

ضد آب سازی مصالح ساختمانی با فن آوری نانو

(عمر طولانی، صرفه اقتصادی و سازگاری با محیط زیست)

Author: Dr. Prakash Mehta, Dr. Ajay Ranka

خلاصه

ضد آب کردن مصالح ساختمانی در طول هزاره اخیر همیشه مشکلی فراگیر بوده است. بعلمت نبود آشنایی با سطح نانویی مصالح ساختمانی، این مشکل کاملاً مورد بررسی قرار نگرفته است. پیشرفتهای اخیر در علم و فن آوری، عملاً امکان استفاده از آخرین فن آوری نانو در تولید محصولات ارگانوسیلیکون (Organo-Silicon) و سازگار با محیط زیست برای ضد آب کردن انواع مختلف مصالح ساختمانی را فراهم ساخته است. فن آوری نانو تضمین کرده است که عمر این نوع خدمات بیش از بیست تا سی سال با هزینه بسیار مقرون به صرفه می باشد.

معرفی:

وجود رسوخ در مصالح ساختمانی، نشأت آب بعلمت خلل و فرج داخلی و ترکهای ریز، مسئله ای شناخته شده است. ضد آب سازی نوعی عمل کردن است که انتظار می رود مصالح را در مقابل آب نفوذ ناپذیر کند. فن آوری ها و پیشرفت های زیادی در تولید محصولات ضد آب سازی در طول ۵۰ سال گذشته بویژه در استفاده از شیمی پلیمری پایه و بسیاری محصولات دیگر صورت گرفته است.

ضد آب سازی:

یکی از اهداف ضد آب سازی حفظ و نگهداری زیبایی در مقابل موارد زیر است:

پوسته شدن رنگ

تاول های رنگ

قارچ

کپک

شوره

مسئله مهم دیگری که در ضد آب سازی به آن پرداخته می شود جلوگیری از تضعیف مقاومت مصالح ساختمانی بتنی، بویژه در اثر واکنش سیلیکات های قلیایی (ASR)، باران اسیدی، حمله سولفاتی و غیره می باشد. ضد آب سازی همچنین مانع نفوذ کلر، عامل تسریع کننده خوردگی میله های فلزی بتن مسلح، می باشد.

مشکلات مرتبط با آب

بیشتر مصالح ساختمانی تخلخل بسیاری دارند و در سطح دارای گروه های هیدروکسیل هستند. این گروه های هیدروکسیل بخاطر شباهت با ساختار آب و ویژگی آب دوستی، جاذب آب هستند. بنابراین بیشتر مصالح ساختمانی به راحتی خیس می شوند و در منافذشان آب جذب می کنند. اندازه مولکول آب 0.18 نانومتر است (نانومتر معادل 10^{-9} متر یعنی $0.18/1000$ میکرون می باشد). اندازه منافذ در بیشتر مصالح ساختمانی بین 5 تا 200 نانومتر است. اندازه بیشتر آلاینده ها چون اسیدها، کلریدها و سولفات ها بین 1 تا 2 نانومتر می باشد. حتی در بتن و سنگ فشرده اندازه منافذ بسیار بزرگتر از آب است و با توجه به خاصیت آب دوستی مصالح ساختمانی امکان ورود آسان آب را فراهم می کند. از زمانیکه مردم در سراسر دنیا به زیبایی اهمیت دادند و با توجه به افزایش هزینه نیروی انسانی، صنعت ساختمان ضد آب سازی را راهی برای حفظ و نگهداری ظاهر ساختمان های نوساز در نظر گرفته است. محصولات بسیاری در بازار وجود دارد و موارد ضروری که هنگام تصمیم گیری در باره مواد ضد آب سازی باید رعایت کرد بدین شرح است:

- مقاومتی که می تواند در برابر جذب آب ایجاد کند
- مانع ایجاد کردن در برابر نمک های محلول در آب، بویژه نمک های کلر

- نفوذ عمل ضد آب سازی به عمقی قابل قبول
- لکه نشدن مناطق سطح عمل شده
- دوام طولانی مدت در محیطی قلیایی
- خطر محیط زیستی و سلامتی پایین
- مقاومت در برابر اشعه فرابنفش (بیش از ۲۰ سال)

دو نوع از محصولات ضد آب سازی وجود دارد:

۱. پوشش دهنده ها
۲. نفوذ کننده ها

پوشش دهنده ها:

مسائل اقتصادی و راحتی استفاده باعث کاربرد گسترده ضد آب کننده های پوششی شده است. در سطح دنیا محصولاتی چون رنگ های آکریلیکی و پلیمرهای سیلیکونی معمولاً برای ضد آب کردن استفاده می شوند. اندازه ذرات این پوشش دهنده ها بیش از ۱۰۰ نانومتر است که این مسئله باعث می شود نتوانند به داخل منافذ مصالح ساختمانی نفوذ کنند، بلکه لایه ای ایجاد کنند که سطح را پوشانند و مانع جذب آب شود. این لایه های پلیمری عموماً آب گریز هستند ولی باید آن ها را به شکل متناوب استفاده کرد، نباید آسیب ببینند و باید در مقابل اشعه فرابنفش هم مقاوم باشند. تحقیقات نشان داده اطمینان پیدا کردن از روکشی مداوم روی سطح سخت در حین استفاده آسان نیست و این مسئله باعث ایجاد نقاط ضعیف در پوشش می شود. احتمال ترک خوردگی تمام انواع لایه های پلیمری معمولی در برابر اشعه فرابنفش وجود دارد که این خود باعث ترک خوردگی پوشش در طول ۲-۵ سال می شود و با از دست دادن خاصیت آب گریزی، ضد آب سازی بی نتیجه می ماند.

نفوذ کننده ها

بیشتر نفوذ کننده ها پایه حلالی هستند و موادی مونومری محلول با اندازه کوچکتر از ۶ نانومتر می باشند. این مواد به منافذ و شبکه های آن ها نفوذ می کنند. دو نوع نفوذ کننده وجود دارد: ۱) واکنشی ۲) غیر واکنشی. نفوذ کننده های غیر واکنشی روغن ها و دیگر مواد آب گریز با چسبندگی پایین هستند که منافذ لایه های زیرین را پر می کنند و خاصیت آب گریزی ایجاد می کنند. این نوع مصالح در طبیعت تجزیه پذیرند و در یک سال آب گریزی خود را از دست می دهند. همچنین این محصولات فراهم کننده غذای قارچ و کپک هستند.

نفوذ کننده های واکنشی با لایه های زیرین واکنش شیمیایی می دهند و برای سطح عمل شده آب گریزی در سطح مولکولی ایجاد و ۳-۵ میلیمتر در داخل لایه های زیرین نفوذ می کنند. بنابراین محافظتی که این نوع محصولات ضد آب سازی ایجاد می کنند بسیار طولانی مدت می باشد. علاوه بر این هوازگی (اشعه فرابنفش) و فرساینده های طبیعی تقریباً هیچ تأثیری روی آن ها ندارند و در نتیجه تاثیر بر ویژگی ضد آبی بسیار محدود است. جدول ۱ ویژگی های محصولات ضد آب سازی موجود در بازار را به شکل خلاصه نشان می دهد.

EXIR SHARGH

Waterproofing Products

Property	Organic*	Acrylates	Epoxy	Siliconates	Silicone	Silane/Siloxane	Silane
Molecular Structure	Monomeric compounds	Organic Polymer	Organic Polymer	Na salt of Silicylic acid (Sodium silicate)	Polydimethyl silicone Silicone polymer	Mixture, Low molecular weight alkoxy siloxanes and Silane	Alkylalkoxysilane
Particle size (mm)	0.5 – 1.5 **	100 – 1000	100 – 1000	2-5	50 -2000	Siloxane 100-500 Silane 3-5	3-5
Mechanism of Waterproofing	Hydrophobation by organic film	Hydrophobation by coating and closing pores of the substrate	Hydrophobation by coating and closing pores of the substrate	Hydrophobation by silicate formation and tighter packing	Hydrophobation by coating and closing pores of the substrate	Hydrophobation by changing surface property by reacting with surface and provide some penetration	Hydrophobation by changes surface property by chemical bonding with the polar groups of the substrate surface
Requirements	Need wetting of the surface	Need good adhesion and continuous film	Need good adhesion and continuous film	Porous surface	Need good adhesion and continuous film	Need reactive sites (OH) with alkoxy polymers	Need reactive groups (OH) on the surface
Solvent	None	Hydrocarbon water	Hydrocarbon	Water	Hydrocarbon	Hydrocarbon	None Alcohol Water Compatible
Solvent Compatibility with Surface	Not Applicable	Not Compatibles	None	Compatible	Not Compatible	Not Compatible	
UV stability	Not Stable	Not Stable	Not Stable	Stable	Not Stable	Some what Stable	stable
Accelerated Abrasion test	Fails	Fails	Fails	Fails	Fails	Fails	Passes
Breathability 10 Years	Not breathable	Not breathable	Not breathable	Breathable	Not breathable	Some what breathable	Breathable
Stability test	Looses 99 % Protection	Looses 99 % Protection	Looses 60 % protection	Looses 99 % Protection	Looses 90 % protection	Looses 40 % Protection	Looses only 2% protection
Depth of Penetration	1-3 cm	None	None	1-3 cm	None	Less than 0.5 mm	3-7 mm
Vapor Permeability	Permeable	Not permeable	Not permeable	Permeable	Not permeable	Some what permeable	Permeable
Alkaline Resistance	Poor	Poor	Poor	Poor	Good	Good	Excellent
Resistance to Biological Growth	Poor	Poor	Poor	Poor	Good for 3-5 years	Good for 3-5 years	Excellent 10 + years
Durability	Less than 2 years	Less than 3 years	Less than 5 years	Less than 1 years	Less than 5 years	Less than 5 years	More than 20 years

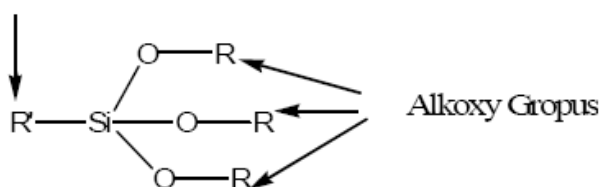
داده ها به وضوح نشان می دهند که محصولات ضد آب سازی با پایه سیلان برای کارکرد طولانی مدت مناسب اند. سیلان ها و سیلان/سیلوکزان ها به عنوان دسته ای جدید از محصولات ضد آب سازی شناخته شده اند. این محصولات که ۳۰ سال است در اروپا و آمریکا مصرف می شوند، تنها در چند سال اخیر وارد بازار در هندوستان شده اند.

کارکرد طولانی مدت ترکیبات ضد آب سازی ترکیبات سیلان پایه حلالی ثابت شده است و به شکل بسیار گسترده در اروپا و آمریکا بکار می روند. انواع آلکیل سیلان ها که برای ضد آب کردن استفاده می شوند به این نام ها شناخته می شوند:

الف. Isobutyltrialkoxysilane ب. n-octyltrialkoxysilane

سیلان ها موادی منومری هستند. محصولاتی که برای ضد آب سازی استفاده می شوند به آلکیل آلکوکسی سیلان معروف اند. آلکیل آلکوکسی سیلان ها دو گروه دارند: الف) گروه آلکیل (R') و ب) گروه آلکوکسی (OR) که با بیشتر مصالح ساختمانی واکنش پذیرند.

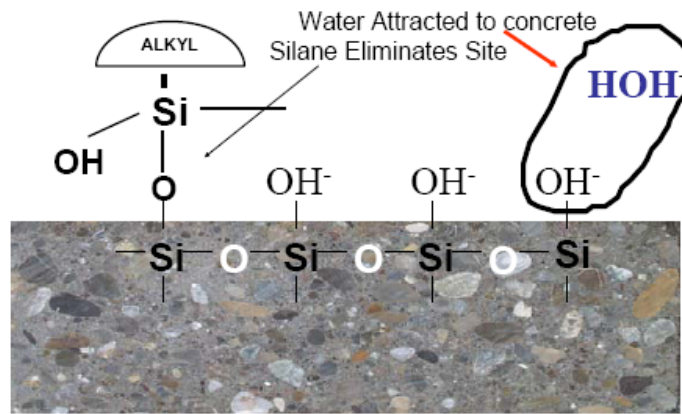
Alkyl Group



Organosilicon Waterproofing Products
Alkylalkoxysilane

بیشتر مصالح ساختمانی گروه هیدروکسیل (OH) دارند. این گروه های OH می توانند با گروه های آلکوکسی سیلان واکنش دهند و با لایه های زیرین پیوند های سیلوکزان دائمی تشکیل دهند. گروه آلکیل در سطح، آب گریزی (دفع آب) ایجاد می کند. بنابراین این نوع محصولات با اصلاح ویژگی های سطح از آب دوست به آب گریز میل به دفع آب ایجاد می کنند.

Reactive Silanes Cap Off Silanol Sites



با وجود عملکرد برتر سیلان، استفاده از آن در سطح دنیا بعلا قیمت بالا، بسیار محدود است. همچنین آتش زا و سمی بودن حلال محدودیت هایی در استفاده آسان از این محصول ایجاد می کند.

اخیراً شرکت صنایع زایدکس در هندوستان محصولی ضد آب کننده به نام **زایکوسیل** تولید کرده است که تمامی سه ویژگی مطلوب را دارد: بر پایه فن آوری نانو استوار است. در لایه های زیرین غیر آلی، آب گریزی در سطح مولکولی ایجاد می کند، به این علت که در محلول آب استفاده شده است با محیط زیست سازگار است. همچنین مقدار ماده فرار منتشره در محیط (VOC) در هر متر مربع سطح اعمال شده در مقایسه با سیلان های پایه حلالی ۲۰٪ کمتر است. این محصول بر اساس شیمی ارگانو سیلان ساخته شده است و بنابراین با سطح لایه های زیرین غیر آلی واکنش می دهد و عمری طولانی معادل ۲۰ تا ۳۰ سال ایجاد می کند.

فن آوری نانو بر پایه آب و سازگار با محیط زیست - زایکوسیل:

زایکوسیل محصولی ارگانو سیلیکون است که اندازه ذره ای معادل ۶-۴ نانومتر در آب تشکیل می دهد و به عمق ۵-۳ میلیمتری منافذ مصالح ساختمانی نفوذ می کند. محصول بخشی از مصالح ساختمانی می شود و آن را به شدت دافع آب می کند.

این محصول ۴ ویژگی بارز دارد:

- عمر طولانی ۲۰ تا ۳۰ ساله که نتایج آزمایشات هوازدگی بر اساس روش های ASTM هم این را ثابت کرده اند.
- به نسبت ۱:۱۰ یا حتی بیشتر در آب لوله کشی حل می شود و مقدار بسیار کمی مواد زیستی به جو وارد می کند، بنابراین با محیط زیست سازگار است.
- محصول را می توان بوسیله برس، افشانه و غلتک استفاده کرد، بنابراین کار با آن راحت است.
- محصول می تواند با هزینه ای بسیار کمتر از هزینه مواد و محصولات موجود سطح را ضد آب کند.
- محصول قابل اشتعال نیست.

آزمایش سطح عمل شده با زایکوسیل

آزمایش رایلم:

لوله رایلم به سطح لایه های زیرین متصل و تا علامت ۵ میلی لیتر آب پر شد. کاهش سطح آب در مدت بیست دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. فشار هیدرولیک تولید شده بر سطح معادل باد و بارانی با سرعت ۱۴۰ کیلومتر بر ساعت بود.



سطح آب در طول ۲۴ ساعت در سطح بلوک سیمانی عمل شده با زایکوسیل افت نداشت. آب در بلوک سیمانی عمل نشده بعد از ۲۰ دقیقه تا نشانگر ۲/۵ میلیمتر پایین آمد. آزمایش رایلم برای سنجش سرعت جذب آب هم انجام شد. سرعت های جذب آب محاسبه و با نمونه های عمل نشده مقایسه شدند. نمونه های عمل شده با زایکوسیل (آجر، بتن، ورقه سیمانی، آستر سیمانی، سنگ و غیره) سرعت جذب آب را بیش از ۹۹٪ کاهش دادند.

هوازگی تسریع شده

چرخه هوازگی: قرار گرفتن در معرض اشعه فرابنفش بر اساس استاندارد ASTM G-154 (۲۱ ساعت) و به دنبال آن بارش شدید باران (۱ ساعت) و خشک شدن در دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد (۲ ساعت).

نمونه های عمل شده با زایکوسیل شامل بلوک بتنی، آجر، آستر سیمانی، ماسه سنگ و ورقه سیمانی را از ۸۰ چرخه گذراندند. تمامی نمونه ها بیش از ۹۸٪ آب گریزی خود را پس از ۸۰ چرخه حفظ کردند.

آزمایش جذب آب

این آزمایش بر اساس روش ASTM 6489 انجام شد. وزن نمونه های عمل شده با زایکوسیل تا نزدیک ۰/۰۱ گرم اندازه گرفته شد و سپس سطوح نمونه های عمل شده در ظرفی حاوی چند اینچ آب لوله کشی به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. سپس نمونه ها از آب خارج و با حوله خشک شدند و وزن آنها دوباره اندازه گرفته شد. وزن اولیه و نهایی برای محاسبه میزان جذب آب در ۲۴ ساعت اندازه گرفته شده و این مقادیر با نمونه های عمل نشده مقایسه شدند. نمونه عمل شده با زایکوسیل بیش از ۹۰٪ کاهش جذب آب نشان داد.

تهیه و تنظیم: شرکت اکسیر شرق
 مشهد: میدان قائم، بلوار آزادی، بین ۵۸ و ۶۰، مجتمع تجاری صدرا، طبقه پنجم، واحد ۵۵.
 تلفن: ۰۵۱۱-۶۵۷۶۰۱۰ ۰۲۱-۲۲۵۸۳۳۶۸
 KR13880809