

New coatings technology that keeps its cool when the heat is on

Nuova tecnologia che mantiene il rivestimento fresco nonostante gli incrementi della temperatura

Lester Kok - NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY



Scientists from Nanyang Technological University, Singapore (NTU Singapore) and national industrial developer JTC came up with this idea when they were figuring out a commercially viable solution to protect reinforced concrete against underground fires. After two years of intensive research and development by the interdisciplinary team, an affordable 3-in-1 coating that offers enhanced fire and corrosion protection was invented. Named FiroShield, the new coating is cheaper and less laborious to apply, and can function aesthetically like normal paint. Existing steel structures in buildings are usually coated with a fire-retardant layer to shield the bare metal from damage by fire and meet the fire protection standard of two hours – aimed at giving occupants enough time to evacuate the building. Today's conventional intumescent coatings are thick, more expensive and laborious to apply. In contrast, this made-in-Singapore coating can be applied on bare steel without the need for sand blasting to prepare the surface and will protect the material against fire for two hours without falling off. The overall coating time can hence be reduced by half as compared to conventional coatings which translates to lesser man-hours required. FiroShield



Gli scienziati del Politecnico di Nanyang, Singapore (NTU Singapore) e l'azienda dedicata allo sviluppo JTC hanno avanzato questa idea mentre cercavano di dar vita a una soluzione commerciale per la protezione del cemento armato dalle combustioni sotterranee. Dopo due anni di attività

intensa di ricerca e sviluppo, a opera del team interdisciplinare, è stato messo a punto un rivestimento 3-in-1 che offre una protezione avanzata dalle fiamme e dalla corrosione. Denominato FiroShield, il nuovo rivestimento è meno costoso e meno difficile da applicare e può espletare la funzione estetica di una comune pittura. Le strutture d'acciaio esistenti negli edifici vengono solitamente rivestite con uno strato di pittura ritardante di fiamma che protegge il metallo grezzo dal danno provocato dalle fiamme, conformemente alla norma sulla protezione della durata di due ore, il tempo necessario per dare agli occupanti il tempo di evacuare dallo stabile. Le attuali pitture intumescenti convenzionali hanno alto spessore, sono più costose e più difficili da applicare. Per contro, questo rivestimento "made in Singapore" può essere applicato sull'acciaio grezzo senza dover carteggiare per preparare la superficie ed è in grado di

Fig. 1 (From left) NTU PhD student Mr Ng Yan Hao; Principal Engineer at JTC's Civil and Structural Department Mr Ng Kian Wee; NTU Professor Tan Kang Hai; NTU Assistant Professor Aravind Dasari; Director, Technical Services Division of JTC and Co-Director of the I3 Centre, Mr Koh Chwee; and NTU research fellow Dr Indraneel S Zope; holding steel plates coated with FiroShield of different colours

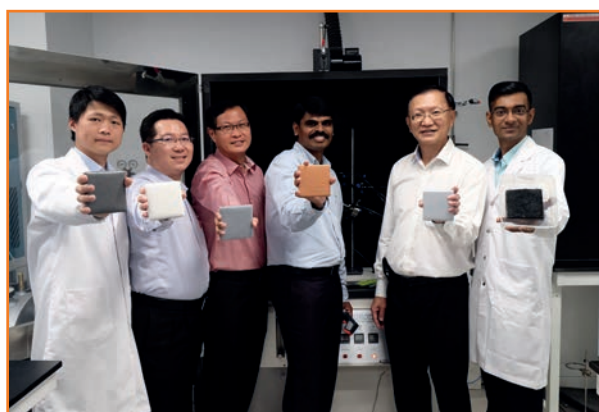


Fig. 1 (Da sinistra) Mr Ng Yan Hao studente di dottorato dell'NTU; Sig. Ng Kian Wee Ingegnere Principale presso il Dipartimento Civile e Strutturale del JTC; Tan Kang Hai Professore di NTU; Aravind Dasari Professore Assistente dell'NTU; Mr Koh Chwee Direttore, Divisione dei Servizi Tecnici di JTC e Co-Direttore del Centro I3; Dott. Indraneel S Zope, ricercatore della NTU; le piastre in acciaio di diversi colori sono rivestite con FiroShield



has also been tested on other construction materials, such as reinforced concrete and laminated timber, and has the same excellent performance. To achieve a two-hour fire rating, the product requires just five layers of coating, compared to conventional coatings, which requires up to 15 layers or more. It is thus two times faster to apply and is cheaper by about 50 percent due to its lower materials cost and manpower requirements. In addition to its fire resistant properties and easy application, FiroShield can also protect the steel surface from corrosion, which no other fire coatings in the market can do at the moment. The coating is expected to last longer when exposed to weathering elements such as moisture and ultraviolet rays. Its performance barely dipped by two percent, as compared to the drop of up to 75 percent for conventional coatings when subjected to weathering tests in the lab. This will reduce the maintenance cost and frequency of inspections over the lifespan of a building. Leading the research team is Assistant Professor Aravind Dasari from the School of Materials Science and Engineering and Professor Tan Kang Hai from the School of Civil and Environmental



proteggere il materiale dalle fiamme per due ore senza decadere. La durata delle operazioni di rivestimento può quindi essere ridotta della metà rispetto ai rivestimenti convenzionali, il che si traduce in una riduzione delle ore di manodopera richieste. Il prodotto è stato testato su altri materiali da costruzione, come il cemento armato e il legno laminato mostrando le stesse eccellenti prestazioni. Per ottenere una prestazione antifiamma della durata di due ore, il prodotto richiede cinque strati di prodotto diversamente dai rivestimenti convenzionali, che richiedono 15 strati o più. L'applicazione è quindi due volte più veloce e anche più economica, nella misura del 50%, per via del costo inferiore dei materiali e dei requisiti della manodopera. Oltre alle proprietà antifiamma e all'applicazione facilitata, FiroShield può anche proteggere la superficie d'acciaio dal processo corrosivo, un'esclusiva sul mercato odierno. Il coating si caratterizza per una durata superiore quando esposto agli elementi atmosferici come l'umidità e i raggi ultravioletti. La sua prestazione è diminuita solo del 2%, rispetto al crollo del 75% dei rivestimenti convenzionali quando sottoposti ai



Engineering. The research team includes Dr Indraneel S. Zope and Mr Ng Yan Hao from NTU, as well as Ng Kian Wee, Principal Engineer at JTC's Civil and Structural Department, who contributed his experience from engineering projects. The interdisciplinary angle linking the materials to structures was a vital facet of this research. The team said the knowledge that they have obtained over the years of research on the different aspects of polymers and combustion, combined with civil and structural engineering experience, helped to streamline their approach. The strength of their coating comes from a balanced mix of additives, which work well together to give off simultaneous chemical reactions when faced with extremely high temperatures. They knew that they had found the right formula when they were able to coat steel samples evenly with a spray gun. "In a fire, our coating forms a compact charred layer that acts as a protective barrier against the heat," added Prof Dasari, who is also a Principal Investigator at the NTU-JTC Industrial Infrastructure Innovation Centre (I3 Centre).

"While typical fire coatings will also form a charred layer, those are thick and foam-like, which can fall off easily and leave the steel exposed to the fire. What we aimed at was an innovative coat that works differently from conventional intumescent coatings and can stick to the steel surface for as long as possible under high temperatures, and yet has durability and weather resistance under normal conditions without a need for a top coat of paint." Mr Koh Chwee, Director, Technical Services Division of JTC and Co-Director of the I3 Centre, said that through collaboration with academic institutions like NTU, JTC aims to develop new and innovative solutions to enhance safety and construction productivity for its industrial infrastructure projects. "The ease of application of this new fire and corrosion resistant coating on steel structures will help reduce labour-intensive work, thus improving productivity and enabling faster coating of prefabricated steel components. More importantly, the new coating's ability to maintain superior adhesion under high temperatures leads to increased building safety for occupants. We are confident that the new coating will be able to reduce both paint material and labour costs, and become a new alternative to other fire protection products,"



test della resistenza alle intemperie in laboratorio. Tutto questo riduce i costi di manutenzione e la frequenza delle ispezioni per tutta la vita utile dell'edificio. A guidare il team di ricerca è il professore Aravind Dasari proveniente dalla School of Materials Science and Engineering e il Prof. Tan Kang Hai della School of Civil and Environmental

Engineering. Il team di ricercatori comprende Dr. Indraneel S. Zope e Mr Ng Yan Hao dell'NTU, oltre a Ng Kian Wee, Ingegnere Senior del Dipartimento di ingegneria strutturale e civile del JTC, il quale ha offerto la propria esperienza nel campo dei progetti costruttivi. La prospettiva interdisciplinare che lega i materiali alle strutture è stato un aspetto vitale di questo lavoro di ricerca. Il team ha affermato che la competenza acquisita nel corso degli anni di lavoro sui vari aspetti dei polimeri e della combustione, insieme all'esperienza nel campo dell'ingegneria civile e strutturale, hanno contribuito a snellire la loro tecnica operativa. Il punto di forza dei loro rivestimenti deriva dalla miscela bilanciata di additivi che agiscono in sinergia per fornire reazioni chimiche

simultanee nei casi di temperature estremamente elevate. Essi sapevano di aver trovato la formula giusta quando sono stati in grado di rivestire campioni d'acciaio in modo uniforme con una pistola a spruzzo. "In caso di incendio, i nostri rivestimenti formano uno strato compatto di carbone che agisce da barriera protettiva contro il calore", ha aggiunto Prof. Dasari, primo responsabile Controlli del Centro Innovazione Infrastrutture Industriali NTU-JTC (Centro I3). "Se è vero che i rivestimenti tipici antifiamma formano anch'essi uno strato barriera, essi sono solitamente di alto spessore e simili a schiuma, con il rischio che si sfaldino facilmente lasciando l'acciaio esposto alle fiamme.

Ciò a cui aspiravamo era un rivestimento innovativo che agisse in maniera diversa dai rivestimenti intumescenti convenzionali e che aderisse alla superficie d'acciaio per quanto più tempo possibile in condizioni di alta temperatura e con una durata e resistenza alle intemperie in condizioni ordinarie tali da non richiedere un ulteriore strato di pittura". Koh Chwee, Direttore della Divisione dei Servizi tecnici di JTC e codirettore del Centro I3 ha poi aggiunto che grazie alla collaborazione con istituzioni accademiche quali NTU, JTC mira a sviluppare

Fig. 2 NTU Assistant Professor Aravind Dasari putting his finger on a piece of plastic that is cool enough to touch, which was placed behind a steel plate coated with FiroShield and exposed to a flame over 900 degrees Celsius



Fig. 2 Aravind Dasari Professore Assistente dell'NTU mette il dito su un pezzo di plastica abbastanza freddo da essere toccato che è stato posto dietro una piastra in acciaio rivestita con FiroShield ed esposta a una fiamma di oltre 900 gradi Celsius



said Mr Koh. Professor Chu Jian, Interim Co-Director of the I3 Centre said, this invention is one of the successful examples of academia and industry research partnerships, as NTU is able to tap on relevant industry know-how from JTC while providing technological knowledge and research expertise to develop an innovative solution that will benefit the building and construction sector.

Fig. 3 The team istanding behind the rows of FiroShield-coated steel plates used in their research and development

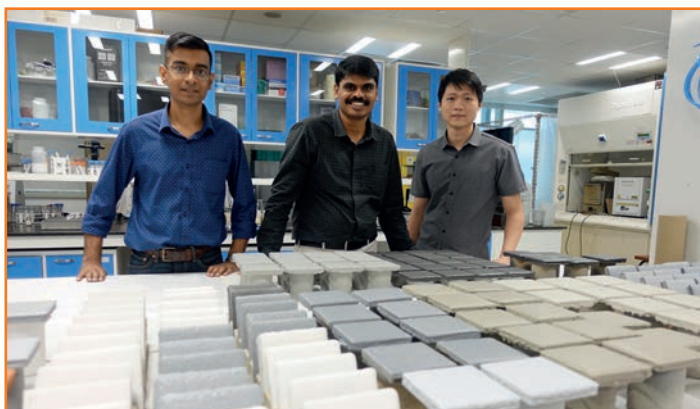


Fig. 3 Il team in piedi dietro le file di lastre in acciaio rivestite da FiroShield usate nella loro ricerca e sviluppo

COMBINATION OF MATERIALS USED FOR COATING

The base material of the new coating is made of synthetic resins, which are polymers commonly used to make paints. To give it fire and corrosion-resistant properties, Prof Dasari's team added a combination of common chemicals, including one that is endothermic – absorbing heat to start a chemical reaction that cause the coating to adhere firmly to the steel. The team went further to develop a coating that is able to have assorted colours; pigments can be added to the mixture so it achieves the aesthetic function of normal paint.

Paint manufacturers looking to add the benefits of FiroShield to their products should find that commercialisation is straightforward, as the innovation relies simply on the addition of key chemicals into their paint manufacturing process. For the next phase of development, the product will be sent to the UK for an industry certification, which includes a load-bearing fire test that no facilities in Singapore can do currently.

Its proprietary formulation has been filed with NTU's innovation and enterprise arm, NTUitive, and upon the completion of the certification, NTUitive will work with JTC to explore commercialisation options. After the certification, which is expected to be completed by April 2018, the new coating will be applied on steel structures within the upcoming JTC Logistics Hub.



soluzioni nuove per migliorare la sicurezza e la produttività costruttiva per i progetti infrastrutturali industriali. “La facile applicazione di questo nuovo rivestimento antifiamma e anticorrosione sulle strutture d'acciaio contribuirà a ridurre le attività intensive, a migliorare la produttività e a velocizzare la verniciatura dei componenti d'acciaio prefabbricati. Ancora più importante, la nuova caratteristica del rivestimento di mantenere un'adesione superiore ad alte temperature determina una maggiore sicurezza della struttura edile per chi vi risiede. Siamo fiduciosi del fatto che il nuovo rivestimento sarà in grado di ridurre i costi del materiale e della manodopera per diventare così l'alternativa ad altri prodotti antifiamma”, ha aggiunto Mr. Koh.

Il Prof. Chu Jian, Co-Direttore a interim del Centro I3 ha commentato che questa invenzione rappresenta uno degli esempi migliori di collaborazione fra la ricerca in ambito industriale e accademico, dal momento che NTU è in grado di attingere al know-how industriale di JTC e nello stesso tempo di offrire competenze tecnologiche ed esperienza nell'ambito della ricerca per lo sviluppo di soluzioni innovative che offriranno vantaggi al settore delle costruzioni ed edile.

LA SINERGIA DEI MATERIALI UTILIZZATI PER I RIVESTIMENTI

Il materiale di base del nuovo rivestimento è costituito da resine sintetiche, vale a dire i polimeri comunemente utilizzati per realizzare le pitture. Per conferire proprietà antifiamma e anticorrosione, il team del Prof. Dasari ha aggiunto una combinazione di usuali prodotti chimici, fra cui uno endotermico che assorbe il calore per dare avvio alla reazione chimica che promuove l'adesione sull'acciaio. Il team si è poi spinto oltre per sviluppare un rivestimento che ha la caratteristica di disporre di tinte assortite; i pigmenti possono essere aggiunti nella miscela in modo da espletare la funzione estetica di un'usuale pittura. I produttori di pitture che mirano a incorporare i benefici offerti da FireShield nei loro prodotti si avvantaggeranno della veloce commercializzazione dal momento che l'innovazione dipende semplicemente dall'aggiunta di prodotti chimici chiave nel processo produttivo. Per la fase successiva dello sviluppo, il prodotto sarà inviato in Gran Bretagna per la certificazione industriale, che comprende il test della fiamma in condizioni di carico che nessun sito produttivo a Singapore può attualmente effettuare. La formulazione brevettata è stata definita grazie all'innovazione di NTU e nel segno dell'imprenditorialità, NTUitive, e una volta completata la procedura di certificazione, NTUitive opererà con JTC per esplorare le possibilità commerciali. A seguito della certificazione, che è prevista entro il mese di aprile 2018, il nuovo rivestimento sarà applicato su strutture d'acciaio all'imminente JTC Logistics Hub.