

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Војна академија Универзитета одбране у Београду

Назив студијског програма: Војноиндустријско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Наоружање

Предмет: Корозија и заштита материјала

Број индекса: 526/2013



Ристић С. Марија

Технике наношења органских превлака на површину метала

Дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Доц. др Михаел Бучко–ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Крагујевац 2018

У оквиру овог дипломског рада кандидат треба да:

1. Наброји и опише технике наношења органских премаза на металне површине
2. Опише опрему и технологију наношења органских премаза, ваздушним и безваздушним прскањем
3. Опише мере заштите на раду у процесима наношења органских премаза на металне површине
4. Опише начине за проверу квалитета офарбаних површина и представи задатке контролора

Препоручена литература:

1. В. Вујичић, Корозија и технологија заштите метала, Војна академија, Београд, 2002.
2. В. Ђоровић, Ј. Антић, С. Кочовић, М. Радић, Заштита од корозије у аутоиндустрији, Крагујевац, 2002.
3. Б. Васиљевић, Б. Недић, Модификовање површина, основне технологије модификовања, помоћни универзитетски уџбеник (приручник), Машински факултет, Крагујевац, 2003.
4. Coating Inspector Program, Level 1, Student Manual, NACE International, 2007.
5. Louis D. Vincent, The Protective Coating Users Handbook, NACE International, 2004.
6. A.S. Khanna, High-Performance Organic Coatings, Woodhead Publishing Limited, 2008.

Крагујевац, фебруар, 2018.

Ментор:
Доц. др Михаел Бучко

Резиме:

У оквиру овог рада су описани методи наношења органских премаза и средства личне и колективне заштите у просторијама у којима се изводе операције наношења премаза. Нагласак је стављен на опис опреме за конвенционално ваздушно распршивање и распршивање без употребе ваздуха. Детаљно је описан процес наношења премаза, мере предострожности којих се потребно придржавати током распршивања, као и опрема за наношења премаза. У последњем делу је описана контрола квалитета фарбе и офарбаних површина.

Summary:

This paper describes methods for organic coating application, as well as personal and group safety equipment used in areas where coating operations are performed. The focus of the paper is on the spray coating, i.e. both the conventional air spray coating, and the airless spray coating equipment. The equipment parts and the precautionary measures during spray coating are described in detail. The last section describes the quality control of paints and painted surfaces.

Садржај

1. Увод	6
2. Наношење премаза четком, ваљком и рукавицом	6
2.1 Методе примене	6
2.1.1 Примена четке	8
2.1.2 Рукавице за фарбање	10
2.1.3 Употреба ваљка	11
2.1.4 Изглед завршног слоја	12
3. Наношење премаза конвенционалним распршивањем	13
3.1. Конвенционално распршивање ваздухом	13
3.2. Распршивање без употребе ваздуха	14
3.3. Безбедност употребе распршивања – преглед	14
3.3.1. Опасности од пожара и експлозије	15
3.3.2. Тачка топљења	15
3.3.3. Апаратура за дисање	15
3.3.4. Лична заштитна опрема	17
4. Конвенционална опрема за распршивање	18
4.1. Конвенционална опрема за ваздушно распршивање	18
4.1.1. Главни делови ваздушног трансформера	18
4.1.2. Решавање проблема и одржавање	19
4.2. Преглед класичне опреме за распршивање ваздухом	20
4.2.1. Конвенционална црева за распршивање ваздухом	20
4.2.2 Резервоари под притиском и пиштољ за распршивање	22
4.2.3 Конвенционални ваздушни пиштољ	24
4.2.4. Проблеми при фарбању- Отклањање неисправности код ваздушног пиштоља за распршивање	30
5. Наношење премаза распршивањем без употребе ваздуха	34
5.1. Безбедност код безваздушног система за распршивање	36
5.2. Опрема за безваздушно распршивање	38
5.2.1. Пумпе	38
5.2.2. Амбалажа за боју код безваздушног система за распршивање	38

5.2.3. Црева и прикључци за систем за безваздушно распршивање.....	39
5.3. Пиштољи за безваздушно распршивање.....	39
5.3.1. Избор дизне распршивача.....	41
5.3.2. Техника примене.....	42
5.4. Техника фарбања.....	44
5.4.1. Руковање.....	45
5.4.2. Подесиве млазнице.....	46
5.4.3. Чишћење дизни.....	46
5.4.4. Мешање боје.....	46
5.4.5. Наношење боје.....	47
5.4.6. Углови и ивице.....	48
5.5. Фарбање - контрола квалитета.....	49
5.5.1. Тестирање боје на лицу места.....	49
5.5.2. Провера дебљине влажног филма.....	49
5.5.3. Провера дебљине сувог филма (DFT).....	50
5.5.4. Метеоролошки услови.....	50
5.5.5. Радно искуство.....	50
5.5.6. Непрописна дебљина слоја.....	51
5.5.7. Рупице.....	52
5.5.8. Прекомерно наношење боје / суви спреј.....	53
5.5.9. Прескоци (дисконтинуитети).....	53
5.5.10. Лоша обученост.....	54
5.6. Наношење боје распршивањем: задатак контролора.....	54
6. Закључак.....	57
7. Литература.....	58

1. Увод

Корозија је хемијско-физичка појава која изазива постепено губљење својстава материјала услед дејства средине која га окружује. Појавом корозије материјали трпе мање или веће промене, што умањује њихове особине [1].

Применом различитих поступака заштите материјала од деловања агенаса корозије успешно се продужава век трајања материјала. Избор најадекватнијег поступка за заштиту металних површина од корозије зависи од врсте и стања површине метала, од врсте обраде, од врсте производње, естетских захтева и слично [2].

Најраспрострањенији поступак заштите метала од корозије је наношење заштитних превлака, које могу бити металне, неорганске и органске.

Превлака (премаз) представља слој материјала који је природним или уметнутим путем створен на површини или је нанесен неким поступком у сврху испуњавања одговарајућих технолошких или декоративних својстава. Органске превлаке су неметалне превлаке на бази полимера, такозвани премази.

Овај дипломски рад има за циљ да опише технике наношења органских превлака, опрему за наношење као и примену мера предострожности и личне заштитне опреме при наношењу органских премаза.

2. Наношење премаза четком, ваљком и рукавицом

Начин наношења премаза је један од важних фактора у постизању квалитета било ког система премаза. Квалитет и физичка својства премазног средства одређује произвођач, али пројектовани квалитет може се постићи само ако је премаз правилно нанесен. Остали фактори, као што су припрема површине и избор одговарајуће превлаке у складу са радним окружењем, су такође веома важни.

Да би заштитни премаз био успешан, материјал премаза мора бити пребачен из своје примарне амбалаже на површину која треба да буде заштићена и мора да оствари кохезивни филм са жељеним својствима. Филм мора бити густ, отпоран на пролаз влаге и других потенцијално штетних или корозивних материјала, и мора се осушити или постићи своје чврсто стање. Процес наношења премаза игра значајну улогу у формирању филма [2].

2.1 Методе примене

Постоји много метода које се користе за наношење заштитних превлака у индустријским условима, укључујући:

- Четкање
- Наношење рукавицом
- Ваљак (ручни или аутоматски)
- Распршивање (укључујући конвенционално распршивање уз коришћење ваздуха, распршивање без коришћења ваздуха или неке модификације ових метода). Од ових, апликација распршивање се вероватно најшире користи за индустријско наношење заштитних премаза.

- Наношење премаза потапањем
- Наношење премаза потапањем спин техником.

На избор коришћене методе могу утицати:

- Величина и врста посла. Већи послови омогућују већу опремљеност и софистициранију опрему. Тип посла (дефинисан спецификацијом) ће одредити који метод примене је потребан или најпогоднији.
- Приступачност површина за премазивање. Неки пројекти (нпр. високо постављени резервоари за воду, радио и ТВ јарболи) из практичних разлога постављају ограничења на избор врсте опреме која се користи.
- Конфигурација површина за премазивање. Сложеније површине може бити тешко адекватно премазати опремом за наношење распршивањем. Велике равне површине (нпр. бродови, резервоари, итд.) су углавном погодне за наношење распршивањем.
- Присуство критичних подручја или околног окружења која би могла бити оштећена од прекомерног наношења премаза распршивањем. Све чешће постоји отпор јавности према загађењу остацима премазног средства, као што је ширење премазног средства са радног места у околину, уколико се користи техника наношења распршивањем. Потпуно задржавање материјала који се наноси на радној површини је могуће, али уз коришћење четкица и ваљака уместо опреме за распршивање, што може бити економичније решење проблема.
- Тип премаза. Многи савремени премази, посебно високо-тврди премази, дизајнирани су за примену помоћу технике распршивања. Примена четке или ваљка није препоручљива, осим у случајевима ако приступ пиштољем није могућ, или за мале површине као што су области у којима је потребна поправка.
- Доступност квалификованих радника. Софистицирана опрема и превлаке захтевају добро познавање од стране појединачних извршилаца. У многим географским подручјима ниво вештина радника једноставно је такав да није могуће коришћење таквих материјала.
- Буџетска ограничења. Ако нема довољно новца за плаћање скупљих премаза или опреме за примену, избор може бити ограничен на једноставније материјале и једноставније технике примене [5].

Метода наношења зависи од типа превлаке која се користи. Неке специјалне превлаке, нарочито, могу бити ограничене на одређену методу примене. Неке превлаке које су 100% чврсте, на пример, могу се применити само помоћу посебне опреме као што су пиштољи са вишестепену пумпом без примене ваздуха, са предгревањем, или механичким методама, као што је шпахтла, или ручно.

Уобичајене течне премазе – који се наносе четком, ваљком или распршивањем - треба углавном наносити у више слојева, довољно танким слојем да би се омогућило исправно испаравање растварача док се премаз суши и „сазрева“. Неки висококвалитетни премази, нарочито они са тиксотропним својствима, суше се сувише брзо, па коришћење четке није могуће, већ је неопходно да се наносе распршивањем.

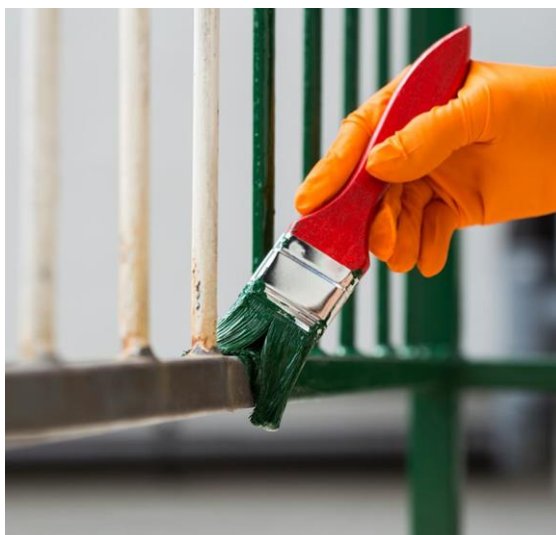
Други висококвалитетни премази не могу толерисати зазоре који би били неопходни када би пролазили кроз конвенционалну опрему за распршивање, па мора да се користи опрема за распршивање без употребе ваздуха [6].

Премази који се користе на порозним површинама треба да буду у могућности да продру и попуне шупљине на подлози, и ако је потребно, треба их разредити да би се обезбедила пенетрација.

2.1.1 Примена четке

Наношење премаза четком је традиционална метода, иако је, у индустријском смислу, у великој мери потиснута применом технике распршивања. Наношење четком је спорије од других метода и генерално се користи:

- За мање послове (нова изградња и одржавање) где примена ваљка или пиштоља можда неће бити изводљива, као и за поправку или дораду оштећених подручја;
- За попуну премаза у угловима или ивицама;
- Да би се постигла добра пенетрација у пукотине или јаме;
- У критичним подручјима где апликација опреме за распршивање, може проузроковати оштећење због прекривања околних површина, као што су осетљиве машине, мотори, инструменти и стаклене површине на мерилима;
- За уско, локално, фарбање варова, закивака, завртњева, навртки, ивица, прирубница, углова и сл [2].



Слика 1. Примена четке

Међутим, нема сумње да коришћење четке може бити додатна помоћ за добру адхезију. Из тог разлога, употреба четке је често пожељна за примену основних премаза (прајмера) и препоручује се и за општу примену на подводној опреми. Наношење четком може бити корисно за наношење превлака на површине које се не могу потпуно и правилно очистити. Најважнији је корак „натапања“ опреме четком, чиме се постиже бољи контакт између превлаке и површине [3].

Ово је нарочито корисно код кородираног челика, где наношење распршивањем може узроковати да премаз лежи на врху слоја продуката корозије са мало или потпуно без пенетрације - а тиме и мало или потпуно без адхезије.

Чак и код префарбавања старих, већ офарбаних, површина (послови одржавања), употреба четке би била од користи за наношење првог слоја.

Увек треба изабрати четку одговарајуће величине, која добро лежи у руци; употребом мале четке на великом простору отежава се наношење равног премаза и успорава брзина рада, а коришћење велике четке на уском простору онемогућава тачан рад.

У пракси, четка се потапа у премаз и вишак материјала уклања, брисањем односно превлачењем четке преко ивице амбалаже. Четкица се користи за размазивање премаза на површини у глатким потезима, без непотребног притиска који би могао оставити пруге или удолине у премазу на површини.

Следећи слој треба наносити под правим углом према претходном слоју у стилу унакрсне шрафуре. Ова процедура помаже да се обезбеди потпуна покривеност и помаже у заптивању било каквих микро рупица из претходног слоја.

Оператер треба да одржава влажну ивицу и премазује премаз од новоофарбане површине према претходним мокрым ивицама. Овај поступак минимизова визуелни изглед трагова четке и обезбеђује потпуно прекривање радне површине [3].

За примену индустријских заштитних премаза, треба размотрити три главна питања:

- Речено је да се употребом четке обезбеђује одлично натапање површине премазом.
- Трагови четкица (тј. врхови и долине) доводе до стварања подручја са малом дебљином филма.
- Константно дебео слој филма је тешко постићи ако је премаз дебео, и требало би зато примењивати мање дебљине филма. Да би се постигла већа дебљина филма, можда ће бити потребно нанети премаз у више слојева.

Апликација помоћу четке је спора. Ово може имати и позитивне и негативне ефекте:

- Позитивно - успорава руковаоца, омогућавајући му да обрати пажњу на оно што ради;
- Негативно - успорава руковаоца и тиме повећава утрошак времена, смањује економичност.

2.1.1.1 Израда четки

Четке се израђују најпре уградњом чекиње у носач, на који се затим причвршћује дрвена или пластична ручка. Раван крај ручке и носач чекиње се онда споје заједно металним прстеном.

На дно чекиње се убацује пунилац који обезбеђује да четка задржи што више материјала за премазивање. Овај процес смањује потребан број длачица у четки и олакшава ширење премаза.

Дуже длачице се постављају у средишњи део четке, а дужина длачица се смањује према крајевима четке. Овај конусни ефекат чини наношење премаза лакшим него када би све длачице биле исте дужине.

Користе се две врсте чекиње:

- Природна чекиња;
- Синтетичка влакна.

Традиционалне „кинеске“ четке праве се од длаке кинеске свиње; крајеви ових длачица су природно расцепљени или повијени. Ова карактеристика чини кинеску четку одличном јер може да задржи више премаза и има задовољавајуће карактеристике хабања при сталној употреби. Кинеске четке нису практичне за наношење превлака на воденој бази јер апсорбују влагу, набрекну и изгубе свој ефикасан облик.

Друге природне чекиње, као што су волујска длака, мохер, камиља и коњска длака, се користе у производњи четкица. Углавном, ове чекиње су донекле инфериорне у односу на кинеску чекињу, али су економичније и лакше се набављају.

Најлон и полиестер су синтетичка влакна које се користе за производњу четкица. Крајеви филамента су вештачки расцепљени како би произвели повијене крајеве. И најлон и полиестер су отпорнији на воду него природна длака, при чему је полиестер посебно отпоран.

И најлон и полиестер омекшавају током употребе, али полиестерски филаменти се понашају боље од најлона. Оба типа губе еластичност у алкохолу и разређивачу, при чему је полиестер отпорнији на ове утицаје од најлона, али четке од ових материјала није пожељно користити код премаза који садрже ове раствараче [4].

2.1.2 Рукавице за фарбање

Рукавице су углавном направљене од јагњеће коже и обложене материјалом отпорним на раствараче. Имају ограничену примену код наношења превлака за индустријску употребу. Генерално, користе се на малим пројектима, као што су рукохвати, цеви малог пречника у регалима и сл., где апликација ваљка или прскалице није изводљива. Такође се користе и за наношење премаза на електричним стубовима, за потребе одржавања.



Слика 2. Примена рукавице

У пракси, рукавица се потапа у премаз а затим се премаз пренесе на површину брисањем. Филм премаза који се постиже на овај начин није поузданог квалитета, тако да коришћење ове врсте опреме треба ограничити на подручја где је изглед важнији од дугорочне заштите.

2.1.3 Употреба ваљка

Ваљак је посебно погодан за примену на широким, равним површинама. Иако поступак није тако брз као распршивање, обично је бржи од наношења четком. Друга предност је што омогућава полу- квалификованом раднику да постигне задовољавајући и доследан стандард завршне обраде.

Не постоје посебне потешкоће у примени ваљка, а техника је брзо прихваћена. За велике послове погодније је радити са кантом него са равном посудом. Перфорирана решетка се поставља унутар канте. Ваљак се потапа у боју, а затим се прелази преко решетке како би се уклонио вишак материјала и остатак равномерно распоредио. Специјална посуда за наношење премаза ваљком има на једној страни удубљење (резервоар) који држи боју, а остатак има равно дно; након пуњења, ваљак се котрља преко равног дна (платформе) посуде.

Материјал за облагање ваљака може бити краткодлака тепих тканина, дугодлака вунена тканина или вештачки сунђер. За успешну примену у сваком појединачном случају наношења премаза, веома је битан одабир тачне дужине влакана облоге ваљка. Ако је потребно, треба тражити савет произвођача премаза како би се одредио најбољи тип материјала ваљка [3].

При употреби, ваљак се котрља по површини у цик-цак потезима, равномерно распоређујући материјал. Често се материјал наноси на овај начин, али ако је потребно, може се користити техника кретања ваљка вертикално или хоризонтално преко површине. Као и код наношења четкица, многи модерни премази високог квалитета нису прилагођени овом начину примене, а конзистентност премаза није лако постићи.

Квалитет произведеног премазног филма зависи од површине ваљка. Овај израз односи се на састав тканине која покрива (нпр. дужину и густину влакна) и утиче на количину нанете боје, као и текстуру нанетог филма.

Ваљци увек морају бити очишћени одмах након употребе. Проблеми са употребом ваљака углавном проистичу из немарности у руковању и одржавању опреме. Ваљци нису ефикасни у утискивању боје у храпаве површине и имају особину премештања преосталих трагова прашине и прљавштине са површине. Постоји тенденција да оператер нанесе превелику дебљину премаза на почетку пута, тањећи га у току рада, све до неадекватно мале дебљине пре него што се ваљак поново напуни бојом [3].



Слика 3. Примена ваљка

Примена дебелих, тешких премаза је тешка на свим површинама осим на поду, зато што је веома тешко за оператера да оствари константан притисак на зидове и таванице.

2.1.3.1 Ваљци под притиском

Ваљци под притиском омогућавају наношење континуираног слоја превлаке снабдевањем материјала из резервоара под притиском директно у ваљак. језгро ваљка се прави са перфорираним металним кућиштем које дозвољава премазу да излази из унутрашњости ваљка на спољну површину, где је лако доступан за наношење. Вентил на дршци или резервоару контролише притисак течности а тиме и проток премазног средства ка површини ваљка [5].

Ваљци под притиском се углавном користе за премазивање великих равних површина. Ефикасност радника се лако може повећати једноставном аутоматизацијом опреме.

2.1.4 Изглед завршног слоја

Треба напоменути да може постојати значајна разлика у изгледу офарбаних површина, зависно од начина наношења превлаке. свака од технологија наношења четкицом, ваљком и распршивањем даје свој карактеристичан изглед завршеном филму премаза. специјални ваљци за боје се често користе за постизање специфичног изгледа завршног слоја.

Неки типови превлака, укључујући и оне пигментисане помоћу љуспастих материјала (нпр. алуминијумске љуспице, оксид гвожђа), могу бити нарочито осетљиви на промену изгледа у зависности од примењене технике наношења. За најбоље резултате и равномеран изглед површине, радник треба да користи конзистентне потезе пиштоља за распршивање, ваљка или четке и треба да примени завршни слој са потезима у истом правцу кад год је то могуће. Овај аспект ће највероватније бити значајан на врло упадљивим структурама као што су уздигнути резервоари за воду, бродови за крстарење и јавне зграде.

3. Наношење премаза конвенционалним распршивањем

Уопштено, наношење распршивањем је најбољи метод за брзо наношење превлака на велике површине и за равномерну примену већине превлака у готово свим ситуацијама.

Постоје два главна типа опреме за наношење распршивањем:

- Конвенционални ваздушни пиштољ: премазно средство се атомизује са струјом компримованог ваздуха и преноси се струјом ваздуха на површину. И ваздух и премаз улазе у пиштољ кроз одвојене пролазе (каналне), мешају се и заједно, у контролисаној струји, пролазе кроз калибрисани отвор (дизну) распршивача.
- Распршивање без ваздуха: премазно средство се атомизује без употребе компримованог ваздуха и преноси се на површину помоћу притиска течности која пролази кроз пиштољ за распршивање. Премазно средство се пумпа под високим притиском до пиштоља за распршивање где се принудно проводи кроз прецизно калибрисани отвор који се назива дизна или млазница, одакле бива истиснут на жељену површину [1].

Обе врсте опреме за распршивање могу послужити као основ за модификовану опрему за употребу у специјалним ситуацијама, укључујући:

- Вишекомпонентно распршивање;
- Топло распршивање;
- Електростатичко распршивање;
- Центрифугално распршивање;
- HVLP (велика-запремина, мали притисак) распршивање;
- Ваздухом потпомогнуто безваздушно распршивање;
- Фарбање прахом;
- Пламено распршивање;
- Метализирање распршивањем.

3.1. Конвенционално распршивање ваздухом

Предности:

- Млаз распршивања се лако подешава на скоро сваку жељену ширину.
- Примена ове технике обезбеђује завршну обраду високог квалитета, што представља велику погодност када је у питању фарбање нпр. аутомобила или намештаја.

Недостаци:

- Велики губитак материјала као последица предозирања.
- Компримовани ваздух који се неопходно користи, ствара турбулентно струјање у околини радног места.
- Повећана концентрација растварача у самом премазу је често неопходна да би се остварила правилна атомизација.

Напомена: Приликом наношења боје преко сложених или нерегуларних површина, већа контрола и мањи губитак се може остварити коришћењем конвенционалне опреме са компримованим ваздухом него распршивањем без ваздуха [3].

3.2. Распршивање без употребе ваздуха

Предности:

- Мања је могућност предозирања материјала, што резултује уштедом материјала;
- Могуће је наношење дебљих филмова, код већине премаза;
- Компримовани ваздух није потребан за атомизацију премаза;
- Није потребан суд под притиском;
- Опрема може бити електрично, хидраулички или пнеуматски покретана;
- Радни учинак је много већи;
- Боја или други премаз може релативно лако бити нанет у пукотине, углове и друга неприступачна места.

Недостаци:

- Пречник отвора појединачне млазнице за распршивање је фиксна, а невариабилна величина;
- Постоји недовољно контроле над количином материјала који се наноси, осим променом млазнице;
- Због великог протока флуида, тешко је премазати мале, сложене предмете.

Конвенционално распршивање се широко користи за висококвалитетне завршне обраде (нпр. код аутомобила), али је релативно споро и обезбеђује малу дебљину филма. Тешки премази се могу наносити применом конвенционалне опреме за распршивање, али материјал обично захтева разређивање да би могао да прође кроз пиштољ уз релативно ниске притиске. Конвенционално распршивање се широко користи у неким деловима света за широк спектар примене. Неки корисници и даље користе конвенционалну опрему за распршивање јер је безбеднија и мање опасна за радника [2].

За индустријску употребу, међутим, интересантна је само конвенционална опрема под високим притиском, и то само за специфичну употребу (нпр., наношење силиката цинка на сложеним облицима), где је важна контрола млаза распршивача. У принципу, употреба конвенционалне опреме за распршивање у великој мери је замењена безваздушним распршивањем код већине индустријских заштитних премаза. У Европи, конвенционално ваздушно распршивање се ретко користи. У Сједињеним Државама и неким другим земљама, ваздушно распршивање се широко користи, нарочито за премазе као што је неоргански цинк или где је крајњи изглед важан.

3.3. Безбедност употребе распршивања – преглед

Сврха овог прегледа је разматрање безбедносних ризика који се налазе у свим поступцима распршивања, без обзира на специфичне врсте опреме која се користи. Биће посебно назначена упозорења за сваки део опреме за распршивање.

3.3.1. Опасности од пожара и експлозије

Опасност од токсичности или пожарних претњи треба увек да буде на уму инспектора за површинску заштиту, као и надзорника и непосредних извршилаца. Већина радника је обично свесна опасности од механичке опреме, дизалица, лествица, скела, итд. међутим, они можда не схватају огромну штету која може настати услед мале количине паре испарљивог растварача (опасност од експлозије), и морају бити упознати са опасностима по здравље које су својствене излагању диму и праштини.

Радници су гинули у експлозијама приликом фарбања у затвореним просторијама. Једна несрећа се десила када су радници користили одговарајуће маске због опасности од тровања, али није узето у обзир да је концентрација испарења у просторији била у експлозивном опсегу. Разбијена сијалица изазвала је експлозију паре, изазвавши смрт неколико људи [2].

3.3.2. Тачка топљења

Тачка паљења је индикација опасности од пожара или експлозије запаљивог растварача. Површина може бити довољно топла да испари довољно растварача да би изазвала локалну опасност. спреј и магла могу бити веома опасни; чак и фино атомизовани метали или прашина могу експлодирати када се диспергују у ваздуху.

Премазна средства и њихови растварачи се понекад категоришу према температури паљења. Растварачи са ниском температуром паљења су они који имају тачку паљења испод типичних температура складиштења (23 °C) и најопаснији су за складиштење и употребу.

Одговарајућа вентилација је од суштинског значаја за задржавање концентрације растварача у ваздуху испод доње границе експлозивности (Lower Explosive Limit-LEL), а такође и за олакшање очвршћавања (сушења) превлаке.

Празњење статичког електрицитета може иницирати паљење испарења која потичу од растварача. Опасност се може смањити уземљењем опреме за наношење боје и галванским премошћивањем прикључака.

3.3.3. Апаратура за дисање

Завршна обрада код распршивања ствара одређену количину вишка премазног средства, опасних испарења и отровних и загушљивих пара. Ово је случај чак и када се поступак обавља под идеалним условима и не постоји начин да се у потпуности избегне. Свако ко се налази у непосредној близини простора у коме се изводе операције наношења превлаке распршивањем, требало би да користи неку врсту респиратора или апарата за дисање. Респиратор је маска која се носи преко уста и носа како би се спречило удисање димних гасова и паре. Респиратори су неопходни из два разлога:

Прво, нека врста респираторне заштите је прописана стандардима за безбедност и здравље на раду.

Друго, чак и без прописа, здрав разум одређује да удисање превелике количине боје и испарења растварача није здраво. Иако концентрација запаљивог гаса или пара може бити испод LEL-а, та иста концентрација може бити далеко изнад безбедносне границе за дисање.

Максимална дозвољена концентрација (MAC) је количина која се не сме прекорачити када је радник изложен опасности, у току осмочасовног радног дана. Ова концентрација се односи на испарења, гасове, магле и чврсте материје. MAC се објављују годишње у одговарајућим билтенима [6].

Генерално, ароматични растварачи, као што је ксилен и толуен, су опаснији од алифатских растварача, као што је минерални алкохол. Нажалост, минерални алкохоли се ретко користе у премазима високих перформанси, а релативно опасни растварачи су и даље у употреби. Ароматични растварачи се готово искључиво користе у неким синтетичким бојама, као што су лак и винил и у већој или мањој мери у олеоресинским бојама, као што је фенолни лак и неки алкиди.

Дозвољене концентрације алифатских растварача су веће него за ароматичне раствараче, али у сваком случају MAC је далеко нижи од LEL-а. То значи да, док се ваздушни простор може сматрати сигурним од пожара или експлозије, може бити изузетно опасно за особље. Изложене раднике треба снабдевати свежим ваздухом помоћу маски повезаних на извор чистог, хладног, филтрираног ваздуха.

Уобичајена пракса употребе растварача са ниском тачком паљења као што је ацетон као универзалног разређивача, може бити изузетно опасна, посебно у затвореним просторијама. Раднике који у раду користе опрему за распршивање, посебно, треба заштитити од удисања опасних концентрација боја које садрже олово или хромат; радници који раде четком, такође су изложени овим ризицима. Осим што радна места треба да буду снабдевена системима за отпашивање и вентилацију, респираторима и ваздушним филтерима, радници треба да изврше темељно чишћење себе самих пре јела и пре него што напусте посао. Контаминирана одећа се не сме поново користити док се темељно не очисти [5].

Када се користе респиратори са дотоком ваздуха, битно је да је испоручени ваздух буде свеж и чист. Уобичајена пракса коришћења фабричког ваздуха (тј. ваздуха узетог из фабричког напајања) може бити опасна ако је ваздух загађен проласком кроз компресор или на други начин, фабричком технологијом. Филтере и индикаторе за отрове у ваздуху треба увек поставити у ваздушне водове пре него што се ваздух доведе до корисника.

За заштиту оператера постоје четири примарне врсте респиратора:

- Капуљача са дотоком ваздуха;
- Респираторна маска са дотоком ваздуха;
- Респиратор са органским патронама;
- Респиратор за заштиту од прашине.

3.3.3.1. Капуљача са дотоком ваздуха

Респиратори су дизајнирани тако да покривају целу површину главе и врата, а корисника снабдевају чистим, сувим ваздухом при ниском притиску кроз филтрирани довод ваздуха. Они штите носиоца од тешких концентрација паре, димова, прашине и прљавштине које могу бити штетне за респираторне органе, очи, уши и изложену кожу.

Користе се тамо где су друге врсте респиратора непрактичне и не пружају довољну заштиту. Капуљача са дотоком ваздуха представља најкомплетније средство за заштиту јер обезбеђује заштиту за очи, уши и кожу лица. Непрекидно снабдевање сувим свежим ваздухом спречава замагљивање унутар капуљаче.

Респиратори са дотоком ваздуха обично се захтевају када се фарбарски радови одигравају у затвореним просторима, као што су резервоари, и могу бити обавезни када се одређена премазна средства (нпр. она која садрже изоцијанате) примењују у спреју [1].

3.3.3.2. Респираторна маска са дотоком ваздуха

Респираторна маска са дотоком ваздуха може покривати само нос или уста или читаво лице, а ради са спољашњим дотоком ваздуха. Не обезбеђује степен заштите од капљица и сл., што се може постићи помоћу капуљаче. Ако се не користи респиратор са пуном заштитом лица, заштиту очију, као што су наочаре, такође треба носити.

3.3.3.3. Респиратор са органском апсорпцијом

Респиратор са органском апсорпцијом покрива нос и уста и опремљен је заменским филтером дизајнираним за уклањање органских пара помоћу хемијске апсорпције. Морају се користити исправни филтери.

Неки од њих такође су дизајнирани да уклоне чврсте честице из ваздуха пре него што ваздух прође кроз хемијски филтер. Обично се користе у завршној операцији са стандардним материјалима и нису препоручени за употребу у пословима комерцијалног фарбања. Да би респиратор био ефикасан, мора бити остварена потпуна заптивеност између маске и лица. Одвојене заштитне наочаре или другу заштиту за очи треба користити када је потребно.

Због тога што филтери имају ограничен век трајања и морају се повремено заменити, потребно је водити евиденцију коришћења респиратора [1].

3.3.3.4. Респиратор за заштиту од прашине

Понекад респираторе прашине користе оператери који раде са распршеном бојом или њихови помоћници, али у већини случајева нису ефикасни и вероватно непрописни. Ови респиратори су опремљени филтером за уклањање само чврстих честица из ваздуха које су продукти прелиминарних операција припреме површине - пескарење, брушење или полирање, и нису дизајниране да уклањају испарења. Одвојене заштитне наочаре или другу заштиту за очи такође треба носити када је потребно.

3.3.4. Лична заштитна опрема

Безбедносне препоруке за одговарајућу опрему за личну заштиту (PPE) могу се наћи у пратећој документацији произвођача премаза (MSDS). Одређену одећу, као што су рукавице и мајице са дугим рукавима, увек треба носити.

4. Конвенционална опрема за распршивање

4.1. Конвенционална опрема за ваздушно распршивање

Опрема за регулацију ваздуха је било који део опреме инсталиран између компресора и тачке употребе, који мења природу ваздушног тока.



Слика 4. Конвенционална опрема за распршивање ваздухом

Опремом за регулацију ваздуха може да се модификује или регулише:

- Запремина ваздуха;
- Притисак ваздуха;
- Чистоћа ваздуха до пиштоља за распршивање;
- Дистрибуција ваздуха на више делова опреме.

Опрема за контролу ваздуха често се назива ваздушни трансформатор (такође се назива и филтер или регулатор). Овај вишенаменски уређај:

- Уклања уље, прљавштину и влагу из компримованог ваздуха;
- Регулише и индикује помоћу мерног инструмента (манометра) вредност регулисаног притиска ваздуха;
- Обезбеђује више излаза за ваздух за пиштоље за распршивање и друге алате на компримован ваздух [2].

4.1.1. Главни делови ваздушног трансформера

Главни делови ваздушног трансформатора су:

- *Кондензатор*- филтер постављен у ваздушној линији између компресора и тачке употребе. Одваја чврсте честице као што су уље, вода и прашина, а уз то и хлади компримовани ваздух. Кондензатор ваздуха није у могућности да регулише притисак ваздуха.
- *Регулатор притиска ваздуха*- овај уређај смањује притисак ваздуха из главне линије која долази од компресора. Аутоматски одржава жељени притисак ваздуха уз минималне флукуације.

Регулатори се користе у линијама које су већ опремљене кондензатором ваздуха или другим уређајем за филтрирање. Регулатори ваздуха су доступни у широком спектру протока и притиска ваздуха, са или без манометра, и у различитим степенима осетљивости и тачности. Имају улазни прикључак за ваздух и излазни, регулисани ваздух.

- *Мерач притиска ваздуха (манометар)*- приказује притисак ваздуха у инсталацији
- *Излазни вентили* - обезбеђују затварање појединачних линија.
- *Испусни отвор* - користи се за испуштање акумулиране воде, уља и прљавштине из кондензатора.
- *Зауљивач*- неки алати на ваздушни погон захтевају веома малу количину уља која се меша са ваздухом којим се снабдевају. Зауљивачи су често комбиновани са ваздушним филтерима и регулаторима у једној јединици. Оператор треба да обезбеди да довод ваздуха за конвенционалну опрему за распршивање ваздуха не садржи мазиво [6].

Када се употребљавају пнеуматски алати, очигледно би био проблем уколико би се дозволило да уље пада на припремљену површину. И оператер и инспектор за површинску заштиту морају проверити да ли се уље наноси на површину.

Добра пракса препоручује да пнеуматски алати и опрема за фарбање не треба да буду на истој грани снабдевања ваздухом.

4.1.2. Решавање проблема и одржавање

У зависности од влажности и употребе система, најмање два пута дневно треба испустити кондензат и очистити ваздушни трансформатор (филтер или регулатор) и кондензатор.

У влажним подручјима или где се систем интензивно користи, потребно је чешће испуштање кондензата.

Влага или уље у ваздуху за распршивање руинираће фарбану површину. Ваздух мора бити чист и сув, а уље и вода уклоњени из компримованог ваздуха. Кондензација је често последица промене притиска, јер се компримовани ваздух испушта у атмосферу. Као и опрема за чишћење, ваздушни водови вероватно садрже влагу из претходног радног дана и треба их осушити на почетку рада сваког дана. Компресор би требало да ради довољно дуго да се загреје и достигне радну температуру, а ваздух се проверава на уље и воду помоћу блотер теста (стандард ASTM D 4285) [3].

Уколико ваздух пролази кроз ваздушни трансформатор или кондензатор ваздуха, потребно је проверити следеће и видети да ли је неопходно извршити одређене корекције:

- Испразнити филтер/регулатор, резервоар за ваздух и ваздушне водове;
- Уверити се да је филтер или регулатор удаљен најмање 8 m од компресора. Проверити да главна линија за довод ваздуха не пролази у близини парних или топловодних цевовода. Уверити се да усисник компресора није постављен у близини извора паре или других подручја за производњу влаге.
- Проверити да ли се излаз ваздушног вода из резервоара налази близу његовог врха.

- Ако је компресор водено хлађен, проверити да није дошло до оштећења главе цилиндра или заптивача главе. Улазни ваздух треба да буде што хладнији.
- Проверити манометре како бисмо били сигурни да су читавања тачна. Сва опрема која се може калибрисати треба да носи калибрациону налепницу, нарочито ако је на снази ISO систем квалитета.

4.2. Преглед класичне опреме за распршивање ваздухом

Конвенционална опрема за распршивање ваздухом која се користи за наношење индустријских заштитних премаза углавном садржи све следеће компоненте:

Компресор за производњу ваздуха под притиском, који обезбеђује континуално снабдевање компримованим ваздухом пиштоља за распршивање:

- Опрема за припрему ваздуха, која помаже у обезбеђивању сталног снабдевања чистим, сувим ваздухом;
- Црева која транспортују ваздух и материјал премаза од компресора и посуде до пиштоља за распршивање;
- Посуда у којој се налази материјал превлаке која се наноси;
- Конвенционални пиштољ за распршивање на ваздух, који меша ваздух и материјал превлаке и којим се наноси смеша на радни комад на контролисан начин [5].

4.2.1. Конвенционална црева за распршивање ваздухом

4.2.1.1. Црево за ваздух

Црево за ваздух је по правилу црвене боје, мада у малом систему ниског притиска може бити прекривено црним и наранџастим материјалом. Црево за ваздух преноси компримовани ваздух из регулатора ваздуха до пиштоља. Црева за ваздух се не смеју користити за транспорт премазног средства.

Унутрашњи пречник (ID) црева од регулатора до пиштоља за распршивање треба да буде најмање 8 mm, мада веће величине нису неуобичајене. Ако је ID црева за ваздух сувише мали, пиштољ за распршивање не добија довољну количину ваздуха због прекомерног пада притиска, што може резултовати разним неправилностима у спреју.

4.2.1.2. Црево за течност

Црево за течност је обично од црне или смеђе гуме и електрично проводљиво, тако да се систем може уземљити. с обзиром да растварачи у премазима могу бити агресивни према обичној гуми, црево за течност је обложено посебним материјалом отпорним на раствараче. сада су на тржишту доступна и нека црева направљена од прозирне пластике.

За нормално завршно наношење премаза потребно је црево од 10 mm. Пиштољи који се користе за завршне радове у одржавању, могу захтевати црево са ID од 12,5 mm. Материјали високог вискозитета могу захтевати црево са ID од 20 до 25 mm.

Напомена: Премазе или раствараче никада не треба наносити кроз црево за ваздух, јер црево за ваздух нема основну заштитну линију. Уколико се то ради, црево за ваздух може бити нападнуто премазним средством или растварачем, што може довести до руптуре црева или контаминације ваздуха за распршивање честицама оштећеног црева.

4.2.1.3. Чишћење и одржавање

Црева за течност се углавном, чисте пропуштањем одговарајућег растварача за чишћење кроз линију на крају радне смене.

За уклањање материјала за премазивање треба користити довољно растварача. Оператер ће генерално проценити ефикасност чишћења према боји растварача који се циклично проводи кроз линију.

Црево за течност се може очистити помоћу средства за чишћење црева, пропуштајући мешавину растварача и ваздуха кроз црево и пиштољ, ослобађајући их од остатка премаза. Вентилом се зауставља доток растварача у одређеном тренутку и наставља пропуштање ваздуха како би се опрема осушила.

Ако чишћење није адекватно, премаз који отврдне у линији може довести до зачепљења (или смањења ID) линије, или ће највероватније бити омекшан другим накнадним растварачима који се касније користе што ће довести до контаминације других премаза или до блокаде водова и млазница [5].

Спољну површину црева, како за ваздух тако и за боју, треба обрисати одговарајућим растварачем или средством за чишћење на крају сваког радног дана.

Црева треба да буду:

- Складиштена уредно, намотана и обешена;
- Правилно и редовно очишћена.

Црева не треба да буду:

- Развучена преко пода;
- Вучена око оштрих предмета;
- Прегажена возилом;
- Упредена или савијена
- Коришћена као ужад за спуштање људи или опреме од скела.

4.2.1.4. Снабдевање премазним средством

Материјали за премазивање морају бити транспортовани до пиштоља за распршивање. Посебно треба водити рачуна о:

- Снабдевању материјалом под притиском;
- Пиштољима за распршивање ваздухом под притиском [6].

Други типови, укључујући усисну и гравитациону варијанту, ретко се сусрећу у условима индустријског наношења премаза.

Уобичајене врсте амбалаже за материјал обухватају:

- Резервоари под притиском удаљени од пиштоља
- Чаше (посуде) које се причвршћују за сам пиштољ. Чаше које су директно постављене на пиштоље за распршивање су нужно мале и морају се често допуњавати.

Оне су погодније за коришћење код малих операција и за фину завршну обраду на малим компонентама. Нису погодне за наношење превлака у индустријским условима. Чаше могу бити под притиском или се могу користити за снабдевање материјалом усисавањем или гравитацијом.

Посуда под притиском

Посуда прикачена на пиштољ



Слика 5. Посуде за премазно средство

4.2.2 Резервоари под притиском и пиштољ за распршивање

Резервоари под притиском су затворени контејнери, величине од око 7.5 до 450 л. Они обезбеђују константан доток материјала за премазивање под уједначеним притиском до пиштоља за распршивање. Резервоар је под притиском компримованог ваздуха, а течност се из резервоара транспортује кроз црево за течност до пиштоља.

Повећање или смањење притиска ваздуха у резервоару контролише брзину протока течности. Резервоари под притиском обезбеђују практичан, економичан начин допремања материјала до пиштоља током дужег временског периода и генерално се користе тамо где се обавља континуирана производња. Ток материјала премаза је позитиван и равномеран.

На овакав начин се наносе релативно високо вискозне превлаке и густе премази, али не и 100% - чврсти премази. Резервоари могу бити опремљени мешачима који држе материјал измешан и суспендован. (Напомена: Постоје неки модерни 100% - чврсти премази који имају врло ниску вискозност и могу се наносити конвенционалним распршивањем.) [2].

Типичан резервоар под притиском састоји се од:

- Посуде
- Поклопа са механизмом за причвршћивање
- Цеви за течност
- Главе
- Регулатора са манометром
- Сигурносног вентила
- Мешалице

Конструкција резервоара под притиском се разликује у зависности од употребе коју ће имати. Лаки резервоари обично су направљени од челичног лима заваривањем и имају ограничење притиска улазног ваздуха.

Тешки резервоари подлежу ASME прописима и направљени су од челика извлачењем. Када се користе абразивни или корозивни материјали, користи се резервоар који је премазан или обложен посебним материјалом; такође се може користити и посуда која се умеће у амбалажу.

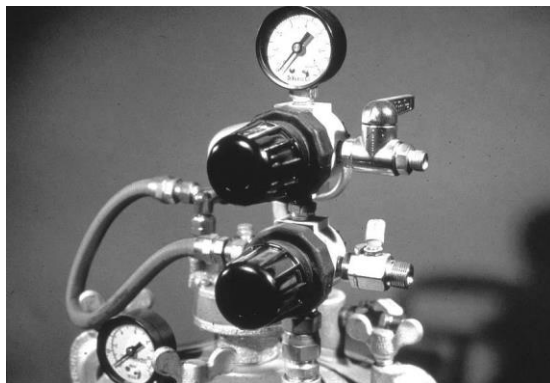


Слика 6. Амбалажа - суд под притиском

4.2.2.1 Регулатор посуде под притиском

Резервоари под притиском морају бити опремљени регулаторима, из три основна разлога:

- Регулатори омогућавају прецизно подешавање протока материјала и његову константност.
- Регулатори пружају могућност прилагођавања широком спектру вискозитета различитих материјала који се користе, а дозвољавају и регулацију притиска у складу са дужином црева.
- Регулатори омогућавају одржавање равнотеже између протока материјала и атомизујућег притиска ваздуха.



Слика 7. Регулатор резервоара под притиском

Резервоари под притиском могу бити снабдевени једноструким или двоструким регулатором. У индустријској примени увек ће се користити двоструки регулатори. Један регулатор регулише притисак ваздуха у резервоару, односно проток течног материјала. Други регулише притисак атомизовања у пиштољу за распршивање. Оба регулатора су на резервоару недалеко од оператера и лако могу бити подешени за све услове коришћења [3].

Притисак за транспорт материјала превлаке може бити виши или нижи од притиска ваздуха у пиштољу, у зависности од:

- Висине изнад резервоара на којој се пиштољ налази приликом коришћења;
- Степена атомизовања који се захтева;
- Пречника и дужине црева;
- Брзине којом се превлака наноси на површину;
- Типа материјала превлаке која се користи.

С тим у вези, инспектори треба да знају да једноструки регулатор и манометар који се могу наћи на великом броју посуда под притиском, контролишу и регулишу само притисак унутар посуде, а никако и притисак атомизовања. У том случају, притисак атомизовања ће бити једнак оном који даје компресор, умањен за пад притиска условљен дужином црева која се користе. Уколико није могуће остварити потребан притисак на пиштољу за распршивање, потребно је уградити додатни регулатор између компресора и резервоара под притиском или на ваздушном воду између резервоара и пиштоља.

4.2.2.2. Одржавање опреме под притиском

Судови под притиском и евентуалне уметнуте посуде морају бити детаљно опране изнутра и споља одговарајућим растварачем, после сваке употребе. Најефикасније је предузети чишћење док је боја још увек течна. Када се чисти резервоар посуде под притиском, потребно је обратити пажњу и на заптивне површине, као и механизам за спајање посуде и поклопца.

4.2.3 Конвенционални ваздушни пиштољ

Део опреме који испоручује премаз на радни комад је пиштољ за распршивање. Постоје две веома широке класе пиштоља:

- Аутоматски
- Ручни

Аутоматски пиштољи су генерално идентични, у раду, као и ручни пиштољи и имају идентичне спецификације. Монтирају се на фиксирану или покретну апаратуру да би обојили предмете који обично пролазе поред њих на траци.

Аутоматски пиштољи се активирају даљинским управљањем помоћу причвршћеног пнеуматског цилиндра и унапред су подешени за режим у коме дају смешу за добар квалитет фарбања. Треба напоменути, међутим, да су многи ручни концепти и уређаји за распршивање веома слични онима који се користе у аутоматским апликацијама. Ширина и густина млаза распршивања подешавају се помоћу различитих вентила и управљачких елемената на пиштољу [1].

Ручни пиштољ се користи тако што га оператер држи у руци и активира прстом, пуштајући како струју ваздуха, тако и материјала. Материјал се наноси када оператер упери пиштољ према површини и притисне окидач.

Техника коју оператер примењује је битна за квалитет офарбане површине.

4.2.3.1 Преглед делова конвенционалног ваздушног пиштоља за распршивање

Принципијелне компоненте ручног ваздушног пиштоља за распршивање могу се поделити у три категорије:

- Контрола протока ваздуха;
- Контрола протока течности;
- Тело пиштоља.



Слика 8. Ваздушни пиштољ за распршивање

4.2.3.1.1. Проток ваздуха

Неки од основних делова за контролу протока ваздуха су:

- Прекидач протока ваздуха;
- Регулатор протока;
- Подешавање облика млаза;
- Наглавак.

4.2.3.1.2. Прекидач протока

Вентил за прекидање протока ваздуха смештен је на ручици пиштоља, одмах иза окидача. Када је окидач притиснут, ваздух слободно пролази кроз пиштољ. Повратна опруга држи вентил затвореним када окидач није притиснут.



Слика 9. Прекидач протока ваздуха

Вентил за прекид протока ваздуха не омогућава регулацију притиска. Када је вентил затворен, нема никаквог протока кроз пиштољ. Када је вентил отворен, ваздух протиче под максималним притиском. Притисак ваздуха се подешава помоћу регулатора притиска смештеног између компресора и пиштоља. Притисак треба подесити сагласно вискозности материјала који се наноси и жељеној густини спреја (лаки или тешки премаз).

4.2.3.1.3. Регулатор протока

Вентил (или завртањ) за регулацију протока се може наћи на неким ниско и средње проточним пиштољима и опционо на високопроточним пиштољима. Ако је вентил протока уграђен у пиштољ, постављен је непосредно на улазу компримованог ваздуха, у бази ручице. Када је укључен као опција, налази се на самом улазном прикључку, у линији са цревом за ваздух. Регулатор протока контролише проток (L/min) и нема никаквог утицаја на притисак ваздуха (MPa) [2].

4.2.3.1.4. Вентил за подешавање облика млаза

Вентил (или завртањ) за подешавање облика млаза је смештен на задњој страни пиштоља. Излази из вентила који се налазе на врху пиштоља у бочним прорезима односно отворима. Овај вентил подешава проток ваздуха на „роговима“ наглавка. Овај ваздух одређује облик млаза. Када је вентил потпуно затворен (у крајњем положају у смеру казаљке на сату), облик млаза је кружни. Како се вентил отвара (окретањем у смеру супротном од смера казаљке на сату), млаз се све више сужава [5].



Слика 10. Вентил за подешавање облика млаза

4.2.3.1.5. Ваздушни наглавак

Ваздушни наглавак усмерава ваздух под притиском у материјал ради атомизовања и стварања захтеваног облика млаза, преко „рогова“.



Слика 11. Ваздушни наглавак

4.2.3.2 Интерно или екстерно мешање

Индустријски пиштољи за распршивање подједнако користе и интерни и екстерни начин формирања смеше. Оба типа су применљива и у аутоматској и у мануелној употреби.

4.2.3.2.1. Пиштољи са интерним формирањем смеше

Пиштољи са унутрашњом припремом смеше комбинују ваздух и материјал премаза унутар ваздушног наглавка. Материјал је атомизован пре него што напусти пиштољ. Ова врста пиштоља може да се користи само са бојом која се дозира под притиском (дозирање боје усисавањем или гравитационом методом није могуће). Углавном се користе када је потребна груба завршна обрада, као што су распршивање заптивне масе и кровне превлаке.

Притисак ваздуха и материјала за фарбање треба да буде приближно једнак. Облик млаза је дефинисан ваздушним наглавком.

Пиштољи са унутрашњом припремом (такође познати као пиштољи ниског притиска) се углавном користе када је на располагању само компресор ниског притиска или када се користе веома вискозни или споросушећи материјали. Брзосушећи материјали имају тенденцију запушавања отвора на наглавку пиштоља [6].

4.2.3.2.2. Пиштољи са екстерним формирањем смеше

Пиштољи са екстерним формирањем смеше мешају ваздух и материјал превлаке непосредно иза (односно ван) млазнице за боју.

Ова врста пиштоља може да ради како са системом који допрема боју под притиском, тако и са системима који боју допремају усисавањем. Ови пиштољи се користе када је потребно остварити глатку, фину површину. Ови пиштољи су у широј употреби зато што остварују бољу атомизацију и омогућавају бољу контролу него пиштољи са интерним мешањем [5].

Неке од предности и ограничења су:

Предности пиштоља са екстерним формирањем смеше

- Даје фино атомизовану смешу;
- Омогућава регулацију величине и облика млаза;
- Нема хабања ваздушног наглавка;
- Може да ради са свим системима за дозирање боје.

Ограничења пиштоља са екстерним формирањем смеше

- Захтева већи проток (потрошњу) ваздуха (L/min);
- Захтева виши радни притисак ваздуха (MPa);
- Може лако довести до наношења превелике количине боје;
- Остварује минималну дебљину филма при једном пролазу;
- Остварује минималну величину млаза.

Предности пиштоља са интерним формирањем смеше

- Захтева мањи проток ваздуха (L/min)
- Захтева нижи радни притисак ваздуха (MPa);
- Мала је могућност превеликог наношења боје;
- Остварује максималну дебљину превлаке у једном пролазу;
- Остварује максималну величину млаза.

Ограничења пиштоља са интерним формирањем смеше

- Остварује грубу атомизацију;
- Величина млаза је фиксна;
- Долази до већег хабања ваздушног наглавка и млазнице за боју;
- Може да ради само са системима за дозирање боје под притиском.

4.2.3.3. Подешавање пиштоља за употребу

Када се опрема за фарбање прикључи, треба подесити пиштољ. Основни кораци су:

- Отворити вентил за регулацију распршивача на максималну величину млаза;
- Одврнути завртањ за дозирање боје тако да навој буде видљив;
- Подесити проток боје;
- Укључити ваздух за атомизацију и подесити остварени облик млаза;
- Тестирати млаз и поново подесити, ако је потребно.

Овако подешен пиштољ је избалансиран и спреман за фарбање. Потребна је добра техника наношења боје за добијање прихватљивог квалитета офарбане површине.

4.2.3.4. Чишћење конвенционалног ваздушног пиштоља и опреме

Након завршетка рада, потребно је исправно чишћење да би се обезбедило да опрема буде у добром радном стању за следећи посао. Ваздушне наглавке, дизне за распршивање и посуду под притиском треба темељно испирати у растварачима за чишћење, а растварач за чишћење треба пропустити кроз водове за довод фарбе све док не потекне чиста течност. Линије и посуде под притиском треба затим испразнити и осушити пре складиштења.

У следећем одељку је описана процедура за чишћење и дате су смернице за решавање проблема и отклањање недостатака насталих при наношењу боје распршивањем [2].

4.2.3.4. Пиштољи са дозирањем боје под притиском

За чишћење пиштоља, потребно је поставити тканину преко ваздушног наглавка и повући окидач да би се материјал вратио назад у отворену амбалажу. Треба испразнити амбалажу и сипати растварач. Систему треба дати притисак и пустити растварач кроз пиштољ, док не потекне чиста течност. (Напомена: ваздух за атомизацију боје треба да буде искључен током ове процедуре.) Осушити црево дувајући ваздух под притиском у супротном смеру, при чему су претходно поклопац и црево скинути са амбалаже. Очистити ваздушни наглавак и дизну за боју. Опрати резервоар за боју и поново га склопити, за следећу употребу.

Напомена: Овај поступак чишћења користити **само** на пиштољима на компримовани ваздух. Руковалац **не сме никада** ставити руку испред безваздушног пиштоља.

4.2.3.6. *Измењива глава пиштоља*

Ако пиштољ за распршивање користи измењиву главу, глава може бити демонтирана са пиштоља за потребе чишћења, на следећи начин:

Скинути осигуравајући завртањ који држи главу фиксирану за тело пиштоља.

Притиснути прстом окидач, што је више могуће. Повући напред главу пиштоља. Да би се заменила, притиснути окидач и убацити главу. Отпустити окидач назад и причврстити главу осигуравајућим завртњем.

4.2.3.7. *Подмазивање пиштоља за распршивање*

Подмазати лежиште игле за дозирање боје, игле за ваздух и вијак који носи окидач. С времена на време треба сипати кап или две уља на лежиште игле за фарбу, да буде влажно. Опругу игле за дозирање боје треба премазати петролејом.

Напомена: Никада не треба чистити пиштољ његовим потапањем у растварач. Растварач ће на тај начин уклонити природна уља која се налазе у заптивкама од коже, узрокујући тиме њихово сушење а тиме и неисправност пиштоља.

4.2.4. *Проблеми при фарбању- Отклањање неисправности код ваздушног пиштоља за распршивање*

У наредном тексту су побројани неки од уобичајених проблема при наношењу боје распршивањем, и начини њиховог отклањања:

Проблем: Боја цури из јединице за дозирање

Узрок: Изгубљена навртка на јединици, сува игла за дозирање

Начин отклањања: Подмазати механизам са неколико капи уља. Притегнути навртку механизма али не превише, да не бисмо блокирали иглу. Заменили механизам ако је похабан.

Затегнути навртку док она не блокира иглу, затим је лагано одврнути док игла не буде слободна да се креће унутар флуидне млазнице.

Проблем: Ваздух цури на предњој страни пиштоља

Узрок:

- а. Страно тело на вентилу или седишту
- б. Похабан или оштећен вентил или седиште
- в. Поломљена опруга вентила за ваздух
- г. Заглављивање вентила због недостатка средства за подмазивање
- д. Деформисан механизам вентила
- ж. Превише притегнута навртка
- е. Заптивка оштећена или изостављена

Начин отклањања: Проверити и поправити

Проблем: Течност цури на предњој страни пиштоља (дозирање под притиском)

Узрок:

- а. Похабана или оштећена млазница или игла за дозирање фарбе
- б. Честице прљавштине у млазници
- в. Превише притегнута навртка

- г. Поломљена опруга вентила за дозирање течности
- е. Лоше одабрана величина дизне или игле

Начин отклањања: Проверити и поправити

Проблем: Испрекидан или лепршав млаз

Узрок: Јавља се подједнако и код дозирања под притиском и код дозирања усисавањем

- а. Недовољно материјала у резервоару
- б. Резервоар нагнут под непрописним углом
- в. Делимично зачепљен довод течности
- г. Премаз је сувише вискозан и тражи више разређивача
- д. Недостаје или је пробушена усисна цев у лончету или резервоару
- е. Дизна за боју недостаје или је оштећено седиште дизне

Начин отклањања: Проверити и поправити

Проблем: Велика густина у горњој зони млаза

Узрок: а. Отвори на роговима делимично зачепљени

б. Препрека на доњем делу дизне за боју

в. Нечистоће на ваздушном наглавку или седишту дизне за боју

Начин отклањања: Утврдити да ли је опструкција на наглавку или врху дизне за течност. Ово се постиже стварањем густог тест-млаза, а затим ротирањем наглавка за пола круга и прскањем другог узорка.

Проблем: Велика густина у доњој зони млаза

Узрок: а. Отвори рогова делимично зачепљени

б. Препрека на доњој страни дизне за боју

в. Нечистоће на ваздушном наглавку или седишту дизне за боју

Начин отклањања: Ако је дефект обрнут, опструкција је на ваздушном наглавку. Очистити наглавак. Ако није обрнут, препрека је на врху дизне за боју. Проверити да ли на ивици дизне постоје ситне неравнине (уклонити их коришћењем сувог или мокрог брусног папира финоће 600) или, ако је у питању само сасушена боја унутар отвора, уклонити је прањем.

Проблем: Велика густина у десној зони млаза

Узрок: а. Отвори на рогу са десне стране делимично зачепљени

б. Нечистоће на десној страни дизне

Начин отклањања: Проверити и поправити

Проблем: Велика густина у централној зони млаза

Узрок: а. Лоше подешен вентил за подешавање распршивача

б. Превелики притисак распршивања или превише дебео материјал

в. Превисок притисак течности у односу на ваздух за распршивање или проток материјала превазилази нормални капацитет ваздушног наглавка.

г. Превелика или премала дизна за конкретни материјал који се користи.

Начин отклањања: Прилагодити притисак распршивања, притисак течности и подесити ширину млаза док се не добије жељени облик

Проблем: Подељен млаз

Узрок: Ваздух и боја нису добро избалансиран

Начин отклањања: Смањити ширину млаза распршивања помоћу вентила за подешавање распршивача или повећати притисак течности. Ово друго прилагођавање повећава брзину и пиштољем се мора руковати много брже.

Проблем: Млаз је сув

Узрок: Недовољно боје у смеши:

- а. Притисак ваздуха је превисок
- б. Материјал се не смањује или правилно исправља (само усисавање)
- в. Пиштољ је далеко од рада или ван подешавања

Начин отклањања: а. Смањити притисак ваздуха
б. Смањити или разредити према упутству; користити одговарајући разређивач
в. Подесити растојање за рад; очистити и подесити контроле за формирање смеше и облик млаза

Проблем: Сиромашан млаз

Узрок: Неуједначен траг боје на радној површини:

- а. Неадекватан проток боје
- б. Низак притисак атомизације (само за дозирање усисавањем)
- в. Померање пиштоља превише брзо

Начин отклањања: а. Вратити завртањ за подешавање течности до првог навоја
б. Повећати притисак ваздуха; уравнотежити пиштољ
в. Померати пиштољ умереним темпом, паралелно са радном површином

Проблем: Није могуће добити округли облик млаза

Узрок: Вентил за подешавање не затвара правилно

Начин отклањања: Очистити или заменити

Проблем: Неће да распршује премазно средство

Узрок: а. Нема притиска ваздуха у пиштољу

- б. Погрешан ваздушни наглавак (за усисни тип)
- в. Притисак течности је пренизак (са инертним формирањем смеше и судом под притиском)
- г. Дизна за течност није довољно отворена
- д. Боја је превише густа или вискозна (за усисни тип)

Начин отклањања: а. Проверити ваздушне водове
б. Променили екстерни ваздушни наглавак
в. Повећати притисак течности на резервоару
г. Отворити вијак за подешавање флуида
д. Променили начин дозирања боје (суд под притиском) или разредити боју (тј. додати разређивач)

Проблем: Капање течности са млазнице

Узрок: а. Сув механизам

б. Тромом покретање игле

в. Претегнута навртка механизма

г. Глава прскалице неусклађена са МВС – типом пиштоља

Начин отклањања: а. Подмазати механизам

б. Лаким покретима ударати главу за прскање дрвеним и кожом обложеним чекићем а затим отпустити и поново притегнути осигуравајући завртањ

Проблем: Прекомерно наношење боје

Узрок: а. Превелики ваздушни притисак атомизације

б. Пиштољ предалеко од површине

в. Неправилно кретање пиштоља (кружење или пребрзо померање)

Начин отклањања: а. Смањити притисак ваздуха

б. Проверити растојање

в. Померити пиштољ умереним темпом, паралелно са радном површином

Проблем: Претерана магла

Узрок: а. Превише разређивача или је разређивач брзосушећи

б. Притисак ваздуха превисок

Начин отклањања: а. Промешати боју поново

б. Смањити притисак

Проблем: Течност цури поред навртке

Узрок: а. Недостаје регулациона навртка

б. механизам сув или неисправан

Начин отклањања: а. Притегнути навртку али не толико јако да блокира иглу

б. Подмазати или заменити механизам

Проблем: Пиштољ даје танку, пешчану, грубу превлаку

Узрок: а. Пиштољ је превише удаљен од радне површине

б. Превисок притисак ваздуха

в. Брзосушећи разређивач

Начин отклањања: а. Проверити растојање

б. Смањити притисак

в. Промешати боју

Проблем: Репови у распршеном млазу

Узрок: Лош квалитет боје; Боја није атомизована

Начин отклањања: а. Повећати притисак течности

б. Промени величину дизне

в. Смањити вискозност течности

г. Очистити пиштољ и филтере

д. Смањити број пиштоља који користе исту пумпу

Проблем: Млаз се шири и скупља (таласа)

Узрок: Напајање ваздухом пулсира; Цурење вакуума

Начин отклањања:

- а. Ставити дизну са мањом величином отвора
- б. Инсталирати комору за пулсирање у систем или испразнити постојећу
- в. Смањити број пиштоља који користе исту пумпу
- г. Повећати доток ваздуха
- д. Уклонити ограничења у систему, очистити врх млазнице или филтер, ако се користи
- е. Проверити цурење црева из сифона

Проблем: Неправилни облик млаза

Узрок: Лош квалитет боје

Начин отклањања: Уклонити ограничења у систему, очистити врх млазнице или филтер, ако се користи [5].

5. Наношење премаза распршивањем без употребе ваздуха

Ова врста распршивања се разликује од конвенционалног ваздушног спреја јер не користи компримовани ваздух како би се атоมิзовало боју. Уместо тога, боја се испумпава из контејнера - обично оригиналних конзерви произвођача, или буради од 200 l преко напојне линије до пиштоља за распршивање без ваздуха.

Безваздушно распршивање се врши принудним потискивањем боје на високом притиску кроз калибрисани отвор. Приликом изласка боје из пиштоља у атмосферу, долази до њене нагле експанзије. Ова два фактора проузрокују да се боја распрши у изузетно фини спреј. Ваздух се не употребљава за атомизацију боје, па се поступак назива безваздушним.

У опреми за распршивање, материјал је под високим притиском између пумпе и пиштоља, али за разлику од распршивача са ваздухом под притиском, материјал није под притиском у амбалажи за материјал. Тако се материјал може извлачити директно из оригиналне амбалаже усисавањем помоћу пумпе.

Предности безваздушног распршивања укључују:

- Радни учинак се повећава (бржа примена). Безваздушним распршивањем се већина боја наноси брже од било ког другог ручног начина.
- Пошто амбалажа за боју није под притиском, пумпа може радити са амбалажом произвођача.

Будући да се ваздух не користи за атомизацију, знатно се смањује наношење сувишне боје. Може се десити капање боје у малом степену, али се то може смањити контролом притиска [4].

- Повратно кретање распршене боје је минимизовано.
- Израђује се слој једнообразне дебљине, што смањује потребан број пролаза.
- Наноси се веома влажно премазно средство, обезбеђујући добру адхезију и проток.
- Већина премаза може се наносити са врло малим додатком разређивача. Са мање разређивача материјал се брже суши и мање штети околини.

- Премаз боље продире у јамице, пукотине, увучене површине и тешко доступне површине, као што су углови.
- Повезивање једним цревом са пиштољем олакшава руковање.

Да би се створили екстремно високи притисци за распршивање флуида, неопходна је пумпа високог притиска. Оне су најчешће једног од следећа два типа:

Пнеуматска пумпа, са пнеуматским мотором - напаја се компримованим ваздухом из независног компресора. Потребни су притисци између 415 и 690 kPa (4 и 7 bar) са минималном потрошњом од 1,7 l/min. Пумпе имају фиксни преносни однос, у распону од 20: 1 до 65: 1, зависно од конструкције. Притисак флуида на излазу из пумпе је пропорционалан пнеуматском притиску, у складу са преносним односом. Пумпа односа 30: 1 са притиском од 690 kPa (7 bar) ствара притисак распршивања до 20 МПа (210 bar). Да би се смањио притисак распршивања, потребно је само ограничити притисак ваздуха којим се погони пумпа, нпр. ако је преносни однос пумпе 30: 1, за улазни притисак од 412 kPa (4 bar), притисак боје је 12 МПа (120 bar) [4].

Хидраулична пумпа са електричним погоном - хидраулични притисак течности се користи за покретање пумпе за боју. Ово је ефикасније и не захтева ваздух под притиском, већ само електрични прикључак на главно напајање електричном енергијом. Способан је за производњу притиска распршивања до 20 МПа (210 bar). Међутим, може бити потешкоћа са одговарајућим снабдевањем електричном енергијом на многим локацијама за рад. Поред тога, притисак који електрична пумпа може да обезбеди је ограничен. Опрема није способна за распршивање неких тешких боја и стога је мање прилагодљива.

Пнеуматска



Електрична



Слика 12. Безваздушне пумпе за распршивање

Следећа опрема се такође користи у безваздушним системима за распршивање:

Црева за боју су специјална високопритисна црева отпорна на разређиваче, ојачана жичаном мрежом.

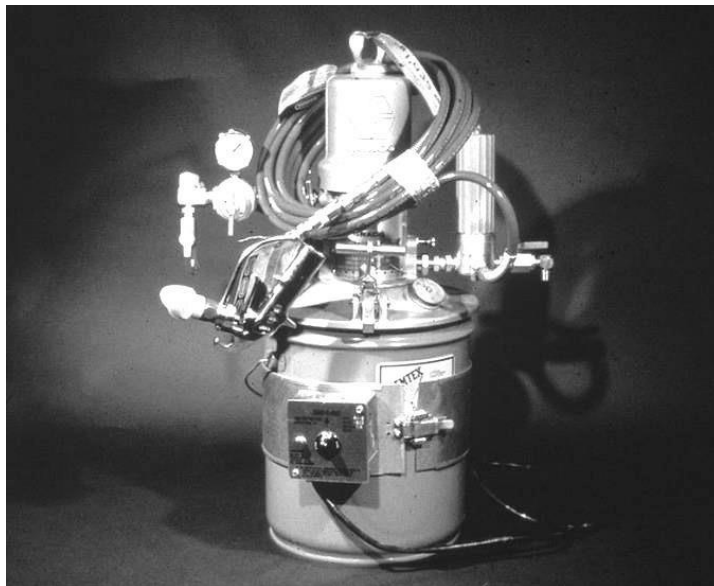
Дизне за боју - величином отвора контролише се количина боје која пролази. Угао врха контролише величину млаза. Дизне се морају мењати када су потребна прилагођавања. Доступан је низ облика и величина.

Пиштољ за распршивање има окидач, али нема других контрола. Облик млаза и проток материјала контролишу се дизном за течност. За спречавање случајног распршивања намештена је сигурносна хватаљка.

Игла, врх и седиште дизне су израђени од волфрам карбида (тврдог материјала) како би издржали високе притиске и абразивно деловање неких боја.

Реверзибилна дизна - Због тога што је отвор на врху дизне толико мали, може се лако блокирати ситним честицама боје или другим нечистоћама. Да би се избегло уклањање, чишћење и замена дизни сваки пут када се то деси, дизајниране су специјалне главе тако да се дизна може обрнути тако да се прљавштина може испразнити и дизна затим вратити у радни положај.

Филтери– фини филтери са мрежицом су постављени унутар система, обично на усису пумпе. Ови филтери могу постати сметња због запушавања и често се занемарују [3].



Слика 13. Опрема за безваздушно распршивање

5.1. Безбедност код безваздушног система за распршивање

Мере предострожности за безваздушно распршивање су у суштини исте као за конвенционалну опрему са компримованим ваздухом, са једним веома важним додатком. Безваздушно распршивање ради на принципу пропуштања материјала под веома високим притиском кроз врло мали отвор. Постигнута атомизација је толико ефикасна да течност може да прође кроз мембрану (нпр. људску кожу) не оштетивши је. Ово је управо исти принцип који се користи у уређајима са високим притиском које војска користи уместо хиподермичних игала да војницима даје медицинске препарате.

Дакле, опасност од случајног убризгавања материјала за премазивање је веома стварна и присутна опасност. Случајно убризгавање - ако се не лечи - може довести до губитка удова или чак може довести до смрти. Препоручљиво је да, када се ради са или без помоћне опреме за спречавање распршивања, да се третира пиштољ за фарбање као напуњено бојево оружје.

Органи задужени за безбедност и заштиту на раду препознају опасност и захтевају да пиштољи за безваздушно фарбање носе сигурносно упозорење и да буду опремљени сигурносним браником на врху (тј. тачка где премаз излази из пиштоља). Намена браника је да смањи могућност убризгања боје или растварача кроз кожу.



Слика 14. Пиштољ за безваздушно распршивање, са браником

Ињектовање растварача или других течности кроз кожу оштећује локално ткиво и може увести течност у крвоток. Појављује се локални оток и наставља да се јавља све док не престане дејство притиска. Одговарајући третман подразумева ослобађање од притиска и токсичних хемикалија, углавном сечењем и отварањем коже на месту контаминације. Задобијена повреда може бити веома значајна.

Сва опрема која се користи треба да буде у складу са Законом о здрављу и сигурности на раду (или са другим потребним стандардима) [1].

Ненамерно убризгавање је врло мало вероватно ако се примјењују све мере предострожности. Међутим, уколико се деси да радник буде повређен случајним убризгавањем, повређену особу **одмах** треба одвести код лекара, чак и ако је повреда мања. Закашњење може довести до ампутације прста, руке или ноге, па чак и смрти.

Нека додатна правила за заштиту код безваздушног распршивања су:

- Јединица под притиском не сме никада остати без надзора. Уређај треба искључити, ослободити притисак, укочити окидач пиштоља и искључити напајање пре напуштања радног места.
- Сви прикључци за течност треба да буду декларисани за високе притиске, спојеви сигурно затегнути и проверени пре сваке употребе.
- Црево за течност треба да буде електрично земљено тако да смањује ризик од пражњења статичког електрицитета.
- Треба пратити мере предострожности и упозорења произвођача боје и растварача.
- Било какво небезбедно стање или праксу треба одмах пријавити лицу надлежном за безбедност и здравље на раду.

5.2. Опрема за безваздушно распршивање

Најчешће коришћени систем за распршивање је тип директног снабдевања. У овом систему пумпа ради само током распршивања. Почиње са радом када се пиштољ за распршивање активира и зауставља када се окидач отпусти. Типичан директни систем чине:

- Систем за снабдевање бојом
- Пумпа
- Филтер
- Црево
- Пиштољ за распршивање

5.2.1. Пумпе

Пумпа за безваздушно распршивање је део опреме која извлачи боју из амбалаже и транспортује је под притиском до остатка система. Већина пумпи је реципрочног типа „позитивног хода“ које испоручују боју под притиском и у радном и у повратном ходу. Проток пумпе се декларише у литрима у минути (l/min) и зависи од радног хода пумпе и броја циклуса у минути. Пумпе које се користе у апликацијама за наношење премаза имају проток од 10 до $60 l/min$.

Притисак флуида може варирати, у зависности од конструкције пумпе, од око 5.5 до 45 МПа. Најчешће коришћене пумпе за безваздушно распршивање дају боју под притиском у распону од 10 до 24 МПа и раде на компримовани ваздух.

Иако пумпе могу да раде на компримовани ваздух, ваздух не долази у додир са бојом и не користи се за атомизовање боје; дакле, и даље се ради о безваздушном распршивању. Пумпе могу такође бити са електричним или хидрауличним погоном [4].

Изразни притисак пумпе је назначен у кРа и, у случају пумпи са пнеуматским погоном, зависи од односа притиска ваздуха/површина клипа пнеуматског мотора и притиска течности (боје)/површина клипа пумпе. Другим речима, ове пумпе раде на принципу умножавања, фиксним преносним односом, пнеуматског притиска који обезбеђује компресор, да би се добио потребни притисак боје.

На пример, у пумпи преносног односа 30:1, улазни пнеуматски притисак од 550 кРа (5.5 bar) производи изразни хидраулични притисак боје од отприлике 17 МПа. Типични преносни односи су 25:1, 30:1, 45:1 и 65:1. Пумпе вишег преносног односа су пожељне за распршивање тешких материјала и нарочито ако више пиштоља користи једну пумпу. Рад при ниским амбијенталним температурама и употреба дужих црева такође захтева додатни притисак за успешну атомизацију [6].

5.2.2. Амбалажа за боју код безваздушног система за распршивање

У безваздушним системима, амбалажа са материјалом за фарбање, није под притиском. Материјал премаза се извлачи из амбалаже пумпом у којој се након тога подвргава притиску. С обзиром да се материјал из амбалаже извлачи усисавањем, усисно црево мора да буде армирано да би се спречило његово слепљивање а тиме и смањење протока боје.

5.2.3. Црева и прикључци за систем за безваздушно распршивање

Црево за боју, зависно од његове величине и прикључака, мора бити пројектовано за безбедну употребу на високом притиску (до 52 МПа), који овај систем може да оствари. Црево такође мора бити отпорно на материјале и раствараче који кроз њега пролазе. Најчешће коришћени материјали за израду црева су најлон, тефлон и полиуретан.

Сва црева морају бити електрично уземљена да би се избегло стварање статичког електрицитета. Пиштољ за фарбање такође мора бити уземљен у ризичном окружењу, као што су погони у којима се користи гас или у затвореним просторима.

Дозвољена је само употреба оних прикључака, спојница и других делова, који су пројектовани за инсталације високог притиска.

5.2.3.1. Безбедна употреба црева

Неправилна употреба црева може имати за последицу оштећење самог црева и могућу повреду радника. Цревом се мора руковати са пажњом и трасирати тако да се избегне увртање, абразија, сечење или излагање температури изнад 82°C или испод -18°C.

Пре сваке употребе читаво црево треба проверити тражећи посекотине, места цурења, подеротине, набубрења облоге, оштећења прикључних елемената. Уколико постоји било која од ових неисправности, црево мора бити моментално замењено. Никаква трака или сличан материјалне сме бити употребљен у покушају поправке црева.

Хемикалије или агенси који нису компатибилни са материјалом од којег је црево направљено, не смеју се користити за чишћење црева или из било ког другог разлога.

Хидраулични спојеви морају бити прописно притегнути пре сваке употребе. Није дозвољено никакво спајање или раздвајање водова када су под притиском.

Није дозвољено померати делове система вучењем за црево. Само уземљена хидраулична и пнеуматска црева се могу користити код безваздушног система. Пиштољ такође мора бити уземљен преко спојнице и црева. Осим тога, укупна дужина цревовода не би смела да пређе дужину од 150 m.

5.3. Пиштољи за безваздушно распршивање

Пиштољ за распршивање пропушта боју кроз мали отвор на дизни, при високом притиску, што доводи до атомизовања боје и стварања млаза овалног облика. Постоје два основна типа пиштоља за фарбање:

- Са интерним напајањем – боја под притиском пролази кроз тело пиштоља пре него што бива пропуштена кроз отвор дизне;
- Са екстерним напајањем – боја се допрема до дизне кроз цев изван пиштоља.

Са интерним напајањем



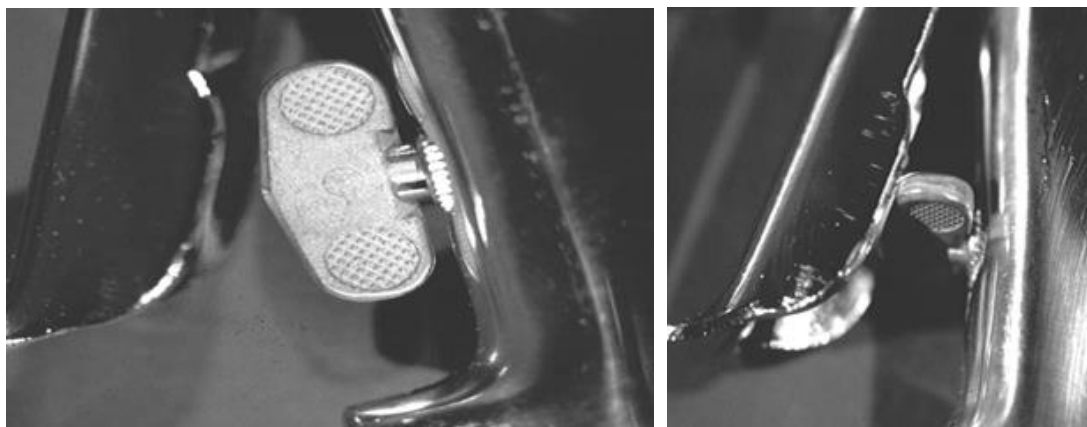
Са екстерним напајањем



Слика 15. Пиштољи за безваздушно распршивање

Главни делови пиштоља за распршивање без употребе ваздуха су:

- Улаз – обично навојни прикључак пречника 6 mm, на који је прикључено уземљено хидраулично црево;
- Транспортна цев – преноси материјал под притиском од улаза до дифузора;
- Сигурносни штитник – према захтеву прописа о безбедности и здрављу на раду обојен је светло наранџасто или црвено. Штитник је пројектован тако да спречава блиски контакт млазнице са деловима тела радника и на тај начин штити од повреда које могу бити проузроковане ињектовањем боје кроз кожу;
- Дизна (калибрисани отвор);
- Заптивка – обезбеђује заптивање између дизне и дифузора, односно спречава цурење боје под високим притиском;
- Дифузор – служи за ефикасно атомизовање течности. Дифузор пречника 2.28 mm са унутрашњом решетком која дели млаз премазног средства под високим притиском. Дифузор такође има и заштитну улогу, конструисан тако да прекине млаз високог притиска ако се окидач пиштоља притисне када дизна није у положају за атомизовање.
- Сигурносна полуга окидача (кочница) – када је у положају „OFF“, као што је приказано на слици 16, кочница спречава нехотично укључење пиштоља, исто као што кочница на ватреном оружју спречава случајно опаљење. Када је у положају „ON“, као што је приказано на слици 16, пиштољ се може активирати и користити [4].



Слика 16. Кочница окидача пиштоља у „ON“ и „OFF“ положају

5.3.1. Избор дизне распршивача

Дизне за распршивање без употребе ваздуха под притиском се производе у великом распону величина. Генерално, направљене су од легуре волфрам карбида. С обзиром да пиштољ ради као *on/off* прекидач и нема никакву регулацију течности нити ваздуха, као код пиштоља који раде на компримовани ваздух, облик и величина млаза се подешава једино избором дизне.

Следећа табела приказује димензије дизни које су најчешће у употреби:

Табела 1: Преглед дизни за безваздушно распршивање

Материјал	Приближни пречник отвора	Типична ширина млаза (на 30 cm од врха пиштоља)
Боја мале вискозности	0.28 mm	15, 20 или 25 cm
Прајмери за прање, основна боја	0.17 до 0.27 mm	15, 20 или 25 cm
Лак, емајл, завршни премази	0.28 до 0.38 mm	15, 20, 25, 30 cm
Индустријски прајмери	0.38 до 0.53 mm	15, 20, 25, 30 cm
Напомена: уз горе наведене дизне неопходно је користити мрежасте филтере типа 100		
Средње или јако вискозни премази: винили, акрили, латекс, алкиди	око 0.43 mm	15, 20, 25, 30 cm
Густи премази	0.48 до 0.63 mm	20, 25, 30, 35 cm
Превлаке од безбојног лака	0.63 до 1.0 mm	25, 30, 35 cm
Напомена: уз горе наведене дизне неопходно је користити мрежасте филтере типа 60		

Различите ширине млаза се добијају различитим облицима отвора исте величине. На пример дизна са отвором 0.33 mm може произвести млаз ширине 15-20 cm, 20-25 cm, или 25-30 cm; обрнуто, ширина млаза од 15-20 cm може се добити са дизнама пречника отвора 0.28, 0.33, 0.38, 0.43, или 0.48 cm [5].

Јако вискозни или крупнозрнасти премази обично захтевају дизне са већим пречником отвора.

Како је раније речено, пумпе се декларишу према количини боје коју могу да испоруче у минути када раде максималном брзином. Дизне се декларишу према количини боје у литрима коју могу да пропусте. Да би се обезбедио стабилан рад система, пумпа мора да буде димензионисана тако да даје већи проток од оног који може дизна да пропусти.

Иако пумпа од 2.83 l / min ретко испоручује 2.83 l у минути због пиштоља, а млазница 0,75 l / min ће ретко прскати 0,75 l у минути из истог разлога, мора се запамтити да је проток важан фактор, и да мора да постоји сагласност између дизне и пумпе. На пример, дизна од 0.53 mm има проток од 1.6 l / min и захтева пумпу са протоком од најмање 2.5 l / min или већим. Такође треба напоменути да пиштољ са дизном од 0,1 l / min никада неће пропустити више од 1.6 l / min, било да га снабдева пумпа од 1.24 l / min или велика пумпа од 26 l / min.

Предност коришћења пумпе са већим протоком од протока пиштоља је што пумпа може да ради спорије, траје дуже и има резервни капацитет за рад са већом дизном, са више од једног пиштоља или са дужим цревом.

Када се користи више пиштоља из једне пумпе, корисник мора да урачуна протоке свих дизни, како би изабрао пумпу са одговарајућим протоком. На пример, дизна са отвором 0.53 mm има проток од 1.6 l / min. Стога, два таква пиштоља могу да остваре укупан проток од 3,21 l / min и захтевају пумпу са најмање 6,22 l / min или већу [6].

Постоји неколико конфигурација млазница:

- Стандардна млазница – даје једну ширину млаза и има једну димензију рупе. Уколико дође до зачепљења, систем мора да буде искључен и ослобођен притиска пре него што се скине заштитни поклопац и замени или очисти дизна. Напомена: никада не покушавати скидање млазнице пиштоља док је систем под притиском.
- Подесива млазница – има дизну великог пречника и навојну иглу од волфрам-карбида чијим се померањем напред-назад подешава величине отвора. Може се постићи широк дијапазон величине отвора.

Обртне млазнице:

- Лоптасте млазнице имају конусни отвор за распршивање и у случају зачепљења се могу окренути за 180°, окретањем ручице. Пиштољ се затим активира и зачепљење се избацује из дизне. Полуга се обрће поново у свој почетни положај, а пиштољ је поново спреман за употребу.
- Цилиндричне млазнице имају цилиндрични отвор за распршивање. Операција је идентична као са лоптастом млазницом. Ако дође до зачепљења, цилиндар се може преокренути, пиштољ се активира, а препрека бива избачена.

5.3.2. Техника примене

Добра техника за безваздушни систем за распршивање је слична као за распршивање ваздухом, осим:

- пиштољ се држи даље од радне површине
- дебљина слоја је већа, што захтева мањи број пролаза

- постоји већи трзај када се активира пиштољ
- пиштољ за фарбање треба држати 350 до 450 mm од радне површине. Растојање се разликује од способности боје за покривање, врсте површине на коју се наноси боја распршивањем и жељеног облика површине. Такође, пиштољ би требало да буде скоро управан на површину.
- Оператер треба да покуша да одржи ширину млаза од 200 до 300 mm. Ово даје добар облик површине. Ако пиштољ није праволинијски на површину и унутар 350 mm требало би користити млазницу са мањим углом расипања, како би се одржала одговарајућа ширина млаза.
- Бразде, улегнућа или танак премаз могу настати због лоше технике оператера, али су често узроковане и неправилним избором млазнице. Када се млазница похаба, угао млаза се сужава, дајући пребогат слој. Уопштено, млазницу треба заменити након наношења максимално од 380 до 520 l премазног средства.
- Покренути пиштољ пре него што се активира и отпустити окидач након што млаз напусти радну површину, ако је могуће. Померати пиштољ сталном брзином читавим ходом.
- За шири млаз распршивања држати пиштољ даље од радне површине или користити млазницу са ширим углом распршивања. Међутим, овако ће бити нанесен тањи слој боје, па је потребно, да би се одржала иста дебљина слоја, уз то користити већу млазницу и / или спорије померати пиштољ.
- За наношење веће дебљине премаза, спорије померати пиштољ или држати пиштољ ближе радној површини. Међутим, ово ће дати уже распршивање; да бисе одржало исту ширину млаза, мора бити млазница са већим углом распршивања. У супротном, користити већу дизну за дебљи слој.
- Приликом фарбања сложених облика или предмета са критичним подручјима, извести најбољу комбинацију покрета пиштоља за распршивање како би се добило добру покривеност без превеликог или недовољног наношења боје.

Следећа листа описује неке начине за отклањање грешака код безваздушног распршивања:

Проблем на офарбаној површини: Репови, прсти

Узрок: Лош доток материјала; боја није атомизована

Корекција: Повећати притисак боје; повећати пречник дизне; смањити вискозност материјала; очистити пиштољ и филтере; смањити број пиштоља на једној пумпи; убацити уметак

Проблем на офарбаној површини: Млаз се шири и скупља

Узрок: Доток материјала пулсира

Корекција:

- а. ставити мању дизну;
- б. Уградити пулсну комору или је испразнити, ако већ постоји;
- в. Смањити број пиштоља на једној пумпи;
- г. Повећати проток ваздуха на пнеуматском мотору;
- д. Очистити систем од прљавштине;
- ђ. Проверити усисно црево на цурење

Проблем на офарбаној површини: Неуравнотежен слој боје

Узрок: Похабана диза

Корекција: Заменити дизну

5.4. Техника фарбања

Брже фарбање у индустријским условима је основни разлог за примену наношења боје распршивањем уместо четком или ваљком. Ова предност можда неће доћи до изражаја ако се фарбају релативно мале површине или ако су површине за фарбање сувише комплексне [1].

Главна ствар коју треба запамтити у вези технике распршивања је да су и материјал и опрема пројектовани тако да најбоље раде ако је пиштољ за фарбање увек на истој удаљености од радне површине (приближно 45 cm). Ово су основна правила која треба поштовати у практичној примени распршивања:

- Пиштољ за фарбање треба померати паралелно радној површини, без кружних покрета;
- Не треба неумерено додавати разређивач у материјал за фарбање зато што се тиме мењају карактеристике протока и атомизовања;
- Треба обратити посебну пажњу ако се фарбају површине комплексних облика, углови и сл.

Уопштено, није уобичајено да се у индустријским условима користи конвенционална опрема за распршивање; уместо ње, користи се опрема за распршивање без компримованог ваздуха. У поређењу једног и другог система, метод безваздушног распршивања има следеће предности:

- због веће ширине млаза који се добија и веће издашности боје, може се релативно брзо добити филм веће дебљине што је неопходно за остварење високе издржљивости модерних премаза. Специфично дизајниране боје високог вискозитета и са великом количином чврстих честица су нарочито подесне да искористе предности ове методе наношења, иако се и конвенционални материјали могу успешно користити с правилним одабиром величине млазнице и притиска.
- има мање магле у млазу због одсуства експандирајућег ваздуха. Ово не значи да је овај метод економичнији са аспекта потрошње боје, али се може користити у затвореним просторима као што су дубоки резервоари и сл. Зато што смањење магле чини радне услове у затвореном знатно прихватљивијим.
- обично, боје које се користе код безваздушног система, није потребно разређивати, па се на тај начин штеди и материјал и време.

5.4.1. Руковање

Опрема за безваздушно распршивање је веома једноставна за руковање. Само једно подешавање је неопходно да би се контролисао проток и нема потребе за балансирањем односа притисака ваздуха и боје, да би се остварила непрекорна атомизација. Ширина млаза не може бити измењена променом притиска флуида већ само типом млазнице и вискозношћу материјала који се користи.

Техника распршивања благо се разликује од конвенционалног распршивања. Пиштољ треба држати управно на радну површину током фарбања на удаљености од 350 to 450 mm. Да би се добио потребан квалитет површине, у сваком следећем пролазу слој боје може преклапати претходни за 50%, али је брзина померања пиштоља већа од нормалног распршивања.

Континуална промена протока боје у току фарбања није могућа применом ове методе; окидач мора бити притиснут до крајњег положаја на почетку сваког пролаза и отпуштен на крају. Кретање пиштоља треба започети пре притиска на окидач а кретање треба наставити неко време и после отпуштања окидача, да би се осигурало да ће кретање пиштоља имати константну брзину за све време фарбања.

Табела 2. Пиштољи за безваздушно распршивање: спецификација типова

Отвор млазнице	Угао млаза	Ширина млаза	Проток флуида
(mm)	(°)	(mm)	(l/min)
0.23	10 до 50	70 до 230	0.39
0.28	10 до 80	70 до 350	0.57
0.33	10 до 80	70 до 350	0.76
0.38	10 до 80	90 до 350	1.3
0.45	20 до 80	140 до 350	1.6
0.58	20 до 80	140 до 350	2.3

Користити следеће упутство при избору млазнице:

- танак слој наношења материјала захтева мали отвор млазнице; дебљи слој наношења захтева дизну већег пречника.
- већи пречник млазнице даје већи проток боје и убрзава процес фарбања.
- одабрати најмању млазницу која одговара конкретном материјалу.
- одабрати што већи угао и што већу ширину млаза.
- за већи пречник дизне потребна је и пумпа са већим протоком и већа количина компримованог ваздуха (ако је пумпа са пнеуматским погоном).
- ако је дебљина боје исувише мала за пречник дизне која се користи, потребно је повећати проток пумпе за снабдевање бојом, па ће фреквенција укључивања пумпе бити већа.

5.4.2. Подесиве млазнице

Доступне су у четири димензије и могу се монтирати на већину пиштоља. Окретањем дугмета за подешавање могу се подешавати ширина млаза, као и количина боје која се наноси.

5.4.3. Чишћење дизни

Када се окрене одговарајућа полуга, дизна распршивача се преокреће. Укључивањем пиштоља у овом положају избацују се честице које су евентуално узрок блокаде млазнице. После тога, дизна се враћа у нормални радни положај. Овај се поступак обично назива повратно чишћење.

5.4.4. Мешање боје

У већини превлака, нарочито у јако пигментисаним материјалима као што су прајмери богати цинком и љуспастим гвожђе-оксидним превлакама, појавиће се талог у току складиштења. Уколико боја није пажљиво измешана пре употребе, поступак фарбања неће дати задовољавајуће резултате. Слабо покривање, споро сушење, слаб сјај и други проблеми често настају због неуспешног мешања боје пре употребе.

За мешање боје треба користити мешалице са широким клинастим ивицама, са ергономском ручком и довољне дужине да могу досећи дно амбалаже. Сав талог треба мешати кружним покретима мешалице, уз њено подизање и спуштање у материјал. За мешање велике количине материјала (20 l), препоручљиво је користити механички миксер по могућству са погоном на компримовани ваздух.

За неке густе и јако вискозне премазе, укључујући и цинком богате основне боје, употреба механичког миксера је обавезна и дефинисана у упутству за употребу које доставља произвођач боје. У таквим случајевима, мешање ручним мешачима није препоручљиво и не треба да буде дозвољено.

Многи од резервоара за конвенционално распршивање су опремљени уграђеним механичким мешалицама. Генерално, опрема за безваздушно распршивање не садржи аутоматизоване мешаче [4].

Када се боја наноси распршивањем, додавање извесне количине разређивача је неопходно. У нормалним условима није потребно додати више од 10% препорученог разређивача да би боја била спремна за употребу. Прекомерну употребу разређивача треба избегавати јер тако нанета боја има мању дебљину слоја, мању трајност и нижу отпорност на корозију. Уопштено, разређивање боје треба избегавати осим када је неопходно. Ако је разређивање потребно, треба га обавити под надзором супервизора и одговарајућим разређивачем. Други разлог за избегавање разређивача је потреба усаглашавања са прописима о испарљивим органским супстанцама. Све строжије регулативе имају за циљ смањење емисије испарења растварача у атмосферу. Додавање разређивача у боју веома повећава вредност испарљивих органских супстанци преко нивоа декларисаног за конкретан производ.

У случајевима када се ради о дво- или више компонентним премазима, када се материјал испоручује у више паковања, веома је битно да се материјали мешају у односу који је предвидео произвођач. Упутства произвођача за мешање вишекомпонентних премаза треба пратити и у погледу величине паковања у односу на потребе.

Генерално, није препоручљиво дељење садржаја паковања (нпр 2.5 l од 5-литарског комплета). Идеално би било да се боја наручује у мањим паковањима како би се омогућило правилно мешање компоненти за мање потребе.

Ако се већа паковања деле на мања, због потреба за фарбањем, веома важно је да материјал свих компоненти буде добро и правилно измешан, пре одмеравања и да одмеравање буде изведено што тачније. Треба измешати само онолико боје колико је потребно за извршење одређеног посла. Уколико извесна количина боје преостане, потребно ју је одложити на прописан начин. Она више не може бити враћена у оригиналну амбалажу [5].

Четке, прибор за распршивање или други алат за фарбање треба опрати препорученим средством непосредно по завршетку фарбања, а у неким посебним случајевима и у паузама у току радног времена, зато што се премазно средство може брзо стврднути и изазвати штету и кашњење, нарочито код употребе опреме за безваздушно распршивање.

5.4.5. Наношење боје

Овај подсетник о поступцима током наношења боје се може применити на обе технике распршивања.

- Пре почетка фарбања радник треба да провери да ли пиштољ даје нормалну ширину млаза
- Оператер мора да подеси пиштољ да би добио оптимални облик млаза
- Држати све време пиштољ управно на радну површину, на константном растојању од око 25 до 30 cm
- Боја се наноси слободном руком, кретањем пиштоља паралелно радној површини и држећи пиштољ управно на површину. Окидање пиштоља се врши непосредно пре него што млазница наиђе изнад ивице површине коју треба фарбати. Окидач треба држати притиснутим све време континуалног кретања пиштоља, све док се не дође до друге ивице радне површине. Окидач се тада отпушта, прекидајући флуидну струју, али се још кратко наставља са кретањем пиштоља пре него што се крене у супротном смеру у следећи пролаз. На исти начин се обавља фарбање у повратном ходу.
- У сваком пролазу треба преклопити боју нанету у претходном пролазу, за 50%. Померати пиштољ константном брзином са притиснутим окидачем, док материјал протиче константним протоком. Преклоп од 50% обезбеђује хомогеност офарбане површине [5].
- Кружење пиштољем при фарбању даје неравномерну покривеност радне површине и нагомилавање боје на крају сваког пролаза. На овај начин се повећавају и губици боје, чак до 65%.

Поједине посебне технике се могу примењивати за добијање специфичних типова премаза:

- Лепљиви премаз – танак слој основне боје се наноси на површину и дозвољава наношење завршног слоја преко њега, док је још лепљив (није потпуно сув). Овај основни слој се суши само неколико минута пре наношења завршног слоја, распршивањем. Ова метода дозвољава наношење тешких и влажних премаза без појаве неравнина и трагова.
- Пун влажни премаз - тешки, сјајни премаз, наноси се одједном у пуној дебљини. Захтева посебну вештину и искуство у распршивању тешких премаза.
- Магловити премаз - некомплетан слој боје нанет распршивањем, примењен веома брзим кретањем пиштоља. Идеја је да се делимично истисне ваздух из порозних премаза, попут неорганског прајмера на бази цинка, пре наношења завршне превлаке.
- Тракасти слој - посебан слој примењен на ивицама, угловима, варовима и другим угроженим подручјима како би се обезбедила додатна дебљина на тим локацијама. Овај слој се наноси четком (нарочито се препоручује за наношење прајмера) и може се наносити једном у процесу фарбања.

Ове технике немају универзалну примену, док се неке од њих примењују само у одређеним географским подручјима. На пример, магличасти премаз је осмишљен у САД да би се избегла потреба за међуфарбањем када се прекривају порозне површине после наношења прајмера. Неки корисници и даље преферирају употребу специјалног пенетрирајућег међуслоја у односу на технику магличастиог фарбања.

5.4.6. Углови и ивице

Велике, равне површине су далеко лакше за фарбање од углова, ивица, завртњева, навртки, закивака и сл. Веома је важно за контролоре квалитета фарбања да обрате посебну пажњу на ове, за фарбање неприступачне зоне.

Неприступачне зоне, као што су ивице и углови, могу бити према потреби најпре тракасто зафарбане, а затим боја буде нанета распршивањем, пре него на остале површине. Тракаста боја се често наноси четком у овим неприступачним зонама. Радник затим треба да упери пиштољ директно на ивицу или угао тако да по половина млаза покрива сваку страну подједнако и мора држати пиштољ нешто ближе радној површини него иначе. Са конвенционалним распршивањем, фарбар би требало да, подешавањем одговарајућег завртња, смањи ширину млаза [4].

Ако се пиштољ приближи радној површини, треба убрзати кретање пиштоља, како би се компензовало то што се нормална количина боје сада наноси на много мању површину.

Посебна пажња треба да буде посвећена фарбању завртњева, навртки, навоја и закивака. То су критичне зоне које треба правилно офарбати да би боја била равномерно нанета на све површине.

Када се фарбају закривљене површине, радник треба да колико је могуће држи пиштољ управно на површину у сваком тренутку и да тежи да добије што квалитетније офарбану површину.

Најпре се фарбају ивице и углови а тек после тога равне и приближно равне површине.

5.5. Фарбање - контрола квалитета

5.5.1. Тестирање боје на лицу места

Распон тестова боје који се могу успешно обавити на лицу места у време фарбања, ограничен је и тежином руковања сложенем лабораторијском опремом и недостатком лабораторијског искуства већине особља на лицу места. У пракси, заједничка испитивања која се могу извршити су:

- Провера вискозитета – да би се проверила адекватност карактеристика протока и количина додатог разређивача



Слика 17. Провера вискозности

- Провера дебљине влажног филма – провера да ли ће филм достићи жељену дебљину кад се осуши
- Визуелна провера – у каквом је стању боја, серијски бројеви, рок трајања, стање амбалаже, садржај декларација и сл. Након наношења могу се вршити визуелне контроле сувог слоја (сјај, прескоци, ситне рупице у премазу итд.)

5.5.2. Провера дебљине влажног филма

Мерење дебљине филма мокре боје даје корисне информације контролору или оператеру како би се осигурало да ће на артикал који се фарба бити нанета равномерна и тачна дебљина филма. Коришћење чешља за влажан филм у овој фази рада помаже у спречавању прављења шкарта, чије отклањање само по себи траје пуно времена и стога је скупо [4].

Најчешће коришћени инструмент за мерење дебљине влажног филма (WFT) је чешљасти мерач. Мерење WFT треба извршити што је пре могуће након наношења премаза. мерач може оставити трагове на офарбаним површинама који могу негативно утицати на интегритет слоја. Ове трагове треба одмах прекрити новим премазом како би се избегле рупе. WFT мерач се употребљава према упутству произвођача.

5.5.3. Провера дебљине сувог филма (DFT)

DFT се обично мери помоћу електронског или магнетног мерача. Инструмент мора бити калибрисан ако се врше прецизна мерења. За најбоље резултате:

- Калибрисати инструмент на челику са профилем површине који одговара профилима обојене површине на којој ће бити вршено мерење.
- Користећи подметаче познате дебљине, калибрисати инструмент у очекиваном опсегу DFT.

Када се спецификацијом превлаке за мерење захтева одређени стандард или метод, тај метод треба користити [1].

5.5.4. Метеоролошки услови

Наношење превлаке у лошим временским условима вероватно ће резултовати мањим квалитетом премазног филма и смањеном заштитом. Контрола квалитета на лицу места треба да прати релативну влажност, тачку росе и температуру површине на коју се превлака наноси, како би се избегли проблеми са:

- Наношењем премаза на влажну површину
- Влагом која почиње да делује на свежу боју убрзо након наношења
- Наношењем боје када је температура прениска да би се поступак очвршћавања наставио
- Наношењем премаза када је површинска температура превисока па се ремети процес очвршћавања филма
- Растварачима премаза који не могу испарити, због високог парцијалног притиска паре (тј. великих количина водене паре у ваздуху)
- Генерално, ово је спецификација потребних услова:
 - температура ваздуха већа од 5 °C
 - површина која се премазује мора бити сува
 - релативна влажност испод 90%
 - температура челичне површине најмање 3 °C изнад тачке росе [2].

Ако било који од ових услова није испуњен, наношење премаза се не сме изводити, осим по посебној дозволи.

5.5.5. Радно искуство

Лоше наношење премаза је главни фактор грешке код фарбања. Типични проблеми који настају због лоше технике фарбања могу укључивати:

- незадовољавајућа дебљина
- појава рупица
- нагомилавање боје
- дисконтинуитети
- честице рђе у превлаци

Скоро све грешке везане за поступак наношења боје се јављају због неискуства радника, иако то може звучати престрого. Неискуство се односи на практична питања као што је држање пиштоља за распршивање преблизу или предалеко од површине или под оштрим углом на површину која се фарба.

Ове ствари су у великој мери питање тренинга, што доводи до једноставног недостатка разумевања о томе шта узрокује проблеме са фарбањем. Битно је да су радници обучени у вештинама наношења боје, посебно они који раде са модерним премазима високих перформанси. Добра обученост радника се не може гарантовати. Контролор мора бити обучен да препозна прихватљив квалитет рада.

5.5.6. Непрописна дебљина слоја

Ако је премаз превише танак, може доћи до тачкасте корозије; ако је превише дебео, премаз може пуцати. Велика дебљина слоја може бити већи проблем од мале дебљине слоја, услед појаве унутрашњих напона током сушења премаза и процеса очвршћавања, а теже се поправља од превише ниског DFT.



Слика 18. Непрописна дебљина слоја

Превише дебели премази могу задржати растварач, што доводи до проблема са очвршћавањем и појаве мехурића (пликова) на офарбаној површини у екстремним случајевима. Са полимеризованим премазима, нарочито онима намењеним за наношење са високим DFT (500 μm по слоју или више), може доћи до унутрашњег скупљања због прекомерне дебљине која доводи до пуцања, љускања или деламинације (губитка адхезије). Треба водити рачуна о томе да апликација остаје у оквиру препоручених параметара, посебно дебљина филма [4].

Премазе треба нанети у равном, равномерном слоју, дозвољавајући премазу да покваси површину. Користити танке, вишеструке пролазе са 50% преклапања да би се постигло јединствени филм и на крају одговарајућу завршну дебљину.

Примена поступка са наношењем слоја у једном пролазу захтева посебну пажњу. Грешке у наношењу слоја веће дебљине не могу се лако исправити па је важно да се задовољавајући квалитет добије одједном.

5.5.7. Рупице

Рупице су мале (видљиве) рупе у слоју, често узроковане применом дебљег органског премаза преко порозне површине (нпр. премазивање епоксида преко бетона или преко неорганског цинка). Премази са погрешном количином растварача могу такође узроковати појаву рупица због немогућности растварача да испари из брзо осушеног премаза. Високе температуре околине могу такође довести до појаве рупица, јер се филм суши брже.



Слика 19. Рупице у површини

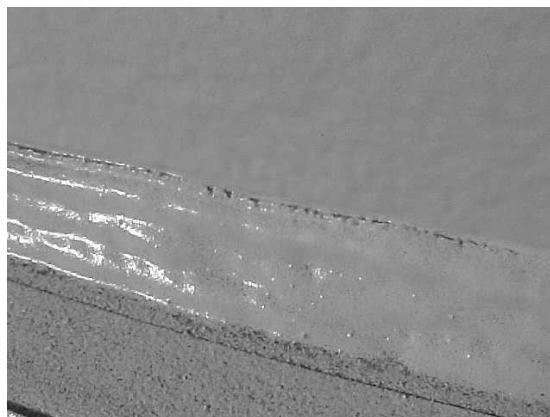
Брзо сушење премаза, као што је код винил или хлориране гуме, највероватније ће изазвати ефекат рупица. Брзо сушење површине не дозвољава ваздуху (убачен у боју при распршивању) или растварачу да напусти обојену површину. Назив који се често даје том ефекту је гасирање.

Ефекат се често може видети непосредно након наношења премаза, у виду мехурића, сличне површине кључале воде. Паре могу у потпуности да напусте површину и рупице да се затворе док је премаз у течном стању. Сваки прекид овог процеса изазваће очвршћавање филма премаза пре него што ваздух и разређивач испаре. Као резултат тога појавиће се мехурићи или пликови на површини, као и кратери после пуцања пликова. Додавање додатних разређивача или погрешних разређивача повећава вероватноћу формирања рупица.

Да би се ограничила појава рупица када се премази наносе на порозне подлоге, радник може нанети танак слој премаза, који може продрети у подлогу. Алтернативно, разређивање премаза до 50% разређивача може помоћи продору у подлогу и постићи бољу адхезију [2].

5.5.8. Прекомерно наношење боје / суви спреј

Ова грешка се јавља када боја приликом распршивања пада на површину која није предвиђена за фарбање. Ово се највероватније јавља када апликатор не успе да активира пиштољ на време, настављајући наношење боје на почетку или крају сваког пролаза, што доводи до наношења премаза изван циљних подручја. Боја се лепи на површину до које долази, формирајући грубу превлаку [2].



Слика 20. Прекомерно наношење боје

Суви спреј је ефекат сличан прекомерном наношењу боје и обично оставља грубу површину премаза која изгледа као прашина абразива. Суви спреј је слабо везан за обојене површине и може, у неким случајевима, створити довољно прашине да се отежа адекватно лепљење следећег слоја боје, што доводи до слабљења адхезије у систему. Проблем се може увећати лепљењем друге прашине и других загађивача на грубу површину пре наношења следећег премаза.

Већа је вероватноћа да ће се појавити суви спреј када радник ради на одређеној висини, па честице боје падају, сушећи се у паду, или када ветар дува и честице боје буду понете ветром.

Оператер треба да обезбеди исправно подешавање пиштоља за распршивање и наношење превлаке, на оптималном растојању од површине. Премаз треба да буде у течном стању када дође до радне површине и овлажи површину. Превлаке треба генерално нанети у неколико вишеструких пролаза који се преклапају са 50%.

5.5.9. Прескоци (дисконтинуитети)

Прескоци су голе флекуе, флекуе са танким слојем премаза где је радна површина недовољно покривена. Уопштено се чешће јављају када се за распршивање користи боја која је иначе намењена за наношење потапањем. Код оваквих грешака може се појавити тачкаста корозија [2].



Слика 21. Дисконтинуитети (напомена: рупице се такође могу сматрати прескоцима)

5.5.10. Лоша обученост

Ова универзална фраза може обухватити многе факторе грешака у примени - свака од њих може узроковати лош квалитет премазане површине. Наношење превлака на видљиве нечистоће, неправилно наношење превлака (било сувише танко или сувише дебело, са пругама или удубљењима, рупице, прекомерно наношење боје итд.) - све ове грешке могу бити кориговане или избегнуте уз боље технике фарбања.

5.6. Наношење боје распршивањем: задатак контролора

Многи дефекти у фарбању настају у фази наношења боје распршивањем. Одговарајућа опрема, поступци и технике су од суштинског значаја за успешну примену било ког премаза [4].

Опремену за наношење распршивањем треба испитати како би се утврдило да ли има адекватне уређаје за регулацију притиска и тачне манометре.

Доводна црева треба да имају довољно велики пречник како би се спречио прекомерни пад притиска у њима, а компресори би требало да имају довољан капацитет за снабдевање свих ваздушних алата и опреме која се користи истовремено. Унутрашњост црева за флуиде мора бити чиста.

Филтери и сепаратори за уклањање уља и воде из извора компримованог ваздуха треба да раде ефикасно, како би се осигурало да ваздух не наноси видљиве капљице уља или воде на радну површину.

Квалитет ваздуха за распршивање се може проверити помоћу *blotter* теста (ASTM D 4285).

Сви пиштољи за распршивање треба да буду чисти и у добром радном стању. Код конвенционалних пиштоља за распршивање ваздухом, ваздушни наглавак, игличасти вентил и млазницу за наношење одређеног премаза треба одабрати у складу са препорукама произвођача премаза и опреме за распршивање. Треба проверити уједначеност премаза који се наноси распршивањем. Код пиштоља за безваздушно распршивање, диза која се користи треба да буде изабрана према препорукама произвођача премаза [2].

Када се користи премаз богат цинком, треба проверити да ли су резервоари за боју опремљени одговарајућим мешалицама, неопходним за одржавање хомогености премаза. Уколико мешалице не постоје, треба проверити да ли у посуди постоји талог.

Механичке мешалице обавезно треба користити када се користи амбалажа за боју запремине 20 l и више. Током безваздушног распршивања, оператер или помоћник морају повремено да проверавају да ли је мешавина погодна за употребу.

У конвенционалним резервоарима под притиском, миксер може бити интегрални део конструкције. Мешач резервоара под притиском треба користити само да би се компоненте премаза одржале у суспензији, а не као примарни уређај за мешање.

Радни притисак за распршивање не би требало да буде већи од потребног за добијање слоја задовољавајуће атомизације, с обзиром на то да високи притисци могу довести до прекомерног наношења боје и стварања магле.

Идеално растојање између распршивача и површине може се разликовати у зависности од опреме која се користи, али треба да буде уједначено и не треба дозволити уобичајену навику повећања радног опсега радника, удаљавањем од радне површине. Технике оператора и подешавања пиштоља треба поштовати, како би се избегли недостаци који би резултирали неједнаком дебљином превлаке.

Употреба мерача дебљине мокрог и сувог филма може бити јако корисна за напоре радника у покушају да оствари равномерност у наношењу превлака. Мерач DFT треба користити за коначно одређивање прихватљивости премаза.

Контролор треба да обрати посебну пажњу на фарбање пукотина, углова, варова, завртњева, закивака, оштрих ивица, имајући у виду да су ове зоне често занемарене у поступку наношења боје распршивањем и не могу се лако проверити мерачима дебљине слоја [6].

Површине које су тешко доступне за фарбање пиштољем, треба офарбати четком или другом методом.

Неки од премаза имају особину да премосте пукотине у радној површини уместо да их попуне. У таквим случајевима треба применити тракасто наношење премаза. На тај начин се боја принудно убацује у напрслине и уске прорезе.

Према процедури за фарбање, неки од задатака контролора могу бити и дефинисање опреме и погодне технологије фарбања на радном месту, укључујући:

- резервоар под притиском са мешалицом, регулаторе притиска и манометре за конвенционални систем распршивања;
- пумпу за систем безваздушног распршивања
- одговарајући квалитет четки или ваљака
- црева (за ваздух и боју, ако је потребно)
- одвајаче влаге и уља
- пиштоље за распршивање

Остале одговорности контролора могу укључивати:

Надгледање и верификација процедура за руковање премазима, укључујући:

- Миксовање боје
- Разређивање
- Мешање
- Безбедно складиштење
- Рок трајања

Надгледање поступка фарбања, укључујући:

- Одговарајући радни притисак
- Подједнако растојање пиштоља у свим фазама рада
- Достизање захтеваних вредности за WFT и DFT
- Задовољавајући квалитет фарбања тешко доступних површина
- Поштовање прописа о заштити на раду, укључујући:
 - Опасност од пожара
 - Опрема за дисање
 - Доступност MSDS информација

Контролори морају осигурати сопствену сигурност. Ово се најбоље постиже познавањем и поштовањем правила о безбедности и здрављу на раду.

6. Закључак

Циљ овог дипломског рада је детаљно представљање метода које се користе за наношење заштитних органских превлака на површинама различитих метала.

Наведене су предности и недостаци код примене ваздушног и безваздушног распршивања. Такође је наведена прописана заштитна опрема радника који изводи операцију наношења превлаке распршивањем (апаратура за дисање).

Представљен је преглед класичне опреме за ваздушно и безваздушно распршивање (црева, посуде под притиском, пумпе, пиштољи).

Детаљно су описани делови пиштоља са ваздушним и безваздушним распршивањем и побројани су неки од уобичајених проблема који се јављају приликом коришћења пиштоља.

У последњем поглављу представљене су технике наношења боје, руковање опремом као и сама контрола квалитета офарбаних површина.

7. Литература

1. В. Вујичић, Корозија и технологија заштите метала, Војна академија, Београд, 2002.
2. В. Ђоровић, Ј. Антић, С. Кочовић, М. Радић, Заштита од корозије у аутоиндустрији, Крагујевац, 2002.
3. Б. Васиљевић, Б. Недић, Модификовање површина, основне технологије модификовања, помоћни универзитетски уџбеник (приручник), Машински факултет, Крагујевац, 2003.
4. Coating Inspector Program, Level 1, Student Manual, NACE International, 2007.
5. Louis D. Vincent, The Protective Coating Users Handbook, NACE International, 2004.
6. A.S. Khanna, High-Performance Organic Coatings, Woodhead Publishing Limited, 2008.