

Bevonatrendszer	Felújítási ciklus /év/	
	első	továbbiak
műgyanta alapú	5-15	5
fémbevonat	8-10	5
duplex /fém + festék/	15-20	5
elektrokémiai védelem	csak részleges felújítás szükséges	

Az egyes költségnemek az első évekre jól becsülhetők, a távolabbi időpontra kevésbé. A diszkontálás technikájából következően azonban a későbbi időpontokban szükséges ráfordítások - így ezek számítási pontatlanságai is - az évek számának növekedésével exponenciálisan csökkenő hatással lesznek a döntésre. A tájékoztató számításokhoz jól használhatók a 3.30 táblázatban összefoglalt fajlagos mutatók, az egységnyi szerkezetsúlyra jutó bevonandó felületek értékei. A vizsgálat eredménye a számítási kamatláb nagyságától is függ.

A számítási kamatláb megválasztása során a következőket kell figyelembe venni:

- a gazdaságossági számításoknál a 3/1974. /VIII. 6./ OT-PM számú együttes rendelet értelmében a kamatláb nagysága adott, 12 %; ettől a kamatlábtól azonban vállalatgazdaságossági vizsgálatok esetén el lehet térni, a gazdasági környezet igényei szerint;
- a kamatláb nagysága soha ne legyen kisebb, mint a kölcsönzött pénz tényleges kamatlába; Magyar-

Mérnöki acélszerkezetek tájékoztató fajlagos
korrózióvédelmi adatai

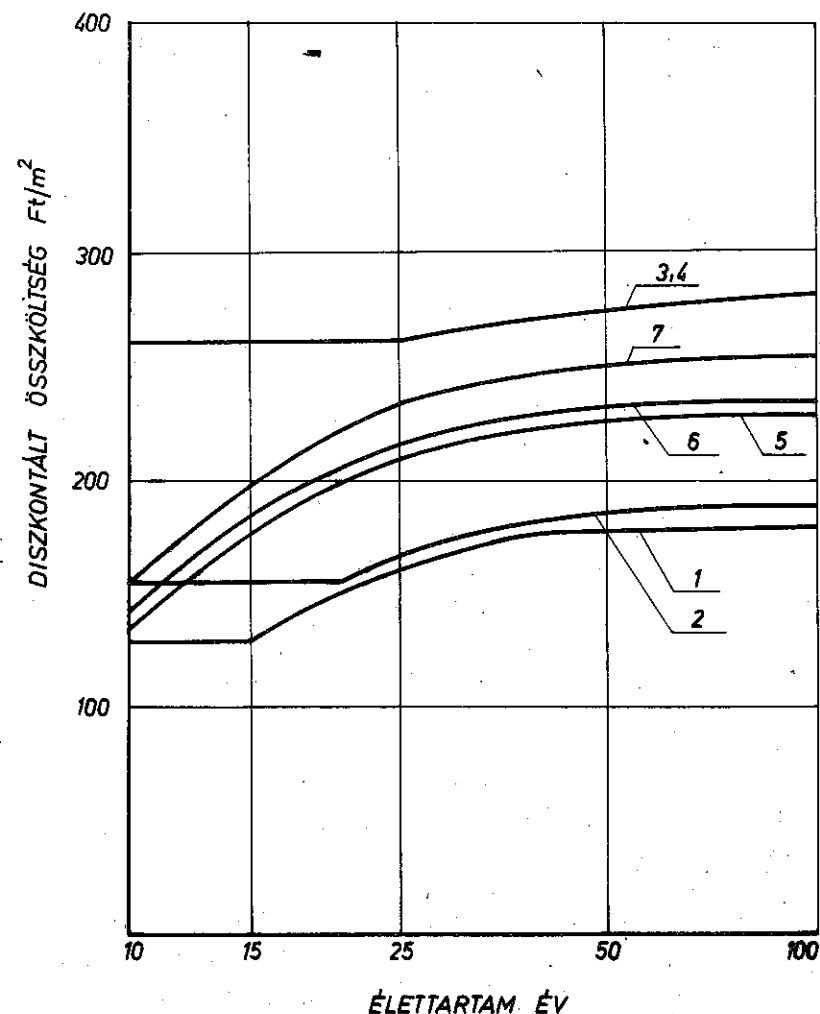
Sorszám	Szerkezet megnevezése	Átl.felület m ² /t
1.	Nagyfeszültségű távvezeték szerk. /110, 220, 400 kV-os/	35,5
2.	Nagy- és kiefeszültségű oszloptartók	16,5
3.	Nagy feszítávú rácsos közúti híd	25,0
4.	Közepes feszítávú rácsos híd	19,5
5.	Rácsos szalaghíd	35,5
6.	Víztornyok	20-25
7.	Hajózsilip támkapu	26
8.	Betétgerendás id. elzárás	28,5
9.	Billenőtáblás szegmens /szekrényes/	18
10.	Akna tornyok	19,5
11.	Könnyű csarnokszerkezet	30,0
12.	Rácsos toronyszerkezet	20-26

országban a hitelkamatláb 8 % és 18 % között van, tehát meglehetősen széles skálán változik;

- az 5 %-nál kisebb kamatláb jogosultsága is kétséges; hosszú lejáratú kölcsönt nem adnak 5 % alatt; Magyarországon ez az alsó határ 5 % és 12 % között változik;
- a kamatláb meghatározása során figyelembe kell venni a jelenlegi pénzhozam rátáját; Magyarországon ez az eszközarányos nyereség %-a, kb. 10 %;
- a 14 %-nál nagyobb kamatláb figyelembevétele szintén kifogásolható, ugyanis a technikai színvonal konzerválását segíti elő, mert a kamatláb növekedése a rentabilitási idő fokozott növekedéséhez vezet.

Az előzők és a /3.9/ egyenlete szerint ki lehet számítani az adott vagy számított t létesítményi vagy szerkezeti élettartamra vonatkozóan minden figyelembe vehető védelmi rendszer diszkontált összköltségét, és ezek legkisebbike adja a leggazdaságosabb megoldást. A fenti módszerrel - a különféle védelmi rendszerek diszkontált összköltségeit a szerkezet élettartamának függvényében grafikonon ábrázolva - meghatározható egy-egy eljárás gazdaságos alkalmazásának időfeltétele /3.13 ábra/.

A vizsgálat során célszerű az egyes költség tényezőket külön vizsgálni. A gazdaságossági számítás a számítási alapadatok és segédmenyiségek alapján /ár-trendek, élettartam-görbék, amortizáció, költségnormák/ gyorsan



3.13 ábra

Korrózióvédelmi összköltségek diszkontált értékei
1-7 vizsgált védelmi rendszerek költség-görbéi

és szinte mechanikusan végezhető, illetve végeztethető és jól áttekinthető. Az előzőek szerint megfelelő körülményekkel elvégzett vizsgálat az optimális korrózióvédelmi rendszer kiválasztásának alapja. A számítás megbízhatóságát a rendelkezésre álló műszaki és gazdasági információbázis döntően meghatározza.

3.5 A acélszerkezetek szerkezet-tervezésének korrózióvédelmi irányelvei

A korrózióvédelem hatékonyságát a szerkezet kialakítása is befolyásolja.

A tervezés során ugyanis a szerkezettervező elsősorban a rendeltetés, az üzemi körülmények, a gyártástechnológia figyelembevételével tervez, a korrózióvédelem szükséges, de nem elengedhetetlen feltétele munkájának. A megalkotott szerkezet a statikai rendszertől, a részletmegoldások kialakításától függően lényegesen eltérhet azonos rendeltetésű szerkezetek esetén is. A részletek kialakítása, az egész szerkezet konstrukciója ugyanakkor hatással van a korrózióvédelem hatékonyságára, befolyásolja az alkalmazható védelmi eljárások körét, kiviteli technológiáját.

A szerkezettervező szerepe a korrózióvédelemben tehát azért jelentős, mert munkája során korrózióvédelmi szempontból helyesen kialakított vagy kevésbé előnyösen kialakított szerkezetet tervezhet.

Ezért fontos, hogy a tervezéssel, de az üzemeltetéssel és beruházással foglalkozó szakemberek is ismerjék azokat a legfontosabb elveket és szempontokat, amelyek összefüggnek a korrózióvédelmi módszerek alkalmazásával.

val, és a szerkezet kialakításával, és igényeljük a korróziós szakember közreműködését a tervezés során. Lényeges azonban, hogy ezeket a korróziós ismereteket a szerkezettervező, saját műszaki fogalomkörén belül, megfelelő rendszerben lássa, mert munkája során így tudja legjobban alkalmazni.

A szerkezettervezéssel kapcsolatos irányelvek ennek megfelelően két megközelítésben vizsgálhatók, illetve csoportosíthatók:

- az acélszerkezetek felépítése szerint,
- a korrózióvédelmi módszerek szerint.

Az acélszerkezetek felépítését vizsgálva megállapítható, hogy általában minden acélszerkezet a következő részekből áll:

- a tartószerkezetből, amely főtartórendszerét tekintve lehet: tömörtartós-szerkezet, rácsos-szerkezet, kötél-szerkezet, hég-szerkezet,
- a főtartószerkezet alátámasztó részből,
- kiegészítő szerkezetekből, amelyek a rendeltetés szerinti használathoz és a karbantartási munkák elvégzéséhez szükségesek.

A korrózióvédelmi módszereket vizsgálva, a szerkezettervezési irányelvek

- a festékbevonatok,
- a fémbevonatok /tüzhorganyzás, fémszórás/,
- az aktív védelmi módszerek

szerint csoportosíthatók.

A fejezet fő célja a korrózióvédelem igényeit figyelembevevő tervezési szemlélet kialakítása. A bemutatásra kerülő példák a teljesség igénye nélkül hivatottak a cél szolgálatára.

3.5.1 A szerkezettervezés általános tervezési irányelvei

Az általános tervezési irányelvek, követelmények általában függetlenek a szerkezet rendeltetésétől. Általánosak, mert egyidejűleg korrózióvédelmi, erőtan és esztétikai követelmények kielégítését is biztosítják. Tudatos alkalmazásuk eredménye a műszaki, gazdasági és esztétikai igényeket egyaránt kielégítő szerkezet. A legfontosabb általános irányelvek a következők.

A megfelelő anyag kiválasztás

A mérnöki szerkezetek anyagminőségének kiválasztása az igénybevételi viszonyok, a szerkezet bonyolultsága, az üzemelési körülmények, a szükséges és rendelkezésre álló anyagmerek alapján történik. A tervezési szabályzatok tartalmazzák a szükséges táblázatokat, a tartószerkezeti anyagok kiválasztásához.

Külön kell szólni az ún. időjárásálló acélok tulajdonságairól, alkalmazásáról. Atmoszferikus korróziósebségük csak kb. 1/3-a a normál acélnak, vízben és talajban a normál acélnak megfelelő.

Felhasználásuk enyhén vagy közepesen agresszív atmoszférában védőfestés nélkül vagy védőfestéssel, igen agresszív atmoszferikus környezetben csak védőfestéssel célszerű.

Vízépítési és mélyépítési alkalmazása csak korlátozott, mert védőbevonat nélkül nem alkalmazható és ára magasabb a normál acélnál.

Az időjárás-álló acél szilárdsági tulajdonságai és hegeszthetősége nem rosszabb a normál acélnál. Hazánkban az Ózdi Kohászati Üzemek KÖRTEL és a Dunai Vasmű LÉKOR márkanevű időjárás-álló acéltípusai készülnek.

Igen fontos a kapcsolóelemek, és a megtámasztó szerkezetek megfelelő anyag kiválasztása.

A gyakorlatban gyakran előfordul különböző fémek összeépítése /pl. kötőelemeknél, diszitőelemeknél, töltőelemeknél/. Ilyenkor a tervezőnek mindig gondolnia kell a kontakt korrózió jelenségére és figyelembe kell vennie az MSZ 8884 előírásait.

A szerkezet kialakítása, a hozzáférhetőség

Szerkezet-tervezési alapelv, hogy a szerkezet könnyen gyártható, jól szerelhető legyen, elrendezése biztosítsa a hozzáférhetőséget.

A jól tervezett szerkezetek egészükben és részleteikben egyaránt áttekinthetők, megjelenésük kifejezi erőjátékukat, kapcsolataik jól hozzáférhetők, egyszerűek; ellenőrizhetők és karbantarthatók.

A tervezésnél kell biztosítani, hogy a szerkezeten vízgyűjtő helyek ne legyenek. A vízlevezető nyílásokat megfelelő méretűre kell tervezni.

Különleges védelem szükségessége

A tervezőnek gondolni kell arra, hogy a szerkezet azon részein, ahol a korrózió veszélye az átlagosnál

nagyobb, helyi védelem készüljön az egyenletes biztonságú korrózióvédelem elvének érvényesítése érdekében.

Ilyenek például a fokozott igénybevételű szerkezeti élek, az illesztések, elemcsatlakozások környezete. Előfordul, hogy a szállítási és szerelési igénybevételek miatt szükséges a különleges védelem előírásai.

3.5.2 A szerkezet főtartó-rendszerével összefüggő irányelvek

3.5.2.1 Tömör szerkezetek

A vízépitési acélszerkezetek jellegzetes és igen gyakran használt szerkezettípusa. A tömör szerkezeteket kedvező esztétikai és erőtani tulajdonságaik, valamint a méretezési elvek, módszerek, a gyártási és szerelési technológiák fejlődése következtében egyre nagyobb terhelések felvételére és nyílások áthidalására alkalmazzák világszerte. Tömör tartós szerkezet például a Kiskörei Vízlépcső duzzasztójának billenőtáblaszegmens főelzáró szerkezete, a zsilipek, a gerinclemez vasuti felüljárót. A tömör szerkezetek fő teherviselő eleme a tömör tartó. A tömör tartó a műszaki gyakorlatban legtöbbször, mint hajlitott tartó szerepel.

A tömör tartó lehet:

- hengerelt,
- hidegen hajlitott,
- összetett keresztmetszetű,
- gerinclemez.

A hengerelt tartó

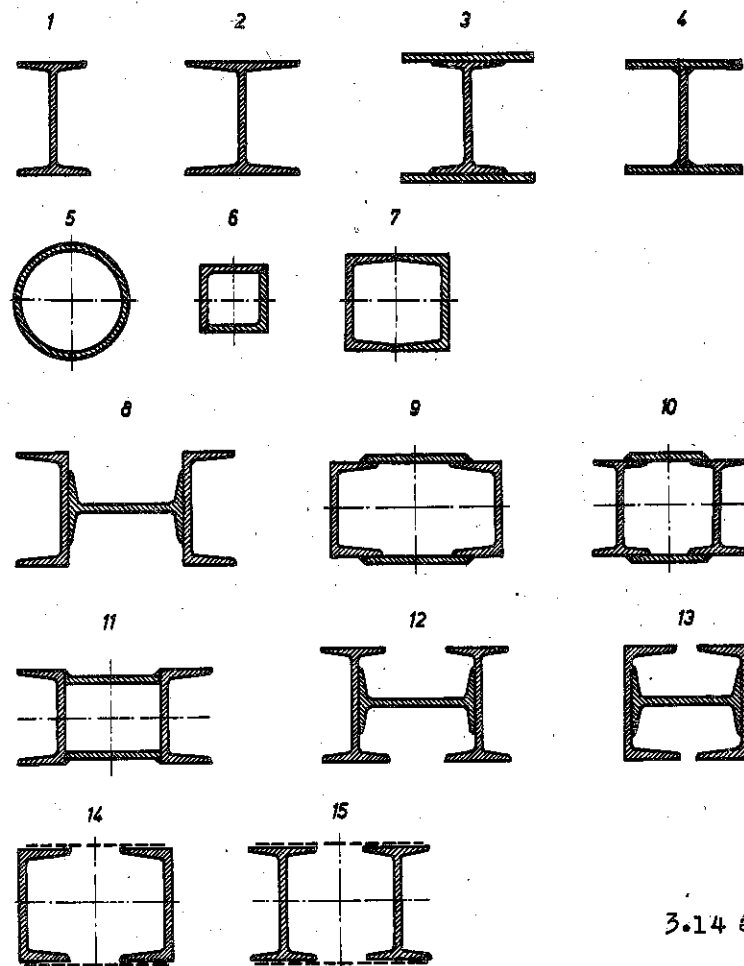
A hengerelt tartó, a tömörfalú szerkezetek klasszikus alaptípusa. A magasépítési, ipari, így vízépitési

acélszerkezeteknél az I, U, T, L, Z keresztmetszettel készülő tartókat önállóan, kötegelve, illetve szerkezetek elemeként is gyakran alkalmazzák. Gazdaságosan, kisebb fesztávnál és terhelésnél alkalmazható. Előnye, hogy minősége és mérete szabványos, gyártási és szerelési költsége alacsonyabb az összetett keresztmetszetű tartónál. Hátránya a rögzített szelvényválaszték és az igénybevételek változását nem követő állandó keresztmetszet.

Korróziós szempontból a tartó elhelyezése, illetve tartóköteg elrendezés, a csomóponti kapcsolatok kialakítása, a monolit és az előregyártott vasbeton elemek és a hengerelt tartók elhelyezése, kapcsolata igényel figyelmet. [30]

A 3.14 ábra a leggyakoribb hengerelt tartókból kialakított tömör oszlop és gerenda elrendezéseket mutatja. Tervezésüket az alábbiak figyelembevételével kell végezni:

- az elemek elhelyezése és elrendezése olyan legyen, hogy nedvesség és szennyeződés felhalmozódás ne forduljon elő;
- az egyes elemek védendő felületei /kötegelt elhelyezésnél/ jól hozzáférhetők legyenek;
- zárt keresztmetszeti elrendezésnél a tervezés során mindig elő kell írni az elemek légmentes lezárását, illetve ahol ez nem biztosítható, a belső felületek megbízható korrózióvédelmét;
- a kapcsolatok kialakításánál lényeges a csatlakozó részek védelmének külön előírása;



3.14 ábra

Hengerelt tartókból kialakított tömör oszlop és gerenda-
keresztmetszetek

1-12 megfelelő elrendezés, 13-15 nem javasolt elrendezés

- az élek, sarkok esetleges lekerekítését és külön
védelmét a terveken elő kell írni.

Igen gyakori, a hengerelt szelvények és vasbeton
együttes alkalmazása /öszvérszerkezet, szegélyelemek/.

A csatlakozásokat úgy kell kialakítani, hogy az acél-
elemektől a víz elvezetődjék. A betonhoz csatlakozó ele-
mek acélfelületének védelme rendszerint nem szükséges.
Tervezésüknél mindig az alkalmazási körülményeket kell
figyelembe venni.

Hidegen hajlitott elemekből készülő tartó

Vízépítési alkalmazásuk egyelőre korlátozott. Fel-
használásuk elsősorban a magasépítési és a kisegítő
szerkezeteknél azonban egyre terjed.

Az aránylag vékony, 1,5-6 mm vastag elemekből álló és
szilárdságilag rendszerint jól kihasznált, könnyű acél-
szerkezeten a korrózió elleni védelem fokozott jelentő-
ségű, mert mindenképpen meg kell akadályozni a hasznos
keresztmetszetek korrózió által okozott vaszság csök-
kenését. [31] [32]

Hidegen hajlitott tartók alkalmazásánál is érvénye-
sek a hengerelt tartóknál ismertetett elvek. Több hide-
gen hajlitott elemből készülő, összetett keresztmetsze-
tű tömör tartónál az egyes szerkezeti elemek /pl. gerinc-
és övelemek/ közötti hézagok mérete és tömitése lényeges,
és szorosan összefügg az alkalmazott korrózióvédelemmel.
[32]

A hézagtömitést a tervezés során elő kell írni.
A rendszeresített ponthegeztéssel összekapcsolt elemek

érintkező felületei elősegíthetik a nedvesség és szennyeződések összegyülekezését és ez korróziós meghibásodás kiinduló pontja lehet. Célszerű, hogy az egyes elemek /alap-/ védőbevonata elkészüljön a végleges összeállítás előtt.

A tűzihorganyzott, illetve cinkporos alapozóval védett elemek a védőbevonat kis mértékű károsodása mellett jól hegeszthetők, a varratok mechanikai tulajdonsága jó, a korrózióvédelem a varratok környezetében cinkpor-tartalmú festékkel vagy fémszórással javítható, és a hegesztés során keletkező gázok a dolgozók egészségét nem károsítják. Az NSZK-ban végzett munkavédelmi vizsgálatok is igazolták az eljárás alkalmazhatóságát. [33]

A hidegen hajlított elemekből összetett tartóknál és szerkezeteknél a tervezés során a korrózióvédelem kérdéseit részleteiben szükséges vizsgálni és a szerkezet gyártásával összefüggő korrózióvédelmi előírásokat a tervekbe rá kell vezetni.

Összetett keresztmetszetű gerinclemezes tartók

Nagyobb fesztáv és terhelés esetén a tömör tartók hengerelt elemekből összetett, gerinclemezes kivitelben készülnek. A gerinclemezes tömör tartók lehetnek I alakú egy gerincű és zárt keresztmetszetű, két gerincű tartók. Az elemek összekapcsolása szegecseléssel vagy hegesztéssel, csavarozással, esetenként ragasztással történik.

Klasszikus formája a szögacélokból, övlemezekből és gerinclemezekből, illetve gerinclemezekből szegecseléssel kialakított tartó.

A szegecselt tartóra jellemző a tagolt felépítés. Ez a tagoltság legjobban a gerinclemezekből, szögacélokból és övlemezekből felépített összetett tartók tervezett típus hidszerkezeteknél figyelhető meg. A gerinclemezes főtartók, a teherátadást biztosító másodrendű hossz- és kereszttartórendszer, a szélrácsrendszer és bekötéseik számos korróziós eredetű hiba forrása.

A szegecselés napjainkban elsősorban erősítési és felújítási munkáknál kerül alkalmazásra. A hegesztés új szerkezeteknél számos előnye miatt majdnem teljesen kiszorította a szegecselés alkalmazását.

A szegecselt szerkezeteknél a hengerelt tartóknál ismertetett elveken túl fontos, hogy a tervezési munka során előírjuk

- az egyes szelvényelemek összeállítás előtti felületvédelmét,
- az összeállítás utáni felületvédelmet,
- az illesztési helyek, élek, szegecsfejek külön védelmét.

Napjainkban az összetett szelvények hegesztéssel készülnek. A hegesztés bevezetése lényegében változtatta meg a szerkezet kialakítását. A folyamatos anyagi kapcsolatot jelentő hegesztés, a korábbiakban külön elemekből összeállított szerkezeteket a homogén kialakítás irányába fejlesztette. A tagolt felépítés, a szekrénytartós keresztmetszetek, a zárt szelvények alkalmazásával megszűnt; a szerkezeti megoldások egyszerűbbé váltak. Statikailag, esztétikailag magasabbrendű szer-

kezetek alakultak ki.

A fejlődést jól érzékelteti a Tiszaölvi Duzzasztó szegecselt és a Kisköre-i Duzzasztó hegesztett NF-csavaros főelzáró szerkezetei.

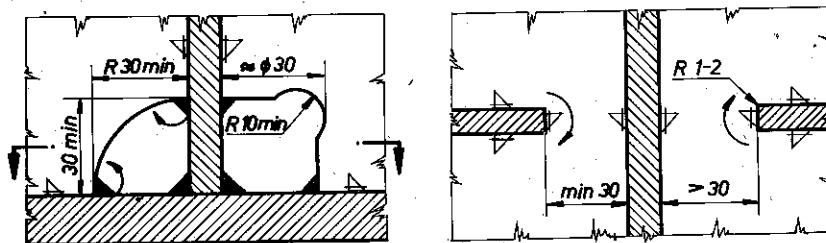
A hegesztett tartóknál korróziós szempontból

- az öv és gerincmerekítések megoldása,
- a tartóelemek kapcsolata lényeges.

Általános elv, hogy szabadban álló, illetve vízbe, talajba kerülő szerkezeteknél szakaszos varratot nem szabad tervezni.

A merevitések, tartóelemek hegesztett csatlakozásánál a varratvégeket le kell zárni, a varratátvezetést biztosító kivágásokat megfelelő méretűre kell tervezni.

A kivágások minimális sugara 30-40 mm legyen és a kivágások legömbölyített éllel készüljenek /3.15 ábra/.



3.15 ábra

Varrat-átvezetések kialakítása

A varratok átvezetése csak dinamikus hatások esetén szükséges. Statikus igénybevételnél a varratok a hegesztési szabályzatok előírásai szerinti mérethatárig át-hegeszthetők. Célszerű a gyártási technológiát a felületvédelem kiviteli technológiájával együtt vizsgálni. A korrózióvédelemre vonatkozó megjegyzéseket /kiviteli sorrend, különleges védelem stb./ előírásokat a hegesztési előírásokhoz hasonlóan a tervek rá kell vezetni.

Hegesztett tartóknál gyakori a zárt keresztmetszetű tartók alkalmazása. A zárt szelvényű tartókat atmoszferikus és vízi igénybevételre egyaránt alkalmazzák. Ennek a tartótípusnál a belső felületek kialakítása és korrózióvédelme igényel az átlagnál nagyobb figyelmet.

A belső felületek korrózióvédelmével kapcsolatos tapasztalatokat az alábbiakban foglalhatjuk össze:

1. A zárt szelvényeket légmentesen célszerű lezárni. A lezárást nem járható tartóknál hegesztéssel, a járhatóknál megfelelő tömítéssel kell biztosítani. Ennek érdekében a vizsgáló- és bűvőnyílásokat gumitömítéssel ellátva, a helyszíni kapcsolatokat, illesztéseket, csavarlyukakat, a szolgáltató vezetéseket, vízlevezetők tartóátvezetését jól tömítetten kell tervezni. A varratátvezetések és kisebb nyílások tömítésére jól használhatók a különböző rugalmas műgyanta /poliuretán és epoxi alapú/ tömítő masszák. [30]

Vízépítési acélszerkezeteknél a felhajtóerő miatt ez a lezárás nem mindig megoldható.

Ebben az esetben kellő méretű nyílások tervezésével kell lehetővé tenni a vízjátékot a tartó belsőjében. A kialakításnál gondolni kell a tisztítási lehetőségekre, a karbantartásra.

A belső részek védelmére jó minőségű korrózióvédelmet kell előírni. A védelem egyezzen meg a külső felületek védelmével.

2. Zárt, tömített szelvények nedvességtartalmának csökkentésére jól használható a szilikagél, amely a felületek mentén jutazsákokban elosztva biztosítani képes a lezárt elem belsejében a megfelelő nedvességtartalmat. Az adagolás 160-240 g/m³. Járható és időszakosan belülről ellenőrzött szelvényeknél a szilikagélt 2-3 évenként cserélni kell.
3. Külön figyelmet kell fordítani a vízlevezető csövek, szolgálati vezetékek átvezetéseinek szigetelésére.
4. A légmentesen lezárható rész egyszerűsített korrózióvédelemmel védhető. Az NSZK kísérletek szerint 2 r minium vagy cinkporos alapozó megfelelő védelmet biztosít. [34]
5. Nem lezárt, atmoszferikus igénybevételű szelvények esetén a külső felületekkel azonos korrózióvédelmet kell előírni, mert a hőmérsékletváltozás hatására nagy mennyiségű nedvesség belélegzés és páralecsapódás várható. Ekkor a megfelelő méretű vízlevezető nyílásokról és a tartók keresztmetszet átszellőzéséről is gondoskodni kell. Ennek elmulasztása esetén a tartó belsejében korróziós és fagykarak jelentkeznek.

3.5.2.2 Rácsos szerkezetek, rúdszerkezetek

Ezen tartórendszerénél a tömör tartóknál ismertetett elvek értelemszerű alkalmazásán túl - rúdszelvények kialakítása, a szerkezeten belüli szelvényelrendezés, a csomópontok kialakítása a leglényegesebb. Korróziós szempontból a kevés élet tartalmazó alacsony fajlagos felületű elemek a kedvezőek.

Néhány jellegzetes, kis terhelésű hegesztett rácsos tartó csomópont-kialakítását mutatja a 3.16 ábra.

Az ábra 1. elrendezésénél a rács és oszlopkialakítás. a 2. sz. elrendezésen a baloldali rácsrúdbekötés kedvezőtlen, az egymástól csomólemeztávolságban lévő elemek belső felületén a felületelőkészítés, bevonat-kialakítás és a karbantartás nem biztosítható.

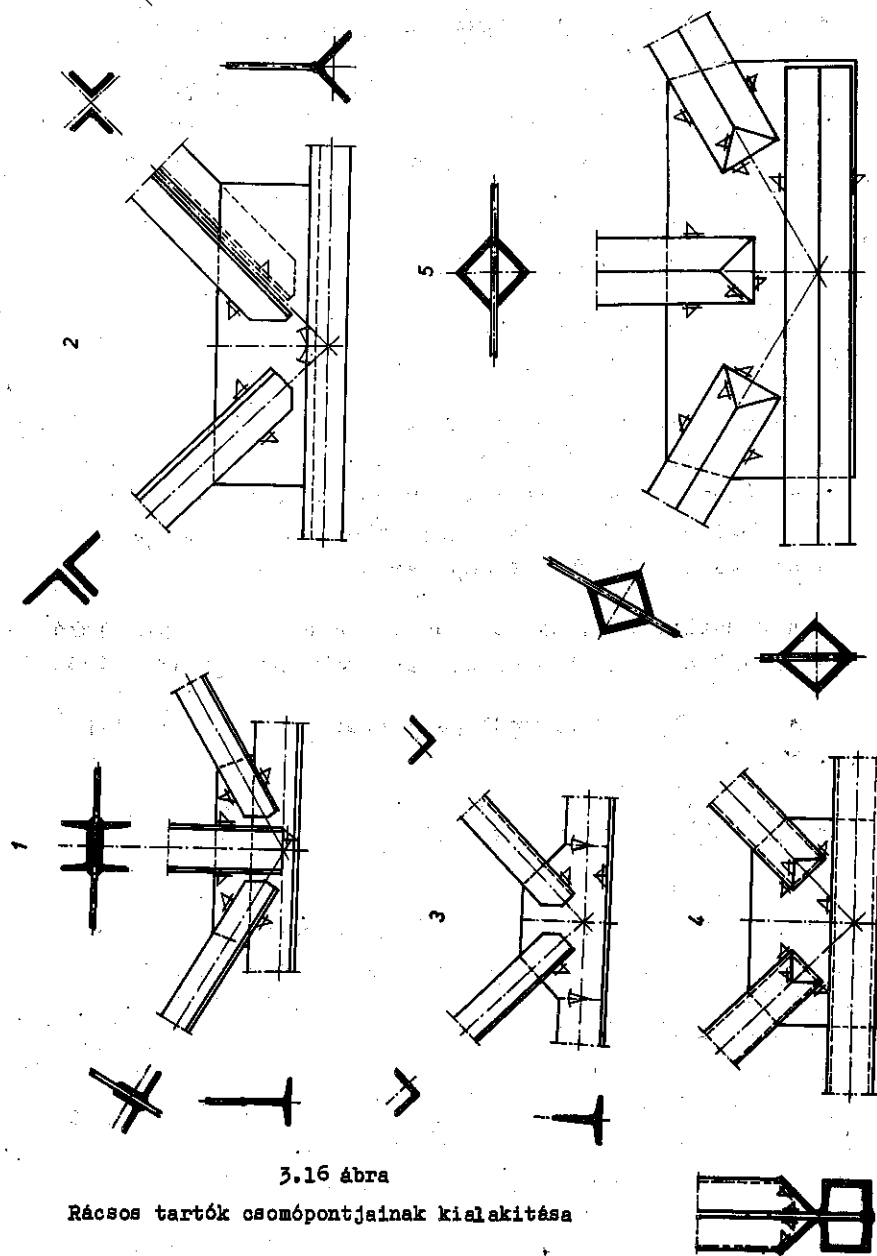
A vízszintes 2. sz. elrendezés szerinti vályú alakú övszelvény elősegíti a szennyeződések összegyülekezését.

A 3. és 5. sz. elrendezés korróziós szempontból kedvezőbb.

3.5.2.3 Kötélszerkezetek

A kötélszerkezetek vízépitési alkalmazása korlátozott. Vízépitési alkalmazás esetén tüzhorganyzott elemi szálakból készülő kábelek alkalmazása javasolható. A kábelek külső felületén epoxi- vagy poliuretán-alapú bevonattal célszerű a teljes vízzárást és a tökéletes szigetelést biztosítani.

További figyelmet igényel a lehorgonyzó, rögzítő és kábelösszefogó elemek tervezése. Ezeknél hosszú élettartamú korrózióvédelem alkalmazása szükséges.



3.16 ábra

Rácsos tartók csomópontjainak kialakítása

3.5.2.4 Héjszerkezetek

A héjszerkezetek vékony görbe felület alakú olyan tartószerkezetek, amelyek főként megoszló terheket kapnak.

A héjszerkezeteket elsősorban csővezetékek, tartályok, silók építésénél, újabban nagy fesztávú csarnok-szerkezeteknél, vízépitési szerkezeteknél és csőáttervezeknél stb. is alkalmazzák. A héjfelület alakját tekintve, igen változatos kialakítású lehet, a mérnöki acélszerkezeteknél a forgásszimmetrikus héjak a leggyakoribbak.

A héjszerkezetek összefüggő, sima felülete korróziós vonatkozásban ideális. A többi tartórendszerrel összehasonlítva ez a szerkezeti rendszer biztosítja a legjobban az optimális védelem-kialakítás valamennyi feltételét.

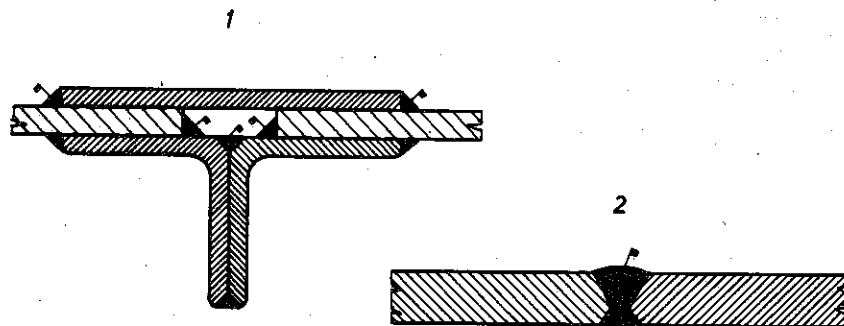
A korróziós tervezés szempontjából, a héjszerkezetet alkotó elemek kapcsolat kialakítása, az egyes héjelemek csatlakozása, a felületen átmenő szerelvények, csővezetékek, búvónyílások, karimák, kivágások kialakítása, és elrendezése a legfontosabb.

A héjfelületek palástelemeinek összekapcsolása úgyszólván kivétel nélkül hegesztéssel történik.

Az elemek kapcsolatának tervezésénél előnyben kell részesíteni a gyökutánhegesztett tompavarratos kapcsolatokat. A héjszerkezetek vékony lemezből készülő szerkezeti rendkívül hajlamosak a feszültségkorrózióra, elsősorban a különböző geometriai viszonyú héjelemek csat-

lakozásánál, kivágások, alátámasztások környékén fellépő feszültségcsúcsok miatt.

Bár ezek kialakulása gyakorlatilag nem kerülhető el, a helyes szerkezeti kialakítással nagyságuk csökkenthető. A 3.17 ábra egy tartály helyszíni palástelemkapcsolatának helyes és helytelen kialakítását mutatja.



3.17 ábra

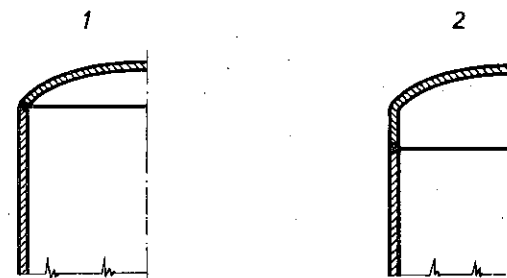
Tartály palástelem hegesztett kapcsolata

A sarokvarratokkal kialakított kapcsolat számtalan korróziós hibalehetőség forrása és emellett erőtani és gyártástechnológiai szempontból is kedvezőtlen.

A palástemel-csatlakozásoknál kerülni kell a hirtelen keresztmetszetváltozásokat. A csatlakozásokat csak akkor szabad megmunkálás nélkül összehegeszteni, ha a falvastagság-különbség kisebb, a vastagság 10 %-a, Ellenkező esetben 1:4 hajlású átmenetet kell kiképezni.

Kisebb tartályoknál fenékelemként különböző vezérgörbéjű edényfenekeket használnak.

A helyes csatlakozásnál a hegesztés a hengeres oldalelemen található /3.18 ábra/.



3.18 ábra

Tetőelem és oldalelemkapcsolat helye

1. nem javasolt kialakítás, 2. megfelelő kialakítás

A folyadéktárolásra szolgáló héjszerkezeteket úgy kell kialakítani, hogy pangó folyadék rész ne legyen.

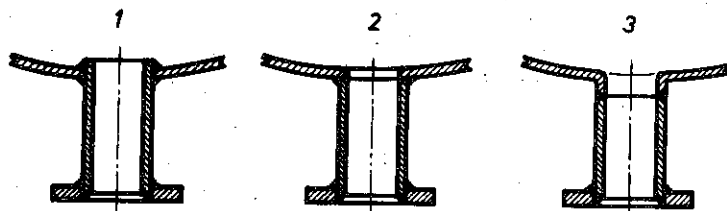
A fenék- és az ürítőrendszernek biztosítani kell a tökéletes üríthetőséget /3.19 ábra/.

A korróziós veszély csökkentése érdekében minél kevesebb átvezetést, csonkot, kivágást kell alkalmazni.

Különösen vonatkozik ez a sajtolással kialakított palástelemekre, amelyeknél a feszültségi viszonyok a megmunkálás miatt esetleg amúgy sem kedvezőek. Helyes az a törekvés, amely arra irányul, hogy egy átvezetést több célra is használjunk fel.

A kivágásoknál jelentkező feszültségcsúcsok csökkenthetők, illetve kiküszöbölhetők a kivágás helyének és

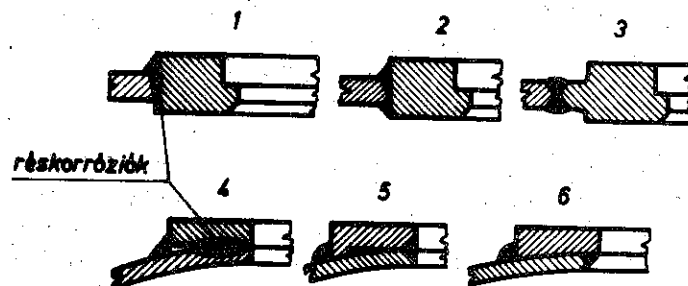
környékének a megerősítésével /3.20 ábra/. Az erősítő gyűrűk kétoldali lehegesztésével a vízkorrózió veszélye kiküszöbölhető.



3.19 ábra

Üritőcsonk kialakítások

1. nem javasolt kialakítás, 2-3. megfelelő kialakítás

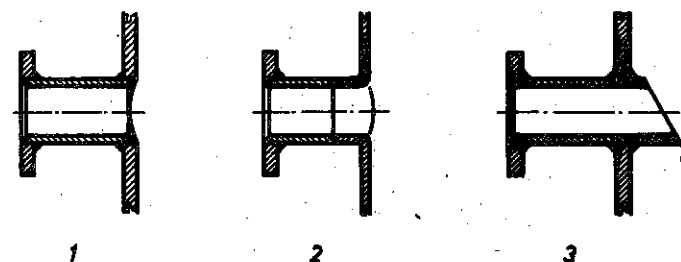
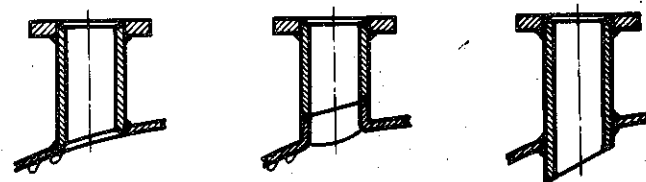


3.20 ábra

Nyíláserősítések

1., 4. nem javasolt kialakítás,
2., 3., 5., 6. megfelelő kialakítás

Kisebb tartályoknál a töltő és ürítő csonkok kialakítását a 3.21 ábra mutatja.



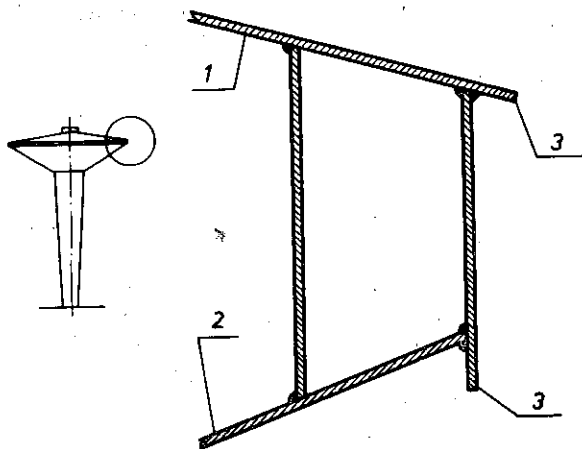
3.21 ábra

Töltőcsonk kialakítások

1. nem javasolt kialakítás, 2., 3. javasolható kialakítás

A nagy, sima héjfelületeken fennáll a páralecsapódás lehetősége.

A héjelemek csatlakozásánál, a héjak alsó felületén esepentő él kialakításokról kell gondoskodni, a lecsapódott lágyvizek elvezetésére /3.22 ábra/.



3.22 ábra
Cseppentőél kialakítás elve

Lehetőség szerint kerülni kell ezek környezetében átvezetések, csatlakozások kialakítását.

3.5.3 Szerkezeti elemek kapcsolatai

A szerkezeti elemeket tartókká és a tartókat egymással, kapcsoló elemekkel kapcsolják össze. A kapcsoló elemek lehetnek ideiglenesek és véglegesek. Az ideigleneseket szerelés közben alkalmazzák. A végleges kapcsolóelemek lehetnek oldhatók és nem oldhatók.

Oldható kapcsolóelem a csavar, a nagy szilárdságú feszített csavar; nem oldható a szegecs, varrat és a ragasztás. A varrat és ragasztás közvetlen kohéziós, a többi kapcsoló elem mechanikai kapcsolatot létesít a

szerkezeti elemek között. A kapcsoló elemek szerint csoportosítva tehát szegecselt, csavarozott, hegesztett és ragasztott kapcsolatról beszélünk.

Korrózióvédelmi szempontból az acélszerkezetek kapcsolatai "kényes" helyek. A korróziós jelenségek általában a kapcsolatoknál jelentkeznek először, ezért tervezésük külön figyelmet igényel. Korrózióvédelmük hatékonyságát a tervezés alapvetően befolyásolni képes. A kapcsolatok kialakítási szabályait a vonatkozó szabályzatok részletesen előírják.

Az egyes kapcsolattípusok szerinti csoportosításban a következő korrózióvédelmi szempontok betartása szükséges.

3.5.3.1 Szegecselt kapcsolat

A szegecselt kapcsolatok alkalmazási területe a hegesztés térhódítása miatt rendkívül szűkre korlátozódott. A szegecskötések korrozivitási hajlama közismert. A tervezésnél kell meghatározni az elemek szegecselés előtti korrózióvédelmét, a készre szegecselt kapcsolat korrózióvédelmét, különös tekintettel a szegecsfejek védelmére és az illesztő-elemek, csatlakozó elemek közötti hézagok tömitésére.

3.5.3.2 Csavarozott kapcsolat

Az acélszerkezetek csavarozása a legrégebben alkalmazott kapcsolattípus. A hazai gyakorlatban megkülönböztetünk, a kapcsoló elem kidolgozása és anyaga szerint, nyers, esztergályozott és nagy szilárdságú feszített csavarokkal készített csavarkapcsolatokat.

A nyers és esztergályozott csavarokkal készülő kapcsolatoknál a csavar csapként nyírásra és palástnyomásra van igénybevéve.

Nyers csavarok csak kevésbé igényes szerkezeteknél használhatók teherviselő kapcsolatban.

Esztergályozott csavarokat használnak az acélszerkezetek helyszíni kapcsolatainál, tengelyirányú húzóerők oldhatósági igények esetén. A nagy szilárdságú, NF csavarokkal készülő kapcsolatok erőjátéka eltér az előzőektől.

A nagy szilárdságú feszített csavarokkal készülő kapcsolatoknál a szorító erőt a csavar meghúzásával annyira meg lehet növelni, hogy az összekapcsolt elemek elcsúszását, a csavarok utólagos lazulását az elemek között fellépő surlódás egymaga megakadályozza anélkül, hogy a csavarok nyírásra dolgoznának.

A csavarkapcsolatok korróziós jelenségei hasonlóak a szegcselt kapcsolatokéhoz.

A csavározott kapcsolatok tervezésénél a kapcsolati elemek /illesztő elemek, kötő-elemek/ és a kész kapcsolat korrózióvédelme igényel figyelmet.

A kapcsolatok korróziós jelenségeinek kiindulópontja általában a kötőelem, ezért elsősorban ezek korrózióvédelmét kell biztosítani. A kötőelemek korrózióvédelme biztosítható fémes bevonatokkal /tűzhorganyzás, galvanizálás stb./, szerves bevonatokkal, a kötőelem felületi átalakításával járó bevonatokkal /anódos oxidáló, kromatozás, foszfátózás/ és korrózióálló anyagú kötőelemek alkalmazásával. Szerkezeti kapcsolatoknál elsősorban a fémbevonatokkal /tűzhorganyzással vagy kadmiumozással/ védett,

illetve korrózióálló anyagú kötőelemek alkalmazása ajánlható.

A kötőelemek korrózióvédelmét mindig a korróziós igénybevételnek megfelelően kell előírányozni. A másik fontos kérdés a tartók illesztési felületeinek, az illesztő-elemek korrózióvédelmének kérdése. Ezeket az elemek méretre vágása és fúrása után kell előkészíteni és korrózióvédelemmel ellátni. A gyakorlatban legritkább esetben készül így, ezért a csavarlyukaknál és az illesztő-felületeknél idő előtt jelentkezik a korrózió.

A felületvédelemre vonatkozó előírásokat, ezért a tervekre mindig rá kell vezetni és a műszaki leírásban elő kell írni a helyes kiviteli sorrendet.

A kész csavarkapcsolatoknál festékbevonatok alkalmazása esetén mindig elő kell írni az illesztési nyílások tömítését és további egy vagy két bevonó réteg felvételét.

A csavározott kapcsolatoknál külön kell vizsgálni a nagy szilárdságú feszített csavarkapcsolatok korróziós kérdéseit. Etnél a kapcsolattípusnál, az illesztő felületek /a kapcsolat surlódó felületei/ meghatározott surlódási együtthatója a kapcsolat kialakítás alapkövetelménye. Hazai gyakorlatban az előkészített surlódó felületek korrózióvédelme nem megengedett. Ezért az elkészült kapcsolat külső korrózióvédelmét különös gonddal kell tervezni. A kapcsolat kialakítása után műanyag vastagbevonatok alkalmazásával a védelem biztosítható.

Külföldön kiterjedt vizsgálatokat, kifáradási és élettartam-kísérleteket végeztek és végeznek a védett surlódó felületek alkalmazhatóságára. [35] A vizsgálá-

lati eredmények szerint a Szövetségi Vasutak TL 918 385 sz. szervetlen alkáli szilikát cinkpor-festékekkel a korrózióvédelem és a megkívánt felületi érdesség egyaránt biztosítható. [36]

A kísérletek azt is megállapították, hogy a védőbevonat surlódási együtthatóját a felületelőkészítés nem befolyásolja. A védőbevonat 450°C körüli hőmérsékletet is kibír.

A német acélszerkezeti bizottság a "HV kapcsolatokhoz szolgáló ideiglenes irányelvek"-hez adott kiegészítésében [36] előírta a TL 918 385 szerinti védőbevonat egyedüli alkalmazását. A vizsgálatoknál jó eredményeket mutatott az $AlMg_3$ alumíniumötvözetből szórt fémbevonat is.

Vizsgálatokat folytatnak előfeszített ragasztott kötésekkel. A megoldás erőtan és korrózióvédelmi szempontból egyaránt igen kedvező.

Az NF kapcsolatok kötőelemeit - különösen erős korróziós igénybevétel esetén - tüzhorganyzott kivitelben célszerű tervezni.

A kész kapcsolat tömítését és védelmét a normál csavarozott kapcsolathoz hasonlóan a terveken elő kell írni.

3.5.3.3 Hegesztett kapcsolatok

Napjainkban az acélszerkezetek nem oldható kapcsolatai szinte kivétel nélkül hegesztéssel készülnek. A hegesztéssel kiküszöbölhetők a korrózió fészket jelentő hézagok, a helyesen kialakított kapcsolatok jól áttekinthetőek, egyszerűek, anyagtakarékosok. Ugyanakkor a hegesztett kapcsolatoknál is jelentkeznek korróziós károsodások.

Hévidorszáiban többéves kísérlet-sorozatokat végeztek a hegesztett kapcsolatokkal készült szerkezetek bevonatrendszereinek vizsgálatára és megállapították, hogy a hegesztési helyeken a bevonatrendszerek tönkremenetele kb. kétszer gyorsabb, mint az egyéb helyeken. [37] A korróziós problémát elsősorban a varratkialakításhoz szükséges helyi túlmelegedés és a varratfelületek szennyeződése jelenti. A magas hőmérsékleten ugyanis az anyag szemcseszerkezeté helyileg megváltozik, aminek következtében a varrat és környéke kontakt- és feszültségkorrózió érzékenyebbé válik. A varratok gyökében és felületén összegyűlt salak szennyeződések és gáz zárványok pedig szinte táptalajt nyújtanak a korróziónak.

A kísérletek bebizonyították, hogy a varrat-felületek egyszerű kézi, drótkefézéses tisztítása és lemosása nem kielégítő. Csak a szemcseszórással, illetve gépi úton előkészített varratfelületek biztosítanak bevonatalapot.

A varratfeszültség miatti korróziós hajlam hőkezeléssel csökkenthető. Ezért a tervezés során a korrózióveszélynek kitett varratok gépi felület-tisztítását, gyökutáncigesztését célszerű előírni. További problémát jelent az alapbevonattal ellátott acélelemek hegesztése.

A hegesztés során a bevonat megsérül és amennyiben nem megfelelő módon javítják, korróziós károsodás kiindulása lehet. Ezért a javítás módját is minden esetben elő kell írni. Az alapbevonat természetesen nem korlátozhatja a hegesztési varrat minőségét, a hegesztési eljárás alkalmazhatóságát és a keletkező gázok és gőzök egészségügyi-
leg nem lehetnek a dolgozókra veszélyesek. [38] Korro-

zióvédelem szempontjából a folyamatos varratok alkalmazása előnyös. A szakaszos varrattal, illetve ponthegesztéssel készülő kapcsolatok fokozott korrózió érzékenysé-
gűek.

3.5.3.4 Ragasztott kapcsolatok

A vízépitési acélszerkezeteknél alkalmazásuk csak kísérleti jellegű. A tapasztalatok kedvezőek, elterjedésüket a rendkívül szigorú technológiai előírások nagy mértékben akadályozzák. Csavarozott kapcsolatokkal vegyesen is alkalmazhatók, korróziós tulajdonságaik kedvezőek.

3.5.4 Az acélszerkezetek megtámasztásaival összefüggő tervezési irányelvek

Korrózióvédelem szempontjából az oszloptalp, a saruk és az alaptest-csatlakozás vizsgálata szükséges. Ezek a teherátadó elemek atmoszferikus szerkezeteknél rendszerint talajközelen vannak elhelyezve, ezért a nedvesség és mechanikai hatások miatt korróziós igénybevételük az átlagosnál nagyobb.

Az oszloptámasztásoknál, a csuklós vagy talplemezes megoldással készülő oszloptalp vagy oszlopláb kialakítása a leglényegesebb.

A tervezési irányelvek a következők:

- az oszloptalp és alaptest-csatlakozás kiemelten, jól hozzáférhetően készüljön;
- az oszloptalp szerkezeti kialakítása akadályozza meg a nedvesség és szennyeződések összegyűjtését;

- a rögzítő talpcsavarok védelmét külön is szükséges vizsgálni;
- közvetlenül bebetonozott oszlopoknál az acél és betonfelületek csatlakozási részén külön tömitést /bitumen, műanyag/ kell előírni;
- az alsó kb. 30 cm-es, csapóviznek kitett részeken fokozott korrózióvédelmet /többretegű vastagbevonat/ kell előírni.

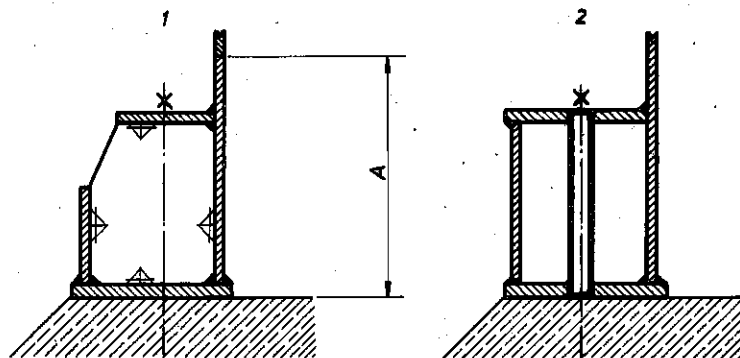
Vizbe merülő saruelemek, csuklók kialakításánál a korróziós szempontok alapvetően befolyásolják a szerkezeti kialakítást. Megfelelő tömitések, korrózióálló elemek /csapok, csapágys / alkalmazása szükséges.

A 3.23 ábrán néhány oszloptalp-kialakítás látható. Az 1. sz. elrendezésnél a vízlevezetés az alaptestről nincs biztosítva, az oszloptalprész vizgyűjtőként működik, nehezen hozzáférhető és rosszul védhető részeket tartalmaz, a 2., 3. sz. elrendezés megfelelő kialakítású.

A 3.24 ábrán egy acéltoronytörzs talprészének megoldásai láthatók.

Az 1. sz. elrendezés tagolt kialakítása kedvezőtlen, a talpgyűrű és a rögzítő csavarok felületei rosszul védhetők. A 2. sz. elrendezés korrózióvédelmi és erőtani szempontból is kedvezőbb.

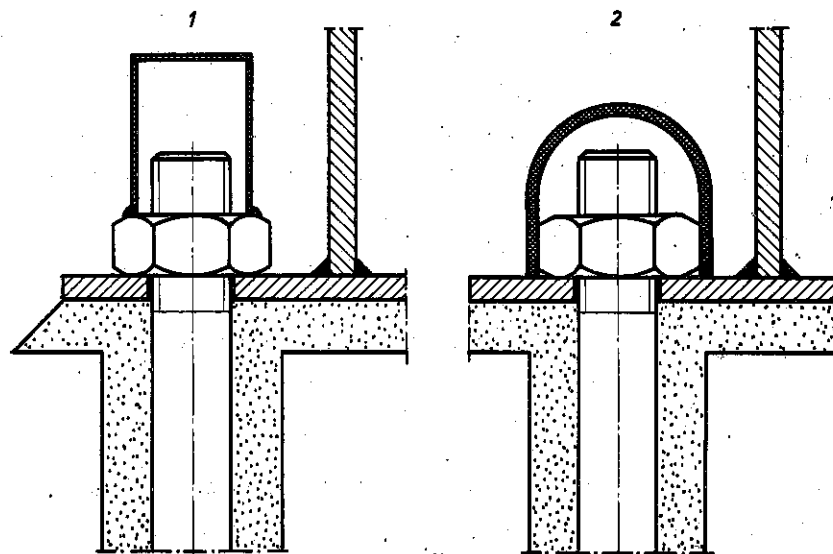
Igen gyakori a rögzítő talpcsavarok korróziója. Külö-
nösen későbbi oldhatósági igények esetén célszerű acél vagy műanyag védősapkákkal védeni a talpcsavarok szabadon álló részeit /3.25 ábra/.



3.24 ábra

Viztorony talpkialakítása

1. kedvezőtlen elrendezés, 2. megfelelő elrendezés



3.25 ábra

Talposavarak védelme

1. acél záróelem

2. műanyag záróelem

A saruk acéltartóhoz kapcsolódó felületeinek és az acéltartók csatlakozó felületeinek korrózióvédelmét a tervezés során kell előírni.

A megtámasztásoknál szükséges megemlíteni, hogy a szerkezetek dilatációjánál igen gondosan kell ügyelni a vizelvezetés helyes megoldására.

A rosszul megoldott dilatációkról a víz a szerkezetre jutva helyi korróziót idéz elő.

3.5.5 Az acélszerkezetek kiegészítő szerkezeteivel összefüggő irányelvek

Az acél tartószerkezeteken - részben funkcionális, részben karbantartási és ellenőrzési célból - az igényektől függően kiegészítő járulékos szerkezetek, elemek felszerelésére kerül sor. Ilyen szerkezetek a korlátok, az út-pálya és járdaburkolatok, feljáró lépcsők, létrák, hágcsók, lefedések, karbantartó pódiumok, a különböző vezetékek és kábelcsatornák tartóelemei, ellenőrző és karbantartó állványok és azok tartóelemei.

A kiegészítő szerkezetek korrózióvédelme általában megegyezik az alapszerkezettel, amelyhez készülnek. Korrózióvédelmük a legritkább esetben vizsgálat tárgya, mert esetleges hibájuk a szerkezet használhatóságát alapvetően ritkán befolyásolja. Ugyanakkor az is tény, hogy a korróziós jelenségek jelentkezése és ezért karbantartásuk gyakoribb. Ez a karbantartás sok esetben költséges és gazdaságtalan. A megrongálódott részekhez nehéz hozzáférni, cseréjük sok esetben igen munkaigényes. Ezért ezeknek a szerkezeteknek jó minőségű korrózióvédelmet kellene kapniuk.

A jelentkező korróziós meghibásodások nagy része, a tervezési fázisban kiküszöbölhető. Természetesen ezeknél a szerkezeteknél is érvényesek az előző fejezetekben közölt irányelvek.

Korlátszerkezeteknél igen gyakori a hidegen hajlitott szelvényelemek használata. A rendszerint zárt szelvények felhasználásával esztétikus kialakítású és alacsony fajlagos súlyú korlát-szerkezetek készülnek.

A tervezésnél kell biztosítani a zárt szelvényelemek lezárását, illetve a megfelelő korrózióvédelmet /pl. tűzhorganyzás/.

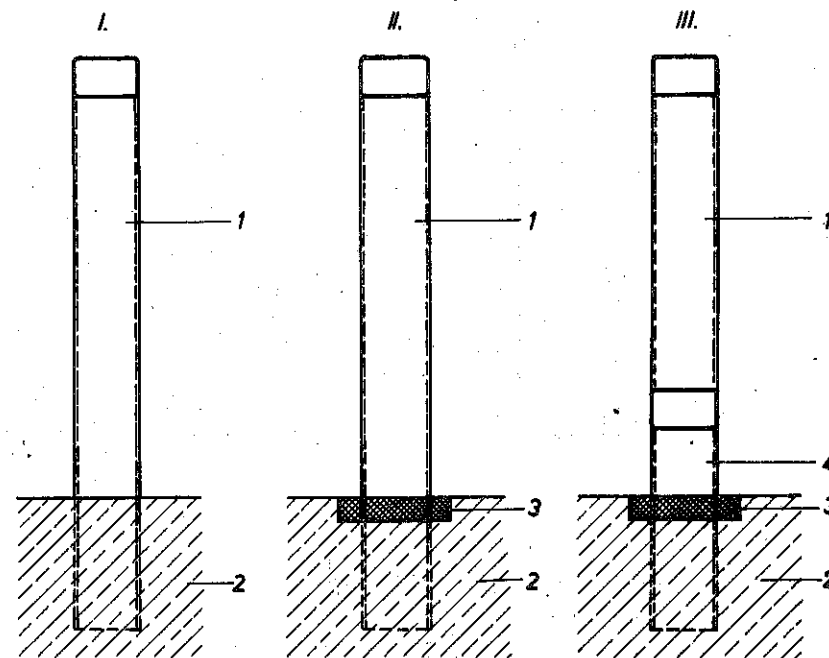
Előfordul a 3.26 ábrán látható kialakítás, amelynél a korlátrácsok oszlopalként a vasbetonlemez pályába bebetonozottak.

Az 1. sz. elrendezésnél a csatlakozó felületek környékén hamar jelentkezik a korrózió.

A 2. és 3. sz. elrendezés ezt a hibát a csatlakozó felületek műgyanta kiöntésével, illetve a csatlakozások számának csökkentésével kiküszöböli.

Vízépítési szerkezeteknél kiemelhető korlátok is készülnek. A korlátfészek és a korlátoszlop csatlakozása szinte kivétel nélkül vízgyűjtőként szerepel /3.27 ábra/. /1. elrendezés/ A korlát-fészek víztelenítésének megoldása, illetve a csapra vonatkozó korlátoszlop alkalmazásával a korrózió kiküszöbölhető. A szabadtéri tartóelemek alsó kb. 30 cm-es részeire célszerű további 1-2 festékréteg felhordását előírni.

Burkolatok, lefedések tervezésénél fő irányelv a szerkezet karbantartásának és ellenőrizhetőségének a biztosítása.

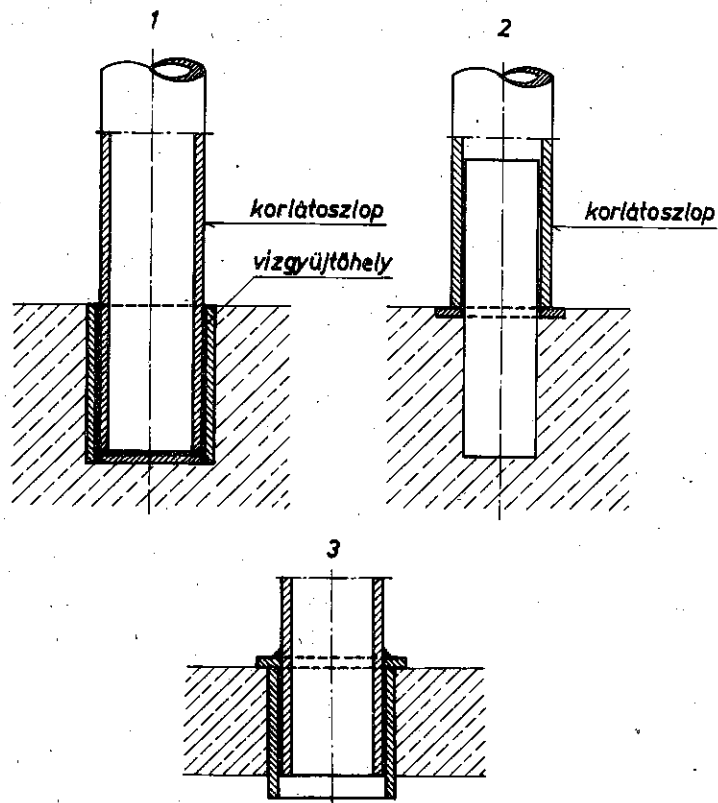


3.26 ábra
Fix-korlát bekötése

I. hagyományos, II. javasolt elrendezés

- 1., 4. korlátszerkezet,
- 2. alaplemez,
- 3. műgyanta

A lefedéseket, burkolatokat úgy kell tervezni, hogy a szerkezet hozzáférhető legyen és ahol szükséges a könnyű eltávolíthatóság biztosítva legyen. Nagy vízszintes felületeknél közbenső vízlevezetőket kell tervezni, vagy lyukasztott lemezt kell alkalmazni /lyukátmérők 3-5 cm/.



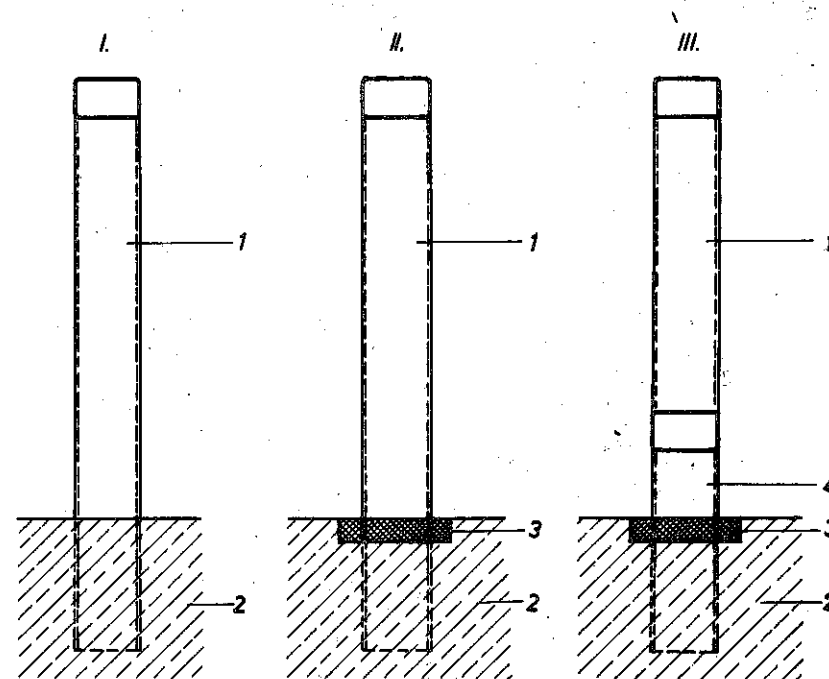
3.27 ábra

Kiemelhető korlát bekötése

1. nem megfelelő, 2., 3. megfelelő kialakítás

A karbantartó járdáknál használatos expandált lemezt szabadtéren nem célszerű alkalmazni, fokozott korrózió-érzékenysége miatt.

A lefedő, illetve pályaburkolatként használt rácselemek megbízható korrózióvédelmét szórt fémbevonattal, pl.

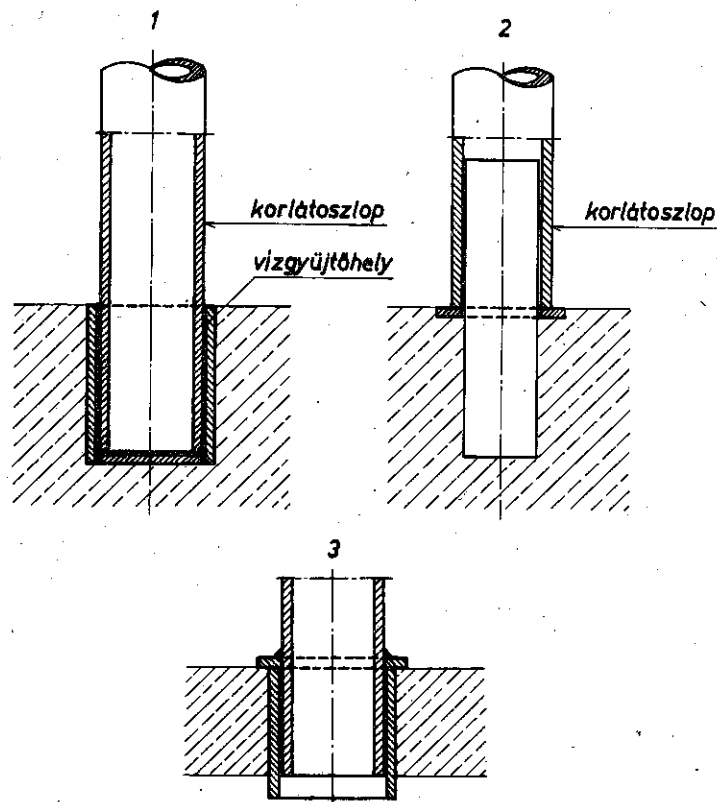


3.26 ábra
Fix-korlát bekötése

I. hagyományos, II. javasolt elrendezés

1., 4. korlátszerkezet,
2. alaplemez,
3. műgyanta

A lefedéseket, burkolatokat úgy kell tervezni, hogy a szerkezet hozzáférhető legyen és ahol szükséges a könnyű eltávolíthatóság biztosítva legyen. Nagy vízszintes felületeknél közbenső vízlevezetőket kell tervezni, vagy lyukasított lemezt kell alkalmazni /lyukátmérők 3-5 cm/.



3.27 ábra

Kiemelhető korlát bekötése

1. nem megfelelő, 2., 3. megfelelő kialakítás

A karbantartó járdáknál használatos expandált lemezt szabadtéren nem célszerű alkalmazni, fokozott korrózióérzékenysége miatt.

A lefedő, illetve pályaburkolatként használt rácselemek megbízható korrózióvédelmét szórt fémbevonattal, pl.

űzilhorganyzással célszerű biztosítani.

A lépcsőket, hágcsókat az előzők figyelembevételével kell kialakítani.

Különös gondot kell fordítani a szerkezetre kerülő vezetékek elrendezésének tervezésére. A rosszul megtervezett vezeték-elrendezés és rögzítőrendszer veszélyes korróziós helyek kialakulásához vezethet, a karbantartási tevékenységet jelentősen akadályozni képes. Külön figyelmet kell fordítani azért szekrényes elemeken átvezető vezetékcsatlakozások tömített kialakítására. Amennyiben zárt szekrénytartókban folyadékot szállító vezeték kerül elhelyezésre az esetleges csőtörés miatt az akadálytalan folyadék kivezetést a tartók belsejéből meg kell tervezni.

Jelentősebb létesítményeknél /pl. nagy duzzasztók, acélszerkezeti toronyszerkezetek stb./, jelentősen csökkenthetők a jövőbeni karbantartási költségek a megfelelő karbantartó állványok, a szükséges állványtartó szerelvények és rögzítő elemek tervezésével. Ezek a tervezési fázisban viszonylag kis ráfordítással kialakítható szerkezetek rendkívüli mértékben képesek elősegíteni az ellenőrzési és karbantartási munkát.

A 3.28 ábrán egy viztorony, a 3.29 ábrán egy szegmens elzárószerkezetet ellenőrző karbantartó állvány szerkezetei láthatók.

Az állványszerkezetek tervezhetők állandóan a szerkezeten lévő és szükség esetén felszerelhető kivitelben. A karbantartási munka tervezését mindig a szerkezet-tervezéssel egyidejűleg, illetve azzal szoros összefüggésben kell végezni.

3.5.6 A korrózióvédelmi eljárás alkalmazásával össze- függő irányelvek

Az acélszerkezetek korrózióvédelmét biztosító védelmi eljárások technológiai jellemzőit és adottságait már a szerkezettervezés során figyelembe kell venni, mert alkalmazásuk a szerkezet kialakítását bizonyos mértékig meghatározhatja, azzal szemben követelményeket támaszthat. A festékbevonatok felhordási technológiái a szerkezettel szemben nem támasztanak speciális igényeket.

A fémbevonatok, a fémszórás, a tűzihorganyzás technológiája azonban a szerkezet jól jellemezhető kialakítását igényli. [16] [18]

A részletes szerkesztési irányelveket a fémszórásra a MI 18830 és tűzihorganyzásra az MI 18868 Műszaki Irányelvek tartalmazzák.

4. A KORRÓZIÓVÉDELLEM KIVITELEZÉSE

A tervezés során megfelelően kiválasztott korrózióvédelmi rendszer a kivitelezés folyamatában nyeri el végső alakját. A tervezés során megállapított, a korrózióvédelmi rendszert jellemző paraméterek többféle, egymástól eltérő termelékenyséű és élőmunkaigényű eljárással biztosíthatók.

A fejezetben a legfontosabb eljárásokat és jellemzőiket foglaljuk össze.

A fejezet csak a vizügyi gyakorlatban széles körben alkalmazásra kerülő passzív-védelmi módszerek kiviteli eljárásait foglalja össze és nem tér ki a megfelelő - és aktív - védelmi módszerek kiviteli kérdéseinek tárgyalására.

A passzív védelmi módszereknél alkalmazásra kerülő eljárások a következő két csoportba sorolhatók:

- a felületelőkészítés eljárásai,
- a bevonatkialakítás eljárásai.

4.1 A felületelőkészítés eljárásai

A felületelőkészítés két alapszerveletből áll: [13]

- oxidmentesítés,
- zsírtalanítás.

4.1.1 Oxidmentesítés

Az oxidmentesítő eljárások összefoglalását, legfontosabb jellemzőit táblázatokban közöljük.

Az oxidmentesítő eljárások lehetnek:

- mechanikai,
- kémiai, illetve elektrokémiai

eljárások.

4.1.1.1 Mechanikai oxidmentesítés

A mechanikai oxidmentesítő eljárások a fémfelületen keletkezett korróziós termékeket mechanikai módszerekkel: kézi, kézi-gépi, hordozható vagy beépített gépi berendezésekkel távolítják el. [39] [40]

Kézi eljárások

A kézi erővel végzett eljárásoknál az oxidmentesítés kalapáccsal, kaparóvassal, drótkefével és csiszolóvászonnal történik.

Közös jellemzőjük a kis oxidmentesítési teljesítmény. A képződött szennyeződés szerint elérhető oxidmentesítési teljesítményeket a 4.1 táblázatban foglaltuk össze.

Kézi-gépi eljárások

A gépi működtetésű kézi eljárások készülékei villamos energiával vagy sűrített levegővel működnek. Számos kivitelben készülnek. Működési elvük alapján feloszthatók

4.1. táblázat

Kézi oxidmentesítő eljárások teljesítménye

Eszköz	Felületi tagoltsága	A képződött szennyeződés fokozata		Teljesítmény m ² /ó
		K 2	K 3	
Kalapács /fa és vas/	sík	-	-	4-6
	tagolt	-	-	1-4
Kaparóvas /rasketta/	sík	-	1-3	1-4
	tagolt	-	0,3-1	0,5-1
Drótkefe	sík	-	4-6	-
	tagolt	-	1-2	-
Csiszolóvászalon	sík	1-2	1-2	-
V.papír	tagolt	0,3-0,8	0,3-0,8	-
Habkő				

- körmozgást végző /rotációs/ készülékekre,
- rezgőmozgást végző /vibrációs/ készülékekre.

A kézi-gépi oxidmentesítő eljárások jellemzőit a 4.2 táblázatban foglaltuk össze.

Körmozgást végző /rotációs/ készülékek

A körmozgást végző készülékek villamos és pneumatikus hajtással készülnek. Az egyenes, könyökös és kereszttengetyű kivitelben gyártott készülékek közös tulajdonsága, hogy cserélhető szerszámmal /kaparó, drótkefe, köszörűk/ a munkadarab hozzáférhető helyein kaparó, illetve forgácsoló műveletet végeznek.

A legelterjedtebbek a

- gépi-kézi kaparók,
- gépi-kézi drótkefék,
- gépi-kézi köszörűk.

A gépi-kézi kaparók közül a huzalkorongos kivitelű az elterjedt. Készül fogaskerekes mosófejjel működő kaparó készülék is, amelyeket csövek belső felületének tisztításához használnak.

A huzalkorong kialakítása és működése a következő: két acélkorong közötti tengelypaláston 4-6. sorban edzett acélhuzalsorok találhatók. A forgó korong huzalja-
inak élezett végei forgás közben a felülethez verődve kaparóhatást fejtenek ki. Csak kis fordulatszámú /600-1200/perc/ készülékekkel és előírt átmérőjű koronggal szabad dolgozni. A rozsdaréteget a szerszám csak fellazítja. Különös figyelmet igényel a szerszám vezetése,

4.2 táblázat

Kézi és gépi oxidmentesítő eljárások jellemzői

Eljárás megnevezése	Alkalmazhatóság	Képződött szennyeződés fokozata			
		K 1	K 2	K 3	K 4
Teljesítmény m ² /óra					
Kézi-gépi kaparó	5 mm feletti lemezvastagságnál, laza rozsa eltávolítása	-	-	-	6-10
Kézi-gépi drót- feke	Enyhén tagolt felület, laza rozsa eltávolítása	-	4-5	5-6	6-7
Köszörülés	2 mm feletti lemezvastagságnál	3-4	3-4	-	-
Öntőkalapács	5 mm feletti lemezvastagságnál, izgatási fève és lemezes rozsa eltávolítása	-	-	-	6-8
Ütőpisztoly	Mint öntőkalapácsnál	-	-	-	6-10
Vibrációs drót- kefe, csiszoló	Előzetesen fellazított felület oxidmentesítés- hez	-	4-10	4-10	-

annak érdekében, hogy az acélfelület ne karcolódjon össze. Erősen tagolt felületen nem alkalmazható.

Gépi-kézi drótkefe

A tisztítást végző korongos kefénel, két lemeztárcsa között sugárirányban U alakúra meghajlitott acélhuzal-kötegek vannak elhelyezve. Az acélhuzalok elhelyezésétől függően a kefe formája lehet: korong, palást, csonkakúp, tárcsa stb.

A kézi-gépi drótkefével a kaparó- vagy ütőszerszámokkal előzőleg már fellazított szennyeződések másodlagos tisztítása végezhető el.

A tisztítás során a rugalmas acélhuzalok forgás közben a felülethez verődnek és a fellazított oxidréteg zömét lepattintják. A gépi drótkefezés művelete gondos kézi vezetést kíván, hogy a huzalvégek ne szenvedjenek tartós deformációt. Irányelv, hogy a drótkefezéskor a terhelés az 5 kg/cm értéket ne haladja meg.

A drótkefezéssel a rozsdá a felület hajszálrepedéseiből is eltávolítható.

A drótkefék hazai és külföldi kivitelben az ARTEX-nál, illetve VEGYTHK-nél szerezhetők be. A külföldi márkák közül az Osborn gépi drótkefék igen nagy választékban és kiváló minőségben készülnek.

Köszörlítés

Az oxidmentesítést forgó csiszoló korong végzi. A csiszoló korongok a kereskedelemben nagy választékban szerezhetők be. Alapanyaguk szerint szilícium karbid /SC/ és elektrokorund /KA, KB/ típusú köszörlíteteket

használnak. A köszörlítést fajtáját a felhasználástól függően alak, méret és anyagkeménység alapján az MSZ 4510 számú szabvány szerint lehet kiválasztani: A csiszolókorongoknál alkalmazható kerületi sebességet az MSZ 4503 szabvány előírásai alapján lehet meghatározni.

Oxidmentesítésnél a merev és kis felületen érintkező csiszolókövek, illetve -korongok helyett előnyösebb a gumi, műanyagkötésű korongok, vagy gumitányérra felragasztott fiber csiszolólapok alkalmazása.

Rezgőmozgást végző /vibrációs/ készülékek

Ezek szintén villamos vagy pneumatikus működtetésűek. A rezgőmozgást végző eszközökkel nehezen hozzáférhető helyen is lehet dolgozni.

Ütőkalapács

A különböző kivitelű ütőkalapácsok sűrített levegővel működnek. A sűrített levegő a dugattyút és vele együtt a csillag alakú vésőszerűen kiképzett ún. tűskét lemeztelten előrelöki és visszarántja 3000-3500/perc löketszámmal. Vastag falú szerkezeteknél alkalmazható, kevésbé tagolt felületen.

Ütőpisztoly

Sűrített levegővel működő oxidmentesítő eszköz. Működési elve megegyezik az ütőkalapáccsal, de nem egy tűskét, hanem a szerszám kb. 50 mm átmérőjű csővében acélhuzal kötegeket vagy lapos kaparószerszámot lehet elhelyezni. A szerszám kialakítása lehetővé teszi a technológia és a felület tagoltsága szerint a betétek gyors cseréjét.

Használatánál előnyös, hogy míg az ütőpisztolynál a kalapácsot a felületre merőlegesen kell tartani, az ütőpisztoly 30° - 90° között bármilyen helyzetben alkalmazható.

Vibrációs drótkefe, csiszoló

A készüléknél fogantyúval ellátott fémházban elhelyezett villamos vagy pneumatikus motor közvetlen meghajtással egy fejet tart rezgőmozgásban. A fej kialakítása olyan, hogy arra a technológiának megfelelően drótkefe vagy csiszolóvászon gyorsan felerősíthető.

A drótkefe négyzetes lapra erősített rövid huza-
lokból áll. A csiszolóvászon a fejen lévő két szorító-
rők közé iktatott gumialátét közbeiktatásával erősíthető fel.

Jellemzői

Villamos készülék:

tápfeszültség 42 V
lengésszám: 2800/perc
kefeméret: 100x200 mm

Pneumatikus készülék:

levegőfogyasztás 0,25 m³/perc
lengésszám: 3000/perc
kefeméret: 100x200 mm

A vibrációs kefékkel sík felületről a már előzőleg egyéb eszközökkel fellazított reve és rozsdá távolítható el.

Hordozható és beépített gépi eljárások

A gépi eljárások két fő csoportra bonthatók:

- stabil köszörű és csiszoló eljárások,
- szemcseszóró eljárások.

A köszörű és csiszoló eljárások és berendezések köre
A viszonylag széles. A vízpítésben alkalmazásuk nem célszerű, felületelőkészítésre elsősorban a galvániparban kerülnek alkalmazásra.

Stabil gépi drótkéféket alkalmazunk nagy átmérőjű csövek, tartályok tisztításához.

A mechanikai gépi oxidmentesítő eljárások nagy csoportját alkotják a szemcseszórós eljárások.

A szemcseszórós eljárások jellemzőit a 4.3 táblázat tartalmazza.

A vízügyi gyakorlatban a nyíltsugaras száraz és nedves szemcsesúvás nyert alkalmazást.

Szemcseszórók alkalmazásával KO-KI minőségű felülettisztaság érhető el.

A szemcseszórásnál a felülettisztítást a felülethez nagy erővel csapódó természetes vagy mesterséges szemcsék koptató hatása végzi.

A szemcsék felgyorsítását nagy nyomású víz, sűrített levegő vagy axiális szemcsesugárzás nagy területi sebességű röptőkerék végzi.

A felhasznált szemcsék készülhetnek természetes és mesterséges anyagból.

A természetes szemcsékhez tartozik a kvarc, bazaltzuzalék, homok, mesterséges szemcsék, az üveg, korund, szilíciumkarbid, acélsörét és zuzalék, üveg-zuzalék.

A szemcséket szívó, ejtő vagy nyomóeljárással adagolják.

A szemcseszóró eljárástól függően nyíltsugaras eljárásnál általában egyszeri, zárt rendszerekben többszöri szemcsesugárzással történik a felülettisztítás. A szemcsék anyaga és mérete meghatározza a tisztított fe-

Az oxidmentesítésre alkalmas szemcseugaras eljárások

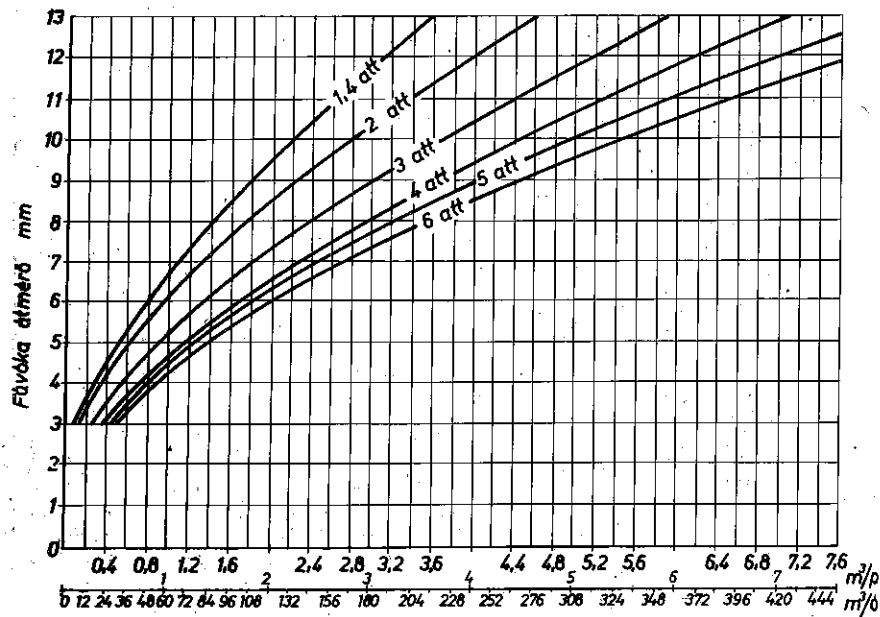
Eljárás megneve- zése	Működési elv Eszközök	Tisztítható termékek	Energia- forrás	Teljesít- mény m ³ /h	Tipusa
Fúvatás száraz szemcsé- vel	Nyílt sugaras Szekrényes Fúvó-víszes- szívó /Vacu-Blast/	Nagy méretű összeszerelt alkatrészek Közepes és kis méretű alkatrészek Különféle méretű tagolt alkatrészek	Sűrített levegő Sűrített levegő Sűrített levegő	3-8 3-6 1,5-10	Hordozható v. beépített Hordozható
Fúvatás nedves szemcsé- vel	Nyílt sugaras Szekrényes	Nagy méretű tagolt alkatrészek Közepes és kis méretű alkatrészek	Sűrített levegő + víz Sűrített levegő + víz	3-12 2-12	Hordozható v. beépített
Szórás forgó- kerékkel	Szorókerékes berendezések	Lemazek és profilos szálananyagok	Villamos áram	25-300	Beépített

Szemcséélettartam és felületi érdesség a különböző
szemcsanyagok esetén

Szemcsék anyaga	Szemcse mérete /mm/	Átlagos érdesség / μm /		Élettartam /szórások száma, ún. átfolyási szám/
		száraz szórás	nedves szórás	
Kvarchomok	1,6-3,2	100	40	1,0-3,0
	0,63-1,6	45	15	
	0,25-0,63	6	6	
Üvegzuza- lék	1,6-3,2	150	65	3,0
	0,63-1,6	60	25	
	0,25-0,63	25	5	
Öntvény- sörét	1,6-3,2	200	-	150
	0,63-1,6	80	-	
	0,25-0,63	30	-	
Korund	1,6-3,2	120	45	8,5
	0,63-1,6	55	20	
	0,25-0,63			

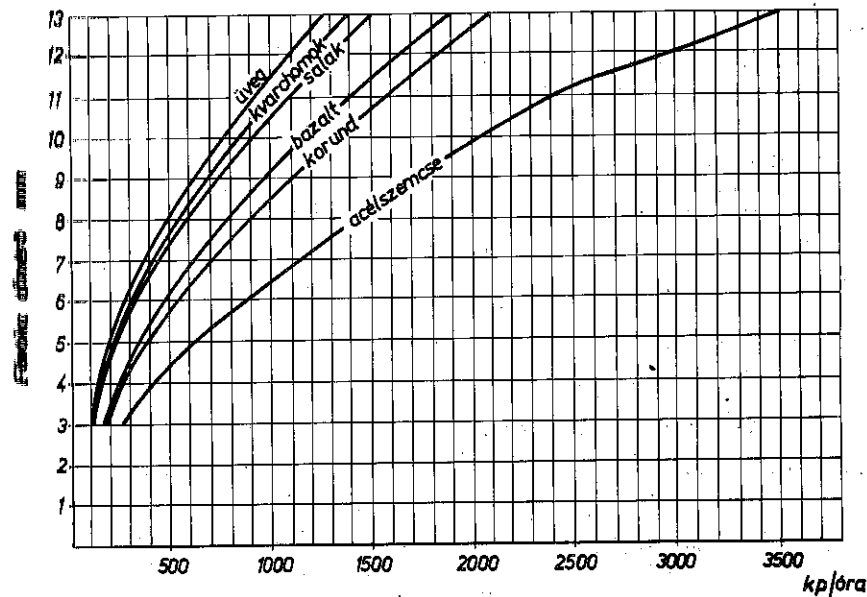
lület érdekességét és a szemcsék élettartamát. Néhány tájékoztató adatot tartalmaz a 4.4 táblázat. A forgalomban lévő berendezések gépkönyvei tartalmazák a gépekhez alkalmazható szemcseanyagokat és cél-szerű szemcseméreteket.

A szóráshez szükséges levegő- és szemcse-szükséglet a fúvókaátmérő, illetve nyomás függvénye. A szükséges levegőmennyiséget a 4.1 ábra, a szükséges szemcseanyag mennyiséget a 4.2 ábra mutatja.



4.1 ábra

Levegő felhasználás átlagértékei a fúvókaátmérő és nyomás függvényében



4.2 ábra

Különböző szemcseanyagok felhasználása a fúvókaátmérő függvényében

A szemcsefúvó berendezések egyik legfontosabb része a henger alakú fúvóka. A szemcsefúvó berendezésekhez általában 4-15 mm, ritkábban 20 mm átmérőjű fúvókákat használnak.

A fúvókák anyaga kopásálló acélöntvény vagy kerámia. A tájékoztató fúvóka élettartam-értékeit a fúvóka anyag-minőség függvényében a 4.5 táblázat tartalmazza. A fúvókák hossza általában az átmérő 10-15-szöröse. A hordozható és beépített szemcse-szóró berendezéseket a külföldi cégek nagy választékban gyártják.

Tájékoztató fúvoka élettartamok

Fúvoka anyaga	Élettartama /óra/
Acél	20
Gömbgrafitos öntöttvas	40-45
Fémkerámia	200-300
Wolframkarbid tart. öntvény	800-1000
Bórkarbid tart. öntvény	2000

4.1.1.2 Termikus oxidmentesítés

A termikus, lángsugaras oxidmentesítésnél a szerkezet felületére irányított magas hőmérsékletű lángsugar hatására a vas és a vasoxidok eltérő hőtágulási együtthatója miatt az oxidréteg lepattogzik a felületről. Az eljáráshoz ún. lánggereblyét használnak. A lánggereblye fej részén egy vagy kétsorban egymástól 3-4 mm távolságra 0,5-0,6 mm átmérőjű furatok vagy fúvókák vannak. Ezeket át áramlik a kb. 10 % oxigéntartalmú oxigén-acetilén gázkeverék. A lángsor szélessége 50-250 mm. A láng magja általában 2-3 cm-re van a felülettől.

Annak ellenére, hogy a lánghőmérséklet kb. 3200 °C, a felület csak rövid időre legfeljebb 120-140 °C hőmérsékletre melegszik fel.

A lánggereblye mozgatási sebessége 2-3 m/perc. Az eljárás

csak 3 mm-nél vastagabb acéltárgyakon végezhető. Az előzőleg vízzel bőven nedvesített felületen a lángnak kettős /fizikai és kémiai/ hatása van. Az oxidréteg a helyi hőhatás és a hirtelen gőzfejlődés hatására fellazul és lepattogzik. Ezen túl a láng az oxidokat dehidratizálja és redukálja.

A módszer olcsó, egyszerű és üzembiztos, évszaktól és időjárástól függetlenül alkalmazható.

A különböző szélességű égők teljesítményét és gázfelhasználását a 4.3 ábra mutatja.

4.1.1.3 Kémiai oxidmentesítő eljárások

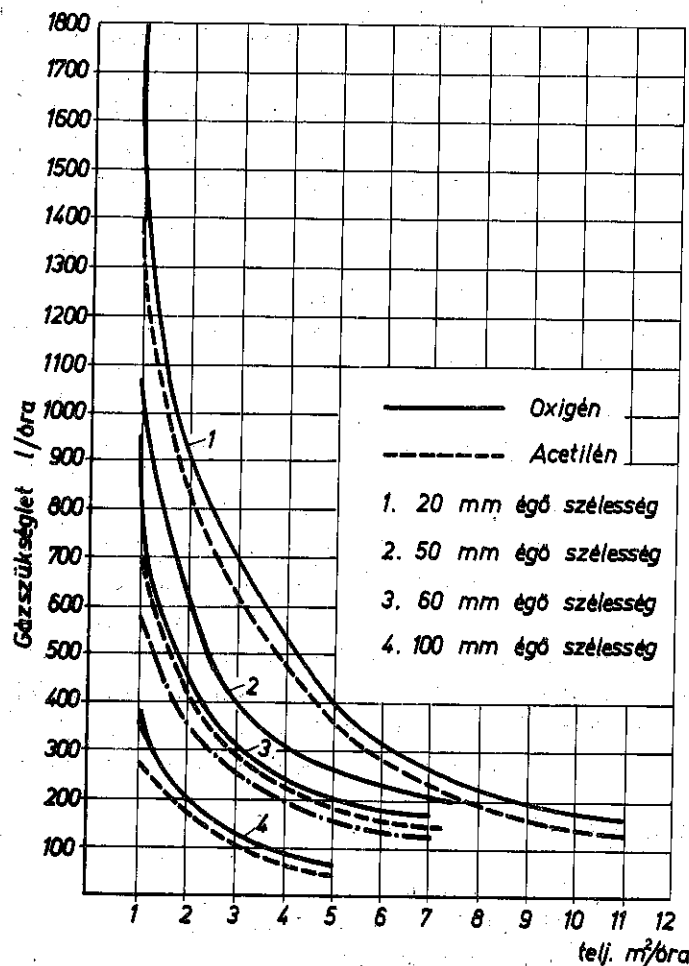
Ezeknél az eljárásoknál az oxidmentesítés kémiai hatásra jön létre. Vizügyi alkalmazásuk korlátozott, elsősorban nagy termelékenységu ipari eljárásoknál kerülnek alkalmazásra. Valamennyi eljárás azon alapul, hogy az oxidmentesítő vegyszer a reve-rozsda réteget képező különféle vas-oxid vegyületekkel kémiai reakcióba lép. Az eljárások jellemzője, hogy az oxidmentesítés leginkább folyadékfázisban történik. [42]

Legfontosabb eljárások:

- savas pácolás,
- elektrolitikus pácolás,
- rozsdaátalakítás.

Savas pácolás

A savas pácolást leggyakrabban kénsavval vagy sóssavval végzik, ritkábban alkalmaznak foszforsavat, vagy hidrogénfluoridot.



4.3 ábra
Különböző égőszélesség melletti tisztítási teljesítmény és gázfelhasználás változása

A pácoló sav a nehezebben oldódó magnetit és hematit rétegen áthatolva a wüstit réteget oldja legkönnyebben és ennek feloldódása után a felette levő rozsdaréteg lehull.

Kénsavas pácoláshoz általában 10-16 %-os kénsavat használnak 60°C hőmérsékleten.

Sósavas pácoláshoz 10 %-os sósavat szokás használni 30-35°C hőmérséklet mellett.

A savas pácolások közös hátránya, hogy a pácolás folyamán hidrogén szabadul fel, amely a fémbe diffundálva hidrogénridegséget, hólyagosodást okozhat. A sósavas pácolásnál a hidrogénfejlődés következtében fellépő károsító hatás kisebb, mint kénsavnál.

Korszerű pácolásnál az alapfém oldódásának csökkentésére inhibitorokat szoktak adagolni. Savas pácolást festés előtt csak ritkán használnak.

Elektrolitikus pácolás

A fémről elektrolizissel bármilyen felületi szennyeződés eltávolítható, akár anódként, akár katódként kapcsolva. Az elektrolit általában kénsav. Az anódos pácolás előnye, hogy hidrogén nem keletkezik.

Rozsdaátalakítók

A rozsdaátalakítók foszforsavat, alkoholt és inhibitor tartalmazó oldatok. Hatásuk abban áll, hogy a fémfelületen vizoldhatatlan vasfoszfát keletkezik. Alkalmazhatóságukat illetően a vélemények eltérőek. Kétségtelen, hogy a felületen lejátszódó kémiai folyamat nehezen tartható kézben.

4.1.2 Zsirtalanítás

Zsirtalanításon a fémfelület tapadószenyeződésekkel való megtisztítását értjük.

A tapadószenyeződések a gyakorlatban legtöbbször a zsir és olaj, valamint az ezek által megkötődött por. Zsirtalanításra számos eljárást dolgoztak ki. Vannak, általánosságban és speciálisan használható módszerek.

4.1.2.1 Zsirtalanítás lúgos oldatokkal

Legáltalánosabban használt hagyományosnak mondható eljárás. A hatóanyagként alkalmazott lúgos kémhatású vegyianyagokat, pl. trisó, szóda, nátronlúg stb. általában keverék formájában felületaktív anyagokkal kombinálva alkalmazzák 1-5 %-os forróvízes oldatokban. Hidegen kevésbé hatásosak, ezért vagy a munkadarabot mártják a forró oldatba, vagy a forró oldatot permetezik a felületkezelésre szánt munkadarabra. A művelet után alapos vizes lemosás és leszárítás általában megkövetelt. Ilyen készítmények: Rábapon, Alupon, Csepel 12 P-3 stb.

4.1.2.2 Zsirtalanítás oldószerekkel

A zsirok és olajok szerves oldószerben általában jól oldódnak. Az oldószerekkel történő zsirtalanításnál fellazulnak a felületen tapadó nem oldható szennyeződések is és könnyen lemoshatók a felületről.

Ideális oldószernek kell tekinteni a nem gyúlékony, nem mérgező és mindenféle zsiradékot jól oldó oldószert. Bár vannak kiváló oldószerek, azonban ezeket a követelményeket egy sem elégíti ki maradéktalanul.

Leggyakrabban használt oldószer-típus a benzin, lakkbenzin. A legtöbb zsiradékot jól oldja, viszonylag olcsó. Igen tűzveszélyes, gőzei robbanékonyak. Főleg

nagyobb tárgyak szabadbani zsirtalanítására alkalmaznak. Gyorsan telítődik zsiradékkal, ezért többszöri tiszta oldószerekkel való műveletismétlés szükséges.

Ezekhez hasonló, de veszélyesebb oldószerek a xilol, toluol és különféle higítók stb. Gőzeik mérgezőek.

A klórozott szénhidrogének kiváló zsiroló képeségük mellett nem gyúlékonyak, de gőzeik rendkívül mérgezőek. Ezért alkalmazásuk csak zárt elszívó és hűtőbetéttel ellátott különleges /Wacker típusú vagy Airlock típusú/ berendezésekben lehetséges. Főbb változatuk a triklóretilén /TRI/, perklóretilén /PER/, széntetraklorid stb. Bomlástermékük sósav vagy foszgén, ezért a felhasználáshoz stabilizálásuk szükséges.

4.1.2.3 Zsirtalanítás gőzzel való lefúvatással

Nagy alakú és erősen szennyezett felületű tárgyak tisztítására nagynyomású aktív tisztítóanyaggal kevert gőzt használnak, amelyet különleges pisztolyokból lövellnek a fémtárgy felületére. A gőz felmelegítve a felületet, a szennyezőket fellágyítja, az aktív adalékkal emulgeálódva a lecsapódó víz lemossa őket. Tisztítás után az aktív anyag elzárásával csak gőzt permeteznek, amely a tisztítóanyag maradványokat is eltávolítja. A meleg felület hamar leszárad és nyomban festhető.

4.1.2.4 Zsirtalanítás leégetéssel

A leégetés történhet kemencében. A zsirtalanítandó tárgyat 2-5 percig 300-400°C hőmérsékletű kemencébe helyezik, ahol a szerves szennyeződések elszéneseznek. A szénmaradványok gyökérkefével vagy száraz ruhával eltávolíthatók.

A leégetés történhet lángsugárral /lásd termikus oxidmentesítés/ vagy benzinlámpával is. Benzinlámpával történő zsirtalanításnál a hőhatás kisebb, tehát az alapanyag szempontjából kedvezőbb, a hő az olaj- és zsírszennyeződés leégetésére pedig elegendő. A felületen maradó kokszt-szennyeződést itt is gyökérkefével vagy száraz ronggyal távolíthatjuk el.

4.2 A korrózióvédő bevonatok kialakítása

4.2.1 Fémbevonatok

A fémbevonatok önállóan vagy festékbevonatokkal kombinálva készülnek.

A szerkezetek gyártási jellemzői /méret, alak, szerelési mód stb./ és rendeltetése szerint két fémbevonat alkalmazása terjedt el:

- tüzi horganyzás,
- fémszórás.

A tüzi horganyzás

A tüzi horganyzás jellegzetesen ipari eljárás. Az eljárás lényege, hogy a savas pácolással oxidmentesített munkadarabot folyósító só jelenlétében horgonyolvadékba mártják. Az olvadékból kiemelt szerkezet felületén a horgany megszilárdulva diffúziós kötéssel összefüggő fémréteget alkot az alapfém felületén. A szerkezeten maradó horganyréteg vastagságát a horgany viszkozitása, a tárgy kiemelési sebessége és a tárgy kiemelési sebessége és a horgonyolvadék ötvöző anyagai határozzák meg. Tüzihorganyzott szerkezetek tervezésénél a

Megfelelő bevonatkialakítás érdekében speciális szerkesztési szabályok betartása szükséges. Ezeket az előírásokat az MI 18868 részletesen tartalmazza.

Tüzihorganyzott szerkezetek tervezésénél a horganyzott végző vállalattal szoros együttműködés szükséges.

Fémszórás

A fémszórásnál a huzal, szalag vagy por alakban adagolt fémet elektromos vagy gázadagolású fémszóró pisztolyban megömlesztik, finom szemcsékre porlasztják és a felületre rögzítve, azon adhéziós kötésű fémréteget alakítanak ki.

A megolvasztásra kerülő fém vízepitési acélszerkezeteknél alumínium vagy horgany.

A szórt fémbevonat minőségét a felületelőkészítés és a fémszórás technológia pontos betartása döntően meghatározza.

A fémszóráshoz KO - TO minőségű felület szükséges. A fémszóró pisztolyoknál a gáznyomást, illetve áramerősséget a pisztolytípusra vonatkozó előírás szerint kell beállítani.

A bevonat megfelelő tapadása érdekében fontos a távótorkolat és a munkadarab közötti szórási távolság betartása. Ez a távolság gázömlesztésű pisztolyok esetén 80-200 mm, villamos ömlesztésűeknél 100-200 mm. A rétegek felhordásánál egyenletes pisztolymozgatással általában több rétegben, keresztszórással alakítják ki a fémbevonatot. Kézi szórás esetén célszerű a felület nagyság és a rétegvastagság ismeretében a szükséges huzalmennyiséget előre kiszámítani és az egész mennyiséget a felületre az előzőek szerint felszórni.

A jó minőségű fémbevonat egyenletes fényű és színű. Repedés, bevonatleválás és hólyagmentes felület a megfelelő.

A kivitelezéssel és alkalmazással kapcsolatos szempontokat az irodalom részletesen tárgyalja.

A szórt fémbevonással készülő szerkezetek konstrukciós részleteinek kialakításánál az MI 18830 előírásait figyelembe kell venni.

A fémbevonatok a vízepítésben a hosszú élettartamú védelmet igénylő szerkezeteknél /duzzasztók, hajószilipek, erőművek, csővezetékek stb./ kerülnek alkalmazásra mindig festék-bevonattal kombinálva.

4.2.2 Festési eljárások

A festékbevonatok felhordását a megfelelően előkészített /oxidmentesített és zsírtalanított/ felületre festési eljárásokkal végezzük.

A 3-4 egymásutáni rétegben készülő bevonatrendszer felhordása történhet:

1. kézi úton ecseteléssel,
2. szórással és
3. különböző lakkozási eljárásokkal /igényes kivétel esetén mártással, locsolással, öntéssel, hengerezéssel, doblakkozással/.

A vízepítési acélszerkezeteknél az ecsetelés és a különböző szórási eljárások alkalmazása terjedt el. A lakkozás alkalmazási köre a szerkezetek jellege miatt kisebb.

A festési-lakkozási eljárások iránt érdeklődőknek bőveges hazai és külföldi szakirodalom áll rendelkezésére. [39] [40]

4.2.2.1 A festési eljárások általános elvei

Az általános elvek valamennyi eljárásra vonatkoznak és figyelmen kívül hagyásuk alapvető hibák elkövetéséhez vezethet.

Az általános elvek a következők:

- kifogástalan festési munkát végezni száraz, pormentes, 20°C körüli hőmérsékletű helyen lehet, ezért festési munkát lehetőleg zárt, fedett helyen végezzünk; zárt térben csak az előírásoknak megfelelő helyen /festőműhely/ szabad festeni,
- szabadban festési munkát végezni esős, ködös időben, harmatképződéskor nem szabad; a levegő maximális relatív nedvességtartalma 70 % lehet,
- festési munkát + 5°C és + 50°C közötti hőmérsékleten szabad végezni; többkomponensű festékeknel ettől eltérő a gyártmányismertetőkből közölt hőmérsékleti intervallum is lehet megadva,
- kerülni kell a tűző napon, forró fémfelületre való festést; festéshez legjobb a kora délelőtti és késő délutáni időpont,
- festeni csak megfelelően /előírás szerint/ előkészített pormentes és száraz felületen szabad,
- a festékanyagokat lehetőleg központilag kell "felhordásra kész" állapotra előkészíteni /felkeverni, szűrni, kellő viszkozitásra beállítani/,
- a festékanyagokat kizárólag a termékszabványban megnevezett hígítóval és mértékben szabad hígítani,

- a munkaeszközök és berendezések üzembiztonságáról és tisztaságáról a munka megkezdése előtt, illetve befejezése előtt meg kell győződni,
- a festékanyagokat tárolni csak a gyártmányismertető és szabványelőírások /KGSZ 22.9001/ szerint szabad,
- a festési munkáknál az egészség-, munkavédelmi és tűzrendészeti előírásokat hiánytalanul be kell tartani.

4.2.2.2 Ecsetelés

Hazánkban a festési munkák 50-60 %-a ecseteléssel készül.

Ma is a leggyakrabban alkalmazott, de nem korszerű, nem termelékeny eljárás.

Az ecsetelés a legrégebb festési eljárás.

Előnyei: a festékveszteség ecsetelésnél csekély, függetlenül a tárgy alakjától, felületi kiképzésétől bárhol alkalmazható. Alapozó festésre a legalkalmasabb eljárás, mert az ecset dörzsölő hatására a festék kiszorítja a felületi repedésekbe, pórusokba behúzódó nedvességet, port, levegőt és a festék minden pórusba megfelelő mértékbe be tud hatolni.

Minden mázolósi, festési technikának meg van a maga külön ecsetfajtája. Pl. alapozáshoz marokecset, zománcozáshoz oszlatoecset, sarkokhoz, nehezen hozzáférhető helyekhez a hajlitott radiátorecset stb.

A megfelelő minőségű ecseteléshez elengedhetetlen a festék helyes hígítása, mert ettől függ a bevonat egyen-

letes rétegvastagsága, területe, eldolgozhatósága. Túl hígított festék megfolyik, a rétegvastagság alacsony, védőképessége gyenge. Túl sűrű festékekkel túl vastag lesz a réteg, mely ráncosodik, lassan szárad, a felületen megcsúszik.

Munka után az ecseteket oldószerben vagy a festék hígítójában azonnal kimossuk, majd szappanos vizes kiöblítés után tároljuk. Az ecsetek tárolása oldószeres ecsettároló edényben történik.

4.2.2.3 Festékszórás

Hazánkban a festési munkák 30-35 %-a szórással készül, tömeggyártásnál alkalmazása nélkülözhetetlen. Az eljárásnál a festéket szórópisztollyal szórják a bevonandó felületre. Az eljárás termelékenysége sokszorosa az ecsetelésnek, hátránya a nagy oldószer- és anyagveszteség, amely azonban az újszerű eljárásoknál egyre csökken.

A felhasználásra kerülő festék minőségétől, a felhasználás céljától, az alkalmazott nyomástól függően többféle festékszóró-pisztoly alakult ki, amelynek az adagolási rendszertől és a porlasztófej kialakításától függően térnek el egymástól.

Az adagolási rendszer szerint megkülönböztetünk

alsó-,
felsőtartályos,
különálló tartályos pisztolyokat.

A pisztolyadagolás típusa szerint:

- szivórendszerű,
- gravitációs rendszerű,
- nyomás alatt működő

pisztolyokat különböztetünk meg.

A porlasztófej kialakítása szerint megkülönböztetünk:

- szivórendszerű, valamint
- külső és belső porlasztású

fúvókákat.

A szórópisztolyokban a festék porlasztását sűrített levegő, sűrített levegővel meghajtott szivattyúval előállított, az áramló festékre ható nyomás /airless-rendszer/ vagy centrifugális erő végzi /kis-nyomású airless/.

A festékszóró berendezések az üzemi nyomás szerint lehetnek:

nagynyomású	/20-300 kp/cm ² /	airless
nagynyomású	/1-5 kp/cm ² /	/levegőporlasztásos /
kisnyomású	/0,2-0,5 kp/cm ² /	/levegőporlasztásos /

A szórt festékhőmérséklet szerint csoportosítva megkülönböztetünk hideg és meleg festékszórást.

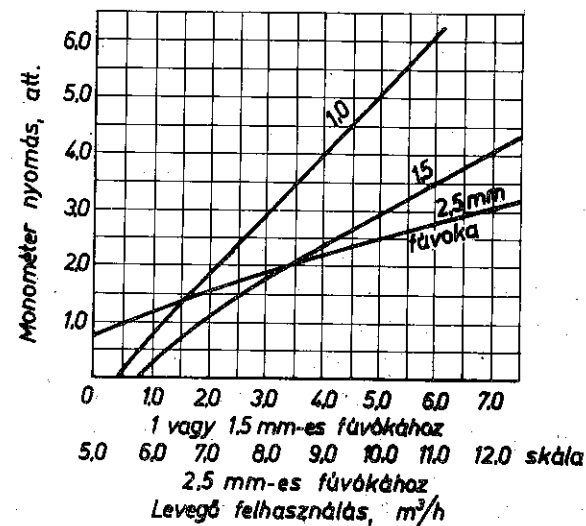
A vízű területén elsősorban a levegőporlasztásos és az airless /Wagner, Graco márkájú/ elven működő hidegen szóró berendezéseket alkalmazzák.

4.2.2.3.1 A levegőporlasztásos festékszórók

A működő berendezés kompresszorból, levegőszűrővel /viz- és olajleválasztó/ felszerelt csatlakozó vezetékből, és szórópisztolyból áll.

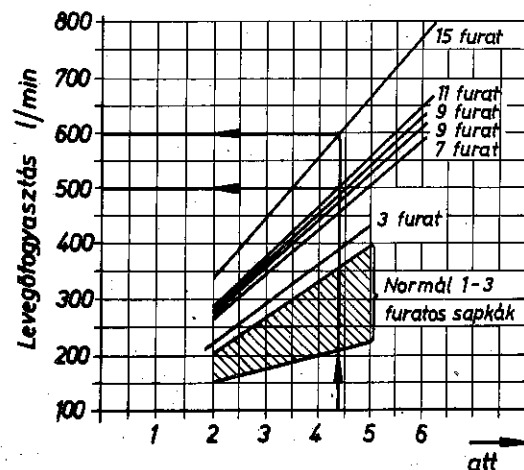
A kompresszorok és a levegőszűrők több típusa ismert. A tipuskiválasztás a szóráshoz szükséges levegőmennyiség alapján történik.

A levegőszükséglet a 4.4 - 4.5 ábrák, és a 4.6, 4.7 táblázat segítségével állapítható meg.



4.4 ábra

Szórópisztolyon átáramló levegő mennyisége különböző fúvókák és nyomás esetén



4.5 ábra

Normál és nagy teljesítményű szórópisztolyok
levegőfogyasztásának összehasonlítása

A szórópisztolyhoz a levegő a szűrőtől gumi-légtöm-
lőben áramlik. Gumilégtömlekként 5, 6, 8 vagy 10 mm
belső átmérőjű, 4 mm falvastagságú légtömlelt alkalmaz-
nak. Ez a típus 10 att-ig megfelelő. A tömlőhossz ál-
talában 2-3 m belső munkáknál, 15-30 m külső munkák-
nál.

A szükséges tömlőkeresztmetszet megállapítását a levegő
áramlási sebessége /10-20 m/sec között/ függvényében a
4.6 táblázat könnyíti meg.

A szórópisztolyok is több típusban készülnek. A
hazai pisztolyok F-I-VII-ig római számokkal jelöltek.
A fényezőipar az F-IV-F-VII típusú szórópisztolyokat
használja.

Szórópisztolyok levegőfogyasztása

Fúvóka Ø mm	Kisebb felületnél		Nagyobb felületnél	
	Levegő szükséglet m³/óra		Levegő szükséglet m³/óra	
	körsugár	lapos- sugár	körsugár	lapos- sugár
0,3	1,8	-	-	-
0,5	3,5	-	-	-
0,8	4,0	5,0	-	-
1,0	5,0	6,0	7,5	9,0
1,2	5,5	6,5	8,5	10,0
1,5	6,0	7,0	10,0	12,0
1,8	6,5	8,0	12,0	14,0
2,0	8,7	10,0	-	-
2,2	12,0	14,0	-	-
2,5	15,0	17,0	14,0	17,0
3	20,0	24,0	18,0	22,0
4	-	-	21,0	25,0
5	-	-	39,0	35,0

4.7 táblázat

Légtömlő-keresztmetszet és szállított
levegőmennyiség

Tömlő $\varnothing$ /mm/	Légsebesség					
	10	12	14	16	18	20
	m ³ /óra					
6	10	12	14	16	18	20
8	18	22	25	29	33	36
10	28	34	40	45	52	57

A pisztolyok jellemzőit a 4.8 táblázat foglalja össze.

A szórásnál alkalmazott fúvókaátmérő a nyomástól és a festéktípustól is függ.

A festékek szórásához használatos fúvóka átmérőket a 4.9 táblázatban foglaltuk össze.

Szóráskor a szórópisztolyt a felületre merőlegesen vezetjük, a felülettel párhuzamosan, egyenletes sebességgel.

A fúvóka a felülettől 15-30 cm-re van. Az egyenletes festékborítást keresztszórással érik el.

A szórópisztolyokat a szórás befejezése után azonnal ki kell tisztítani. Higitóval való átmosás után a szórófejet, fúvókát, festéktűt kiszervele le kell mosni és szárazra törölve, összeszerelve tárolni.

4.8 táblázat

Hazai szórópisztolyok jellemzői

Tipusa	Felépítése, jellemzője	Fúvóka nyílás /mm/	Alkalma- zott le- vegőnyo- más /atm/	Alkalmazási területe	Megjegyzés	Tartály térfogat /l/
P-IV.	Felsőhelyes kör alakú szóróképpel	0,7	max. 4,0	Kis méretű tár- gyak, kisebb tömegcikkék	0,1-0,2	
P-V.	Felsőhelyes kör és ovális szóróképpel, univerzális	1,5	max. 4,0	Nagyobb felüle- tek és tárgyak	Szórási irány csak füg- gőleges vagy víz- szintes	0,3-0,5
P-VI.	Alsó tartályos szívóhatású, kör és legyező alakú szórásra	1,5	max. 5,5	Általános ipari célra	Szórási irány tetsző- leges	1,1-1,2
P-VII.	Alsó tartályos, nyomással műkö- dő kör és ová- lis szóróképpel	1,5	max. 5,5	Általános ipari célra	Szórási irány tetsző- leges	1,1-1,2

4.9 táblázat

Festékekhez használatos fuvóka-átmérők
és nyomások

Anyag megnevezése	Fuvóka átmérő /mm/	Porlasztó nyomás /atm/
Szórókitt	2-3	3
Olaj- és műgyanta- bázisú zománc		
híg	1-1,5	1-1,5
sűrű	2-3	2,5-3
Legfinomabb olajlakk		
matt	1-1,5	2-3
fényes	1-1,5	1-1,5
Nitrozománc		
nagy felülethez	2-3	2,5-3,0
kis felülethez	1-1,5	2-2,5

4.2.2.3.2 Különleges szóróeljárásokMeleg és forró festékszórás

A hagyományos ún. hideg festékszórásnál a jó porlasztáshoz szükséges kis viszkozitást jelentős oldószer hozzáadásával biztosítjuk. Ugyanezt elérhetjük a festékanyagok melegítésével is. Ha a festék hőmérséklete 40-60°C, meleg szórásról, a felett kb. 80°C-ig forró festékszórásról beszélünk.

Ennek az eljárásnak előnyei:

- a festék nagyobb hőmérséklettel kerül a felületre, így a festés a környezeti hőmérséklettől bizonyos mértékig függetleníthető,
- a festék nagyobb testanyagtartalma miatt a bevonat tömörebb, jobb minőségű,
- alkalmazásával jelentős hígító megtakarítás érhető el, a szórás biztonságosabb, megfolyási veszély csökken,
- a meleg festék kisebb nyomáson is jól porlasztható,
- levegőfelhasználás kisebb.

Hátrányai:

- fűtőenergia-igény,
- különleges festék és hígító igénye,
- drága.

A forgalomban lévő forrón szóró készülékeknél a festék melegítése, villamos fűtéssel, melegvizzel vagy forró levegővel történhet.

Közvetlen fűtésű a "Colotherm F" "Ecom-O-Matic" körforgásos, közvetett hőcserélő elven működnek a "De Vilbiss", "Atlas-Copco", Svenka Martins cég új gyártmányai.

A meleg, illetve forrón szórás csak nagy sorozatok festésénél, folyamatos üzem és megfelelő festék felhasználása mellett gazdaságos.

Nagynyomású "levegő nélküli" /airless/ festékszórás

Az ún. levegő nélküli meghatározás megtévesztő, mert ezen készülékek is - a villamos árammal működő kivételével - használhatnak levegőt.

Éz a levegő azonban a festékporklasztásban nem vesz részt, sőt a festékekkel nem is érintkezik. Ezért "levegő nélküli". A sűrített levegő vagy villamos áram által működtetett dugattyús szivattyú nagynyomású /70-200 at/ festéket állít elő, amely a szórópisztoly néhány tized mm-es furatán átsajtolódva az expanzió hatására porlik szét és terül el a festendő tárgy felületén. Az ilyen típusú készülékek használata, igen kedvező tulajdonságaik miatt széles körben terjed és hazai gyártása is folyik Székesfehérvárott a bevált Wagner-licence alapján.

A készülékeket két nagy csoportba sorolják:

pneumatikus

villamos árammal működő

nagynyomású festékszóró készülékekre.

A nagynyomású készülékek készülnek hideg, forró és elektrosztatikus szóráshoz.

Pneumatikus működésű készülékek a Bede-Airless "Variant" a "Graco" Monark, President, Bulldog, a Kovófinish "VYZA" készülékei, a De Vilbiss, a Richard C. Walter, a Binks, az Atlas-Copco, a Nordson stb.

A villamos működtetésű készülékek lehetnek villamos meghajtásúak; ilyen pl. a "Wagner-Airless"; elektrohidraulikus rendszerűek; ilyen pl. a "De Vilbiss" vagy a Graco "E/H Hydra-Spay" készüléke.

Készülnek kétalkotós festékek nagynyomású szórására is alkalmas berendezések. Ezek jellemzője, hogy a két alkotó keveredése csak a szórófejben történik.

Az "Airless" rendszer

Előnyei:

- nagy 2,5 - 3 x teljesítmény, egyharmad sűrített levegő igényével,
- a festék mindenütt jól terül, festékködképződés minimális,
- sűrű festékek is szórhatók,
- egy művelettel 120-200 μ m rétegvastagság is kialakítható,
- elcsúszási igény kisebb.

Hátrányai:

- szórás kép csak fúvókacserével módosítható,
- igen gondos festékszűrést igényel,
- drága berendezések.

Elektrosztatikus festékszórás

Elsősorban tömeg- és szériagyártásnál, automatikus berendezéseknél alkalmazható gazdaságosan. Alapelve az ellenkező villamostöltésű testek egymás közötti vonzó hatásán alapul. A porlasztott festékszempcséket erőterben negatív töltésűre ionizálják és az ionizált festék-cseppek az ellentétes, pozitív töltésű tárgy felületére csapódnak.

A készülékek 92-98 % festékkihasználással, tehát igen gazdaságosan, nagy termelékenységgel dolgoznak. Hazánkban a Hajtómű- és Felvonógyár gyárt ilyen berendezéseket stabil és kézi, hordozható kivitelben egyaránt. A berendezéseket számos vállalat használja hazánkban.

Külföldi berendezések a "Nordson Versa Spray", a "Bede-Airless" nagynyomású elektrosztatikus festékszórói, amelyek mind a két eljárás előnyeit egyesítik.

Előnyei:

- tagolt tárgyak; hálók, rácsok, korlátok bevonására is alkalmas,
- egyidejűleg a szórásiránnyal ellentétes felület is bevonható,
- csúcsokon, éleken egyenletes a bevonat,
- stabil berendezések igen jól automatizálhatók,
- kézi készülékek minden helyzetben alkalmazhatók,
- festékvesztése minimális,
- süritettlevegő igénye minimális.

Hátrányai:

- mélyedések az árnyékolási veszély miatt rosszul vagy egyáltalán nem vonhatók be,
- kézi készülékeknél a teljesítmény kicsi,
- stabil berendezés beruházási igénye magas,
- csak meghatározott festékek szórhatók $/1.10^7 - 1.10^8$ ohm.cm ellenállásúak/,
- kezelésük nagy szakértelmet igényel,
- a készülékek üzemzavarra érzékenyek,
- vastagbevonatok készítésére nem alkalmas eljárás.

Nagy felületek korrózióvédelmének /pl. vízépitési acélszerkezetek/ az elektrosztatikus festés nem vált be.

Egyéb szóróeljárások

Az iparban kisebb teljesítményre 110-220 V feszültségre készülnek az ún. villamos árammal működő szórópisztolyok.

A szórópisztoly készülhet rezgődugattyús /pl. "Mistral"/ és centrifugális porlasztrással működő /pl. "Egaspray" "Turbolac"/, valamint nagyfrekvenciával dolgozó kivitelben. Ismertetésüket az irodalom tartalmazza. [39] [40]

4.3 A festékbevonatok hibái

A festékbevonat minősége, akár külső megjelenésre, mechanikai sajátosságokra, vagy idő előtti tönkremenetelére vonatkozik, nem csupán a festék tulajdonságaitól származhat. A bevonatkészítésnél elkövetett hibák - szennyezett felületre történő festékréteg kialakítás, a festék nem rendeltetésszerű felhasználása -, nagy mértékben ronthatja a festékbevonat ellenállóképességét, minőségét.

Az alábbiakban néhány jellegzetes hibajelenséget, annak okait és elkerülési lehetőségeit ismertetjük.

4.3.1 Rétegekialakítás közben fellépő hibák

Száraz szórás

Ha a festékszórást az előírtnál nagyobb távolságból, illetve nagyobb levegőfelesleggel végzik, a permet kis oldószer tartalommal érkezik a felületre. A felület ebben az esetben szemcsézett, és a festékréteg nem tapad az alaphoz. Csökkentett szórási távolsággal és levegőfelesleggel a hiba megszűnik.

Mártásnál fellépő hibák

A festék megfolyása következik be, ha a tárgy kiemelése a fürdőből túl gyorsan történik. A bevonat vastag, illetve egyenetlen, ha a festékben oldószer-vesztés lép fel, vagy ha a festék nincs kellően felkeverve.

A festék területe rossz

A festék felvitele után nem alakul ki sima, egyenetlen réteg. Ezt okozhatják a festék reológiai sajátosságai,

gyors párolgás, túl gyors száradás.

Megszüntethető lassan párolgó oldószerek, nedvesítőszerek hozzáadásával, a pigmenttartalom csökkentésével stb.

A festék megfolyik

Kritikusnál nagyobb vastagságban függőleges vagy ferde felületekre felhordott réteg esetén előforduló jelenség, ami a festék reológiai sajátosságaival áll összefüggésben. Megszüntethető tixotropizáló adalék alkalmazásával vagy az egy lépésben felvitt réteg vastagságának csökkentésével.

Narancshéjasodás

Akkor lép fel, ha a rétegből gyorsan illó oldószer párolgása közben a festékfilmben örvényszerű áramlás jön létre, s az így bekövetkező felületi egyenetlenségek a viszkozitás megnövekedése miatt már nem szűnhetnek meg. Hasonló jelenség lép fel akkor is, ha helytelen az oldószer összetétel, vagy az előírtnál gyorsabban emelik a szárítás hőmérsékletét.

Ráncosodás

E hiba akkor jelentkezik, ha a festéket az előírtnál vastagabb rétegben vitték fel, vagy a festék túl sok szikkativot /főként kobaltot/ tartalmaz.

Kifehéredés

A jelenség levegőn száradó lakkok esetén akkor jelentkezik, ha a gyors oldószer elpárolgás következtében a lehűlt filmben a levegőből víz kondenzálódik, és a film koagulál. A hiba megszűnik a víz elpárolgása után. Lassabban

párolgó oldószer komponens adagolásával, vagy olyan oldószer alkalmazásával küszöbölik ki, amely vízzel azeotróp elegyet alkotva, annak eltávozását elősegíti.

Hólyagosodás és kráteresedés

Festékfelhordást követő hólyagosodás, majd a hólyagok elpattanásából keletkező kráteresedés annak következménye, hogy nagy a festék viszkozitása vagy a gyors száradás miatt a vastag festékrétegből az oldószer nem tud eltávozni a festékfilm felületi részének megszilárdulása előtt. Ha a kezdeti száradás lassúbb, illetve vékonyabb rétegben történik a festék felvitele, e jelenségek nem lépnek fel. Kráteresedés még szilikon szennyeződés hatására is fellép.

Szemcsésesség

Létrejöhethet, ha pigmentaggregátumokat vagy kötőanyag-szemcséket tartalmazó festéket hordanak fel, illetve ha a festék felvitelét nem pormentes térben végzik.

Szétúszás

A festékben lévő különböző pigmentek egymástól elkülönülnek, és így színben inhomogén felület alakul ki. Főként eltérő poliaritású pigmentek alkalmazása esetén fordul elő /pl. párizsíkék + krómsárga/. A jelenség kiküszöbölhető nedvesítőszerrel, organofil pigmentek alkalmazásával és fokozott bedörzsöléssel.

Kivirágzás

Hőre keményedő, szerves pigmentet tartalmazó festékeknel tapasztalható, hogy a bevonat színe helyenként el-

térő. A felület dörzsölésekor a papír megszínesedik. A jelenség oka a pigment melegen való teljes feloldódása, s a réteg lehűlésekor a pigment a felületen kikristályosodik.

Megszüntethető, ha a pigmentet nagyobb koncentrációban alkalmazzák, illetve a beégetési hőfok csökkentésével.

Felmaródás

Abban az esetben tapasztalható, ha nem tartják be az egyes festékrétegek felhordása közt előírt száradási időt, s agresszív oldószert tartalmazó következő réteget visznek fel.

Kiküszöbölhető az előírt száradási idő pontos betartásával, illetve az agresszív oldószer megfelelő helyettesítésével.

Kivérzés

Szerves pigmentet tartalmazó alapozó festékek átvonásakor jelentkezik, ha az átvonó festék oldószere kioldja az alaprétegből a pigment egy részét, amely átdiffundálva az átvonó felső réteget elszínezi. A hiba a festékanyagok megfelelő megválasztásával küszöbölhető ki.

4.3.2 Igénybevétel közben fellépő hibák

Színváltozás

Bekövetkezik a pigment nem kielégítő fényállósága, illetve kémiai ellenállóképessége vagy a kötőanyagban bekövetkező kémiai reakció /kromofort csoportok képződése/ miatt.

Csökkenthető, ha az igénybevételi követelmények alapján a megfelelő pigmentet, illetve kötőanyagot alkalmazzák.

Krétásodás

A filmképző anyag az igénybevétel hatására fokozatosan lebomlik, s ezáltal a felületen lévő pigment szemcsék szabaddá válnak. A jelenség első szakasza a festékréteg fokozatos elkopása.

E folyamat sebessége a pigment- és filmképző anyag minőségének függvénye, ami fény és nedvesség hatására a pigment és filmképző anyag határfelületén megy végbe.

A lassú krétásodási folyamat nem káros, a bevonat tisztántartása szempontjából kifejezetten előnyös, ezen túlmenően a film elridegedése okozta repedéseket is megakadályozza a bevonat lassú vékonyodása.

Repedezés

A hibát részben a filmréteg öregedése következtében fellépő feszültségek okozzák, másrészt a film elridegszik és az alap mozgását /pl. hőtágulás/ nem képes követni. Vékonyabb réteg esetén kisebb a repedezési hajlam. Abban az esetben, ha csak a felületi réteg reped meg, ez megakadályozza a teljes réteg átrepedését, s így egy ideig kiegyenlíti a feszültséget, ezáltal növelhető az élettartam.

E hiba csökkenthető, ha rokon-sajátságú rétegeket építenek egymásra.

Bevonat leválása

A jelenség oka: a réteg rossz tapadása az alaphoz, amelyet a helytelen felületelőkészítés, kedvezőtlen időben végzett felhordás, túl sima alapfelület okozhat. Először a festékréteg repedezése, majd a réteg leválása megy végbe.

Ilyen hiba esetén az egész bevonat felújítandó.

4.4 A festék- és festékbevonat vizsgálatok

A bevonatrendszerek kialakításával szorosan összefügg a minőségellenőrzés kérdése.

A festék- és festékbevonat vizsgálatok a következőképpen csoportosíthatók:

- a/ elővizsgálatok,
- b/ folyékony festékek vizsgálata,
- c/ filmképzési folyamatok vizsgálata,
- d/ festékbevonatok vizsgálata.

A festékbevonatok vizsgálatával kapcsolatban meg kell említeni mindenekelőtt azt, hogy a festékbevonat kialakítása mindig valamilyen hordozót tételez fel. Festékbevonatok vizsgálata során tehát nem csak magát a filmet, hanem egyúttal a film és a hordozó kölcsönhatását, sőt magát a hordozót is vizsgálják.

Figyelembe kell venni továbbá azt, hogy igényes korrózióvédelem egyetlen bevonattal általában nem oldható meg, ezért különböző típusú anyagokból felépített bevonatrendszereket alkalmaznak.

Az egész bevonatrendszer tulajdonságai viszont nem additive tevődnek össze az egyes rétegek tulajdonságaiból, az egymás melletti rétegek tulajdonságaiból; az egymás melletti rétegek kölcsönhatása, összeférhetősége is elsőrendű tényező. Éppen ezért többféle anyagból kialakított bevonatrendszer tulajdonságait nem lehetséges az egyes rétegek tulajdonságaiból extrapolálni, annak ismeretéhez a teljes bevonatrendszer vizsgálatára van szükség.

Az elővizsgálatok és a folyékony festékek vizsgálata, a tulajdonképpeni festékanyag minőségellenőrzése országos és ágazati szabványok, valamint gyári előírások szerint végezhető.

4.4.1 Festékanyagok elővizsgálata

A festékanyagok felhasználás előtti vizsgálatának célja annak megállapítása, hogy a festékekben tárolás közben nem következik-e be olyan jellegű és mértékű változás, amely előírt körülmények közötti felhordása, illetve szárítása esetén is alkalmatlanná teszi rendeltetésének betöltésére.

Az elővizsgálat általában a következőkre terjed ki: viszkozitás, üledék- és bőrképződés, száradóképesség.

A viszkozitás tárolás közben csaknem mindig növekszik. Ezt okozhatja az oldószer elpárolgása; a kötőanyagban, továbbá a kötőanyag és a pigment közt végbe-menő kémiai reakció. A festék értéke csökken, sőt használhatatlanná válik, ha a felhasználási viszkozitása csak a megengedettnél nagyobb mennyiségű hígító hozzáadásával, illetve egyáltalán nem érhető el. Az üledék-képződéssel kapcsolatban meg kell említeni, hogy tárolás közben a festékszuszpenzióból a pigment, illetve töltőanyag egy része előbb-utóbb mindenképp kiülepszik, a részecskék méretétől, a fajsúly különbségétől, a rendszer viszkozitásától függően.

Üledékképződés miatt a festék csak akkor válik alkalmatlanná, ha az üledéket nem lehetséges egyszerű keveréssel megszüntetni. A pigmentnek a rendszerből való elkülönülése következtében ugyanis lényegében megvál-

tozik a festék összetétele, értéke /pl. korrózióvédő képessége/ lecsökkenhet, színe megváltozhat stb.

A bőrsődés levegőn oxidatív uton száradó festékek esetén fordul elő, s anyagvesztést okoz. Főként akkor káros, ha nem korlátozódik a festék levegővel érintkező határrétegére.

A száradóképesség csökkentése ugyancsak a levegőn, oxidatív uton száradó festékek esetén tapasztalható, főként a pigment és a szikkativ molekulák kölcsönhatása következtében. Az elővizsgálatnál nem kielégítőnek talált száradás javítható szikkativok utólagos adagolásával.

4.4.2 Folyékony festékek vizsgálata

Kifolyási idő meghatározása

Az MSZ 9650/3 alapján mérőponnárral történik. A belső surlódást /viszkozitást/ 100 ml 20°C-os festék kifolyási idejével jellemzik.

Fedőképesség meghatározása

Fedőképesség a festéknek az a tulajdonsága, hogy a felületre egyenletes rétegben felfestve annak eredeti színét elfedi.

Mértéke az ehhez 1 m²-enként szükséges festék mennyisége.

Meghatározásának elve a következő: a vizsgálandó festékből üveglemezen olyan rétegvastagságot alakítanak ki, hogy az üveglemez alá helyezett fekete-fehér kontraszt-lemez kontrasztja éppen eltűnjön.

4.4.3 Filmképzési folyamat vizsgálata

A filmképzés a száradás folyamatos vizsgálatával követhető.

Az MSZ 9640/23 szerint ez úgy történik, hogy a száradó bevonatra különböző időpontokban szűrőpapír korongot helyeznek, s azt gumihengeren át 20 p - 20 kp közötti súlyokkal 1 percen át megterhelik. Abból, hogy a szűrőpapír eközben a felülethez tapadva marad vagy azon nyomot hagy, 7 száradási fokozat, illetve az azokhoz tartozó 7 száradási idő állapítható meg.

A száradás sebessége rendkívül fontos tulajdonsága a festéknek, hiszen lényegében az szabja meg az egész festési művelet időtartamát. A vizsgálatok értékelésénél azonban szem előtt kell tartani, hogy a száradási sebesség igen sok tényezőtől, így többek között a rétegvastagságtól, a hőmérséklettől, a légnedvességtől, a légnyomástól stb. függ.

4.4.4 Festékbevonatok vizsgálata

A festékbevonatok, a bevonatrendszer minőségellenőrzése általában az alábbiakra terjedhet ki:

- összrétegvastagság /MSZ 9640/21/
- keménység /MSZ 9640/2/
- tapadás /MSZ 9640/25/ vagy a megrendelő és kivitelező megállapodása szerint
- rugalmasság /MSZ 9640/5/
- ütésállóság /MSZ 9640/9/
- felületi fényesség /MSZ 9640/24/
- kopásállóság /MSZ 21164/
- vízállóképesség /MSZ 9640/11/
- bevonatrendszer folytonossága és egyenletessége.

A vizsgálatok körét célszerű a korrózióvédelmi leírásban, illetve a vállalkozási szerződés mellékletében rögzíteni. A vizsgálatok köre szűkíthető, általában elegendő az egyenletesség és folytonosság, az összrétegvastagság, keménység és tapadás ellenőrzése.

Rétegvastagság meghatározása

Mechanikus vagy mágneses módszerrel történik. A mechanikus rétegvastagság meghatározásához mikrométercsavart /próbalemezek esetén használható/ vagy erre a célra szolgáló mérőórát alkalmaznak /MSZ 9640/21/. Ezeknek a módszereknek a hátránya, hogy a vizsgálathoz a bevonatot roncsolni kell /a mérés helyén el kell távolítani/. A mágneses rétegvastagságmérő azt a hiányosságot kiküszöböli, viszont hátránya, hogy csak ferromágneses alapra vitt bevonat esetén alkalmazható. A mágneses rétegvastagságmérők Coulomb törvényén alapulnak, amely szerint a ferromágnes test és a permanens mágnes közti vonzóerő a köztük lévő távolság négyzetével fordítva arányos.

A legismertebb típus az Elkométer /MSZ 9640/21/.

Keménység vizsgálata

Karcoló, nyomó és ingás módszerrel történik. A háromféle módszer a keménység más-más megnyilvánulási formáját méri: a karcoló a bevonat szakítási szilárdságát, az ingás elasztikus rugalmasságát, a nyomó pedig egy keményebb idegen test behatolásával szembeni ellenállóképességét méri. Épp ezért a kapott eredmények semmi körülmények közt sem számíthatók át egymásba.

A karcoló igénybevétellel működő készülékek két nagy csoportba oszthatók:

- a/ állandó karcoló testtel és fokozatosan növekvő megterheléssel működők /Clemen/ /MSZ 9640/3/,
- b/ különböző minőségű karcoló test, állandó megterheléssel működve /ceruza/ /MSZ 9640/2/.

A karcolási keménységet a Clemen-féle módszer azzal a súllyal jellemzi, amellyel megterhelve a kés a bevonatot éppen átvágja; a ceruza keménység pedig annak a legpuhább ceruzának keménységi fokozatával adható meg, amely a bevonatot 300 p terheléssel már karcolja.

A nyomó igénybevétellel működő keménységmérők közül a Buchholz-féle módszer szabványos /MSZ 9640/26/, amelynek lényege a következő: 500 p-dal megterhelt ék alakú testet helyeznek a vizsgálandó bevonatra, s a keletkezett nyom hossza reciprokának 100-szorosával jellemzik a keménységet.

Az ingás keménység tulajdonképpen a bevonat plastikus deformálhatóságával áll összefüggésben. A plastikusan deformálható bevonaton az inga lengése ugyanis gyorsan csillapodik, míg az elasztikuson nem. A bevonat ingás keménységét %-ban fejezik ki, amelyet a bevonaton, illetve a sima üveglemezen adódó lengésszámokból /lengési időkből/ számítanak ki.

Tapadás vizsgálata

A festékbevonat legfontosabb tulajdonsága. Csak a felülethez, illetve a szomszédos réteghez kifogástalanul tapadó réteg képes rendeltetésének megfelelni.

Vizsgálatára az MSZ 9645 a rácsvágó módszert írja elő. Lényege a következő: éles késsel vagy zsilettpen-

gével a bevonatot 11-11 db, egymással párhuzamos, egymástól 1 mm-re eső, alapig hatoló metszéssel hossz-, majd rá merőlegesen keresztirányban átvágják. Így 100 db 1 mm²-es négyzetet hoznak létre. A négyzethálóra CRILUX szalagot ragasztanak, majd a ragasztó szalagot letépi róla. A felületen, tapadva maradó részecskék száma jellemzi a tapadást.

Ujabban egyre elterjedtebben alkalmazzák a dinamometrikus módszert: a vizsgálandó rétegre acélkorongot ragasztanak, s a korongot a réteggel együtt az alapról leszakítják. Az ehhez szükséges erőt dinamométerrel mérik.

Rugalmasság meghatározása

Hajlítással vagy mélyhúzással /Richsen-módszer/ történhet.

A hajlítási vizsgálatnál /MSZ 9640/5/ a festett próbalemez nem festett oldalával egymás után 1-20 mm átmérőjű acél hengerekre fektetik, s azok körül meghajlítják. A vizsgálat célja annak a legkisebb átmérőjű hengernek a kikeresése, amely körül a próbalemez anélkül hajlítható meg, hogy a bevonat megrepedne /leválna/.

A mélyhúzási vizsgálatnál /MSZ 9640/6/ a festett acél próbalemezt nem festett oldala felől golyó alakú testtel mélyhúzzák. A vizsgálat során mikroszkóppal figyelve állapítják meg azt a mélyhúzási fokot, amelynél a bevonat megreped /az alapról leválik/.

Ütésállóság

A festékbevonatot gyorsan, rövid ideig érő mechanikai igénybevétellel szembeni ellenállóképesség megállapítására szolgáló vizsgálat Du Pont-féle készülékben

történik. A festett próbalemezre ütőszeget helyeznek, s az ütőszegre növekvő magasságból 1 kp-os súlyt ejtenek. A vizsgálat során azt a kritikus ejtési magasságot keresik meg, amelyből a súlyt ejtve, a bevonaton károsodás még nem lép fel /MSZ 9640/9/.

Felületi fényesség meghatározása

Fényesség a felületnek az a képessége, hogy a ráeső fényt szabályosan, vagyis a beesésivel azonos szög alatt veri vissza.

A fényesség csak első pillanatban tekinthető kizárólag esztétikai követelménynek; különböző igénybevétel hatására bekövetkező változása /matulás/ jól tájékoztat a bevonat ellenállóképességéről.

Meghatározása Lange-féle fényességmérővel történhet /MSZ 9640/24/, amelynél a felületre 45° -os szögben ejtett, majd arról 45° -os szögben visszaverődött fényt fényelem méri.

Kopásállóság meghatározása

Az MSZ 21164 szerint Stock-féle módszerrel történhet. Ennek lényege, hogy 180 cm hosszú csövön át addig szórnak homokot a cső alatt 45° -os szögben rögzített festett üveg próbalemezre, amíg az üveglemez alá helyezett izzólámpa fénye éppen átlátszik. A kopásállóságot az ehhez szükséges homok súlyával jellemzik.

Ujabban inkább a Taber-féle módszert használják. Ennek az eljárásnál a koptatást olyan gumikoronggal végzik, amelybe megfelelő csiszolóanyag van beágyazva. A koptató hatás a korongok megterhelésével változtatható.

Vízzel szembeni ellenállóképesség vizsgálata

Festékbevonatok és a víz kölcsönhatását a következő szempontok szerint vizsgálják:

vizfelvétel /duzzadás/,
vizállóság,
vizáteresztő képesség.

Közülük legfontosabb a vizállóság, amelyet az MSZ 9640/11 szerint a következőképpen határoznak meg. A vizsgálandó festékbevonatot megfelelő alapozás után rozsdamentes acél próbalemezre hordják fel, száradás után desztillált vízbe merítik, majd a vízből időszakosan kiemelve a bevonatot szín- és fényváltozásra, hólyagosodásra, ráncosodásra, esetleg egyéb tulajdonságokra minősítik. A minősítést nem csak a vízből való kiemelés után azonnal végzik, hanem 20 perces és 24 órás levegőn szárítás után is.

4.4.5 Festékbevonatok ellenállóképességének vizsgálata természetes /atmoszferikus/ igénybevételekkel szemben

A festékbevonatok értékének egyik legfőbb meghatározója az az időtartam, amennyi ideig rendeltetésének meg tud felelni.

Ennek az időtartamnak legkézenfekvőbb meghatározási módja a próbalemezre felépített bevonatrendszer felhasználási körülmények között felállított állványra helyezi, s a rajta bekövetkező változásokat időszakosan ellenőrzi.

Az állványok elhelyezése történhet természetes atmoszferikus viszonyok között, víz alatt, vízvonalom stb. is.

Az értékelés általában a következőkre terjed ki: fényesség, szín, krétásodás, repedés, erózió, holyagosodás, tapadás, rugalmasság, rozsdásodás, réteges leválás. A kitéti vizsgálatok végrehajtását atmoszferikus igénybevételnél az MSZ 4395, vízi igénybevételnél az MSZ 19203 előírásai szabályozzák.

Vízi kivételi vizsgálatokhoz alkalmas vizsgálópontont ábrázol a 4.6 ábra.

A természetes igénybevétellel szembeni ellenállóképesség vizsgálata főként azért problematikus, mert túl hosszú ideig, gyakorlatilag a bevonat tönkremeneteléig, tehát sokszor évekig tart. Éppen ezért régi törekvés olyan módszerek kialakításának az alkalmazása, amely a vizsgálat időtartamát lerövidíti.

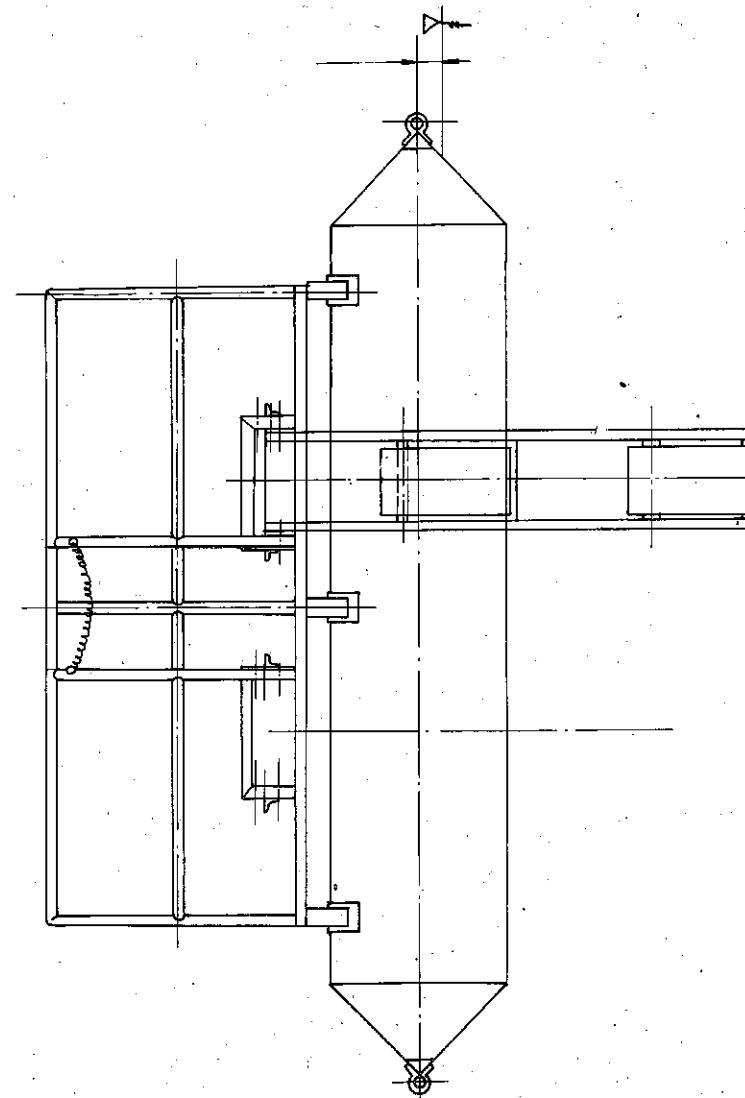
Számos gyorsított vizsgálati módszer terjedt el, amelyek mind azon alapulnak, hogy a természetes igénybevételi elemek reprodukálható módon fokozott hatásának teszik ki a bevonatokat -, s vizsgálják a változásokat.

A gyorsított vizsgálatok során adódó eredményeket a bennük elkerülhetetlenül rejlő önkényesség miatt mindig csak tájékoztató jellegűnek szabad tekinteni, és fenntartással kell fogadni.

4.5 A vízépitési acélszerkezetek karbantartása

A szerkezetek karbantartása az állapot felülvizsgálattól, a felújítási technológia meghatározásán, a kivitel megszerzésén át egészen annak ellenőrzéséig terjedő összetett feladat.

A korrózióvédelmi rendszerek karbantartását a szerkezetek tervezésével egyidejűleg kell megtervezni minden



4.6 ábra
Vizi kitételi vizsgálponton

részletében átgondolva, előre kijelölve a karbantartások várható gyakoriságát, mértékét, meghatározva a felújítás feltételeit.

Ez az elv a vízépitési acélszerkezeteknél is érvényesül.

A korrózióvédelmi karbantartási utasításnak tartalmaznia kell:

- az ellenőrzések gyakoriságát, az ellenőrzés módját,
- az észlelt hibák dokumentálásának módját,
- a javítási technológiák leírását és az elvégzett javítási munkák ellenőrzésének és dokumentálásának módját.

A karbantartás szükségességét és módját a szerkezetek rendszeres felülvizsgálata alapján döntenek el. Vízépitési szerkezeteknél évenként felülvizsgálatra, 3-5 évenként nagyrevízióra kerül sor. Festékbevonatok esetén a bevonat tönkremenetelének függvényében az alábbi javító munkálatok végrehajtása válhat szükségessé.

1. A festékbevonat javítása, ha a meghibásodás koncentrált, helyi, mechanikai sérülésből ered

- Ha a festékbevonat meghibásodása az összfelület kb. 5 %-án jelentkezik, a hibás, sérült bevonatrészeket el kell távolítani csiszolással. A sérülés környékén az ép festékbevonatot is enyhén meg kell csiszolni.
Az alapfém oxidmentesítése és zsirtalanítása után a festékbevonatrendszer az előírások szerint úgy kell kialakítani, hogy az új bevonat kb. 2 cm-en fedje az eredeti bevonatot.

- Ha a koncentrált helyi meghibásodás az összfelület kb. 5-20 %-án jelentkezik, a meghibásodott bevonatrészeket el kell távolítani csiszolással. A sérülés környékén az ép bevonatot is meg kell csiszolni.

Az alapfém oxidmentesítése és zsirtalanítása után a festékbevonatrendszer az előírások szerint úgy kell kialakítani, hogy az új bevonat kb. 2 cm-en fedje az eredeti bevonatot. A hibahelyek kialakítása után egy átvonó réteget kell az egész felületre felhordani /karbantartó festés/.

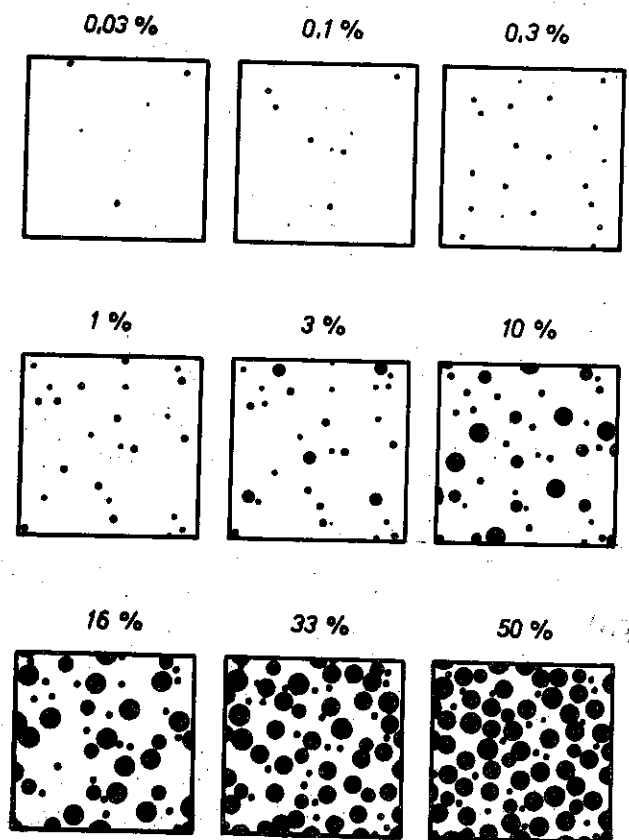
2. A bevonatrendszer javítása, ha használat közben közel egyenletesen elvékonyodott, átrozsdásodott

- Ha a festékbevonat meghibásodása eléri az összfelület kb. 0,1 %-át, a hibás, átrozsdásodott bevonatrészeket el kell távolítani csiszolással. A sérülés környékén az ép festékbevonatot is enyhén meg kell csiszolni.

Az alapfém oxidmentesítése és zsirtalanítása után a bevonatrendszer a vonatkozó előírások szerint úgy kell kialakítani, hogy az új bevonat kb. 2 cm-en fedje az eredeti bevonatot.

- Ha a hibás felületrész eléri az összfelület kb. 0,3 %-át, illetve a bevonat rétegvastagsága 20 %-ot csökkent a hibás helyek kijavítását az előzőek szerint kell elvégezni, majd a hibás helyek kijavítása után egy átvonó réteget kell az egész felületre felhordani.

- Ha a hibás felületrész eléri az összfelület 3 %-át, a teljes bevonatrendszer fel kell újítani. A felületi hibaszázalék becsléséhez ad segítséget a 4.7 ábra.



4.7 ábra
Felületi hibaszázalék etalonok
/ASTM. D. 610-68 szerint/

3. Fém + festékbevonat javítása

A bevonatrendszer tönkremenetelében az alábbi fázisok különböztethetők meg:

- csak a festékbevonat károsodott,
- a felületen átrozsdásodás látható, tehát a fémbevonat is károsodott.
- Ha csak a festékbevonat károsodott, a javítási munkákat az előző pontok értelmében, a karbantartási előírások értelemszerű alkalmazásával kell elvégezni.
- Ha a festékbevonaton vagy a szabaddá vált fémbevonaton átrozsdásodás látható vagy a fémbevonat 30 μ m alá vékonyodott, lág- vagy savmentes festéklemaróval a festékbevonatot el kell távolítani. A szabaddá vált fémbevonatról a különböző szennyeződések gyökérkefével dörzsölve, vízzel le kell mosni.

A felület teljes száradása után a rozsdás helyeket oxidmentesíteni kell. Majd az egész felületet poroló ecsettel meg kell tisztítani, majd zsirtalanítani kell. Ez után az egész fémbevonatot cinkporos alapozóval ki kell javítani és az eddig leírtaknak megfelelően az egész felületet újra kell festeni. A felületi hibaszázalék becsléséhez ad segítséget a 4.7 ábra.

Aktiv védelem és passzív védelmi módszerek együttes alkalmazása esetén az üzemeltetés és karbantartás célja az előírányzott korrózióvédelem vé-

delmi hatékonyságának fenntartása.

Ennek érdekében:

- a katódos védelmi rendszer működését meghatározott időközönként ellenőrizni kell.
Az ellenőrzés gyakoriságát a védelem állapota, a rendelkezésre álló munkaerő, anyagi eszközök stb. befolyásolják. A gyakoriság időszakos vizsgálatról az évenkénti vizsgálatig terjed. A vizsgálatok legfőbb célja a szerkezet körüli potenciálviszonyok ellenőrzése. A vizsgálatoknak a potenciálviszonyokon túlmenően ki kell terjednie az áram folyási viszonyok feltárására, a katódállomások kimenő paramétereinek meghatározására, a katódvédelmi csatlakozók állapotára, a védőanódok szétterjedési ellenállásainak ellenőrzésére, a szigetelések és az egész rendszer állagának ellenőrzésére.
- Az ellenőrzés adatait karbantartási naplóba vagy erre a célra rendszeresített formanyomtatványra célszerű folyamatosan vezetni és ellenőrizni.
- Az ellenőrzések végrehajtására felelőst kell kijelölni, részletesen meghatározva teendőit, és hatáskörét.

5. A KORRÓZIÓVÉDELMI VÁLLALATI SZERVEZÉSI

KÉRDÉSEI

5.1 A korrózióvédelem vállalati szervezési kérdései

A vizügyi korrózióvédelem feladatainak megoldása jelentős anyagi-szellemi erő-összpontosítást igényel. Az országos és ágazati elképzelések, a helyes műszaki irányelvek megvalósítása az ágazat szerveinek, vállalatainak a feladata.

Az ágazat valamennyi szerve közvetlenül vagy közvetve érdekelt abban, hogy a legfontosabb feladatok megoldást nyerjenek. Ahhoz tehát, hogy az ágazati korrózióvédelmi program valósággá váljon, az ágazat szerveinek aktív közreműködése szükséges.

Az összes érdekelt intézménynél súlyának és jelentőségének megfelelően kell foglalkozni a korrózióvédelem feladataival.

Szükségesnek látszik, hogy szervenként legalább egy fő kiemelten foglalkozzék a korrózióvédelmi témák intézésével, aki kellő felkészültséggel a vállalati korrózióvédelmi problémák felelőse és gazdája legyen.

A szervek korrózióvédelmi felelőseinek feladatait a komplexitás figyelembevételével célszerű meghatározni. Tevékenysége a vállalat szervezetében tipikusan törzskari tevékenység. Szervezeti beosztás tekintetében célszerű az igazgatónak vagy a főmérnöknek közvetlen alárendelni.

Közvetlen feladatai általában a következők:

- a vállalat korróziós veszteség-forrásainak feltárása,
- a veszteség-források ismeretében a korrózióvédelem helyi teendőinek meghatározása és szervezése,
- a döntéselőkészítéshez és a korróziós műszaki-tudományos tájékoztatáshoz szükséges külső és belső információk rendszerezése, elemzése és értékelése,
- a korrózióvédelem fejlesztési, beruházási és kutatási témaválasztási döntések kezdeményezése, a korróziós követelmények vonatkozásában ezek előkészítése,
- a vállalat termelő és kisegítő folyamatait érintő korróziós követelmények kidolgozása,
- a termelő-berendezések és gyártmányok kivitelezését, javítását és felújítását célzó munkálatok korrózióvédelmi szempontból szakszerű technológiai, ellenőrzési, átvételi, próbaüzemi korróziós kritériumainak kidolgozása, a súlyponti műveletek közvetlen ellenőrzése.

A korrózióvédelmi felelős részletes feladatait témakénti csoportosításban a következők szerint javasoljuk kitűzni.

1. A vállalati korrózióvédelmi koncepció kialakítása érdekében:
 - a korróziós veszteségforrás modell kidolgozása,

- az információbázis kialakítása a gép- és berendezés nyilvántartásában,
- a korróziós szempontból számottevő berendezések, eszközök, gépek és műszerek korróziós veszélyeztetettsége és karbantartási igénye bonyolultsági fokának meghatározására alkalmas rendszer és módszer kidolgozása, illetve alkalmazása,
- az állóeszközgazdálkodás, üzemfenntartás, illetve felújítások, beruházások gazdaságossági számításaihoz a korróziós paraméterek kidolgozása,
- évente korróziós problémákat összefoglalóan értékelő jelentés, a vállalat szerkezeti egységei konkrét munkafadatait tartalmazó intézkedési tervjavaslat készítése, ennek megtárgyalására koncepcióalkotó vállalatvezetőségi értekezlet és korróziós üzemi szemle szervezése.

2. A korróziós szempontoknak a műszaki fejlesztésben történő érvényesítése érdekében:

- a távlati fejlesztési tervek alapján a korrózióvédelem fejlesztési szempontjainak és irányelveinek kidolgozása, információszerzés és kutatási témák javasolása,
- a középtávú fejlesztési tervek korróziós feladatainak kidolgozása a gyártásfejlesztés, a gyártmányfejlesztés, szabadalom, licence vásárlás

lás, találmányok, újítások alkalmazása, illetve célra irányítása, a beruházási igények megállapítása,

- az éves TMK tervek véleményezése és korróziós korszerűsítési /szerkezeti anyag, bevonat stb./ megoldások javasolása.

3. A beruházási folyamatban a korróziós szempontok és követelmények érvényesítése érdekében:

- a beruházás korróziós vonatkozásainak feltárása érdekében a tervezett létesítmény korróziós veszteségforrás modelljének kidolgozása, adatgyűjtés, kutatások kezdeményezése,
- az előterv tanulmány véleményezése, a korróziós kikötések és követelmények kiegészítése,
- a beruházási programok korrózióvédelmi szempontból történő véleményezése,
- a kiviteli tervezéshez korróziós adatszolgáltatás,
- közreműködés és állásfoglalás a vezetői döntések előkészítéséhez.

4. Korróziós szempontból kielégítő termelő-berendezések, gépek, eszközök, műszerek biztosítása érdekében:

- a rendelések korróziós kikötéseinek véleményezése, illetve kidolgozása,

- a szerkesztés dokumentációinak felülvizsgálata és véleményezése,

- a gyártástervezés során kiválasztott gyártási mód szakvéleményezése, anyagkiválasztása, felületkezelési igények stb. szempontjából,

- a művelettervezésben a korrózióvédelem szempontjából döntő vagy kényes műveletek technológiájának szakvéleményezése,

- közreműködés és állásfoglalás a prototípus értékelésében,

- a korrózióvédelem szempontjából fontos szabványok, előírások, szabadalmak alkalmazásának szorgalmazása,

- közreműködés és állásfoglalás a berendezések, készülékek stb. átvételében.

5. Az építési, építésszerelési és technológiai szerelési munkák korróziós szempontból szakszerű kivitele érdekében:

- a szerződés korróziós kikötéseinek - a tárolásra, szerelési technológiára, bizonyos munkák sorrendjére vonatkozólag - kidolgozása és javasolása,

- a munkaterület átvétel és a leltár ellenőrzésének megszervezése a résztvevő vállalatok korróziós felelőseinek együttes részvételével a korrózióvédelemmel kapcsolatos anyagok és berendezések vonatkozásában,

- a szerelési szakágak számára a részmunkaterület átadása és a kivitelezés kulcsfontosságú munkaszakaszai ellenőrzésének megszervezése,
- közreműködés és állásfoglalás a próbaüzemeltetés ellenőrzésében és az átadás-átvétel eljárásban.

6. A vállalati gyártmánykialakítás, gyártástechnológiában és termelés-irányításban a korróziós szempontok és követelmények érvényesítése érdekében:

- a kutatási, kísérleti javaslatok szakvéleményezése, a korróziós szempontok, feltételek megfogalmazása,
- a félüzemi kísérletek korróziós kritériumainak kidolgozása és eredményeik értékelése,
- a technológiai anyagnorma és mérési előírások, valamint utasítások szakvéleményezése, elsősorban a védőanyagok adagolásának szempontjából,
- a minőségellenőrzési módszerek szakvéleményezése és az idegen árúk a vállalat kész- és félkésztermékeinek átvételi, illetve gyártásközi és végellenőrzése korróziós kikötéseinek és követelményeinek meghatározása,
- a selejt analitika és statisztika korróziós szakvéleményezése,
- a nagy korróziós veszélyeztetettségű készülékek, berendezések, rendszeres, időszakos ellenőrzése,

- a meglévő technológiai és gépkezelési utasítások szakvéleményezése,
- az üzemi tapasztalatok gyűjtése, rendszerezése a korróziós veszteségforrás modellre vetítéssel, ezek elemzése és értékelése.

7. Az állóeszközgazdálkodás és ezen belül az üzemfenntartás hatékonyságának javítása érdekében:

- a tervszerű megelőző karbantartási terv javítási normatívák szakvéleményezése és korróziós kikötések, követelmények javasolása,
- az állóeszközök gazdaságos üzemi élettartama, helyettesítése, felújítása stb. meghatározása, gazdaságossági számításainak kezdeményezése a korróziós károk és költségek elbírálása céljából,
- az állóeszközök selejtezésében közreműködés és állásfoglalás, értékelésük korróziós szempontból,
- a vállalati javító munkák terén a korszerű és korróziós szempontból szakszerű szerkesztési és gyártástechnológiai kritériumok javasolása,
- a TMK munkák műszaki ellenőrzése, fejlesztésének folyamatos javasolása és az átvételi feltételekben a korróziós feltételek és kikötések érvényesítése.

8. A vállalat korrózióvédelmi felkészültségének fejlesztése érdekében:

- a fiatal mérnökök korróziós szakmérnöki tanfolyamra küldésének javasolása,

- az érdekelt dolgozók különböző típusú alap- és továbbképző tanfolyamainak javasolása és megszervezése,
 - a korróziós szakirodalom, információk és dokumentációk alapján az érdekeltek tájékoztatása a legújabb kutatási, fejlesztési eredményekről,
 - rendszeres szaktanácsadás a vezetés számára,
 - a kapcsolat tartása és a vállalat képvisellete a korrózióvédelem ágazati szervezetével, a kutatóintézetekkel, a dokumentációs szervezetekkel.
9. A vállalat korróziós szervezettségének fejlesztése érdekében:
- A korróziós információs és döntési rendszer javaslatának kidolgozása és a vállalatvezetés elé terjesztése.

A felsorolás a szóbajöhethető összes tevékenységet igyekezett összefoglalni. A konkrét szervezés során a feladatokat a vállalatok jellegének megfelelően kell figyelembe venni. Amint ez a részletes feladatok megfogalmazásából is kitűnik, a korrózióvédelmi felelősnek, tájékoztató, javasoló, döntéselőkészítő, szervező hatásköre lehet.

A feladatmeghatározással kapcsolatban természetesen nem javasolható, hogy a felelősök az előbbieken összefoglalt teljes arcvonalon kezdjék meg tevékenységüket, hanem kezdetben csupán a legfontosabb - a vállalat ve-

zetés és az irányító szerv által meghatározott - feladatokra kell összpontosítani munkájukat.

A felelősök munkájának elősegítéséhez feltétlenül szükséges a vállalatok korrózióvédelmi tevékenységének szabályozása, a meglevő vállalati előírások rendszerbe való illesztése.

5.2 A korrózióvédelmi munkák kivitelezésének ellenőrzése

A korrózióvédelmi munkákhoz felelős vezető kijelölése minden esetben szükséges. Feladatkörének és hatáskörének kijelölése a következő általános elvek alapján történhet.

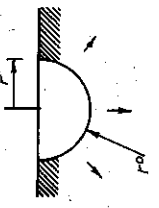
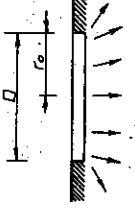
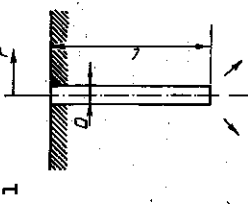
- A felületvédelmi munkák irányítására rendelkezési joggal felruházott felelős szakembert /továbbiakban: felületvédelmi felelőst/ kell kijelölni. Felületvédelmi felelősnek csak olyan személyt szabad kijelölni, aki kellő jártassággal rendelkezik a felületvédelmi munkák kivitelezésében, ismeri a követelményeket, a kivitelezési technológiát, az alkalmazott anyagokat, a vizsgálati eljárásokat és a vonatkozó előírásokat.
- A felületvédelmi felelős személy szerint felel a felületvédelmi munkák szakszerű kivitelezéséért.
Kötelessége a
 - festékek szakszerű raktározásának és kiadásának ellenőrzése,

- a felületelőkészítés és a bevonatrendszerek felhordásának ellenőrzése,
 - a felületvédelmi munkák bejegyzése a munkanaplóba,
 - a felületvédelmi munkák kivitelezése alatt az előírt környezeti feltételek /hőmérséklet, relatív légnedvesség/ ellenőrzése,
 - a bevonatok, illetve bevonatrendszerek rétegvastagságának ellenőrzése,
 - a mérési eredmények összegezése, rögzítése.
- A felületvédelmi felelős feladata gondoskodni a "technológia" előírásainak maradéktalan megtartásáról. A felületvédelmi felelős vagy helyettese állandóan kíséri figyelemmel a felületvédelmi munkák kivitelezését. A bonyolultabb munkákat személyesen kell irányítani. Ahol nem látja biztosítva a megfelelő minőséget, ott kötelessége a munkát leállítani és megtenni a szükséges intézkedéseket.
- A felületvédelmi felelősnek kell gondoskodnia a szükséges vizsgálatok kellő időben és szakszerűen történő elvégzéséről és folyamatosan tájékozódnia kell azok eredményeiről. Kötelessége a műszaki ellenőr közvetlen és folyamatos tájékoztatása.
 - A felületvédelmi felelős kötelessége gondoskodni a felületvédelmet kivitelező szakmunkások megfe-

lő szakmai tájékoztatásának biztosításáról. Külön fel kell hívni a szakmunkások figyelmét a legfontosabb technológiai előírásokra.

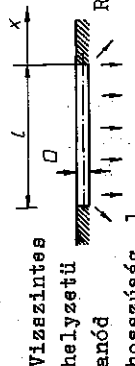
- Átvételre csak a gyári MFO, illetve a felületvédelmi felelős által ellenőrzött és megfelelőnek tartott bevont felületek adhatók át.
- A felületvédelmi munkák elvégzését a munkanaplóban kell rögzíteni. A munkanapló szabályszerű vezetése a felületvédelmi felelős feladata. Minden esetben fel kell tüntetni az időpontot, a hőmérsékletet, a levegő relatív páratartalmát, a munkafolyamat megnevezését, a végzett munka mennyiségét és helyét a szerkezeten, a felhasznált anyag mennyiségét, valamint az elvégzett vizsgálatokat és méréseket.
- Az előírásoktól való eltéréseket, hibákat és egyéb rendellenességet a munkanaplóban rögzíteni kell és az illetékeseknek jelenteni kell.

Az egyszerű anódokra vonatkozó számítási képletek [21]

Sor- szám	Anódforma	Elrendezés	Szétterjedési ellenállás	Felté- telek	Peszültségstartomány a talaj felszínén
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	Félgömb sugár, r_0 átmérő, D		$R = \frac{U_0}{I} = \frac{\rho}{\pi \cdot D}$	-	$U_r = U_0 \frac{r_0}{r}$
2.	Körleap átmérő, D sugár, r_0		$R = \frac{U_0}{I} = \frac{\rho}{2 D}$	-	$U_r = U_0 \frac{2 \sqrt{r} \arcsin \sqrt{\frac{r_0}{r}}}{r}$
3.	Rúdanód hosszúság, l átmérő, D		$R = \frac{\rho}{R \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{4 l}{\pi D}$	$r \gg D$	$U_r = U_0 \left[\frac{1}{r \ln \frac{4 l}{\pi D}} \right]$

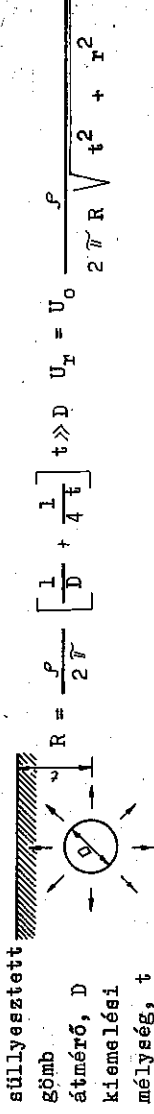
a 3.23 táblázat
/folytatása/

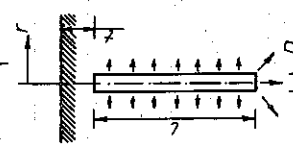
1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

4. Vízszintes helyzetű anód hosszsúság, l átmérő, D
- 
- $$R = \frac{\rho}{\pi \cdot l} \ln \frac{2 \cdot l}{D} \quad l \gg D$$
- $$U_x = U_0 \frac{\rho}{4 \pi l R} \ln \frac{x+1}{x-1}$$

$U_x \sim$ mint fent, ill. a 8. pont

5. Talajba süllyesztett gömb átmérő, D kiemelési mélység, t



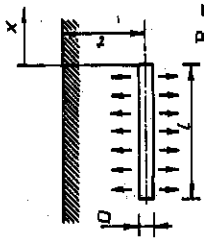
6. Függőleges helyzetű anód a talajban hosszsúság, l átmérő, D kiemelési mélység, t
- 
- $$R = \frac{\rho}{2 \pi \cdot l} \ln \frac{2 \cdot l}{D} \sqrt{\frac{4t+3l}{4t+l}} \quad t \gg D$$
- $$U_x = \frac{l \cdot \rho}{4 \pi \cdot l} \left[\ln \frac{2 \cdot l}{r_0} + \frac{1}{2} \right] = \ln \frac{2 \cdot t + 1}{2 \cdot t - 1}$$

a 3.23 táblázat
/folytatása/

1.	2.	3.	4.	5.	6.
----	----	----	----	----	----

7. Függőleges helyzetű anód

$$R = \frac{\rho}{2 \pi l} \ln \frac{2 \cdot l}{D} \cdot t \gg 1 \quad U_x = U_0 \left[\frac{1}{2} + \frac{\rho}{8 \pi t R} \right]$$

8. Vízszintes helyzetű anód a talajban hosszsúság, l átmérő, D kiemelési mélység, t
- 

$$R = \frac{\rho}{2 \pi \cdot l} \ln \frac{l^2}{t \cdot D}$$

$$U_x = \frac{l \rho}{2 \cdot l} \ln \frac{t^2 + x^2 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}}{t^2 + x^2 + \frac{1}{2} - \frac{1}{2}} \quad t \ll 1$$

$$U_x = \frac{l \rho}{2 \cdot l} \ln \frac{t^2 + x + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}}{t + x - \frac{1}{2} + \frac{1}{2}} \quad \text{ha } t \gg 1$$

- Vízszintes helyzetű anód
- $$R = \frac{\rho}{2 \pi \cdot l} \ln \frac{2 \cdot l}{D} \cdot t \gg 1$$

3.24 táblázat

Különböző talajfajták tulajdonságai

Meg- neve- zés	Leírás	Szín	Fajlagos talajjel- lenállás /cm ² /m	Szemese- méret /mm/	Kémiai össze- tétel	Utalások az agresz- szivításra
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Humusz	Elhullott állati és növényi eredetű anyagok	barna- sötét- barna	1 000	Morzsalékos szerkezet	Humín- savak	Nagy pufferkapacitás, szellőzési lehetőség szulfidképződés szem- pontjából, a szerves anyagok bomlásakor, agresszív
Mész	Üledékes kőzet	szürke, sárgától barnáig	20 000 300 000	Igen finom- szemcséjű	CaCO ₃ , nehezen oldódó	Általában nem agresz- zív aerob hatású
Kavics	lecseleszo- lódott üledékes kőzet	fehértől sötét- szürkéig	40 000 200 000	2-6 finom 6-20 közepes 20-60 durva	SiO ₂	Mechanikai behatás veszélye a passzív védőbevonatokra, aerob hatású

3.24 táblázat
/folytatása/

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Homokos agyag	Nem annyira plazatikus mint az iszapos agyag, annál durvább szemcséjű	sárgától barnáig	3 000 10 000	vegyes 0,06-0,2	agyag homokkal és vasvegyületekkel	Homogén szulfidmentes formájában kevésbé agresszív, makroelemek képződésekor agresszív, mikroelemek képződésére hajlamos, anaerob hatású
Agyagos iszap	Zetirosebb, lágy agyagpala	vörös, zöld, barna, ibolya, fekete	5 000 20 000	homokos lemez	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , vasvegyületekkel és csillámmal	Természetben önmagában ritkán fordul elő
Löss	Rétagnélküli üledék homokmárgával	világos sárgától barnáig	3 000 10 000	lisztfinomságú	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Na-, K- és Ca-Oxid	Lásd a homokos agyagnál

3.24 táblázat
/folytatása/

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Lápos talaj	Kevés folyadék, homokos agyagból, agyagból és tözegből áll	sötét	1 000 3 000	finom keverék	tengeri vagy folyami sókat tartalmaz	Erősen agresszív, nagy sótartalmú és gyakran nagy nedvességtartalmú, makroelemeknél rendkívül agresszív, mikroelemek képződésére hajlamos, anaerob hatású
Márga	Üledékes közet, agyagból és finom mézsköböl. Van mészes, agyag- és homokmárga	szürke, fehér, sárga, kék, vörös, fekete, zöld, ibolya	1 000 10 000	törnelékes, nem plasztikus	30-60 % agyag, a többi CaSO ₄ , CaSO ₃	Lásd a homokos agyagnál
Homok	Felismerhető, de kicsi és ványi szemcsék halmozása	fehér, sárga, barna	10 000 500 000	0,6-0,02 finom 0,06-0,2 közepes 0,2-0,6 durva	nagyobb részt SiO ₂	Nem agresszív: nagy nedvességtartalom mellett anaerob, makroelemek képződésének lehetősége, eléggé agresszív

3.24 táblázat
/folytatása/

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Pala	Lemesekben hasadó közvet	világos szürkétől feketéig	30 000 70 000	közvet- szerű	mint az agyagos iszap és az üle- dék	A természetben csővezetékekkel nem érintkezik, legtöbbesőr más talajfajtákkal együtt fordul elő, anaerob és aerob hatású is lehet, általában nem agresszív
Üledék	Agyagos szerkezet szerves anyagokkal és lerakó- dásokkal	sötét szürkétől feketéig	2 000 10 000	finom	szerves bomlási termék	A bomlási termé- kek miatt erősen agresszív, szul- fidoképzésre haj- lamos, anaerob hatású, makro- és mikroelemek képződésének lehetősége
Homokos iszap	Lerakó- dott üledék	sötét- kék-től zöldes- feké- téig	5 000 3 000	igen finom	fél-ig el- bomlott szerves anyagok, humuszos, agyagos, gyakran meszes, FeS	Üledékes talaj, az agresszióvilág az FeS-tartalom- mal egyenes a- rányban növekszik, igen jó elektro- mos vezetőképessé- ség, helyi elem

3.24 táblázat
/folytatása/

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Iszap	Durva agyag, az egyes szemcsék nem ismerhe- tők fel	sötétaszúr- kétől fe- ketéig	1 000 2 000	0,2-0,02	mint az agyag	Lásd az agyagnál!
Horda- lékos kavics	Durva szem- csésű gör- geteg	közötti- pustól függően	40 000 200 000	60	legtöbb- ször szil- likát	Különbösen vezeté- lyes a passzív védőbevonatokra
Tőzeg	Nedves hu- mos iszap- os talaj- jal	sötét	8 000 12 000	finom	növények, humolignin savak pH = 5	Különböző vezető- képességű és viz- tartalmú humusz, makroelemek, ál- talában agressz- zív
Agyag	Igen plasz- tikus tö- meg, vizet könnyen vesz fel	fehér, a lerakó- dott a- nyagtól függően sárga, szürke, vörös, zöld	500 2 000	0,02	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ -vel és Mg-Fe- hidroxid- likátok- kal	Erősen agresszív, szulfátok és szul- fátredukáló bakte- riumok jelenlété- ben mikroelemek képződnek, makro- elemeknél még na- gyobb agresszió- világ

A csővezetékek méretei, ellenállása és csőáramok [21]

Névle- ges átmérő NA, mm	Külső átmérő D, mm	Falvas- tagság s, mm	Súly g kp/m	Fal ke- reszt- metszet F mm ²	Felü- let S m ² /m	Acél ellenállása = 5,6x10 ⁴ S/cm R'-/μOhm/m	Acél ellenállása = 6x10 ⁴ S/cm R'-/μOhm/m	Csőáram 30 méter- re = 6x10 ⁴ S/cm I, A/mV
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1000	1016	10	248,0	31 590	3,190	5,65	5,26	6,34
	1020	10	249,1	31 740	3,204	5,63	5,25	6,35
	1020	12	298,3	38 000	3,204	4,70	4,39	7,59
900	914	10	223,0	28 386	2,870	6,28	5,84	5,66
	920	10	224,4	28 590	2,890	6,25	5,83	5,68
	920	12	268,7	34 230	2,890	5,22	4,87	6,84
800	812,8	8	158,0	20 200	2,560	8,87	8,24	4,04
	820	9	180,0	22 930	2,576	7,79	7,27	4,59
	820	10	199,8	25 450	2,576	7,30	6,55	5,08
	820	12	239,1	30 460	2,576	5,86	5,47	6,09
700	711	7,1	124,0	15 370	2,240	11,28	9,53	3,50
	720	8	140,4	17 890	2,262	9,98	9,32	3,58
	720	10	175,1	22 300	2,262	8,01	7,47	4,46
	720	12	209,5	26 690	2,262	6,69	6,24	5,34

3.25 táblázat
/folytatása/

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
600	609,6	6,3	94,1	11 900	1,920	14,88	13,82	2,41
	616	6,5	97,7	12 450	1,935	14,35	13,40	2,49
	616	7	105,1	13 390	1,935	13,33	12,52	2,68
	616	8	119,9	15 280	1,935	11,69	10,91	3,06
	616	11	164,1	20 910	1,935	8,54	7,97	4,18
	616	12	178,7	22 770	1,935	7,84	7,32	4,55
	616	16 g	217,2	30 160	1,935		33,11	1,01
	508	6,3	78,2	9 950	1,590	17,85	16,6	2,01
	521	7	88,7	11 300	1,637	15,80	14,8	2,26
	521	9	113,7	14 480	1,637	12,34	11,5	2,90
400	521	10	126,0	16 050	1,637	11,12	10,4	3,21
	521	12	150,6	19 190	1,637	9,30	8,7	3,84
	406,4	6,3	62,4	7 900	1,280	22,40	20,8	1,60
	419	6	61,1	7 780	1,316	22,94	21,4	1,56
	419	7	71,1	9 060	1,316	19,71	18,4	1,81
	419	8	81,1	10 330	1,316	17,29	16,1	2,07
	419	9	91,0	11 590	1,316	15,40	14,4	2,32
	419	10	100,9	12 850	1,316	13,90	13,0	2,57
	419	11	110,7	14 100	1,316	12,66	11,8	2,82
	419	14,5 g	132,7	18 424	1,316		54,3	0,61

3.25 táblázat
/folytatása/

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
350	356	5,6	48,2	6 170	1,120	29,10	26,9	1,24
	368	7	62,3	7 940	1,156	22,49	21,0	1,58
	368	8	71,0	9 050	1,156	19,74	18,4	1,81
	368	9	79,7	10 150	1,156	17,59	16,4	2,03
300	324	5,6	43,8	5 610	1,020	31,95	29,7	1,12
	321	6	46,6	5 940	1,008	30,07	28,1	1,19
	321	7	54,2	6 910	1,008	25,86	24,1	1,38
	321	7,8	59,8	7 620	1,008	23,41	21,9	1,52
	321	9	69,2	8 820	1,008	20,24	18,9	1,76
	321	11	84,1	10 710	1,008	16,67	15,6	2,14
	321	13 g	90,6	12 580	1,008		79,6	0,48
	273	5	33,0	4 540	0,858	42,40	39,4	0,85
	264	6	38,2	4 860	0,829	36,79	34,3	0,97
	264	7	44,4	5 650	0,829	31,60	29,4	1,13
250	264	7,5	47,4	6 040	0,829	29,55	27,6	1,21
	264	8	50,5	6 430	0,829	27,75	25,9	1,29
	264	10	62,6	7 980	0,829	22,38	20,00	1,60

3.25 táblázat
/folytatása/

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
200	219	4,5	23,7	3 040	0,688	59,21	54,9	0,61
	211	5,5	27,9	3 550	0,663	50,29	46,9	0,71
	211	7	35,2	4 490	0,663	39,80	37,2	0,90
	211	9	44,8	5 710	0,663	31,27	29,2	1,14
	211	11 g	49,8	6 910	0,663		144,7	0,23
175	182	7,0	30,2	3 850	0,572	46,40	43,3	0,77
150	159	4	15,4	1 950	0,499	92,10	84,6	0,39
	159	4,5	17,1	2 180	0,499	81,75	76,4	0,44
	159	6	22,6	2 880	0,499	61,92	57,8	0,58
	159	7	26,2	3 340	0,499	52,56	49,9	0,67
	159	8	29,8	3 800	0,499	47,05	43,9	0,76
	159	10 g	33,7	4 680	0,499		213,6	0,16
125	133	4	12,7	1 620	0,418	110,16	102,8	0,32
	133	5,5	17,3	2 200	0,418	81,06	75,7	0,44
	133	7,5	23,2	2 960	0,418	60,39	56,4	0,59
100	108	2,9	7,6	957	0,339	184,20	170,8	0,19
	108	4	10,3	1 310	0,339	136,64	127,5	0,26

3.25 táblázat
/folytatása/

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
100	108	5	12,7	1 620	0,339	110,37	103,0	0,32
	108	5,5	13,9	1 770	0,339	100,83	94,1	0,35
	108	6	15,6	1 990	0,339	92,88	86,7	0,38
80	89	2,9	6,2	783	0,279	226,1	209,8	0,16
	87	3,5	7,2	918	0,273	194,5	181,6	0,18
	87	5	10,1	1 290	0,273	138,6	129,4	0,26
	87	6	12,0	1 530	0,273	117,0	109,2	0,26
	87	6	12,0	1 530	0,273	117,0	109,2	0,31
70	76,1	2,6	4,8	599	0,238	292	270,8	0,12
	76,5	3,3	5,87	748,0	0,240	238	222,9	0,15
	76,5	4,5	7,99	1 018,0	0,240	175	163,7	0,20
	76,5	5	8,82	1 123	0,240	158	148,4	0,22
	76,5	6	10,43	1 329,0	0,240	134	125,4	0,27
60	66	3	4,66	594,0	0,207	301	280,7	0,12
	66	4	6,12	779,0	0,207	228	213,9	0,16
50	56	3	3,92	499,0	0,176	357	333,7	0,10
	56	5	6,29	801,0	0,176	223	208,0	0,16
	56	6	7,40	943,0	0,176	189	176,8	0,19
	56	11	12,2	1 555,0	0,176	115	107,2	0,31
40	40	8,5	6,6	841,0	0,126	212	198,1	0,17

A felújítási költségtényezők értékei

Felújítási ciklus /év/	Élet-tartam /év/	k _f felújítási költségtényező											
		kamatláb %											
		2	4	6	8	10	12	14					
a/	b/	c/	d/	e/	f/	g/	h/	i/	j/	k/	l/	m/	n/
1.	1.	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2.	2.	0.980392	0.961538	0.943396	0.925925	0.909090	0.892857	0.877192	0.862162	0.847297	0.832589	0.818028	0.803604
3.	3.	1.941560	1.886094	1.833392	1.783264	1.735537	1.690051	1.646660	1.604397	1.563194	1.522981	1.483688	1.445244
4.	4.	2.883883	2.775091	2.673011	2.577096	2.486851	2.401831	2.321632	2.242162	2.163397	2.085287	2.007781	1.930828
5.	5.	3.807728	3.629895	3.465105	3.312126	3.169895	3.037349	2.913712	2.79786	2.68776	2.58240	2.48166	2.38442
6.	6.	4.713459	4.451822	4.212363	3.992710	3.790786	3.604776	3.433080	3.27561	3.12147	2.97044	2.82231	2.67688
7.	7.	5.601430	5.242136	4.917324	4.622879	4.352260	4.111407	3.888667	3.67456	3.46801	3.26886	3.07601	2.88926
8.	8.	6.471991	6.002054	5.582381	5.206370	4.868418	4.563756	4.288304	4.03241	3.79456	3.56426	3.34101	3.12441
9.	9.	7.325481	6.732744	6.209793	5.746638	5.334926	4.967639	4.638863	4.33241	4.03749	3.75364	3.48031	3.21711
10.	10.	8.162236	7.435331	6.801692	6.246887	5.759023	5.328249	4.946371	4.59241	4.25541	3.93486	3.62926	3.33821
11.	11.	8.982525	8.110895	7.360087	6.710081	6.144567	5.650223	5.216115	4.80241	4.40841	4.03361	3.67741	3.33921
12.	12.	9.786848	8.760476	7.886874	7.138964	6.495061	5.937699	5.452733	5.00241	4.56741	4.15161	3.75361	3.37321
13.	13.	10.575341	9.385073	8.383843	7.536078	6.813691	6.194374	5.660292	5.18241	4.72741	4.29241	3.87641	3.47821
14.	14.	11.348373	9.985647	8.852682	7.903775	7.103356	6.423548	5.842361	5.33241	4.83741	4.35741	3.89141	3.43821

3.29 táblázat
/folytatása/

a/	b/	c/	d/	e/	é/	f/	g/	h/
15.	12.106248	10.563122	9.294983	8.244236	7.366687	6.628168	6.002071	
16.	12.849263	11.118387	9.712248	8.559478	7.606079	6.810864	6.142167	
17.	13.577709	11.652295	10.105895	8.851369	7.823708	6.973986	6.265059	
18.	14.291871	12.165668	10.477259	9.121638	8.021553	7.119630	6.372859	
19.	14.992031	12.659296	10.827603	9.371887	8.201412	7.249670	6.467420	
20.	15.678462	13.133939	11.158116	9.603599	8.364920	7.365776	6.550368.	
25.	18.913925	15.246963	12.550357	10.528758	8.984744	7.784315	6.835137	
30.	21.844384	16.983714	13.590721	11.158406	9.369605	8.021806	6.983037	
35.	24.498591	18.411197	14.368141	11.586933	9.608574	8.156564	7.059851	
40.	26.902588	19.584484	14.949074	11.878582	9.756955	8.233029	7.099746	
45.	29.079963	20.548841	15.383182	12.077073	9.849088	8.276418	7.120466	
50.	31.052078	21.341471	15.707572	12.212163	9.906295	8.301038	7.131228	
100.	42.960318	24.485198	16.614599	12.493862	9.999201	8.333221	7.142840	

266

3.	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
4.	0.320347	0.308027	0.296330	0.285216	0.274649	0.264597	0.255027	
5.	0.634414	0.604207	0.575886	0.549305	0.524331	0.500844	0.478736	
6.	0.942322	0.888996	0.839619	0.793832	0.751314	0.711780	0.674971	
7.	1.244193	1.162831	1.088423	1.020246	0.957663	0.900115	0.847107	
8.	1.540144	1.426134	1.323144	1.229888	1.145252	1.068271	0.998104	

3.29 táblázat
/folytatása/

a/	b/	c/	d/	e/	é/	f/	g/	h/
9.	1.830293	1.679310	1.544579	1.424001	1.315788	1.218411	1.130558	
10.	2.114753	1.922749	1.753480	1.603736	1.470821	1.352464	1.246745	
11.	2.393635	2.156824	1.950557	1.770157	1.611760	1.472154	1.348663	
12.	2.667048	2.381897	2.136478	1.924250	1.739886	1.579021	1.438066	
13.	2.935101	2.598313	2.311875	2.066929	1.856364	1.674437	1.516489	
14.	3.197898	2.806405	2.477344	2.199040	1.962254	1.759631	1.585281	
15.	3.455542	3.006494	2.633447	2.321364	2.058517	1.835696	1.645625	
16.	3.708134	3.198887	2.780714	2.434627	2.146029	1.903612	1.698558	
17.	3.955773	3.383881	2.919645	2.539501	2.225585	1.964250	1.744991	
18.	4.198556	3.561759	3.050712	2.636606	2.297909	2.018392	1.785721	
19.	4.436579	3.732795	3.174360	2.726518	2.363658	2.066733	1.821450	
20.	4.669935	3.897254	3.291010	2.809770	2.423430	2.109895	1.852790	
25.	5.769848	4.629393	3.782378	3.142170	2.650012	2.265482	1.960386	
30.	6.766075	5.231158	4.149558	3.368397	2.790701	2.353767	2.016267	
35.	7.668388	5.725766	4.423936	3.522363	2.878059	2.403862	2.045291	
40.	8.485640	6.132297	4.628967	3.627149	2.932301	2.432288	2.060364	
45.	9.225850	6.466436	4.782178	3.698465	2.965981	2.448417	2.068193	
50.	9.896282	6.741073	4.896666	3.747002	2.986893	2.457569	2.072259	
100.	13.944554	7.830340	5.216787	3.848213	3.020856	2.469533	2.076647	

267

3.29 táblázat
/folytatása/

a/	b/	c/	d/	e/	é/	f/	g/	h/
5.	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
6.	0.188390	0.177526	0.177526	0.167355	0.157830	0.148906	0.140544	0.132704
7.	0.373087	0.348224	0.348224	0.325237	0.303968	0.284276	0.266030	0.249112
8.	0.554162	0.512367	0.512367	0.474182	0.439282	0.407340	0.378071	0.351224
9.	0.731687	0.670177	0.670177	0.614697	0.564573	0.519215	0.478108	0.440796
10.	0.905730	0.821927	0.821927	0.747258	0.680583	0.620921	0.567426	0.519368
11.	1.076371	0.967840	0.967840	0.872315	0.787999	0.713380	0.647175	0.588291
12.	1.243647	1.108142	1.108142	0.990294	0.887459	0.797434	0.718379	0.648749
13.	1.407652	1.243047	1.243047	1.101595	0.979561	0.873847	0.781954	0.701783
14.	1.568442	1.372763	1.372763	1.206595	1.064822	0.943313	0.838718	0.748304
15.	1.726079	1.497491	1.497491	1.305652	1.143776	1.006464	0.889400	0.789112
16.	1.880625	1.617421	1.617421	1.399103	1.216882	1.063874	0.934651	0.824908
17.	2.032140	1.732739	1.732739	1.487263	1.284573	1.116065	0.975054	0.856309
18.	2.180685	1.843621	1.843621	1.570434	1.347249	1.163511	1.011129	0.883853
19.	2.326317	1.950238	1.950238	1.648896	1.405283	1.206644	1.043338	0.908014
20.	2.469093	2.052755	2.052755	1.722918	1.459018	1.245856	1.072096	0.929208
25.	3.142065	2.509142	2.509142	2.034722	1.673566	1.394500	1.175763	1.001970
30.	3.751596	2.884259	2.884259	2.267721	1.819584	1.486796	1.234586	1.039760
35.	4.303666	3.192578	3.192578	2.441831	1.918961	1.544104	1.267964	1.059387

268

3.29 táblázat
/folytatása/

a/	b/	c/	d/	e/	é/	f/	g/	h/
40.	4.803694	3.445993	3.445993	2.571936	1.986596	1.579688	1.286903	1.069581
45.	5.256584	3.654282	3.654282	2.669158	2.032627	1.601783	1.297650	1.074875
50.	5.666781	3.825481	3.825481	2.741808	2.063955	1.615503	1.303748	1.077625
55.	6.038309	3.966193	3.966193	2.796097	2.085276	1.624221	1.307208	1.079053
60.	6.374813	4.081849	4.081849	2.836664	2.099787	1.629310	1.309172	1.079795
65.	6.679596	4.176909	4.176909	2.866979	2.109663	1.632595	1.310286	1.080180
70.	6.955646	4.255042	4.255042	2.889631	2.116384	1.634634	1.310918	1.080380
75.	7.205674	4.319261	4.319261	2.906559	2.120958	1.635900	1.311277	1.080484
80.	7.432132	4.372045	4.372045	2.919208	2.124072	1.636686	1.311480	1.080538
85.	7.637241	4.415429	4.415429	2.928660	2.126191	1.637175	1.311596	1.080566
90.	7.823016	4.451088	4.451088	2.935723	2.127633	1.637478	1.311661	1.080581
95.	7.991277	4.480397	4.480397	2.941001	2.128614	1.637666	1.311698	1.080588
100.	8.143677	4.504487	4.504487	2.944945	2.129282	1.637783	1.311720	1.080592

269

10.	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
11.	0.089535	0.080087	0.080087	0.071573	0.063916	0.057041	0.050878	0.045362
12.	0.177316	0.157094	0.157094	0.139095	0.123097	0.108896	0.096306	0.085154
13.	0.263375	0.231139	0.231139	0.202795	0.177895	0.156038	0.136866	0.120059
14.	0.347746	0.302337	0.302337	0.262890	0.228634	0.198894	0.173080	0.150678

3.29 táblázat
/folytatása/

a/	b/	c/	d/	e/	é/	f/	g/	h/
15.	0.430463	0.370796	0.319583	0.275614	0.237854	0.205415	0.177536	0.150000
16.	0.511559	0.436622	0.373067	0.319115	0.273272	0.234285	0.201096	0.173572
17.	0.591064	0.499916	0.423523	0.359393	0.305470	0.260061	0.221763	0.188892
18.	0.669010	0.560776	0.471124	0.396687	0.334742	0.283076	0.239892	0.200000
19.	0.745428	0.619295	0.516030	0.431219	0.361352	0.303625	0.255794	0.210000
20.	0.820348	0.675564	0.558394	0.463193	0.385543	0.321973	0.269743	0.220000
25.	1.173478	0.926060	0.736848	0.590856	0.477246	0.388811	0.317633	0.250000
30.	1.493319	1.131951	0.870199	0.677741	0.534186	0.425640	0.342505	0.270000
35.	1.783009	1.301177	0.969847	0.736874	0.569342	0.446934	0.355423	0.290000
40.	2.045390	1.440269	1.044309	0.777119	0.591495	0.459017	0.362132	0.310000
45.	2.283037	1.554593	1.099952	0.804508	0.605126	0.465874	0.365617	0.330000
50.	2.498280	1.648558	1.141531	0.823149	0.613390	0.469764	0.367426	0.350000
55.	2.693233	1.725791	1.172602	0.835836	0.618845	0.471972	0.368366	0.370000
60.	2.869808	1.789271	1.195820	0.844471	0.622108	0.473224	0.368854	0.390000
65.	3.029738	1.841447	1.213169	0.850347	0.624135	0.473935	0.369108	0.410000
70.	3.174591	1.884331	1.226134	0.854347	0.625393	0.474338	0.369240	0.430000
75.	3.305788	1.919579	1.235822	0.857068	0.626174	0.474567	0.369308	0.450000
80.	3.424618	1.948551	1.243061	0.858921	0.626259	0.474697	0.369344	0.470000
85.	3.532246	1.972363	1.248471	0.860182	0.626960	0.474771	0.369362	0.490000

3.29 táblázat
/folytatása/

a/	b/	c/	d/	e/	é/	f/	g/	h/
90.	3.629728	1.991935	1.252514	0.851040	0.627144	0.474813	0.369372	0.510000
95.	3.718020	2.008022	1.255534	0.861624	0.627263	0.474836	0.369377	0.530000
100.	3.797989	2.021244	1.257792	0.862021	0.627335	0.474850	0.369379	0.550000
15.	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
20.	0.272558	0.222328	0.180974	0.147049	0.119310	0.096695	0.078305	0.060000
25.	0.519422	0.405067	0.316209	0.247129	0.193392	0.151562	0.118974	0.090000
30.	0.743014	0.555264	0.417265	0.315241	0.239392	0.182696	0.140096	0.110000
35.	0.945529	0.678715	0.492779	0.361597	0.267954	0.200362	0.151066	0.120000
40.	1.128953	0.780183	0.549208	0.393147	0.285688	0.210386	0.156764	0.130000
45.	1.295085	0.863583	0.591375	0.414619	0.296700	0.216074	0.159723	0.140000
50.	1.445556	0.932131	0.622884	0.429232	0.303538	0.219301	0.161260	0.150000
55.	1.581843	0.988472	0.646430	0.439178	0.307783	0.221133	0.162058	0.160000
60.	1.705282	1.034781	0.664025	0.445946	0.310419	0.222172	0.162473	0.170000
65.	1.817084	1.072843	0.677173	0.450553	0.312056	0.222761	0.162688	0.180000
70.	1.918347	1.104128	0.686997	0.453688	0.313073	0.223096	0.162800	0.190000
75.	2.010054	1.129841	0.694339	0.455822	0.313704	0.223286	0.162858	0.200000
80.	2.093135	1.150976	0.699825	0.457275	0.314095	0.223394	0.162888	0.210000
85.	2.168375	1.168347	0.703925	0.458263	0.314339	0.223455	0.162904	0.220000

3.29 táblázat
/folytatása/

a/	b/	c/	d/	e/	é/	f/	g/	h/
15	90.	2.236522	1.182625	0.706988	0.458936	0.314490	0.223489	0.162912
	95.	2.298245	1.194360	0.709277	0.459393	0.314584	0.223509	0.162916
	100.	2.354149	1.204006	0.710988	0.459705	0.314642	0.223520	0.162918
	20.	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	25.	0.193990	0.149499	0.114511	0.087249	0.066185	0.050029	0.037715
	30.	0.369693	0.272378	0.200080	0.146630	0.107281	0.078418	0.057304
	35.	0.528833	0.373374	0.284023	0.187043	0.132799	0.094526	0.067477
	40.	0.672971	0.456386	0.311804	0.214548	0.148643	0.103666	0.072761
	45.	0.803521	0.524616	0.347509	0.233267	0.159481	0.108853	0.075505
	50.	0.921764	0.580696	0.374190	0.246007	0.164590	0.111796	0.076931
	55.	1.028861	0.626790	0.394128	0.254678	0.168383	0.113466	0.077671
20	60.	1.125861	0.664675	0.409026	0.260579	0.170738	0.114413	0.078055
	65.	1.213718	0.695815	0.420159	0.264595	0.172200	0.114951	0.078255
	70.	1.293292	0.721409	0.428479	0.267328	0.173108	0.115256	0.078359
	75.	1.365365	0.742445	0.434695	0.269188	0.173672	0.115429	0.078413
	80.	1.430644	0.759736	0.439341	0.270454	0.174022	0.115527	0.078441
	85.	1.489768	0.773947	0.442812	0.271316	0.174240	0.115583	0.078455
	90.	1.543320	0.785628	0.445406	0.271903	0.174375	0.115615	0.078463
	95.	1.591823	0.795229	0.447344	0.272302	0.174458	0.115632	0.078467
	100.	1.635753	0.803120	0.448793	0.272573	0.174511	0.115643	0.078469

IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] Dr.Bácskai Gy.-
Dr.Horváth J. : A korrózió elméleti alapjai
Tankönyvkiadó Budapest, 1967.
- [2.] EVANS U.R, : The corrosion and oxidation of
metals. Edward Arnold Ltd.
London, 1976.
- [3.] Dr.Kovács K. : A korrózió megjelenési formái
és okai
Tankönyvkiadó Budapest, 1968.
- [4.] BUTLER G.-
Ison. HCK. : Corrosion and its prevention
in waters. Leonard-Hill.
London, 1966.
- [5.] KIRSCH W. : Korrosion im Boden. Frankische
Verlagshandlung, Stuttgart, 1968.
- [6.] BARTON, K.-
BARTONOVA, Z. : Die Stimulierung des atmosphärischen
Rostens durch Sulfate.
Werkstoffe und Korrosion 1969.,
20., 1970/21.1., 1972. 21.
- [7.] BARTON, K.-
BARTONOVA, Z. : Der Begriffe "kritische Feuchtigkeit".
beim atmosphärischen Rosten von Stahl.
Werkstoffe und Korrosions 1970. 21. 2.

- [8.] SCHWARZ, H. : Untersuchungen über die Wirkung des Eisens II. Sulfates I-II. Werkstoffe und Korrosion 1965/16. 93.208
- [9.] MSZ 15249 : Vizellátási terminológia
- [10.] BS. CP. 2008/1966.: Protection of Iron and Steel Structures from corrosion. British Standards Institution, London
- [11.] PRABODY A.W. : Cathodic Protection. NACE. Houston, 1966.
- [12.] BREGMAN, H.J. : Corrosion Inhibitors. MacMillan, New York. Collier-MacMillan, London, 1963.
- [13.] MI 18100 : Acélfelületek korrózióvédelme. Festék és kombinált bevonatrendszerek Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Budapest, 1969.
- [14.] Hölzl R.-
Szi-jártó A.-
Pallós G. : Mérnöki acélszerkezetek felületvédelme Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1976.
- [15.] MSZ 1891 : Acélfelületek előkészítése felületvédelemhez
- [16.] MI 18830 : Fém-szórás

- [17.] ÖNORM. E. 4015 : Feuerverzinkung von Bauteilen aus Stahl und sonstigen Eisenwerkstoffen
- [18.] MI 18868 : Tűzihorganyzás
- [19.] TGL 11465 : Acél vízben és talajban A vizek és talajok vizsgálata és értékelése Korrózióvédelmi intézkedések
- [20.] Váradi Gy. : Vizellátó hálózatok talajkorrózió elleni védelme Vizügyi Közlemények Budapest, 1976.
- [21.] BARCKMAN, W.
SCHWENK W. : Handbuch des Kathodischen Korrosionsschutzes. Verlag Chemie GmbH, Weinheim, 1971.
- [22.] : Merkblatt für die Beurteilung der Korrosionsgefährdung von Eisen und Stahl im Erdboden. /Entwurf/, GWF 109, 1968.
- [23.] STEINRATH, H. : Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Aggressivität von Boden. G.V.G.W., Frankfurt, 1966.
- [24.] DIN. 50930 : Korrosion der Metalle. Beurteilung des Korrosionschemischen Verhaltens harter Wasser gegenüber unverzinkten und verzinkten Eisenwerkstoffen

- [25] Palotás L. : Mérnöki zsebkönyv
Műszaki Kiadó, 1967.
- [26] KGSZ 22.4601 : Vízépítési acélszerkezetek
korrózióvédelme. Szerkezetek
osztálybasorolása
- [27] KGSZ 22.4602 : Vízépítési acélszerkezetek
korrózióvédelme. Bevonatrend-
szerek választéka
- [28] MORGAN J. H. : Cathodic Protection, Mc Geaw-Hill-
-Book, New-York, 1960.
- [29] Veszlényi W.-
Pallós G. : Acélszerkezetek felületvédelmének
gazdaságossági vizsgálata
Szabványosítás 25. 1973/11.
- [30] von OTTERTEN, K.A. : Konstruktion und Korrosionsschutz
Curt R. Vincentz Verlag, Hannover,
1967.
- [31] Csellár Ö.-
Halász O.-
Réti M. : Vékonyfalú acélszerkezetek
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976.
- [32] Sebestyén Gy. dr. : Könnyűszerkezetes építés
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972.
- [33] SMITH, W. : Der moderne Korrosionsschutz und
die Konservierung von Stahlkonstruk-
tionen in den Anlagen der EVV
Frankfurt/M. Elektrowirtschaft
1966/20.

- [34] SEILS, A.-
KRANITZKY, W. : Der Korrosionsschutz im Inneren
geschlossener Hohl-Kasten.
Stahlbau, 1959/28.
- [35] SEILS, A. : Optimaler Korrosionsschutz der
Stahlbauwerke ein wesentlicher
Faktor ihrer Wirtschaftlichkeit.
Stahlbau 1968/3.
- [36] Deutsche Bundesbahn. Technische Lieferbedingungen
TL 918385 /Juni 1967./ Anstrichstoffe auf Alkali-
Silikat-Grundlage mit Zinkstaub für Reibflächen von
HV.Verbindungen.
- [37] LUNDIN, S. : Corrosion Problems in Welding
Steel. International Edition
of Welding Engineer. Febr. 1968.
- [38] BÜTTNER, O.-
STENKER, H. : Könnyű fém szerkezetek
Műszaki Könyvkiadó, Budapest,
1974.
- [39] Demédy M. : Felületvédelem festéssel
Műszaki Könyvkiadó, Budapest,
1974.
- [40] Kovács L. dr. : Lakk és festék zsebkönyv
Műszaki Könyvkiadó, Budapest,
1972.
- [41] Nádasi R.-
Csokán P. dr. : Termikus fémbevonatok
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964
- [42] Veszlényi V-né dr. : Víz acélszerkezetek korrózióvé-
delme
VIZDOK, Budapest, 1973.

A VIZÉPÍTŐIPARI TRÖSZT, ILLETVE JOGELŐDJEI
GONDOZÁSÁBAN MEGJELENT VIZÉPÍTŐIPARI
KIADVÁNYOK

Száma	C i m e
1.	Csatornaépítési előírások, szabványok és címszavak gyűjteménye
2.	Nyomócsővezetékek építésére vonatkozó szabványok és előírások
3.	Beton- és vasbetonszerkezetekre vonatkozó szabványok és előírások
4.	A résfalépítés gyakorlata
5.	Szennyvisztisztító- és átemelő telepek építésére vonatkozó szabványok és előírások
6.	Csatornavizsgálatok
7.	Építési anyagok minőségi előírásai, átvétele és a minőség ellenőrzése
8.	Ideiglenes munkagödörvizeztelenítési eljárások gyakorlati végrehajtása
9.	Szennyvisztisztító létesítmények építésével kapcsolatos követelmények és működésének vizsgálati ellenőrzési irányelvei
10.	Szivattyútelepek építési hibáinak megelőzése
11.	Munkagödörvizeztelenítés különböző talajokban
12.	Műanyagfóliák alkalmazása a vízépítésben
13.	Szennyvisztisztító telepek üzemeltetése és karbantartása
14.	Zárt rendszerű szenny- és csapadékvíz-levezető csatornák átadása-átvétele
15.	Villamos mérések és vizsgálatok

Száma	C i m e
16.	Diesel-motorok és üzemek energetikai mérése és vizsgálata
17.	Gőzkazánok üzemével kapcsolatos energetikai mérések és vizsgálatok
18.	Javitóműhelyek gazdaságossági kérdései
19.	Ivó- és ipari vízellátási létesítmények és berendezések építésével kapcsolatos követelmények, működésük vizsgálati ellenőrzési irányelvei
20.	Beton és vasbeton
21.	Mélyalapozások a vízépítésben
22.	Vízépítési műtárgyak I. Beton- és vasbetonszerkezetek
23.	A vezetés, a szervezés és az új módszerek
24.	Biztonságtechnikai előírások a vízépítési mélyalapozásoknál
25.	Szennyvztisztító telepek műszaki átadása-átvétele
26.	Szennyvztisztító műtárgyak kialakítása és építése
27.	Építésvezetői praktikum
28.	Vízépítési műtárgyak II. Fa- és acélszerkezetek
29.	Folyószabályozási művek építése Magyarországon
30.	A mélyépítési technológiák néhány időszertű kérdése
31.	Acélszerkezetű víztornyok karbantartása
32.	Injektált talajhorgonyzáshoz szükséges gépi berendezések