

Üveges felületek funkcionálása kémiai nanotechnológiával

Dipl. Ing. Christian Schlegel, Pemco Brugge BVBA

Email Mitteilungsblatt, 2006.01.

(Fordította: Dr Való Magdolna)

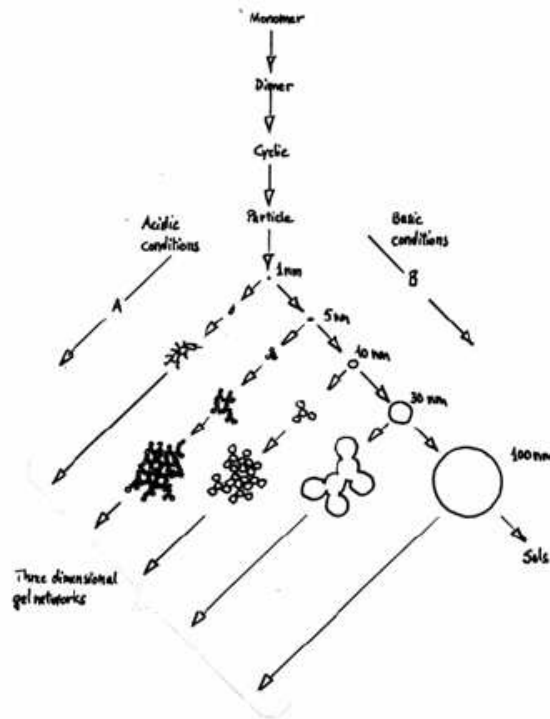
Üveges felületek, különösen a zománcok, kerámiai mázak és az üvegek nem mindig felelnek meg a kívánatos felületi tulajdonságoknak. Ezért gyakran szükséges az üvegtermékek felületét úgy kezelni, hogy a hiányzó tulajdonságai meglegyenek. A felületi kezelést meg lehet valósítani CVD (Chemical Vapour Deposition), PVD (Physical Vapour Deposition) vagy szól-gél bevonat által. Itt az utolsó eljárást, és az ezzel elérhető sokféle funkciót ismertetjük. Különösen a „NanoClean” eljárást mutatjuk be, egy nano-modifikált bevonatot, amely a zománcozott felületnek anti-haft tulajdonságot kölcsönöz.

1. Mit értünk a szól-gél eljárás alatt?

A szól-gél eljárás molekuláris vagy kolloidális kiinduló anyag oldószerbe (szól) kerülését jelenti, polimer rácsszerkezet (gél) kialakulásához. Mint ahogyan az **1.ábra** mutatja, a szól többnyire szerves szilícium vegyületekből áll, amelyek víz és katalizátor hatása alatt először hidrolizálnak, majd mind nagyobb aggregátummá kondenzálódnak, mindaddig, amíg az összes oldott monomer egy amorf polimerré hálósodik.

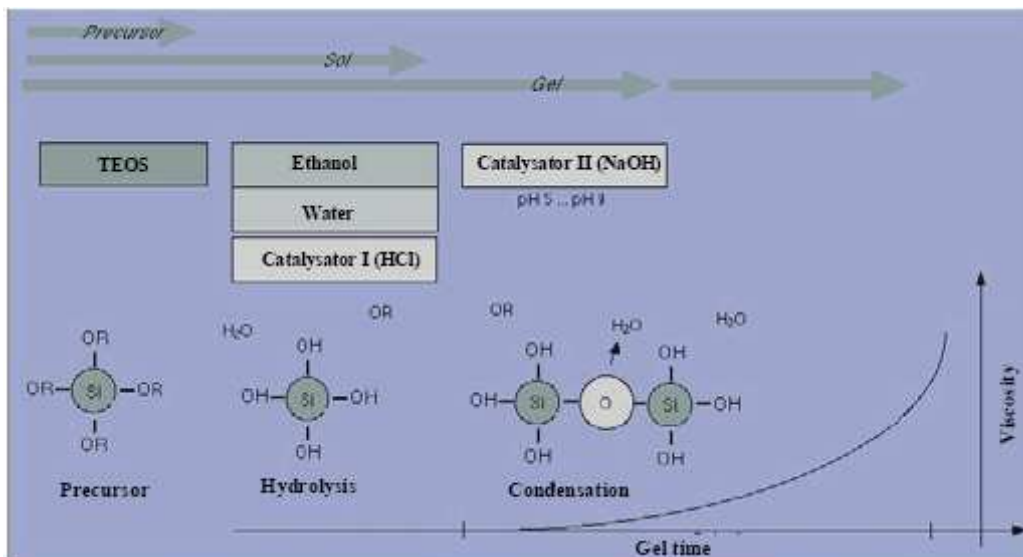
Ezeknek a reakcióknak a lefolyása nagyon komplex és számos paramétertől függ, pl.

- A kiinduló anyag típusa és koncentrációja
- Katalizátor (sav/lúg)
- pH érték
- Oldószer
- Hőmérséklet
- Adalékok



1. ábra
Alkoxiszilán hidrolízisének és polikondenzációjának sémája

A 2. ábra mutatja, hogy a lúgos környezet a részecskék növekedéséhez, a savas környezet a részecskék háromdimenziós rácsszerkezetéhez vezet.



2. ábra
Részecske paraméterek függése a pH értéktől

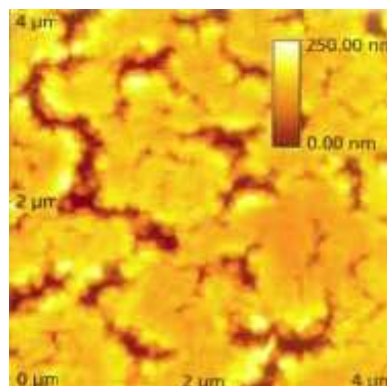
2. A szól-gél rétegek néhány jellemzője

A szól-gél rétegek kötése az üveges felülethez a kémiai kapcsolaton alapul, és a felületen levő OH csoportok jelenlétére vezethető vissza. Ez azt jelenti, hogy minél inkább hidrofíl az üveg felülete, annál erősebb a kötés.

A szól-gél rétegek felviteli lehetőségei igen sokfélék

- Szórás
- Mártás
- Lefolyatás
- Felhengerlés
- Szitanyomás

A gél „porozitása” igen fontos. A géleket lehet a térközükben meghatározott nano részecskék által megjelölni, amelyek kémiaailag vagy fizikailag kötődnek a gélhez, úgy hogy a gélt megváltoztatják.



1.kép
Gél struktúra nemesített üvegfelületen

Ezek a nano részecskék lehetnek szerves vagy ásványi természetűek. Szerves anyagok esetében hibrid anyagokról beszélünk.

A szól-gél rétegeket egyszerű hőkezeléssel (400-500°C) tömöríteni lehet.

3. Példák a szól-gél eljárás általi, lehetséges felületmódosításokra

Egy felület, (pl. kerámia vagy természetes kő) amelyet szerves módosítású SiO₂ gél segítségével hidrofóbbá tettünk, elriasztja a rajzolt graffiti felfestésétől (**4.ábra**).

Mivel a kezelt felületen a festékek összehúzódnak, a rajzolat kialakítása nem lehetséges. A hidrofobizálás egyszerűsíti a szennyezett felület tisztítását is.



2.kép
Példa a grafiti különböző kötésére kezelt és kezeletlen felületen

Egy SiO_2 géllal bevont üveges felület (zománc) savállósága jelentős mértékben növekszik.

Egy üveges felület (üveg) felületileg megváltoztatva nanosilber (ezüst) részecskékkel ellátott SiO_2 gél-réteggel antibakteriális tulajdonságú lesz.

Egy üveges felület (üvegkorong, tükör) TiO_2 szől-gél réteggel kezelve (lásd **3.kép**) elkerüli a párasodást.



3.kép
Gél bevonatú visszapillantó tükör

A TiO_2 alapú szől-gél rétegek bizonyos esetekben fotokatalízis által öntisztuló hatásúak lesznek.

Nanoméretű pigmentekkel modifikált szől-gél rétegek segítségével lehetséges transzparens színek kifejlesztése (majolika hatás).



4.kép
Majolika hatás nanoméretű pigmentekkel

Szerves módosítású SiO_2 géllal bevont zománcozott felület könnyen tisztítható zománcfelületet eredményez (NanoClean). Ebben az esetben hibrid szől-gél rétegről (ásványi/szerves) van szó.

4. NanoClean

a. Struktúra

Mint ahogyan a **3.ábrán** látható a NanoClean egy modifikált SiO_2 gél, amelynek aktív komponensei a polimerizáció alatt egymáshoz igazodnak. Ezáltal a NanoClean kiváló Easy-To-Clean tulajdonságot vesz fel és igen nagy dörzsölésállóságot.

b. Hatás

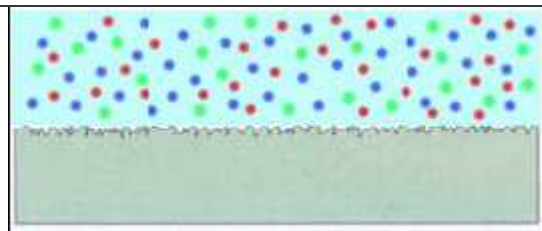
A NanoClean a felület tulajdonságait megváltoztatja (**4. ábra**)

- A hidrofil felületet egy hidrofób/oliofób felületté alakítja
- a nagy felületi energia kis felületi energiává alakul
- a sima felület egy nano-durva felületté alakul

Ezek a változások azt okozzák, hogy az üveges felületen található OH csoportok

- az **A ábra** szerint reagálnak a szennymaradékkal, és **szilárdan tapadó lepedéket alkotnak**,
- a **B ábra** szerint a szől-gél réteggel reagálnak, amely a jelenlevő OH csoportokkal kapcsolódik, és ezzel **akadályt képeznek a lepedék kialakulásának. (Easy-to-clean hatás)**

1. lépés: Szól-gél oldat felvitele az üveg alapra

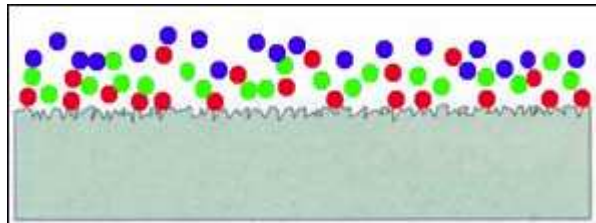


üveg alap

Felvitt réteg: etanol + 3 komponens ● ● ●

- komponens, amelyik kémiaailag reagál az üveg felülettel
- szervesetlen és szerves rácsszerkezet, amelyik javítja a dörzsölésállóságot
- komponens, amelyik a felületet hidrofóbbá és oliofóbbá teszi

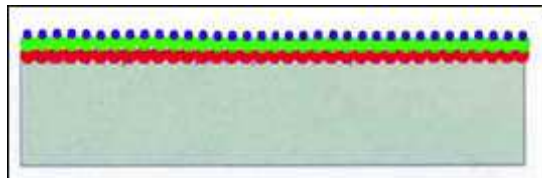
2. lépés: Az etanol elgőzösítése



üveg alap

A molekulák primér elrendeződése.

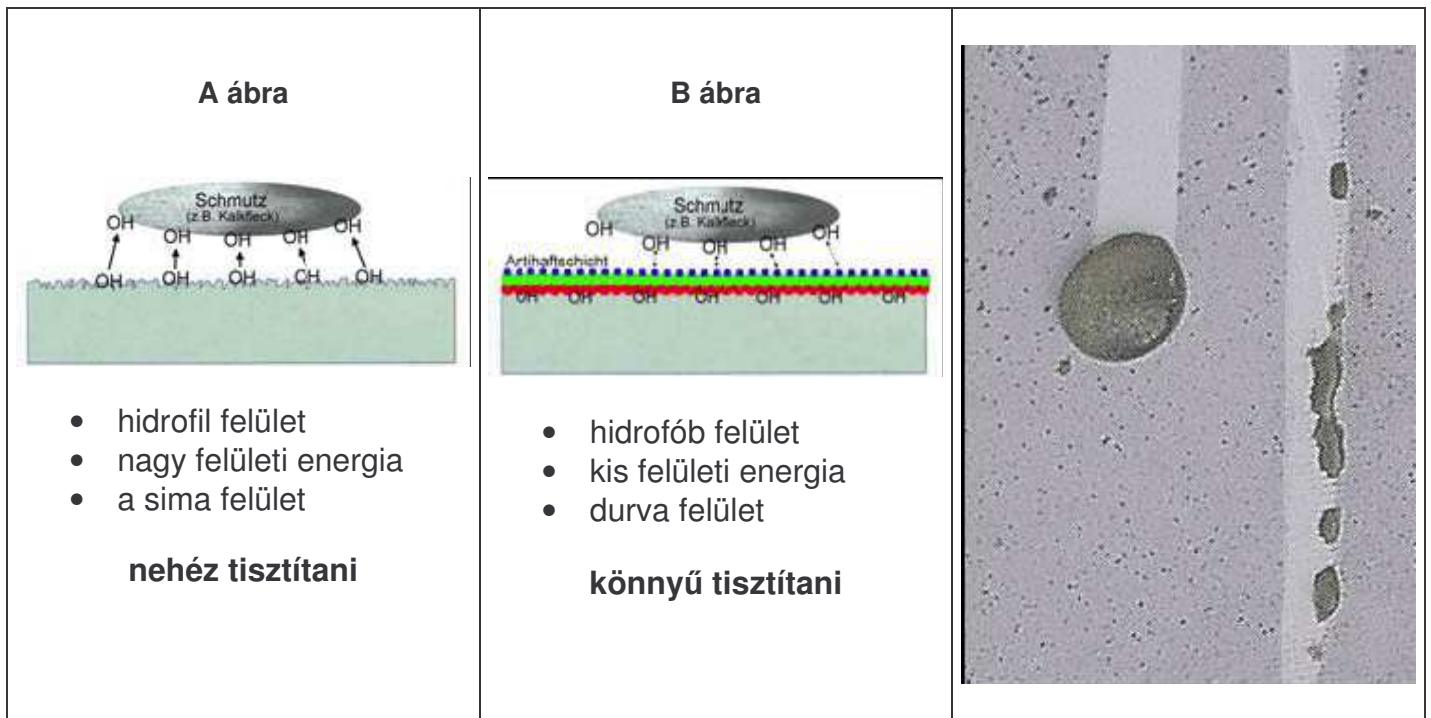
3. lépés: Polimerizáció



üveg alap

A molekulák végső elrendeződése felületi antihaft réteg kialakulásával

3. ábra
NanoClean réteg előállítása és tulajdonságai

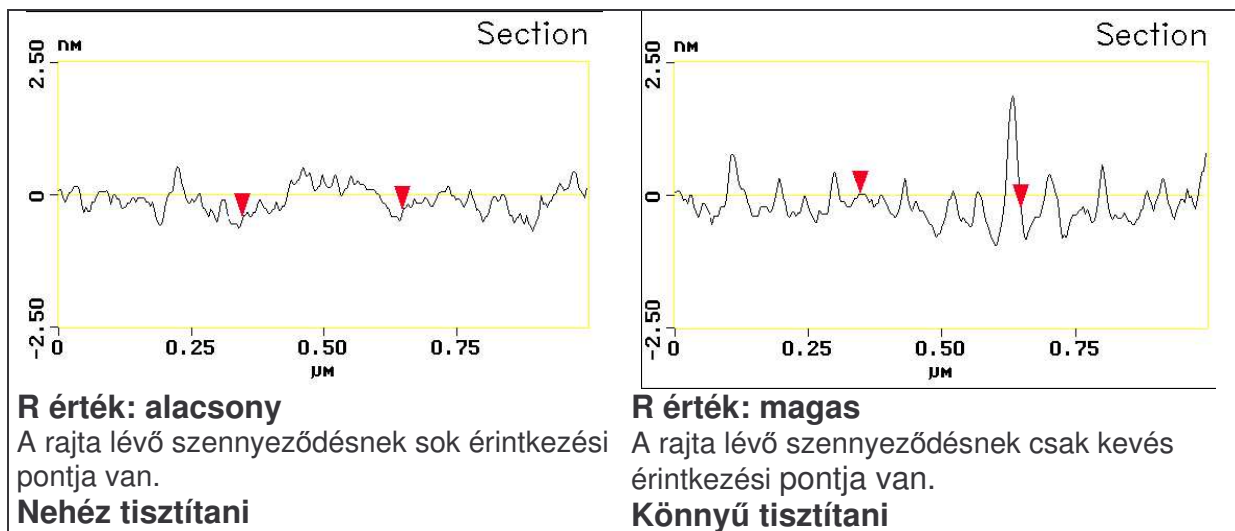


4. ábra
A NanoClean réteg hatása

c. Felületi durvaság

Mint ahogyan már említettük, itt egy nano-durva felület van, és ezért nem látható és nem érzékelhető.

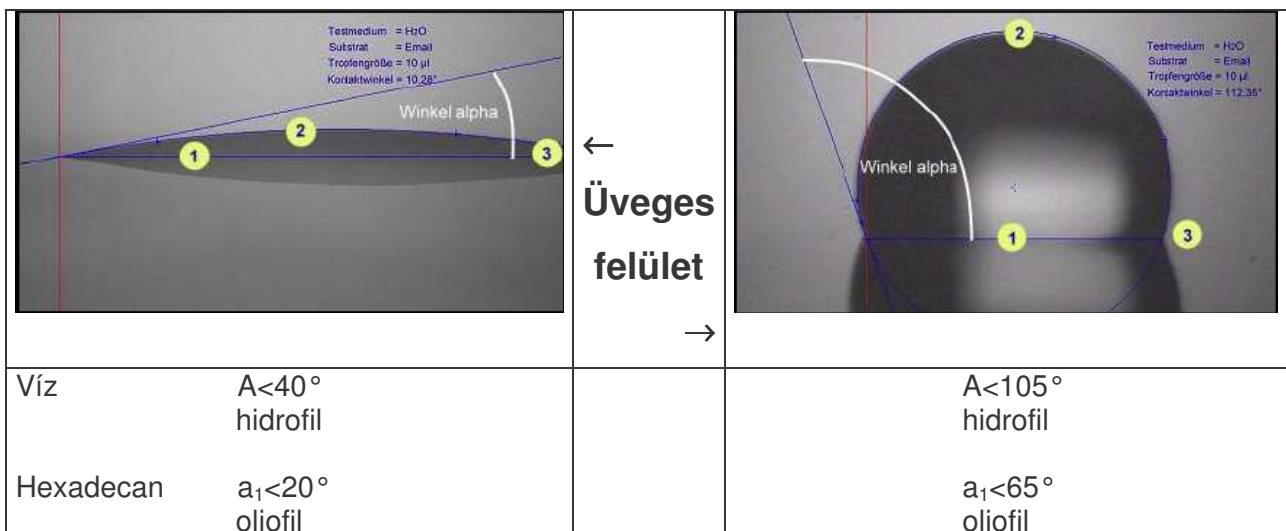
A két grafikon (**5. ábra**) AFM segítségével mért durvaságát mutatja be egy kezeletlen és egy NanoClean eljárással kezelt felületnek.



5. ábra
Kezeletlen és kezelt termék felületének durvasága

d. Hidrofóbia és oliofóbia meghatározása

Egy Easy-To-Clean felület legfontosabb kritériuma annak hidrofóbiája és oliofóbiája. Ennek a rétegnek a minősége vízcseppek és hexadecan cseppek mért érintkezési szögével vizsgálható.



6. ábra
Érintkezési szög üveges felületen

e. Felviteli eljárás

A sematikus ábrázolja az optimális felvitel különböző lépéseit.

Előtisztítás	Az üveges felületnek mentesnek kell lennie portól és zsírtól (ujjlenyomat)
Felvitel	Különböző lehetőségek vannak: <ul style="list-style-type: none">- feldörzsölés szól-gél oldattal impregnált kendővel- mártással- aeroszól permetezéssel- Roller-Coatinggal vagy szitanyomással (csak sík felületnél)
Polimerizáció	A polimerizáció két lépésben történik: <ul style="list-style-type: none">- kezdeti polimerizáció: 10 perc szobahőmérsékleten, vagy 2 perc 80°C-on- végpolimerizáció: 24 óra múlva
Utótisztítás	Utótisztítás csak ritkán szükséges, és a választott felviteli eljárástól és körülménytől függ

7. ábra

f. „Nano-Clean”/ Easy-to-Clean teszt /AHAM teszt

Van egy amerikai eljárás, amelyik, mint minden Easy-to-Clean teszt, csak az eredmény megítélésének részbeni szubjektivitása miatt támadható.

- A teszt azon alapszik, hogy a zománcozott felületre 9 élelmiszer keveréket (vagdalt marhahús, reszelt Cheddar sajt, homogenizált tej, porcukor, cseresznyelé, instant tápióka, nyers tojás, liszt, paradicsomlé) sütnek rá, amelyet meghatározott tisztítási folyamattal több- kevésbé maradékmentesen eltávolítanak.
- **Eljárás:** A zománcozott felületet (10x10 cm²-es lemez) kb. 12 cm² (4x3 cm) felületen „beszennyeznek”. Az így preparált lemezt egy rácson a sütőkamra közepére helyezik. A sütési ciklus 20-tól 250°C-ig tartó felmelegítésből áll, ezt követi egy órás tartózkodási idő. A lemez lehűlése szobahőmérsékleten történik.
- A zománcozott felület tisztítása plastik lap (A), plastik dörzsszivacs (B), vagy egy fém dörzsszivacs (C) (réz vagy acél) segítségével történik.
- A tisztítási fokozat megállapítása:

0 = nincs maradék	0%
1 = nagyon kis mennyiségű maradék	10%
2 = kevés maradék	25%
3 = közepes mennyiségű maradék	50%
4 = sok maradék	75%
5 = a teljes mennyiség rajta marad	100%

Az elvégzett teszt eredménye (8. ábra)

Mint ahogyan az eredmények mutatják a szől-gél NanoClean réteg tisztíthatósági tulajdonsága tekintetében összehasonlítható a PTFE réteggel, a nagy különbség az, hogy konyhaeszközzel (kés, villa) nem károsítható.

Tisztítás	A Plasztik lap						B Plasztik dörzsszivacs						C Fém dörzsszivacs					
	1	2	3	4	5	45	1	2	3	4	5	45	1	2	3	4	5	45
AHAM tisztítási ciklus száma																		
1. Standard fekete	4	4	5	5	5	/	4	4	4	4	4	/	1	1	1	1	2	/
2. NanoClean kezelt fekete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Standard szürke	3	3	5	5	5	/	3	3	4	4	5	/	0	0	1	1	2	/
4. NanoClean kezelt szürke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 PTFE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maradékok: 0 = 0 % 1 = 10 % 2 = 25 % 3 = 50 % 4 = 75 % 5 = 100 %	könnyű tisztítani ↓						Végkövetkeztetés: A NanoClean bevonat antihaft tulajdonságú, azonos a PTFE-vel.											
	↑ nehéz tisztítani																	

8. ábra
Teszteredmények

g. Tulajdonságok

A NanoClean réteg az üveges felület tulajdonságait nem változtatja meg; de mégis javítani lehet a meglévő tulajdonságait vagy pótlólagos tulajdonságokat lehet előidézni.

NanoClean-nel bevont felületeknek a következő tulajdonságaik vannak:

- nagy ellenállás karcolással és dörzsöléssel szemben (hidrofób veszteség 1-2 % 100.000 sikáló ciklus után)
- savállóság javulás
- közepes lúgállóság
- jó UV állóság
- jó antihaft tulajdonság a nagy hidrofóbia és oliofóbia által

Továbbá a NanoClean bevonatok:

- hőállóak max. 300°C-ig (340°C felett a bevonat károsodik, de nem hagy nyomot a felületen, egyszerűen lehet újra regenerálni)
- optikailag semleges (rétegvastagság 20 nm alatt)
- környezetbarát
- fiziológiailag jelentéktelen

h. Néhány technikai adat

- A NanoClean 2 komponensű szől-gél rendszer:
 - A aktivátor + 1 alapoldat**
- A két komponens keveréke képezi a NanoClean oldatot, amelyik 2 hétig (15 nap) tárolható
- Az aktivátor egy évig tárolható, maga az alapoldat 2 évig
- A választott felviteli módszertől függően az anyagot 10-15 ml/m² mennyiségben kell felvinni.

Véggövetkeztetések

Mint minden más rétegnek a piacon, a szól-gél rétegnek is van előnye és hátránya. Ismétlésként:

Előnyök:

- a felület funkcionálásának sokfélesége
- a felvitel egyszerűsége és sokoldalúsága
- az alacsony energiaszükséglet, ami a bevonat kikeményítéséhez szükséges
- a regenerálás lehetősége

Hátrányok:

- a nanometrikus rétegvastagság behatárolja a mechanikai tulajdonságokat
- a szükséges, alapot előtisztítás.

Ennek ellenére szerintünk a szól-gél réteg az egyik legérdekesebb jövőbeni út az üveges felület és különösen a zománc, specifikus funkcionális tulajdonságainak kiszélesítéséhez.



5.kép

Hidrofób hatás mesterséges és természetes felületen

A NanoClean igen jól illusztrálja, hogyan lehet a zománcfelületet egy könnyen tisztítható felületté alakítani, ugyanez az elv érvényesül a természetben, amikor a levelekről és a virágfelületekről a por a vízzel együtt legyöngyöződik. **(5.kép)**