

🇬🇧 Properties of anticondensation paints filled with hollow glass microspheres

🇮🇹 Proprietà anticondensa di pitture caricate con microsfere cave di vetro



G. Sterlicchio

Giuseppe Sterlicchio - 3M/SALENTEC

🇬🇧 This common research carried out by 3M and Salentec focuses on the anticondensation properties of interior paints filled with various types of fillers.

To provide a quantitative principle as for anti-condensation effectiveness, a method developed by Nordtest was adopted, the regulatory committee of the Northern European countries.

The Nordtest standard is linked to the evidence of paint ability to retain water on the surface temporarily without dripping.

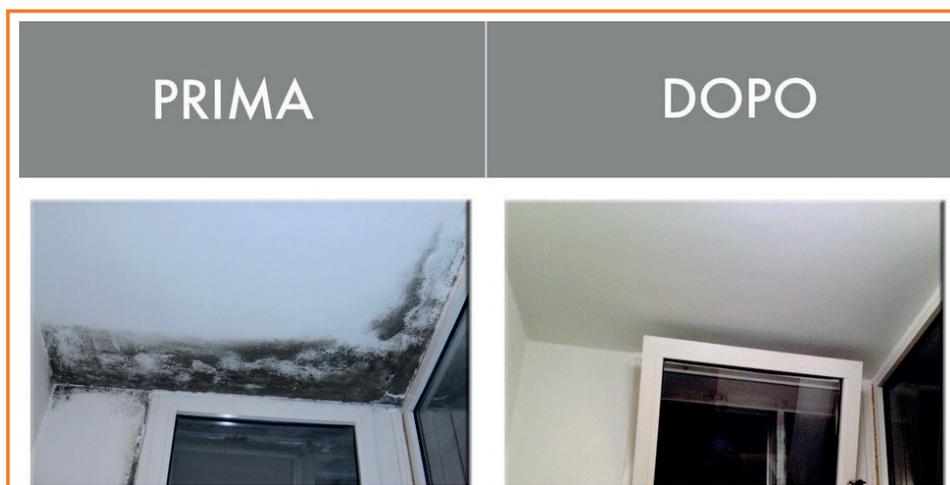
The study highlighted some trends and in particular the best anti-condensation capabilities of larger glass bubbles. It has been ascertained experimentally that glass bubbles significantly reduce the thermal conductivity and simultaneously increase the surface area, thus allowing better results in the specific anti-condensation function.

🇮🇹 In questo lavoro congiunto di 3M e Salentec si studiano le proprietà anticondensa di pitture da interno caricate con diversi tipi di filler. Per offrire un criterio quantitativo in merito all'efficacia anticondensa è stata adottata una metodica sviluppata da Nordtest, ente normatore dei paesi nord europei. La norma Nordtest è legata alla determinazione della capacità della pittura di trattenere temporaneamente acqua in superficie senza gocciolare. Lo studio ha messo in evidenza alcuni trend e in particolare le migliori capacità anticondensa delle glass bubbles di maggiori dimensioni. E' stato verificato sperimentalmente che la presenza di glass bubbles riduce significativamente la conducibilità termica e simultaneamente incrementa l'area superficiale, pertanto permette migliori risultati nella specifica funzione anticondensa.

INTRODUZIONE: GENERALITÀ SULLE PITTURE ANTICONDENSA

Quando la temperatura delle superfici raggiunge il punto di rugiada, il vapore acqueo contenuto nell'atmosfera condensa per formare piccole gocce che fluiscono per gravità e/o in presenza di ponti termici determinando accumuli di acqua che non vengono evaporati. In casa, il fenomeno della condensa avviene in ambienti molto umidi come la cucina o il bagno, oppure sulle superfici e sugli angoli più freddi come le finestre o le pareti esposte a nord o nei punti in cui si hanno ponti termici.

La presenza di condensa sulle pareti può causare danni alle finiture, come il





INTRODUCTION: GENERAL INFORMATION ON ANTICONDENSATION PAINTS

When the surface temperature reaches the dew point, the water vapour of the atmosphere condenses to form small drops that flow by gravity and/or in case of thermal bridges resulting in accumulations of water that are not evaporated. At home, the phenomenon of condensation occurs in very humid environments such as the kitchen or the bathroom, or on surfaces and on colder corners such as windows or walls exposed to the North or still where there are thermal bridges. The condensation on the walls can damage the finishes, such as paint blistering, or the increase in molds that make the environment unhealthy often causing allergies too. In the past the problem of mold on the walls was faced with anti-mold paints, i.e. paints with chemical additives with biocidal action. The effectiveness of the chemical additive fades over time and still works when the mold is already forming. A more



distaccamento della pittura, o favorire la proliferazione di muffe che rendono l'ambiente insalubre e spesso causano alle persone l'insorgere di allergie.

In passato il problema della muffa sulle pareti era affrontato con pitture antimuffa, cioè pitture con additivi chimici con azione biocida. L'efficacia dell'additivo chimico si affievolisce nel tempo ed agisce comunque nel momento in cui la muffa si sta già formando.

Un approccio più moderno è quello di prevenire la formazione di muffa utilizzando speciali pitture capaci di eliminare o ridurre la condensa grazie ad additivi che limitano il gradiente di temperatura tra l'ambiente e le parti fredde della casa e incrementano la capacità della superficie di trattenere temporaneamente l'acqua condensata senza farla gocciolare.

Le capacità anticondensa vengono pertanto associate sia alla ridotta conducibilità termica della vernice applicata che alla quantità di acqua trattenuta a bassa temperatura.



modern approach is preventing the formation of mold by using special paints capable of eliminating or reducing condensation thanks to additives that limit the temperature gradient between the environment and the cold parts of the house and increase the ability of the surface to hold back temporarily condensed water without allowing dripping. The anti-condensation capacities are therefore associated with both the low thermal conductivity of the applied paint and with the amount of water retained at low temperature.

DESCRIPTION OF THE ANTI-CONDENSATION TEST

The method used to estimate the anticondensation capacity of a film complies with a procedure which was developed by the Nordtest certification agency (NT Poly 170) which simulates the physical process of the condensation formation. The procedure involves the use of four cylindrical metal containers with a conical bottom, coated externally with the paint to be tested. The containers are filled with ice and water, so as to guarantee the constant temperature of 0°C inside, and placed simultaneously in a climatic chamber at a temperature of 23°C with 50% relative humidity.

After a few tens of minutes the condensation begins to form, which starts to drip from the tip of the cones. The test involves the assessment of the retained water as the average of the four samples when the dripping conditions are steady.

$$WPAC [\%] = \frac{W_{wa}}{W_{wp}} \times 100$$

The water absorption coefficient (Water Percentage Absorption Coefficient, WPAC) is defined as the percentage ratio between the weight of the water retained by the paint (W_{wa}) and the weight of the wet paint film applied (W_{wp}) on steady conditions.

To validate the test, the standard deviation should be less than 5% of the mean value, and in this study, standard deviations of less than 2% were always detected.

The Nordtest method states that the anti-condensation capacity is better if the WPAC is higher, because the condensed water can easily re-evaporate when, with the alternation of the day-night cycle, the climatic conditions are still favourable.



DESCRIZIONE DEL TEST ANTICONDENSA

Il metodo utilizzato per stimare la capacità anticondensa di un film si conforma ad una procedura sviluppata dall'ente certificatore Nordtest (NT Poly 170) che simula il processo fisico di formazione della condensa.

La procedura prevede l'utilizzo di quattro contenitori di metallo cilindrici con fondo conico rivestiti esternamente con la pittura da testare. I contenitori vengono riempiti di ghiaccio e acqua, in modo da assicurarne all'interno la temperatura costante di 0°C, e posti simultaneamente in una camera climatica tenuta alla temperatura di 23°C con 50% di umidità relativa. Dopo qualche decina di minuti comincia a formarsi la condensa, che inizia a gocciolare dalla punta dei coni.

Il test prevede la determinazione dell'acqua trattenuta come media dei quattro campioni quando le condizioni di gocciolamento risultano stazionarie.

Il coefficiente di assorbimento acqua (Water Percentage Absorption Coefficient, WPAC) è definito come il rapporto percentuale tra il peso dell'acqua trattenuta dalla pittura (W_{wa}) e il peso del film di pittura umida applicato (W_{wp}): in condizioni stazionarie.

$$WPAC [\%] = \frac{W_{wa}}{W_{wp}} \times 100$$

Perché il test sia valido, la deviazione standard deve essere inferiore al 5% del valore medio, ed in questo studio sono state rilevate sempre deviazioni standard inferiori al 2%. Il metodo Nordtest stabilisce che la capacità anticondensa è migliore se il WPAC è più alto, perché l'acqua condensata può facilmente rievaporare quando, con l'alternarsi del ciclo giorno-notte, le condizioni climatiche ritornano favorevoli.

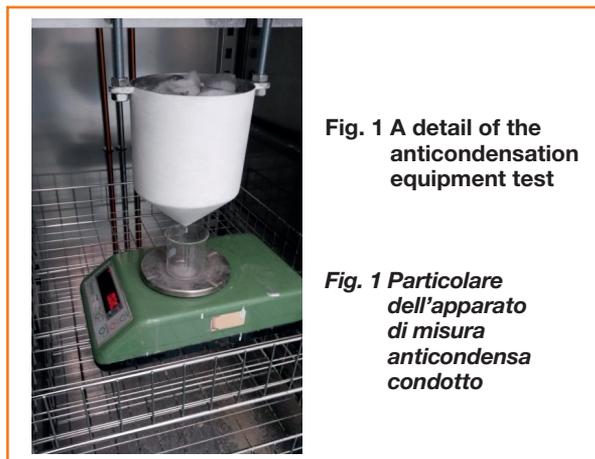


Fig. 1 A detail of the anticondensation equipment test

Fig. 1 Particolare dell'apparato di misura anticondensa condotto

CONFRONTO TRA PRODOTTI COMMERCIALI

Una prima campagna sperimentale è stata condotta testando una serie di pitture anticondensa commerciali scelte tra i marchi più conosciuti in Italia.

Alcune di queste contengono sfere



COMPARISON BETWEEN THE PRODUCTS AVAILABLE ON THE MARKET

A first experimental campaign was carried out by testing a series of commercial anticondensation paints chosen among the best known brands in Italy. Some of these contain 3M hollow glass spheres, while others contain other types of extenders, not necessarily glass. Figure 2 shows the data collected. The PC_1 - 4 samples contain generic extenders, while the PC_5 - 8 samples contain different types of 3M glass spheres. Although it is not



cave di vetro 3M, altre invece contengono altri tipi di cariche, non necessariamente di vetro. I grafici di Figura 2 riassumono i risultati raccolti.

I campioni PC_1 - 4 contengono cariche generiche, mentre i campioni PC_5 - 8 contengono sfere di vetro 3M di diverse tipologie. Sebbene non sia possibile conoscere con precisione la tipologia e la quantità di cariche presenti nelle varie pitture, è possibile rilevare che prodotti con sfere 3M Glass Bubbles mostrano un migliore comportamento anticondensa in accordo al test utilizzato, infatti ottengono valori di WPAC

Fig. 2 Tests results of different anticondensation paints available on the market

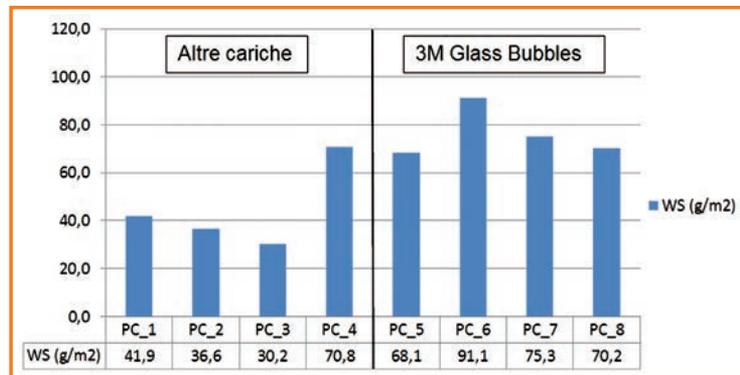


Fig. 2 Risultati test condotti su 8 differenti pitture anticondensa disponibili sul mercato

FILLERS

CARICHE



possible to know precisely the type and quantity of the extenders found in the various paints, it is possible to highlight that products with 3M Glass Bubbles spheres show better anticondensation behavior according to the test used, and actually they have obtained high WPAC values compared with the paints that use different extenders.

HEAT CONDUCTIVITY TEST

The hollow spheres in the finish decrease the conductivity of the wall, so when the outside temperature drops, the temperature on the inside part follows it more slowly and remains higher than a traditional paint, thus delaying the formation of condensation.

The thermal conductivity measurements carried out with the Quantachrome TCi instrument have shown that paints with hollow spheres have a conductivity of 0.15 - 0.25 W/mK compared with the one without spheres that has 0.5 W/m K. The Glass Bubbles therefore improve the insulation capacity of the paints at the same thickness, by at least a factor of 2.

ANTICONDENSATION PAINTS WITH DIFFERENT GRADES OF 3M GLASS BUBBLES

Using 3M Glass Bubbles of different sizes, an in-depth study was carried out on the influence of the particle size



elevati rispetto alle pitture che utilizzano cariche differenti.

TEST DELLA CONDUCIBILITÀ TERMICA

La presenza di sfere cave nella finitura fa diminuire la conducibilità della parete, per cui quando la temperatura esterna si abbassa, la temperatura sul lato interno la segue più lentamente e rimane più alta rispetto ad una pittura tradizionale, ritardando così la formazione della condensa.

Le misure di conducibilità termica condotte con strumento TCi della Quantachrome hanno evidenziato che le pitture con sfere cave hanno conducibilità 0,15 – 0,25 W/m°K a fronte di quella senza sfere che ha 0,5 W/m°K.

Le Glass Bubbles dunque migliorano di almeno un fattore 2 la capacità di isolamento delle pitture a parità di spessore.

PERFORMANCE ANTICONDENSA CON DIVERSE 3M GLASS BUBBLES

Utilizzando Glass Bubbles 3M di diverse dimensioni è stato condotto uno studio approfondito sull'influenza della granulometria delle sfere cave sulla capacità anticondensa di pitture acriliche.

Le cariche selezionate sono le Glass Bubbles denominate K15, K25, K37, S22 e iM16K, le cui specifiche tecniche

Tab. 1 Technical data of the extenders

Name Nome	Target Crush Strenght 90% Survivals (bar) Limiti massimi di resistenza all'impatto	True Density (g/cm ³) Densità vera (g/cm ³)	Particle Size (microns, by volume) Dimensione delle particelle (micron, per volume)			
			10%	50%	90%	Effective Top Size (95%) Granulometria massima effettiva (95%)
K15	21	0,15	30	60	105	115
K25	52	0,25	25	55	95	105
K37	210	0,37	20	40	80	85
S22	28	0,22	20	35	60	75
iM16K	1103	0,46	13	22	31	37

Tab. 1 Specifiche tecniche delle cariche studiate

FILLERS

CARICHE



of the hollow spheres on the anti-condensation performance of acrylic paints.

The selected extenders are the Glass Bubbles called K15, K25, K37, S22 and iM16K, whose technical specifications are reported in Table 1. The paints have been formulated so that the percentage volume of the extenders in the paint is steady, equal to 32%.

The collected data have shown that the Glass Bubbles with higher particle size allow better anticondensation performance.

ANTI-CONDENSATION CAPACITY VERSUS PAINT ROUGHNESS

The reduction of thermal conductivity is a key parameter of the anti-condensation paints performance. However, the area/surface ratio plays an important role in the ability to cause a new evaporation of the condensed and retained water.

For this reason roughness measurements have been carried out using a KLA-Tencor P-16+. Using a touch probe, the instrument is able to map the sample surface in 3D and calculate the Sdr factor (developed interfacial area ratio) defined as:

$$Sdr = \frac{A_{sup} - A_{sc}}{A_{sc}} \times 100$$



sono riportate in Tabella 1.

Le pitture sono state formulate in modo che il volume percentuale delle cariche nella pittura sia costante, pari al 32%.

I dati raccolti hanno evidenziato che le Glass Bubbles di granulometria maggiore permettono migliori performance anticondensa.

CORRELAZIONE DELLA CAPACITÀ ANTICONDENSA ALLA RUGOSITÀ DELLE VERNICI

La riduzione della conducibilità termica è un parametro chiave del funzionamento delle pitture anticondensa.

Tuttavia il rapporto area/superficie gioca un ruolo importante nella capacità di far rievaporare l'acqua condensata e trattenuta.

Per questo motivo sono state effettuate delle misure di rugosità utilizzando un profilometro a contatto KLA-Tencor P-16+.

Lo strumento è in grado, mediante un tastatore, di mappare in 3D la superficie del campione e calcolare il fattore Sdr (developed interfacial area ratio) definito come:

$$Sdr = \frac{A_{sup} - A_{sc}}{A_{sc}} \times 100$$

che rappresenta l'incremento percentuale dell'area superficiale (A_{sup}) rispetto all'area di scansione (A_{sc}).

Tab. 2 Surface area measurements for paints with Glass Bubbles and related increases versus the reference paint

Cod. paint sample <i>Cod. campione di pittura</i>	Type of spheres <i>Tipo sfere</i>	D_{50} spheres (μm) <i>D_{50} sfere (μm)</i>	Sdr	$\frac{A_{sup}}{A_{CaCO3}}$
P_CaCO3	CaCO3	-	287,0	1
P_iM16K	iM16K	22	657,4	2
P_S22	S22	35	782,3	2,3
P_K37	K37	40	870,1	2,5
P_K25	K25	55	896,0	2,6
P_K15	K15	60	950,1	2,7

Tab. 2 Misure di area superficiale delle pitture con Glass Bubbles e relativi incrementi rispetto alla pittura di riferimento

FILLERS

CARICHE



which represents the percentage increase of the surface area (A_{sup}) with regard to the scanning area (A_{sc}).

It has been found that in the samples with microspheres, the surface area depending on the size distribution is 2-2.7 times larger than that of the sample with only calcium carbonate (Tab 2), and that it generally increases with increasing diameter of the spheres.

The increase in surface area causes an improvement in the convective heat exchange of the wall and consequently the process of condensation re-evaporation takes place easier. The optimization of the surface area depends on many factors.

In principle it increases with the increase in particle size, but it also depends on the particle size distribution because it affects the packaging factor. The mechanical resistance of the balls is essential, because the higher the percentage of broken spheres, the lower is the effect on the anticondensation performances.

CONCLUSIONS

The anti-condensation properties of acrylic paints containing various types of inert extenders and in particular glass hollow spheres (Glass Bubbles), manufactured by 3M were evaluated. The method used combines the anticondensation properties with the quantity of water permanently retained on the paint surface (Nordtest NT POLY 170) on an inverted cylindrical cone, held at 0° C. The greater this amount, the greater the anti-condensation capacity. Tests conducted on paint samples containing various types of extenders have shown that the water retained on the surface is higher in all samples containing hollow spheres.

Measurements of heat conductivity on paints containing Glass Bubbles and on paints without glass balls show that the thermal insulation of paints with Glass Bubbles is much better. The anti-condensation tests show that larger Glass Bubbles improve the ability to retain water. The phenomenon was studied and it was associated with the increase in the surface area and roughness due to the spheres featuring a greater diameter and this was then confirmed by profilometric measurements. The ability to retain water without dripping is also proportional to the average diameter of the balls and, among the ones which were tested, the K25 had the best performance. These experimental data confirm the results obtained by testing different samples of commercial paints: the best anti-condensation performance is obtained from the paint formulated with hollow glass microspheres.



E' stato trovato che nei campioni con microsfeere, l'area superficiale a seconda della distribuzione dimensionale è 2-2,7 volte più estesa di quella del campione con solo carbonato di calcio (Tab. 2) ed in genere aumenta all'aumentare del diametro delle sfere.

L'aumento di area superficiale determina un miglioramento dello scambio termico convettivo della parete e di conseguenza il processo di rievaporazione della condensa è facilitato.

L'ottimizzazione dell'area superficiale dipende da molti fattori. In linea di massima aumenta all'aumentare delle dimensioni delle particelle, ma dipende anche dalla distribuzione granulometrica perché incide sul fattore di impacchettamento.

Di fondamentale importanza è la resistenza meccanica delle sfere, perché più è alta la percentuale di sfere rotte, minore è l'effetto sulle performance anticondensa.

CONCLUSIONI

Sono state valutate le proprietà anticondensa di pitture acriliche contenenti varie tipologie di cariche inerti ed in particolare sfere cave di vetro (Glass Bubbles) prodotte da 3M. Il metodo utilizzato associa le proprietà anticondensa alla quantità d'acqua stabilmente trattenuta sulla superficie della vernice (Nordtest NT POLY 170) su un cono cilindrico invertito tenuto a 0°C. Maggiore è questa quantità maggiore è la capacità anticondensa.

I test condotti su campioni di pittura contenenti vari tipi di cariche hanno dimostrato che l'acqua trattenuta sulla superficie è maggiore in tutti i campioni che contengono sfere cave.

Misure di conducibilità termiche su pitture contenenti Glass Bubbles e su pitture senza sfere di vetro indicano che l'isolamento termico delle vernici con Glass Bubbles è significativamente migliore.

I test anticondensa condotti indicano che Glass Bubbles di maggiori dimensioni migliorano la capacità di trattenere acqua.

Il fenomeno è stato interpretato ed associato all'incremento di area superficiale e rugosità dovuto alla presenza di sfere di maggiore diametro e confermata da misure profilometriche. La capacità di trattenere acqua senza gocciolare risulta inoltre proporzionale al diametro medio delle sfere e, tra quelle testate, le K25 hanno avuto le prestazioni migliori.

Tali dati sperimentali confermano i risultati ottenuti testando diversi campioni di pitture commerciali: le migliori performance anticondensa sono ottenute dalle pitture formulate con microsfeere cave di vetro.