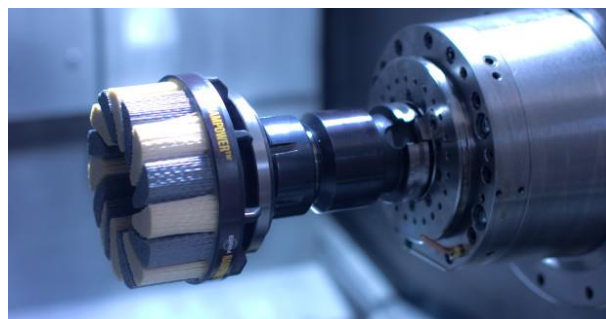


Слика 7.1 Жичана четка [10]

Основни недостатак ручног поступка је низак квалитет чишћења, мала производност и велики физички напор радника. За машинску обраду примењују се четке у облику котура који ротира на осовини машине за брушење. Често се котурови постављају на савитљиву осовину електромотора чиме је омогућено чишћење површине различитог профила. У односу на ручно чишћење, машинско чишћење је једноставније, већа је производност и мањи физички напор радника. Међутим, машинску обраду карактеришу недостаци као што су: немогућност чишћења тешко доступних површина, честа замена радних делова, висока цена алата и опреме [1].



Слика 7.2. Ручни електрични алат са четком за чишћење површина [11]



Слика 7.3 Специјални алат - четка за рад на CNC машини за чишћење [1]

Брушење се веома често користи за добијање чисте и равне површине путем скидања са површине корозије и финих металних опиљака. Брушење се врши код делова добијених ливењем, ковање, пресовање или сечењем применом ласера, плазме или абразивног воденог млаза. Брушење може бити грубо и фино. За грубо брушење се користе брусне плоче са одговарајућим величинама брусних зрна. Фино брушење се изводи са еластичним брусним котурима од брусних трака или са неприкидном брусном траком са слојем абразивних зрна. Брушењем се добија равна и глатка површина погодна за наношење премаза (боја и лакова) али не и за наношење галванских и других тврдих превлака [1].

Полирање је поступак који се изводи након брушења (пескарења или других грубих поступака) и њиме се обезбеђује висок квалитет и сјај површина. Изводи се меким дисковима, најчешће од памучне тканине на чију периферију се наноси паста за полирање. Полирање се поред механичког поступка, може изводити хемијским и електрохемијским поступцима [1].

Механичко полирање се врши обртањем диска за полирање и сукцесивним уклањањем и стварањем оксидног слоја под дејством активних материја из састава пасте (стеарин, силикагел и др.). Оваквим, наизменичним, поступком уклањају се чак и најмање неравнине (добива се огледаласта површина) [1].

Алати за брушење и полирање садрже абразивне материјале (различите величине, тврдоће и броја зрна) и везивног материјала. За брушење се користе веће тврдоће абразивних зрна у односу на полирање. Абразивна зрна се током употребе ломе уз стварање нових оштрих ивица [1].

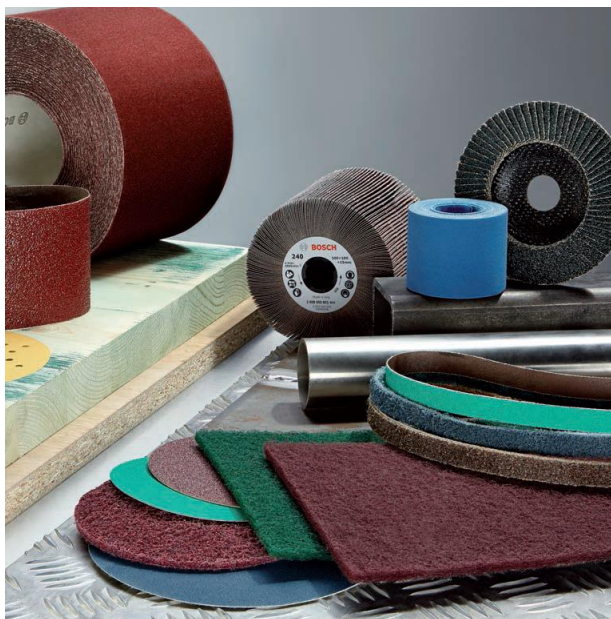
Најчешће коришћени материјали за абразивна зрна су [1]:

- Електрокорунд, садржи до 99% Al_2O_3 . Тврдоћа по Мосовој скали је 9.5-9.7. Користи се за брушење и полирање жилавих материјала, као што су челик и темперлив.
- Природни корунд (шмиргла) има тврдоћу 8-9 по Мосовој скали. Оксид гвожђа је редовни састојак тако да су зрна оштра, крта и лако ломљива. Употребљава се за израду трака и папира за полирање на високи сјај.
- Силицијум-карбид, SiC , по Мосовој скали има тврдоћу 9.5-9.7. Има веома оштре ивице које добро секу материјал. Користи се за обраду ливеног гвожђа, бакра, месинга, бронзе, алуминијума и др.
- Оксид гвожђа (природан или вештачки) садржи 70-95% Fe_2O_3 и употребљава се за полирање сребра и злата и чест је састојак пасти за полирање челика, месинга и др. за завршно полирање и добијање високог сјаја.
- Оксид хрома Cr_2O_3 има тврдоћу 9 по Мосовој скали, састојак је пасти за полирање челика, превлака хрома и др.
- Бечки креч садржи преко 94.5% CaO , нема оштре ивице као друга абразивна зрна, због чега се користи за полирање метала до високог сјаја.

Поред абразивних зрна, алати за брушење и полирање садрже везивни материјал који омогућује формирања чврсте и постојане везе. Везивни материјал може бити керамички, од гуме, вештачке смоле, магнезитно везиво или водено стакло. Различитим

комбинацијама величине, тврдоће и броја зрна и везивних материјала могу се добити различити материјали за брушење и полирање у циљу добијања захтеваних квалитета обрађиваних површина [1].

Пасте садрже: абразивни материјал (60–70 %), везивна средства (30–40 %) и површински активне материје до 2 %. Додавањем сумпора, терпентина и керозина мења се вискозитет и квалитет пасте. Развој нових материјала допринео је развоју нових брусних средстава на бази флиса и пенастих материјала. Ова средства су нарочито флексибилна и погодна за чишћење и полирање тешко приступачних места или профилисаних површина [1]. На сликама 7.4 до 7.5 су приказани примери примене различитих средстава за брушење и полирање при механичком чишћењу површина.



Слика 7.4 Средства за брушење и полирање [1]



Слика 7.5 Примена ламелних брусних дискова и трака за брушење и полирање [1]

Неткани брусни дискови од специјалног стакленог плетива или пластике појачане стакленим влакнима са керамиком, цирконом или корундом омогућују дубинско чишћење површина метала, уклањање боја, лакова, корозије, мрља од уља, имају висок учинак брушења, дуг век. Чишћење је без оштећења основног материјала, не садржи метале, тако да не постоји ризик од појаве брзе корозије након чишћења [1].

Брусни диск за чишћење. Један од честих начина механичког чишћења и полирања делова након израде ливењем, ковањем, пресовањем, резањем и др., је чишћење и полирање у добошима. Делови се стављају у добоше и потапају у раствор, најчешће са 0.2–0.5 % сапуна. Скидање неравнина са површина изводи се брусним телима различитих облика и величина од различитих материјала: керамика, порцелан, пластика, челик. Челичне куглице (30 % од укупног абразива) се убацују ради интензивирања процеса. Пластична брусна тела се користе за фину обраду. Њихова тежина је приближно duplo мања од тежине керамичких брусних тела [1].

Вибрациони мотори постављени на добош изазивају вибрације и кретање вибрационих тела и делова који се обрађују. Ова кретања изазивају стални ударни контакт делова и брусних тела. Делови који се обрађују већих димензија се учвршћују у добошима ради спречавања међусобног додира и оштећења. Применом овог поступка добија се хомогена, веома квалитетна завршна обрада свих површина, чак и веома доступних површина. Не долази до оштећења чак ни најсложенијих контура [1].



Слика 7.6 Уређај за вибрационо полирање и различита брусна тела од пластике и керамике [1]

8. ЧИШЋЕЊЕ ЛАСЕРОМ

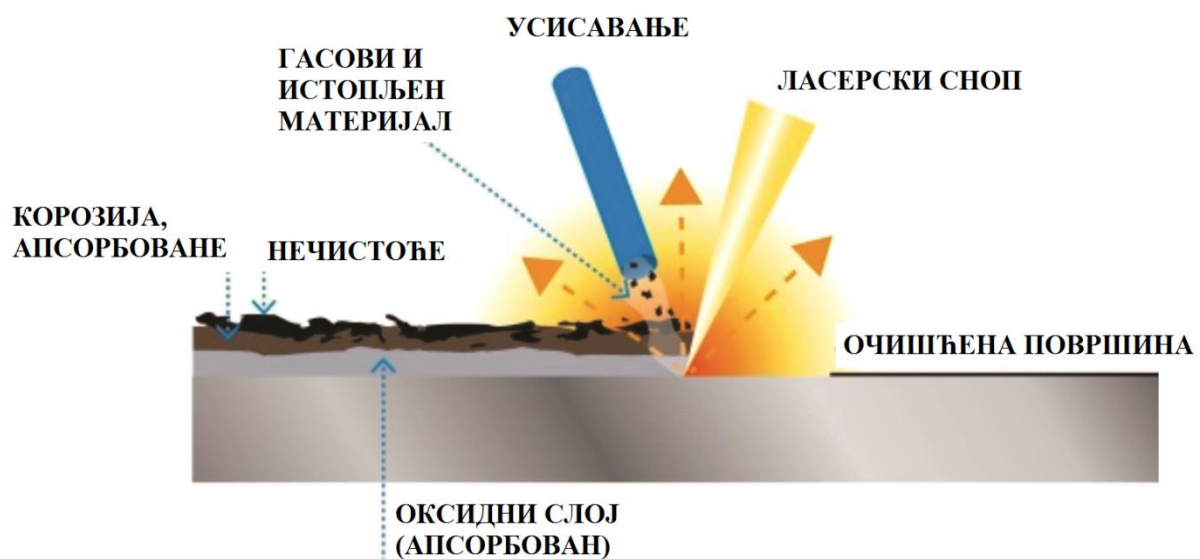
Чишћење површина ласерским снопом је процес у коме се боје, лакови, масти, материјали изолације, корозија и друге нечистоће уклањају са површине на контролисани начин без оштећења предмета обраде. Чишћење површине ласерским снопом је потпуно нова технологија која се убрзано развија. То је бесконтактни неабразивни процес који може заменити многе хемијске и абразивне поступке чишћења површина.

Постоје два потпуно различита процеса ласерског чишћења. Први се односи на одношење слоја нечистоћа који се значајно разликује од материјала површине дела. У овом случају нема механичких, хемијских и топлотних дејстава на површину подлоге.

Други процес се односи на чишћење нечистоћа и загађења које су дубоко продрле у материјал. Овај поступак подразумева физичко одношење површинског слоја (нпр. дубока корозија дела) [1].

Ласерски снап импулсног карактера велике снаге пада на површину предмета при чему се нечистоће одлепљују, сагоревају, испаравају или у виду честица прашине бивају уклоњене, слика 8.1.

Процес се понавља све док се не постигне жељени ефекат чишћења. Процес је веома погодан за примену јер се може потпуно аутоматизовати, може се применити на веома малим деловима као што су делови електронике или веома великим деловима бродова, авиона и др. Велику примену налази и у чишћењу камена, мермера од разних загађења и рестаурацији уметничких предмета [1].



Слика 8.1 Чишћење ласерским снопом [1]

Највећи део енергије ласерског снопа апсорбује површински слој и директно трансформише у топлотну енергију. Због тога долази тренутно до топљења и испаравања нечистоћа и њиховог ефикасног уклањања са подлоге. Што је већа моћ апсорпције то је већа брзина одношења нечистоћа. Основни материјал подлоге обично не апсорбује већ рефлектује највећи део ласерског снопа, због чега се процес чишћења аутоматски зауставља, при чему не долази до топлотних и механичких напрезања. Најчешће се код уређаја за чишћење ласерским снопом интегрише систем усисавање и филтрирање продуката испаравања и честица насталих чишћењем. Ова технологија је нашла велику примену за чишћење алата за израду делова од гуме и пластичних маса јер се чишћење калупних шупљина може вршити без демонтаже алата уз минималне застоје у производњи. Током процеса чишћења не долази до оштећења површинског слоја алата. Мала потрошња енергије, недостатак потрошног материјала и мали трошкови овог поступка су идеалан начин чишћења у условима када се то често захтева и када је другим поступцима ограничен приступ неприступачним местима [1].

На слици 8.2 је приказан пример примене чишћења ласерским снопом дела алата од коризије и нечистоћа од гуме код алата за израду аутомобилских пнеуматика [1].



Слика 8.2 Пример чишћења сегмента дела [12]

Овај поступак је погоднији од чишћења сувим ледом јер не угрожава животну средину, нижа је емисија CO_2 , нема ефеката абразивног дејства, мања бука и мања потрошња енергије. Мобилни систем за чишћење ласерским снопом је мањих димензија, лако преносив, али је његова цена већа. Са друге стране систем за чишћење сувим ледом је већих димензија, теже преносив, емитује знатне количине CO_2 .

Чишћење ласерским снопом је погодно за скидање фолија са предмета обраде. Енергија ласерског снопа пролази кроз фолију, загрева и топи лепак и омогућује велику брзину скидања фолије. Постоје два начина чишћења ласерским снопом. Чишћење се врши тако што је ласерски снап фокусиран на малу површину и креће по површини, или ласерски снап може бити импулсног карактера веће снаге фокусиран на уску површину веће дужине. Процес чишћења се зауставља када дође до знатног повећања рефлексије која је карактеристична код очишћене површине [1].

9. ЗАКЉУЧАК

Као што је већ много пута споменуто и објашњено у овом дипломском раду, значај припреме и значај чишћења одређених делова, елемената, склопова и подсклопова је неописив па чак и у неким случајевима круцијалан за правилно и поуздано функционисање неког елемента или система. У раду је представљен значај и заштита од корозије али и свеобухватна заштита материјала не само од корозије већ и од других утицајних фактора. У раду су детаљно и сликовито приказане машине и алати који се могу користити за чишћење у процесу производње. Поред механичке обраде, приказани су и неки други видови и технологије чишћења али акценат у овом раду је стављен на процесе и технологије механичког чишћења тј. механичке обраде и механичког чишћења делова у процесу производње.

Значај наношења превлака данас се мери у високим процентима. Са развојем нових материјала и са развојем нових технологија за наношење превлака поопштрили су се и критеријуми за обрађеност и припремљеност површине на коју се наноси превлака. Ако се квалитетна превлака наноси на материјал који није добро и квалитетно припремљен, квалитет превлаке је занемарив, јер је лоша веза између превлаке и површине. Овај рад се у доста сегмената баш базира и фокусира на квалитетној обради и припреми површине на коју ће се нанети превлака. Такође када се говори о технологијама за наношење превлака, добро прописана технологија може имати значајан утицај у квалитету наношења али као и за претходни случај, неопходно је добро, квалитетно припремити површину на коју ће се нанети превлака.

10. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Богдан Неђић, Слободан Митровић, Богдан Васиљевић, Технологије модификовања површина, Књига у рукопису, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, Крагујевац, 2020.
- [2] <https://www.rafil.pl/malowanie-bezposrednio-na-rdze-jaka-farbe-wybrac/> , приступљено 10.09.2020.
- [3] <https://motostacija.com/blog/porady/opilki-metalu-w-paliwie-nie-lekcewaz-tego-problemu.html> , приступљено 11.09.2020.
- [4] <https://pixnio.com/hr/razno/umjetnost-lijevano-zeljezo-rucni-rad-metal-hrde-stari-celik-prljavi> , приступљено 12.09.2020.
- [5] https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_21404/objava_78223/fajlovi/VII%20predavanje%20MMaterijali.pdf , приступљено 13.09.2020.
- [6] http://www.smrcvetkovic.com/gallery.php?entry=Images/Masinska_Obrada_Motora/001.jpg , приступљено 13.09.2020.
- [7] <https://rs.rosler.com/rs-sr/> , приступљено 15.09.2020.
- [8] https://www.daibau.rs/cene/elektrostatsko_bojenje , приступљено 10.09.2020.
- [9] <http://sr.siapro.eu/inzenjering/> , приступљено 29.09.2020.
- [10] https://www.superalati.rs/user/alati-za-automehanicare/ks-tools-celicna-cetka-za-telo-kocnice-od-mesingane-zice-2-redna-201-2322/66_3313_229033_1_0_0/item.jsp , приступљено 15.09.2020.
- [11] https://gorodvitebsk.by/firms/news/kordschetka- chto eto takoe_41625 , приступљено 20.09.2020.
- [12] <https://www.frontslobode.ba/vijesti/tehnologija/75262/clean-laser-1000-je-masina-koja-laserski-uklanja-hrdu-ili-lak-sa-metalnih-povrsina> , приступљено 14.09.2020.