

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

Назив студијског програма: Војноиндустријско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Наоружање

Предмет: Корозија и заштита метала

Број индекса: 528/2010



Стојановић Г. Александар

**Задаци инспектора за превлаке у процесу припреме површине за
заштиту од корозије**

Дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. доц. др Михаел Бучко – ментор

Датум одбране: _____

2. _____

Оцена: _____

3. _____

Крагујевац 2017

У оквиру овог дипломског рада кандидат треба да:

1. Наброји и опише задатке инспектора за заштиту од корозије на радном месту
2. Опише и класификује документа која води инспектор за превлаке
3. Опише поступке и инструменте за праћење амбијенталних услова у процесу наношења заштитних превлака
4. Анализира и опише поступке за припрему површине пре наношења заштитних превлака

Препоручена литература:

1. В. Вујичић, Корозија и технологија заштите метала, Војна академија, Београд, 2002.
2. В. Ђоровић, Ј. Антић, С. Кочовић, М. Радић, Заштита од корозије у аутоиндустрији, Крагујевац, 2002.
3. Б. Васиљевић, Б. Недић, Модификовање површина, основне технологије модификовања, помоћни универзитетски уџбеник (приручник), Машински факултет, Крагујевац, 2003.
4. Coating Inspector Program, Level 1, Student Manual, NACE International, December 2007.

Резиме:

У оквиру овог рада су описани задаци, обавезе, поступци и процедуре које спроводи инспектор за превлаке, у процесу припреме металних површина за наношење заштитних превлака. Описани су инструменти за праћење амбијенталних услова важних за наношење превлаке на метал. Детаљно су анализиране процедуре којих се инспектор мора придржавати на радном месту. Даље, анализирана су документа које инспектор води за време пројекта заштите одређеног комада од корозије. У последњем делу су описани поступци припреме површине метала за наношење превлака.

Summary:

This paper describes the tasks, obligations, activities and procedures carried out by the inspector for coatings, in the process of preparing metal surfaces for the application of protective coatings. Instruments are described for monitoring the ambient conditions important for coating the metal. The procedures that the inspector must adhere to at the workplace are analyzed in detail. Furthermore, the documents inspected by the inspector during the project of protecting a certain piece of corrosion were analyzed. The final part describes the methods of preparing the surface of the metal for the coating.

Садржај

1. Увод	6
2. Испитивање услова радне околине у процесу припреме површине и наношења превлаке	7
2.1. Температура површине.....	7
2.2. Амбијентални услови.....	8
2.2.1. Температура	9
2.2.2. Релативна влажност	9
2.2.3. Тачка кондензације (тачка росе)	9
2.2.4. Амбијентални услови – Утицај ветра.....	9
2.2.5. Загађивачи у ваздуху.....	10
2.3. Висећи психрометар.....	15
2.4. Електронски хигрометри	16
2.5. Психрометричке табеле	16
3. Инспекцијске процедуре у процесу припреме површине и наношења превлака	17
3.1. Инспекцијска процедура.....	17
3.2. Резиме инспекцијске процедуре	20
3.3. Контролни план инспекцијске процедуре	20
4. Спецификација комада	21
4.1. Општи преглед.....	21
4.2. Термини и дефиниције.....	22
4.3. Референтни стандарди	22
4.4. Безбедност.....	23
4.5. Састанак пре почетка извођења радова.....	23
4.6. Материјал за премазивање	24
4.7. Припрема површине.....	24
4.8. Наношење превлаке	25
4.9. Превлаке за узорковање.....	25
4.10. Извођење радова.....	25
4.11. Распоред рада.....	26
4.12. Наношење поправних превлака	26
4.13. Документација	26
4.14. Контрола и извештавање	26
4.15. Процедура инспекције	27
5. Документација коју води инспектор за превлаке.....	29
5.1. Контролна документација	29

5.2. Дневник инспектора или дневни извештај	30
5.3. Дневни извештаји	30
5.4. Други рутински извештаји	31
5.5. Извештај о инвентару материјала	31
5.6. Извештаји историје калибрације инструмената	31
5.7. Недељни извештаји	31
5.8. Формати извештаја.....	31
5.9. Дневник инспектора.....	32
5.9.1. Основни принципи	32
5.9.2. Преглед спецификације	33
5.9.3. Белешке са првог састанка	33
5.9.4. Спецификација техничких чињеница пројекта	34
5.9.5. Обим и област делатности.....	34
5.9.6. Подаци о безбедности	35
5.9.7. Контролна листа инспектора.....	35
5.9.8. Детаљи инспекције.....	36
5.9.9. Амбијетални услови	36
5.9.10. Прво чишћење.....	36
5.9.11. Почетна припрема	36
5.9.12. Припрема површине.....	36
5.9.13. Мерења храпавости профила	36
5.9.14. Наношење превлаке	36
5.9.15. Проналажење пропуста.....	37
5.9.16. Финална инспекција.....	37
5.9.17. Неусаглашени извештај	37
6. Иницијални састанак.....	40
6.1. Иницијални састанак.....	40
6.2. Рад у тиму.....	41
7. Опште напомене о процесу припреме површине за наношење превлаке	43
7.1. Дизајн дефекти.....	45
7.2. Тешко приступачне области.....	45
7.3. Закривљена и причвршћена конструкција.....	46
7.4. Варови.....	46
7.5 Празнине.....	47
7.6. Ивице	48

7.7. Углови (спољашњи и унутрашњи)	49
7.8. Преклапање плоча	49
7.9. Навоји	49
7.10. Конструкцијска помагала	49
7.11. Оштећења на челичним површинама	50
7.12. Површинска ламинације и гранулације	50
7.13. Пукотине	50
7.14. Површински отвори (рупе).....	51
7.15. Дефекти израде	51
7.15.1. Несавршени варови	51
7.15.2. Ламинација.....	53
7.15.3. Жлебови (неравнине)	54
7.15.4. Оштри ћошкови и ивице.....	54
7.15.5. Оштра савијања и углови.....	54
7.16. Стање челичних површина.....	55
7.17. Методе припреме површине за наношење превлака	56
7.18. Стандарди за припрему површине	56
7.19. Металне површине за фарбање.....	56
7.20. Нове или неофарбане челичне површине	57
7.21. Метални опиљци	57
7.22. Кородиране челичне површине	57
7.23. Кородиране цинковане површине	58
7.24. Кородиране алуминијумске површине	58
7.25. Избор превлаке	58
7.26. Одмашћивање	59
7.27. Механичко чишћење	61
7.28. Чишћење алатима са напајањем.....	62
7.28.1. Ротационе жичане четке	63
7.28.2. Ударни алати.....	63
7.28.3. Брусилице и полирке.....	65
7.29. Чишћење до чистог метала са алатима на напајање – стандард SSPC-SP11.....	66
8. Закључак.....	67
9. Литература	68

1. Увод

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

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

Најраспрострањенији поступак заштите метала од корозије је наношење заштитних превлака, које могу бити металне, неорганске и органске. Овај поступак обухвата корак припреме површине метала за наношење превлака, корак наношења превлака и процес сазревања превлаке. Процес је сложен и најчешће се изводи под сталним надзором инспектора за превлаке [3].

Инспектор за превлаке је, најчешће дипломирани инжењер машинске или хемијско-технолошке струке, лице које је похађало посебну обуку за инспектора. Може бити ангажован од стране наручиоца посла наношења превлаке или од стране предузећа које наноси превлаку. Основни задатак инспектора јесте да прати цео процес наношења превлаке, како би превлака на датом металном комаду пружила адекватну заштиту у гаранцијом предвиђеном периоду [4].

Овај дипломски рад има за циљ да детаљније опише задатке инспектора за превлаке на радном месту. Описане су његове обавезе, документа која води и сталне процедуре којих се придржава. У последњем делу је дат приказ поступка за припрему површине за наношење превлака.

2. Испитивање услова радне околине у процесу припреме површине и наношења превлаке

Околни или амбијетални услови могу да имају велики утицај на све фазе операције наношења превлаке. Овај одеок ће се бавити испитивањем и тестирањем услова у животној околини, а који ће се највише тицати, инспектора за наношење превлаке [4].

Услови у животној средини који могу утицати на процес наношења превлаке су:

- Температура површине
- Амбијентални услови, укључују:
 - Температуру
 - Релативну влажност
 - Тачка кондензовања (тачка росе)
 - Брзину ветра
 - Ваздушну контаминацију (хемијска испарења, издувне гасове, итд.)

Инструменти за мерење услова у животној околини укључују:

- Контактено-површински термометар
- Психрометар (Хигрометар)
- Психрометарски графикони

2.1. Температура површине

Магнетни површинско-контактни термометар је један од најчешће коришћених инструмената за утврђивање површинске температуре. и нструмент се састоји од заштићеног биметалног осетљивог елемента. Инструмент садржи два магнета на страни која належе на челичну површину. Уређај треба да се стабилизује пре мерења, време стабилизације варира, али најчешће траје око 5 минута.



Слика 1 Магнетни површинско-контактни термометар

Други теренски инструменти за утврђивање температуре површине су термостати термоелемената са директним читавањем. Ови инструменти имају осетљиву сонду која обезбеђује директно читавање температуре. Потребно је пар секунди да се уређај стабилизује, пре него што мерење може бити извршено.



Слика 2 Директно очитавање температуре

Са сваким инструментом који се користи да утврди услове површине и ваздуха, мерења треба да буду извршена заправо на радном месту. Температура челичне површине, треба бити мерена на више тачака у зони која ће бити офарбана, укључујући и оне где је могуће да буде топлије или хладније од нормале.

Влага може кондензовати ако је површинска температура на или испод тачке рошења и појавиће се прво у најхладнијим тачкама. Ово може проузроковати рђање челика, доводећи до лоших перформанси нанешене превлаке или неких других проблема који се тичу наношења превлаке. На топлијим тачкама површине на коју ће бити нанешена превлака, могу настати проблеми када се превлака нанесе на тачке где је температура превисока. Проблеми се могу појавити као резултат наглог ослобађања растварача, и недовољне влажности површине. Препоручене горње и доње границе за температуру површине за време наношења превлаке могу бити одређене из техничког листа који се тиче процеса наношења превлаке или од самог произвођача превлаке.

Термометар за проверу температуре површине може дати погрешне податке ако се користи на директној сунчевој светлости. Локација мерења треба да представља површину која ће бити премазана. Многи уређаји за проверу температуре лако изгубе своју тачност и требали би бити проверавани редовно (вероватно дневно) без обзира на стандард. Термометри на бази живе су генерално много тачнији, и могу се користити као погодније референце.

2.2. Амбијентални услови

Температура и релативна влажност ваздуха окружења, утичу и на процес пескарења и на процес наношења превлаке.

2.2.1. Температура

Температура ваздуха ће пре утицати на процес наношења превлаке него на процес пескарења. Температура ваздуха утиче и на брзину испарења растварача и на брзину сазревања превлаке. Када је температура прениска, превлака се неће осушити или сазрети. Када су температуре превисоке, превлака неће навлажити површину и доћи ће до проблема приликом формирања слоја [5].

2.2.2. Релативна влажност

Релативна влажност је мера количине влаге у ваздуху у поређењу са тачком засићења и може утицати на операцију наношења превлаке. Многе спецификације не дозвољавају да се процес наношења превлаке врши када је влажност ваздуха превисока, већа од 80%, 85% или 90%, зависно од врсте превлаке и околине у којој ће бити нанешена. Када је влажност ваздуха превисока, растварачи не испаравају лако, и могу се јавити проблеми са очвршћивањем превлаке. Превлака изложена великој влажности ваздуха после наношења често доводи до дефеката као што су црвенило и лош сјај. Превлаке на бази воде су генерално под већим утицајем влажности ваздуха него неки други типови превлака. Неке превлаке (силикати) захтевају неки минимум влажности ваздуха да правилно очврснуле и морају бити попрскане водом уколико је влажност ваздуха прениска.

2.2.3. Тачка кондензације (тачка росе)

Тачка кондензације је температура при којој ће водена пара почети да кондензује, остављајући воду на површини. Ниска тачка кондензације је индикатор високе релативне влажности. Тачка кондензације се мора посебно узети у обзир посебно приликом пескарења, зато што ће кондезована влага изазвати кородирање свеже пескареног челика.

Када ће наношење превлаке бити одрађено напољу, на тек очишћене површине требало би убрзо нанети први заштитни слој, знатно пре него што падне мрак, када ниже температуре могу изазвати кондензацију на површини. Ово је јако битно код површина очишћених пескарењем. Чак и у затвореном простору, пескарене површине не требају остати незаштићене преко ноћи, ако је то могуће. Многе спецификације превлака препоручују да се превлаке требају нанети најкасније у року од 4 сата после пескарења.

Тачка кондензације може бити јако битна током целог процеса наношења превлаке. Слој влаге између две превлаке може изазвати превремене дефекте. Да би спречиле такве околности, одређује се сигурносни фактор за тачку кондезовања и температуру површине. Завршно пескарење и наношење превлаке не би требало извршити ако температура површине није за 3 степена Целзијуса виша од тачке кондезовања [4].

2.2.4. Амбијентални услови – Утицај ветра

Ветар може утицати на процес наношења превлаке на више начина:

- Наношење абразива у већим количинама него што је дозвољено на површину где треба да се нанесе слој.

- Наношење превише спреја премазног средства на површинама где је спреј нанешен.
- Убрзавање испаравања растварача после наношења
- Доприношење формирању сувог премаза у спреју.
- Наношење контаминирајућих супстанци на радну површину како што су: со, абразиви, прашина или песак.

Инспектор мора бити свестан свих ефеката које ветар може имати на процес наношења превлаке. Ако ветар негативно утиче на процес, инспектор је у обавези да обавести свог надређеног и извођача радова, ако он или она има ауторизацију за тако нешто.

Јаки ветрови неки пут представљају велику опасност по безбедност. Када се ради на великим висинама ветрови брзине око 64 киломатеара на час, се сматрају јако опасним. Када се послови извршавају на платформама далеко од обале, чамци за спасавање и летелице не могу да поуздано извршавају своје задатке. Тако да радови у близини мора или испод нивоа палубе могу да се одложе док не опадне брзина ветра.

Многе земље дају информације њихових хидрометеоролошких завода и метеоролошких сервиса. Извођачи радова или инспектори могу добити податке који се тичу временских услова за одређени дан или тачне записе какви су у прошлости на тој локацији били временски услови. Временска прогноза за следећи дан и за неколико дана унапред, може се добити контактирањем хидрометеоролошког завода. Њихове информације могу бити корисне када се информације о времену не добијају мерењем на месту радова или када сумњамо у резултате који су добијени мерењем на радном месту.

2.2.5. Загађивачи у ваздуху

Прашина, земља, уље, нафта, блато, песак, лишће, папир и инсекти су могући загађивачи. Ови загађивачи могу бити уз помоћ ветра нанети на површину и често могу бити део превлаке. Они могу утицати на адхезију или изазвати друге дефекте.

2.2.5.1. Хемијски активни загађивачи

Слана магла, индустријски отпад, издувни гасови, хемијска испарења и други загађивачи у ваздуху могу утицати на трајни век нанешене превлаке, увећавајући ефикасност електролита у процесу кородирања или формирању талога који могу довести до губљена адхезије.

Када се со веже за челик хемијском реакцијом, не може се лако отклонити традиционалним методама за припрему површине. Последњих година се повећало препознавање таквих дефеката. Соли које најчешће изазивају грешке на челику на који се наноси превлака су:

- сумпорна једињења индустријски произведена, практично она која настају сагоревањем фосилна горива, угља и нафте.
- хлоридна једињења, практично натријум хлорид. Најчешће ношена со морским ветровима и најчешће таложена у близини лука.
- азотна једињења најчешће настају у урбаним срединама где је висок ниво концентрације издувних гасова. Азотна контаминација је најчешћа на мостовима и сличним структурама које су повезане са саобраћајницама. Расвета

такође генерише око 40 милиона тона азотних једињења годишње на глобалном нивоу.

Контаминирање растворљивом сољу подстиче корозију, и со треба бити испрана са површине како би смањила ефекат корозије. У свом природном стању ова једињења нису на најопаснијем нивоу. Хемијска реакција између једињења и подлоге (најчешће челика), креира нова једињења, од којих се многи електрхемијски везују за површину. То укључје:

- сумпор диоксид реагује са влагом и ствара сумпорне киселине. У реакцији са челиком ово ствара сулфате.
- натријум хлорид у реакцији са гвожђем ствара железо хлорид.
- азотна једињења реагују са гвожђем и стварају нитрате.

Као што смо већ рекли, соли које су у реакцији са површином, се тешко уклањају сувим пескарењем. Контаминирани површине могу темељно бити испескарене, и имати изглед чистог метала, али при великој влажности може се видети како убрзано потамњују. Ово је узрок присуства соли. Када се превлаке наносе на такве контаминирани површине, загађивачи се понашају као магнети за активност корозије испод нанесеног слоја, привлачећи и задржавајући влагу и повећавају тенденцију да се појаве пликови.

Уклањање контаминације може бити отежано када је челик вишег квалитета. У таквим случајевима комбинација влажног абразивног пескарења, или испирање водом са великим притиском, праћено са сувим абразивним пескарењем, могу смањити контаминираност на прихватљив ниво.

Напомена да нека друга једињења могу бити додата у воду, или водени млаз, да помогну приликом уклањања растворних соли. Тестови су показали да нивои контаминације могу бити значајно умањени користећи такве растворе. Ово се генерално односи на слабо кисела једињења која агресивно растварају метал више од растворних соли и испоставља се да површину остављају хемијски чистијом и погодном за наношење превлаке.

Ефекат контаминирања растворним солима је одавно препознат. Нажалост, индустрија и даље није постигла консензус о прихватљивом нивоу контаминације. Нити је развила стандардне процедуре за детекцију и евалуацију ових растворних соли. Тренутно NACE, у сарадњи са SSPC, ради на томе да развије такве стандардне методе. Очекује се да њихов заједнички напор доведе до тога да имамо препоруке који ниво растворних соли је прихватљив, где тестирати, кад тестирати, и колико често тестирати површине одређене за наношење премаза. Организација ISO је такође активна по овом питању.

Методе описане у овом делу репрезентују импровизацију а не стандарде методе прописане од стране NACE International [4].



Слика 3 Уређај за уклањање растворних соли

Тестови за растворне соли се најчешће врше након припреме површине и непосредно пре почетка процеса наношења премаза, али се могу такође примењивати и пре било какве припреме површине. На пример, тест на присуство хлора, се може обавити на цевима које стижу у фабрику у којој ће се вршити процес наношења превлаке, док су још у испоруци, на доку, броду или баржи. Ако је ниво присуства повећан, онда треба одрадiti припрему (испирање киселином) пре нормалне припреме површине. Ако је ниво испод или у нормали онда цев треба наставити свој пут ка фабрици.

Напомена: Ниво контаминираности површине солима, генерално се изражава метричким јединицама, најчешће микрограмима по квадратном центиметру.

Ако је присуство соли детектовано, и измерено повишено присуство у односу на дозвољени минимум, даље радње могу бити захтеване према спецификацији. Треба схватити, да спецификација превлаке мора да дефинише обе границе контаминације и радње које треба да се предузму уколико су границе премашене. Уобичајени тестови који могу да се ураде уз присуство инспектора:

- Прикупљање узорака:
 - Прањем или брисањем
 - Гумени сакупљачи узорка
- Тестирање течних узорака
 - Индикатор
 - Kitagawa цеви
 - Течна хемија
 - Мерење проводљивости

Примери свих ових тестова следе у наставку. Узорак се прво узима па затим тестира. У данашњој развијеној технологији, прикупљање и тестирање може бити извршено на много начина.

2.2.5.2. Прикупљање узорака

Прање или брисање

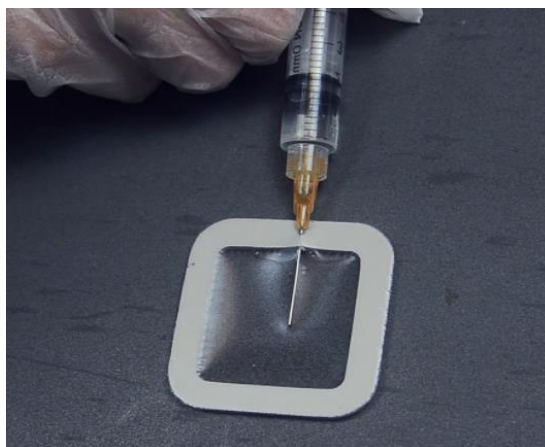
Челична површина може бити опрана дестилованом водом како би се узео узорак. Најчешћа метода која се користи дефинисана је од стране ISO и захтева прање површине 15cm x 15cm течним узорком од 22,5 ml.



Слика 4 Прање/Брисање у циљу сакупљања узорака

Гумени сакупљачи узорка

Најчешће се користе две врсте, *Bresle* или *Chlor-Test®*. Сваки користи специфичну запремину, *Bresle* користи дестиловану воду, а *Chlor-Test®* користи сопствене растворе.

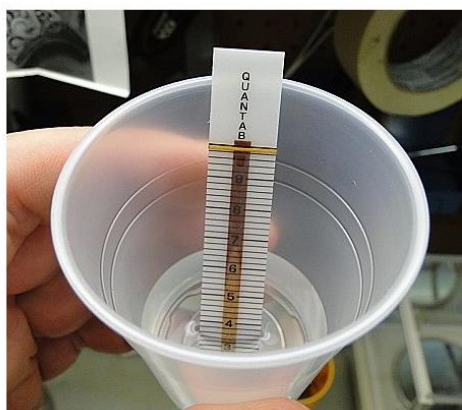


Слика 5 Гумени сакупљачи узорка

Тестирање течних узорка

Индикатори су доступни од стране многих добављача. Ово укључује:

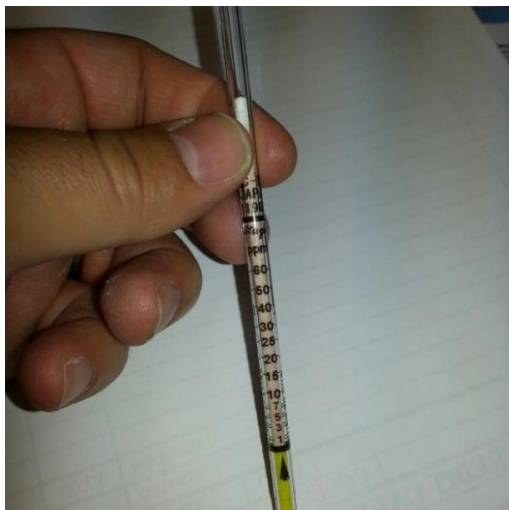
- Калијум ферицијанид папир, користи се да детектује присуство раствореног гвожђа. Наранџасти папир постаје плав када папир упије раствор са површине.
- Тест штапићи који могу детектовати растворне соли упоређујући боје у опсегу 0 до 100 ppm или од 0 до 1000 ppm, зависно од штапића који је изабран.
- *Quantab* тест папири, детектују контаминацију уз помоћ хлоридних јона.



Слика 6 Папирни индикатори

Kitagawa цеви

Стаклене цеви, садрже тест реагенс хемикалије. Повлачење узорка за тестирање у цев се врши капиларном методом. Промена боје у цеви која има скалу, индикује количину хлорида у тест узорку. Најчешће коришћене Kitagawa цеви за мерење хлорида су у 60, 200 и 2000 ppm опсегу. Сулфати се анализирају користећи јединице замућености а нитрати се уобичајно анализирају користећи фотосензитивне реагенесе имплементиране на пластичну траку која мења боју, када су нитрати присутни.



Слика 7 Kitagawa цеви

2.2.5.3. Течна хемија

Једном сакупљени, узроци могу бити тестирани у било којој хемијској лабораторији. Велики опсег тестова може бити урађен, и може се постићи велика тачност резултата. Треба напоменути да већина метода за прикупљање узорака нема велику тачност.

2.2.5.4. Мерење проводљивости

Електрично мерење проводљивости приказује присуство растворних соли, али не може да прецизира конкретно која врста је присутна. Узорак се тестира уз помоћ отпорника. Уобичајено је да се накнадно прорачун примењује на тест узорку како би се одредила концентрација хлорида.

2.2.5.5. Растворне соли у спецификацијама

Има много варијација у тест методама, у толеранцијама површине за различите типове превлака, и у мишљенима која се тичу растворних соли. Да би контрола била што успешнија, спецификација би требала што јасније да дефинише, следеће:

- Прихватљиве границе
- Специфичне соли да буду ограничене
- Тест методе које треба да се користе

Типична клаузула у спецификацији може гласити:

“Испескарене површине требају да буду тестиране на растворне соли пре наношења превлаке. Ниво хлорида треба бити 10 ppm или мање, одређен уз помоћ “Chlor-Test”, метода

А за хлориде. Најмање три теста треба извршити и то на површини од 10 квадратних метара. Ако један појединачан тест приказује резултат већи од 10 ppm, зона би поново требала да буде опрана водом и опет испескарена. Онда је потребно поновити тестове пре наношења премазног слоја, и иста ограничења треба применити.”

Да би такав тест имао смисла, инспектори, власници и извођачи морају сви бити упознати са тест методама и материјалима у вези са растворним солима. Захтеви спецификације који не могу да буду испуњени и неконстантно тестирање највероватније доводе до забуне.

Контаминација од растворних хемијских соли је детаљније описана у СІР ниво 2.

2.3. Висећи психрометар

Висећи психрометар је врста психрометра која се најчешће употребљава приликом контроле превлаке. Корисити се да мери температуру ваздуха (Сувог и влажног мехура) што је практично ближе могуће рандом месту. Ова информација се онда користи како би се прорачунала тачка кондензације и релативна влажност [6].



Слика 8 Висећи психрометар

Психрометар се састоји од два једнака термометра, користећи или живу или алкохол. Један мехур термометра је прекривен тканином натопљеном дестилованом водом. Прекривени термометар се назива влажни мехур, а други суви мехур. Термометар са сувим мехуром мери температуру ваздуха, док онај са мокрым мехуром мери нижу температуру, добијајући резултат од латентног губитка топлоте изазваног испаравањем воде са натопљене тканине. Што је брже испаравање, то се брже хлади, резултујући нижом температуром ваздуха и тачком кондензације.

Висећи психрометар се користи тако што се натопи тканина чистом водом и врти се инструмент убрзано отприлике 40 секунди. Тада се читава температура мокрог мехура. Процес се понавља док се температура не стабилизује. Када читавања мокрог мехура постану константна, треба их забележити. Очитавање сувог мехура се врши такође кад се читавање мокрог мехура стабилизује.

Када се тканина задрља, што је честа појава када се користи поред пескара и фарбара, требало би је заменити, јер се могу појавити погрешна читавања.

Психрометар са вентилатором функционише слично као и висући психрометар, али се ваздух покреће уз помоћ вентилатора. После отприлике два минута, температура се стабилизује. Само се посматра температура мокрог мехура, и када се стабилизује, бележе се обе, и са мокрог и са сувог мехура.

Треба обратити пажњу када је температура испод нуле. Висући или психрометар са вентилатором нису поуздани због замрзавања воде. Ако је температура ниска, влажност би се требала измерити инструментима за директно читавање влажности. Али је свакако неубичајено да се превлаке наносе на тако ниским температурама.

2.4. Електронски хигрометри

Електронски инструменти су у могућности да одреде релативну влажност ваздуха, температуру, и тачку кондензовања. Ови инструменти су погодни и лаки за употребу. Прецизност може да варира и потребна је калибрација у одређеним интервалима. Инструменти морају бити прецизни близу граничних вредности њихове скале, зато што је ово критична тачка када инспектор доноси одлуку да ли да се ради или не [6].



Слика 9 Електронски хигрометар

2.5. Психрометричке табеле

Када се температура сувог и мокрог мехура измери, психрометричке табеле, као што су оне у Хидрометеоролошком заводу Сједињених Америчких Држава, се користе да би одредиле релативну влажност и тачку кондензовања ваздуха. Разлика између температуре сувог и мокрог мехура се израчунава. Ова разлика се назива депресија мокрог мехура. Температура сувог и депресија мокрог мехура може се наћи на вертикалним и хоризонталним осама табеле, а тачке њиховог пресецања нам дају релативну влажност и тачку кондензације, зависно на коју табелу се уносе резултати.

Релативна влажност и тачка кондензовања може варирати у зависности од барометарског притиска. Разлике су генерално мале. Иако многи инспектори рачунају при различитим притисцима који се налазе у табелама, разумно је користити табелу засновану на барометарском притиску од 1 bar. За потпуну тачност, барометарски притисак би требао бити

одређен и прикладна табела изабрана, да би се одредила релативна влажност и тачка кондензовања.

Специјални калкулатори такође могу да се користе како би се одредила релативна влажност и тачка кондензовања.

Резултати мерења се приказују у дневним извештајима, користећи стандардан формат као што је овај у приказаној табели 1 [4].

Табела 1

Детаљи инспекције-Амбијентални услови					
Време→					
Температура Влажног межура					
Температура Сувог межура					
Релативна влажност (%)					
Тачка кондензовања					
Температура метала					
Наставити са радом- ДА/НЕ					

3. Инспекцијске процедуре у процесу припреме површине и наношења превлака

3.1. Инспекцијска процедура

У овом делу, анализираћемо инспекцијску процедуру узорка која се односи на пројекат наношења превлаке који је у току, и који се одиграва на платформи за бушење која се налази на пучини.

Улога инспектора (независна страна у пројекту), може се мењати зависно од посла. Како бисмо приближили процес ми ћемо описати посао инспектора на платформи за бушење која се налази на пучини, који извршава NACE – сертифициковани инспектор нивоа 3. Ова процедура је припремљена од стране компаније која врши инспекцију у Мексичком заливу [4].

06:00 Присуствовати предузимачевом састанку о безбедности: допринесите састанку али немојте ви водити састанак. Овде је одлично да изнесете све бриге које имате у вези безбедности, и да размотрите неке инструкције које је изнео клијент.

06:30 Док извођач радова припрема опрему за рад, забележите услове у зони где ће се вршити радови. Забележите податке у дневном извештају или дневнику, и то:

- Температура
- Релативна влажност
- Температура површине и то у најтоплијим и најхладнијим зонама.
- Тачка кондензације

Запамтите да температура челичне површине треба бити најмање 3 степена целзијуса изнад тачке кондензације.

07:00 Када започне пескарење, посматрајте и бележите:

- Да ли се препоручена безбедносна опрема користи?
- Да ли се безбедносне процедуре поштују?

Ако не, одмах обавестите предузимачевог супервизора и захтевајте исправке. Не приступајте радницима директно уколико није угрожен нечији живот. Предузимач је дужан за безбедност свог особља. Ви сте одговорни за сопствену безбедност, у обавези сте да пратите безбедносне регулативе, како своје компаније, тако компаније власника, релевантних федералних и државних агенција.

Пажња: Пазите да не прихватате одговорност за спровођење безбедности. То је посао супервизора за безбедност. Ваш посао је да посматрате, документујете и бележите.

08:00 Припремите документацију за данас. Искористите ово време да завршите документацију коју нисте стигли до сад. Урадите све извештаје који се траже, и проверите калибарцију Ваше контролне опреме.

09:00 Предузимач је на паузи. Инспектор би требало да уради следеће:

- Проверите испескарене зоне. Користите креду (без уља) или било који други прихватљиви обележивач и обележите све зоне које нису по траженом стандарду. У неким случајевима, потребно је забележити које зоне сте обележили, како бисте их поново проверили пре фарбања.
- Забележите читавања са површине и проверите амбијенталне услове поново.
- Забележите сва Ваша мерења.
- Обвестите супервизора у којим зонама је потребна дорада. Будите свесни да пескара можда није завршила посао у тој зони, тако да немојте подизати тензију.
- Поново проверите сву запаковану и маскирану опрему.

09:20 Посматрајте предузимачеве операције.

- Проверите грешке у зонама премазаним претходног дана. Обележите све зоне где нема довољне дебљине слоја.
- Проверите рупе, цурења, пропуштено, суви спреј итд.
- Забележите резултате провере.

11:30 Ручајте у исто време кад и супервизор, како бисте вас двојица проверили пескарене зоне док су радници на паузи. Битно је да супервизор буде укључен у проверу, како би он или она могли да обавесте своје раднике да ли је потребна дорада.

12:00 Проверите пескарене зоне и обележите зоне које нису прихватљиве. Користите креду (без уља). Такође проверите зоне пескарења које су одрађене раније како бисте се уверили да није дошло до појављивања корозије.

- Проверите да неке зоне нису сувише испескарене.
- Информишите супервизора о зонама које су за дораду.
- Проверите зоне које су заштићене или прекривене.

12:45 Радници се враћају на посао да дораде обележене зоне, и да квадратирају зоне у којима раде.

- Проверите да ли су све ивице такође обрађене.

14:00 Радници би требало да зауставе операцију пескарења. Пескарене зоне би требало да се издувају и усисају (где је то могуће) пре завршне инспекције.

- Проверите зоне и маркирајте где је потребна дорада
- Проверите поново све док зоне које ће бити премазане нису задовољавајуће.
- Када су пескарене-очишћене зоне задовољавајуће, проверите да ли има заосталих абразива или прашине пре дозволе да се почне наношење превлаке (премаза).
- Проверите да ли има прашине уз помоћ методе са лепљивом траком.

14:30 Инспектор би требало:

- Пре наношења превлаке:
- Треба проверити да ли се користе прецизирани премази, разређивачи итд.
- Забележите бројеве канти, премаза и разређивача и датум производње.
- Узмите влажни узорак, ако је потребан, користите чисте посуде када узимате парцијалне узорке.

Током процеса мешања:

- Проверите да ли су премази измешани по спецификацији, и произвођачевом упутству. Ако се користи разређивач уверите се да се користи у правој сразмери.
- Приликом процеса наношења:
- Проверите да се опрема слаже са спецификацијом произвођача.
- Проверите и бележите ваздушни притисак.

Проверите и бележите мерење дебљине слоја влажног премаза који су нанели фарбари. Фарбар би требало да има контролник на бази влажног филма и да контролише самог или саму себе. Ако имате одобрење, на лицу места проверите да ли је одговарајућа дебљина влажног слоја постигнута и да ли ће постићи жељени резултат када се слој осуши.

Инспектор би требао бити на лицу места када се врши фарбање, проверава све процесе који се смењују приликом наношења, и надгледа квалитет нанешеног слоја. Често, квалитет нанешене превлаке може бити одређен начином на који фарбар држи пиштољ за фарбање. Посматрајте:

- Да ли је предалеко од површине
- Да ли је преблизу
- Да ли прави лук

- Да ли је подешен правилно, једнолично наноси превлаку.

Ако пиштољ прави неједнаке обрасце, на пример влажно у средини а суво око ивица, можете помоћи предузимачу тиме што ћете скренути пажњу на овај проблем.

Приликом операције наношења превлаке, опет измерите амбијеталне услове и забележите их.

16:30 Инспектор треба:

- Надzirати операцију чишћења
- Избројати и забележити количину утрошене фарбе и материјала.
- Проверити површину слоја превлаке, да ли има рупа, пропуста и других девијација, пре него што се слојо суши.
- Затражити дораду на обележеним местима.

17:00 Инспектор треба:

- Да провери радну зону на крају смене, да се увери да је сва опрема обезбеђена и да је сав отпад и ђубре уклоњено. Ако је потребно, прибавите извештај о коришћењу материјала од стране предузимача ради одржавања документације.
- Комплетирајте сву документацију.

3.2. Резиме инспекцијске процедуре

Сваки алат, уређај који се налази у вашој контролној опреми, има специфичну функцију која би требала бити у процедури коју ви користите.

Инспектори су задужени:

- Да своју опрему употребљају правилно
- Осигурати да је опрема калибрирана
- Бележити резултате са свих контрола

Јако је важно да инспектор следи процедуре које су у границама спецификације. Контролне процедуре могу бити дефинисане од стране клијента, или од стране инспекторовог разумевања пројекта. Инспекција треба бити урађена у правилним секвенцама. Не радити тако да може довести до застоја и може предузимача и власника коштати и времена и новца.

Инспектор мора бити опрезан, ментално присутан, и пажљив са детаљима. Мали детаљи могу да значе много. На пример, без функционалног и одговарајућег распрскавајућег врха, предузимач не може да фарба и време може бити изгубљено. Без батерије, инспектор неће моћи да изврши мерења или да изврши неки од наредних корака из своје процедуре, ово одлаже предузимача, као и власника да прихвати завршен посао. Инспектор мора да зна све шта се дешава и шта иде по распореду како би успешно координисао између предузимача и наручиоца посла [4].

3.3. Контролни план инспекцијске процедуре

- Конференција пре посла - инспекција на радном месту
- Прибавити спецификације, табеле са подацима. Прочитати и упоредити.
- Проверити опрему и инструменте.

- Проверити сигурносну опрему и побринути се за сопствену заштиту. Инспектор, уколико није ауторизован, не може да каже предузимачу како да се побрине за безбедност.
- Калибрисати опрему дан пре употребе.
- Уверити се у заштиту власникове опреме.
- Мотрити на амбијеталне услове
- Вршити визуелну контролу пескарења, фарбања, операција и машина.
- Вршити потребне тестове на операцијама пескарења и фарбања.
- Уверити се у прописно одржавање чистоће и уређености.
- Бележити све радње и операције које се врше.

Пример: Спецификација превлаке за спољашње бојење резервоара за складиштење деривата у власништву Alpha Refining Company, 10920 Bledsoe Avenue, Roaming Creek, VA 17216

4. Спецификација комада

4.1. Општи преглед

- Овај одељак описује посао који треба обавити, када и где ће се то урадити. Спецификација је намењена за коришћење од стране власника и именованих извођача радова који раде директно или индиректно за компанију (власника).
- Извођач радова треба да очисти и префарба спољне површине резервоара и то резервоара број 1642 – 1589837 I и резервоара број 1626 – 1192404 I, и мора снадбети о свом трошку, сву радну снагу, надзор, опрему и материјале потребне за извршење посла. Обратити пажњу на приложени цртеж (плоча број 32, датума 21. Августа 1987, коју је припремио Echo Engineering Co.) за локацију горе описаних резервоара и опреме.
- Сви инструменти, мерачи, мерна стакла и галванизиране површине повезане са резервоарима ће бити заштићене у току рада од могућих оштећења и фарбања.
- Планирано је да се са пројектом започне 270 дана од када је предложен тендер. Власник ће обићи објекте и одржати састанак са свим потенцијалним учесницима тендера на истом месту у 14:00 часова, 26. октобра 2000. године. Понуде ће бити прегледане у или пре 14:00 часова, 5. новембра 1999. године, а извођач радова ће морати да започне са радом пре или 19. априла 2000. године. Сви радови на фарбању обухваћени овом спецификацијом морају бити завршени пре или најкасније 21. јуна 2000. године, уз казну од 5,000 долара за сваки радни дан кашњења после датог рока.
- Власник је преконтролисао резервоаре и верује да нема олова у тренутној фарби на овим резервоарима.
- Echo Engineering CO., Boulder, NC је именовани представник одговоран за све аспекте овог пројекта под називом број RP – 16378. За додатне инфомације о овом пројекту контактирајте г. James Glenn, пројектног инжењера, Echo Engineering CO. (666) 213 -8000.

- Сви радови подележу провери од стране власника, али то на ниједан начин не смањује одговорност и задужење извођача да испуњава услове техничких захтева и спецификација [4].

4.2. Термини и дефиниције

- Речи **треба, бити, не би требало, неће бити, требало би и може**, ће се наћи у садржају овог документа и користити да означе следеће:
 - Речи треба и не би требало када је одредба обавезна, и извођач се мора придржавати спецификације онако како је написано
 - Реч требало би, није обавезна и користи се тамо где је пожељно или препоручљиво да се испуни тај део спецификације.
 - Реч може се користити када су алтернативе прихватљиве, извођач има опције и треба изабрати једну од њих.
 - Речи бити и неће се користити у вези са акцијама власника, пре него са акцијама извођача.
- Власник означава регистрованог власника објекта или његовог именованог представника.
- Извођач подразумева добитника на тендеру који је одговоран за посао наношења превлаке.
- Супервизор представља особу која је одговорна од стране извођача радова.
- Инспектор представља особу која је именована за спровођење поступка инспекције према спецификацији.
- Одређивање инжењера значи именовати особу која има овлашћења да реши неусаглашености или измени спецификацију.
- Спецификатор означава особу која је израдила спецификације. Он или она не може бити инжењер за спецификације.
- Произвођач превлаке значи добављач материјала за наношење превлаке или његов именовани заступник [4].

4.3. Референтни стандарди

Америчко друштво за тестирање материјала (ASTM)

ASTM D 3925 (1991) Узорковање текућих боја и сродних пигментованих превлака

ASTM D 4285 (1993) Индикатор нафте или воде у компресованом ваздуху

Државни прописи

29 CFR 1910.134 Заштита дисајних органа

29 CFR 1910.1000 Контаминанти ваздуха

29 CFR 1910.1200 Однос према опасностима

Државни стандарди (FED-STD)

FED-STD-595 (Rev. B) Боје које се користе у државним набавкама

NACE INTERNATIONAL – КОРОЗИОНО ДРУШТВО

Стандард NACE RP0287 (1995) Стандардно препоручено мерење на терену, површинских профила, абразивно пескараних челичних површина помоћу реплика траке.

SSPC – Друштво за заштитне превлаке

SSPC Водич за VIS 1 (1989) Водич за визуелни стандард абразивно пескареног челика
SSPC VIS 1 (1989) Визуелни стандард за абразивно пескарен челик (стандардне референтне фотографије)

SSPC-SP COM (1995) Коментари припреме површине

SSPC-SP1 (1982) Чишћење растварачима

SSPC-SP10 (1991) Блисок-Бело чишћење

SSPC-PA 1 (1991) Спецификација бр. 1, Радња, Терен, Одржавање

SSPC-PA 2 (1997) Мерење дебљине суве боје са магнетним инструментима

МЕЂУНАРОДНА ОРГАНИЗАЦИЈА СА СТАНДАРДИЗАЦИЈУ (ISO)

Са 2 ½ веома темељног пескарења [4].

4.4. Безбедност

Сва лица укључена у овај пројекат морају поштовати сва одговарајућа безбедносна правила, укључујући она дефинисана на првом састанку. Безбедносна правила укључују, али не требају бити ограничена за:

Употреба апарата за дисање у складу са 29 CFR 1910.134 (власник може захтевати респираторе за сво особље извођача)

Постројења за праћење ваздуха која ће се поставити око радне зоне, а ваздух ће бити праћен због фугитивних емисија у складу са 29 CFR 1910.1000 (Загађивачи ваздуха).

Знаци упозорења ће бити постављени око радне зоне и информације у складу са 29 CFR 1910.1200 (Комуникација са опасностима)

Коришћење заштитне одеће, према боји зависно од особља, као што су: особље рафинерије (особље власника)- плаво; особље извођача – наранцасто; друго уговорно особље – жуто.

За неке зоне у фабрици су потребне специјалне радне дозволе, као што су ограничене зоне, такве дозволе су обично важеће једну осмочасовну смену, и могу захтевати дежурног радника испред ограничене зоне у сваком тренутку. Радне дозволе морају бити издате од стране одељења задуженог за безбедност, пре почетка извршења посла. Извођач мора припремати план о безбедности, са детаљма о свим безбедносним захтевима, укључујући идентификацију сигурносне опреме и безбедносних зона које се могу користит у случају опасности. Особље извођача радова је дужно да присуствује безбедносној обуци организованој од стране компаније и успешно положити испит заснован на питањима која су специфична за локацију где се радови изводе [1].

4.5. Састанак пре почетка извођења радова

Ова спецификација, заједно са свим темама релевантним за овај посао, као што су припрема радне површине, наношење превлаке и инспекција, треба бити продискутована на

састанку пре почетка рада, и требају бити укључене све релевантне особе и то пре почетка било ког рада на овом пројекту.

Састанак се одржава пре почетка рада у времену које је заједнички договорено. Извођач радова ће обавестити власника минимум 48 сати пре почетка састанка.

Записник са састанка треба доставити свим учесницима, као и инжењеру [5].

4.6. Материјал за премазивање

Премази морају бити наведени у Табели 2.

Материјали се требају испоручити на место извођења радова и то у запечаћеним контејнерима произвођача који носе етикете произвођача који идентификују тип, боју и серијски број.

Сви материјали који се користе на пројекту морају бити од истог произвођача. За мулти превлаке, свака превлака мора бити од контрастних боја. Претпоследња боја мора бити изабрана тако да обезбеди да последњи слој достигне и пружи доследан визуелни изглед.

Материјали се чувају у зони коју је одредио власник и инжењер, простор се мора одржавати уредним и чистим и са температурама не нижим од 15 степени целзијуса и не вишим од 32 степена целзијуса. Свако нарушавање и оштећење овог простора или његовог окружења од стране извођача ићи ће на трошак извођача [6].

4.7. Припрема површине

Извођач радова треба поставити заштиту на свим деловима аутомобила пројектног инжењера током свих фаза извођења радова и треба их уклонити само на захтев пројектног инжењера. Извођач треба заштити све друге аутомобиле који се налазе у зони радова. Извођач може користити пластику од 0.2mm или платно од 0,62-g/cm² за заштиту инжењеровог аутомобила.

Прво чишћење – уклањање загађивача као што су уље, маст, прљавштина и сл. уклањају се растварачима у складу са SSPC-SP1 (о припреми површине помоћу чишћења растварачима). Све варове треба очистити од рђе и шљаке, а све пукотине на варовима уклонити тј. дорадити у складу са SSPC-SP2 (чишћење ручног алата) или SSPC-SP3 (чишћење електричних алата).

Сва оштећења која се пронађу после чишћења поправљају се по потреби уз одобрење инжењера.

Припремити чисту и суву површину помоћу абразивног пескарења користећи Dupont Starblast бројб у складу са стандардом за припрему површине NACE бр.2 / SSPC-SP10, избељивање метала пескарењем. (Напомена: За радове који се изводе ван локације, на било којој локацији у Европи, стандард за пескарење се може променити на еквивалентни стандард ISO 8501-1, Sa 2½, веома темељно пескарење).

Предња страна свих панела и делова са угаоним гвозденим причвршћивачима требају бити пескарене док не побеле у складу са NACE бр. 1/SSPC-SP5 или, где је потребно, ISO Sa 3.

Само суви ваздух треба користити за пескарење. Квалитет ваздуха за пескарење мора бити проверен бар једном дневно у складу са ASTM D 4285.

Пескарење мора постићи површински профил од 0,03mm до 0,07mm, како је одређено Стандардом NACE RP0287. Мерење храпавости на површини очишћеној пескарењем се врши реплика траком.

Након површинске припреме подлоге, песак, прашина или друге контаминације површине уклањају се, а први премаз се наноси у року од 4 сата након пескарења или пре било какве појаве корозије или реконтаминације.

Venturi млазнице се одбацују када унутрашњи пречник буде за 20% или више већи него на новој млазници или када је млазница за једну величину већа од оригинала, на пример ако је потребна величина млазнице број 6 а она износи број 7, одбацује се.

Чишћење се не врши када је површина мокра, када је температура површине мања од 3 целзијуса изнад тачке кондензовања, или када је релативна влажност већа од 85% [1].

4.8. Наношење превлаке

Сви трагови чишћења и пескарења се требају уклонити пре почетка операције наношења превлаке.

Сви варови, углови и ивице (осим спољних ивица на појединим челичним плочама) требају добити слој превлаке нанесен четкицом.

Све наносе превлаке треба вршити ваздушним или безваздушним млазом у складу са препоруком произвођача и у складу са локалним прописима.

Укупна дебљина сувог слоја треба бити од 0,22mm до 0,3mm, сва друга мерења ће се придржавати граница наведених у Табели 2.

Дебљина сувог слоја се мери у складу са SSPC-PA 2.

Наведени интервали се морају поштовати за све превлаке, узимајући у обзир температуру околине током сушења и сазревања [2].

4.9. Превлаке за узорковање

Прикупља се препрезентативни узорак сваке серије свих превлака и задржава се у складу са ASTM D 3925. Узорци могу бити скупљани у посудама 250 ml до 1l, или као комплетне неотворене посуде од 5 или 20l. Извођач је одговоран за прикупљање, и обавезно је присуство приликом прикупљања узорака од стране инспектора. За прикупљање узорака треба користити чисте посуде како бисте избегли контаминацију узорка.

Мешање узорака није дозвољено, тамо где су превлаке од више компоненти, потребно је узети узорак од сваке компоненте.

Контејнери за узорке ће бити означени јасно и са детаљима о материјалу, датум узорковања, број серије и идентитет особе која прикупља узорак. Када је то могуће, датум производње такође се евидентира на етикети.

Узорци се чувају на сувом и хладном месту минимум две године након прикупљања. Власник може тражити узорке за испитивање у сваком тренутку током њиховог складиштења.

4.10. Извођење радова

Сви радови морају бити изведени у складу са овим спецификацијама произвођача и одштампаним инструкцијама за употребу материјала који се користе на овом пројекту.

Наношење мора бити у складу са принципима добре израде описане у SSPC-SP1.

Оператери који раде на овом пројекту биће квалификовани према ASTM D 4427 или D 4228 или од стране NACE-овог Интернационалног водича за квалификацију фарбара за одржавање у индустрији [4].

4.11. Распоред рада

Извођач треба да припреми писани распоред описујући временске оквири пројекта.

Предвиђено време треба да укључи испуњавање бар следећих ставки:

- Пред-чишћење
- Припрема површине
- Наношење превлаке
- Интервали контроле
- Испорука документације и извештаја

4.12. Наношење поправних превлака

Извођач радова идентификује оштећења на превлакама, укључујући празнине, и треба преправити све зоне које су оштећене.

Извођач радова треба да скине превлаку око оштећене зоне за најмање 75mm од оштећеног подручја ка свим правцима. Извођач ће користити полирку гранулације P80 и њоме скинути сваки слој превлаке, укључујући и први.

Користећи исте материјале за превлаке које захтева спецификација, извођач радова ће четкицом нанети исти број премаза који се налази у зони поправке. Укупна дебљина дораде не сме бити мања од 90% укупне дебљине неоштећене превлаке [3].

4.13. Документација

Инспектор води евиденцију о свим изведеним тестовима помоћу NACE формулара за прављење дневног извештаја о контроли превлаке који је приложен у овом документу.

Инспектор ће попунити збирни извештај о испитивањима обављеним путем CIR извештаја који је објављен на првом састанку.

Завршни образац за CIR извештај ће прегледати инжењер и да обележи који је преглед извршен. Контрола превлаке према NACE се попуњава и доставља инжењеру једном недељно [4].

4.14. Контрола и извештавање

Инспектор ће обављати такве тестове тако да обезбеди перформансе ових спецификација, и такве тестове које инжењер може захтевати са времена на време.

Контрола је текући, континуирани процес. Приступ свим радним местима биће обезбеђен када год инжењер или његов заступник то захтевају.

Пред-инспекција: Све површине ће бити прегледане пре било које операције. Сви недостаци у дизајну и изради ће бити пријављени.

Површине ће бити прегледане због присуства уља и масти помоћу ултраљубичасте лампе. Зоне контаминирани са уљем и масноћама требају бити лоциране и забележене. Уље и масноће требају бити уклоњене уз помоћ разређивача, према SSPC-SP1, употребом биоразградивог детерџента.

Специфични инструменти и процедуре за тестирање требају укључити, али не и бити ограничени, следеће. Инспектор ће извршити све додатне инспекцијске послове изложене и договорене на састанку пре почетка рада.

Инструменти за праћење услова радне средине

- Магнетни површински термометар за челик
- Психрометар и психрометријски графици

Инструменти за праћење површине

- Упоређивачи површине (ISO и Keane-Tator)
- Реплика траке

Инструменти за праћење процеса наношења превлаке

- Мерач дебљине мокрог слоја
- Мерач дебљине сувог слоја (Positector 6000, Mikrotest III или одобрени еквивалент)
- Детектори пропуста (нисконапонски влажни сунђер или високонапонски импулсни DC)

Инструменти за праћење опреме и снабдевање ваздухом

- Испитивање блотера
- Мерач притиска

Инструменти за праћење абразива

- Sieve тест-величина честица абразива
- Vial тест

4.15. Процедура инспекције

Извођач радова треба да припреми поступак инспекције за све тестове контроле квалитета који ће бити изведени. Поступак обухвата, као минимум, следеће ставке:

- Када, где и колико мерења треба извршити
- Добре / лоше критеријуме за сва мерења
- Који инструменти контроле треба да се користе
- Смернице за попуњавање и подношење извештаја контролора
- Свеобухватна изјава о одговорности и овлашћењу инспектора
- Организациона шема која приказује ланац команде и позицију инспектора

Tabela 2

Ставка	Генерички опис	Међународна боја	Carboline	Ameron
Први премаз (Дебљина сувог слоја: min/max) [Боја]	Боје на бази воде Основна боја на бази цинка [Сива]	Interzinc 280 (62/87 µm) [Сива/Зелена]	Carbozinc 11 (50/75 µm) [Сива]	Dimetcote 21-5 (62/87 µm) [Сива]
Други премаз (Дебљина сувог слоја: min/max) [Боја]	Епоксидна боја на бази воде Висока густина [Бела]	Intergard 401 (75/125 µm) [Прљаво бела]	Carboline 890 (100/150 µm) [Бела]	Amercoat 385 (100/150 µm) [Бела]
Трећи премаз (Дебљина сувог слоја: min/max) [Боја]	Лакирање [Плава]	Interthane 870 (62/100 µm) [Плава]	Carbothane 833 (75/125 µm) [Плава]	Amercoat 450HS (50/75 µm) [Плава]

Образац 1

Извештај	NACE Међународни програм за инспекцију премаза					
Инспектор _____						
Датум _____						
Место _____						
Клијент _____						

Амбијентали услови радне средине	Мерна јединица	Време	Време	Време	Време	Време
Температура ваздуха	°C					
Температура влажног мехура	°C					
Релативна влажност	%					
Температура метала	°C					
Тачка кондензовања	°C					

Абразивна експлозија: Тип/Ниво Абразива _____ Спецификован стандард _____ Тестирана чистоћа абразива (Да/Не) _____ рН _____

Мере површине профила	Просек	Минимум	Максимум	Време сушења	Коментари
Локација	µm	µm	µm		
Генерални коментари					

Премази

Локација	Име произвођача и опис	Број серије	Метода	Боја	Претходна просечна дебелина сувог слоја	Просечна дебелина влажног слоја		Дебелина сувог слоја садашњег премаза	
						Минимум	Максимум	Минимум	Максимум
1.									
2.									
3.									

Премаз %	Мешање и тањење	Складиштење	Holiday тестирање	Грешке/Коментари
1.				
2.				
3.				

5. Документација коју води инспектор за превлаке

5.1. Контролна документација

Инспектор процеса наношења превлаке ће у сваком тренутку бити потребан да свом клијенту достави неку документацију у вези његове или њене контроле. Иако документација није посебно захтевана, пракса показује да је потребно чувати, као и тачне и детаљне информације.

Записи о контроли би требало да прикажу све услове околине и предмете укључене у предпроцес, чишћење, материјале и наношење материјала.

Добра контролна документација може пружити вредне информације о издрживости превлаке и о економској заштити коју оне пружају. Насупрот, овај вид информација се губи кроз лоше вођење документације или невођење документације уопште.

Неке организације воде документацију. Понекад, међутим, записи су од мале вредности када је у питању одређивање уштеде на годишњем нивоу. Компанија која има добро развијен програм наношења превлака, укључујући текуће одржавање, има много користи од детаљних извештаја контроле на оваквим пројектима.

На пример, хемијска постројења која производе различите врсте хемикалија, могу користити више општих превлака, у постројењима, заснована на очекиваним перформансама у сличним корозивним срединама. Са контролом сваке од њих, заједно са правилним извештавањем о контроли, менаџмент може:

- Открити и обележити грешке како би били прегледани од стране инжењеринга за убудуће
- Оценити перформансе превлаке
- Одредити реалне годишње податке о трошковима за сваку превлаку
- Развити стабилан програм одржавања

Док се особље креће у (и изван) компаније, евиденција обично остаје у објекту. Добри извештаји могу послужити служби одржавања, о детаљима шта је фарбано, са чиме, са којим материјалима, када, како, од стране кога, и по којој цени.

Важан део посла инспектора је одржавање добре комуникације са представником власника и извођача. Поред често неформалних разговора, та комуникација има облик редовних извештаја и састанака.

Објективна и професионална евиденција је важна, зато што се може користити касније, па чак и да буде као доказ на суду, када дође до тога. Тачне изјаве и чињенице морају бити заведене на начин који је потпун, јасан и концизан.

Какво извештавање треба да уради инспектор, треба одредити у спецификацији или развити за време састанка пре почетка посла. Као што је раније поменуто, заједничко разумевање треба да буде присутно током састанка пре почетка посла [4].

Документација може садржати:

- Дневни писан извештај коришћењем стандардних образаца
- Дневник контроле који служи да се у њега забележе све активности
- Рутински извештаји
- Недељни састанак о напретку

Дневни извештаји и рутински извештаји су генерално прилагођени за сваки пројекат.

5.2. Дневник инспектора или дневни извештај

Неки инспектори евидентирају своја теренска мерења и запажања у малу књигу звану дневник. Инспектор ће забележити све његове или њене активности као и извођача радова.

Обично су странице нумерисане и информације забележене мастилом. Корекције се врше обележавањем ГРЕШКА и унос корекције са иницијалима инспектора. Инспектор треба да сваку страницу обележи иницијалима кад он или она прибележи информације.

Неки инспектори користе дневник на терену а онда преносе те информације у образац дневног извештаја. Обично инспектор задржава његов или њен лични дневник и може да га користи као средство за комуникацију са својим надређеним.

Многи инспектори гледају ову праксу као дуплирање напора, и изаберу да користе само облик дневног извештаја. Овде инспектор директно евидентира свако мерење.

Као алтернативу инспектор може користити аудио рекордер на батерије како би прибележио своје теренске белешке. Касније ће он или она пребацити ове белешке у образац дневног извештаја.

Ниједна процедура није најбоља и ниједна форма дневног извештаја није најбоља. Било који образац извештаја или методе треба да договоре клијент и инспектор [5].

5.3. Дневни извештаји

Дневно извештавање је најчешћи облик извештавања о извршеној инспекцији и важан је из више разлога. У неким случајевима, неколико инспектора може да се промени у току обављања посла. Пример је рад на пучини, где се инспектори мењају на две недеље. Комплетни извештаји омогућавају континуитет и обезбеђују да се процес лакше настави.

Дневни извештаји су од помоћи у случају грешке приликом наношења превлаке. Извештај може показати зашто је дошло до грешке и како да грешка буде поправљена успешно [4].

Дневни извештаји могу помоћи у арбитражи између извођача и клијента. Ако се појави спор, дневни извештаји обезбеђују поуздане записе о процесу наношења превлаке и помоћи да се одреди где је дошло до неспоразума.

Дневни извештаји помажу и у комуникацији са супервизором инспектора, а они су и показатељ да инспектор ради свој посао.

Обрасци који се користе за дневне извештаје варирају од компаније до компаније. Обично су прилично детаљни и покривају све аспекте посла, укључујући:

- Услови околине, као што су тачка кондензовања, влажности ваздуха и температуре подлоге ветра, смер и брзину
- Детаљи о припреми површине, као што је пред-припрема, услови, типови и оцене абразива
 - Опис опреме и особља на послу
 - Детаљи о наношењу превлаке
 - Локације прегледане тог дана
 - Одступања или неусклађености
 - Објашњење било којих застоја у раду
 - Процена завршеног посла у процентима
 - Резултати контроле, стандарди и спецификације који су примењени

Као што је већ поменуто, детаљи су важни за корисност дневног извештаја. Дијаграми и фотографије могу бити од користи за документацију у вези локације и напретка рада. Када је могуће, стварни резултати теста, као што је комад реплика траке која се користи за мерење узорка, може бити приложен извештају. Мерења би требала бити забележена.

5.4. Други рутински извештаји

Инспектор може изабрати или може да се обавезе да води извештаје као што су извештаји о инвентару или историји калибрације инструмената.

5.5. Извештај о инвентару материјала

Извештаји садрже информације о попису материјала, као што су премази, разређивачи, абразиви итд, на послу и обично се подносе периодично. Добра је пракса да извођач користи премазе на организован начин, а инспектор може тражити:

- Премази са истим серијским бројем држе се заједно
- FIFO метода употребе материјала

5.6. Извештаји историје калибрације инструмената

Извештаји о калибрацији обично садрже информације о томе колико често неке инструменте треба калибрирати. Сваки инструмент треба да носи етикету која приказује серијски број и када је последњи пут калибриран.

Од инспектора се може тражити да забележи серијски број сваког инструмента који је употребљен за неко мерење [1].

5.7. Недељни извештаји

Поред дневних извештаја, можда је и недељни потребан. Недељни извештај може бити мање детаљан и лаички написан, у наративној форми.

Чешће је написан у канцеларији него припремљен од стране инспектора на терену. Копије дневног и недељног извештаја иду клијенту, компанији која ради контролу, и инжењеру на лицу места, како би се осигурало да су сви добро информисани о напретку посла. *Напомена: Извођач радова генерално не прима копију ових извештаја.*

Недељни извештај је често резиме о напретку и догађајима који могу користити пројект менаџеру за њен или његов недељни извештај.

5.8. Формати извештаја

Постоји толико формата бележања података колико и клијената. Неки облици захтевају бележење таквих ставки као што су:

- Локација (општа и детаљна)
- Назив и број извођача

- Обрађена површина
- Датум примене
- Списак опреме
- Особље
- Количина коришћених абразива и боја

Одговорност инспектора за наношење превлака је да разуме какви записи и какви извештаји су потребни. Ове ставке треба размотрити и договорити на састанку пре почетка пројекта [4].

Образац који ћемо користити у овом раду као пример, биће прилагођен дневник који се састоји од многих облика организованих у логичке временске секвенце. Ово омогућава да саставимо информације у логичке секвенце, као прво да анализирамо спецификацију на првом састанку и на самом послу. Анализираћемо сваки део дневника, и то:

- Преглед спецификација
- Белешке са првог састанка
- Техничке чињенице о спецификацији пројекта
- Обим рада
- Безбедносни подаци
- Контролна листа инспектора
- Подаци о инспекцији
 - Услови амбијента
 - Прво чишћење
 - Иницијална припрема
 - Припрема површине
 - Мерење профила
 - Наношење превлаке
 - Мерење дебљине сувог слоја
 - Откривање пропуста
 - Завршна инспекција
 - Извештај о несагласности

5.9. Дневник инспектора

5.9.1. Основни принципи

Сви писани извештаји требају бити писани мастилом и они се не могу променити. У реду је направити измене, али их треба јасно приказати и обележити од стране особе која је направила измене (иницијали).

Поља на обрасцима не смеју бити остављена празна. Прималац извештаја не може да зна да ли је поље празно зато што није било информација или зато што је подносилац извештаја случајно пропустио то поље. Сва поља требају бити попуњена траженим информацијама или прецртана линијом.

Када извештаји садрже табелу за прикупљање података, сва поља требају бити попуњена. Сваки простор који није попуњен, треба бити избрисан.

Извештај треба бити потписан и датумиран од стране састављача извештаја.

Извештаји су најбољи када се заврше на време. На пример, дневни извештаји требају бити завршени сваког дана, док су информације свеже. Извештај ће вероватно бити готов, а информације неће бити мењане на основу новог искуства [4].

5.9.2. Преглед спецификације

Од суштинског је значаја за инспектора да чита и разуме спецификацију. Белешке направљене током читања помажу да лоцира значајне тачке, посебно она питања која је потребно разјаснити.

Образац 2

Спецификација
Назив: _____
Ревизија бр.: _____
Напомена о значајним питањима:

5.9.3. Белешке са првог састанка

Кад се инспектори подстакну да на првом састанку воде белешке, неке белешке су од великог значаја па на тај начин се може проверити њихова тачност. Писане белешке су увек боље него људска меморија. Инспектори требају о томе да воде рачуна да белешке имају смисла када их прочитају после неког времена.

Образац 3

Белешке са првог састанка
Датум првог састанка: _____
Локација: _____
Присуство: _____

Белешке:

5.9.4. Спецификација техничких чињеница пројекта

Након многих разговора и кореспонденција, неки од критичних података који се односе на пројекат се званично промене. Ове коначне чињенице се тада разликују од документације која се налази у спецификацији.

Образац 4

Спецификација техничких чињеница пројекта
Потребна предходна припрема: _____
Основна припрема површине: _____
Максимална дозвољена влажност ваздуха %: _____
Минимална дозвољена влажност ваздуха %: _____
Максимална температура амбијента: _____
Минимална температура амбијента: _____
Температура метала мора бити _____ °C изнад тачке кондензовања
Назив прве превлаке: _____
Дебљина влажног слоја: _____
Дебљина сувог слоја: _____
Назив друге превлаке: _____
Дебљина влажног слоја: _____
Дебљина сувог слоја: _____
Потребан тракасти премаз ДА/НЕ? _____
Откривање напона Holiday тестом: _____

5.9.5. Обим и област делатности

Овај сажетак даје специфично знање само тамо где је потребно – о радном комаду, структури или локацији где ће се посао обавити.

Образац 5

Обим и област делатности
Челична плоча димензија 30 центиметра квадратних, са 'v' шавом са благим надвишењем. Посебна упутства:

5.9.6. Подаци о безбедности

Безбедност је најчешће одговорност професионалаца из те области који дају писана и усмена упутства радницима и инструкторима. Треба прибележити посебне смернице за безбедан рад.

Образац 6

Подаци о безбедности
Навести главне тачке безбедности на пројекту:

5.9.7. Контролна листа инспектора

Ова листа служи као подсетник. Ако су инспектори у могућности да потврде да се сваки од ових аспеката извршава правилно, онда је посао на правом путу. Свака одступања или пропусте би требало пријавити.

Образац 7

Контролна листа инспектора
Спецификације
Има их ☐ Прочитао је ☐
Разумљиво ☐
Први састанак
Присуство ☐
Активно учествовање ☐
Разумевање и упознавање сигурносних правила ☐
Распоред премаза
Сазнање где ће који премаз да се налази ☐
Основне инструкције
Уочена подручја која ће бити тешка за наношење превлака ☐
Проверити:
Пуцне ☐ Прескочени варови ☐

5.9.8. Детаљи инспекције

Извештаји у овом одељку захтевају од инспектора да забележе резултате њихових инспекцијских активности [4].

5.9.9. Амбијетални услови

Број пута колико су амбијетални услови мерени током сваке радне смене зависи од амбијеталних услова. У хладним и влажним условима многе провере би се вршиле сваког дана. Када су услови у дозвољеним границама и када је време стабилно, мање мерења је потребно. Најмање једно мерење за свако специфично подручје рада треба да се забележи.

5.9.10. Прво чишћење

Овај одељак захтева запис о визуелној контроли процеса чишћења, плус резултате било ког наведеног теста, као што је употреба UV лампе која индетификује контаминираност масноћама. Иницијална евиденција стања пре почетка рада може такође бити корисна.

Треба уклонити прљавштину, као и разређивач. Треба направити мерења димензија и треба их забележити.

5.9.11. Почетна припрема

Активности као што су обрада ивица, уклањање ламинације и пуцни од варења треба забележити. Остале активности као што су ултразвучни преглед подручја која су фино обрађена или уклањање пенетрација и флуида треба такође забележити.

5.9.12. Припрема површине

Овај део захтева од инспектора да надгледа процес чишћења и састави извештај о завршним резултатима. Посебно треба обратити пажњу да ли се посао извршава по наведеном стандарду. Ако је потребан тест са прозирном траком да би се демонстрирала чистоћа површине, траку треба приложити и такође резултат (који може захтевати личну оцену) забележити.

5.9.13. Мерења храпавости профила

Треба забележити мерење храпавости профила. Када се ради тест са реплика траком, траке треба приложити уз извештај.

5.9.14. Наношење превлаке

Специфични подаци о инспекцији, као што су одговарајући серијски бројеви премазног средства и мерења дебљине влажног слоја, неопходни су за све нанесене превлаке. Тамо где

очекивана мерења не могу бити извршена (нпр. када се примењују неорганска цинкова једињења за време топлих дана и брзина сушења је велика за ефикасно мерење дебљине влажног слоја), разлоге за недовољан број прикупљених података треба навести.

Мерење дебљине сувог слоја треба извршити у предвиђеним фреквенцијама. На пример, серија од 15 појединачних мерења подудара се са учесталошћу SSPC-PA 2. Уопштено гледано, мерења дебљине сувог слоја која су предвиђена за мерење сваког слоја су укупни DSS, укључујући све превлаке примењене до краја рада. Израчунавање појединачних дебљина превлака може бити корисно као водич и омогућити упоређивање са наведеним ограничењима, али мерења треба забележити тако као што су спроведена.

5.9.15. Проналажење пропуста

Где се примети пропуст, детаље о начину вршења инспекције треба забележити. Коришћени инструмент и број пронађених дефеката треба пријавити. Уобичајено је да се направи дијаграм који показује локацију пропуста. Инструмент би требало поставити према спецификацији, или по договору у писаној форми са власником и забележити детаље.

5.9.16. Финална инспекција

Завршна инспекција предвиђа припрему критичке листе недовршених и неусаглашених ставки.

5.9.17. Неусаглашени извештај

Извештаји о неусаглашености су све више карактеристика инспекцијског света. Они су били развијени као информациони алат у оквиру дисциплине обезбеђења квалитета, дизајнирани да извештавају о појављивању дефекта и евидентирању радње која је решила проблем.

Већина непотврђених извештаја пружа простор за пријављивање проблема, за предлагање решења и за бележење поступка поправке. При сваком кораку, учесници потписују образац како би указали да су пронађене и имплементиране одговарајуће одлуке.

Инспектори и оператери понекад се плаше ових извештаја верујући да су критични и штетни. У њиховој оригиналној сврси, они су намењени да окупе информације менаџмента како би помогли да идентификују и реше проблем у радном окружењу и рутини. У том контексту, они су корисна и позитивна документа, а не непомажућа и негативна документа.

Проблеми се појављују на већини послова. Извештаји бележе проблеме и њихову ширину и требало би водити ка побољшањима која смањују проблеме у будућности.

Образац 8

Дневни Извештај

Амбијентални услови радне средине	Мерна јединица	Време	Време	Време	Време	Време
Температура ваздуха	°C					
Температура влажног мехура	°C					
Релативна влажност	%					
Температура метала	°C					
Тачка кондензовања	°C					

Место _____

Пројекат _____

Веме _____

Инспектор _____

Потпис _____

Абразивна експлозија: Тип/Ниво Абразива _____ Спецификован стандард _____ Тестирана чистоћа абразива (Да/Не) _____ pH (Да/Не) _____

Мере површине профила (Локација)	Минимум	Максимум	Време сушења	Коментари

Премази

Премаз	Име произвођача боје	Број серије	Метода	Боја	Претходна просечна дебелина сувог слоја	Просечна дебелина влажног слоја			Дебелина сувог слоја садашњег премаза		
						Мин	Макс	Просек	Мин	Макс	Просек
1.											
2.											
3.											

Премаз	Мешање	Тањење	Складиштење	Holiday тестирање	Грешке/Коментари
1.					
2.					
3.					

Образац 9

ДНЕВНА ПРИЈАВА				Страна број					
Испорука:				Посуда број:				База:	
Делови структуре:									
ПРИПРЕМА ПОВРШИНЕ									
Метода:				Површина (м ²):					
Абразив:				Величина гранулаже:					
Температура површине:				Температура ваздуха:					
Релативна влажност (макс):				Тачка кондензације:					
Очекивања:									
Обарање ивица:									
Коментари:									
Посао број:				Датум:				Потпис:	
НАНОШЕЊЕ ПРЕМАЗА									
Метода:									
Премаз број	Систем	Серијски број	Датум	Температура ваздуха	Температура површине	Релативна влажност	Тачка кондензације	*Мерење дебљине сувог слоја	Назнаке
* Измерена максимална и минимална дебљина сувог слоја. Очитавања ће бити додата дневном извештају									
Коментари:									
Посао број:				Датум:				Потпис:	

Образац 10

НЕУСАГЛАШЕНИ ИЗВЕШТАЈ				Страна број					
Испорука:				Посуда број:				База:	
Делови структуре:									
ОПИС РЕЗУЛТАТА ИНСПЕКЦИЈЕ КОЛИ ТРЕБА ДА СЕ ИСПРАВИ									
Опис налаза:									
Извештај (Дневна пријава) :									
Предузете мере:									
Посао број:				Датум:				Потпис:	

6. Иницијални састанак

6.1. Иницијални састанак

Први састанак се одиграва пре почетка рада и пружа могућност особљу које је укључено у пројекат да се упозна и да се разуме како би добили јасну слику шта је чија одговорност и ко руководи којим операцијама [6].

На овом састанку, важно је да људи који раде на пројекту – власник, извођач, добављач материјала и инспектор, имају прилику да сазнају:

- Шта се тражи кроз спецификације које је одредио власник и која ограничења постоје и да ли важе
- Дискутују и анализирају процесе и процедуре које ће се користити
- Успоставити линије комуникације тако да су све стране упознате са структуром извештавања и протоком информација

Први састанак би требало да захтева власник, и захтев је често дефинисан у спецификацији. Типично, датум и време се не могу прецизирати, али захтевани период обавештења је две недеље у писаној форми. Присуство одређених особа може бити захтевано по дефиницији, укључујући инжењера пројекта, извођача радова, надзорника и инспектора.

Изјава о овој спецификацији може гласити:

Први састанак пре почетка пројекта ће се одржати најмање 14 дана после писаног обавештења које је упутио пројектни инжењер. Присуство укључује пројект инжењера, надзорника на радном месту и инспектора.

Као и код већине формалних састанака, треба се припремити агенда и бити изабран председавајући. Ако ниједно од ова два питања није унапред одрађено, прва дужност састанка је да се позабави овим темама, правећи дневни ред и одређивање председавајућег.

Питања везана за сам пројекат на састанку, а посебно она која могу бити контраверзна, морају бити прецизно документована. Састанак треба забележити у виду записника и секретар би требало бити искусан у сачињавању записника. Може се користити преносни магнетофон ако се сви слажу, али секретари су обавезни направити записник.

Веома је тешко у потпуности учествовати на састанку и водити записник. Инспектор би требало избећи ову обавезу и максимално се посветити учествовању на састанку. Присутни на састанку могу водити сопствене белешке, па касније проверити да ли је све то службено занесено у записник. Дневни ред је договорен на почетку састанка, али постоји могућност додавања тачака за дискусију.

Инспектори требају обезбедити да се све теме које желе да се продискутују нађу на дневном реду. Припрема је кључ, детаље спецификације треба размотрити пре почетка састанка.

Затим почиње расправа о тачкама дневног реда. Највише пажње се посвећује питањима као што су:

- Време, када почиње посао, колико ће трајати и предложени датум завршетка
- Приступ радном месту, укључујући расположиве радне сате, снабдевање електричном енергијом, воду, тушеве, тоалете итд.
- Смештај, укључујући канцеларију, просторије за обедовање, простор за тест опрему, приколице за уклањање олова, складиштење материјала, скела, цистерне и други захтеви.

- Питања везана за комуникацију, као што су телефони на локацији, циркулација извештаја, итд.

- Безбедносни захтеви, укључујући све посебне састанке и обуке, предострожности које су специфичне за локацију и обуку за оператере за реаговање у одређеним ситуацијама када је то потребно

Први састанци најчешће нису добро организовани, а када је тако, најбоља стратегија би била да се прочита спецификација, почевши од почетка рада па до краја. Ово можда звучи необично, с обзиром на све, с обзиром да су учесници у теорији упознати са ситуацијом током тендера или / и фазе припреме пројекта. Многи специфични детаљи могу бити занемарени, а чин читања спецификације, заједно са дискусијом може да истакне проблематична подручја.

Конкретно, инспекторов циљ би требало да буде да лоцира проблематичне области, тј. клаузуле у спецификацији које би могле да се тумаче различито.

Још једна област за решавање су методе инспекцијског теста као и интерпретација резултата [5].

Укратко, задаци инспектора укључују:

- Припрема за састанак (прво одрадите домаћи задатак)
- Прочитати спецификацију
- Прикупити стандарде и техничке податке
- Дискутујте о методама инспекције, укључујући учесталост тестирања и корективне мере када се наидје на неусаглашености.
- Подићи свест о потенцијалним проблемима
- Утврдите надлежности пре састанка, ако је могуће, кроз дискусију са послодавцем.
- Осигурајте да сви људи на пројекту знају шта је одговорност инспекције.

Сва питања која се односе на следеће треба решити и направити договор са свим странама којих се тичу:

- Извршење посла
- Захтеви за измену услова рада
- Предложене измене у спецификацији
- Потребна документација
- Промена налога или одрицања

Записник са састанка треба да документује одговоре на сва питања, заједно са свим другим практичним информацијама и треба да се достави свим заинтересованим странама пре него што се почне са било каквим радом.

Записник заједно са свим издатим наредбама постаје део уговора између власника и извођача и стога је важан правни документ. Информације садржане у њему могу значајно утицати на извршење посла.

6.2. Рад у тиму

Први састанак, осим што се бави техничким питањима, углавном користи да се упознају људи који су укључени у пројекат. Ово је најважнији аспект било ког посла који се тиче наношења превлаке. Људи који су укључени, као и инспектор, могу помоћи да се посао лако одради, радећи добро са остатком тима.

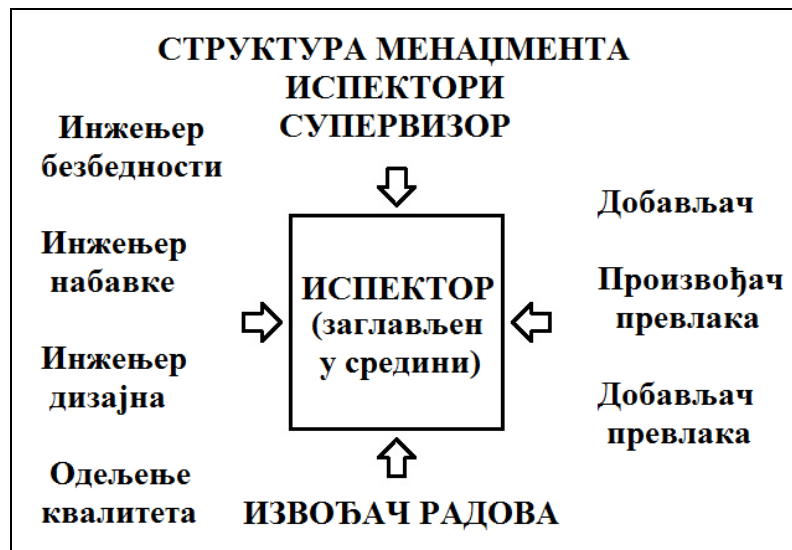
Лица која могу учествовати на овом састанку, или на било који начин могу бити умешана у пројекат, могу бити нека од њих или сви:

- Менаџмент компаније
 - Технички директор
 - Менаџер пројекта
- Друго особље компаније
 - Агент набавке
 - Инжењер дизајна
 - Инжењер безбедности
 - Особље квалитета
- Друго уговорно особље
 - Добављачи
 - Произвођач превлака
 - Извођач радова
 - Инспектор или супервизор. Ако је посао обиман, тако да има више инспектора, онда би сви инспектори требало да учествују, такође исто важи и за извођаче.

Инспектор треба да добије копију записника и задржи је уколико му пуде потребна у будућности [6].

Ако инспектор сазна за састанак а није позван, онда инспекторов супервизор или представник власника треба бити контактиран због позивнице.

Једна од ствари која се види на дијаграму који следи јесте да је инспектор тачно у средини. То је вероватно и како се неки инспектор осећа, управо као “заглављен у средини”.



Слика 10

Овај график приказује да инспектор може доћи у директан контакт са:

- Надзорником инспектора - супервизор
- Другим особљем компаније
- Извођачима
- Добављачима материјала

Инспектор:

- Генерално не надзире никога, осим можда друге инспекторе
- Може од њега да се тражи да ради са свима или можда са неким члановима тима
- Треба имати у виду да други чланови тима могу међусобно да комуницирају независно до инспектора.

Дужности инспектора на послу:

- Да би се избегле невоље и да инспектор не би био ухваћен у средини неслагања, инспектор треба да:
 - Буде тачан и не одлаже посао
 - Врши прецизна мерења и води тачне белешке о томе
 - Буде објективан, логичан, смирен и коректан
 - Буде упознат
 - Заслужи поштовање свих на почетку пројекта.

Рад са свим члановима тима је један од захтевнијих задатака са којима се суочава инспектор. Ови односи се могу побољшати ако се направе јасне линије између особља а тиче се ауторитета и одговорности. Сво извештавање и доношење одлука треба држати унутар ових линија. У идеалном случају, инспектор треба да буде представник компаније и има пуну надлежност да прихвати или одбије посао, међутим примећено је да се идеално не постигне увек.

Све у свему, инспектор је одговоран да штити интересе власника, уверавајући се да се посао наношења превлаке врши у складу са спецификацијом.

Рад инспектора може бити од велике помоћи и за извођача радова, и то:

- Ранам лоцирањем лоших навика који могу резултирати скупим дорадама
- Обезбеђивањем коректног и компетентног тумачења спецификације.

Инспектор у одређеним дужностима може помоћи извршиоцу да испрати спецификацију и правилно изврши посао [4].

7. Опште напомене о процесу припреме површине за наношење превлаке

Практично за сваки процес наношења превлаке, као што је поцинковање, фосфатирање, фарбање, чишћење и припрема површине је јако битан процес од кога умногоме зависи квалитет завршеног посла.

Површине морају бити очишћене и припремљене пре наношења заштитних премаза, ако желимо да добијемо добре резултате. Модерне превлаке захтевају чисту и храпаву површину, ако желимо дугорочну стабилност нанешене превлаке, осим ако оне нису произведене за наношење на лошу површину. Процењено је да до 75% грешака је изазвано лошом припремом површине [3].

Површине на које се наносе заштитни премази су:

- Челичне легуре
- Бетон
- Алуминијум, цинк, бакар и други метали
- Нерђајући челик
- Дрво
- Пластика

- У овом раду ћемо анализирати податке о свакој површини наведеној горе, закључујући да су осим челичних, бетонске површине најчешће припремане за наношење превлаке.

- Активности припреме површине пре наношења превлаке могу укључивати:

- Преглед и процену стања површине, укључујући дизајн и грешке
- Предчишћење или уклањање видљивих површинских наслага, као што су уље и маст
- Рад на прилагођавању дизајна и уклањању дефеката
- Инспекција и документовање процеса предчишћења и насталих дефеката, ако их има
- Припрема површине било којом одговарајућом методом, уклањање штетних загађивача површине

Многи фактори приликом припреме површине утичу на трајни век нанешене превлаке:

- Остаци уља, масти и земљишта који могу спречити адхезију и механичко везивање боје за површину
- Остаци (невидљивих) хемијских соли који могу изазвати корозију након наношења премаза
- Остаци (опиљци, шпон) материјала који могу изазвати дефекте на почетку али и касније
- Остаци корозије које такође не може заштитити превлака и не могу одржавати адхезију
- Површински профили (формирани припремом површине):
 - Могу бити тако наглашени, да се формирају врхови које је јако тешко заштитити премазом
 - Површина није довољно хрпава, може доћи до отпадања премаза због губитка адхезије
- Површинска кондензација, ако је преко ње нанешен премаз, може изазвати појаву дефеката као што су пликови
- Стари премази који могу имати лошу адхезију, могу бити лоши за поновно премазивање
- Постојеће превлаке које могу бити некомпатибилне са превлакама које служе за одржавање и заштиту.

Површине пре него што на њих треба нанети превлаку, често захтевају да имају предчишћење. Инспекција за контаминацију, укључујући масноће, земљу, прашину и цемент важан је део целокупног процеса. Откривена прљавштина и остаци морају се уклонити, а површина која треба бити премазана треба да буде потпуно доступна за наношење боје.

Инспекција за чистоћу површине је континуирани процес, и требало би да се обави најмање три пута у току процеса премазивања:

- Пре било каквих активности припреме површине
- Након припреме површине, пре наношења премаза
- Између сваке примене премаза ако се наноси више слојева.

7.1. Дизајн дефекти

Многе конструкције нису дизајниране као да ће на њих бити наношене превлаке. Мане у дизајну и грешке приликом израде могу лако закомпликовати процедуре наношења превлака. Оператер или инспектор или чак употребљени материјали не могу бити одговорни за проблеме који потичу из радова дизајнера, инжењера или произвођача предмета.

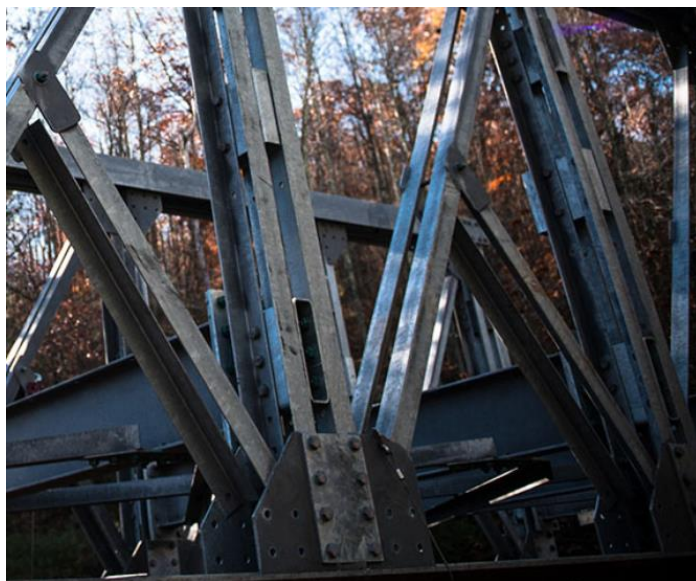
Међутим, инспектор може бити од велике помоћи да укаже на проблематичне зоне које резултирају због лошег дизајна или израде комада и пружањем помоћи за решавање тих проблема [2].

Неке уобичајене дефекте дизајна који утичу на процес наношења превлаке, укључују:

- Тешко доступне и неприступачне области
- Заковице, вијици или други конектори
- Варови
- Зазори, празнине (прескакање вара или близина две површине)
- Преклапање површина (кровне плоче у резервоарима за воду)
- Лоше оријентисани углови
- Навоји
- Различити метали
- Оштре ивице, нарочито на ћошковима, грубо резање
- Грађевинска помагала

7.2. Тешко приступачне области

На овакве области се тешко наносе превлаке. Потребна је специјална пажња како би се осигурало правилно наношење превлаке. На пример, ојачања у унутрашњости пловила могу створити области које су тешко доступне за премазивање. Многи високи бродови су изграђени уз мало размишљања како би се унутрашња површина могла одржавати [3].

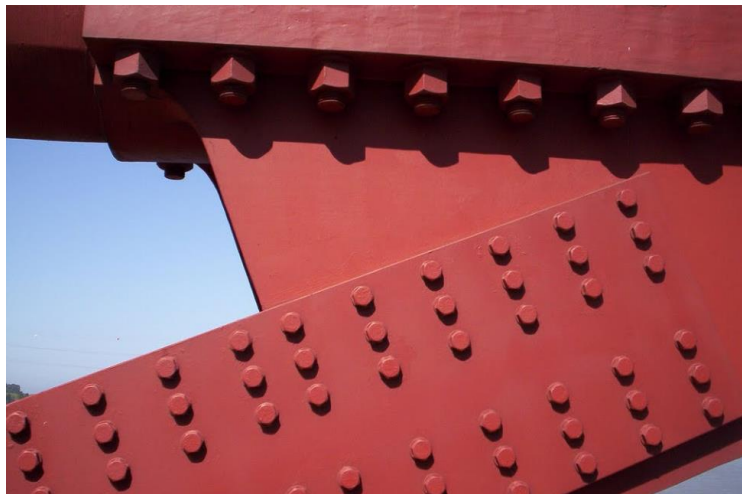


Слика 11 Дизајн дефекти- Тешко приступачне области

Да би се омогућио лакши приступ дизајнери би требало предвидети колевке или скеле за фарбање додатака и омогућити једноставан приступ таквој опреми.

7.3. Закривљена и причвршћена конструкција

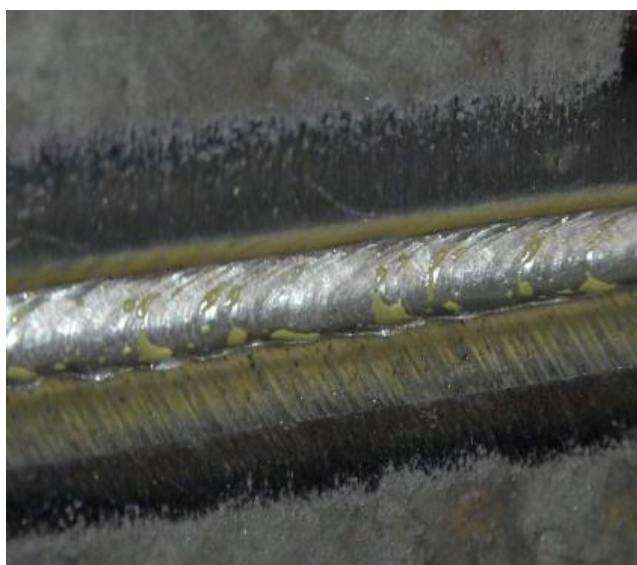
Закривљена и причвршћена конструкција може оставити празнине и површине које је тешко очистити и премазати. Тешко је заштитити вијке у овим условима. Закривљена и причвршћена конструкција треба бити замењена заваривањем где је то могуће [3].



Слика 12 Дизајн дефекти-Вијци

7.4. Варови

Варови често представљају грубе, дисконтинуиране области на равним површинама и могу имати доста оштрих ивица. Често варови нису прописно очишћени, остављајући пукне, шљаку и остатке киселине. Ако ови дефекти нису уклоњени може доћи до појаве корозије [3].



Слика 13 Дизајн дефекти-Варови

Области варова, посебно у резервоарима и пловилима, треба да буду глатко брушене или испране, зависно од услова рада. Брушење варова није увек препоручљиво и инспектори не би требало дозволити брушење варова без консултације са инжењером конструкције.

Када је потребна инспекција, визулени компаратор повезан са NACE стандардом RP0178 може бити користан. Ова пластична репликаа демонстрира различите врсте варова и омогућава инспекторима да идентификују и извести о стању варова и то на скали од А до F.

Варови се често тестирају на пукотине са хемијским средствима (пенетранти) који остављају контаминацију на површини. Превлаке које су нанесене на ову врсту површине неће постићи добру везивност и вероватно је да ће доћи до појаве дефеката, појаве корозије. Уклањање такве контаминације може бити тешко. Понављање наношења разређивача може бити потребно све док заостали трагови не могу више утицати на адхезију премаза.

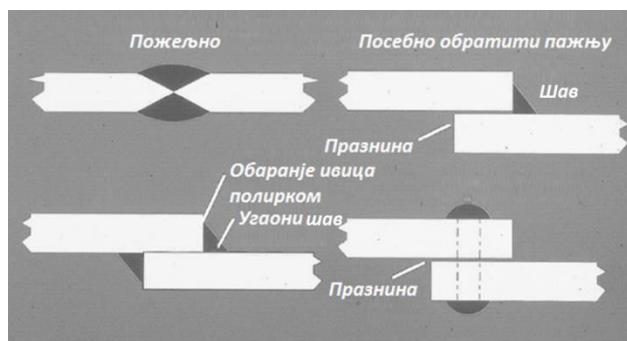
7.5 Празнине

Прескакање варова, оштре ивице, пукотине и ослоњени углови могу довести до појаве дефеката на превлакама. Ови проблеми се могу јавити као резултат недостатка предвиђања од стране конструкције или лоше израде [2].



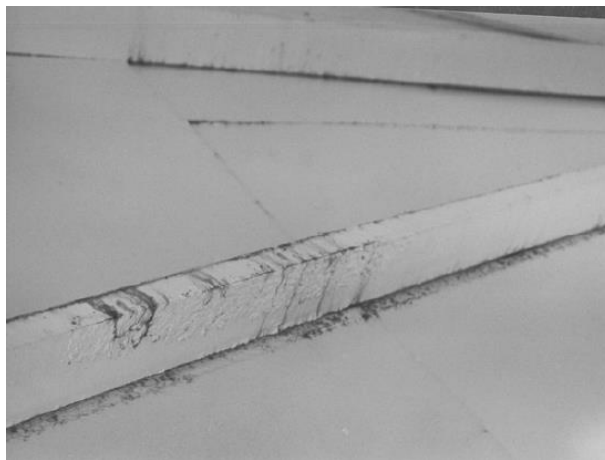
Слика 14 Дизајн дефекти-Празнине

Генерално, преклапање плоча и кровних плоча ради се испрекиданим варовима стварајући зоне недоступне за наношење превлака. Влага се може задржати између плоча и долази до појављивања корозије.



Слика 15 Дизајн дефекти-Преклапајуће површине

Ови углови се често користе у конструкцији. Обично леђне стране ових углова нису третиране премазима, али су понекад поцинковане.



Слика 16 Дизајн дефекти-Углови

Површина између углова може бити немогућа за чишћење и наношење превлаке. Овај простор између углова може бити запечаћен са ојачањима да би се спречила корозија и подрезивање премаза на ивицама.

7.6. Ивице

У типичној структури има много линеарних ивица од којих већина није заобљена. Конкретно, оборене ивице и оне сечене пламеном настале током израде комада имају мале шансе да представљају проблем током процеса премазивања. Премази имају тенденцију да се скупљају и повлаче са ивица, остављајући танак и мањи заштитни премаз [2].



Слика 17 Дизајн дефекти-Оштре ивице

Ивице би требало да буду заштићене траком барем једном током процеса, пожељно је једном за сваки наредни слој, како бисмо обезбедили додатну дебљину премаза.

7.7. Углови (спољашњи и унутрашњи)

Спољашњи углови се понашају као оштре ивице и имају исте тенденције за појаву корозије. Требали би бити премазани и заштићени траком исто као код ивица.

Постоје два потенцијална проблема са унутрашњим угловима:

- Премази нанети преко унутрашњих углова ће се смањити на исти начин као и на оштрим ивицама, са тенденцијом да формирају мост и да буду у слабом контакту са подлогом, ово је познато као ефекат тапете.
- Угао може допустити акумулацију прљавштине или отпада и премаз се може наносити преко контаминираних површина. Као и друге површине, углове треба очистити од прашине, прљавштине итд. и наравно обложити траком пре наношења главног премаза.

7.8. Преклапање плоча

Удубљења између преклапајућих плоча могу дозволити акумулацију влаге и зато што је немогуће очистити и премазати ово подручје, вероватно ће доћи до појаве корозије.

7.9. Навоји

Заковице, главе шrafoва и матице су тешке подлоге за премазивање и потребна је пажња како бисмо осигурали да су све површине адекватно очишћене и премазане. Постоје многе пукотине и оштре ивице повезане са навојима које могу дозволити иницирање корозије.

Површине спојене да би се направио фриксиони преносник су посебан случај и требале би бити остављене без премазивања или премазати са тестираним и одобреним премазом. Тестове дефинишу британски стандарди и АСТМ процењује подобност за ту сврху.

7.10. Конструкцијска помагала

Привремена конструкцијска помагала су често заварена за структуру са испрекиданим варовима или заварена само са једне стране споја.

Ова привремена помагала, дизајнирана да буду уклоњена после израде, понекад остају на месту и она буду премазана. У овим случајевима припрема површине и наношење премаза могу бити далеко од идеалног и може доћи до појаве дефеката [3].



Слика 18 Дизајн дефекти- Конструкцијска помагала

Конструкцијска помагала треба уклонити, темељно припремити површину, и нанети одговарајућу превлаку како би се избегло превремено појављивање дефеката на околним превлакама.

Други конструкцијски проблеми који могу довести до урањене појаве дефеката:

- Различити метали који у контакту једни са другима могу створити галванску ћелију, која може започети процес корозије и проузоркује појаву дефеката. Где се морају спојити различити метали, сви повезани метали се морају заштитити превлаком
- Депресије на спољашним површинама које могу убрзати процес стварања корозије ограничавајући отицање воде или сакупљање прљавштине и других отпада
- Удубљења која могу задржавати воду и друге корозивне течности
- Лоша вентилација која успорава процес испарења кондензирајуће влаге

7.11. Оштећења на челичним површинама

Није широко прихваћено то да припрема површине не значи само уклањање шпона, рђе, итд, већ и других дефеката који могу да се пробију кроз слој фарбе или се тешко заштићују фарбом. Типични примери укључују:

- Оштре ивице
- Површинске слојеве
- Пукотине и деформације
- Рупе

Требало би имати на уму где су дефекти изложени пескарењу и чишћењу брушењем, неопходно је поново припремити непосредно такво подручје да задржи површински профил.

7.12. Површинска ламинације и гранулације

Најчешћи тип површинских дефеката на челичним деловима је површинска ламинација, обично узрокована челичним ваљањем. Важно је уклонити све те недостатке брушењем јер их ниједан систем на бази боје не може заштитити. У случају малих гранулација и ламинација, чак и ако се не пројектују на површини, оне се касније могу пробити до површине и пореметити систем превлаке.

7.13. Пукотине

Било који вид пукотине је опасност за заштитну превлаку јер се не може ефикасно попунити или заптивати системом превлака. Садржи нечистоће, прикупља ваздух и влагу и обезбеђује локацију за стварање корозије испод нанете превлаке. Све такве пукотине, требало би бити избрушене, а ако су предубоке онда попуњене варовима и онда избрушене и исполиране.

Инспектори би требало пријавити оштећења као што су пукотине, иако је одговорност за све друге одлуке везано за дораду на инжењеру [3].

7.14. Површински отвори (рупе)

Сви облици површинских отвора као што су они настали од ваљања, требало би се уклонити. Методе које се подразумевају користе брушење. Попуњавајне варењем се може користити за дораду у неким случајевима, ако је то потребно.

Идеално је да ће спецификација пројекта захтевати корекцију грешака у производњи. Инспектор мора осигурати да ће се дефекти преправити као што се захтева у спецификацији. Ако корекције нису захтеване по спецификацији, оне би требало бити припремљене и премазане што је боље могуће. Инспектор треба лоцирати ове зоне и документовати их у његовом или њеном дневном извештају. Ове информације би могле бити од користи власнику због одржавања у будућности и одређивања било каквих пропуста.

Било које празнине, тешко доступне и неприступачне области где се може догодити неуспешно заваривање, треба избегавати. Заваривање треба радити тамо где има простора.

Пошто је навоје јако тешко очистити и правилно премазати, навојне утичнице треба заменити кад год је то могуће адекватним заменама како би лакше биле доступне оператеру који наноси превлаку.

Коначна слабост дизајна може бити употреба различитих метала. Где су различити метали повезани постоји могућност од настанка корозије. Када је анода релативно мала у поређењу са катодном површином корозиони ефекат на аноди може бити озбиљан, што доводи до рапидне корозије вероватно у анодној области.

Пожељно је наносити заштитне премазе само на катодну област. Ако ће и анодни метал бити третиран превлакама, слој мора бити целовит како не би дошло до појаве корозије.

7.15. Дефекти израде

Инспектор може бити одговоран за тражење и документовање дефеката насталих приликом израде. Ако спецификација тражи преправку ових дефеката, онда поправке треба извршити пре него што се настави са даљим радом.

Дефекти настали приликом израде могу бити подељени у неколико категорија:

- Несавршени варови, укључујући:
 - Пуцне
 - Пропуштене варове
 - Грубо заваривање
- Ламинације
- Удубљења
- Оштрие ћошкови и ивице
- Оштра савијања и углове

7.15.1. Несавршени варови

7.15.1.1. Шљака

Приликом заваривања долази до стварања металних честица које се распрскавају у близини места где се наноси вар. Понекад се могу лако уклонити чекићем за чишћење (шпакном), али углавном морају да се уклоне уз помоћ брусилце [4].



Слика 19 Дефекти израде-Шљака

Шљака може бити велика у висину и до 20 mm или више у односу на висину подлоге, и њих је јако тешко прекрити дебљином нанесеног слоја. Танак слој који прикрива пукну може се распасти раније током употребе, омогућавајући развој корозије, што се може касније проширити испод комплетног слоја превлаке. Сходно томе, уклањање пукни је важно и мора се уклонити механичким средствима, пре било каквог чишћења које захтева спецификација.

У резервоарима, пловилима, тј. средствима која се потапају и где је немогућа учестала контрола, најважније је уклонити све шљакакако би се минимизирала или у потпуности уклонила могућност настанка корозије.

7.15.1.2. Пропуштени варови

Одговарајућа техника заваривања је такође важна. Заваривање би требало бити константно, пре него тачкасто и повремено. Континуирано заваривање је скупље од тачкастог заваривања, међутим продужиће се век трајања превлаке и на дуже, то је исплативије од додатних трошкова заваривања.

Најбоља метода за заптивање места је континуирано заваривање, тада вар треба очистити и обрусити и тракасто заштитити заједно са регуларним наношењем превлаке. Ако континуирано заваривање није могуће, затварање преклопљених спојева се врши са материјом која је компатибилна са системом наношења превлаке. Материјали на бази смоле и силикона се користе са успехом.



Слика 20 Дефекти израде -Пропуштени варови

7.15.1.3. Груби заварени спојеви

Грубе заварене спојеве треба обрадити брушењем или поправити на други начин како би уклонили оштре ивице и друге неусаглашености. Празнине у вару могу бити премошћиване превлаком. Оштре гребене и шиљке је тешко обложити, превлака се повлачи са ивице и истањује се на тој тачки. Важно је да се сви варови обресе или се преправе на други начин како би се постигла релативно глатка површина. Пукотине и отворе треба испунити заваривањем [4].



Слика 21 Дефекти израде –Грубо заварени спојеви

7.15.2. Ламинација

Ламинација, кратери и други дефекти овога типа морају бити исправљени како би ослободили зоне које су неприступачне за чишћење и премазивање. Ламинација и други дефекти који могу продрићи кроз превлаку би требало бити уклоњени.



Слика 22 Дефекти израде –Ламинација

7.15.3. Жлебови (неравнине)

Оштре неравнине (удубљења), било које врсте, отежавају стварање стабилне превлаке. Премази нанешени преко жлеба могу направити ефекат моста изнад жлеба. Ове неравнине треба обрадити тако да цела површина буде равномерна и потпуно обложена [3].

7.15.4. Оштри ћошкови и ивице

Због притиска на површини, превлаке имају тенденцију да се повлаче са оштрих ивица, нарочито током фазе скупљања која се јавља током сушења. Оштре ивице треба обрадити (оборити).



Слика 23 Дефекти израде –Оштри ћошкови и ивице

7.15.5. Оштра савијања и углови

Превлаке могу покрити углове, стварајући празнину која може задржати влагу, изазивајући корозију. Ово стање не може лако бити измењено или исправљено, тако да је потребна посебна пажња током наношења превлаке. Наношење слоја четкицом може бити од помоћи да се обезбеди адекватна покривеност. NACE је објавио стандардну препоручену праксу RP0178 “Дефекти настали приликом израде, захтеви површине и исправно разматрање дизајна за резервоаре и пловила”. У процесу пројектовања, инжењер дизајна (конструктор), ради заједно са инжењером за наношење превлака, и може користити овај илустровани стандард заједно са пратећим моделима (макетама) као водич, како би се избегле многе мане у дизајну и дефекти настали приликом израде, који могу негативно утицати на целокупну шему наношења превлаке.

Исти стандард се може навести у спецификацијама, пружајући визуелни водич за услове који су прихватљиви након фазе претходног чишћења површине. Модел је у могућности да помогне контроли, показујући разне степене припреме заваривања и примере заобљених ивица.

Нити инспектор, нити извођач не могу лако контролисати аспекте дизајна који креирају зоне које су тешке или немогуће за третман наношења превлаке. Међутим обоје треба да обрате пажњу када се ове зоне контролишу или се припремају за рад. Они би требало пријавити ове зоне у писаној форми и требало би обавестити супервизора или представника власника.

Слично томе, индентификација дефеката насталих током производње је јако важна. Дефекте треба индентификовати и документовати, и треба преузети корективне мере. Одговорност за преузете акције је често предмет спора. Перформансе премаза биле би много боље (и стога економичније на дуге стазе) ако се дефекти уклоне пре или за време припреме површине [3].

7.16. Стање челичних површина

Нов или коришћени необојени челик може бити категорисан у било ком од четири општа услова, описан и илустрован од стране два општа стандарда:

- SSPC-Vis
- ISO 8501-1.

Општи услови су оцене корозије А, В, С и D, описане као:

- оцена А - челична површина у потпуности прекривена љускама, са мало или ништа видљиве рђе
- оцена В - челична површина прекривена са рђом и љускама
- оцена С - челична површина потпуно прекривена рђом, са мало или без оштећења
- оцена D - челична површина у потпуности прекривена рђом и видљивим оштећењима.

Ови почетни услови утичу на степен припреме површине који је потребан или се може постићи. Они су описани на детаљнији начин у одељку СІР који се тиче стандарда за припрему површине.

Адекватно чишћење површине, укључујући алуминијум, дрво, бетон, цинк (поцинковање), челик а посебно коришћени челик, је од есенцијалног значаја како би се достигле пуне преформансе изабраног система превлаке. Природа и стање површине која треба да се припреми и премаже утиче на степен припреме површине.

Агресивније окружење, морско или хемијско, нормално захтева већи степен чистоће како би се осигурале добре перформансе превлаке, док руралне средине, са мањим степеном загађености, омогућиће боље перформансе исте превлаке.

Системи превлака значајно варирају у својим способностима везивања за челик. Неке превлаке са добрим влажним својствима, попут епоксидних мастика, алкидних уља и неки битуменски производи, боље ће се везати за мање темељно очишћену површину од других. Сви системи ипак, имаће боље перформансе на добро очишћеним површинама са добрим површинским профилем [4].

7.17. Методе припреме површине за наношење превлака

Технике доступне за припрему површине укључују:

- Чишћење разређивачем
- Чишћење ручним алатом
- Чишћење алатом са напајањем
- Чишћење пламеном
- Киселинама
- Чишћење пескарењем, користећи песак или шљунак
- Водом, вода под високим притиском
- Абразивно чишћење, користећи воду са абразивним средствима

Свака од ових техника мора бити урађена по спецификацији, и стандарди требају бити на располагању да би помогли при дефинисању процеса.

7.18. Стандарди за припрему површине

Технике за припрему површине се најчешће користе у комбинацији једне са другима. Чишћење разређивачима, на пример, је метода за предчишћење пре пескарења. Дефекти настали приликом израде могу бити уклоњени алатима са напајањем пре пескарења или чишћења водом.

Вероватно, најчешћа метода за припрему површине која ће се фарбати, је суво абразивно пескарење. Исти визуелни стандарди наведени горе (SSPC-Vis 1, ISO 8501-1) пружају сликовне стандарде који се могу користити за упоређивање стандарда на радном месту. Стандарди који се највише користе за верификацију инспекције укључују:

- “White Metal,” NACE No.1/SSPC-SP 5/ISO Sa 3
- “Near White Metal,” NACE No. 2/SSPC-SP 10/ISO Sa 2½
- “Commercial,” NACE No. 3/SSPC-SP 6/ISO Sa 2
- “Brush-Off,” NACE No. 4/SSPC-SP 7/ISO Sa 1

Иако ове четири сликовне презентације су приказане у истом стандарду који описује стање површине А, В, С и D, постигнути резултат је независан од почетног стања, осим што изглед може бити условљен првобитним условима (нпр. површина је оштећена).

Ови стандарди и многи други се односе на различите врсте и степене припреме површине. Они су доступни од многих организација укључујући:

- NACE International
- SSPC— The Society for Protective Coatings
- ISO— International Organization for Standardization
- и многе друге националне организације за стандарде

7.19. Металне површине за фарбање

Први корак припреме површине мора бити разматрање специфичне површине која ће бити офарбана. Међу металима површина које се најчешће фарбају, фактори који утичу на избор методе површине или превлаке које ће да буду употребљене, варијају. Такве површине могу укључивати:

- Нове или неофарбане челичне површине
- Метални опиљци
- Кородирани челичне површине
- Кородирани цинковани или поцинковани површине
- Кородирани алуминијумске површине

Напомена: Припрема бетонских површина за фарбање је описана на другом месту у СІР програму.

7.20. Нове или неофарбане челичне површине

Нови, необојени челик је релативно једноставан за чишћење. Ако површина није била изложена корозији у хемијском или морском окружењу, највећи проблем ће бити уклањање опиљака. Користећи пескарење лако можемо уклонити опиљке. Предност коришћења песка за чишћење јесте симултано стварање храпаве површине која је погодна за адхезију премаза. Јако причвршћени опиљци тешко се могу уклонити без пескарења.

Нови, неофарбани метали као што су алуминијум или цинк могу бити припремљени са блажим пескарењем, како да се очисте тако и да се припреми храпавост површине. Адекватна адхезија превлака на припремљену површину тешко се може постићи на други начин. Могуће је чишћење хемијом или разерђивачима, али специјални премази за бојење на бази киселине се морају употребљавати ради постизања добрих перформанси [1].

7.21. Метални опиљци

Опиљци настају реакцијом између врућег челика и кисеоника у окружењу за време производног процеса. Као резултат те реакције површина новог ваљаног челика на себи формира опиљке. Адхезија опиљака за челик је непредвидива и може варирати од чврсте до лагане. Ако је челик превише обложен опиљцима, може доћи до отпадања превлаке.

Опиљци су релативно глатки, фактор који је значајан за данашње завршне, брзосушеће премазе. Адхезија превлаке за глатку површину опиљака може бити лоша, што резултира неуспехом кроз губитак адхезије.

Опиљци су катодно позитивни у односу на голи челик. Делимично прекривен опиљцима и изложен корозији, челик је анода. Корозија се дешава на анодној површини и основни челик је изгубљен. Овај ефекат је супротно од онога што је обично потребно. Када је већина површине покривена опиљцима, корозија на анодним подручјима може бити убрзана неповољним ефектом окружења.

Велика катода + мала анода = брза корозија аноде

За најбоље резултате, нови челик треба чистити абразивом за уклањање опиљака и обезбеђивање храпавости за оптималну адхезију премаза.

7.22. Кородирани челичне површине

Површине које су биле изложене околини, и које су значајно кородирале, могу бити тешке за чишћење. Површине су често храпаве и могу имати дубоке јаме и друге неправилности. Када су хемијски загађивачи везани за површину кроз хемијску реакцију, уклањање може захтевати посебан третман.

Процеси који се користе за чишћење кородираниог челика су генерално исти као и они који се користе за чишћење новог, укључујући ручне и електричне алате, пескарење и можда чишћење водом под притиском.

7.23. Кородиране цинковане површине

Цинк изложен атмосфери развија пасивни слој оксида цинка и/или цинк карбоната. Под условом да су чврсто адхерентни, ови слојеви могу помоћи у адхезији боје због њихове релативне храпавости, али слабо адхерентне и прашкасте соли треба уклонити пре фарбања.

Водено прање може бити ефективно за уклањање већине слабо адхезивне цинкове соли, ако се пере под високим притиском и ако је доступно пуно свеже, чисте воде. Ова техника је мање ефикасна од пескарења.

Цинковане површине треба очистити благо (четкањем) да би површина постала груба пре фарбања, или третирати растворима на бази киселина да би се обезбедила чиста површина. Било који од ових третмана ће побољшати адхезију на подлогу. Садашње становиште сугерише да се бољи резултати постижу пескарењем него третирањем предпремазима како би се обезбедила адхезија.

Премази на бази уља као што су алкиди, имају лоше перформансе приликом наношења преко поцинковане површине због реакције између превлаке и цинковане површине назване сапонификација. Ова реакција узрокује деградацију везива на бази уља и последично губљење адхезије између превлаке и цинковане површине [3].

7.24. Кородиране алуминијумске површине

Алуминијум оксидира у атмосфери и формира пасивни слој алуминијум оксида. Површина би требала бити испескарена под малим притиском да бисмо уклонили алуминијумске соли и прашину пре премаза. Третман површине са посебним алуминијумским третманом може бити потребан пре наношења превлаке. Предпремаз са познатом комаптибилношћу и јаком адхезијом на чисту површину треба изабрати.

Друге површине које се често премазују, укључују дрво, пластику и бетон. Све ово захтева посебну припрему површине и превлаке које одговарају њиховим специјалним карактеристикама. Дискусија о припреми ових површина може се наћи на напредним модулима за припрему површине.

7.25. Избор превлаке

Избор припреме површине је најчешће одређен избором система превлаке. Систем превлаке треба да се подудара са пожељним или могућим степеном припреме површине. Ако ће превлаке да буду успешне са јако мало припреме површине, оне морају бити изабране због њихових толеранцијских карактеристика.

Већина превлака захтева боље стандарде за припрему површине. Модерне превлаке са високим перформансама захтевају пескарење и висок ниво чистоће и у неким случајевима могу захтевати да је површина без хемијске контаминације.

Степен потребног чишћења је уско повезан са врстом премаза који ће се користити, иако бољи стандард чишћења обезбеђује бољу дугорочну заштиту за било који систем превлаке.

- Неке превлаке су толерантније на лошу површину од других
- Генерално, боља припрема површине продужује век превлаке
- Спецификатор бира превлаке и припрему површине за своје потребе

7.26. Одмашћивање

Чишћење растварачем је метода за уклањање свих видљивих уља, масноћа, земљишта, цртаних и резаних трагова, и других контаминаната за челичне површине. Чишћење растварачем је намењено за коришћење пре примене боје и заједно са методама припреме површине за уклањање рђе, опиљака или фарбе [4].

SSPC-SP1 је једини уобичајени стандард који формално регулише чишћење растварачем за уклањање уља, масти, прљавштине, земљишта итд. Он дефинише различите методе предчишћења:

- Чишћење крпом или тканином
- Потапање површине (подлоге) у растварач
- Растварач у спреју
- Одмашћивање паром
- Чишћење паром
- Чишћење емулзијом
- Хемијско уклањање фарбе
- Коришћење алкалних средстава за чишћење

Може се наићи на различите материјале за чишћење растварачима. Органски растварачи, као што су керозин, терпентин, нафта, минерални алкохоли, толуен, ксилол итд. Очисти се метал растварањем и разређивањем контаминације уља и масти на површини. Неки органски растварачи који се користе за чишћење се могу сматрати опасним за здравље и повећавају ризик од настанка пожара. Конкретно толуен није у складу са ограничењима за здравље и безбедност у многим земљама. Неоргански материјали као што су хлориди, сулфати и опиљци се не уклањају органским растварачима.

Последње прање или испирање треба урадити чистим растварачем, да уклонимо танки слој уља или масти који може остати на површини. Слој, који је заостао, може утицати на адхезију превлаке на површини.

Неки растварачи (ксилол и толуен) такође ће растворити неке превлаке и на тај начин их уклонити са површине. Неконвертибилни премази највероватније ће се омекшати или уклонити чишћењем уз помоћ растварача.

Минерални алкохоли на бази нафте могу се користити као растварачи у општим условима. По топлотном времену од 26 до 32 степена Целзијуса треба користити минералне алкохоле са вишом тачком паљења, то јест са минималном тачком од 50 степени Целзијуса.

Већина растварача је потенцијално опасна и може бити удахнута од стране оператера, помагача или других, када се врши чишћење растварачем. Радне просторе треба надзирати због испарења и концентрација испарења у ваздух који удишу оператери треба бити испод граница који су утврђени државним или локалним прописима за граничне вредности. Одговарајуће маске са извором свежег ваздуха треба користити у затвореним просторима и када концентрација може бити прекорачена. Снабдевање свежим ваздухом треба да буде без

угљен-монооксида или других загађивача као што су испуштања из мотора. Концентрација растварача у ваздуху не би требало да пређе доњу границу запаљивости. Такве концентрације су највероватније у затвореном простору, као што су резервоари, цеви и пловила. Генерално, законсе регулативе за коришћење органских растварача постале су тако строге да обесхрабрују употребу ових материјала осим у високој мери контролисаним ситуацијама.

Алкална средства за чишћење, као што је тринатријум фосфат и натријум хидроксид, сапонизирају већину уља и масноћа, и њихове површински активне компоненте испирају друге загађиваче. Често алкална средства се комбинују са средствима са квашење, инхибиторима и детерџентима, које треба употребљавати према препоруци произвођача. Ови производи се често користе на повишеним температурама. У процесу чишћења може остати мали слој сапунице на површини. Овај слој мора бити уклоњен, обично испирањем топлем водом под високим притиском. Остаци који остану на површини утицаће на адхезију превлаке на метал.

Може се урадити рН тест како би се одредила ефикасност прања. Генерално, рН вредност испране површине не би требало прећи рН вредност воде која се користила за испирање. У неким случајевима, власник може изабрати да користи кисео раствор, као што је 0,1% по тежини хромна киселина, натријум дихромат или калијум дихромат, који неутралишу трагове алкалије на површини.

Морамо се придржавати сигурносних мера када користимо алкална средства и хромну киселину. Оба могу изазвати опекотине или дерматитис. Оператери треба да носе гумене рукавице и заштитне наочаре или наочаре за вид, а где се могу ова средства нанети прскањем, треба користити респираторе.

Средства за чишћење на бази киселине се састоје од прилично јаких киселина, као што је фосфорна киселина (H_3PO_4) са малом количином површински активних материја и разређивача који се мешају са водом, органским мастима и емулзијама. Ова средства уклањају прљавштину хемијским путем. Могу се користити за уклањање продуката корозије и за друге специјалне намене.

Одлагање алкалних или киселих средстава је често проблем, и сакупљање отпада или коришћених материјала је од суштинског значаја. Коришћени материјали се не могу испрати у канализациони систем или у главни водоводни систем.

Детерџенти: Све строжије одредбе у вези са употребом органских растварача и сигурносне одредбе о употреби алкалних и киселих раствора довели су до повећања употребе детерџената, посебно биоразградивих врста, да се уклони уље, масноћа, и други слични контаминанти са површине. Генерално, ова средства се састоје од соли, и они функционису квашењем и емулзирањем контаминаната који се могу испрати користећи обично врућу воду или пару. Обично се користе при температурама од 65 до 100 степени Целзијуса.

Средства за чишћење на бази емулзије се требају користити у складу са захтевима произвођача. Ова средства могу садржати сапун који раствара уље или емулзионе агенсе, соли, дисперзанте и инхибиторе, заједно са керозином или неком врстом минералних алкохола. Емулзија се најчешће напрска на површину.

Генерално, средства од емулзије на површини остављају танки слој уља који мора бити опран топлем водом, паром, растварачима, детерџентом или неком врстом алкалног средства за чишћење.

Вода је чест, ако не и најмоћнији растварач, и може се користити за добар ефекат приликом чишћења површине.

Приликом било каквог чишћења морају се применити одговарајуће сигурносне мере. Такође важно је темељно испрати површине, поготово када су коришћена алкална и кисела

средства, како би се смањила количина остатака материјала за чишћење, што би могло негативно утицати на накнадни премаз [4].

7.27. Механичко чишћење

Чишћење ручним алатом је метода за припрему челичних површина користећи ручну алатку без напајања. Чишћење ручним алатом уклања слабе опилке, рђу, боју и друге материје. Везани опилци, рђа и фарба се генерално не уклањају овом методом. Опилци, рђа и фарба се сматрају адхезивним ако се не могу уклонити малим ножићем.

Стандард који се начешће користи за контролу чишћења ручним алатом је “Чишћење ручним алатом, ” SSPC-SP2 (упоредив са ISO 8501-1, St 2 или St 3). Визуелни стандарди као што су SSPC- Vis 3, ISO 8501-1, или било који други визуелни стандард договорен од стране уговорених страна може се користити за проверу очишћене површине или за проверу постигнутих услова.

Оба стандарда дефинишу употребу тупе шпахтле за утврђивање нивоа адхезије контаминаната. Напомена: За неке инспекторе је познато да користе оштре шпахтле, што је противно стандарду.

Алати који се убрајају у ручне су:

- Жичане четке
- Стругери
- Длета
- Ножеви
- Пијук и чекићи

Када се започне са ручним чишћењем, прате се одређене процедуре:

- Површина се проверава да би се утврдило њено стање и присуство тешких слојева рђе и открило све стране материје, као што су уље, масноће и прљавштина.
- Може се наредити чишћење растварачима како би уклонили уље, масноће и прљавштину. Тешке слојеве рђе треба уклонити пијукањем малим чекићем предвиђеним за то.
- Површина се чисти било којим ручним алатом, претходно споменутим, а затим је треба прегледати пре наношења премаза. Премаз треба нанети у временском периоду који је предвиђен спецификацијом.

Ручно чишћење је најспорији и можда најмање задовољавајући начин припреме површине. Нормални алати које се користе су жичане четке, стругалице или чекићи за пијукање. Процес је спор, рад интензиван и скуп а крајњи резултат далеко од задовољавајућег. Практично је немогуће уклонити сву рђу и опилке овим методама.



Слика 24 Ручни алат

Компликујући фактор би могло бити неспособност радне снаге да учествује у тешким ручним задацима. Спор напредак и погоршавање односа међу радном снагом може довести до значајних повећања трошкова како би постигли чисту површину овим методама [2].

Ручни алати имају своје предности, а то су лаке преносивост и не захтевају извор за напајање. Они су најпогоднији за употребу у случају да се припремају мала подручја рада, када је приступ тежак, такав као када се врши посао одржавања на репетитору високом 100 метара.

Ручно чишћење треба користити само када време или неки други фактори спречавају ефикасност других метода.

Ручно чишћење је једно од најстаријих метода припреме површине. Најчешће се користи:

- Када опрема на електрични погон није доступна
- Где је рад неприступачан за електричне алате
- Када је посао сувише мали да би се оправдала употреба енергије

Чишћење ручним алатом може се користити и са добрим ефектом када се правилно примени у одржавању. Може бити ефикасније када се користи заједно са чишћењем електричним алатом.

7.28. Чишћење алатима са напајањем

Чишћење електричним алатима је метода припреме површине помоћу механичких алата који се напајају уз помоћ електричне енергије. Ови алати су суштински слични алатима који се користе за ручно чишћење, али са изворима енергије као што су струја или компресовани ваздух.

Овај процес може уклонити опилке, рђу, фарбу и друге штетне материје, али није предвиђен да уклони опилке, рђу и фарбу са већом адхезијом. У стандарду SSPSP 2, опилци, рђа, и фарба који се сматрају адхезивним су они који се не могу уклонити тупом шпахтлом. Стандарди који се најчешће користе да регулишу овај процес су SSPC-SP3 или ISO 8501-1 St 3 или St 2.

Чишћење алатима са напајањем често се користи у операцијама одржавања. Поред тога што се користи за уклањање опилака, рђе и фарбе, користи се и за уклањање дефеката на варовима и дорадама варова.

Најчешће коришћени алати са напајањем су:

- Ротациона жичана четка
- Ударни алати као што су:
 - Чекић
 - Ротациони чекић
 - Игличасти чекић
 - Клипни чекић
- Брусилице и полирке
- Бијакси

7.28.1. Ротационе жичане четке

Постоје два општа типа:

- Прави или у линији
- Вертикални или десно-угаони

Прекомерна употреба жичане четке може бити штетна јер ствара исполирану површину, која обезбеђује слабу храпавост. Ротирајуће четке такође лако могу ширити уље и масноће по површини, с тога чишћење растварачима је потребно пре чишћења жицом. Проблеми са полирањем површине, пре него стварање храпавости, доводе до тога да се ротирајућа жица сматра мање пожељним алатом [2].



Слика 25 Ротационе жичане четке

7.28.2. Ударни алати

Ударни чекић (пнеуматски) је најчешће коришћени тип ударног алата. Длето се убацује у алат са напајањем (ваздушно или електрично) и клип преноси силу на длето како би се површина очистила. Длета могу бити различитих облика и материјала. Стругери и специјална длета могу бити монтирани и у пнеуматске и у електричне уређаје.

Употреба чекића је генерално спор и скуп метод, али у неким случајевима када је потребно открити велике и тешке слојеве рђе и фарбе, показују се економични. Морају се употребљавати са великом пажњом, због тенденције да продру у површину, уклањајући метал и остављајући оштре боре и постоји велика тенденција да се на тим местима превлака неће стабилизovati у жељеној мери.

Ови алати се могу корисити за уклањање механичких опилака и рђе, али у општој пракси то није најефикаснији или најекономичнији начин. Постоји велика могућност оштећења материјала, који после морају бити дорађивани. Алати морају бити оштри, или могу довести рђу и опилке у површину.

Игличасти чекић или игличасти пиштољ се састоји од одређеног броја челичних шипки које вибрирају на површини. Спор је у раду и пати од истих проблема како и остали напајани

алати. Међутим он производи површински профил. Игла је ефективна на варовима, угловима и неправилним површинама. Неки од њих могу бити опремљени вакум уређајима, они се користе приликом уклањања боја на бази олова. Такође, било које друге превлаке које се сматрају опасним могу бити уклоњене са алатима на које су повезани ови вакум системи за прикупљање.



Слика 26 Игличасти чекић

Клипни чекићи раде на сличан начин као чекићи, али и чекић се сматра као ударни алат. Клип чекић, који се користи уместо длета, је кружно вратило са крајњим резом у облику крста, донекле као звездасто длето. Ови чекићи су доступни и са једним, два или три клипа која раде у једном алату, такође велики скупови до чак 15 клипова су доступни за употребу на равним, хоризонталним површинама, као што су челичне палубе.



Слика 27 Клипни чекић

Постоје многе врсте клипних чекића за различите врсте радова.

Ови алати се могу користити на великим површинама за уклањање рђе и опиљака. Са њима се мора руковати са посебном пажњом како би се спречила оштећења на површинама,

која би касније изазвала недовољну прекривеност превлаком. Ако се ови алати користе за уклањање рђе и опиљака са површине, врло је могуће да ће површина бити веома храпава и мора се осигурати да се сви врхови храпавог профила прекрију слојем нанесене превлаке.

7.28.3. Брусилице и полирке

Брусилице и полирке се често користе за припрему површине за фарбање. Машине које се користе у ову сврху могу бити исте оне које служе за напајање челичном жицом са одговарајућим брусним плочама и полиркама.

Величина абразивних зрна која се користе са овом врстом чишћења, мора бити правилно изабрана. Превише велика гранулација може направити прегрубу површину која је неприкладна за добре перформансе превлаке. А ако је у питању мања гранулацја она може довести до раног заглављивања брусног точка, чинећи процес неефикасним.

Брушење је добро за уклањање опиљака, да изглади шавове заваривања, или за обарање оштрих ивица и ћошкова. Брусилице се често користе за дораду мањих дефеката насталих приликом израде. Храпавост профила може бити изузетно добра, са потпуно уклоњеном рђом и опиљцима, али такве методе су прескупе за велике површине [2].



Слика 28 Брусилице и полирке

7.28.3.1. Плочне брусилице

Доступне су пнеуматске и електричне које имају равну површину или абразивну површину која је у контакту са металом који треба очистити. Неке од ових брусилица имају мотор за кружно кретање. Флексибилне осе се користе у малом размаку да би могле радити ротирајуће четке и брусне плоче. На другој опреми, дискови и точкови су монтирани директно за главно вратило мотора.

7.28.3.2. Вакумски додаци (наставци)

Многе државе се баве уклањањем прашине са послова који укључују уклањање старих превлака. Из тог разлога сада су многи електрични алати опремљени колекторима и вакумским линијама које скупљају већину прашине док се користи алат. Ефект електричних

алата на површини остаје исти, али опрема је тежа за руковање. Прихватљиви резултати се ипак могу постићи.

7.29. Чишћење до чистог метала са алатима на напајање – стандард SSPC-SP11

SSPC је 1989. године усвојио нови стандард, SP 11, под називом “Чишћење голог метала са алатима на напајање – SSPC-SP11”. Када су највиши нивои припреме површине потребни или спецификовани (нпр. SSPC-SP11), производња површинског профила је обавезан део припреме површине. Профил површине такође може бити постигнут употребом алата са напајањем дизајнираних за ту сврху.

SSPC-SP11 позива на чишћење овим алатима како би произвели голу, металну површину и да задрже или произведу профил где је потребна чиста, храпава, метална површина али где абразивно и чишћење пескарењем није могуће или није дозвољено.

Металне површине припремљене према SSPC-SP11, када се гледају без увећања, требале би бити без уља, масноћа, прљавштина, прашине, абразива, рђе, фарбе, оксида и других страних материјала. Мањи остаци рђе и фарбе могу остати у мањим количинама у нижим деловима отвора ако је оргинална површина са отворима. Ако је фарба прецизирана, онда површина мора бити храпава до нивоа прихватљивог за тај систем фарбе, са профилем не мањим од 25 μm .

Чишћење овом врстом алата и по стандарду SSPC-SP11 производи већи степен чишћења од стандарда SSPC-SP3, међутим површине припремљене по стандарду SSPC-SP11 не треба сматрати једнаким са површинама припремљеним са абразивним чишћењем и пескарењем. Иако овај метод производи површине које изгледају као близу-беле или комерцијално очишћене, нису нужно еквивалентне оним површинама очишћеним абразивно.

Док је чишћење алатима за напајање брже од употребе ручних алата, посао је и даље радно интензивнији и релативно скупљи. Уклањање рђе и друге контаминације са дна јамица и неправилности на површини је и даље тешко.

Као одговор на оштрије еколошке прописе, многи алати на напајање се производе са усисним вакумским системима дизајнираним да прикупљају прашину генерисану операцијама које се баве чишћењем.

Највећи недостатак коришћења ових алата је утицај који они имају на металну површину. Овај ефекат полирања, изазван овим алатима, је најнеповољнија карактеристика ове методе, а полирана површина утиче на квалитет адхезије боје и треба избегавати тај ефекат ако се наносе превлаке.

Чишћење ручним или алатом на напајање се најчешће користи када је постојећи систем превлака надограђен или се преправља и може бити одговарајући избор када је ограничена количина разградње постојећег система превлака. Неки корисници су рекли да је пропало или се погоршало мање од 20% превлака, што показује да би било прикладно да користимо технику поправке са ручним или алатима на напајање, али нема генералног слагања на ову тему [4].

8. Закључак

Сврха овог дипломског рада је да детаљно прикаже обавезе и задатке инспектора за превлаке, који су од значаја за све машинске инжењере који се потенцијално могу наћи у таквој улози у различитим фирмама.

У посебним сегментима овог дипломског рада, описани су процеси испитивања услова радне околине пре саме припреме и наношења превлаке на површину, инспекцијске процедуре у процесу припреме као и сам поступак припреме површине.

Радна околина, тј. амбијентални услови играју велику улогу у припреми процеса наношења превлака, као што су температура површине, околна температура, влажност ваздуха, тачка кондензовања, брзина ветра, контаминација у ваздуху и др. Њиховим мерењем инспектор има јасан увид у то да ли су стечени услови за почетак процеса наношења превлака. Сам процес наношења превлака неопходно је испратити адекватном документацијом која даје јасну слику о свим детаљима на том пројекту.

Поред овх информација, у последњем поглављу дипломског рада, детаљно су описани процеси припреме површине. Детаљно припремљена површина, чиста и храпава, један је од основних параметара за дуготрајност превлака.

9. Литература

- [1] В. Вујичић, Корозија и технологија заштите метала, Војна академија, Београд, 2002.
- [2] В. Ђоровић, Ј. Антић, С. Кочовић, М. Радић, Заштита од корозије у аутоиндустрији, Крагујевац, 2002.
- [3] Б. Васиљевић, Б. Недић, Модификовање површина, основне технологије модификовања, помоћни универзитетски уџбеник (приручник), Машински факултет, Крагујевац, 2003.
- [4] Coating Inspector Program, Level 1, Student Manual, NACE International, December 2007.
- [5] S. Ebnesajjad, Surface Treatment of Materials for Adhesive Bonding (Second Edition), Chapter 6 - Material Surface Preparation Techniques, 95-138, 2014.
- [6]. 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.