

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

Назив студијског програма: Војноиндустријско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Пројектили и упаљачи

Предмет: Корозија и заштита материјала

Број индекса: 512/2013



Јована Н. Јовановић

**Инспекција процеса наношења превлака у циљу заштите
метала од корозије**

Дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Доц. др Михаел Бучко – ментор

Датум одбране: _____

2. _____

Оцена: _____

3. _____

Крагујевац 2018.

У оквиру овог дипломског рада кандидат треба да:

1. Наведе факторе који утичу на корозију, последице које изазива корозија и методе заштите од корозије
2. Опише органске заштитне премазе
3. Наведе послове инспектора за превлаке
4. Опише програм теоријске обуке за инспекторе за превлаке.

Препоручена литература:

1. В. Вујчић, *Корозија и технологија заштите метала*, Војна академија, Београд, 2002.
2. В. Б. Мишковић-Станковић, *Органске заштитне превлаке*, Савез инжењера и техничара за ЗМ србије, Београд, 2001.
3. Coating Inspector Program, Level 1, Student Manual, NACE International, December 2007.
4. Tom Swan, *The Coating Inspectors Handbook*, Testco, TX, 2015.
5. A. Bahadori, *Essentials of Coating, Painting, and Lining for the Oil, Gas and Petrochemical Industries*, Chapter 1 - Surface Preparation for Coating, Painting, and Lining, 1-105, 2015.

Крагујевац, 23.03.2018.

Ментор:

Доц. др Михаел Бучко

Садржај

1. Увод.....	5
2. Корозија и контрола корозије	6
2.1. Дефиниција.....	6
2.2. Елементи корозионе ћелије.....	7
2.3. Корозија челичних конструкција	9
2.4. Ефекти спољних фактора на корозију	10
2.5. Окружење и корозија.....	11
2.6. Последице корозије.....	14
2.7. Контрола корозије.....	15
3. Органски заштитни премази	19
3.1. Термини везани за премазе	19
3.2. Компоненте премаза	20
3.3. Прописи у вези са испарљивим органским једињењима (VOCs-Volatile Organic Compounds)	30
3.4. Безбедност код употребе премазних средстава	31
3.5. Адитиви.....	32
3.6. Механизам очвршћавања (сушења) премаза.....	32
4. Посао инспектора за превлаке	34
4.1. Функција инспектора.....	35
4.2. Ограничење одговорности	35
5. Премази и инспектор	37
5.1. Спорни тренуци приликом вршења надзора	37
5.2. Спецификација премаза.....	43
5.2.1. Дефиниција спецификације премаза.....	43
5.2.2. Пример лоше написане спецификације (опис за надземни водоторањ):.....	43
5.2.3. Спецификација премаза и инспектор за надзор примене премаза	44
5.2.4. Елементи типичне спецификације премаза	45
6. Програм теоријске обуке за инспектора за превлаке	64
6.1. СР ниво 1—Задатак курса.....	64
6.2. СР ниво 2—Задатак курса.....	65
6.3. Испит пред колегама инспекторима—Задатак курса	66

6.4. NASE политика – коришћење логоа, сертификационог броја и титуле.....	66
6.4.1. Програм за ажурирање и обнову	67
6.5. СРП ниво 1 - преглед	67
6.5.1. Предавања.....	68
6.5.2. Лабораторије за увежбавање практичних радњи.....	68
6.5.3. Испити.....	69
7. Закључак	70
8. Литература.....	71

1. Увод

Најраширенији метод заштите металних конструкција од корозије, је наношење превлака, које могу бити металне, неметалне или органске. Да би превлака успешно испунила своју функцију у предвиђеном периоду, потребно је задовољити неколико услова: правилно припремити супстрат, изабрати одговарајући тип превлаке, правилно нанети превлаку и омогућити правило сушење превлаке [1].

Инспектори за превлаке су лица која воде рачуна о томе да се испоштују сви претходно наведени услови. Њих ангажују предузећа која се баве наношењем превлака, или предузећа која наручују посао наношења превлака. Инспектори могу бити ангажовани на великим пројектима (заштита великих резервоара за гориво или цевовода) или на малим пројектима (заштита пловних објеката) [2].

У овом дипломском раду је описан процес контроле наношења органских превлака у циљу заштите металних конструкција од корозије. У првом делу рада, описан је процес корозије и набројане су методе заштите од ове појаве. У другом делу дат је приказ органских премазних средстава која се користе у циљу добијања заштитних превлака. У трећем делу рада је описан процес контроле наношења заштитних превлака и набројани су задаци лица која врше наведену контролу.

Најпознатија институција за борбу против корозије у свету, где се врши обука лица за стицање лиценце инспектора за превлаке, је Међународно удружење инжењера за корозију, NACE International (National Association of Corrosion Engineers) [3]. У последњем делу рада се даје приказ потребних знања о корозији која морају имати инспектори за превлаке и дат је преглед програма њихове обуке према NACE.

2. Корозија и контрола корозије

Многи предмети и структуре се фарбају првенствено како би се декорацијом променио њихов изглед. Када се користи заштитна превлака, намера је да се заштити површина од корозије. Већина превлака ће, наравно и заштитити и украсити површину на коју се наноси.

Превлаке могу такође имати посебну функцију, као што је смањење трења (премаз који има улогу сувог лубриканта), заштита од клизања за пешачке стазе, абразивна отпорност и многе друге специфичне функције.

Основно разумевање процеса корозије ће помоћи инспекторима да разумеју због чега се користе заштитне превлаке и помоћи ће им да примене спецификације. Свако се у неком тренутку сусрео са корозијом у неком облику. Постоје многи примери корозије на радном месту и у свакодневном животу [1].

2.1. Дефиниција

NACE на следећи начин дефинише корозију: корозија је пропадање материјала, најчешће метала, због реакције на средину. Ова дефиниција је веома широка и подразумева да и сви материјали осим челика, као што су бетон, дрво и пластика, пропадају или кородирају. Због ове дефиниције, ми ћемо се сконцентрисати првенствено на електрохемијску корозију челика и других метала који се користе за конструкцију. На СІР Нивоу 2 се изучава корозија бетона и открива да је пропадање армираног бетона честа последица корозије (челичне) арматуре [5].

Корозија је природни феномен или процес који прати законе науке, тако да нас појава корозије не треба изненађивати. Готово сви материјали пропадају временом уколико су изложени одговарајућим елементима. На пример, када су гвожђе и челик изложени води и ваздуху, можемо да очекујемо да се рђа појави у року од неколико сати у виду добро познате црвено-браон боје гвожђе оксида. Некада се корозија развије у року од неколико минута. Уколико неки други материјали попут бакра, месинга, цинка, алуминијума или нерђајућег челика замене гвожђе, може се очекивати корозија у неком степену, али је потребно много више времена да се развије. Један од разлога за редукцију степена корозије помоћу ових материјала јесте потенцијално формирање оксида метала бакра, цинка, алуминијума или хрома. Овај слој оксида иако прилично танак, може да створи заштитну баријеру против континуираног напада и да успори степен корозије и да доведе метал у стање мировања. Овај природни процес је познат као пасивизација [4].

Формирање овог површинског слоја, било да је у облику оксида, карбоната, хлорида, сулфата или другог једињења, представља веома важан фактор у формирању отпорности на корозију, поготово уколико површински слој ефикасно раздваја метал од средине. Да би била ефикасна, ова природна превлака мора да буде отпорна на дифузију и влагу. Нажалост, обично гвожђе или челик не формира тако ефикасну баријеру. Формирана рђа омогућава кисеонику и влаги да продре и челик наставља да кородира. Без додатне заштите, метал на крају пропада.

У већини случајева, заштитне превлаке се користе како би формирале вештачки заштитни слој преко површине челика или гвожђа и како би продужиле корисни век трајања.

Сматра се да уобичајен узрок корозије метала укључује електрохемију. Проток струје се дешава од неких делова металне површине до других и преко електролита, који може бити морска вода, тврда вода, па чак и влага на челичној подлози. (Обратити пажњу да дестилована или дејонизована вода не проводи струју ефикасно и не може се понашати како електролит.) Овај процес корозије се назива електрохемијска реакција (понекад се назива и галвански процес) и представља хемијску реакцију која укључује проток електричне струје [3].

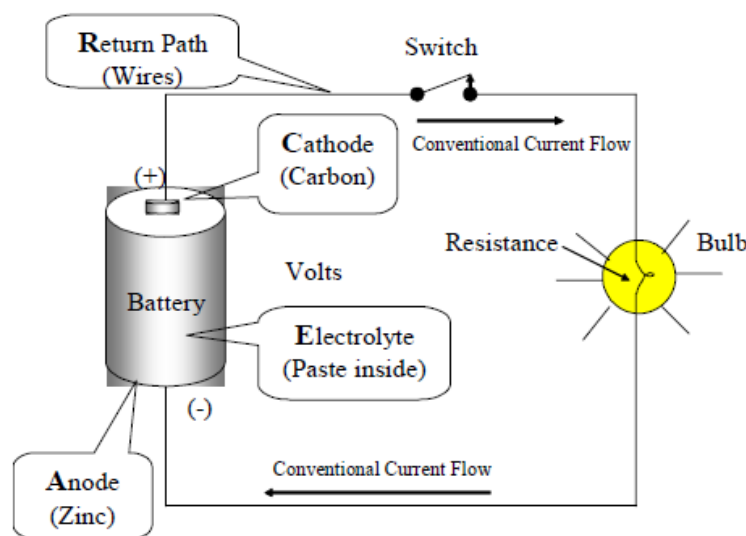
2.2. Елементи корозионе ћелије

Да би електрохемијска корозија била могућа, четири елемента морају бити присутна:

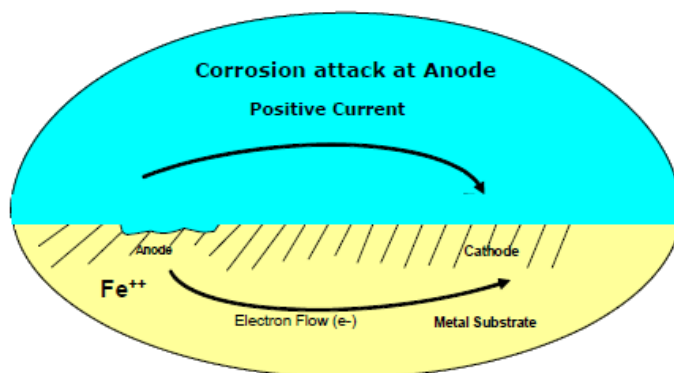
- анода
- катода
- метални проводник
- електролит

Овај процес корозије можемо илустровати помоћу обичне суве батерије, која зависи од контактне (галванске) корозије и ствара електричну струју. Присутна су четири елемента [2].

- електролит (влажни алуминијум хлорид и цинк хлорид)
- негативна електрода (кућиште цинка), која одговара аноди у корозионој ћелији
- позитивна електрода (угљеник [графит]), која одговара катоди у корозионој ћелији
- проводна жица која одговара металном споју у корозионој ћелији.



Слика 1: Шема суве батерије



Слика 2: Корозиона ћелија

Хајде детаљније да погледамо сваку ставку на сликама 1 и 2.

Електролит

Електролит је течност или корозивна средина, посредник који проводи струју. Већина проводника се базирају на води, али у пракси, електролити садрже јоне који представљају честице материје која носи позитивно и негативно наелектрисање [2].

Анода

Анода је део метала који кородира или се раствара у електролиту. Метал који се раствара чини то у облику позитивно наелектрисаног јона. Електрони који остају, прелазе у електролит и комбинују се са јонима у електролиту. Њихово присуство на површини аноде ствара негативно наелектрисање околне средине [4].

Метални проводник

На примеру батерије, вишак електрона са аноде протиче кроз жицу и сијалицу до катоду, осветљавајући сијалицу у току процеса. У ситуацији када се корозија појави на металној површини, увек постоји метални проводник који повезује аноду (или анодну површину) са катодом (или катодном површином). Када не би постојао метални проводник, корозија не би била могућа. На примеру батерије, струја не може да се проводи без континуираног металног проводника који спаја аноду и катоду – у овом случају преко сијалице – стога батерија не може да емитује струју [1].

Катода

Катода је мање активна површина електроде (метална површина или у овом случају угљенична шипка) где се троше електрони. Реакција се наставља на катоди, која је позитивно наелектрисана, супротно од аноде. Реакција јонизује електролит како би формирала јоне као што је водоник (у виду гаса) и хидроксилни јон. Они се често комбинују са раствореним металом како би формирали једињења као што су гвожђе хидроксид (у случају гвожђа и челика), а након даље реакције постају гвожђе оксид или

рђа. Тако је циклус корозије завршен. Уколико било који од ова четири елемента корозионе ћелије недостаје, корозија се неће десити [3].

2.3. Корозија челичних конструкција

Када челична конструкција кородира, присутна су сва четири елемента корозионе ћелије. Челик проводи електроне, па стога обезбеђује њихов прелаз између анодних и катодних области своје површине. С обзиром да челик није савршено уједначен или хомогени метал, једна челична плоча може имати много сићушних анодних и катодних области на својој површини. Анодне и катодне области формиране су у областима површине које се разликују (можда благо) једне од других у свом електричном потенцијалу. Дакле, челик већ поседује три од четири елемента потребних за креирање корозионе ћелије. Исти услови постоје у случају већине других метала [1].

Када се чиста челична површина овлажи под утицајем росе или кише, вода се може понашати као електролит. Ако је површина изложена атмосферским појавама, хемикалије у атмосфери или на спољном делу површине вероватно ће у комбинацији са водом створити делотворнији електролит на спољном делу површине. Чиста вода је веома слаб електролит, али ако су присутне хемијске соли (нпр. натријум хлорид у подручју мора), оне се могу растворити у води, стварајући електролит који је ефикаснији како расте концентрација растворених хемикалија. Со (натријум хлорид) присутан је у подручјима мора, у индустријској води у производњи и пречишћавању нафте и гаса и у солима за елиминисање леда са путева који се користе на многим аутопутевима северне хемисфере. Друге уобичајене хемијске соли укључују сулфате добијене из сумпорастих индустријских производа сагоревања [3].

Продукти корозије

Под нормалним околностима, атоми железа са анодних површина челика отпуштају електроне као део корозионог кола. Електрони путују кроз метални проводник до катоде. Процес јонизације носи електроне кроз електролит натраг до аноде, на тај начин затворивши струјно коло. Атоми метала (железа) постају позитивни јони железа, који учествују даље у реакцији са негативним хидроксилним јонима који су се створили на катодним површинама. Реакција (у електролиту) између јона железа и хидроксилних јона узрокује формирање хидроксида железа. Заузврат, они у реакцији са кисеоником стварају површински слој оксида железа (рђе) на челичној површини. Могуће су друге реакције, у зависности од метала, електролита и других растворених хемикалија присутних у електролиту [2].

Корозионе ћелије

Корозионо деловање може се десити на подручју мањем од врха игле. Челична површина може имати много корозионих ћелија и тако може створити појаву рђе равномерно преко читаве површине. Ако аноде и катодне остану у истом месту у одређеном временском периоду, корозија је локализована и тада се јавља рупичаста (тачкаста) корозија. Када се рупа формира, корозиона ћелија постаје локализована и учвршћена унутар рупе, повећавајући брзину којом ће метал у том тренутку бити захваћен корозијом. Резултат је често пробијање продубљене области кроз метал [3].

Корозију на челичној површини може подстакнути присуство љускаве наслага. Она се може видети на површини новог гвожђа и челика у облику плаво-црних слојева оксида гвожђа, од којих су неки чвршћи од сродног метала. Љускава наслага је електрично позитивна у односу на гвожђе или челик, што значи да је катодна према сродном металу. Корозиона ћелија ће се формирати у присуству влаге, а катодна љускава наслага помаже настанак корозије на анодним чистим челичним површинама. Ово је један од разлога због чега је важно уклонити љускаву наслагу са челичних површина пре наношења премаза. Не желимо да потпомогнемо развој корозије на површини или да активне корозионе ћелије прекријемо слојем премаза [2].

2.4. Ефекти спољних фактора на корозију

Висока влажност ваздуха, влага или стајаће воде допуштају да до корозије дође кроз стварање електролита. Челик обично кородира кад је потопљен у води. Влажна окружења имају већу стопу ширења корозије од сувих. Брзина ширења корозије може се смањити снижењем влажности ваздуха, на пример, у неком ограниченом простору као што су теретне цистерне на бродовима или резервоар са залихама [1].

Кисеоник, као и вода, убрзава процес корозије. Корозија се може десити и у средини са мањком кисеоника, али стопа корозионе реакције (и разарања метала) обично ће бити успоренија. У условима укопавања или потапања, може се десити да електролит у додиру са једним делом метала садржи више кисеоника од електролита који је у контакту са другим делом. Површина у додиру са већом концентрацијом кисеоника биће катодна у односу на преостали део површине. Формирана је ћелија са неједнаком концентрацијом кисеоника, што доводи до убрзане корозије [3].

Хемијске соли могу да убрзају ширење корозије порастом проводљивости електролита. У деловима света где се со (натријум хлорид) посипа по путевима ради топлења леда, со, која је хигроскопна (тј., узима воду из ваздуха), задржава се на аутомобилима или на конструкцијама мостова и потпомаже наставак процеса кородирања током читаве године [3].

Температура: на ниским температурама, степен корозије опада; на високим температурама, постоји тенденција раста корозије.

Хемикалије и гасови: водоник сулфид може у реакцији са влагом у ваздуху или на површини формирати кисели или алкални раствор. И кисели и алкални електролити узроковаће раст корозије [1].

2.5. Окружење и корозија

На брзину кородирања утичу фактори околине. Неколико средина које експерти за контролу корозије препознају као учестале јесу:

Хемијско окружење/море (нафтне платформе у мору и бродови)

Ово је веома озбиљно окружење које резултира изузетно брзим рђањем. Ваздушно преносиве соли и хемијски загађивачи могу да стимулишу корозију. Влажност и морска вода обезбеђују електролите, који такође убрзавају процес [5].



Слика 3: Хемијско окружење/море – морска нафтна платформа

Хемијско окружење/високо влажна средина (обалска нафтна рафинерија)

Ова средина је високо корозивна, због гасова, хемикалија и високе влажности, па сви ови фактори могу убрзати корозију [4].



Слика 4: Хемијско + високо влажно окружење - рафинерија

Море/високо влажна средина (цевоводи на платформи у зони запљускивања)

Ова средина обезбеђује активни електролит кроз присуство влаге и честица соли. Област где се налази зона запљускивања (обично дефинисана као средњи ниво плиме до око 4 метра изнад нивоа плиме) подложна је делимично јакој корозији [4].



Слика 5: Морнарица + високо влажно окружење

Хемијско окружење/ниско влажна средина (копнена нафтна платформа)

Околина је мање склона корозији када је влажност ниска у односу на високу. Ипак, гасови и хемикалије могу подстакнути развој корозије [5].



Слика 6: Хемијско + ниско влажно окружење – нуклеарна електрана

Рурално окружење/ниско влажна средина (копнени рурални железнички мост)

Од пет наведених, ова средина може бити најмање склона корозији, јер чист ваздух не садржи контаминирајуће материје преносиве ваздухом, а ни влага није присутна ради функције електролита. Примери руралних окружења са ниском влажношћу укључују пустињска нафтна постројења у Кувајту и Саудијској Арабији и већину сувих или неиндустријализованих подручја [3].



Слика 7: Рурално подручје – рурални железнички мост

2.6. Последице корозије

Последице корозије обухватају безбедност, трошкове и спољашњи изглед.

Безбедност

Зарђале конструкције нису безбедне на више начина. Очигледни примери јесу мостови и зграде које морају поднети тежину изузетно тешког терета. Корозија не сме бити присутна у индустрији хране и пића, где кородирани метални производи могу загадити индустријске продукте. Премази и облоге често се користе ради заштите судова за процес производње и металних контејнера за држање хране [2].



Слика 8: Дејства корозије – безбедност

Трошкови

Трошкови поновног фарбања и ремонта зарђалог челика углавном у великој мери прелазе почетну цену заштите површине од корозије. Трошкови изазвани корозијом у САД 1994. године процењени су на више од 300 милијарди долара годишње, приближно 4,5 % бруто друштвеног производа (БДП). Друге развијене земље такође процењују да корозија ствара трошкове приближне овом процентуалном износу њиховог бруто друштвеног производа [2].

Спољашњи изглед

Премази који се љуште и зарђали челик јесу трн у оку у многим срединама. За многе инжењере или власнике постројења, спољашност је главни разлог за бојење њихових конструкција. Из свих горе наведених разлога, веома је важна превенција корозије [1].



Слика 9: Дејство корозије – спољашност

2.7. Контрола корозије

Корозија се може контролисати на више начина, укључујући:

- Дизајн
- Инхибитори (блокатори) корозије
- Одабир материјала
- Катодна заштита
- Заштитни премази
- Промена средине

Дизајн

Начин на који је конструкција дизајнирана може утицати на њену отпорност на корозију. Уопштено говорећи, дизајн који:

- Избегава привлачење влаге, хемијских соли и прљавштине и
- Дозвољава приступ премазивању,

биће склон мањој осетљивости на напад корозије [4].

Блокатори-инхибитори

Инхибитор корозије јесте супстанца која, додавањем у средину, умањује степен корозије у тој средини. Блокатори корозије се обично у малим количинама додају киселинама, води за хлађење, пари и другим срединама. Блокатори се такође често користе у производњи нафте и гаса. Убацују се у цеви бушотина како би зидови цеви били изоловани од слане воде и других корозивних агенаса присутних у гасу, сировој нафти и течностима произведеним бушењем, често у вези са производњом нафте. Блокатори се такође могу користити у производним цевима, проточним водовима и трансмисионим цевоводима [3].



Слика 10: Антикорозивни блокатори

Избор материјала

Неки метали, као што су злато или платина, веома успорено кородирају или код њих корозије уопште и нема. Одабир материјала отпорног на корозију може помоћи смањењу брзине кородирања. *Галвански низ* представља листу материјала распоређених према могућности да дође до корозије, почевши од оних најлакше кородирајућих или најактивнијих, на врху листе, до најтеже кородирајућих или најмање активних, на дну [4].

Селекција материјала – галвански низ (температура морске воде 25 °C)

- Магнезијум ⇔ Најактивнији
- Цинк
- Алуминијум
- Меки челик
- Ливено гвожђе
- Бакар
- Нерђајући челик
- Сребро
- Злато
- Платина ⇔ Најмање активна

Промене у условима околине или температуре могу утицати на редослед галванског низа. Према усвојеном правилу, метали који су активнији имају негативне корозионе потенцијале и некад могу бити окарактерисани као *анодни*. Мање активни метали могу бити означени као *катодни* или *племенити* [4].

Општа правила контактне корозије (спајањем разноликих метала) јесу следећа:

- Када су различити метали повезани, најактивнији (или анодни) метал брже кородира, док племенитији (или катодни) метал тежи да буде заштићен и мање кородира.
- Са растом разлике потенцијала између та два различита метала, расте и брзина контактне корозије.

Ако је цинк, на пример, који је прилично активан, путем проводника повезан са платином, која је изузетно неактиван метал, уз присуство одговарајућег електролита, онда је цинк озбиљно нападнут корозијом [3].

Катодна заштита

Жртвене аноде направљене од лако кородирајућих метала, као што су алуминијум, цинк или магнезијум, повезане су са челичном конструкцијом ради заштите. Ове аноде затим кородирају уместо конструктивног челика. Када жртвена анода потпуно кородира, мора се заменити. Алтернативни облик катодне заштите (под називом *наметнута струја*) пружа електричну струју која се супротставља струји у корозионој ћелији [6].



Слика 11: Катодна заштита

Заштитни премази

Премази пружају заштиту челику једним механизмом или комбинацијом више њих, што даје следећа три типа премаза:

- *Жртвени премази*, који су богати цинком. Кад год се на цинку изложеном површини челика појави огреботина или друга врста оштећења, цинк се понаша као жртвена анода и кородира како би челична површина била заштићена.
- *Преградни премази*, који влагу држе подаље од челичне површине. Ово отклања један од елемената корозионог кола, електролит, тако спречавајући корозију.
- *Блокирајући (инхибиторни) премази* (обично само основни премази) који, осим што реагују као баријера, активно помажу у контроли корозије користећи пигменте који могу пружити блокирајући ефекат (слично антикорозивним инхибиторима). Примери укључују црвено олово и цинк фосфат. Ови пигменти реагују са

апсорбованом (упијеном) влагом у премазу а затим реагују са челиком да би га пасивирали и тако успорили његову корозију. Треба обратити пажњу на чињеницу да, док пигменти црвеног олова више нису у широј употреби у САД, у другим државама се још увек користе и често се могу наћи у операцијама одржавања путем фарбања [7].

На заштиту коју заштитни премази пружају челику, могу у великој мери утицати и неравнине, тј. испрекиданости (поре, огреботине, рупице) у слоју премаза. Стопа корозије на неравнини у слоју премаза може бити под утицајем многих фактора, укључујући:

- Врсту премаза/систем премаза
- Дебљину премаза
- Електролит присутан (ако га има) у неравнини
- Присуство приањајуће љускаве наслагe на подлози [2].

Промена средине

Атмосферска средина може бити измењена како би била мање корозивна. Дobar пример је употреба опреме за уклањање влаге како би се исушио ваздух у резервоарима који су пескарени. Смањењем релативне влажности на мање од 40% (10 до 15% је идеално) корозија ће престати, у свим практичним применама [2].



Слика 12: Уклањање влаге

Можемо задржати корозиони напад сатима или данима користећи се овом методом, спречавајући муњевито рђање оштећене површине. Ако затворен прозор може бити запечаћен, тако елиминишући кисеоник, корозија престаје оног тренутка када преостали кисеоник буде потпуно искоришћен [4].



Слика 13: Уређаји за уклањање влаге и опрема

3. Органски заштитни премази

3.1. Термини везани за премазе

Термини везани за премазе обично у употреби обухватају:

- Пигмент
- Везиво
- Растварач
- Механизам очвршћавања
- Систем премазивања [4].

Дефиниција премаза

Премази су провидни или пигментирани материјали који формирају слојеве и штите површину на коју су нанети од утицаја околине [3].

Класификација премаза

Уопште, премази су класификовани као *органски* или *неоргански*. Већина њих су неоргански премази. Органски премаз је онај који је направљен од биолошких материјала, као што је кинеско тунг дрво (тунг уље), зрневље рицинуса (рицинусово уље), ланено семе (уље лана), риба (као што је харинга) или из фосилизованог биолошког материјала као што су угаљ и петролеј. Сви ови премази садрже угљеник.

Неоргански премаз базира се на употреби неорганских везивних материјала, као што су натријум силикат, калцијум силикат, литијум силикат и етил силикат. Етил силикат је

органски, није неоргански, али се често користи у овој групи везива. У процесу очвршћавања етил силиката цинка, етил алкохол се испушта и преостали цинковани силикатни калуп са садржином гвожђа је неоргански [3].

3.2. Компоненте премаза

Стандардни премази састоје се од две главне компоненте:

- Пигмент
- Посредно везивно средство – носилац.

Пигмент

Пигмент је изолована чврста честица која премазу даје специфичне заштитне или декоративне одлике. Пигменти се не растварају у премазу; остају чврсте индивидуалне честице, било у течном премазу или чврстом слоју. Термин **пигмент** се такође може употребити ради приказа инертних уметака, као што су креда, талк или лискун, који се користе да уобличи својства слоја. Поред додате масе у слоју, умети се могу користити да се регулишу својства као што су сјај, густина или масена концентрација пигмената (PVC – pigment volume concentration) [7].

Посредно везивно средство – носилац

Носилац је течна база премаза која се састоји из растварача, везива и било којих неопходних течних адитива. Реч *везиво* се уопштено односи на смолу или смешу смоле која ствара *део за формирање слоја*. Везиво и пигмент заједно стварају осушени слој премаза. Већина премаза добија назив према смоли која формира слој (везиво) [5].

Функције пигмената

Пигменти се премазима додају ради:

- Обезбеђивања својстава спречавања рђе
- Смањења пропустљивости слоја
- Скривања дела испод премаза (непровидност)
- Обезбеђивања боје
- Заштите од утицаја ултраљубичастог светла и времена
- Обезбеђивања механичког ојачања слоја премаза
- Извршења других функција, укључујући:
 - Самочишћење и контролисано појављивање прашкастог слоја
 - Контрола сјаја – смањење сјаја и пораст приањања наредних слојева
 - Помоћ у сушењу везива премаза
 - Пружање одређених жељених финалних обрада, као што је металик сјај или разни одсјаји
 - Брига око својстава складиштења боја
 - Раст постојаности целине како би тањи слојеви могли бити нанети

- Обезбеђивање галванских својстава и могућност жртвене заштите
- Побољшање приањања међуслоја (повећана сразмера пигмената побољшава приањање постојећих премаза).

Стотине различитих пигмената је доступно на тржишту, а њихова својства мењају се у зависности од произвођача, начина производње и много других фактора. У САД, комерцијално доступни пигменти су класификовани и наведени од стране произвођача National Paint, Varnish и Удружења произвођача лакова у њиховом Индексу пигмената [4].

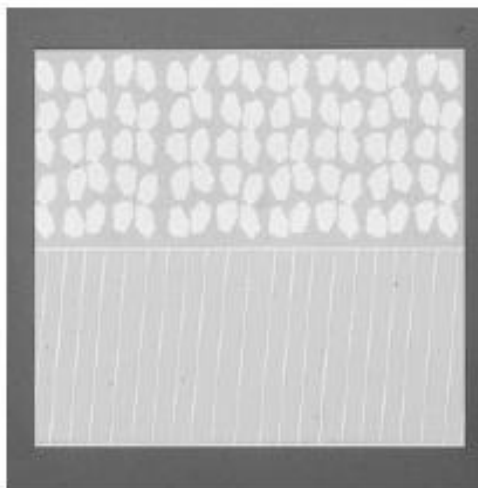
Док се неки пигменти сматрају опаснијим од осталих, сви пигменти би требало да буду сматрани ризикантним и одређене мере предострожности би требало да буду предузете како би се избегло гутање или удисање. На пример, одговарајући респиратори би требало да се носе када се прах цинка меша са базним средством неорганског премаза обогаћеног цинком [5].

Облици пигмента

Облик пигмената је важна карактеристика и може утицати на физичка својства премаза. Неки уобичајени облици су:

- Нодуларни (чворновати)

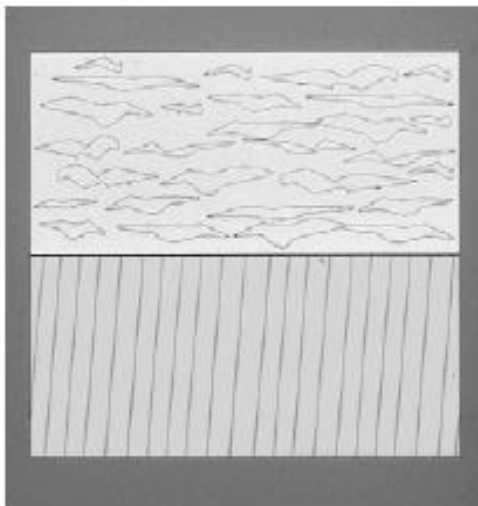
Нодуларни пигменти су у облику грудвица и обично дају боју (као титанијум диоксид) или су „жртвени“ (као метални цинк). У пракси, већина најчешће коришћених пигмената јесу нодуларни [6].



Слика 14: Нодуларни пигменти

- Игличасти

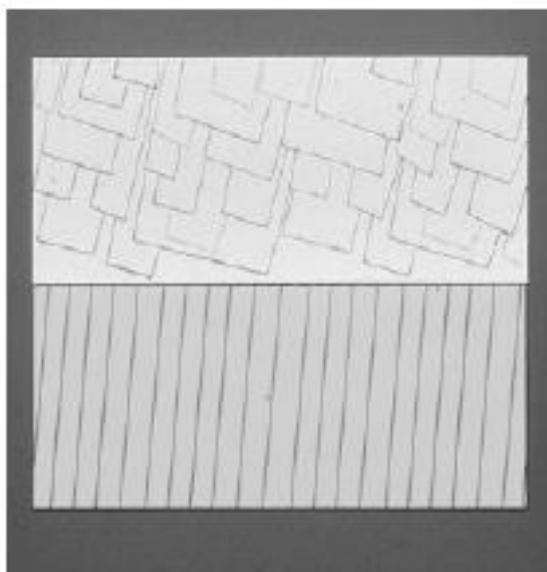
Игличасти пигменти, као цинк оксид или стаклена влакна, користе се да појачају и оснаже слој премаза, као и да обезбеде боју. У прошлости, азбестна влакна често су била додавана премазима ради обезбеђивања веза (кохезије) и додатка одређене дозе тиксотропије. Иако се више не употребљавају, азбестни пигменти могу бити откривени кад се постојећи премази уклоне током фарбања ради одржавања[3].



Слика 15: Игличасти пигменти

- Ламеларни (плочасти)

Ламеларни или плочастог облика, пигменти, као што су лискун, алуминијумска крхотина, стаклене крхотине и лискунасти оксид гвожђа, преклапају се када се осуши премаз, тако подижући степен непромочивости премаза [5].



Слика 16: Ламеларни пигменти

Састав посредног везивног средства – носиоца

Посредно везивно средство – носилац састоји се од везива (смоле) са додатком растварача и адитива. Све су ово компоненте течне фазе премаза и могу се поделити у три групе.

- Неиспарљиве компоненте које формирају слојеве (везиво)
- Испарљиви растварачи
- Адитиви који могу бити испарљиви или неиспарљиви, у зависности од намене у формули [1].

Везивна смола

Назив премаза обично зависи од основне заступљене смоле, на пример, епоксидна смола, винил итд. (једини пут када ово не би било могуће јесте када прајмери (основни премази) такође носе назив према пигментацији, на пример, епоксидна пигментација богата цинком, црвеним оловом итд.) [3].

Смоле могу бити од природних или синтетичких материјала и већина њих је органског порекла (на бази угљеника). Већина смола захтева додаток растварача ради лакшег наношења. Да би се створио заштитни премазни слој на подлози, везивне смоле морају променити облик из гипке течне форме (која и допушта наношење) у кохезивну чврсту форму која приања уз подлогу и на тај начин је штити. Оно што одређује да ли је смола прикладна за употребу као везиво јесте управо та способност да промени облик [3].

Да би било погодно за везивну употребу у заштитним премазима отпорним на корозију, везиво би требало да:

- Има добра својства влажења и приањања
- Буде отпорно на присуство водене паре и кисеоника
- Толерише варијације у процесима наношења
- Буде отпорно на хемијске и физичке промене у процесном окружењу
- Постаје суво у оквиру примереног периода ради спречавања контаминације површине
- Формира постојан слој и одржи своја својства (флексибилност, јачину растегљивости, чврстоћу итд.) у процесу наношења.



Слика 17: Везиво

У процесу одабира премаза, најкритичнија одлука је вероватно избор везива [3].

Растварачи

Већина премаза садржи раствараче. Они се могу класификовати као:

- Примарни (активни)
- Латентни
- Разређивачи

и додају се премазима из пуно разлога, укључујући следеће [4].

Примарни (активни) растварачи растапају смолу у раствор који се онда може употребити као посредно везивно средство – носилац премаза. Многе синтетичке врсте смоле јесу чврста тела, укључујући већину алкидних врста смола, неке епоксидне смоле, хлорисану гуму и винилне смоле [4].

Латентни растварач се често спаја са примарним растварачем како би се створио премаз лакши за наношење, контролисала стопа испаравања, као и да се побољша квалитет финалног слоја [2].

Разређивачи су течности као што је вода, који се употребљавају са активним растварачима да се премаз разређи у посуди. Разређивачи не растварају смолу. Комбинација активног растварача и разређивача може обезбедити нежнији, тањи слој него у случају када је слој добијен искључиво из активног растварача. Метод коришћења разређивача попут воде као секундарног растварача може се применити ради стварања премаза као што су водоотпорни алкиди. У неким случајевима, разређивачи се употребљавају ради смањења трошкова. У примени, разређивачи би требало да напусте премаз пре активног растварача, у супротном ће се добити врло лош премаз [4].

Количина растварача употребљена у премазима варира у зависности од врсте смоле и процеса примене. Квантитет растварача може бити различит, у распону од само неколико процената по маси посредног везивног средства – носиоца, као у случају неких веома чврстих епоксидних премаза, па до приближно 75% тежине носиоца у премазима као винил (још увек у употреби у неким деловима света) или прајмерима за гравирање киселином [2].

Испарљиви садржај ће бити изражен како према тежини, тако и према проценту запремине посредног носиоца. На бази процента запремине испарљиве органске смеше могу варирати између 50 и 90% укупне запремине за винилне премазе, док за неке врло чврсте епоксидне премазе износ може бити свега 5 до 10%. Напомена: висок проценат растварача у винилу (тј. јаке испарљиве органске смеше) је разлог смањене употребе у САД и другим деловима света [2].

Додавање растварача у премазно средство у фази примене смањује вискозност, али и дебљину влажног слоја која се може постићи уобичајеним методама примене. Заузврат, дебљина сувог слоја биће умањена управо због смањења процента запремине чврстих честица. Ово је главна замерка против прекомерног смањења дебљине премаза, било да се оно ради у условима хладног времена да би примена била могућа или ради стварања осећаја само привидне уштеде.

Додатак разређивача такође може повећати ризик од појаве проблема са растварачем и може доћи до утицаја на формирање чврстог слоја док траје испаравање вишка растварача из премаза [1].

Карактеристике растварача

Растварачи имају две главне карактеристике које имају утицај на њихову примену у премазима. Те карактеристике су:

- Моћ растварања – способност да раствори друга хемијска једињења
- Способност испарења у великој мери регулише ниво испаравања, што је заправо брзина којом ће растварач нестати из премаза.

Само растварач назначен у спецификацији премаза или техничкој табели података произвођача може бити употребљен у сврхе разређивања премаза ради примене. Писмено одобрење за употребу другог растварача мора се добити од техничког представника произвођача. Употреба других растварача (нпр. метил етил кетон) може довести до формирања оскудног слоја. Инспектори за превлаке би требало да размотре и прибележе разређиваче који су коришћени ради разређивања премазног средства [2].

Проценат (стопа) испарења

Уз растворљивост, најбитније својство растварача јесте испарљивост, која у великој мери утиче на саму стопу испаравања. Повезаност није директна, јер јача растворљивост супстанце која формира слој умањује удео отпуштања растварача. Стопе испаравања утичу на нивелисање, одлив, слегање, време потребно за обраду влажних делова и сјај премаза.

Оптимална брзина испаравања значајно зависи од метода примене, од најбржег испаравања кад је у питању прскање до средњег у поступку четкања и најзад до најспоријег нивоа за течна премазивања и подмазивања покретне траке. Такође се брзина може мењати у зависности од тога да ли је коришћен конвенционални ваздушни спреј или безваздушни спреј. Ако је метод примене подмазивање или течно премазивање, стопе испарења утичу на слегање, ослобађање од капљица на дну и појаву проређења боје у виду пруга [4].

У случају завршног премаза од печених боја или лакова, испарљивост растварача је помоћни фактор у процесу кључања, формирања кратера и отвора. Растварачи могу имати ограничен или шири распон испарљивости и сваки растварач може бити одабран да модификује одређена својства примене премаза.

У табелама од 1 до 7 приказани су неки од најчешће коришћених растварача, груписани према хемијској класификацији, тачки паљења и стопи испаравања. Они су:

- алифатични угљоводоници (нпр., минерални петролеј)
- ароматични угљоводоници (нпр., ксилен)
- кетони (нпр., метил етил кетон)
- естри (нпр., етил ацетат)
- алкохоли (нпр., метил алкохол)
- алкохолни етри /кетонски етри (нпр., целусолв).

Стопе испаравања обично се изражавају у односу на п-бутил ацетат, који има тачку паљења 38 °C и приписује му се вредност један. Стопа испаравања одређује се под лабораторијским условима тако што се омогући испарење познате количине испитиваног растварача заједно са познатом количином п-бутил ацетата. Резултат добијен дељењем времена испарења испитиваног растварача изражен у минутима, са временом које протекне док испари п-бутил ацетат, јесте управо постотак испарења. Вредност од 0.5 значи да испитивани растварач испари упола спорије од п-бутил ацетата, а вредност од 4.0 значи да је испаравање растварача четвороструко брже [3].

Стопе испарења приказане у табелама односе се само на неразблажен, прави растварач, а не на смеше растварача коришћене у слоју премаза [3].

Алифатични угљоводонични растварачи

Растварачи ове групе зову се такође и *парафини* и, са хемијске стране, они су отвореног ланца (*равни ланац*). Најкарактеристичнији из ове групе је минерални петролеј.

Минерални петролеј некад је познат под именом *фарбарска нафта*. То је продукт нафте који има висок степен кључања и користи се да раствори уља, асфалте и алкиде. Табела 1 приказује неке од уобичајених алифатичних угљоводоника, као и нека њихова својства [4].

Табела 1: Алифатични угљоводонични растварачи

Растварач	Постотак испарења (n-бутил ацетат = 1)	Тачка паљења Затворен суд
Разређивач лака	4.0	6 °C (43 °F)
Минерални петролеј	0.10	55 °C (131 °F)

Ароматични угљоводонични растварачи

Ови угљоводоници имају шестоугљеничну групу затвореног ланца (такође познату као структура *бензеновог прстена*) као главни део молекула. Најпростија хемикалија из ове породице јесте бензен; породица такође укључује толуен (толуол), ксилен (ксилол) и неке хомологе са високом тачком кључања. Они су активни растварачи за хлорисане гумене сировине, угљени катран и одређене алкиде и користе се као разређивачи у комбинацији са другим растварачима за епоксиде, виниле и полиуретанске материјале. Табела 2 показује неке раствараче из групе ароматичних угљоводоника и неке њихове карактеристике [4].

Табела 2: Ароматични угљоводонични растварачи

Растварач	Постотак испарења (n-бутил ацетат = 1)	Тачка паљења Затворен суд
Бензен	5.0	-12 °C (10 °F)
Толуен	2.0	5 °C (41 °F)
Ксилен	0.6	28 °C (82 °F)
Гориво високе тачке паљења	-	38 °C (100 °F)

Напомена: Бензен и толуен раније су коришћени у знатно већој мери него сада. Њихова примена редукована је због забринутости по здравље и безбедност [3].

Кетонски растварачи

Кетони су оксидовани угљоводоници из породице ацетона и метил етил кетона. Они су најефектнији растварачи за виниле и често се употребљавају у епоксидима и другим формулацијама смоле. Табела 3 укључује раствараче из групе кетона и нека од њихових својстава [4].

Табела 3: Кетонски растварачи

Растварач	Постотак испарења (n -бутил ацетат = 1)	Тачка паљења Затворен суд
Ацетон	9	-10 °C (14 °F)
Метил етил кетон (МЕК)	4	-4 °C (25°F)
Метил изобутил кетон (МИБК)	1.6	22 °C (72 °F)
Метил изоамил кетон (МИАК)	0.5	40 °C (104 °F)
Циклохексанон	0.2	-54 °C (129 °F)
Диацетон алкохол	0.2	15 °C (59 °F)

Естарски растварачи

Естри су такође оксидовани угљоводоници, али естри као растварачи имају препознатљив, пријатан мирис налик мирису банане. Ацетатни естри су одлични растварачи за неколико различитих врста синтетичких смола, укључујући целулозне естре, акрилна једињења, поливинил ацетат и поливинил бутират. Етилен гликол моноетил етер ацетат (целусолв ацетат) користи се у већим количинама у термопластичним акрилним финалним обрадама и запажен је као најбољи споро-испаривајући растварач за акрилна једињења базирана на метакрилатним смолама. Као и неки други растварачи, целусолв ацетат више није у честој употреби као раније, услед брига по здравље и безбедност. Напомена: **целусолв** је трговачки бренд компаније Union Carbide Corp [6].

Естри се такође употребљавају као латентни (скривени) растварачи за виниле и обично се користе у формулацијама епоксида и полиуретана. Табела 4 приказује неке раствараче из групе естара и одређене карактеристике [3].

Табела 4: Естарски растварачи

Растварач	Постотак испарења (n-бутил ацетат = 1)	Тачка паљења Затворен суд
Етил ацетат (95%)	4.1	13 °C (55 °F)
n-Пропил ацетат	2.3	18 °C (64 °F)
n-Бутил ацетат	1.0	38 °C (100 °F)
Амил ацетат (95%)	0.4	41 °C (106 °F)
Етилен гликол моноетил етер ацетат (целусолв ацетат)	0.2	57 °C (134 °F)

Алкохолни растварачи

Алкохоли су оксидовани угљоводоници и добри су растварачи за поларна везива као што су феноли. Неки алкохоли се користе са епоксидима. Табела 5 приказује различите врсте алкохолних растварача и неке њихове одлике [1].

Табела 5: Алкохолни растварачи

Растварач	Постотак испарења (n-бутил ацетат = 1)	Тачка паљења Затворен суд
Метил алкохол	6.0	16 °C (10 °F)
Етил алкохол	2.3	24 °C (41 °F)
Пропил алкохол	1.0	31 °C (82 °F)
Изопропил алкохол (91%)	1.6	19 °C (100 °F)
Бутил алкохол	0.5	46 °C (10 °F)
Циклохексанол	<0.1	68 °C (10 °F)

Алкохолни етри / гликолни етри

Етри се, попут етил етра, обично не употребљавају као растварачи за синтетичке смоле јер су веома запаљиви, али су одлични растварачи за неке од смола природног порекла, уља и масти. Уобичајена варијанта етра употребљеног у заштитном премазу јесте алкохолни етар, попут етилен гликол моноетил етра, познатог под називом целусолв (трговачка марка компаније Union Carbide) [2].

Целусолв је добар растварач за многе врсте уља, гуме, природних смола и синтетичких смола попут алкида, етил целулозе, нитро-целулозе, поливинил ацетата (ПВА), поливинил бутирала и фенола. То је спор растварач и употребљен је у многим лаковима ради побољшања истицања (протока) и сјаја. Ови материјали комбинују се са другим растварачима да би помогли при добијању формулација растварача који имају веће тачке паљења. Табела 6 приказује неке гликол етре и нека њихова својства.

Табела 6: Алкохолни етри (гликол етри)

Растварач	Постотак испарења (n-бутил ацетат = 1)	Тачка паљења Затворен суд
Етилен гликол монометил етар (целусолв)	0.5	46 °C (115°F)
Етилен гликол монобутил етар (бутил целусолв)	0.06	74 °C (165°F)
Етилен гликол моноетил етар (целусолв)	0.3	54 °C (130°F)
Етилен гликол	0.06	74 °C (165°F)

Остали растварачи

Тетрахидрофуран је циклични етар са израженим растварачким својствима за смоласте материје попут акрилата, стирена, поливинил хлорида, гуме и епоксида. Нитропарафини су такође добри растварачи за многе синтетичке смоле. Главни члан ове групе јесте 2-нитропропан, који има ниску стопу токсичности и испарава скоро истим уделом као и п-бутил ацетат. То је растварач за нитроцелулозу, акриле и епоксиде; мешајући се са толуолом (толуеном), 2-нитропропан је веома добар растварач за винил хлорид ацетатне смоле. Табела 7 показује својства ових растварача [1].

Табела 7: Разни растварачи

Растварач	Постотак испарења (п-бутил ацетат = 1)	Тачка паљења Затворен суд
Тетрахидрофуран	6.0	-15 °C (5°F)
2-нитропропан	1.1	38 °C (100°F)

Отпуштање (ослобађање) растварача

Кад се растварач додаје у смолу, обично постоји тренутак када се смола нагло наталожи или *се отпусти* из растварача. Ова гранична вредност растварања, тј. разблаживања изражава се као проценат растварача кад таложење смоле почне и обично наговештава степен компатибилности смоле и растварача [3].

Кад се користи погрешан растварач, овај резултат може се видети у формирању лепљивог гела, неједнако распоређеног у течности. Овај ефекат зове се *отпуштање (ослобађање) раствора*. Ако се то догоди инспектор за превлаке не би требало да дозволи употребу материје. У већини случајева, такав материјал не сме бити примењен на било какве начине.

3.3. Прописи у вези са испарљивим органским једињењима (VOCs-Volatile Organic Compounds)

Већи део држава у свету донеле су прописе о ограничењу количине испарљивих органских једињења које могу бити ослобођене у атмосферу. Многи произвођачи премазних средстава модификовали су своје производе како би били у складу са прописима. Додатак растварача пре примене, ради истањивања (разређивања) премаза, може узроковати да премази, који су усклађени са прописима и ограничењима у вези са испарљивим органским једињењима, прекораче ограничења тих једињења, па би додавање требало избећи кад год је то могуће [4].

Надзорници који контролишу примену заштитног премаза су у обавези да провере премазна средства на лицу места, како би видели да ли су превлаке усклађене са прописима у вези са дозвољеним границама органских једињења. Ако је допуштено било какво истањивање слоја и то се уради на лицу места, инспектор за превлаке би морао да одреди максималну количину разређивача који и даље може бити у складу са овим прописима [2].

Да би се процена извршила, надзорник мора да зна:

- Дозвољен садржај испарљивих органских једињења
- Количину додатог разређивача
- Испарљиво органско једињење коришћеног премазног средства.

3.4. Безбедност код употребе премазних средстава

Безбедност код примене премазних средстава тиче се две врсте опасности: од пожара и по здравље [1].

Опасност од пожара – тачка паљења

Тачка паљења растварача је најнижа температура на којој ће бити присутно довољно паре изван течности како би се течност растварача запалила извором ватре, попут пламена. Поред отвореног пламена извори паљења могу обухватити варнице услед статичког електрицитета, варнице из ексера у ципелама, искре услед брушења, запаљене цигарете, као и многи други. Што је тачка паљења нижа, већа је количина паре која ће се отпустити из течности, па је самим тим и ризик од запаљења испарења већи. Може се рећи да што је нижа тачка паљења растварача, то је растварач у већој мери запаљив [1].

Важни термини у вези са безбедношћу су:

Доња граница експлозивности (LEL, lower explosive limit), је најнижа концентрација испарења растварача у ваздуху која се може запалити.

Горња граница експлозивности (UEL, upper explosive limit), је највиша концентрација растварача у ваздуху која се може запалити [4].

Опасност по здравље

Док су неки растварачи ближе и директније опасни по здравље од осталих, сви растварачи сами по себи представљају опасност по здравље и са њима би сходно томе требало поступати. Одобрене маске и заштитна одећа би се требали користити све време, али нарочито при поступању са растварачима или при раду у затвореним просторијама [2].

Неки термини са којима се можемо сустрести кад је у питању безбедност при употреби растварача јесу:

- **Гранична вредност, TLV-Threshold Limit Value:** концентрација гасова или испарења у ваздуху које радници могу удахнути током извесног временског периода, према одговарајућим безбедносним прописима.
- **Временски изражен просек / гранична вредност, TWA / TLV –time weighted average / threshold limit value:** просечна концентрација гасова или испарења у ваздуху за одређено радно време, нпр. осмочасовни радни дан или 40-сатна радна недеља.

- **Граница излагања на кратак временски период / гранична вредност, STEL / TLV – short-term exposure limit/ threshold limit value:** максимална концентрација концентрација гасова или испарења у ваздуху којима радници могу бити изложени, независно од временског периода.

Важна напомена: са свим растварачима се мора пажљиво поступати [3].

Растварачи би требало да се чувају у складу са локалним прописима. Ако надзорници имају икаквих сумњи о било ком растварачу на радном месту или методама поступања са премазним средствима, заштитном одећом или опремом за дисање, требало би да одмах обавесте безбедносног контролора [2].

3.5. Адитиви

Други материјали, под именом *адитиви*, могу се додавати премазним средствима из неколико разлога:

- Регулисање густине
- Побољшање стварања слоја
- Проводљивост
- Смањивање талога
- Побољшање флексибилности
- Успоравање стварања плесни
- Обезбеђивање антистатичких својстава премаза
- Омогућавање отпорности на хабање и клизање

Материјали као што су песак, карборундум (силицијум карбид) и алуминијум оксид, додају се ради отпора на клизање. Адитиви, попут политетрафлуороетилена (PTFE) или TFE-флуороугљеник, могу бити додати због отпорности на абразију или за употребу у конекторима са ниским трењем [3].

3.6. Механизам очвршћавања (сушења) премаза

Основно познавање разних начина сушења премаза при формирању заштитних слојева, надзорницима процеса стварања превлака може бити од користи. Многи практични аспекти примене премаза огледају се у томе како су створени слојеви тог премаза [4].

Реч *очвршћавање (сушење)* користи се за опис преласка премаза из течног у чврсто стање. Треба напоменути да у овом контексту реч *сушење* може бити збуњујућа. Реч се исправније користи да опише резултате хемијске реакције, али многи премазни слојеви формирану су без такве реакције. Уобичајена употреба нам ипак допушта да за све реакције и процесе код формирања премаза користимо само једну реч - *сушење*.

Разумевање начина на који се премаз суши, важно је за особу која примењује премаз, као и за инспектора процеса стварања премаза. Посао инспектора може бити да утврди да ли је сваки премаз који је примењен на прави начин, осушен пре него што се приступило даљој примени других премаза или да одреди да ли су премази спремни за коришћење или не [2].

Врсте сушења премаза

Премази се према механизму сушења деле у две групе:

- Непроменљиви
- Променљиви

Непроменљиви премази суше се само преко испаравања растварача. Смоле коришћене у непроменљивим премазима не мењају хемијски састав при сушењу премаза, а непроменљиви премази растворљиви су у растварачу који је првобитно коришћен да раствори смолу [5].

Променљиви премази суше се углавном на један од неколико начина полимеризације иако и испаравање може бити обухваћено. Материје смоле употребљене у променљивим премазима мењају хемијски састав приликом очвршћавања премаза, па осушени слој није лако растворљив у растварачима првобитно коришћеним у примени.

Према томе, премази се суше на основу једне од следећих метода или обема методама:

- Испаравањем растварача (нпр. сув лак)
- Полимеризација.

За премазе који садрже раствараче, основни први корак за сушење јесте ослобађање већег дела растварача. За оне који се такође суше хемијским променама – обично неки вид полимеризације – овај други корак може трајати сатима или данима, без икаквих видљивих промена у премазу. Сушење се ипак, развија током временског периода, док премаз развија повећану отпорност на раствараче и прописане услове одржавања [3].

4. Посао инспектора за превлаке

Инспектор за превлаке мора да се побрине да се – што је боље могуће – системи за превлаке примењују према спецификацији и да тачно и објективно извештава о резултатима приликом инспекцијске контроле. Уколико еколошка, временска или нека друга ограничења онемогућавају усклађивање са спецификацијом, инспектори треба да обезбеде јасно писмено одобрење од надлежних, којим се одобрава одступање од спецификације [2].

Радне одговорности инспектора за превлаке могу се разликовати од посла до посла, али опште обавезе које важе за сваки посао укључују:

- прибављање, читање и потпуно разумевање спецификације за превлаке. Уколико инспектор има нека питања, треба да их постави одговарајућим особама и реши проблем.
- обезбеђивање јасно дефинисане надлежности делегиране од стране супервизора који је номинован спецификацијом за превлаке, посебно у односу на контролу извођача који раде на пројекту.
- мерењем и посматрањем одредити да ли апликатор у потпуности испуњава захтеве спецификације и да ли извршени радови одговарају захтеваним стандардима квалитета.
- установити да ли су све сировине, посебно превлаке, правилно складиштене и груписане по року трајања који је препоручио произвођач.
- водити евиденцију свих обављених радова, услова под којима се радови обављају и подносити све извештаје које захтева супервизор.
- инспектор мора избегавати да управља радовима запослених код извођача радова.
- утврдити да ли су све ставке, које су наведене у распореду за превлаке, испуњене.
- водити рачуна да су сви мерни инструменти и потребни стандарди доступни све време и да је сваки инструмент потпуно функционалан и правилно калибрисан.
- инспекцијске послове треба обављати уз поштен и објективан приступ. Добра комуникација и интегритет су од суштинског значаја за обављање инспекцијског посла, а то је уједно корисно и за све уговорне стране у пројекту са превлакама [4].

4.1. Функција инспектора

NACE је дефинисала функцију инспектора као технолога контроле квалитета, који је примарно одговоран за посматрање и извештавање о техничким аспектима пројекта за превлаке. Надгледање не представља део обавезе инспектора [5].

Већина пројеката укључује уговорне односе између власника и компаније за апликацију превлаке (извођача). Одговорности за извођење радова према спецификацији преузима извођач. Инспектори се ангажују како би помогли у утврђивању квалитета изведених радова, а нарочито како би утврдили да ли су радови у складу са захтевима спецификације. Извештаји, које припрема инспектор, за комплетне радове, треба да укажу на то који су радови у складу са захтевима, а који нису.

Функција инспектора је често погрешно схваћена у индустрији превлака. Компаније које раде са NACE сертификованим инспекторима за превлаке, треба да знају и разумеју шта се очекује од инспектора. Они треба да прочитају и разумеју задатке и потврде, које одређују које су инспекторове обавезе и одговорности на пројекту [3].

4.2. Ограничење одговорности

Званични став NACE по питању инспекције је такав да је функција инспектора да проверава и документује описане функције и да увек ради искључиво у складу са спецификацијом или према уговору или према било ком другом документу који описује његове одговорности и одређује надлежности које су му додељене [4].

Правилно испитивање и документовање радова који се изводе, подразумева да се радови обављају у складу са датом спецификацијом или ако то није случај, издаје се извештај о неусаглашености (NCP) са радовима који се не изводе у складу са спецификацијом. Касније, уколико је NCP решен и уредно попуњен, инспектор мора да осигура да су сви захтеви испоштовани.

Следећа табела представља копију Контролне листе инспектора за превлаке. Ова листа даје увид у све ствари које инспектори морају да узму у обзир у послу са превлакама [4].

КОНТРОЛНА ЛИСТА ИНСПЕКТОРА ЗА ПРЕВЛАКЕ	
Тема	Штиклирајте овде (✓)
Спецификација	
• Имајте је	
• Прочитајте је	
• Разумите је	
Састанак који претходи радовима	
• Захтевајте га	

• Присуствујте	
• Учествојте активно	
• Упознајте и разумите правила безбедности на раду	
Распоред наношења превлака	
• Сазнајте где ће се одржавати активности у вези са превлакама	
Пре провере	
• Одредите области које ће бити тешко превлачити	
• Варничење	
• Флуks за заваривање	
• Прескочено заваривање	
• Грубо заваривање	
• Оштри углови	
• Ламинација	
Припрема површине	
• Поштујте правила о безбедности на раду	
• Исправни абразиви	
• Учврстите шаблоне као што је назначено	
• Уклоните сву прашину	
• Неутралишите површину	
• Прекријте као што је наведено у спецификацији	
• Исправите неправилности на површини	
• Време је погодно за пескарење	
Превлаке	
• Поштујте правила о безбедности на раду	
• Премази су у спецификацији	
• Премази су добро измешани и промешани	
• Премази су добро затворени	
• Премазима није истекао рок трајања	
Наношење превлаке	
• Поштујте правила о безбедности на раду	
• Време је повољно	
• Услови средине су повољни	
• Површина је чиста	

• Исправна WFT	
• Исправна DFT	
• Нема недостатака	
• Нема течења	
• Суви млаз	
• Празна места на превлаци	
• Остало	
• Очишћено након заваривања	
Извештај	
• Извршите сва неопходна мерења	
• Забележите и поднесите извештај као што је захтевано	

5. Премази и инспектор

Постоје различите врсте заштитних премаза, а многе врсте су у сталном развоју. Инспектори за превлаке не могу знати све о савременим премазима, као и да прате измене које се свакодневно дешавају. Неопходно је читање и разумевање листа техничких података произвођача [2].

Следеће поглавље разматра улогу инспектора за превлаке што се тиче премаза, укључујући неке типичне проблеме код контроле квалитета које се инспектора тичу.

5.1. Спорни тренуци приликом вршења надзора

Инспектор мора бити на опрезу кад су у питању проблеми код контроле квалитета у сваком стадијуму рада, укључујући и оне током:

- Припреме површине
- Процеса мешања и разређивања
- Примене премаза

Припрема површине

Током припреме површине инспектор би требало да:

- Провери да ли је реализована прописана припрема површине. Ако то није случај, учинак премаза ће врло вероватно бити редукован. Може доћи до недостатака попут неуспеле адхезије између премаза и подлоге, што условљава корозију.
- Провери да ли на површини након припремних радњи има наталожених остатака уља, масти, отисака прстију, хемијских соли и прашине. Овакви остаци могу довести до недостатака код слојева премаза, нпр. рупице, кратера под именом „рибље око“, недостатка адхезивног својства итд.
- Посматра процес, документује и извести о било каквој погрешној или неправилној активности.

Инспектори за контролу примене премаза обично су свакодневно укључени у активности припреме површине, помажући око одређивања захтеваних стандарда и процене – заједно са извођачем радова – да ли је поштован одређен образац или не [1].

Додатна контрола може бити потребна приликом поступака припреме између слојева у процесу са вишеструким слојевима. У моменту примене премаза, не сме доћи ни до какве видљиве контаминације, а у неким случајевима, прописима могу бити захтевана и хемијска тестирања површине. Контаминација (нечистоћа) која се десила од момента припреме површине или примене претходног слоја мора бити уклоњена [1].

Мешање и разређивање

Пре него што почне процес мешања премазног средства, надзорник би требало да утврди да премазна средства немају нека оштећења услед старости, неправилних услова складиштења, руковања итд. Стара, зарђала или прљава амбалажа може навестити могући проблем. Производи у лименкама за које се чини да су претходно отворани такође би требало да буду пажљиво проверени [4].

Материје премазних средстава који се могу чинити веома течним, могу навестити озбиљно нагомилавање пигмената и захтевати мешање јачег степена или чак поновну прераду у фабрици. Премазна средства која су одвојена или желатирана (у облику гела) такође треба детаљно да се испитају. Ако постоје сумње инспектор треба да посуде стави у карантин и тражи мишљење произвођача, по могућности у писаном облику ако се ради о премазном средству.

Током процеса мешања и разређивања, надзорник треба да се увери да је:

- Премазно средство потпуно промешано. Поједини учинци код погрешних радњи код детаљног мешања варирају код различитих врста премаза, али обично ће резултат бити смањено заштитно својство премаза и расипање скупих материјала пигмената.

Грешке код мешања састојака нетачних размера могу довести до тога да слој буде слабо формиран, неадекватног или нехомогеног сушења или парцијалног одвајања компоненти након примене [3].



Слика 18: Процес мешања премаза

- Коришћена тачна количина разређивача. Превише разређивача може довести до смањене дебљине сувог слоја, заједно са отицањима и улегнућима. Премало разређивача може узроковати да премаз добије ефекат *паукове мреже* (мале нити везива) или *наранџине коре*. Може доћи и до формирања неуједначеног слоја оскудне целовитости, рупица или слабог спољног изгледа [6].
- Коришћена одговарајућа врста разређивача. Углавном, разређивач не би требало да се употребљава сем ако није неопходно. Било који други разређивач сем оног наведеног у спецификацији или листи података произвођача је погрешан избор.

Инспектори могу најбоље оценити какав је процес мешања тиме што ће бити присутни кад се процес мешања дешава [2].

Узорковање премазног средства

Ако се захтева узимање узорка премазног средства, обично би узорци требало да се узму у време мешања. Узорци захтеване запремине, укључујући појединачне компоненте шеме вишеструких компоненти, сакупљају су у чистим, неупотребљаваним посудама и јасно се обележавају са релевантним појединостима, укључујући:

- Назив средства
- Назив произвођача
- Број серије
- Датум узимања узорка
- Име инспектора
- Идентификациони код за праћење узорка, ако је потребно.

Сви узорци треба да буду промућкани (или промешани) пре чувања, како би се обезбедио уједначен узорак. Ово се односи и на течне и на чврсте материје [4].

Примена премазног средства

Током примене премазног средства, надзорник треба да утврди:

- Да је постигнута прописана дебљина премаза. Инспектори, у сарадњи са особама који наносе премаз, треба да буду сигурни да је праћена дебљина влажног слоја током наношења и да је дебљина сувог слоја оног тренутка кад је премаз сув, у довољној мери [2].



Слика 19: Мерење дебљине влажног слоја

Кад су слојеви премаза сувише дебели, долази до повећаног притиска у премазу током сушења. Притисак ће вероватно довести до пуцања (укључујући и пукотине у седиментима услед исушивања). Танки премази се могу споро или неправилно осушити и може доћи до отицања, улегнућа, проблема са испаравањем растварача, рупицама или шупљина у премазу.

Кад су слојеви премаза сувише танки, обично површина није једнако покривена, нарочито кад су у питању прајмери нанети на очишћене напукле површине. Најчешћи резултат је прерана појава рупица услед рђе (јављају се карактеристичне тачке рђе) [4].

- Да је извршена контрола да ли је слој формиран благовремено након чишћења. Стање површине се може погоршати и она може почети да кородира. Ово може спречити премаз да се правилно прилепи уз подлогу.
- Да је одговарајуће извршено поновно премазивање тамо где је потребно. Премази нанети сувише брзо након што је нанет претходни слој могу довести до „хватања“ растварача, тј. растварач нема довољно времена да испари или до неправилног очврснућа које води до низа недостатака, попут избразданих површина, стварања пликова и раслојавања [3].
Премази нанети предуго након претходног слоја могу бити нанети преко контаминације изливањима или честицама ношеним кроз ваздух. Поред тога, неуспела адхезија унутар слојева се може десити приликом коришћења оних врста премаза који су се већ осушили.

- Да је контролисана прописана температура површине. Ако је подлога превише хладна, сушење се може успорити. Поред тога, оскудна својства отицања могу довести и до редуковане адхезије, оскудно формираног слоја премаза и неправилне површине.
Ако је подлога сувише топла, премаз може имати пликове или почети да пуца услед сувише брзог отпуштања растварача.
- Да је нанет прописан премаз.

Инспекција премаза са више компоненти

Када процес рада подразумева наношење премаза који прелазе у чврсто стање хемијски индукованом полимеризацијом, инспектор треба да буде сигуран:

- Да је претварач додат у базу. Грешка при додавању претварача у базу пре употребе значи да се премаз може осушити али да неће очврснути. Може истицати или улегнути и вероватно неће издржати даљи процес [2].
- Да је у базу додата тачна пропорција претварача. Ако је у базу додата неправилна пропорција претварача, очвршћавање неће бити потпуно. Време употребљивости може бити скраћено. Нанети слој може имати оскудну хемијску и корозивну отпорност. Премаз се може нанети у спреју или линијама.



Слика 20: Мешање премаза са више компоненти

- Да је индукционо време (време од почетка мешања до почетка реакције полимеризације) у дозвољеној мери. За неке премазе ове врсте, произвођач ће препоручити да премаз одстоји извесни временски период након мешања претварача и базе пре саме примене [3]. Уобичајени индукциони периоди су 10, 15 или 30 минута иако ови временски периоди зависе од температуре. Ово допушта бази и претварачу да се распрше, тј. рашире, а да се реакција полимеризације дешава равномерно кроз премазни материјал.

Неправилно индукционо време може довести до неадекватног очвршћавања или до одвајања компоненти током примене или процеса очвршћавања. У крајњем случају, могу се појавити огромне рупе или кратери, тзв. „рибље око“.

- Да време употребљивости није прекорачено. Оног тренутка када се база и претвараач помешају, реакција полимеризације почиње и наставља се док се не оконча [4].

Обично постоји временско ограничење током којег двокомпонентни премаз мора бити нанет. То време дефинисано је као *време употребљивости*. Како је мешавина премаза старија и ближи се истеку времена употребљивости, расте њена вискозност (лепљивост). Премаз још увек може бити у течном стању иако је време употребљивости истекло. Инспектор за премазе би требало да провери да нису употребљени они премази којима је време употребљивости истекло [2].

Особе које наносе премаз могу бити доведене у искушење да примене премаз коме је истекло време употребљивости, некад користећи разређивач да умање вискозност ради прскања. Ако се ово уради, премаз ће вероватно имати слабо изражено својство распрскавања, оскудно формирање слоја и улегнућа и вероватно неће правилно очврснути [4].

Готов слој може имати слабу интегрисаност, задржавање ваздуха, рупице, улегнућа, слабију дебљину слоја и оскудни учинак у даљем процесу.

Да се прати температура. Треба напоменути да многе функције формирања слоја и очвршћавања премаза зависе од температуре. Високе температуре ће вероватно допринети да се смањи време очвршћавања, време употребљивости итд., а ниже температуре могу довести до продужетка ових периода. Праћење температуре околине током примене и очвршћавања могу бити део задужења инспектора кад је у питању контрола квалитета. Неки специјализовани премази са вишеструким компонентама, попут оних мешаних током процеса прскања, могу имати веома кратко време употребљивости и/или време индукције. Праћење временских периода и температура је од нарочитог значаја за ове производе [3].

Поред дужности горе описаних, друге обавезе могу бити спецификацијом задате за одређени пројекат. Те обавезе могу подразумевати праћење безбедносних прописа, руковања опасним материјама и њиховог одлагања или било којих других договорених задатака. Делокруг инспекторових дужности се може договорити са послодавцем и детаљно бити расправљен на састанку пре почетка посла.

Инспектори би требало да документују све задатке које су обавили.

5.2. Спецификација премаза

Овај одељак даје одговоре на следећа питања:

- Шта је спецификација?
- Шта су општи елементи или садржаји једне квалитетне спецификације?
- Зашто је спецификација важна?
- Шта су одговорности инспектора контроле примене премаза кад су у питању спецификације?

5.2.1. Дефиниција спецификације премаза

Дефиниција спецификације гласи: *Темељан и обиман опис неке ствари: нарочито тврдња појединости које описују димензије, детаље или необичности било ког рада који треба бити започет, рецимо, у архитектури, изградњи, инжењерству итд [2].*

У стварном животу, тежимо ка томе да формалну дефиницију уобличимо тако да одговара нашим сопственим потребама, па овде једноставно кажемо:

Спецификација премаза је формални документ који извођачу радова (апликатору) говори шта да ради и где да ради, али му генерално не говори како да то уради.

Добро припремљена спецификација у многome може допринети да посао иде глатко и да све стране буду задовољне – шеф ће добити добро одрађен посао и биће срећан, а предузимач ствара приход.

Детаљни описи премаза су прилагођени захтевима за одређени посао и јављају се у разним облицима и различитим степенима квалитета и јасноће. Понекад је спецификација премаза толико нејасно објашњена да не може нико да је протумачи, укључујући и особу која ју је написала [4].

5.2.2. Пример лоше написане спецификације (опис за надземни водоторањ):

Очистите и офарбајте надземни водоторањ на адреси Н.Н 112, Србија, са (3) слоја квалитетне фарбе [1].

На многа питања се није одговорило и мора се поставити следећа питања:

- Шта значи *очистити*?
- Шта подразумева *квалитетна фарба*?
- Да ли се фарбају и краци и кула или само кула?
- Да ли се фарба и унутрашњост?
- Какав материјал добављач боје треба да прода предузимачу?
- Да ли инспектор зна шта треба да надзире?

Јасно је да је оваква врста спецификације веома лоша за све укључене стране [1].

Често, лице која пише спецификацију, преузима саму спецификацију са претходног посла, не обраћајући пажњу на тачност података, применљивост и прилагодљивост тренутном послу и без жеље за било какве технолошке напретке [3].

Спецификација премаза је водич инспектору за рад са премазима. Пре него што крене било какав рад са премазима, инспектор би требало да:

- Прибави и прочита сваки део спецификације
- Да се увери да је он разумео спецификацију потпуно и тачно
- Да са својим супервизором или представником шефа разјасни било какве аспекте спецификације премаза који се учине нетачним или непрактичним или оне делове које није разумео [3].

5.2.3. Спецификација премаза и инспектор за надзор примене премаза

Важно је разумети да скоро сваки корисник инспекције примене премаза има свој сопствени концепт дужности и одговорности једног инспектора. Не постоји општа усаглашеност унутар индустрије везано за свакодневне активности инспекције и самог инспектора. Он ће свој посао прилагођавати потребама клијента на независан, детаљан начин [2].

Неки власници, инспектора сматрају за супервизора пројекта и додељују му дужности попут надзора безбедносних питања или рада или вођење рачуна о материјалу и његовом наручивању, поред нормалне провере контроле квалитета. Други власници, инспектора могу једноставно упутити само на посматрање процеса рада, тестирања и мерења и извештавање директно власнику, без икаквог разговора са извођачима или њиховим радницима.

Можда ће се у неком тренутку од инспектора тражити да извршава било коју крајњу дужност.

NACE дефинише улогу инспектора као технолога контроле квалитета који је првенствено одговоран за посматрање и извештавање о техничким аспектима пројекта везаних за премазе. Контрола се не сматра делом његове функције.

Са овим на уму, овај одељак приказује различите делове спецификације и разматра улогу инспектора, нарочито његове дужности и одговорности у погледу спецификације [2].

5.2.4. Елементи типичне спецификације премаза

Већина спецификација јесу формални, организовани документи[3]. Добра спецификација премаза садржи већину секција које следе, или сваку од њих, а свака секција садржи информације и критеријуме за сам посао:

- Делокруг рада
- Термини и дефиниције
- Стандарди ознака и кодови
- Безбедност
- Састанак пре почетка са радом
- Припрема површине
- Премазни материјали (укључује шему премаза)
- Узорковање премаза
- Стручност
- Примена
- Распоред рада (редослед процеса рада који треба да се обави)
- Ремонтни и поправни радови око премаза
- Надзор
- Документација

Делокруг рада

Овај одељак описује процес рада који треба бити обављен и кад и где треба урадити. Требало би да постоји списак у оквиру секције Делокруг или засебно (попут додатка) сваке јединице која треба бити премазана, као и листа која се односи на сва подручја која треба да буду заштићена, а да се не премазују. Овај одељак такође може показати сврху пројекта премазивања и било каква необична или посебна ограничења са којима се извођач радова (уговарач) може сусрести [4]. Пример:

Ова спецификација намењена је употреби од стране власника и одређених уговорних страна који непосредно или посредно раде за компанију (власник).

Уговарач треба да очисти и поново обоји спољне површине цистерни заведених под серијом Цистерна #1642 – 10,000 литара и Цистерна #1626 – 7, 500 литара и треба да обезбеди, о свом трошку, сву радну снагу, надзор, опрему, материјале који су потребни за обављање посла. Погледати приложени цртеж (Табла #32, датум 21.август, 2001.године, припремила компанија Echo Engineering) ради локације горе описаних цистерни и опреме [4].

Неки посебни изузеци:

Сви инструменти, уређаји за снимање, водомери и галванизоване површине у подручју цистерне треба да буду покривени и заштићени и не треба да буду премазивани.

Питања која се тичу времена за пројекат, укључујући почетне датуме и одређене путоказе за пројекат такође могу бити укључена:

Шема пројекта је да се отпочне са операцијама у року од 270 дана од датума предлога понуде. Власник ће предводити надзор постројења која ће бити обојена и одржаће на лицу места састанак са свим потенцијалним подносиоцима понуда пре тендера у 14:00h, дана 26. априла 2018. године. Тендери доспевају на дан или пре 5. маја 2018. године у 14:00h, а уговарач посла мораће да крене са радом на дан 19. маја 2018. године или пре тог дана. Сав процес премазивања који ова спецификација покрива мора се довршити на дан 21. август 2018. године или пре тог датума, јер казна за сваки дан закашњења са обављеним послом након 21. августа 2018. године износи 50.000 динара [3].

Спецификатор такође може дефинисати било какве посебне услове које уговарач мора познавати у овој почетној секцији. Теме које обухватају регулаторне дозволе морају јасно бити приказане, на пример:

Власник је преконтролисао ове цистерне и верује да у постојећој боји на овим цистернама нема олова [2].

Контакт информације могу бити достављене како би било могуће прикупити информације у вези са пројектом и како би све информације биле доступне пре понуђене цене:

Власник постројења које треба да се премаже је:

Alpha Refining Company
121 НН Србија

Echo Engineering, Србија је именовани представник одговоран за све аспекте овог пројекта премазивања под називом Job#RP-16378.

За додатне информације у вези са пројектом, контактирајте г-дина НН, менаџера пројекта, у компанији Echo Engineering (381) 213-8000.

На крају, власник може решити да нагласи да је уговарач одговоран за завршетак радова у складу са спецификацијом:

Целокупан посао биће подвргнут надзору власника, али ово ни на који начин не умањује одговорност уговарача посла да се сложи са техничким захтевима спецификације [2].

Одговорности инспектора везане за место извођења радова

Инспектори би требало да прођу кроз место радова како би се темељно упознали са окружењем. Требало би да забележе сваку јединицу која треба бити обрађена премазом или остављена непремазана као што је описано у секцији Делокруг рада (или у одвојеној шеми премаза) и да прибаве било какве мапе или цртеже који могу бити од помоћи. Ако је потребно, код захтевнијих пројеката, може се направити одређена листа тачних јединица које су за премазивање и оних које се остављају без заштитног премаза.

Ако је у радове укључено више инспектора, сваки би требало да зна за које је објекте одговоран и инспектор мора бити сигуран да је сваки објект који се надгледа некое додељен [5].

Инспектор мора проверити јесу ли све идентификационе плоче, вентили за ваздух, електрична опрема, мерни и контролни инструменти, поклопци стакла мерача итд. који неће бити премазивани, правилно покривени и заштићени током премазивања. С времена на време треба проверити да ли је потребна заштита остала на свом месту након обављеног посла [5].

Термини и дефиниције

Једна добра спецификација дефинише одређене речи и термине како би се разјаснило њихово значење везано за тај конкретни документ. На пример:

Речи попут ћу/ћемо, ћеш/ће/ћете, неће, требало би и смети/моћи наћи ће се у овом документу и користе се да означе следеће:

Речи ћу/ћемо користе се када је пропис обавезан и уговарач се мора сложити са делом спецификације како је наведено.

Речи требало би значе није обавезно и користе се када је поштовање прописа пожељно и указује на чврсту препоруку уговарачу да испуни тај део спецификације [5].

Реч смети/моћи користи се када су могуће алтернативне варијанте; уговарач има опције и требало би да користи његову приоритетнију опцију.

Речи ћеш/ће/ћете и нећеш/неће/нећете користе се више када су у питању предузимања власника од уговарача.

Ово је један пример:

Уговарач ће поставити заштитну навлаку преко свих делова аута инжењера пројекта Ролс Ројс током свих фаза пројекта наношења премаза и скинуће навлаку једино ако то захтева инжењер пројекта.

Уговарач би требало да покрије све друге аутомобиле у близини места где се спроводи наношење премаза.

Уговарач може користити пластичну навлаку од 8 милиметара или платно од 20 милиметара да се покрије Rols Rojs инжењера пројекта итд.

У примереним интервалима, власник ће проценити да ли је заштитна навлака на правом месту [1].

Неколико других термина или дефиниција могу бити обухваћене овом секцијом, укључујући дефиниције везане за сам персонал, као што су:

Термин **власник** или **компанија** подразумева регистрованог власника дотичног постројења/објекта или његовог именованог представника.

Апликатор/уговарач подразумева подносиоца успешног тендера, одговорног за обављање посла са премазивањем.

Надзорник/пословођа је представник апликатора/уговарача који се налази на лицу места и за уговарача је одговорно лице.

Инспектор је особа именована да инспекцијске процедуре обави према спецификацији.

Инжењер спецификација је особа која може помоћи око неслагања или да измени спецификације. Он може такође бити особа која је формулисала спецификације. (Инжењер спецификација може бити познат и под именима *инжењер пројекта* или само *инжењер*.)

Спецификатор је особа која је формулисала спецификације. Он може, али и не мора бити и инжењер спецификација.

Добављач премаза је произвођач (или именовани заступник) премазних материјала који се у раду користе.

Референтни еталони/стандарди

Спецификација ће обично обухватити списак објављених стандарда/еталона означених одређеним секцијама или деловима документа. Било који део препоручљивих стандарда може бити обавезујући за све укључене стране као целокупни стандард, сем ако није напоменут неки изузетак [5].

Одговорности инспектора у вези са стандардима и правилима

Спецификација ће обично захтевати од уговарача да ради **у безбедним условима у складу са свим државним и локалним правилима** итд. Његова је дужност да посматра и прати таква правила. Ипак, опрезан инспектор ће одлучити који су кодови (правила) применљиви и сазнати информације о њима потребне за рад.

Такође, детаљни опис премаза ће често упућивати на разне објављене стандарде који се односе на одређене делове документа. Пошто референтни стандард (или удео тога) постаје саставни део спецификације, инспектор мора прибавити, проучити и упознати се са сваким делом стандарда и његовом везом са пројектом [2].

Безбедност

Многе спецификације почињу секцијом са универзалном фразом, попут ове:

Рад мора бити обављен у безбедним условима у складу са свим применљивим државним и локалним безбедносним прописима [2].

Генерално, власник ће имати свој приручник о безбедности, који ће навести одређене безбедносне услове, попут:

- Ношење кацига
- Коришћење апарата за дисање (власник може захтевати маске одговарајуће за цело особље под уговором)
- Коришћење заштитне одеће, обично у различитим али распознавајућим бојама што се тиче категорије особља, попут:
 - Особље рафинерије (особље власника) – плава
 - Особље уговарача за фарбе – наранџаста
 - Друго особље под уговором – жута
- Услови за посебне дозволе за одређена подручја за постројења, попут ограничених простора; такве дозволе обично важе само за осмочасовну смену и може бити потребно да постоји један радник у приправности који ће све време бити изван ограниченог простора
- Други услови постројења, као што су одређивања безбедних склоништа за случај опасности.

Неке компаније захтевају да особље под уговором похађа школу за безбедност, спонзорисану од стране компаније и да успешно сви положи испит како би могли да раде на постројењима. У таквим школама, доста се пажње посвећује безбедносним питањима тачно одређених локација [4].

Обавезе инспектора у вези са безбедношћу

Безбедност је обавеза свих радника који се налазе на радној локацији. Послодавац је примарно одговоран за безбедност, али инспектор мора бити довољно едукован како би могао да препозна безбедносне прекршаје јер се они тичу и његове/њене личне безбедности, али и безбедности радног особља [3].

Инспектор **није** инжењер безбедности или надзорник али је одговоран за:

- Његову или њену личну безбедност
- Подношење извештаја инжењеру безбедности или надзорнику о било каквим небезбедним условима или поступцима
- Праћење свих одређених безбедносних прописа као што је наведено у спецификацији и од стране инжењера безбедности или надзорника

Што се сопствене безбедности тиче инспектор би требало да познаје:

- Безбедне поступке за рад са растварачима, премазима, опремом за распршивање, скелом, пескарење абразивним средством итд.
- Локацију амбуланти за пружање прве помоћи
- Локације најближих телефона и телефонске бројеве за хитне случајеве (амбуланта, ватрогасна станица, инжењер безбедности).

Контролна листа безбедности

Контролна листа безбедности која следи, може бити од помоћи док се посматра рад или ако би требало да инспектор прати безбедносне поступке на пројектима премазивања [5].

Општа безбедност

- ☐ Пронаћи најближи телефон
- ☐ Идентификовати ограничена подручја
- ☐ Пронаћи аларм у случају пожара
- ☐ Пронаћи апарат за гашење пожара и противпожарну ћебад
- ☐ Пронаћи покретне објекте, кранове и саобраћај
- ☐ Идентификовати и размотрити ознаке и симболе упозорења
- ☐ Савладати коришћење аларма постројења, процедуре евакуације и опште протоколе у случају опасности [3].

Мердевине

- ☐ Повремено проверити има ли непричвршћених, похабаних или оштећених лестви
- ☐ Носити ципеле са потпетицом
- ☐ Не носити никакав алат у руци приликом пењања
- ☐ Гледати лицем ка мердевинама приликом пењања; никад не скакати са мердевина
- ☐ Припазити на опасности металних мердевина када је у близини струјни вод, па је могућ контакт
- ☐ Развезати мердевине [4].

Скела

- ☐ Повремено проверити да ли је дошло до штете или дотрајалости
- ☐ Уверити се да је скела у усправном и равном положају
- ☐ Уверити се да по читавој скели постоји ограда (гелендер)
- ☐ Не возити скелу на ваљку приликом померања
- ☐ Потврдити да су контролне ознаке валидне и на правим местима [4].

Електрични алати

Уверити се да су:

- ☐ Безбедносни штитници одговарајући и функционални
- ☐ Системи за скупљање прашине функционални кад се ради са штетним материјалима.

Абразивно пескарење

Уверити се да су инсталирани следећи елементи и према редоследу рада:

- ☐ Вентил са функцијом сигурносне ручице
- ☐ Вентили за контролу притиска
- ☐ Одговарајући сепаратори воде и уља
- ☐ Заштитна одећа (кабанице и рукавице)
- ☐ Респиратори са филтером и регулисаним снабдевањем ваздухом [2].

Уверити се:

- ☐ Да је цео систем уземљен, укључујући црева, руковаоца и предмет обраде
- ☐ Да су спојнице црева ожичене
- ☐ Да је црево за абразивне материје савијено у круг, не под углом од 90°
- ☐ Да распрскивач никад није уперен ка људском телу или ломљивом предмету
- ☐ Да је црево за абразивне материје проверено и да нема штете и хабања.

Наношење премазног средства у спреју

Како би се спречила опасност од пожара, погледати:

- ☐ Да нема извора паљења у близини кад се користе запаљиви материјали
- ☐ Да апликатор смањује употребу материјала са ниском тачком паљења
- ☐ Да је обезбеђена адекватна вентилација
- ☐ Да је кабина за прскање очишћена од издувних гасова и испарења насталих од претходног прскања
- ☐ Да ниједна простирка није натопљена запаљивом течносту у подручју за прскање [5].

Лична заштита

Уверити се:

- ☐ Да се носе заштитне наочаре и заштитно стакло преко очију
- ☐ Да се користи прилагођен респиратор за ваздух
- ☐ Да је руковалац у позицији у правцу дувања ветра у односу на предмет који се прска [5].

Црево и пиштољ

Утврдити:

- ☐ Да је вршена повремена провера црева за случај постојања ослабљених и похабаних места
- ☐ Да су спојеви на цреву исправни и учвршћени
- ☐ Да црево никад није раздвојено или преспојено док је под притиском
- ☐ Да елемент под притиском никад није без надзора
- ☐ Да је пиштољ уземљен кроз спојеве црева
- ☐ Да пиштољ никад није уперен у људско тело
- ☐ Да пиштољ поседује штитник обарача
- ☐ Да руковалац употребљава струјно проводљиво црево у условима безваздушног наношења [2].

Растварачи и премазни материјали

Док би са свим растварачима и материјалима требало руковати пажљиво, према спецификацијама произвођача, неки од њих су нарочито опасни и захтевају посебан опрез. Ови растварачи и материјали обухватају:

- Ацетон, МЕК (метил етил кетон) раствараче
- Премазе на бази растварача винила
- Епоксидне премазе и смесе
- Неопрен-хипалон премазе (синтетичка гума)
- Било које премазе који садрже олово или живу
- Ароматичне супстанце (ксилен или толуен)
- Целусолв или целусолв ацетат
- Уретане са агенсима очвршћавања на бази изоцијаната [4].

Опрема за тестирање

Проверити:

- ☐ Да су детектори пора уземљени
- ☐ Да нема испарљивих супстанци када се употребљавају детектори високог напона
- ☐ Да је опрема у складу са околином у којој се употребљава, нпр. безбедна за унутрашњу употребу у ризичним ограниченим просторијама [3].

Листа безбедносних података о материјалима (Material Safety Data Sheet - MSDS)

У многим државама, листе безбедносних података о материјалима обавезне су да би се обављао рад. Ове листе података захтева законодавство, како би радници добили информације у вези са ризицима са којима се у свом радном окружењу суочавају.

Инспектори и други радници би требало да се информишу о било каквим опасним супстанцама повезаним са послом који обављају и требало би да прођу адекватну обуку о томе како ризик од повреда свести на минимум или о здравственим последицама које могу бити резултат обављања посла [5].

Састанак пре почетка са радом

Једна квалитетна спецификација захтеваће састанак пре самог почетка са послом како би све укључене стране – власник, уговарач посла (извођач радова), добављач премаза и инспектор – могле да се окупе ради разматрања стандарда и радних процедура у пројекту. Разговор би требало да обухвати све аспекте спецификације али ће се најпре фокусирати на:

- Подручје
- Безбедносне праксе
- Провера поступка предчишћења
- Поступак самог чишћења
- Премазни материјали и поступци руковања
- Процедуре примене
- Инспекција (алати, методе и редослед радњи)
- Подношење потребних докумената, захтева, предлога од стране уговарача
- Промене у редоследу поступака, ако их има [1].

Ниједна спецификација премаза није савршена. Проблеми ће се врло вероватно десити. Чак и најприпремљенији документ може имати грешке или нејасноће, које би требало да буду решене на оваквој врсти састанка. Методе за решавање проблема са којима се уговарач посла може сустрести током рада требало би да буду утврђене на састанку.

Најважније је да управо овде инспектор (независни интерни или постављен од стране извођача радова) одређује своја овлашћења и одговорности. Питања би требало да буду решена што је пре могуће и најбоље је да нико не побесни. Могућност инспектора да учествује у објективним дискусијама и помогне да се дође до праведног решења, је један вредан део инспекторове улоге [2].

Одговорности инспектора у вези са састанком пре почетка посла

Инспектори би требало да проуче спецификације пре састанка и припреме списак питања у вези са било којом фазом рада која је нејасна. Не би требало да напуштају састанак без потпуно јасног разумевања, пожељно у писаној форми:

- Спецификације и измена, преиначења или изузећа, ако их има
- Њиховог овлашћења на послу
- Њихових одређених одговорности у раду [5].

Припрема површине

Опште је веровање да се 60 до 80% свих неуспешних премаза у целости приписује неадекватној или неправилној припреми површине. Овај одељак зато постаје део документа од виталног значаја и особа која је сачинила спецификацију треба да буде нарочито јасна и концизна у намери и стилу изражавања у самој спецификацији.

Захтеви варирају од пројекта до пројекта, али овај сегмент би требало да се бави свим фазама процеса чишћења, који укључује елементе попут:

- Претходног надзора – процедура контроле, обележавања и исправљања свих фабричких грешки
- Претходног чишћења – уклањање загађивача попут уља, масти, прашине итд., чишћењем растварачем према познатом стандарду [нпр., SSPC-SP 1, “Solvent Cleaning”]. Овај корак мора бити обављен пре било какве даље припреме површине.
- Поступака чишћења у складу са назначеним стандардима [5].

Пример би могао гласити:

„Након што су све фабричке грешке прописно исправљене и одобрене од стране инжењера, а све површине за премазивање очишћене растварачем и одобрене од стране инжењера, извођач радова може наставити са процесом чишћења на следећи начин:

Припремити чисте, суве површине пескарењем абразивима користећи DuPont StarBlast #6 у складу са стандардом припреме површине Surface Preparation Standard NACE No. 1/SSPC-SP 5, „Чишћење пескарењем белог метала – White Metal Blast Cleaning“. Чишћење пескирањем би требало да створи храпав профил површине са браздама ширине од 38 до 75 μm , како је утврђено стандардом NACE: Стандард RP0287, “Field Measurement Of Surface Profile of Abrasive Blasted Steel Using Replica Tape—Мерење области профила површине челика третираног абразивом користећи реплика траку [4].“

Након припреме површине подлоге, песак, прашина итд. треба да се уклоне и слој прајмера треба нанети пре било какве корозије или пре него што се деси поновна контаминација.

Други сегменти овог одељка могу се позабавити тематиком абразива, опреме, технике и ограничења. На пример:

„Чишћење пескарењем не би требало да се ради када је температура челика нижа од 3 °C изнад тачке росишта или кад је релативна влажност 85% или више итд.

Млазнице би требало да буду бачене кад се похабају тако да је унутрашњи пречник већи за 20% и више у односу на нову млазницу или кад је млазница похабана за цео број од оригиналне величине пречника, нпр., ако је #6 млазница у употреби похабана на ниво #7, треба је избацити из употребе [4].“

Важно је да спецификационе ставке буду детаљно објашњене и прецизне. У одговору на спецификацију, уговарач може да приговори око величине млазнице коју сме користити. Без таквих упутстава инспектори не могу објективно вршити процене. Може се предложити на пример само да „опрема мора бити прописног обима у пројекту и да опрема која није у добром стању неће бити коришћена.“ Такве тврдње не дефинишу никакве критеријуме који би се могли користити за процену сврсисходности те опреме у сврху пројекта. Инспектори би морали да се ослоне на сопствено искуство и расуђивање, као и уговарач, јер је јасно да постоји шанса да дође до неспоразума.

Одговорности инспектора у вези са припремом површине

Стандарди

Стандарди су основни део контроле квалитета делатности бојења и размотрени су у многим приручницима. Када се ради о придржавању стандарда припреме површине инспектор би требало:

- Да се увери да је коришћен одређени стандард чишћења
- Да се увери да је површина припремљена на наведени начин
- Да не тражи да површина буде чистија од оног што је стандардом наведено
- Да потврди да су коришћени само наведени материјали (нпр., песак, растварачи за чишћење) [3].

Храпав профил површине

Потребно је знати тачно које су дозвољене мере за храпавост површине. Ако по спецификацији ниво храпавости профила површине захтева минимум 38 μm онда 33 μm није дозвољено.

Добро састављена спецификација захтеваће распон профила површине, као што је распон од 25 до 50 μm или ће представити профил површине са променљивом, попут 38 μm +/- 12.7 μm . Треба се уверити да је ова ставка разјашњена на састанку пре почетка посла.

Више није обавезно и боље. Храпавост површине која је предубока не сме се наћи у спецификацији исто колико и она која је сувише плитка. Није праведно према клијенту да се извођачу радова допусти да се провуче са чишћењем испод стандарда. Такође ни према уговарачу није праведно да се захтева виши степен чистоће од оног што је прописано. Након свега, пескарење је скупо и уговарач треба да понуди пескарење до одређеног степена, никако више од тога.

Инспектор мора инсистирати на стандарду чистоће према спецификацији; не тражити више и не пристати на мање. Мора се упознати са материјалима за пескарење који ће се користити и уверити се да су тренутни материјали чисти и онакви како је то спецификацијом наведено [1].

Премазни материјали

Одабир премазних материјала обухвата усклађивање премаза са околином и условима током рада којима ће бити изложени. Спецификатор мора да буде способан да приђе свакој области која ће бити третирана премазом и да рангира сваку према очекиваним условима рада; затим он одлучује који ће премаз бити употребљен у сваком окружењу. Као водич, инжењер би могао користити табелу под називом *Typical SSPC Painting Systems for Environmental Zones – Уобичајени SSPC системи бојења за одређена еколошка подручја* која приказује различите еколошке зоне које се користе и препоручује одговарајуће генеричке премазе [4].

Одабир премаза за излагање атмосфери, где постоји могућност за повремено контролисање и одржавање, не мора бити толико важан попут одабира за употребу на подземним или потопљеним површинама или попут превлаке за пловило.

Спецификатор има неколико доступних опција у бирању премаза за рад. Примери неких од опција су:

- Селекција према генеричкој формули, попут SSPC Paint #20, AWWA C-204 Interior System #8, MIL Spec. C-15203 итд.
- Селекција материјала заснована на критеријумима учинка, попут процента чврсте масе према тежини и обиму, вискозности, маси, сјају, диелектричне чврстоће, пропустљивости, отпорности на абразију, тврдоће, критеријум 4000 сати теста на корозију у условима слане магле итд., све то према методама тестирања наведеним у публикацијама као што су оне које је издао АСТМ
- Један извор – ово је усвајање одређеног премаза или система премазивања, обично заснованог на познатом учинку у тој области, који генерално доставља један произвођач или одобрени други еквивалентни произвођач. Спецификатор је одредио да су премазни материјали једног произвођача прихватљиви, али такође је вољан и да размотри друге производе. Спецификација наводи једну групу премаза произвођача по имену и указује на одредницу или одобрени еквивалент. Уговарач је у том случају слободан да одабере алтернативни премаз, под условом да је власник (или спецификатор) задовољан еквивалентношћу алтернативних материјала.

Сваки корисник има своју омиљену методу одређивања премаза и може користити једну од горе наведених метода или неку комбинацију [5].

Одговорности инспектора у вези са премазним материјалима

Потребно је уверити се да су коришћени они премази и дозвољени разређивачи који су назначени спецификацијом. Потребно је одмах знати где ће премази бити складиштени. Обезбедити услове складиштења који су у складу са спецификацијом и најновијим инструкцијама произвођача [1].

Проверити да ли цистерне имају икакве знаке оштећења.

Упознати се са начином мешања, разређивања и мућења премаза, а онда се уверити у примену ових радњи. Проверити да су сви пигменти инфилтрирани у течни премаз. Ако је премаз упакован у паковању од два или три комада, уверити се да су исправне компоненте правилно промешане, затим да је комбиновано према спецификацији и да је комбиновани материјал темељно измешан.

Прегледати колики су препоручени индукциони периоди за сушење, од почетка мешања до почетка реакције, које је дао произвођач.

Знати који је ниво чврстих материја, дебљине влажног слоја и сувог слоја који су спецификацијом одређени и дозвољене вредности, период сушења и поновног премазивања и време за адекватно очвршћавање [4].

Узорковање премазног материјала

Спецификатор може захтевати од уговарача или инспектора да узме резерве узорака премазног материјала који су у пројекту коришћени. Он може детаљно образлагати процедуру узимања узорка, укључујући број узорака за узимање, именовање процедура, прописе складиштења итд. Особа задужена за узимање узорака би требало да користи само чисте посуде када узима парцијалне узорке, како би се избегла контаминација узорка. Узорци могу бити парцијалне резерве (250 ml до 1 l) или неотворене посуде (5 до 20 l). Од инспектора се може тражити да посети постројење произвођача да узме узорке премазног средства [3].

Одговорности инспектора у вези са узорковањем премазног средства

Спецификација премаза може тражити да инспектор узме узорке премазног материјала на лицу места. Инспектор би требало да следи пажљиво спецификацију:

- Насумице одабрати премазне материјале за узорковање
- Уверити се да су премазна средства темељно измешана
- Уклонити узорак са посуде за узорковање када се дође до назначене количине
- Означити посуду са узорком како је одређено спецификацијом како би се назначило следеће:
 - Назив и број производа
 - Боја
 - Број серије
 - Датум узимања узорка
 - Име инспектора.

Након узимања узорка инспектор који га је узео треба да потврди да је посуда са узорком добро запечаћена и да су узорци смештени у условима који им неће нашкодити. Како би се избегла грешка у узорковању, неки клијенти радије бирају да комплетна количина (неотворена) буде узета као узорак и послата у лабораторију на тестирање, где ће материјал бити измешан и узоркован под контролисаним околностима [4].

Распоред наношења превлаке

У већини ситуација, кад је пројекат релативно једноставан, информација о распореду наношења превлаке биће део спецификације. Када је пројекат премазивања комплекснији, ова информација може бити наведена у одвојеном делу, као одељак спецификације или као одвојени додатак. Информација указује која област да буде премазана и која да буде заштићена, покривена или да остане без превлаке [3].

Понашање радника на радном месту

Спецификација премаза може укључити свеобухватну фразу попут следеће:

„Целокупан процес рада би требало да се обави у строгој усклађености са овим спецификационим условима и са тренутним штампаним инструкцијама произвођача премаза везаних за материјале за употребу у самом пројекту. Рад би требало да обаве искусни радници у безбедној и радној атмосфери [2].“

Ово је неодређена фраза, подложна за тумачења, а често и многе неспоразуме. Спецификација би морала да дефинише шта се подразумева под термином *стручно понашање*, на пример:

„Апликација би требало да буде урађена у складу са принципима добре стручности описаним у SSPC-PA 1.“

Детаљнији приступ би могао бити захтевање од руковалаца да буду квалификовани према ASTM стандардима D 4227 и 4228 или према NACE International Gyide to Qualification of Tradesman Industrial Maintenance Painters – NACE Међународни водич за квалификацију молера у индустријском одржавању [4].

Захтеви за обуку апликатора се све више јављају у индустрији. Апликатори морају да успоставе неку врсту процене вештина ради одређивања нивоа радне компетенције.

Одговорност инспектора у вези са правилима понашања

Као подсетник, следеће реченице се могу навести као обавезе инспектора:

„Схватите природу посла који треба обавити.

Будите сигурни да имате копију најновијих упутстава произвођача и осигурајте се да сте их детаљно разумели.

На почетном састанку, требало би да разјасните очекивања везана за жељени ниво достигнуте стручности [3].

Посматрајте процес рада док је у току и пријавите било какав неприхватљив начин рада вашем супервизору, представнику власника или уговарачу, ради исправке.

Будите безбедни. Ви сте одговорни за вашу сопствену безбедност и за лично праћење свих безбедносних прописа предодређених за рад. Одмах пријавите икакве сумњиве услове или поступке, инжењеру безбедности.“

Наношење превлака

Ова секција бави се дефинисањем одобрених метода за наношење превлака:

- Четком
- Ваљком (ручни или електрични)
- Ваздушни спреј
- Безваздушни спреј
- Вишекомпонентни спреј
- Безваздушни спреј распршивач итд.
- Дебљина превлака (суви слој, влажни слој) [1].

Добра спецификација ће установити минималну и максималну дебљину сувог слоја (ДФТ) сваког премаза у систему премаза и минималну и максималну дозвољену дебљину сувог слоја. Поред тога, спецификација може захтевати додатно премазивање одређених места, па ће се у том случају одредити подручја која ће бити додатно премазана и адекватну процедуру која ће уследити.

Дебљина сувог слоја додатних премаза не може се тако лако детаљно описати или контролисати у одређеној области. Референце за дебљину додатног премаза могу обухватити такве ставке попут *нанесите јачи слој* или *извршите потпуно и целовито прекривање*. Мерења дебљине сувог додатног слоја вероватно ће бити непоуздана услед близине ивица, оштрих углова или заварених рубова [2].

Одговорности инспектора у вези са наношењем превлаке

Уверити се да је наношење превлаке урађено према спецификацији на стручан начин, без грешака.

Инспектор мора знати тачно колике су дозвољене мере дебљине. Добра спецификација дефинисаће минимум и максимум дебљине сувог слоја за сваки слој целине и за укупну целину, на пример, од 100 до 150 μm по слоју и 300 до 450 μm за укупну целину. Ако ово није случај, онда би требало да инспектор инсистира на састанку пре почетка посла како би се практични стандарди дебљине слоја разјаснили, разумели и усагласили међу свим укљученим странама.

Важно је да се разуме да је одговорност на инспектору да обезбеди постизање одређеног распона дебљине сувог слоја. Инспектор наноси штету како клијенту, тако и уговарачу ако покуша да инсистира на додатном горњем слоју само да би био сигуран да су било која танка места или грешке који можда нису уочени, прекривени [4].

Распоред рада

Обично је одговорност уговарача да креира сопствени план рада и поднесе га инжењеру ради одобрења пре почетка посла. Власник ипак, може да постави временске границе за почетак и завршетак посла и да тражи од уговарача да испостави написани радни план или шему [1].

Планирани поступци могу обухватити најмање ове ставке:

- Претходна инспекција
- Претходно чишћење
- Исправка грешака код израде
- Припрема површине
- Наношење
- Периоди контроле и зауставне тачке у процесу рада
- Исправка и поправна премазивања
- Документација и извештаји

Власник или спецификатор могу, у овом одељку, да за извођача радова одреде тачке процене постројења и места рада, као и дозвољено радно време. Било би неправедно, на пример, допустити да извођач верује да је рад могао отпочети у 7:00 ујутру, ако се капије не отварају пре 9:00. Ако дође до овога извођач радова може имати валидан приговор за 2 сата чекања. Друга позната ограничења и услови такође морају бити наведени [3].

Одговорности инспектора у вези са распоредом рада

- Разумевање распореда рада
- Уверавање да су све фазе рада обављене на начин предвиђен од стране уговарача и одобрен од стране клијента
- Надзор у одређеним временским интервалима (или назначеним зауставним тачкама)
- Припрема и подношење извештаја према пропису

Поправни премазни радови

Спецификација може понекад одредити процедуре за процес поправке премаза. Спецификација би требало да од извођача радова захтева поправку сваке штете у раду са премазима и може описати саму процедуру за поправку, на пример:

Извођач радова би требало да одреди штету на премазу и да означи премаз око оштећеног подручја минимум за 75 mm од центра оштећеног подручја у свим правцима. Извођач радова може користити папир премазан абразивом гранулације 80 да прикаже сваки слој система премаза, укључујући и прајмер. Користећи завршни премазни материјал као материјал исправке извођач радова ће, четком, нанети исти број слојева као што је било у подручју исправљања. Укупна дебљина поправке не би требала бити мања од 90% од укупне дебљине оближњег неоштећеног премаза [2].

Одговорности инспектора у вези са поправним премазним радовима

Процедура преправке премаза требало би да буде показана у спецификацији и размотрена на састанку пре почетка посла [1].

- Инспектор се мора уверити да су области за исправку јасно одређене и да је премазана површина адекватно припремљена (нпр. пескарена) како је назначено.
- Инспектор мора пратити број нанетих поправних слојева, мотрити на учесталост наношења слојева и проверити дебљину влажног слоја и сувог слоја како је назначено. На крају мора документовати одрађен посао.

Контрола

Како је раније речено, спецификације премазивања варирају и обично су прилагођене захтевима одређеног посла. Сасвим природно је да ће се очекивати да варира и контролни план. Неки власници могу тражити надзор сопственог радног особља; неки захтевају контролу од стране независног персонала који је уписан у пројекту. Други могу тражити да извођач сам обезбеди надзор и контролу квалитета, како би власник размотрио и прихватио посао [5].

Спецификатори би требало да се усредсреде на одређене елементе инспекције, попут:

- Процењивање услова околине на радном месту (тачка рошења, релативна влажност, температура ваздуха и челика итд.)
- Претходна контрола (грешке код производње, стање челика, присуство загађивача површине итд.)
- Претходно чишћење (уклањање уља, мазива, прљавштине итд.)
- Припрема површине (опрема, абразиви, чистоћа, профил итд.)
- Премазни материјали (складиштење идентификација, мешање и разређивање итд.)
- Наношење (опрема, разређивачи, дебљина влажног слоја, дебљина сувог слоја, учесталост поновног наношења слоја итд.)
- Контрола (визуелна, детекција празнина итд.)
- Документација (чување прибелешки извештаја итд.)

У најбољем случају, спецификација може пружити нацрт процедура како би инспектор следио своје дужности. Такве процедуре би могле дефинисати задатак инспектора и садржати следећа правила:

- Када, где и колико мера узети
- Критеријуми за пролаз/неуспех за сва мерења
- Смернице за довршавање и подношење извештаја инспектора
- Разумљив извештај инспекторових одговорности и пуномоћја
- Организациони графикон који показује командни ланац и позицију инспектора
- Ако смерница нема, онда би инспектор требао да установи сопствену процедуру, која би требало да садржи исте елементе. Ови елементи би требало да се односе на различите одељке спецификације који су управо поменути.

Одговорност инспектора у вези са контролом

- Пре посла:
 - Набавити, прочитати, проучити и разумети спецификацију, референтне кодове и стандарде.
 - Проучити табеле података премазног материјала, проверавајући има ли икаквих несугласица са спецификацијом.
 - Посетити место рада.
- На састанку пре посла:
 - Разрешити питања око спецификације, укључујући посебне извештаје, инструменте за тестирање и процедуре.
 - Ако нема посебних назначених тестирања, извештаја итд., инспектор треба бити спреман да тачно наведе које тестове, извештаје, итд., намерава да употребљава.
 - Одредити инспекторове одговорности и пуномоћје.
- Током рада:
 - Извршење дужности контроле квалитета у складу са додељеном одговорношћу и документовање свих активности.
 - Верификација да је посао усаглашен са захтевима спецификације.
 - Известити о свим неусаглашеним радњама и одступањима од писмених назначених захтева, укључујући модификације договорене на састанку пре почетка посла или било каквих других скупова [4].

Документација

Документација се односи на све сачуване прибелешке и извештаје о процесу инспекције. Инспектори би требало да запамте да документација коју они припреме може бити најзначајнији доказ посла обављеног на самом пројекту. Требало би да документација буде тачна и лака за разумевање, упамтивши да читаоци не морају имати одређено знање о послу или локацији пројекта [3].

6. Програм теоријске обуке за инспектора за превлаке

Програм обуке за инспектора за превлаке, CIP (Coating Inspector Program), је направљен како би помогао неискусним кандидатима у савладавању потребних знања.

Постоје три степена инспектора за превлаке: CIP ниво 1, CIP ниво 2 и NACE – Сертификовани инспектор за превлаке – ниво 3. За полагање прва два нивоа програма није потребно никакво претходно знање. Међутим, неопходно је најмање две године радног искуства у превлакама, које је стечено пре, током или након похађања обуке, да би кандидат могао да се пријави за полагање испита пред колегама инспекторима, чиме учесник постаје NACE – Сертификовани инспектор за превлаке – ниво 3 [4].

6.1. CIP ниво 1—Задатак курса

Свеобухватни CIP је свеобухватан програм обуке, а Ниво 1 је најинтензивнији од курсева. Ниво1 је дизајниран и прилагођен неискусним кандидатима. CIP препознаје оне који имају претходно искуство и који могу да превазилазе неке од наведених вештина и циљева ове обуке. Међутим и неискусни кандидати и компетентни почетни инспектори ће имати користи од структурне обуке коју им овај курс омогућава. По успешном завршетку CIP нивоа 1, учесници демонстрирају способност да обављају једноставне инспекцијске радове на превлакама под надзором квалификованог инспектора (Ниво 3).

Након похађања CIP нивоа 1, учесници који су се уписали на програм NACE инспектора за превлаке, препознају улогу самосталног инспектора за превлаке и разумеју потребу за контролом квалитета пројеката са употребом превлака. Они ће моћи да изводе основна мерења која су неопходна како би се одржавала контрола квалитета [4].

Након успешног завршетка CIP нивоа 1 инспектор ће моћи да:

1. обавља једноставне послове инспекције превлаке на структурном челику, на лицу места, под директним надзором квалификованог инспектора (ниво 3)
2. чита и разуме спецификацију за припрему површине и апликацију превлаке
3. користи опрему за основну контролу квалитета која укључује, али не ограничава:
 - ротирајући термохигрометар и табеле са односом температуре и релативне влажности ваздуха (метеоролошке табеле)
 - мерач дебљине мокрог слоја (WFT)
 - мерач притиска помоћу хиподермичке игле
 - мерач помоћу магнетног повлачења DFT (дебљина сувог слоја)
 - мерач помоћу електромагнетног DFT
 - детектор ниског напона (влажни сунђер)
 - детектор високог напона DC
4. разуме и користи стандарде за припрему површине (NACE, SSPC и ISO) како би препознао чистоћу одређене површине
5. схвата да је посао инспектора тимски рад
6. схвата важност састанака који се одржавају пре обаљања посла
7. схвата потребу да одреди одговорности и надлежност инспектора

8. схвата важност чувања података, учи које информације треба да бележи и како да попуни инспекцијски извештај.

Након успешно завршеног CIP Нивоа 1 инспектор стиче статус NACE сертифициваног инспектора за превлаке – Ниво 1. Статус истог степена се може стећи похађањем курса електронским путем, дакле CIP CD-ROM курса (основни ниво) и успешним полагањем кратког теста који следи [4].

6.2. CIP ниво 2—Задатак курса

Након завршетка CIP нивоа 2 инспектор може да обавља све задатке који су наведени за CIP ниво 1 и да:

1. обавља послове инспекције превлаке у стационарним објектима за превлаке (радионице)
2. користи опрему за деструктивну инспекцију превлака укључујући
 - мерач провере боје
 - адхезиони тестер
 - мерач тврдоће помоћу утискивања
 - оловку за мерење тврдоће
3. користи DFT мерач за нечеличне површине са индукционом струјом
4. мери растворену концентрацију соли (укључујући железо и хлорид јоне)
5. препознаје технике превлачења које се користе у специјализованим условима, укључујући превлаке цевовода, превлаке плоча, опека, плочица итд.
6. препознаје посебне типове личности који су присутни у радном окружењу и поједине технике које могу да смање напетост међу људима и побољшају радне односе
7. препознаје технике и неке проблеме који су у вези са превлакама за бетон
8. препознаје посебне технике наношења превлака које укључују:
 - прскање метала (spray metallizing)
 - топло цинковање
 - аутоматизовану примену превлака, укључујући потапање, превлачење помоћу ваљака, изливање и превлачење жице
9. разуме улогу производних техничких података и података који се тичу безбедности на раду (MSDS) у размени информација
10. разуме разне генеричке типове превлака, укључујући противпожарне, заштитне, високо-температурне превлаке и превлаке за привремену заштиту
11. препознаје уобичајене грешке на превлакама
12. препознаје неке методе лабораторијског тестирања које се користе како би се испунили критеријуми превлака и како би се проценио степен грешке на превлакама
13. препознаје улогу катодне заштите у превенцији корозије, посебно када се користи на превлакама.

Након успешно завршеног СІР нивоа 2 инспектор стиче статус NACE сертификованог инспектора за превлаке – Ниво 2, дакле након што је завршио другу фазу NACE обуке за инспектора за превлаке [6].

6.3. Испит пред колегама инспекторима—Задатак курса

Инспектори морају да поседују најмање две године радног искуства у индустрији превлака и морају успешно да прођу СІР ниво 1 и 2 и испит пред колегама инспекторима, како би стекли статус NACE сертификованог инструктора за превлаке – Ниво 3.

Инструктори за превлаке нивоа 3 су доказали своје техничко знање и могућност комуникације у вези са практичним питањима која могу да се јаве на лицу места. Они могу да надгледају техничаре за проверу превлака. Испите нивоа 3 обављају врхунски стручњаци у индустрији провере превлака и експерти на овом пољу [2].

6.4. NACE политика – коришћење логоа, сертификационог броја и титуле

NACE има строгу политику која се тиче коришћења логоа, сертификационог броја и титуле. Сертификациони број и категорију титуле могу користити само индивидуе које имају звање - NACE сертификовани инспектор за превлаке – Ниво 1, NACE сертификовани инспектор за превлаке – Ниво 2, NACE сертификовани инспектор за превлаке – Ниво 3 и не могу их користити друге особе.

Свим активним корисницима СІР картице је дозвољено да користе термин "NACE сертификовани инспектор за превлаке – Ниво 1, NACE сертификовани инспектор за превлаке – Ниво 2, NACE сертификовани инспектор за превлаке – Ниво 3" (за сертификовани ниво који поседују) и сертификациони број и визит карту.

Следећи пример приказује како ове информације може користити особа која је NACE сертификовани инспектор за превлаке – Ниво 1:

Петровић Петар
NACE сертификовани инспектор за превлаке – Ниво 1
Сертификациони број: 9650
ACE Inspections inc, Београд, Србија

Особе које су NACE сертификовани инспектори за превлаке – Ниво 1, NACE сертификовани инспектори за превлаке – Ниво 2 и NACE сертификовани инспектори за превлаке – Ниво 3, који су активни чланови NACE групе, могу да показују NACE лого како би доказали да поседују одговарајући NACE сертификат [4].

6.4.1. Програм за ажурирање и обнову

Ажурирање и обнова NACE CIP сертификата се мора вршити сваке три године.

Програм за ажурирање се односи на особе које нису положили испит пред колегама инспекторима (Ниво 3). Процес ажурирања се може извршити на један од два начина:

- похађањем наредног програма обуке за инспектора за превлаке (Ниво 2) или испита пред колегама инспекторима (Ниво 3) или
- завршавањем програма обуке код куће.

Уколико се полаже наредни Програм за инспектора за превлаке у току периода од три године, датум следећег ажурирања ће бити три године од датума када је лице завршило претходни последњи курс [3].

Програм обнове се односи на инспекторе нивоа 3. Процес обнове се може завршити на један од три начина, у зависности од броја поена према радном искуству током три године од последњег стручног испита или последње обнове:

- 73+ поена захтева само радно искуство
- 37 до 72 поена захтева документацију о радном искуству и завршетак обуке код куће
- 36 и мање поена захтева документацију о радном искуству и похађање наставе уз успешно савладавање CIP нивоа 2 у редовном року.

Обавештење о процесу ажурирања и обнове се шаље кандидатима поштом 90 дана пре истека идентификације, на адресу која се налази у досијеу NACE. Обавештење садржи све информације и формуларе који су потребни како би се започео процес ажурирања или обнове. Важно је да инспектори у сваком тренутку доставе NACE промену адресе [2].

6.5. CIP ниво 1 - преглед

За инспекторе који желе да постану NACE сертификовани инспектори за превлаке – Ниво 3, ово је први од два курса који морају да похађају. Даље ће се разматрати програм за ову обуку [1].

6.5.1. Предавања

- процес корозије
- спецификација превлака
- механизми за наношење и сушење превлака
- документација (евиденције и извештаји)
- разговор пре обављања задатка
- конфликтне ситуације и доношење одлука
- етичко понашање инспектора за превлаке
- припрема површине
- техника и опрема за стварање млаза са ваздухом или млаза без ваздуха
- опрема за испитивање
- технологија стварања превлака [4].

6.5.2. Лабораторије за увежбавање практичних радњи

На програму се користи неколико лабораторија где полазници имају могућност да стекну утисак о различитим алатима и техникама посла са превлакама и да схвате шта је потребно како би могли да обављају посао како треба. Део опреме коју ће касније користити у пракси укључује:

- ручне и електричне алате

Користе се приликом ситних послова, на пројектима за одржавање и у областима где пескарење није дозвољено или није изводљиво.

- опрему за пескарење

Ваздух се користи како би довео абразив на површину и како би се обезбедила оптимална чистоћа површине и храпавост.

- конвенционални млаз распршен помоћу ваздуха

Ваздух се користи за распршивање премазног средства. Ова метода може произвести глатку површину и фину завршну обраду.

- безваздушни млаз премазног средства

Премазно средство се под високим притиском течности распршује без ваздуха. Продуктивност помоћу безваздушног млаза је много већа у поређењу са конвенционалним ваздушним млазом [3].

Током свих наведених радњи инструктор полазницима непрестано поставља следеће питање: Шта то значи за инспектора за превлаке?

Ово питање се поставља зато што је циљ да полазници повежу све техничке информације са послом инспектора. Кандидати раде са основним алатима и техникама које користи инспектор за превлаке, укључујући:

- проверу припреме површине
- коришћење реплика траке (траке за снимање профила површине)
- коришћење стандарда чистоће површине, сликовних стандарда и визуелних компаратора
- сито тест за абразиве
- ултраљубичасто (црно) светло
- мерење дебљине влажне и суве превлаке

Од полазника се захтева да води добру евиденцију свих тестова које примењује [2].

6.5.3. Испити

Курс СІР ниво 1 траје 7 дана. На крају недеље кандидати полажу 2 завршна испита: један је писмени; други је практични испит са изабраним мерним инструментима. Полазници морају да положе оба испита и да освоје најмање 70% поена како би могли да похађају наредни курс.

Писмени део теста је затвореног типа и састоји се од питања са понуђеним одговорима или питања на која се даје одговор тачно/нетачно. Траје 2,5h. Практични део испита обухвата алате и технике за инспекцију. Од кандидата се тражи да демонстрира колико добро изводи тестове за инспекцију превлака које је увежбавао претходне недеље. Кандидатима се додељују задаци, а они морају да бележе своје резултате. Кандидати су оцењени на основу прецизности забележених резултата [1].

Током недеље се дају кратки писмени квизови, сви затвореног типа, а све са циљем припреме за завршни писмени испит. Кандидати морају да положе оба завршна испита са минималних 70% на сваком делу и морају да предају своју евиденцију (писана читко мастилом), што се такође оцењује процентуално, са потребних минимално освојених 70%, како би положили Ниво 1 [4].

7. Закључак

У првом делу овог дипломског рада приказани су фактори који утичу на корозију, као и последице корозије и како се она може контролисати. Такође је описано шта се може користити као заштита од исте.

Други део рада даје увид у састав органских премазних средстава, наводи ризике повезане са применом органских превлака и описује механизам сушења премаза након апликације.

Трећи и главни део рада је посвећен важности контроле (инспекције) целокупног процеса наношења премаза на конструкцију која се жели заштитити од корозије. Описани су задаци и правила понашања која важе за лица која изводе контролу процеса, то јест инспектора за превлаке. Велики део рада је посвећен опису спецификације као главног документа на основу кога се изводи пројекат наношења превлака.

У последњем делу рада је описан програм неопходне обуке за лица која изводе контролу поступка наношења превлака, према правилима Међународне организације за борбу против корозије (NACE).

8. Литература

1. В. Вујчић, *Корозија и технологија заштите метала*, Војна академија, Београд, 2002.
2. В. Б. Мишковић-Станковић, *Органске заштитне превлаке*, Савез инжењера и техничара за ЗМ србије, Београд, 2001.
3. Coating Inspector Program, Level 1, Student Manual, NACE International, December 2007.
4. Tom Swan, *The Coating Inspectors Handbook*, Testco, TX, 2015.
5. A. Bahadori, *Essentials of Coating, Painting, and Lining for the Oil, Gas and Petrochemical Industries*, Chapter 1 - *Surface Preparation for Coating, Painting, and Lining*, 1-105, 2015.
6. <http://www.productknowledge.com/common-coating-problems-cobwebbing.html>
7. <http://www.productknowledge.com/common-coating-problems-dry-spray.html#>