

CARBON DIOXIDE SNOW FOR CLEANING AND PRETREATMENT OF CAR BUMPERS

Neve carbonica per la pulizia e il pretrattamento di paraurti per auto

Attilio Bernasconi

MEC Srl,
Caltignaga (NO), Italy
a.bernasconi@meccrios.com

Dry ice is the solid form of CO₂ (carbon dioxide) at a temperature of -78.5°C. CO₂ is a natural chemical compound that contains intrinsic thermal energy. At atmospheric pressure, solid CO₂ sublimates directly into gaseous phase without passing through a liquid phase. The peculiar characteristic of dry ice consists in the fact that, after being used as a cleaning agent, it disappears completely, leaving only the original contaminant to be disposed of.

The quality of the carbon dioxide used for cleaning is the same as that used in the food industry, and was specifically approved by the FDA, EPA, and USDA.

Cryogenic cleaning uses small granules of dry ice projected through a nozzle with the help of compressed air to remove paint, oil, fat, dirt, ink, adhesives, and other materials from a wide variety of substrates (metal, plastic, glass, and wood)

very delicately (**Fig. 1**).

The extremely low temperature of the dry ice projected against the dirty surface causes the material to detach from the surface. The impact causes the immediate sublimation of the dry ice, returning immediately to its gaseous physical state (CO₂ gas).

The kinetic energy associated with the mass and speed is transferred to the surface to be cleaned or the coating to be removed. This is the fundamental principle for working with dry ice, sand, water, and so on.

When the low-temperature dry ice granules impact on

Il ghiaccio secco è la forma solida della CO₂ (anidride carbonica) ad una temperatura di -78.5°C. La CO₂ è un composto chimico naturale che possiede un'energia termica intrinseca. A pressione atmosferica, la CO₂ solida sublima direttamente nella fase gassosa senza passare dalla fase liquida. La peculiare caratteristica del ghiaccio secco consiste nel fatto che, dopo il suo utilizzo come agente di pulizia, esso semplicemente sparisce, lasciando solo il contaminante originale da smaltire.

Il grado di qualità dell'anidride carbonica usata nella pulizia è uguale a quello usato nell'industria alimentare ed è stata approvata specificatamente da FDA, EPA e USDA.

La pulizia criogenica usa piccoli granuli di ghiaccio secco proiettati attraverso un ugello con l'ausilio dell'aria compressa per rimuovere pitture, olio, grasso, sporco, inchiostro, adesivi e altri materiali da un'ampia varietà di substrati (metallo, plastica, vetro e legno) e con un'elevata delicatezza (**fig. 1**).



1

One phase of cleaning a bumper using carbon dioxide snow.

Una fase della pulizia con neve carbonica di un paraurti.

La bassissima temperatura del ghiaccio secco lanciato contro una superficie sporca causa il distacco del materiale dalla superficie. L'impatto provoca l'immediata sublimazione del ghiaccio secco, che ritorna nel suo stato fisico gassoso (gas CO₂).

L'energia cinetica associata alla massa e alla velocità è trasferita alla superficie da pulire o al rivestimento da rimuovere: questo è il principio fondamentale per lavorare sia con il ghiaccio secco che con sabbia o acqua e così via.

Quando i granuli di ghiaccio secco a bassissima temperatura impattano la superficie del manufatto si



the object's surface, a small temperature differential is created between the coating/contaminant and the substrate. This causes cracking. When the dry ice touches the surface, it transforms into CO₂ gas, which tends to invade the cracks formed in the impact and the pores of the surface, penetrating into the coating/contaminant. It then heats and rapidly expands, allowing for the detachment of the coating/contaminant from the substrate.

With a pressure lower than 5.2 bar, the solid CO₂ transforms directly into a gaseous state without going through the liquid state. However, if the blasting pressure is higher than 5.2 bar (5.2 x 14.7 = 76.44 psi), the sublimating CO₂ will show some characteristics of liquid CO₂, while it reaches its triple point.

It has been shown that liquid CO₂ is a powerful organic solvent, so it is reasonable to hypothesize that this solvent action can be present when the blasting pressure is greater than 5.2 bar.

Benefits of cryogenic cleaning

Cryogenic cleaning with dry ice does not require dismantling or disassembling the equipment needing cleaning.

The dry ice is delicate enough not to puncture or damage the surface, but at the same time it is strong enough to clean it, therefore it is very effective and suited for technical cleaning or degreasing and pretreatment of complex and sensitive objects. The dry ice granules evaporate into gas on impact, without leaving any residue that can damage the surface in the future or residues requiring rinsing or drying. It only eliminates the material to be removed.

The gaseous CO₂ used to produce dry ice is recovered from industrial activities as a waste product, and re-utilized for new purposes.

Cleaning with dry ice is non-abrasive, non-flammable, and non-conductive.

Applications in the automotive industry

Thanks to the process benefits provided by dry ice, and thanks as well to the properties described in the previous paragraphs, especially the combination of high cleaning effectiveness and delicate treatment of the substrate, cryogenic cleaning is increasingly used in the automotive industry to prepare plastic surfaces for painting. Here dry ice is used with granules measuring from 50 to 300 microns and is called snow blasting.

produce una piccola differenza termica tra il rivestimento/contaminante e il substrato. Ciò provoca una fessurazione. Quando il ghiaccio secco tocca la superficie, si trasforma in gas CO₂ che tende ad invadere le fessure formati con l'impatto e i pori della superficie penetrando nel rivestimento/contaminante. Successivamente si riscalda e si espande rapidamente, permettendo il distacco del rivestimento/contaminante dal substrato.

Con una pressione inferiore ai 5,2, bar il CO₂ solido passa direttamente allo stato gassoso senza attraversare la fase liquida. Tuttavia, se la pressione del *blasting* è superiore a 5,2 bar (5,2 x 14,7 = 76,44psi), la CO₂ in sublimazione mostrerà alcune caratteristiche della CO₂ liquida, mentre la stessa raggiunge il suo "punto triplo". Si è dimostrato che la CO₂ liquida è un potente solvente organico, quindi è ragionevole ipotizzare che questa azione solvente possa essere presente quando la pressione del *blasting* è superiore a 5,2 bar.

Benefici del processo di pulizia criogenica

La pulizia criogenica con il ghiaccio secco non richiede lo smantellamento o lo smontaggio delle apparecchiature che devono essere pulite.

Il ghiaccio secco è abbastanza delicato da non bucare o intaccare la superficie ma è al tempo stesso abbastanza forte da pulirla, quindi molto efficace e adatto a pulizie tecniche o allo sgrassaggio e pretrattamento di manufatti complessi e sensibili. I granuli di ghiaccio secco evaporano sotto forma di gas con l'impatto, senza lasciare alcun residuo che possa causare danni futuri alla superficie o residui da sciacquare o asciugare. Esso elimina solo il materiale da rimuovere.

La CO₂ gassosa utilizzata per produrre il ghiaccio secco viene recuperata dalle attività industriali come prodotto di scarto e riutilizzata per nuovi scopi. Il processo di pulizia con ghiaccio secco è non abrasivo, non infiammabile, non conduttivo.

Applicazioni nel settore automotive

Grazie ai benefici di processo che il ghiaccio secco è in grado di apportare e grazie alle proprietà sopra descritte, in particolare la combinazione di estrema efficacia di pulizia e di delicatezza sul substrato, la pulizia criogenica è sempre più utilizzata nel settore *automotive* per la preparazione delle superfici in plastica alla verniciatura. Qui il ghiaccio secco è utilizzato con una granulometria variabile fra 50 e 300 micron e prende il nome di "neve carbonica" o *snow blasting*.

For more than 25 years, MEC in Caltignaga, Novara (Italy) has been actively performing research and development on cryogenic technology for technical cleaning through dry ice blasting. It designs and manufactures equipment and systems, but more importantly it is one of the few European companies actively working to spread and increase understanding of cryogenics as applied to the surfaces industry. MEC's most recent project is linked to the installation of a new bumper painting plant in Poland, for which the company supplied the equipment for preparing the surfaces, i.e., degreasing and priming, completely automated with an anthropomorphic robot.

The cryogenic cleaning system consists in a command panel containing all the means for controlling and adjusting the liquid CO₂ and compressed air (Fig. 2).

After having set the pressure and capacity parameters, the liquid CO₂ is fed into the pistol equipped with a flat 80 mm supersonic nozzle, the ejection speed reaching about 520 m/sec. Within the nozzle there is an expansion chamber where the liquid CO₂ transforms into part solid and part gas by adiabatic expansion. The solid consists in dry ice flakes that are projected against the plastic object to be cleaned, transported in compressed, dried, and degreased air.

The kinetic action of the carbon dioxide snow (dry ice flakes), the rapid sublimation of the flakes, and the thermal shock caused by their low temperature of -78°C combine to clean the object and prime the plastic surface for the painting that follows.

Da oltre 25 anni MEC di Caltignaga, Novara, è attiva nella ricerca e sviluppo della tecnologia criogenica per la pulizia tecnica mediante criosabbatura con anidride carbonica solida (dry ice-blasting). Produce e progetta apparecchiature e impianti, ma soprattutto è una delle poche aziende europee a diffondere attivamente e aumentare le conoscenze in tema di criogenia applicata all'industria delle superfici.

Il progetto più recente di MEC è legato all'installazione di un nuovo impianto di verniciatura paraurti in Polonia, per cui l'azienda ha fornito la parte di preparazione superficiale, ossia sgrassaggio e attivazione, completamente automatizzato con robot antropomorfo.

L'impianto di pulizia criogenica è costituito da un pulpito di comando dove risiedono tutte le apparecchiature per il controllo e la regolazione della CO₂ liquida e dell'aria compressa (fig. 2). Dopo

aver impostato i parametri di pressione e portata, la CO₂ liquida viene alimentata dalla pistola di proiezione con ugello supersonico piatto da 80 mm, con velocità di eiezione di circa 520 m/sec.

All'interno dell'ugello c'è una camera di espansione dove la CO₂ liquida, per espansione adiabatica, si trasforma in parte in solido e in parte in gas. Il solido è ghiaccio secco in fiocchi che viene proiettato sul manufatto di plastica da pulire tramite l'aria compressa essiccata e disoleata.

L'azione cinetica della neve carbonica (ghiaccio secco in fiocchi), della rapida sublimazione dei fiocchi e lo shock termico provocato dalla bassa temperatura degli stessi, -78°C, realizzano la pulizia del manufatto e attivano la superficie in materiale plastico per la successiva verniciatura.



1

The command panel used to manage the cryogenic cleaning process.

L'unità di comando da cui è possibile gestire il processo di pulizia criogenica.



The operation is extremely fast, treating approximately 2 sq.m/min (the average size of the front and rear bumpers of an average saloon-car) in about one minute.

The cleaning operation is managed by an anthropomorphic robot with six degrees of autonomy, programmed with the various recipes for use with the different objects.

The system, command panel, hoses, nozzle, and anthropomorphic robot are contained in a pressure booth complete with aspiration and filtration.

Outside the system there is a cryogenic storage tank filled with liquid CO₂ (-20°C at 20 bar) and a box to transform liquid CO₂ from cold to hot (10-15°C at 50 bar). The CO₂ injected into the expansion and projection nozzle is at room temperature.

The cleaning system is designed to work continuously 24 hours per day, six days a week.

Obviously the system can be personalised according to the customer's cleaning needs, size of objects, and production. <

L'operazione è estremamente veloce: si trattano circa 2 m²/min (la dimensione paraurti anteriore e posteriore di una berlina media), in 1 minuto circa.

L'operazione di pulizia è gestita da un robot antropomorfo a 6 gradi di libertà programmato con le varie ricette di preparazione per i singoli manufatti.

Tutto l'impianto, pulpito, tubazioni, ugello, robot antropomorfo, è contenuto in una cabina in depressione completa di aspirazione e filtrazione.

All'esterno dell'impianto è installato un serbatoio criogenico di stoccaggio della CO₂ liquida (-20°C a 20 bar) ed un box di trasformazione della CO₂ liquida da fredda a calda (10/15°C a 50 bar). La CO₂ che viene iniettata nell'ugello di espansione e proiezione è a temperatura ambiente.

L'impianto di pulizia è progettato per lavorare 24 h su 24 per 6 giorni la settimana in continuo.

Ovviamente l'impianto può essere personalizzato secondo le esigenze di pulizia, di dimensione dei manufatti e di produzione del cliente. <

colours around europe



Paints and inks for precoated metals for building, industry, automotive and packaging