



**VÍZSZIGETELŐ ANYAGOK ÚJRAHASZNOSÍTÁSÁNAK
LEHETŐSÉGEI, KIEMELTEN A PVC SZIGETELÉSEK
ESETÉBEN**

**KÉSZÍTETTE:
BALLA BALÁZS MÁRIÓ**

**KONZULENS:
HORVÁTH SÁNDOR**

BUDAPEST, 2013

TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés	3
1. Beton anyagú vízszigetelés	
1.1. A beton, mint anyag	4
1.2. Különleges betonok	5
1.3. Beton gyártása	6
1.4. Beton a vízszigetelésben	6
1.5. A beton újrahasznosítása.....	6
1.6. Az újrahasznosított beton alkalmazási lehetőségei	6
2. Acél anyagú vízszigetelés	
2.1. Az acél, mint anyag.....	8
2.2. Az acél csoportosítása	8
2.3. Az acél gyártása	9
2.4. Acél a vízszigetelésben.....	11
2.5. Az acél újrahasznosítása.....	11
3. Bitumenes lemezszigetelés	
3.1. A bitumenes lemez anyaga	14
3.2. A bitumen előállítása.....	14
3.3. A bitumenes lemezek ismertetése	14
3.4. A bitumenes lemez gyártása	15
3.5. A bitumenes lemez a vízszigetelésben.....	15
3.6. A bitumenes lemez újrahasznosítása.....	17
4. Bevonat vízszigetelés	
4.1. A bevonatszigetelések alapanyaga.....	18
4.2. A bevonatszigetelések felhasználása.....	18
4.3. A bevonatszigetelések előállítása és újrahasznosítása	18
5. PVC vízszigetelések	
5.1. Műanyag	20
5.2. Műanyag csoportosítása	20
5.3. A PVC, mint anyag.....	22
5.4. Kémiai előállítása.....	22
5.5. A poli(vinil-klorid) gyártása	23
5.6. PVC a vízszigetelésben	24
5.7. PVC a világon.....	25
5.8. A PVC újrahasznosítás technológiája	28
5.9. Újrahasznosított PVC gyártási folyamata	35
5.10. Következtetés	36
5.11. Újrahasznosított PVC osztályozási rendszere	37
6. Befejező gondolatok	38
7. Mellékletek	39
Bibliográfia	45

BEVEZETÉS

Az építőipar évről évre rengeteg hulladékot termel, ami nagy környezetszennyezéssel jár. Ebből kiutat jelenthet, ha a bontott építőanyagot újrahasznosítjuk, illetve ha az építőanyagot már eleve újrahasznosított termékekből készítjük.

TDK dolgozatom témája a vízszigetelő anyagok újrahasznosítása. Kutatásom során a különböző anyagok újrahasznosítási lehetőségeit kerestem, ezek a betonok, acélok, bitumenes lemezek, stb., majd elkezdtem kifejezetten a PVC vízszigetelések újrahasznosításával foglalkozni. Az újrahasznosításon belül azért kezdtem a vízszigetelésekkel foglalkozni, mert ez a terület még kevésbé kutatott.

Dolgozatomban a vízszigetelésre leggyakrabban használt anyagokat veszem sorra. Minden esetben röviden bemutatom magát az anyagot, az előállítási folyamatot, az újrahasznosítás módszerét és lehetőségeit, illetve, hogy a már újrahasznosított anyagot hogyan lehet ismét felhasználni.

A PVC alkalmazását a vízszigetelésben, újrahasznosítási lehetőségeit illetve az ehhez szükséges tisztítási módokat kiemelten tárgyalom.

Véleményem szerint szükséges egy olyan csoportosítási rendszer létrehozása, amely az újrahasznosítandó PVC-t (és egyéb műanyagokat) a szerint rendszerezi, hogy milyen felhasználásra alkalmasak az anyag visszaforgatása után, például védőlemezek, félig újrahasznosított anyagból készülő vízszigetelések.

Jelenleg nem létezik erre globális rendszer, így a kész termékek nem minősíthetők, mivel állandó minőségük nem biztosított. Néhány gyártó már rendelkezik saját osztályozási rendszerrel, de ahhoz, hogy az termékek minősítése globálisan értelmezhető legyen, szükséges lenne egy általánosan elfogadott szabályzás, mely képes az egyes gyártói rendszereket besorolni valahová.

A kutatás eredményeképpen összegzem a PVC szigetelőanyagok újrafelhasználási lehetőségeit. A körüljárt tisztítási és feldolgozási technológiák ismeretében meghatározom az általam szükségesnek tartott csoportosítási rendszer főbb jellemzőit. Felvázolom a rendszer alapelvét.

1. BETON ANYAGÚ VÍZSZIGETELÉS

1.1. A beton, mint anyag

A beton cement, víz, adalékanyagok és szükség esetén adalékszer keverékéből álló építőanyag. Kezdetben folyékony halmazállapotú, majd fokozatosan megszilárdul. Szilárd állapotában szilárdsági tulajdonságaira jellemző a nyomószilárdsághoz viszonyított gyenge húzószilárdság. E hátrányos tulajdonságot kiküszöbölendő készítenek vasalt betonokat, ahol a húzási terhelést az acélbetétek veszik át.

A beton alkotói

Cement: olyan kötőanyag, amelyben víz hozzáadására kémiai reakció indul el. A kötéskor végbemenő kémiai folyamat a hidrolízissel kezdődik, majd ezt követi a hidratáció. A hidrolízis során a víz hatására a klinker ásványok elbomlanak és az oxidokból hidroxidok keletkeznek. A hidratáció során különböző összetételű kalcium-szilikátok és -aluminátok képződnek.

Keverővíz: beton előállítására a vezetékes víz előzetes vizsgálatok nélkül alkalmas. Természetes vízforrásokból nyert víz esetén előzetes vizsgálat szükséges, csakúgy, mint szennyvíz használata esetén.

Adalékanyagok: A beton fő tömegét az adalékanyag adja. Ennek az adalékanyag tulajdonságai döntően befolyásolják a kész beton tulajdonságait. A leggyakrabban használt adalékanyag a természetes homok és kavics, valamint egyes esetekben a zúzott kő.

Betonjavító szerek

A beton egyes tulajdonságait különböző kémiai anyagok hozzákeverésével kedvezően módosíthatjuk.

Általánosan az alábbi adalékanyagok használatosak:

kötés- és szilárdulásgyorsítók, kötés- és szilárduláslassítók, fagyállóságot fokozók, folyósítók, képlékenyítők, injektálást segítő, színező anyagok, gázképző és habképző anyagok, légpórusképzők, tömítők, stabilizátorok, korrózió elleni védőanyagok.

Vízzáróságot fokozó anyagok:

A betonhoz keverve a kapillárisokon beszivárgó víz hatására megduzzadnak és eltömik a pórusokat.

Beton tulajdonságai, betonosztályok

A beton osztályozása és jelölése alapvető fizikai és mechanikai tulajdonságai alapján történik.

Testsűrűség szerint megkülönböztetünk könnyű- normál- és nehéz betont.

A könnyűbetont kisebb fajsúlya miatt tetőkertek, megfelelő adalékanyaggal pedig hőszigetelő szerkezetek építésénél alkalmazzák. A normál beton napjainkban az egyik leggyakrabban használt építőanyag, míg a nehézbeton jelentősége kiemelt, főként sugárvédelmi feladatokat lát el.

A betonok csoportosítása konzisztencia szerint a következő: alig földnedves beton, földnedves beton, kissé képlékeny beton, képlékeny beton, folyós beton és önthető beton. A beton konzisztenciája elsősorban a frissbeton keverhetőségét, szállíthatóságát bedolgozhatóságát, tömöríthetőségét, állékonyságát befolyásolja, de hatással van kötési-szilárdulási folyamatára, zsugorodására, valamint a megszilárdult beton szövetszerkezetére, szilárdságára is. A frissbeton konzisztenciáját a cement minősége, az adalékanyag minősége, szemszerkezete és a víz-cement tényező befolyásolja.

Környezeti osztályok

A beton környezeti osztályokba való sorolása, illetve az egyes környezeti osztályokhoz megállapított feltételek azon megfontolásból kerültek meghatározásra, hogy a betonszerkezetek tartóssága 50 évig biztosított legyen. A használati élettartam alatt – üzemszerű használat mellett – a beton akkor lesz tartós, ha a környezeti hatásokat jelentős károsodás nélkül viseli. A következő környezeti hatás szerinti osztályok léteznek: fagyállóság, olvasztó só állóság, vízzáróság, kopásállóság.

1.2. Különleges betonok

A speciális igényeket betonjavító adalékanyagok hozzáadásával javított beton alkalmazásával lehet kielégíteni, például: kopásálló beton, könnyűbeton, tűzálló beton, látszó beton, vízzáró beton.

Vízzáró beton

Akkor beszélhetünk vízzáró betonról, ha a beton levegőtartalma nem haladja meg a 2 V%-ot. Ezt úgy érhetjük el, ha telített betont tervezünk, és az adalékanyag szemcseeloszlására előírt szabályokat szigorúan betartjuk. Vízzáró betonnál döntő szerepe van a homoknak, és a finom frakcióknak. A vízzáróság a beton korával nő, mivel a keletkező kalciumszilikáthidrárok beépülnek a pórusokba eltömítve azokat.

A vízzáró beton tömítő adalékszer hozzáadásával, vagy a beton tökéletes tömörítésével készülhet, utóbbi esetben a pórusok kialakulását kell elkerülni.

1.3. A beton gyártása

Napjaik jelentősebb középületeit figyelve észrevehetjük, hogy szinte kizárólag a vasbeton vázas építési mód uralkodik. A megnövekedett mennyiségi és minőségi igények következtében pontos szabványok szerint készítik a betonokat, kiemelten ügyelve a minőség egyenletességére.

1.4. Beton a vízszigetelésben

A betonnál csak vízzáró szerkezet építésére alkalmas, teljes szárazsági követelményt önmagában nem tud kielégíteni.

A betont vízszigetelésként elsősorban olyan helyeken használjuk, ahol magától a szerkezettől van vízszigetelési elvárás, de nincs meg a teljes szárazság igénye. Külön vízszigetelés nem készül.

Gyakran alkalmazzák mélyépítés esetén a talajvíz kiszorítására, talajvíz távoltartására a munkagödörtől, illetve ilyen esetekben a vízzáró betonszerkezet végzi a munkagödör megtámasztását is.

Ilyen lehet például egy mélygarázs, ahol nincs teljes szárazsági követelmény, kismértékű nedvesség elfogadható. Maga a vízzáró beton a vízszigetelés, nincs szükség külön vízszigetelésre sem.

Egyéb alkalmazási területei lehetnek gátak, víztározók, vezetékek, csatornák.

1.5. A beton újrahasznosítása

A bontott szerkezeti betont nem lehet kezelés nélkül újra felhasználni. A különböző helyekről összegyűjtött törmelék betont először meg kell tisztítani a nagyobb szennyeződésektől, mint például a rátapadt szigetelő anyagoktól, földtől, fától és vasbeton esetén a betonvastól is. Ezeknek egy részét már a zúzás előtt kiszedik, még a maradékot az aprított törmelékből válogatják ki. Ezután ismét visszakerül a zúzdába, ahol még apróbb darabokra törnek. A további tisztaság elérése érdekében (későbbi felhasználástól függően) átvezethetik még vízcsatornákon is a törmeléket, ahol ülepítési módszerrel zajlik a szétválasztás.

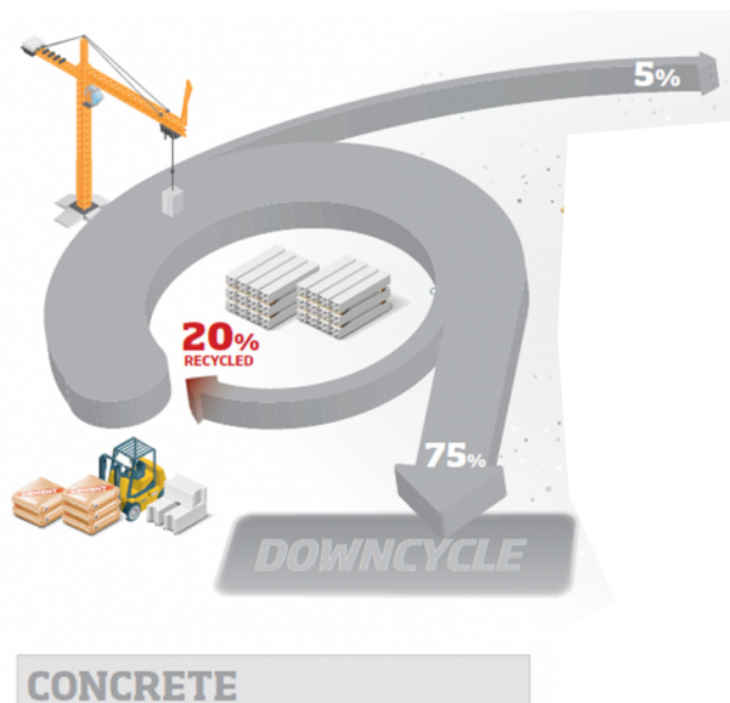
1.6. Az újrahasznosított beton alkalmazási lehetőségei

Jelenleg az újrahasznosított beton felhasználására nincsen egységes szabályozás, csak kisebb országos vagy egy kontinensen elfogadott szabályzatok léteznek.

Vízzáró beton újrahasznosított anyagból semmilyen módon nem készíthető. Az így előállított késztermék nem fogja tudni teljesíteni a normál termékekkel szembeni elvárásokat, mivel az újrahasznosított anyagokban lévő szerek módosíthatják a teljesítményét.

A betont általános szerkezetben, speciális igények nélkül, újrahasznosítva felhasználni csak komoly vizsgálatok után lehetséges. Ez elsősorban amiatt szükséges, mivel a beton „élete” során több olyan anyagot is felvehet, melyek károsak lehetnek az emberi egészségre. Ennek vizsgálata azonban igen költséges.

Autópályák építésénél azonban komolyabb vizsgálatok nélkül fel lehet használni az újrahasznosított betont, illetve bizonyos körülmények között támfalak, erózió gátló építmények és védművek építésénél is. (Erre jól példa lehet a US Federal Highway Administration, azaz az amerikai autópálya felügyelet, akik a legnagyobb beton újrahasznosítók az egész USA-ban.)



2. ACÉL ANYAGÚ VÍZSZIGETELÉS

2.1. Az acél, mint anyag

Az acél a vas legfontosabb ötvözete, fő ötvözője a szén, amiből legfeljebb 2,11 tömegszázalékot tartalmaz. Az acél olyan vasalapú ötvözet, amelyet képlékeny alakítással lehet megmunkálni (kovácsolni, hengerelni stb.). Ebben a megfogalmazásban nem kritérium a szén jelenléte, noha a szén a vas legáltalánosabb ötvöző anyaga, bár ötvözőként sok más elem is használatos.

Különböző fajta és mennyiségű ötvözőkkel az acél olyan tulajdonságait lehet megváltoztatni, mint a keménység, rugalmasság, hajlékonyság, szilárdság, hőállóság, savállóság, korrózió mentesség.

A vas 1538 C-on, az acél – széntartalmától függően – ennél kisebb hőmérsékleten olvad. Ezeket a hőmérsékleteket – többé-kevésbé – már az ókori technológiai módszerekkel el lehetett érni, ezért a vasat legalább 6000 éve használják.

2.2. Az acél csoportosítása

Gyártási módszer szerinti csoportosítás

A különböző gyártási eljárások különböző minőségű és mennyiségű járulékos ötvözőt hagynak vissza az acélban. Eszerint meg lehet különböztetni: oxigénnel frissített acélt, elektroacélt, korábbi gyártási eljárások szerint Bessemer-, Thomas- és Siemensacélt.

Felhasználási cél szerinti csoportosítás

- A szerkezeti acélfajtáktól a szilárdság mellett megfelelő szívósságot is kívánnak, ellenállást a lökésszerű igénybevételekkel szemben. Karbontartalma 0,6%-nál kevesebb.
- A szerszámacélok kiemelt jellemző tulajdonságai a keménység és a kopásállóság, itt általában edzett acélt alkalmaznak. Karbontartalmuk 0,6% fölötti.
- A különleges acélfajták sokfélék lehetnek, például rozsdamentes vagy savvédő a vasnál jobban vagy rosszabbul mágnesezhetőek, nagyobb teherbírásra alakítottak.

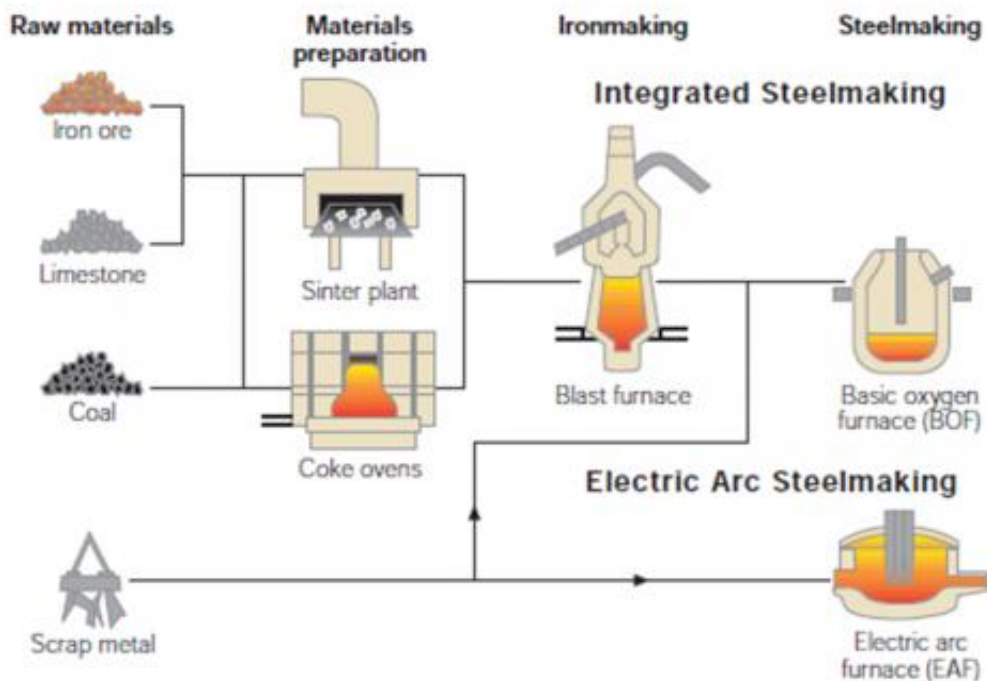
Az ötvözés mértéke szerinti csoportosítás

Az ötvözetlen acél ötvözőelemet a szénen kívül nem tartalmaz.

A gyengén és erősen ötvözött acél között a különbség az ötvöző fém mértékében van. A határvonal változhat a szerint, hogy milyen fémet használnak ötvöző anyagként.

2.3. Az acél gyártása

A vasat az ércből úgy állítják elő, hogy az ércet redukálják, azaz oxigéntartalmát eltávolítják. Az általános gyártástechnológia szerint az acélt két lépésben gyártják. Először nyersvasat állítanak elő az olvasztóban, itt hajtják végre a redukciót (nyersvasgyártás). Mivel a folyékony vas jól ötvöződik a szénnel, a nyersvasnak olyan magas a karentartalma, hogy képlékenyen nem alakítható. A képlékenyen alakítható acél előállítására céljából a fölösleges szenet el kell távolítani. Ez az acélgyártás művelete, amely oxidációs jellegű művelet. Az acélgyártás során az acélt a szén eltávolítása mellett szükség esetén más elemekkel is ötvözik, így kapják a sokféle acél minőséget, ami sokoldalú felhasználást is jelent.



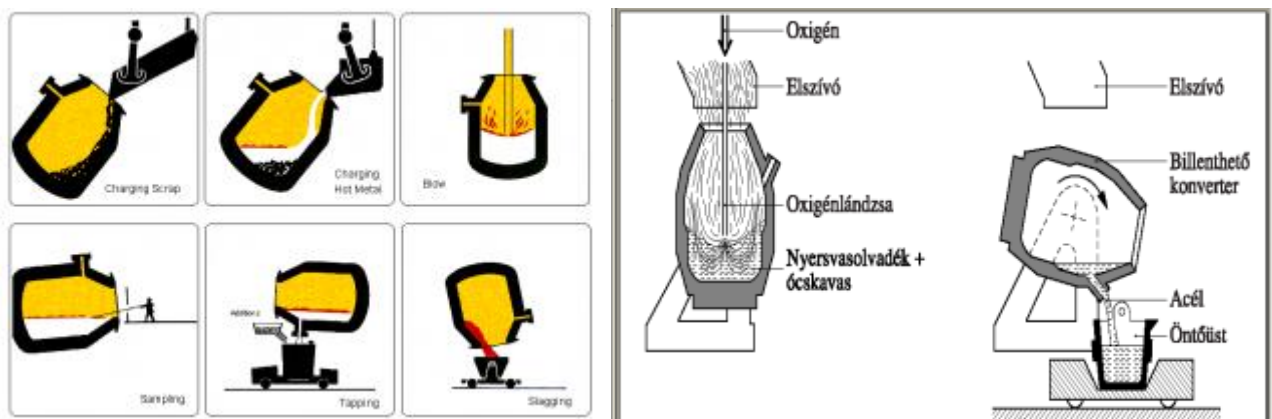
Az acél gyártási folyamata megegyezik az acél előállításával és újrahasznosításával, ezért ennek menetét részletesebben kifejtem.

Konverteres/LD acélgyártás

A konverteres acélgyártási módszerek közül mára az oxigénbefúvásos módszer maradt meg. Ennek az eljárásnak első képviselője az LD-konverter volt, amit követtek más módszerek is. Az oxigénbefúvás felülről történik, de vannak alsó befúvásos módszerek is (OBM, LWS, QEK stb.).

LD- konverteres gyártás menete

- Nyersvas vagy vashulladék beadagolása a megbillentett, legalább 1000 °C-os konverterbe
- A konvertert függőleges helyzetbe állítják, leengedik az oxigénlándzsát, és először távolabbról megkezdik a fúvatást.
- Salakképzőnek égetett meszet és folypátot adagolnak.
- A lándzsát fokozatosan lejjebb engedik, a fürdő hőmérséklete a végbemenő hőtermelő reakciók hatására megemelkedik.
- . Az anyagkészítés második részében adagolhatják az ötvözőket, de gyakran nem a konverterben ötvöznek, hanem a csapolás után az üstben. A fúvatási idő 12–20 perc között alakul. Az eljárás végén a konvertert megbillentve végzik el a csapolást.



Elektroacélgyártás

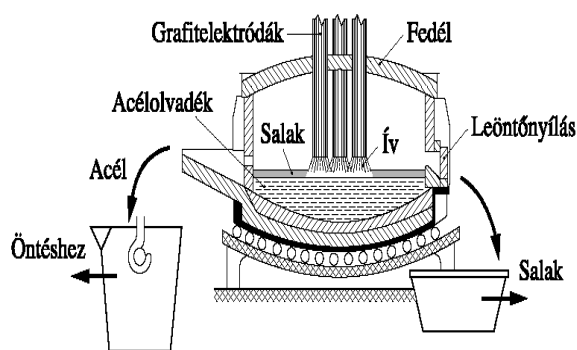
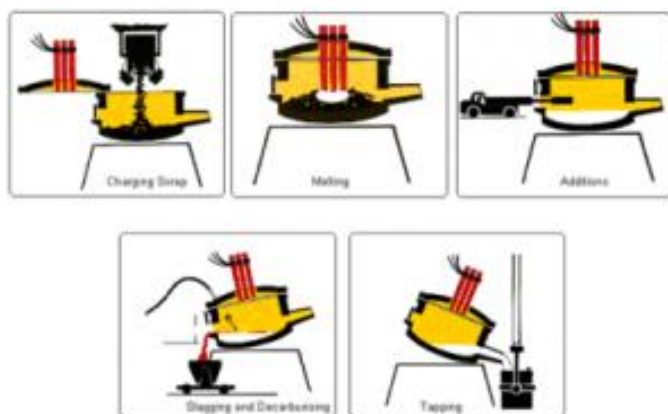
Ez az ívfényes kemencében való acélgyártást jelenti. A villamos ív a betét és a grafitból készült elektród között jött létre. Ívkemencék mellett használatosak még indukciós és ellenállás kemencék is.

Az ívfényes kemence kiinduló anyaga általában hulladékacél, esetleg fémesített pellet, ritkán nyersvas. Az ívkemencében lehet egy- és kétsalagos gyártási technológiával dolgozni, de a kétsalagos az általános.

A gyártás fő folyamatai

- Nyersanyag adagolása: a kemence boltozata a grafit elektródokkal együtt leemelhető, a betétet kosaras módszerrel emelik be, daru segítségével. A kosár aljára rakják a karbonizáló anyagot és az égetett meszet, erre kerül az ócskavas. Az adagolás után visszahelyezik a tetőt.
- Olvasztás: a maximális teljesítmény körülbelül $\frac{3}{4}$ -vel ívet gyújtanak, majd annak stabilizálódása után teljes teljesítményre kapcsolják a rendszert. Egyes kemencékben az ív alatt fordítani tudják a betétet.

- Frissítés: égetett meszet és folypátot adagolnak, miközben buborékképződés indul meg, a salak egy része kifolyik az erre a célra kialakított nyíláson. A folyamat végén az acélfürdő hőmérséklete 1630 °C körül van.
- Salaklehúzás: eltávolítják a fölösleges salakot (előtte mindig kémiailag ellenőrzik az anyagot).
- Kikészítés: első műveletként beállítják a C-tartalmat. Ferroszilíciumot és ferromangánt adagolnak, kialakítják az új salakot, majd elvégzik az ötvözést, de igen gyakran ezt már az üstben végzik.
- Csapolás: a kemencét megbillentik, és a tartalmát (salakot és acélt együtt) az üstbe öntik. A salakot néha külön szedik le.



2.4. Acél a vízszigetelésben

A rozsdamentes acél remekül alkalmazható, mint vízszigetelés. Ennek ellenére mégis ritkán használják, mivel a legdrágább a vízszigetelő anyagok között. Csak kis mennyiségben használják, olyan helyeken, ahol másképpen nem lehetne megoldani a szigetelést.

Első sorban akkor használják, ha egy pontban vagy vonalban olyan nagy terhelés éri a vízszigetelést, ami a műanyag vagy bitumenes szigeteléseket „átlukasztaná”. Ilyen például a pillérek áttörése a vízszigetelésen.

Alkalmazzák teknőszigetelésekhez, ha (akár kívülről, akár belülről) erős vegyi hatás érheti a szigetelést, vagy utólagos vízszigetelésnél.

2.5. Az acél újrahasznosítása

Az acél (és a színes fémek) a világon legnagyobb mértékben újrahasznosított anyagok. Az acélt már több mint 150 éve újrahasznosítják, mivel ez olcsóbb mintha azt a nyers ércből nyernék ki.

Az acél fizikai tulajdonságai nem romlanak az újrahasznosítása során. Az újrahasznosítási folyamat körülbelül 70-75%-kal kevesebb energiát emészt fel, mint a vasérből való gyártás. Mindezek mellett az acél újrahasznosítása során semmi nem vész el belőle, nem marad vissza felhasználhatatlan hulladék anyag.

Az acél szinte 100%-ban újrahasznosításra kerül napjainkban, ebből nagyjából 90-95% újrahasznosított, 2-10% újrahasznált és 0-5% hulladék. Az értékek függnek attól, hogy milyen acél kerül újrahasznosítása.

Ha acél újrahasznosításról beszélünk, akkor nem kell elkülönítenünk a vízszigetelésre használt acélt a többitől, mivel a bontott anyagként kinyert acél ugyanúgy újrahasznosítható. Élete során szerkezetéből adódóan az acél nem vesz fel semmilyen szennyező anyagot. Ez azt jelenti, hogy bármilyen acél újrahasznosítható. Egyedül a sugárfertőzött acélt kell kiszűrni.

Az újrahasznosított anyagot bárhová fel lehet használni, mivel mint már fentebb említettem az újrahasznosítás során fizikai tulajdonságaiból nem veszít, illetve szennyeződést sem vesz fel, ezáltal nem veszélyes az emberre.

Az acél újrahasznosítása pont ugyan azzal a technológiával zajlik, mint a gyártása.

A konverteres gyártás során az újrahasznosítandó fémet általában 35%-ban keverik a nyersacélhoz, még az elektoracél gyártásakor akár 100% is lehet az újrahasznosítandó acél.

A konverteres eljárás során az acél kisebb mértékben tartalmaz más elemeket így általában ezt olyan helyen alkalmazzák, ahol nagyobb a hideg alakítás (pl. gépjármű elemek, konzervek).

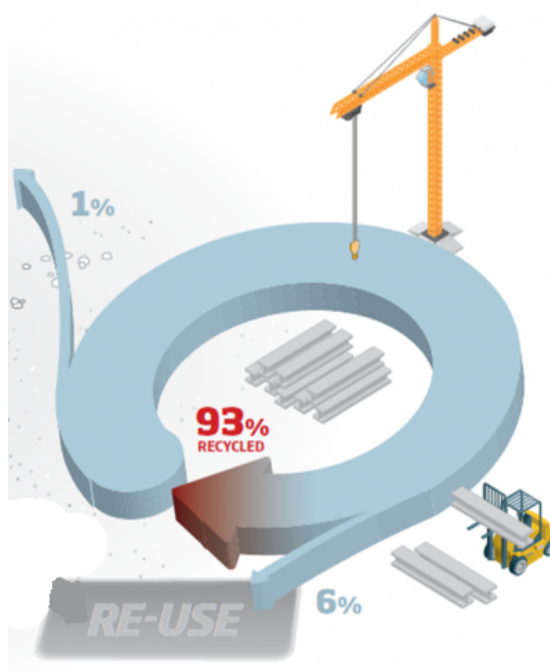
Az elektroacélgyártás során, ahol nagyobb koncentrációban maradnak egyéb elemek, olyan helyekre használják, ahol kicsi a hidegalakítás, mint például szerkezeti gerendák, betonacél.

Az újrahasznosítás kategóriába soroljuk azt is mikor a hulladék acél, mindenféle kezelés nélkül, egyből hasznosításra kerül. Ezt elsősorban angol nyelven könnyű kifejezni recycled - újrahasznosított, reused - újrahasznált.

Gyártáshoz használt hulladékacél típusai

- Nehéz olvadó acél: ipari vagy kereskedelmi acélhulladék nagyobb, vastag elemek, mint a lemezek, gerendák, oszlopok, csatornák.
- Régi roncsautók
- Öntöttvas: gépek, csövek, motorblokkok, díszítő elemek (pl. kerítés, kapu)
- Sajtolt acél: tetőfedés, víztartály, hűtők, mosogatók.
- Betonacél és háló
- Fémforgács: gyártás során visszamaradt szemét
- mangán acél: edzett acél (pl: betonkeverő)
- sínek

Termék	újrahasznált (%)		újrahasznosított (%)		elveszett (%)	
	2001	2012	2001	2012	2001	2012
durva építési anyag (csövek)	12	7	87	93	1	0
betonacél	2	0	90	98	8	2
könnyű szerkezeti acél	10	5	89	93	1	2
burkolat	15	10	79	89	6	1
nem szerkezeti acél	2	4	85	96	13	1
átlag	8	5	85	91	7	4



3. BITUMENES LEMEZES SZIGETELÉS

3.1. A bitumenes lemez anyaga

A bitumen a kőolaj egyik alkotórésze, a lepárlás során visszanyert, sötét színű szénhidrogénelegy. A természetben aszfalténok és aszfalttartalmú kőzetek formájában fordul elő. Ilyenkor a bányászott kőzetből a bitument kioldják vagy kiolvasztják.

3.2. A bitumen előállítása

Az előállítás szempontjából megkülönböztetünk három féle eljárással készített bitument, ezek a meleg, a félmeleg és a hideg eljárás.

Nagyüzemileg a bitument finomítóknál a megfelelő nyersolaj desztillációjával állítják elő. Ekkor egy szerves anyagokból álló sötét színű keveréket kapnak, amelynek a folyékonysága a hőmérséklet függvényében változik. A bitumen szobahőmérsékleten a képlékenytől a szilárd halmazállapotig változik. Felmelegítéskor először gyúrható, majd nehezen folyó és végül 150 - 200 °C -on híg folyós.

Ezek a viszkoelasztikus tulajdonságai teszik a bitument kitűnően használható építőanyaggá, amely, mint kötőanyag, a közlekedési útfelületek készéséhez szükséges aszfalt gyártásában, továbbá, vízzáró, illetve párazáró anyag a híd-, víz- és tározóépítésben számos területen használatos.

Ma a bitumen az útépítés meghatározó építőanyaga, a bitumentermelés messze legnagyobb részét, 80%-os részarányával, ezen a területen használják fel. Nélkülözhetetlen szerepet játszik a bitumen ezenkívül a fedéllemezek és szigetelőlemezek gyártásában.

3.3. A bitumenes lemezek ismertetése

A bitumen természetes anyag, amely normális beépítési körülmények között veszélytelen az emberre és a természetre egyaránt. A termelést és alkalmazást szigorú szabványok és előírások szabályozzák.

A bitumenes lemez több alkotóból áll össze, ezek a hordozóanyag, a bitumen, a töltő és a hintőanyag.

A hordozóanyag lehet nyerspapír, üvegfátyol, üvegszövet, műanyag fátyol vagy fémfólia. A papír a korhadása miatt mára háttérbe szorult. A legerősebb a hordozók közül az üvegszövet, ezt szokták alkalmazni, ha nagy igénybevételeket kell kibírnia a

szigetelésnek. A fólia hordozóréteggel ellátott lemezeket első sorban párazáró réteggé alkalmazzák.

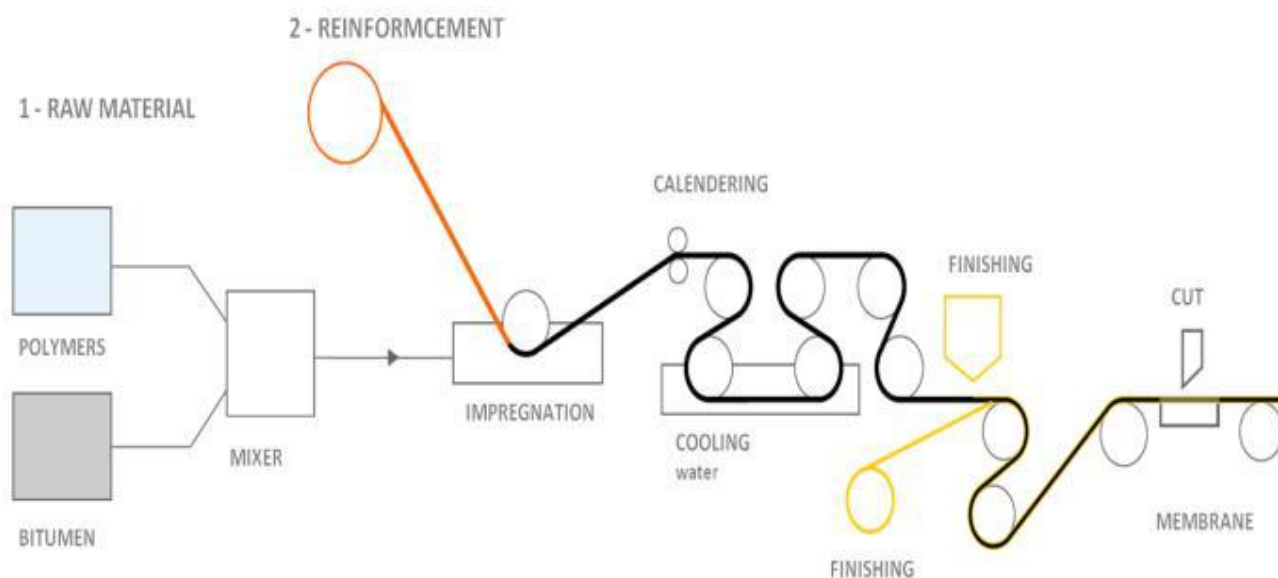
A töltőanyag a hő- és öregedésképtelenségét javítja, ugyanakkor rontja a tapadást, növeli a vízfelvételt, és a páraáteresztő képességet.

A hintőanyag feladata a bitumenes lemezek összetapadásának megakadályozása, valamint a lapostetők zárórétegének beépített lemezek UV sugárzás elleni védelme.

3.4. A bitumenes lemez gyártása

A bitumenes lemezek a lenti ábra által bemutatott folyamattal készülnek.

Először a nyers anyagokat (bitumen és polimer) külön hevítik, majd egy mixerben keverik őket. Ezután kerül sor az impregnálásra, ahol is felkerül a keverék a hordozó rétegre (üveg vagy műanyag fátyol, üvegszövet, fólia). Ezután következik a kalanderezés (forró hengerek között alakítják az anyagot a kívánt vastagságúvá) és a hűtés. Végül sor kerülhet, amennyiben ez szükséges az esztétikai réteg felvitelére, mint a palaőrlemény vagy fóliák.



3.5. A bitumenes lemez a vízszigetelésben

A bitumenes lemezeket gyakran használják vízszigetelésnek. A védendő szerkezet típusától illetve a nedvességterhelés mértékétől függően különböző típusú lemezeket alkalmaznak.

- bitumenes vékonylemez (forró bitumenes vagy hidegragasztással). Ide tartozik: bitumenes csupaszlemez (papír hordozóréteg, bitumenes bevonat nélküli); bitumenes fedéllemez (nyerspapír hordozó réteg, homok hintéssel); üvegfátyolbetétes lemez (finom homok hintéssel)

- bitumenes hegeszthető vastag lemezek (leolvasztásos ragasztással). Min 4 mm vastag, a lemezek ragasztásához szükséges bitument a lemez hátoldalára hordják fel. Fektetésükhöz lángolvasztó berendezéseket használnak. Ennek gyártása a következő hordozóanyagokkal lehetséges: üvegfátyol, üvegszövet, műanyag textília, műanyagszövet, műanyagfátyol, poliészter fólia. A hegeszthető lemezek felületi védelme, bevonata finomhomok hintés és polietilén.
- páratechnikai lemezek. A pára elleni védelmet ellátó lemezek feladata, hogy megakadályozza a páradiffúziót és azt, hogy a légáramlás során káros mennyiségű nedvesség kerüljön a rétegekbe. Egyenes rétegrendű melegtetőknél szükség van páravédelemre. A pára elleni védelemre olyan bitumenes lemez alkalmazható, amelynek betétanyaga korhadásmentes.
- modifikált bitumenes vízszigetelő lemez

Modifikálás

Az alapbitument műanyaggal keverik. A módosított anyag magasabb hőállóságú, rugalmasabb, jobb hideghajlíthatóságú, kedvezőbb öregedésállóságú. A legtöbb esetben képes az építmény hatékony víz elleni védelmét képes biztosítani.

Modifikálást plasztomerekkel és elasztomerekkel végzik. A különböző műanyagok eltérő tulajdonságokat javítanak (PVC: olajállóság; PE: öregedésállóság+hőstabilitás; EVA: lágyuláspont csökkenése)

APP lemezek

Magas hőállóság, kiváló tapadó képesség, jó hideghajlíthatóság; UV-álló, terhelhető; nagy mechanikai szilárdság, magas perforációs szilárdság, jó bedolgozhatóság.

SBS lemezek

10-15% polimer keverés az alapbitumenhez. Nagy szakadási nyúlás, gumyszerű nyújthatóság és visszarugózó, magas hőállóság, hideghajlíthatóság, nagy szakítószilárdság, gyors bedolgozhatóság, nem UV-álló.

EPM lemezek

Egyesíti az APP és az SBS legjobb tulajdonságait. Nem igényel fényvédelmet, UV-álló, kedvező hideghajlíthatóság, jó hőállóság, kedvező rugalmasság, nyújthatóság és szakítószilárdság.

A zárólemezek (felületvédelemmel ellátott lemezek). Színes vagy színezett palaőrlemény hintéses lemezek, egy oldalon bitumennel ellátott fémfóliák. Csak nem járható egyenes rétegrendű tetőknél használhatók.

3.6. A bitumenes lemez újrahasznosítása

A vízszigetelés sokáig védi az épületet, azonban egy idő után indokolt lehet a felújítás vagy a csere. Ennek oka, hogy élettartama során olyan hatásoknak van kitéve, mint az időjárás és az UV sugárzás.

Mostanában Európában egyre inkább lecserélik a régi szigeteléseket (pl.: kátránypapír) újabbra. A vízszigetelés beépítési helyéből adódóan azonban ez főleg csak a lapostetők vízszigetelésére igaz.

Évente nagyjából 2 millió tonna hulladék keletkezik a különböző tetőfedő anyagok bontásából (itt sok esetben nem a cseréből, hanem a teljes épület bontásából keletkezik a hulladék) és ehhez még hozzá adódik az esetleges alszerkezeti szigetelések bontása. A bitumenes szigetelések ennek nagyjából 40-50% át teszik ki.

Az Európai unió Life+ programja hozzájárul a hulladék anyag újrahasznosításához. A program célja, hogy megmutassák, hogyan lehet 1000 tonna bitumenes szigetelést újrahasznosítani az aszfaltút építésekor. A projekt azt is értékeli, hogy mindez költséghatékony módon történjen anélkül, hogy káros hatással lenne a környezetre és a munkakörnyezetre.

Lehetőség van ezek egy részének újra hasznosítására, mivel lehetőség van rá, hogy az útépítésnél az aszfalt 10-15% már használt bitumen legyen, ezzel is csökkentve az energiafogyasztás és a káros anyag kibocsátást.

Nyugat Európában cégek szakosodnak arra, hogy összegyűjtsék az építési hulladékot, illetve hozzájuk lehet elszállítani a gyártás során keletkező hibás termékeket is. Ezekben a feldolgozó üzemekben készítik elő a bitumenes lemezeket az újrahasznosításra.

A beérkező anyag belekerül egy darálóba, ahol rengeteg pengével apró darabokra aprítják (nagyjából 8-10mm), majd bekeverik sóderrel és kész is az újrahasznosításra. A keverés és az aprólék nagysága felhasználástól függ, a megrendelő igényeihez igazítják.

4. BEVONAT VÍZSZIGETELÉS

4.1. Bevonatszigetelések alapanyaga

A bevonatszigetelések bázis anyaguk szerint lehet műanyag, bitumenes vagy cement alapúak. Ezek a leggyakrabban alkalmazott bázisanyagok, de emellett léteznek más kevésbé elterjedt anyagok is, például a részben vagy teljesen természetes anyagokat alkalmazók.

4.2. A bevonatszigetelések felhasználása

A bevonatszigeteléseket olyan helyeken használjuk, ahol geometriai adottságok következtében nem alkalmazhatunk meg lemezes szigetelést.

Mindemellett egyre inkább elterjedőben vannak az olyan szigetelési rendszerek, ahol az egész épület vízszigetelését kenhető szigeteléssel oldják meg.

4.3. A bevonatszigetelések előállítása és újrahasznosítása

A bevonatszigetelések előállítása kémiai úton történik. Újrahasznosításuk is szintén vegyi úton lehetséges, azonban a kenhető szigetelések esetében nem beszélhetünk újrahasznosításról.

Ennek egyik oka, hogy a már beépített szigetelés nem visszanyerhető. A bontott építőanyagról lekaparni vagy leoldani értelmetlen, mert csak elhanyagolható mennyiség jönne vissza, ezen felül a visszanyeréshez használt vegyszerekkel akár új szigetelőanyagot is elő lehet állítani és akkor az összegyűjtött szigetelés tisztításáról még nem is beszéltünk.

Nem vízszigetelésként alkalmazott, de a bevonatvízszigetelések anyagával megegyező összetételű anyagok újrahasznosítása kenhető szigetelő anyagként szintén nem létezik. Ez alapvetően két dolog miatt van. Az egyik, hogy ezeknek az anyagoknak a kiválasztása és tisztítása nagyon költséges és bonyolult folyamat. Másrészt pedig azért, mert ha nem tisztítják meg teljesen, vegyi úton alkotóira bontva az adott anyagot, akkor olyan szennyeződés maradhat benne, amely rontja a késztermék vízszigetelő képességét.

A szennyeződések komoly problémát okozhatnak a vízszigetelések teljesítményében. A lemezes szigeteléseknél ez elsősorban a fizikai szennyeződésre korlátozódik, kenhető szigetelések esetében azonban a különböző vegyi anyagok is rontják a termék minőségét.

Ha valahol mindenképpen kenhető szigetelést kell alkalmazni, alternatívát jelenthet a környezettudatosság irányában, hogy ma már vannak részben vagy egészben természetes anyagokat használó termékek is, ez a terület azonban még további fejlesztésre szorul. Ezekkel a termékekkel az a legfőbb probléma, hogy élettartamuk csak pár év, azaz épületek vízszigetelésére jelenleg még alkalmatlanok.

5. PVC VÍZSZIGETELÉSEK

5.1. Műanyag

A műanyagok mesterséges úton előállított, vagy átalakított óriásmolekulájú anyagok, szerves polimerek. Jelen vannak életünk szinte minden fontos területén a háztartásokban, a járművekben, az egészségügyben, az elektronikában, az űrkutatásban és az építésben is.

5.2. Műanyagok csoportosítása (1. táblázat)

Hővel szembeni viselkedésük szerint

- hőre lágyuló (termoplasztikus)
- hőre keményedő (termoreaktív)

Szerkezetük szerint

- fonalas (hőre lágyuló)
- térhálós (hőre keményedő)

Eredet szerint

- természetes alapú – természetes makro-molekulák átalakításával
- mesterséges alapú – a monomereket szintetikus úton állítják elő

Leggyakoribb műanyagfajták:






- Polietilén (PE)
 - kissűrűségű polietilén (LDPE)
 - nagysűrűségű polietilén (HDPE)
- Polietilén- tereftalát (PET)
- Polipropilén (PP)
- Polivinil-klorid (PVC)
- Polisztirol (PS)
- Expandált polisztirol (EPS)



Az építésben számos módon alkalmazzák a műanyagokat, mint például vízszigetelő lemezek, védőfóliák, habosított formában hőszigetelések, padlóburkolatok.

A vízszigetelésben való felhasználásukat tekintve leggyakoribb a PVC felhasználása, amelyből szigetelő lemezeket gyártanak, de emellett EPDM (etilén-propilén.dién-monomer) szigetelő- és tömítő elemeket is gyakran használnak.

A következőkben a PVC (polivinil-klorid) anyagú vízszigeteléseket mutatom be, illetve elsősorban a PVC, mint anyag, a vízszigetelések területén való újrahaznosítási lehetőségeit ismertetem.

1. Táblázat – Műanyagok típusai és jellemzői

PI kód	Műanyag polimert típusa	Tulajdonságok	Felhasználási területek és példák	Üvegesedés és olvadáspont(°C)	Young modulus (GPa)
	Polietilén tereftalát(PET, PETE)	átlátszóság, szilárdság, szívósság, akadályozza a gázt és nedvességet	Üdítő, víz és salátaöntet palackok; mogyoróvaj és lekváros üvegek	Tm = 250; Tg = 76	2-2.7
	Nagy sűrűségű polietilén (HDPE)	Merevség, szilárdság, szívósság, ellenáll a nedvességnek, átérteszti a gázokat.	Vízvezetékek; hullahopp gyűrű; öt gallonos vödör; tejgyümölcsle- és vizes palackok; zacskók; tisztálkodási termék palackja	Tm = 130; Tg = -125	0.8
	Polivinilklorid (PVC)	Sokoldalúság, egyszerű keverés, erősség, szívósság.	Fóliacsomagolás a nem élelmiszer jellegű árukhoz; fóliafilmek nem élelmezési célú felhasználásra; nem élelmiszer-csomagolásra, mivel a kemény PVC flexibilis állapotában mérgező. Nem csomagolási célra elektromos vezeték szigetelése; merev csövek; bakelitlemezek.	Tm = 240; Tg = 85	2.4-4.1
	Alacsony sűrűségű polietilén(LDPE)	Könnyű feldolgozás, erős, szívósság, rugalmas, könnyű tömítés, akadályozza a nedvességet.	Fagyasztott élelmiszer táskák; összenyomható palack, például méz, mustár; folpack; rugalmas tartály kupakja.	Tm = 120; Tg = -125	0.17-0.28
	Polipropilén(PP)	Erő, szívós, jó ellenállás hő, vegyi anyagok, zsír és az olaj ellen, sokoldalú, akadályozza nedvességet.	Újrahasználható mikrózható edények; konyhai, joghurt konténerek; margarin kádák; mikrózható eldobható elvitelre szánt tartályok; eldobható poharak, tányérok.	Tm = 173; Tg = -10	1.5-2

	Polisztirol(PS)	Sokoldalúság, átlátszóság, könnyen keletkeznek	Tojástartók; csomagolás pl.: mogyoró; eldobható poharak, tányérok, tálcák és evőeszközök; eldobható elvitelre szánt konténerok;	Tm = 240 (csak izotaktikus); Tg = 100 (ataktikus és izotaktikus)	3-3.5
	Egyéb (polikarbonát vagy ABS)	Függ a polimertől vagy azoknak kombinációjától	Italos palack, babatej üveg; Nem csomagolásra használt polikarbonát: CD-k; "feltörhetetlen" fényezés; elektronikai készülékek háza; lencsék beleértve nap-szemüvegeket, szemüvegeket; gépjármű fény-szórók; rendőrségi pajzsok; műszerfalak	polikarbonát: Tg = 145; Tm = 225	polikarbonát: 2.6; ABS műanyag: 2.3

5.3. A PVC, mint anyag

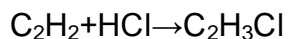
A PVC (polivinil-klorid) hőre lágyuló, éghető, kémiai ellenálló, kemény műanyag. A harmadik legnagyobb mennyiségben gyártott szintetikus polimer.

A PVC-nek két típusa van a kemény és a lágy PVC. (2. táblázat) Mindkét típus felhasználása széles körű. A lágy PVC egyik legismertebb alkalmazási módja az elektromos kábeleket bevonó réteg, a kemény PVC-ből pedig csöveket készítenek, de nagy keménysége miatt gépkatrésznek is kiválóan alkalmas.

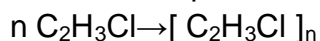
A vízszigetelésben használt PVC szigetelő lemezek lágy PVC-ből készülnek.

5.4. Kémiai előállítás

Acetilénből vízmentes hidrogén-klorid addíciójával keletkezik a vinil-klorid:



A vinil-klorid polimerizációjával pedig a poli(vinil-klorid) keletkezik:



A PVC környezetre káros anyag. A legjelentősebb szennyezést égése során okozza, mert klórtartalma miatt hidrogén-klorid, dioxin és egyéb a környezet számára káros vegyületek keletkeznek. Gyártása, megsemmisítése, de még újrahasznosítása közben is szabadulnak fel káros anyagok, illetve maradnak vissza olyan anyagok, amelyek nem bomlanak le. Ezek a nem lebomló anyagok idővel egyre jobban felhalmozódnak, elhelyezésük nagy problémát jelent, mint örökre megmaradó szemét rakódnak le a Földön.

5.5. A poli(vinil-klorid) gyártása

„A PVC előállítása heterogén tömbpolimerizációval, továbbá emulziós és szuszpenziós polimerizációval is lehetséges. A monomer tömegében történő polimerizálása még kevésbé terjedt el.

A PVC előállítása döntően szuszpenziós eljárással történik tankreaktorokban. A reaktorba 180 rész vizes fázist és 100 rész monomert adagolnak és a segédanyagokat is vízzel táplálják be. Az iniciátort (pl. hidrogén-peroxidot) a vinil-kloridban oldva juttatják a reaktorba, majd a rendszert 5-10 bar nyomáson és alacsony hőmérsékleten (40-80°C) intenzíven keverik. A keletkező PVC szemcséket a vízzel távolítják el a reaktorból, majd szeparálják, szárítják és további kikészítő műveleteket alkalmaznak. Az eljárás során eltávolított víz szerves anyag tartalma jelentős, 2-3 g/l, ezért tisztítása általában anaerob, majd aerob biológiai oxidációval történik.”

((1. számú idézet))

2. Táblázat – A PVC tulajdonságai

Tulajdonságok	Merev PVC	Rugalmas PVC
Sűrűség [g/cm ³]	1.3–1.45	1.1–1.35
Hővezető képesség [W/(m·K)]	0.14–0.28	0.14–0.17
Kélékenyedés [psi]	4500 - 8700	1450 - 3600
Young modulus [psi]	490,000	
Hajlítószilárdság [psi]	10,500	
Nyomószilárdság [psi]	9500	
Hőtágulási együttható (lineáris) [mm/(mm °C)]	5×10 ⁻⁵	
Vicat B [°C]	65–100	Nem ajánlott
Ellenállás [Ω m]	10 ¹⁶	10 ¹² –10 ¹⁵
Felületi ellenállás [Ω]	10 ¹³ –10 ¹⁴	10 ¹¹ –10 ¹²

5.6. PVC a vízszigetelésben

A PVC a műanyag lemezes szigetelések egyik alapanyaga, mely a lemezes szigetelések plasztomer, azaz hőre lágyuló osztályába sorolható.

A PVC-nek, mint nyersanyagnak számos előnye van

- sokoldalúan alkalmazható
- alakítható
- rugalmas
- hosszú élettartamú költségkímélő
- időjárásálló
- nagy ellenálló képességű
- karbantartást nem igényel
- újrahasznosítható

A PVC vízszigeteléseket egyaránt alkalmazzák alépítmények, lapostetők és víztároló medencék (pl. kerti tavak) szigetelésére is. A lemezeket különböző vastagságban alkalmazzák, attól függően, hogy milyen követelményeknek kell megfelelniük.

Hatások:

- külső – csapadék, mechanikai, vegyi, biológiai, sugárzások és légköri hatások
- belső – hőmérséklet, pára, egyéb

Igénybevételi szintek:

- mechanika – I. fokozott (pl.: közvetlen meteorológiai igénybevétel), II. mérsékelt
- hőterhelés – „A” fokozott (nehéz felületvédelem nélküli szigetelés), „B” mérsékelt

Alépítmények esetén, ha csak talajnedvességgel kell számolni, 1,2 mm vastagságú lemez alkalmazása is elégséges, ha viszont talajvíznyomás is jelentkezik, ott vastagabb, 1,5 mm-es változat szükséges.

Lapostetők esetén, mivel itt fokozott vízhatásnak van kitéve, szintén az 1,5 mm vastag lemez használata szükséges, ugyanúgy, mint a víztárolásra szolgáló létesítmények esetén is. Tetőknél a PVC elsősorban fordított rétegrend esetén javasolt, mivel ebben az esetben fokozott igénybevételeknek van kitéve. Amennyiben egyenes rétegrend kerül kialakításra, úgy vagy egy védőréteg szükséges a PVC vízszigetelést érő hatások ellen vagy érdemesebb valamelyik elasztomer szigetelés használata, tekintettel azok ellenálló képességére.

A PVC vízszigetelést hengerekbe felcsavarva szállítják a helyszínre, majd azt kiterítve, egymással fedésben fektetve helyezik el. A szigetelés készítésekor fontos szempont, hogy az aljzat megfelelő minőségű legyen (sima és minden kiálló részecskétől, szeméttől mentes legyen), illetve, hogy vastagsága állandó legyen, ne változzon.

A lemezeket egymáshoz toldani különböző technikákkal lehetséges, mint forró levegős hegesztés, oldószeres ún. hideg hegesztés, és ragasztó-tömítő szalag (bár ennek alkalmazása korlátolt, mert hidrosztatikai nyomás esetén nem javasolt).

A szigetelő lemez alzathoz való rögzítése teljes felületen való forró levegős hegesztéssel, mechanikai rögzítéssel, illetve leterheléssel történhet. A sarkok, hajlatok és nehezebb geometriájú csomópontoknál speciális idomelemekkel folytonosítják a szigetelést.

A PVC lemezek jó vízszigetelő képességűek, azonban igen sérülékenyek, amire már a rétegrend tervezésekor gondolni kell, illetve mind a szigetelés készítése, mind a karbantartás során ügyelni kell rá.

A PVC mellett léteznek más műanyag lemezszigetelések is, de ebben a tanulmányban ezeket nem taglalom. Alkalmazásuk és újrahasznosításuk nagyrészt egyezik a PVC lemezekével. Ezek a műanyag lemezek alapanyag, rugalmasság, illetve megmunkálhatóság szempontjából három csoportba sorolhatók:

Hőre lágyuló (plasztomer) műanyag lemezek.

Plasztikus tulajdonságú, nyúlásra kevésbé képes, de hő hatására meglágyuló lemezek. Könnyen alakíthatók, és alakváltozásuk tartós. Forró levegővel vagy oldószerekkel hegeszthetők. (PVC, PIB, EVA, ECB)

Gumiszerű (elasztomer) műanyag lemezek.

Jellemző rájuk a mechanikai erőhatásokkal szembeni nagyfokú ellenállás. Az erőhatás megszűnése után az eredeti állapotukat visszanyerik. Nagymértékben ellenállnak a légköri hatásoknak (ózon, UV sugárzás), valamint a hő és vegyi hatásoknak. Hátrányuk, hogy sem forró levegős, sem oldószeres hegesztéssel nem lehet toldani a őket. (HDPE, LDPE, TPO, BK/IIR, CSM)

5.7. PVC a világon

Globális szinten a PVC iránti kereslet meghaladja a 35 millió tonnát évente. Az elmúlt években egyre nagyobb jelentőséggel bír az a kérdés, hogy mi legyen a rendelkezésre álló hulladék PVC sorsa, ezért a PVC hulladékkezelésben egyre nagyobb növekedés indult meg.

Ma már készülnek hosszú élettartamú termékek is, de a korábban használt, akár 30, 40 vagy 50 éve beépített műanyagok nem voltak ennyire tartósak, mára már elhasználódtak és tönkrementek. Ezeket javítani vagy cserélni kell, illetve bontásból is nagy mennyiségű ilyen régi műanyag hulladékot nyernek vissza. A műanyag hulladék mennyisége tehát egyre csak nő. Valószínű, hogy a jövőben sem fog csökkenni a hulladék felhalmozódás mértéke, ugyanis a ma kapható hosszú élettartamú termékek drágábbak, ezért gyakran az olcsóbb, kevésbé tartós elemeket vásárolják meg, amelyek rövid idő múlva ugyanúgy a lerakatokban végzik.

A PVC hulladék elhelyezésének egy egyszerű típusa a szemétkerak. Ez a módszer ma azonban sok országban ez egyre elfogadhatatlanabb, mivel egyre drágább, és a növekvő fogyasztás hatására egyre inkább fogy a szabad lerakási terület. Ezen kívül a lerakott szemét potenciális veszélyt jelent a polimer klórtartalma miatt.

Egy sokkal jobb út az újrahasznosítás, amikor képesek vagyunk visszanyerni energiát és az anyag egy jelentős vagy teljes részét. A PVC újrahasznosításának elismerése egyre nőtt az elmúlt években. Az "újrahasznosítás", "visszaigénylés" vagy a

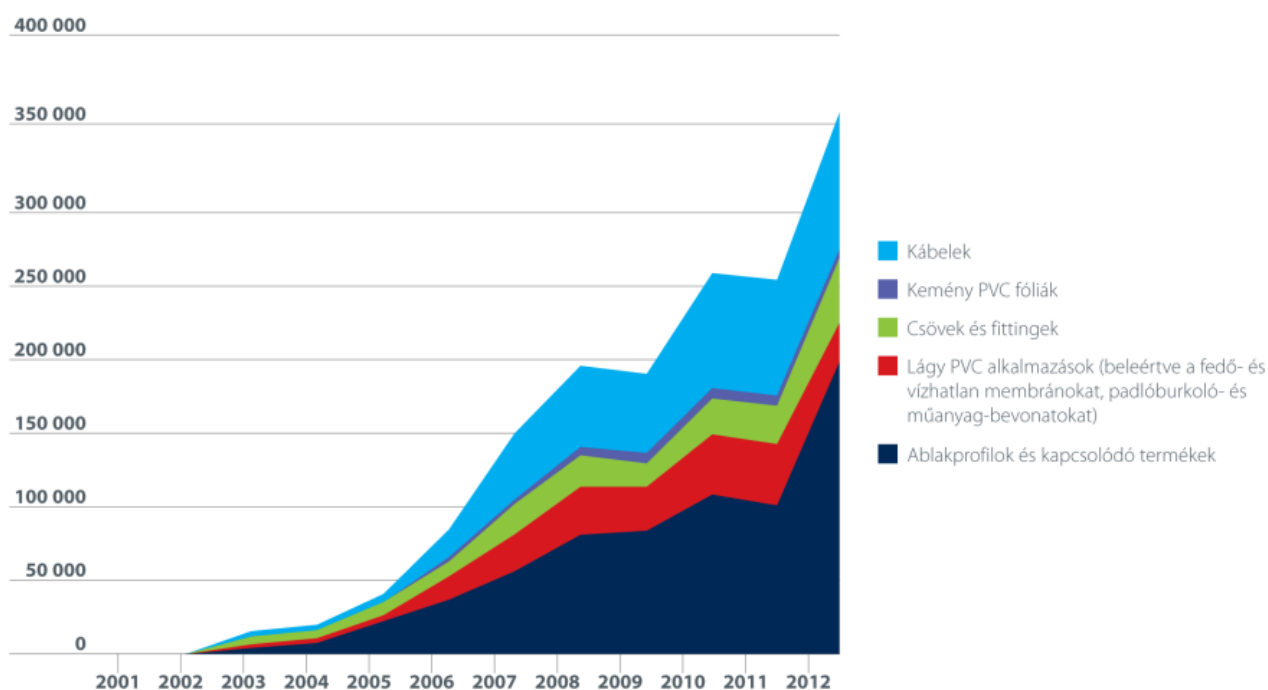
"hasznosítás" általában azt jelenti, hogy a már felhasznált anyagon olyan feldolgozási műveleteket végeznek el műanyagok előállítására, amelyekkel "másodlagos anyagok és energia" képezhető.

Több tudóst és céget kértek fel, hogy kutassák a PVC újrahasznosítását és végül arra jutottak, hogy a PVC sikeresen visszaforgatható különböző termékekbe. Ezen túlmenve azt is állították, hogy a profilok tulajdonságai nem változnak attól, hogy a szűz PVC helyett azt újrahasznosítottal helyettesítjük. Sajnos minden előnye ellenére, még mindig csak igen kis része kerül újrahasznosításra a PVC-nek.

Jelenleg számos fejlődő országban az a norma, hogy a műanyagot hulladéklerakókba küldik, például a közel-keleti országokban kevesebb, mint 1%-át hasznosítják újra. Az európai országok és az Egyesült Államok szembesültek azzal a problémával, hogy a műanyag hulladék egy jelentős része vagy lerakókba kerül vagy elégetik. Itt azonban az újrahasznosítás aránya folyamatosan emelkedik az 1980-as évek közepétől, és rengeteg újrahasznosítással foglalkozó cég és kutatás alakult ki.

A Vinyl2010 nevű önkéntes „mozgalom” 2000-ben jött létre Európában. A szervezet egyik célja az volt, hogy a PVC gyártása során felelősségteljesebben használják az adalékanyagokat, ezzel csökkentve a hulladékot, másik céljuk pedig, hogy növeljék a gyűjtést és újrahasznosítást. 2010-re ez a szám már meghaladta a 200.000 tonnát és a teljes felhasználás 3%-át. Minden évben növekedés figyelhető meg az újrahasznosítás terén. 2012-ben már 354 173 tonna PVC-t hasznosítottak újra, amely több, mint 35%-os növekedést jelentett az előző évhez képest, amikor ez a mennyiség csak 257 084 tonna volt. A szervezet céljai közé tartozik, hogy a PVC újrahasznosítás mértéke 2020-ra elérje a 800 000 tonna/év mennyiséget.

A Vinyl 2010 és VinylPlus keretében újrahasznosított PVC (Mennyiségek tonnában)

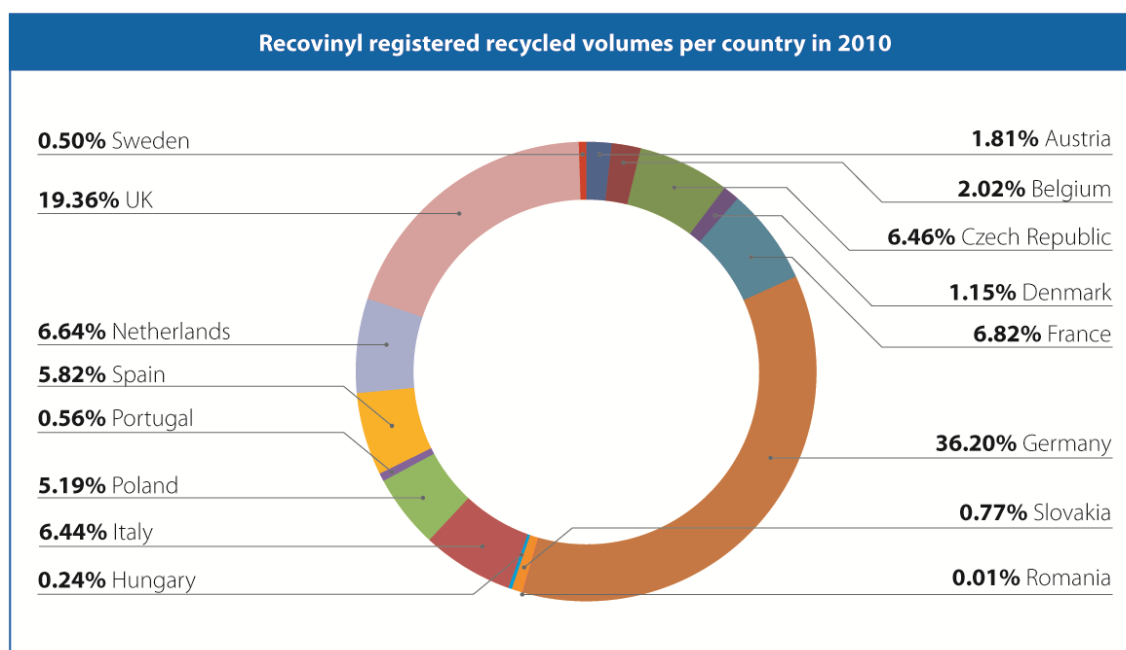


Az audit következtetései az alább említett áttekintésben vannak összegezve:

Projekt	A PVC típusa	2011-ben újrahasznosított tonnasúly	2012-ben újrahasznosított tonnasúly
EPCoat (beleértve a Recovinyt-t)	Bevonatos szövetek	3 563*	6,364*
EPFLOOR	Padlóburkolat	2 788*	3,420*
EPPA (beleértve a Recovinyt-t)	Ablakprofil és azzal kapcsolatos profilok	104 719	198,085
ESWA – ROOFCOLLECT és a Recovinyt	Lágy PVC	33 694 tonna, mely a következőkből áll:	21 418 tonna, mely a következőkből áll:
ESWA – ROOFCOLLECT	Lágy PVC	1 633*	2 581*
Recovinyt	Lágy PVC alkalmazások	32 061	18 837
TEPPFA (beleértve a Recovinyt-t)	Csővek és fittingek	23 977	38 692
ERPA a Recovinyt-en keresztül (beleértve a CIFRA-t és a csomagolás korszerűsítési projektet)	Kemény PVC fólia	5 201	5 620
Recovinyt (beleértve a Vinyloop Ferrara-t)	Kábelek	83 142	88 477
Összesen		257 084	362 076

*Tonnasúly: beleértve Norvégiát és Svájcot

Németország magasan vezet az műanyag újrahasznosítás terén, amivel Európában senki nem veheti fel a versenyt és világszínvonalban is csak az USA mérhető össze vele.



Az egyszerű újrahasznosítás önmagában nem tudja megoldani a műanyag hulladék problémáját, mivel sok esetben a műanyag fajtájából adódóan nem hasznosítható újra vagy olyan anyagokkal keveredett, amelyeket nem lehet kiválasztani belőle. A belekeveredett szennyező anyagok miatt az újrahasznosított termék mechanikai tulajdonságai a legtöbb esetben rosszabbak lesznek és csökken a felhasználási lehetőségek száma is.

A másik jelentős gondot az újrahasznosított műanyag felvevőpiaca okozhatja, mivel ha nem találnak neki új felhasználási területeket, értelmét veszti az egész. Jelenleg a műanyagon belül a PVC újrahasznosítása rohamos ütemben növekszik, különösen a következő szempontok miatt:

- az ez irányú fejlesztések és modern gépek lehetővé teszik a hulladék eltávolítását a PVC-ből
- jelenlegi módszerek fejlődése és újak megjelenése az újrahasznosított PVC felhasználásában
- javuló kompatibilitás a szűz PVC és más polimerek között
- vegyes PVC újrahasznosítás (más műanyagokkal)
- új energiahasznosítási technológiák
- felhasználás utáni PVC újrahasznosításának fejlődése
- újrahasznosított PVC fizikai és mechanikai tulajdonságainak javulása
- felmérések hatására egyre nagyobb mennyiségű újrahasznosítás

A PVC ma már az egyik legnagyobb mennyiségben újrahasznosított polimer a fejlett országokban, mert gyakorlatilag alkalmas az összes újrahasznosítási módszerre. Emiatt jelentős figyelmet kap a kutatása és a technológia fejlesztése is.

5.8. A PVC újrahasznosítás technológiája

A harmadik legnagyobb mennyiségben gyártott szintetikus polimer, a polivinilklorid (PVC), hulladékként való lerakása és tárolása egyre problémásabb és költségesebb, míg égetése során a környezet számára káros vegyületek keletkeznek. Újrafeldolgozása nem csak környezetvédelmi, de gazdaságossági szempontból is indokolt, mivel az akár többször is újrahasznosítható anyag alapanyagként visszaforgatható a termelésbe, így költséghatékonyabb előállítását biztosíthat.

A PVC estében különböző anyag - és energia visszanyerési módszerek léteznek, azonban minden újrahasznosítási technikát a PVC hulladékok degradációja kíséri. Ennek mértéke függ a kiválasztott módszertől, mivel a PVC-nek magas a klórtartalma miatt néhány újrahasznosítási technológia nem kedvező számára. Különösen a lerakás és a komposztálás nem alkalmasak, mert a PVC oxidatív lebomlásának veszélyei ismeretlenek a környezetben.

Az égetés és pirolízis sem kedvelt, mivel nagy mennyiségű hidrogén-klorid és egyéb toxikus anyagok keletkeznek közben. A két elfogadható újrahasznosítási technika a mechanikai- és kémiai technológia.

A mechanikus újrahasznosítás már sok éve gyakorlatban van. Ez a módszer akkor előnyösebb a PVC újrahasznosításában, ha a PVC tiszta, ismert az összetétele és korábbi története rendelkezésre áll.

A kémiai újrahasznosítási technológia azon az elképzelésen alapul, hogy a műanyagot az újrafelhasználáshoz polimerizációval vagy más kémiai folyamattal visszakonvertálják alkotóira.

Az alábbi táblázat a PVC hulladék feldolgozási módjait és azok jellemzőit mutatja be.

Módszerek	Érzékenység szennyeződésekre	Szennyezés mértéke	Ára	Újrahasznosított anyag/termék	Anyag tulajdonságai	Üzemek száma a világon	Elfogadó országok
Lerakás	nem érzékeny	nagy	olcsó	nincs	-	magas	nem elfogadott
Termikus	általában nem érzékeny	nagy	általában olcsó	energia	energetikailag nem effektív	magas	nem elfogadott
Mechanikus	nagyon érzékeny	alacsony	normál költségű	PVC	alapanyagon és a technológián múlik	növekvő	teljesen elfogadott
Kémiai	relatív nem érzékeny	általában alacsony	nagy költségű	különböző nyersanyagok	alapanyagon és a technológián múlik	alacsony	korlátokkal elfogadott

A PVC újrahasznosítás első lépése a hulladék megtisztítása az egyéb anyagoktól.

A szeparációs műveleteknél az alkotók eltérő tulajdonságait (méret, alak, sűrűség, vezetőképesség, nedvesíthetőség, mágnesezhetőség, szín, fénytörés stb.), mint elválasztható tulajdonságokat hasznosítjuk. Az egyes technológiai változatok nagyban különbözhetnek egymástól (légosztályozók, elektrodinamikus szeparátorok, mágneses szeparátorok, flotáló készülékek, optikai elven működő szeparátorok stb.). A cél azonban azonos: a különböző típusú hulladékokat minél nagyobb tisztaságban, minél nagyobb arányban el tudjuk különíteni.

Szétválasztási technikák:

- kézzel való válogatás
- szerves oldószerekben feloldva, majd az eredeti anyagot „visszaigényelve”
- centrifugális szétválasztás, az anyagok sűrűsége szerint
- légosztályozás
- nedvesosztályozás
- elválasztás olvadékszűréssel (ehhez 204C szükséges)
- szelektív flotációs technológia (sűrűséget veszi, hasonló szerkezetű anyagoknál, mint például a PET, PVC)
- folyadék-fluid ágyas besorolás
- mágneses elválasztás
- röntgen fluoresszencia módszer, (spektroszkópiai elkülönítéssel visszaverődést figyelve a klór atomokon /PVC/)
- optikai elválasztás
- Lézer-indukált plazma spektroszkópia módszer (nagy energiájú lézer hatására a műanyagban generálódott emissziós vonalak figyelésével)
- elektrosztatikus elválasztással

((A pontosság kedvéért néhány technológia angol megnevezését a 3. számú melléklet tartalmazza.))

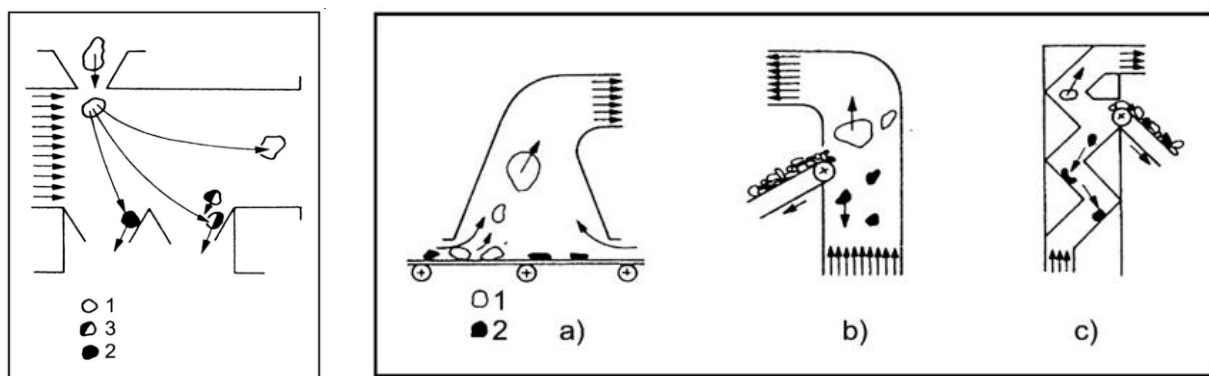
A következőkben a fent említett technikák közül néhányat részletesen be is mutatok.

Légosztályozás

„A légosztályozó készülékekben a szabályozott sebességű levegőárammal osztályozzák a hulladékot szemcseméret, és sűrűség szerint. Keresztáramú és ellenáramú változatai ismeretesek.

A légosztályozókat rendszerint papír-, műanyag- és textilhulladékok nehezebb hulladékkeverékektől való elkülönítésére használják. Alkalmasak azonban könnyű fémfóliák és lemezek nehezebbektől való szeparálására, továbbá szárított szerves anyagok szervesetlenektől való elkülönítésére is. Igen széles körű hasznosításuk egyik alapfeltétele függetlenül a méret és alak szerinti elválasztást módosító hatásától az elválasztandó anyagok közötti min. 10–15%-os sűrűségkülönbség.

A ballisztikus osztályozásnál az előkészített (aprított, rostált) hulladékot röpítőkéssel adagolják a horizontális osztályozótérbe, amelyben az egyes komponensek a tömegük és alakjuk szerint osztályozódnak.



Horizontális kamrás légosztályozó

1. könnyű frakció;
2. közepes frakció;
3. nehéz frakció

Vertikális légosztályozók típusai

- a) elszívósos aspirátor;
 - b) vertikális osztályozóoszlop;
 - c) vertikális cikcakk osztályozó
1. könnyű anyag; 2. nehéz anyag

Nedvesosztályozás

A nedvesosztályozók egyaránt lehetnek kereszt és ellenáramú elven működők, elválasztási és dúsítási feladatokra széleskörűen alkalmazhatók. Aprítással, rostálással, légosztályozással előkészített hulladék kezelésére alkalmasak. Szerves-szervesetlen hulladékkeverékek, műanyag-hulladék-keverékek, fém hulladékok, üveghulladékok stb. szétválasztására használatosak.

Az ellenáramú nedvesosztályozók a vertikális ellenáramú légosztályozókhoz hasonló elven működnek. A víz ellenáramú mozgását szivattyú végzi.

Elterjedtek a pulzációs ülepitők is, amelyek lüktető folyadékárammal és mechanikus pulzációval egyaránt működtethetők. A különböző hidrociklonokkal, spirális osztályozókkal és a kúpos úsztató-ülepítő osztályozókkal elsősorban *műanyag-hulladék-keveréket, fémhulladék-keveréket osztályoznak.*

A nehézkegű szétválasztási technológiában nagy sűrűségű folyadékot vagy szuszpenziót használnak hulladékkomponensek –többnyire fém- és műanyagkeverékek – szétválasztására (pl. tetrabrom-etánt, ferroszilíciumszuszpenziót).

Flotálás

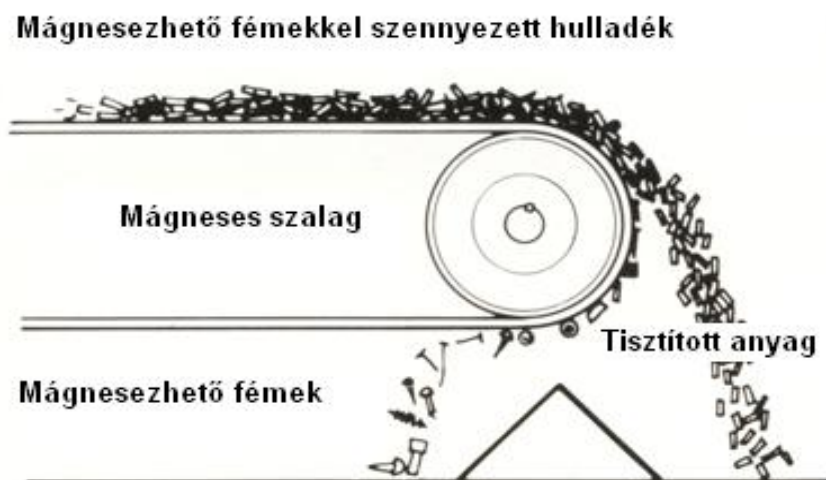
Olyan fázisszétválasztási eljárás, ahol emulzió átbuborékolatott gáz olajcseppeket ragad magával, amelyek a folyadék felszínén külön fázist alkotnak.

Pl. papírnál festékeltávolítási mód, levegőbefúvás + vegyszeradagolás történik = a leoldott festék hab formájában a víz felszínéről eltávolítható”

((2. számú idézet))

Mágneses elválasztás

A mágneses elválasztási technológia lényege, hogy kihasználják a fémek mágneses tulajdonságát, így tisztítva meg a fémekkel szennyezett anyagot.

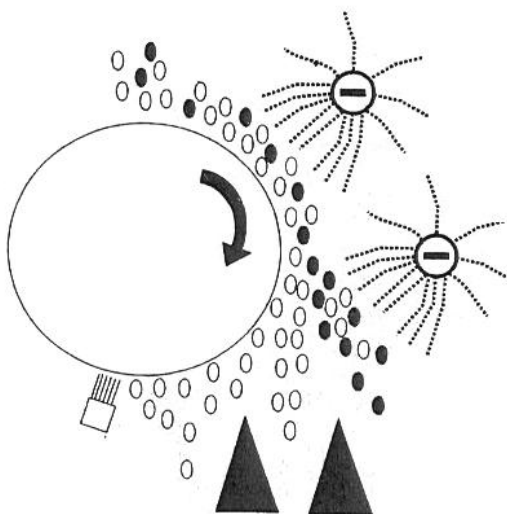


Elektrosztatikus elválasztás

„Ezeket a berendezéseket eredetileg arra terezték, hogy kinyerjék a nemvasfémeket a gépjárművek bezúzásakor keletkező hulladékból vagy települési szilárd hulladékot kezeljenek vele, de ma már széles körben alkalmazzák öntödei homok, poli(etilén-tereftalát), elektronikai hulladék, üvegcserep, aprítói apróhulladék és használt kazánbélések feldolgozására.

[...] Főleg réz vagy alumínium kinyerésére alkalmazzák feldarabolt elektromos huzalokból és kábelekből, valamint réz és nemesfémek ki-nyerésére nyomtatott áramköri kártyák hulladékából.”

((3. számú idézet))



Az elektrosztatikus szeparátor működése

Optikai elválasztás

„Az optikai műanyag hulladék válogatómű „lelke” az úgynevezett „piros szem” rendszer, amely két lépésben különíti el egymástól PVC-ből és a PET-ből készült műanyagokat. Az első fázisban az optikai érzékelő a futószalagon alatta nagy sebességgel elhaladó műanyag hulladékokra egy fénynyalábot bocsát, amelynek visszaverődéséből megállapítja, hogy az adott hulladéknak mi a jellemző alapanyaga. Ezt követően, az optikai érzékelők után elhelyezett levegő fúvókasor megfelelő tagja, a másodperc tört része alatt, nagy nyomással kifújja a PVC hulladékot és a PET hulladékot az egyéb műanyag hulladék közül. (Az egyéb műanyag hulladékok közül a polietilén (HDPE, LDPE) flakonokat kézi válogatással válogatják ki, majd darálás után hasznosításra értékesítik.) „

((4. számú idézet))

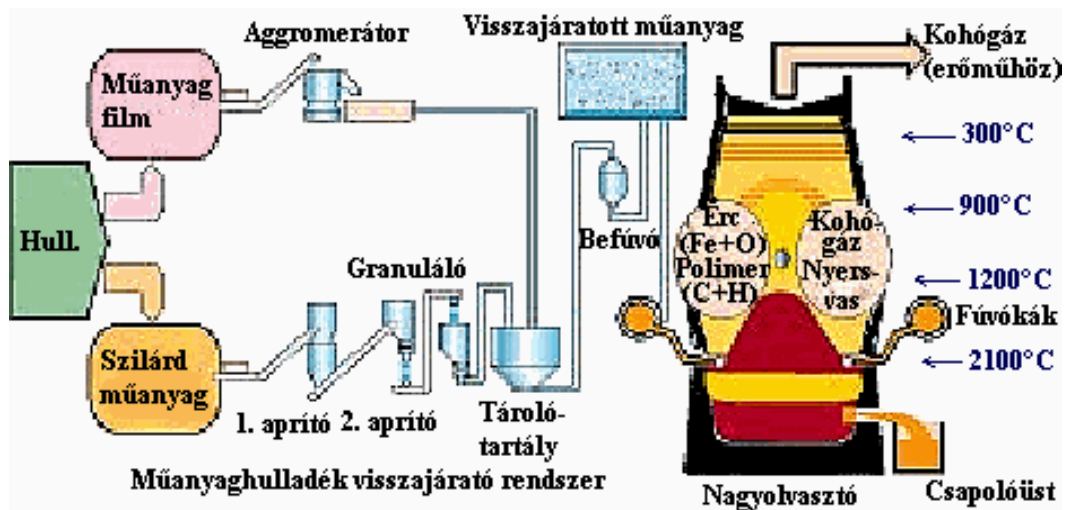
Termikus újrahasznosítási technológia

Az úgynevezett energia-újrahasznosítás egy technika, amely abból áll, hogy energiát nyer vissza a hulladék égetésével.

Ez a megközelítés, kidobja a PVC-hulladékot, ha az nagy mennyiségű szennyeződést és / vagy éghető szilárd anyagot tartalmaznak, ugyanis ilyenkor fontos, hogy a szennyezett hulladék ne kerüljön a szemétkerakatokba.

Ez a technológia nagy nyilvános ellenállásba ütközik, mert eléggé környezet szennyező, különösen akkor, ha az égetést nem a megfelelő berendezéssel végzik.

Ez a probléma a PVC-nél még jelentősebb, mert a klór égésével hatványozottan szabadulnak fel káros anyagok, ezzel szemben a fűtőértéke nem elég magas.



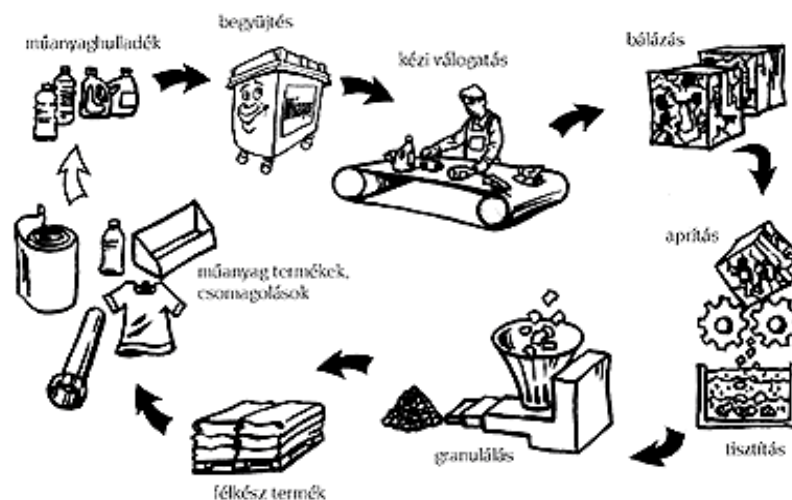
Mechanikai újrahasznosítási technológia

Ez technikailag viszonylag egyszerű és lényegében megegyezik a műanyagiparban megszokott hulladék anyag újra bedolgozásával.

Ha megfelelő mennyiségű homogén anyag áll rendelkezésre, akkor egyszerű válogatás, tisztítás, felületi csiszolás és őrlés után már használható is az anyag. Amennyiben ez nem adott, például a PVC-be szennyeződés került (pl: hordozóréteg vagy fém), akkor először válogatni kell, mely szennyeződéstől függően gépek által vagy emberi segítséggel történik.

A válogatás után fel kell aprítani pelyhekre és a szennyeződést el kell távolítani, ez után jöhet a csiszolás, majd tisztítószeres tisztítás és végül a vízpermetes mosás. Az így kapott nyersanyag már újrahasznosításra alkalmas.

Ennél az eljárásnál az anyag megmarad eredeti szerkezetében, kémiai nem változik.



(hulladék–begyűjtés–válogatás–(bálázás)–aprítás–tisztítás–granulálás–újrahasznosítás)

Mosás, tisztítás

„A mosás és a tisztítás a szilárd hulladék felületi szennyeződéseit eltávolító művelet, amely megkönnyíti a hulladék hasznosítását. A szennyeződés a mosáskor fagyadékfázisba megy át: oldódik, diszpergálódik, emulgeálódik. A fagyadékfázis legtöbbször víz, vizes oldat, de lehet szerves oldószer is. A vízben oldott vegyszereket és szerves oldószereket aszerint kell kiválasztani, hogy milyenek a tisztítandó hulladék és a szennyező anyag tulajdonságai, és milyen a tisztítási hatásfokuk. A művelet hatékonyságát különböző kémiai adalékokkal segítik elő (pl.: vízlágyítók, nedvesítőszerk, emulgeáló-és diszpergáló anyagok alkalmazásával), valamint növelik a mosóközeg hőmérsékletét.

A mosási folyamat több műveleti fázisból áll, amelyek a mosófolyadék vegyszertartalma, a szilárd anyag és a fagyadék aránya, továbbá a hőmérséklet tekintetében is különböznek egymástól.

A mosóvizet recirkuláltatják, ill. az elszennyeződést követően komplexen tisztítják. A mosást szakaszos és folyamatos üzemi berendezésekben végzik. A mosási technológiát főként *textil-, műanyag-és üveghulladékok* felületi tisztítására használják a hulladékkezelési gyakorlatban.”

((5. számú idézet))

Kémiai újrahasznosítási technológia

A kémiai vagy nyersanyagként történő újrahasznosítás azon az ötleten alapszik, hogy szétörlik a polimer hulladékot alkotóira és a kapott terméket később kell tisztítani, majd abból újra kell termelni az anyagot vagy valami azzal kapcsolatban álló egyéb polimert. A legelterjedtebb megközelítései a PVC kémiai újrahasznosításának jelenleg a "termikus krakkolás" vagy más néven hidrogénezés, pirolízis, az oldószeres bontás (szolvalízis) és a depolimerizáció.

„1. A depolimerizáció a polimerláncok monomerré való bontását jelenti.

2. A szolvolízis során a polikondenzációval és poliaddícióval előállított polimerek fő láncainak kiindulási anyagaikra való bontása történik. Típusai: hidrolízis, alkoholízis, acidolízis, aminolízis és átészterezés.

3. A hidrogénezés nagynyomású krakkolásból áll, melynek eredményeként különböző szén-hidrogénekhez jutnak. Ez az eljárás alkalmas kevésbé tiszta és nem fajtaazonos hulladék hasznosítására is pl. elektromos és elektronikai ipar műanyag hulladékainál.”

((6. számú idézet))

A PVC kémiai újrahasznosítása egy egyre inkább növekvő ágazat. A mechanikai technológia mellett számos lehetőség van a PVC hulladékot molekuláris szinten kémiailag kezelni. Számos anyagot dolgoznak fel így, mint például a laminált filmet, melyek sokszorosan kapcsolódnak egymáshoz és ezért nem lehet gazdaságosan szétválasztani egyetlen polimerré.

A vegyes műanyagokat ma kémiai újrahasznosítási folyamatok kezelik. Ugyanakkor, bár a kémiai újrahasznosítás kevésbé érzékeny a rendezetlen vagy szennyezett hulladékokra, de a felhasznált energia a termék előállítására és gyártására során

megsemmisül, ezért ez a technológia energia szempontjából, kevésbé tanácsos, mint a mechanikus újrahasznosítás.

Továbbá hangsúlyozni kell, hogy a kondenzációs polimerek, mint például a polietilén-tereftalát (PET), jellemzően sokkal inkább alkalmasak a kémiai újrahasznosításra, mint például a PVC, mivel az anyag szerkezete kevésbé károsodhat a folyamat során.

5.9. Újrahasznosított PVC gyártási folyamata

Az előzőekben leírt módszerekkel szétválogatott és a szennyeződésektől megtisztított PVC aprólék készen áll a feldolgozásra.

A tisztítás és aprítás készülhet az eredeti gyártónál, ha hibás termékekről van szó vagy valamely erre szakosodott üzemben, de akár az újrahasznosítónál is. Amennyiben nem a gyártás során keletkezett selejtről, hanem bontott anyagról és szemétről van szó úgy csak az utóbbi két megoldás lehetséges.

Ezek közül valamelyik jobb minőségű anyagot veszik az új termék alapjának (pl: gyári hibás áru, ezért már a gyárban szemétre kerül orvosi kellékek, háztartási eszközök, játékok) és ehhez kevernek hozzá rosszabb minőségű nyersanyagot (pl: régi szigetelést, melyet nem tudtak teljesen megtisztítani a régi hordozó rétegetől vagy gépalkatrészeket, amelyekben maradt fém, esetleg kevert műanyagú játékot). Ezt a keveréket utána olvadáspontig hevítik, majd préshengerek segítségével egyenletesre összedolgozzák. Az így elkészült anyag préshengerek közé kerül, ahol azok távolságát beállítva tudják szabályozni a készülő lemez vastagságát, természetesen a művelet közben meleg levegő befúvásával tartják alakítható állapotban a PVC-t. A folyamat további részében több gépen átvezetve az anyag lehűl, megszilárdul és a végén feltekerik egy hengerre.

A lehűlés folyamata közben vagy emberi szemmel vagy géppel ellenőrzik a kész árut és igyekeznek kiszűrni a hibás részeket. Hiba esetén az adott szakaszt kivágják és vissza kell küldeni a folyamat legelejeire egészen az tisztítás és aprításig. Az így keletkezett termék természetesen nem alkalmazható, mint vízszigetelés csak nagyon kis igényű helyekre, például védőlemeznek (pl: tófolia).

A teljes értékű vízszigetelésnek is használható PVC lemez előállítására nem történhet tisztán újrahasznosított anyagokból, mert az ezekből előállítható termék minősége nem képes elérni az előírt minőségi színvonalat. Vízszigetelés előállításához ezért, minden esetben szükség van új anyagra, amelyhez keverhetünk újrahasznosított PVC-t.

Ebben az esetben az újrahasznosított anyagot a hevítés folyamata közben keverik az újhoz, úgy, hogy mindkettőt előhevítik, és utána keverik, de a hevítés továbbra is fent áll. Ezek után az eljárás teljes egészében megegyezik a tisztán újrahasznosított anyagból készülő lemezével.

Hidegőrlési technológia

Az újrahasznosítási technológia lényege, hogy a hulladékot megőrlik és porszórással juttatják az új termék még képlékeny anyagába.

Az őrlés kritikus pont a hőre érzékeny műanyagok, így a PVC esetében, ugyanis az őrlés során keletkező hő hatására a lágy PVC darabok megolvadhatnak, nyúlóssá válhatnak, összeragadhatnak. A kriogén őrlési technológia során azonban az őrlendő anyagot cseppfolyós nitrogénnel -120°C fokra hűtik, mellyel az őrléshez szükséges rideg, törhető állapotot érnek el, ezáltal elkerülhető a lágy PVC megolvadása, összeragadása.

Az őrlés után kikerülő anyagot szitával finom őrleményre és durva szemcseméretű anyaggá választják szét. Ez utóbbit újra megőrölve a maradékanyagok teljes mértékben visszadolgozására kerülnek. Az őrléssel keletkező port szórással juttatják az új termék anyagába.

A környezetkímélő és gazdaságossági szemponton túl az eljárás lehetővé teszi a gyártási maradékok eredeti tulajdonságainak megőrzését az őrlés után, így a végtermék kiváló minősége újrafelhasznált nyersanyaggal is garantált.

5.10. Következtetés

A PVC széles körű felhasználása miatt rengeteg féle szennyezés lehet a beérkező anyagokban. A már korábban említett kezelési módok azonban nem tudják az újrahasznosítandó anyag 100 %-os tisztaságot biztosítani. Emiatt gyakorlatilag sohasem kaphatunk tiszta, egyenletes minőségű PVC-t a tisztítás után, valamennyi szennyeződés marad benne. Ha egyszerűbb, olcsóbb technológiákkal dolgoznak, a „bennmaradó” szennyeződés százalékos aránya még nagyobb lehet a feldolgozott anyagban.

A kémiai újrahasznosítási technológiában megvan arra a lehetőség, hogy különféle műanyagokat keverjenek bele kisebb mértékben PVC alapanyagba, hiszen az anyagokat feldolgozás közben alkotóikra bontják le.

A termék egyenletes minőségének eléréséhez azonban, ami a vízszigetelések esetében a felhasználási mód szempontjából elengedhetetlen, (legalább gyártónként) szabályozás szükséges. Ehhez magát az anyagot osztályokba kell sorolni. Olyan minőséget megítélő rendszerezés szükséges, amely a szennyeződések figyelembe vételével ad lehetőséget az újrahasznosított PVC besorolására, például a szennyeződés anyaga és százalékos aránya szerint.

Ezáltal meg lehetne határozni egy a keverékre vonatkozó értéket, amely által, a feldolgozásra bejövő anyagok és a különböző típusú és mértékű szennyeződések ellenére, a számok tartásával, közel állandó és azonos minőség lenne tartható.

A felállítandó szabályozás mellett nagy jelentőséggel bír az is, hogy minden újrahasznosítandó anyagot azonos vizsgálatoknak vessenek alá. Gondot jelenthet, ha nem minden gyártó rendelkezik megfelelő eszközökkel a PVC anyagminőségének meghatározására.

Az itt leírtak egyaránt vonatkoznak a csak részben újrahasznosított anyagból készülő vízszigetelésekre és a teljesen újrahasznosított PVC-ből készülő védőlemezekre is.

5.11. Újrahasznosított PVC osztályozási rendszere

Az újrahasznosítandó anyag osztályozásának 3 fő szempontja van. Ezek a PVC anyagának típusa, minősége; a szennyeződés anyaga és a már feldolgozott anyagban „benmaradt” szennyeződés mértéke százalékban kifejezve.

A PVC típusán az értendő, hogy merev vagy rugalmas PVC-ről beszélünk, illetve hogy tartalmaz-e más típusú műanyagot.

A szennyeződés anyaga is nagyban befolyásolja a minőséget. A szennyeződés anyaga rendkívül változatos lehet: hordozó- és védő rétegek, különböző fémek, más fajta műanyagok, más mesterséges anyagok, különböző vegyszerek, illetve ha gépek alkatrészeit dolgozzák fel különféle olajok is találhatóak az anyagban.

A szennyeződés mértéke azt fejezi ki, hogy a nyersanyag hány százaléka nem PVC. Ez az arány szorosan összefügg a szennyezőanyag típusától, mivel az a különböző anyagok azonos százalékos arány esetén nem azonos mértékben gyengítik a feldolgozott PVC minőségét, teljesítő képességét.

Egyes feldolgozók és gyártók által kiadott információk szerint a feldolgozás után jelen lévő szennyeződés mértékét már mechanikus újrahasznosítási technológiával is képesek drasztikusan lecsökkenteni, akár néhány %-ra szennyezőanyagtól függően.

Mint fentebb írtam, kémiai módszerrel közel a teljes tisztaág elérhető.

A nyersanyag milyenségét úgy lehetne meghatározni, hogy a fent említett tényezőket számszerűsítjük. Az egyes szennyezőanyagokhoz veszélyességük szerint rendelünk egy-egy értéket viselkedésükből függően, veszélyességi sorrendben. Ezek az értékek a szennyeződés mértékétől függően egy módosító tényezővel szorozva meghatároznak egy végeredményt. Az így kapott értékeket felhasználva a gyártók képesek lennének az újrahasznosított anyagok keverésekor egy nagyjából állandó szintet tartani egy állandó számérték tartásával.

Az itt leírtak konkretizálása további vizsgálatokat és méréseket igényelnek. Ezek nem képezik részét ennek a dolgozatnak, így megállapításaimat gyártói, feldolgozói és forgalmazói válaszokra, honlapokra és üzembemutató videókra támaszkodva teszem.

6. BEFEJEZŐ GONDOLATOK

Az általam végzett kutatás folyamán arra a következtetésre jutottam, hogy a beton, a bitumen lemez és a kenhető szigetelések újrahasznosítási lehetőségei erősen korlátozottak. Ennek okai az emberi egészség védelmében tett szabályozások illetve az anyagok saját viselkedési tulajdonságai.

Az acél újrahasznosítása ezzel ellentétben már régóta kidolgozott, hatékony eljárás alapján működik. Ez a legnagyobb mennyiségben és legtisztábban újrahasznosított nyersanyag. Felhasználási területe korlátlan, mivel az újrahasznosított anyag minősége megegyezik az eredeti anyag minőségével, ezen kívül az újrahasznosítási folyamat során a minőség könnyen szabályozható.

A PVC újrahasznosítása az előzőekkel ellentétben kevésbé körüljárt terület, különösen a vízszigetelések terén. Mivel a feldolgozandó nyersanyag forrása nagyon változatos, nem csak visszanyert vízszigetelések, hanem számos más területről összegyűjtött PVC-t is hasznosítanak, ezért az anyag tisztítása, kiválogatása és a feldolgozásra való alkalmassá tétele is bonyolult folyamat, speciális technológiát igényel. A kész termék vízszigetelésként való alkalmazásának feltétele, hogy az újrahasznosított nyersanyag rendelkezzen megfelelőségi minősítéssel.

A későbbiekben szeretnék további kutatásokat folytatni ebben a témában, mely során szeretnék pontos vizsgálatokat végezni, és ezek eredménye alapján túllépve az elméleti síkon kialakítani egy konkrét viszonyítási rendszert.

7. MELLÉKLETEK

1. SZÁMÚ MELLÉKLET

Remater kft. gyárlátogatása képekben

A Remater egy olyan cég, amely csak újrahasznosított vízszigeteléseket állít elő. Termékei között tófoliák, kisebb igényű helyekre alkalmas vízszigetelések szerepelnek. A már szigetelésre fel nem használható anyagból vegyesen készítenek különböző tárgyakat, például fekvőrendőrköt, gyeprácsokat, járólapokat.

Beérkezett részben tisztított anyagok ömlesztett tárolása:



Ipari függöny maradványok és kábelborítások

Ezeket jobb minőségű PVC-ből készítik, mint a vízszigeteléseket. Itt csak a kábelborításoknál lehet gond, az esetlegesen benne maradó réz.



Gyártási hibás játék, PVC szigetelő fólia és linóleum lemez

A játékok és más emberi használatra szánt termékek (pl. gumimatrac) többségében, jobb minőségű PVC-ből készülnek, mint a szigetelő lemezek, ellentétben a linóleum rosszabbnak tekintendő, mivel a kémiai szerkezet kicsit eltér a szigetelő lemezétől.



Különböző anyagok feldolgozás előtt (tisztítottsági fokuk eltérő):

- gyártási hibás infúziós cső (nagyon jó minőség, teljesen tiszta),
- két kevert anyag (közepes minőség, erősen szennyezett),
- aprított bankkártyák (jó minőség, elméletben tiszta),
- PVC szigetelés (jó minőség, hordozó rtg. maradványaival erősen szennyezett),
- PVC őrlemény (jó minőség, közepes szennyezettségű)

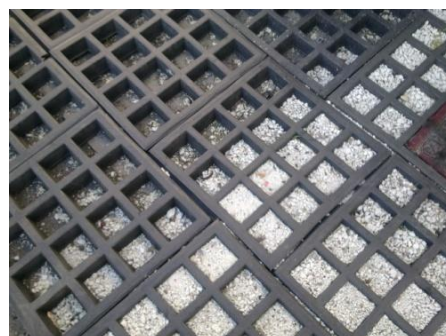


Nyersanyaghevítés és bedolgozás

A PVC-t présgépeken átvezetve beállítják a termék vastagságát, a kész lemezt lehűtik, felcsavarják és a széleit egyenesre szabják.



Aprítógép, kész vízszigetelés tekercsek, abszolút selejt anyagból készülő gyeprács



A kezdeményezés remek, de sajnos nem rendelkeznek megfelelően modern technológiával, ami elsősorban a beérkező anyagok tisztításában jelent gondot. A feldolgozatlanul kapott anyagot nem tudják megfelelő minőségben megtisztítani, így az előállított végtermék sem lesz olyan minőségű, hogy azt magas igényű helyekre lehessen beépíteni.

Itt megjegyezném, hogy a teljes egészében újrahasznosított anyagból készülő „vízszigetelések” valójában nem használhatók vízszigetelésre, csak védőfóliának. Ahhoz, hogy vízszigetelésnek is lehessen használni a terméket, csak bizonyos mennyiségben megengedett az újrahasznosított termék használata.

A másik gond, hogy mindig más keverékekkel dolgoznak, a PVC minősége és szennyezettsége változó, így nem tudnak állandó minőséget tartani, ami így nem minősíthető, és így a piacon való helyük is megkérdőjelezhető.

Ez jelenleg minden ilyen cégre áll, mivel az állandó minőség és annak minősítésére nincsenek megfelelő módszerek, szabványok.

2. SZÁMÚ MELLÉKLET

A következőkben megemlítenék még egy módszert, mely nem mondható a hagyományos értelemben vett újrahasznosításnak, mégis a módszer célja, hogy kevesebb műanyag hulladék legyen a világon.

Biológiai műanyag hasznosítási technológia

Elsősorban még csak kutatások foglalkoznak ezzel a területtel. Nem lehet kifejezetten újrahasznosításnak nevezni, mivel az adott anyagot ebben az esetben eleve úgy állítják elő, hogy az majd lebomoljon. Ezeket új alapanyagból állítják elő, nem nagyon használnak hozzájuk újrahasznosított terméket. A kutatásoknak két fő csoportja van az egyik fizikai-kémiai hatásra lebomló, a másik a mikrobiológiai úton lebomló műanyagokkal foglalkozik.

Bár ezek a törekvések remekül hangzanak, adott a kérdés, hogy a lebomlás után mi marad vissza („Az anyag nem vész el csak átalakul”). Mi lesz az anyaggal, miután lebomlik? Valami visszamarad utána, apró szemcsés/molekuláris formában, ami ugyanúgy mesterséges anyag marad? Káros lehet a környezetre, az emberekre, ha szél/levegő útján belélegezzük?

„1. A fény hatására lebomló műanyagokba adalékként ultraibolya sugárzásra érzékeny vegyületeket kevernek az előállítás során. Így az ultraibolya sugárzás megtámadja a molekulaláncok ezen hibáit.

2. A biológiailag lebomló anyagokba a mikroorganizmusok által megtámadható elemeket visznek be vagy eleve biobontható vegyület polimerizációjával állítják elő az anyagot.

3. A vízoldható műanyagok esetében a molekulaláncba olyan térpontokat építenek, amelyekbe víz behatolhat, így hidrolízissel a műanyag lebonthatóvá válik.”

3. SZÁMÚ MELLÉKLET

Szétválasztási technikák:

- kézzel való válogatás - Manual separation
- szerves oldószerekben feloldva, majd az eredeti anyagot „visszaigényelve” - Selective dissolution
- centrifugális szétválasztás, az anyagok sűrűsége szerint - Hydrocyclone separation
- elválasztás olvadékszűréssel - Melt filtration
- szelektív flotációs technológia - Selective flotation process
- folyadék-fluid ágyas besorolás - Liquid-fluidized bed classification
- röntgen fluoresszencia módszer - X-ray fluorescence method
- Lézer-indukált plazma spektroszkópia módszer - Laser-induced plasma spectroscopy method
- elektrosztatikus elválasztással - Triboelectrostatic separation

BIBLIOGRÁFIA

Források:

Holcim Hungária Zrt. – Betongyártás környezetbarát módon
Borossay Béla: Anyagtechnológia alapjai I, BMF BGK oktatási segédlet, 2006
Bagyinszki Gyula, Kovács Mihály: Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok – gyártásismeret, Tankönyvmester kiadó, Budapest, 2003
Weber Saint Gobain - Reactive- setting waterproofing
Chambre Syndicale Française de l'Étanchéité - Bituminous waterproofing systems - Environment and Health Statements
Bitumen Waterproofing Association - Environmental Declaration for Bitumen Roof Waterproofing Systems
Szabó Anett – Műanyagok újrahasznosítási lehetőségei
Dr. Dióssy László – Szilárd hulladékok komponens-szétválasztási eljárásai
Dr. Dióssy László – Szilárd hulladékok komponens-szétválasztási eljárásai
Mehdi Sadat-Shojai, Gholam-Reza Bakhshandeh - Polymer Degradation and Stability
Horváth István Tamás - Az újrahasznosítás kémiája

Weboldalak: (a weblapokról származó adatok 2013. júliusi és augusztusi tartalom alapján értendők)

http://www.kku.bme.hu/kepzes_osztatlan/segedletek/BMEKOKU4157/beton.pdf
<http://www.omikk.bme.hu:8080/unesco/bitstream/987654321/79/4/DokKausayT%25C3%25B6rmel%25C3%25A9kK.doc+&cd=2&hl=hu&ct=clnk&gl=hu> (Betontörmelék és téglatörmelék újrahasznosítása beton-adalékanyagként)
<http://www.concreterecycling.org/how.html>
<http://www.concreterecyclers.com.au/>
<http://www.concreterecyclersolympia.com/>
http://www.steelconstruction.info/Recycling_and_reuse
http://www.steelconstruction.info/Steel_manufacture
http://www.steelconstruction.info/The_recycling_and_reuse_survey
<http://www.worldsteel.org/?action=lcaform>
<http://www.green-network.com/tips/steel.htm>
<http://www.oxydtron.hu/>
http://www.sze.hu/ep/arc/epszerk/2F_vizszigetelesek_altalaban.pdf
http://www.total.hu/lub/lubhungary.nsf/V_S_OPM/B655BCBACE1D5904C1256F8D00393090?OpenDocument
<http://advantage-environment.com/byggnader/recycling-roofs/>
<http://www.bwa-europe.com>
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391010004556>
http://technologia.chem.elte.hu/hu/zoldkemia/08_Ujrahasznositas.pdf
<http://www.muanyagtechnika.hu/ujrahasznositas.php>
<http://www.roofcollect.com/>
<http://www.alkorproof.com/en/ecology.php>
http://www.mszt.hu/web/guest/kereses-az-mszt-muszaki-bizottsagok-kozott;jsessionid=9CE305640AB6C665AC389C5933E644EC?p_p_id=msztmb_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&msztmb_WAR_MsztWAportlet_mbdetail=MSZT%2FMB+120
http://www.mszt.hu/web/guest/kereses-az-mszt-muszaki-bizottsagok-kozott;jsessionid=9CE305640AB6C665AC389C5933E644EC?p_p_id=msztmb_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&msztmb_WAR_MsztWAportlet_mbdetail=MSZT%2FMB+120
http://www.omikk.bme.hu/collections/mgi_fulltext/hull/2005/06/0607.pdf
<http://www.youtube.com/watch?v=M-O-0XG3HJw> (videó)

Diagramok forrása:

VinylPlus Helyzetjelentés 2009-2013

Idézetek:

1. számú idézet
Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium,
Integrált Szennyezés-megelőzési és Környezet-egészségügyi Főosztály – Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához a műanyagok gyártása terén
2. számú idézet:
Dr. Dióssy László – Szilárd hulladékok komponens-szétválasztási eljárásai
3. Fazekasné Horváth Zsuzsanna
http://www.omikk.bme.hu/collections/mgi_fulltext/hull/2005/06/0607.pdf
4. számú idézet
Dr. Dióssy László – Szilárd hulladékok komponens-szétválasztási eljárásai
5. számú idézet
Dr. Dióssy László – Szilárd hulladékok komponens-szétválasztási eljárásai
6. számú idézet
Szabó Anett – Műanyagok újrahasznosítási lehetőségei