

आयआयटी मुंबईच्या नव्या उष्मारोधक कोटींग मटेरियलने नोंदवली उष्णता रोखण्याची विक्रमी क्षमता नव्या कोटींग मटेरियलमुळे लेपन केलेल्या पृष्ठभागाच्या खालील तापमान १५-२१ डिग्री सेल्सियसने कमी होऊ शकते, तसेच क्षरणाचा प्रतिकार केला जातो.



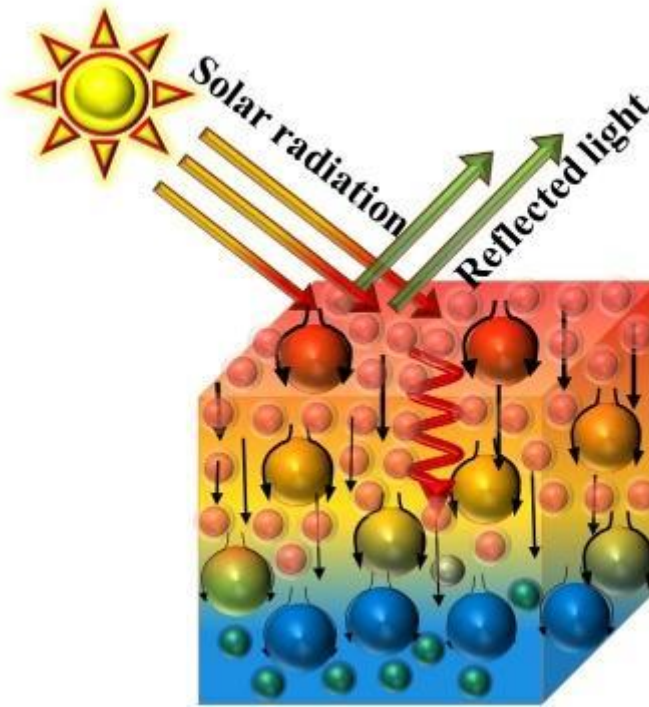
प्रातिनिधिक प्रतिमा : मोरालिस्ट, [विकीमीडिया कॉमन्स](#) वरून CC BY 3.0

भारतीय हवामान विज्ञान विभागाने (आयएमडी) दिलेल्या माहितीनुसार २०२३ हे वर्ष १९०१ सालानंतर दुसरे सर्वाधिक उष्ण वर्ष म्हणून नोंदवले गेले. जागतिक हवामान बदलाचा परिणाम म्हणून दर वर्षी उष्णतेचा पारा वर वर चढताना दिसतो आहे. झपाट्याने वाढणाऱ्या उष्णतेमुळे उष्णता रोधन आणि स्पेस कूलिंगचे नवनवीन आणि परवडणारे पर्याय निर्माण करण्याची गरज देखील वाढली आहे. स्पेस कूलिंग किंवा अंतर्गत शीतन म्हणजे खोल्या, कार्यालये इत्यादी बंद जागांमधील हवा थंड ठेवणे.

स्पेस कूलिंग किंवा अंतर्गत शीतन दोन प्रकारे करता येते: सक्रिय शीतन आणि अक्रिय शीतन. सक्रिय शीतन म्हणजे एअर कंडीशनर, कूलर यांसारख्या उपकरणांचा किंवा यंत्रणांचा वापर करून खोलीतील हवेमधील उष्णता सक्रियपणे काढून टाकणे आणि त्याद्वारे हवेचे तापमान कमी करणे. ही पद्धत अपरिहार्यपणे उर्जेवर अवलंबून आहे. यामुळे जागतिक ऊर्जा वापर वाढतो, तसेच या उपकरणांमुळे CO<sub>2</sub> उत्सर्जनामध्ये वाढ होते. अक्रिय शीतनामध्ये वेगवेगळ्या अनुकूल साधनसामग्रीचा वापर करून आणि अभिनव बांधकाम रचना करून इमारतीमध्ये येणारी सूर्याची उष्णता रोखली जाते. यामुळे सक्रिय शीतनाची गरज कमी होते. अक्रिय शीतनामध्ये फायबरग्लास किंवा पॉलीस्टीरिनसारखे उष्मारोधक पदार्थ, तसेच जास्तीतजास्त हवा खेळती राहिल अशा अनुकूल वास्तूचरणा यांचा वापर करून उष्णता

कमी ठेवली जाते. परंतु, अक्रिय शीतनपद्धतीसाठी बरेच वेळा नियमित देखभाल-दुरुस्तीची गरज असल्याने पद्धत खर्चिक होते.

भारतीय तंत्रज्ञान संस्था मुंबई (आयआयटी मुंबई) येथील अभियंत्यांच्या एका गटाने धातू अभियांत्रिकी व पदार्थविज्ञान विभागातील प्रा. स्मृतिरंजन परिदा यांच्या नेतृत्वाखाली अक्रिय शीतन पद्धतीसाठी एक महत्वाचा शोध लावला आहे. त्यांनी एक [नवीन प्रकारचा लेपन पदार्थ \(कोटींग मटेरियल\) विकसित केला](#), जो अधिक कार्यक्षम पद्धतीने सूर्याची उष्णता परावर्तित करतो. यामुळे लेपन केलेल्या पदार्थाद्वारे कमी उष्णता शोषली जाऊन उष्मारोधन होते. हा पदार्थ एक जलरोधक (हायड्रोफोबिक) इपॉक्सी कंपोजिट कोटींग असून त्यामध्ये फिलर घटक आहेत. याचा केवळ ६५ मायक्रोमीटरचा पातळ थर उष्णतेचे वहन कमी करतो. तसेच त्यामध्ये उच्च अवरक्त (हाय इन्फ्रारेड) परावर्तन क्षमता आहे. प्रा. परिदा म्हणाले, "आमच्या कामातून मुख्यतः 'सक्रिय ऑडिटीव्ह' (ज्यांना फिलर्स म्हणले आहे) तयार केले गेले. हे योग्य प्रकारच्या रेझिनमध्ये मिसळून उष्मारोधक कोटींग बनवले जाऊ शकते." या नवीन कोटींगमुळे क्षरण किंवा गंज यांपासूनही संरक्षण मिळते. त्यामुळे आवासी जागा व कार्यालयांच्या शीतनासाठी हा उत्कृष्ट पर्याय आहे.



उष्मारोधक कोटींग मटेरियलचे कार्यदर्शक चित्र

[Solar Radiation-सूर्याची किरणे; Reflected Light - परावर्तित प्रकाश]

हा लेपन पदार्थ यशस्वी होण्यामध्ये दोन प्रकारच्या फिलर्सची मध्यवर्ती भूमिका आहे. पहिला फिलर हा मायक्रॉन आकाराच्या सिलिका-मॉडीफाईड पोकळ सूक्ष्मगोलांचा (सिलिका मॉडिफाईड हॉलो

मायक्रोस्फियर्स, sHMS) बनलेला आहे. तर दूसरा फिलर पृष्ठ-सुधारित  $TiO_2$  च्या नॅनोकणांचा बनलेला आहे. याची सौर परावर्तन क्षमता म्हणजेच सूर्याची उष्णता न शोषता बाहेर फेकण्याची क्षमता जास्त असल्याने हा घटक महत्वाची भूमिका बजावतो. प्रा. परिदा म्हणाले, “पोकळ व हवा भरलेल्या रचनेमुळे सूक्ष्मगोलांमधून उष्णतेचे वहन अतिशय कमी होते. असे सूक्ष्मगोल या कोटींग मटेरियलमध्ये असल्याने ते उष्णतेचे हस्तांतरण कमी करतात. शिवाय  $TiO_2$  घटक मोठ्या प्रमाणात सौरऊर्जा परावर्तित करतात (>८५%).”

पोकळ सूक्ष्मगोल आणि  $TiO_2$  मध्ये जी पृष्ठ-सुधारणा केली गेली आहे त्यामुळे या दोन घटकांची उष्णता वहन करण्याची आणि सौरऊर्जा परावर्तित करण्याची क्षमता वाढते. हे दोन्ही फिलर इपॉक्सी सारख्या रेझिनमध्ये (चिकट द्रवपदार्थ) मिसळून त्याचा धातूच्या किंवा कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावर रंगासारखा थर चढवला जाऊ शकतो. यासाठी वापरता येण्यासारख्या वेगवेगळ्या रेझिनविषयी सांगताना प्रा. परिदा म्हणाले, “धातूवर थर चढवण्यासाठी इपॉक्सी रेझिन ऐवजी अॅक्रेलिक किंवा पॉलीयुरेथेन वापरता येऊ शकते.” रेझिन व फिलर्सचे हे मिश्रण निरनिराळ्या पदार्थांच्या पृष्ठभागावर उष्मारोधक थर देण्यासाठी वापरले जाऊ शकते.

संशोधकांनी केलेल्या चाचण्यांमध्ये लेपन केलेल्या पृष्ठभागावर इन्फ्रारेड दिव्याद्वारे किरणे सोडली गेली. हा दिवा अशा अंतरावर ठेवण्यात आला जेथून लेपित पृष्ठभागाचे किरणन केले असता पृष्ठभागाचे तापमान  $60^{\circ}C$  नोंदवले जात होते आणि तरीही लेपन केलेल्या पृष्ठभागाच्या दुसऱ्या बाजूचे तापमान  $60^{\circ}C$  पेक्षा  $15 - 21^{\circ}C$  ने कमी झालेले होते. यापूर्वी बनवण्यात आलेल्या सर्व लेपन पदार्थांच्या तुलनेत ही क्षमता सर्वोच्च आहे. तसेच हे लेपन, प्रकाश वर्णपंक्तीच्या (स्पेक्ट्रम) निकट अवरक्त भागातील (नियर-इन्फ्रारेड रीजन) तब्बल ७२% सूर्यप्रकाश देखील परावर्तित करू शकले. या नवीन लेपन पदार्थापेक्षा साधारणपणे तीन ते वीसपट जास्त जाड असलेल्या लेपन पदार्थांच्या तुलनेत याचा केवळ ०.०६५ ते ०.१ मिलीमीटर जाडीचा थर देखील जास्त चांगले काम करतो. त्यामुळे तो अधिक कार्यक्षम तर ठरतोच, शिवाय अधिक किफायती देखील ठरतो.

विशेष म्हणजे, या लेपन मिश्रणाच्या मटेरियल्समध्ये केल्या गेलेल्या पृष्ठ-सुधारणेमुळे गंज, क्षरण इत्यादींपासूनही संरक्षण होत असल्याचे संशोधकांच्या लक्षात आले. काही चाचण्यांमध्ये लेपन पदार्थावर सोडियम क्लोराईडचा (NaCl) किंवा मिठाच्या पाण्याचा प्रयोग केला असता त्याने ९९% क्षरणविरोधी प्रतिकारक्षमता दर्शवली. यावरून असे लक्षात येते की धातूवर भोवतालच्या वातावरणाचे जे प्रतिकूल परिणाम होतात त्यापासूनही या लेपन पदार्थांमुळे त्यांचे संरक्षण होते. यामुळे धातूचा टिकाऊपणा वाढून त्याचा देखभाल-दुरुस्तीचा खर्च कमी होऊ शकतो.

हा लेपन पदार्थ बनवण्यासाठी पोकळ सूक्ष्मगोल इत्यादींसारखे स्वस्त असणारे पदार्थ वापरल्यामुळे आणि त्याची निर्मितीप्रक्रिया सहजसोपी असल्यामुळे याचे किफायती उत्पादन बाजारात आणणे शक्य होईल. या लेपन पदार्थाच्या इतर फायद्यांबाबत माहिती देताना प्रा. परिदा म्हणाले, “*फिलर्सच्या पृष्ठ-सुधारणेसकट, हे कोटींग विकसित करण्याची जी प्रक्रिया आहे ती एका टप्प्यात होणारी सोपी पद्धत आहे. तसेच त्यासाठी कोणतीही गुंतगुंतीची उपकरणे गरजेची नाहीत. यासाठी लागणारे पोकळ सूक्ष्मगोल कोळशाच्या कारखान्यांमधील औद्योगिक अपशिष्टातून (कचरा) अगदी स्वस्तात उपलब्ध होऊ शकतात. यामुळे कारखान्यांच्या कचरा व्यवस्थापनासाठी देखील एक चांगला पर्याय मिळेल.*”

आपल्या संशोधक गटासह प्रा. परिदा या लेपन पदार्थांमध्ये आणखी वैशिष्ट्ये कशी आणता येतील यासाठी प्रयत्नशील आहेत, उदाहरणार्थ अग्निरोधक गुणधर्म. तसेच हा लेपन पदार्थ पर्यावरणस्नेही बनवण्यासाठी अस्थिर-सॅद्रिय-संयुग-मुक्त (वोलाटाइल ऑर्गेनिक कंपाउंड-फ्री) जलजन्य कोटींग प्रणालीची निर्मिती करण्यासाठी ते अधिक संशोधन करत आहेत.

बदलत्या पर्यावरणाशी आणि वाढत्या ऊर्जा मागणीशी जुळवून घेताना, नैसर्गिक संसाधनांचे संवर्धन करणारे आणि त्याचबरोबर घातक उत्सर्जन व कचऱ्यामध्ये कपात करणारे अभिनव पर्याय शोधण्याचे असे प्रयत्न स्वागताह असून ती आजच्या काळाची गरज आहे.

<b>VETTED / UNVETTED</b>	Vetted
<b>Title of Research Paper</b>	Corrosion-Resistant Hydrophobic Thermal Barrier Composite Coating on Metal Strip: A New Dimension to Steel Strips for Roofing Segment
<b>DOI of the Research Paper as a link</b>	<a href="https://doi.org/10.1021/acsami.3c11712">https://doi.org/10.1021/acsami.3c11712</a>
<b>List of all researchers with affiliations</b>	<p>S. S. Ananthapadmanabhan, Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai, Maharashtra 400076, India</p> <p>Tapan Kumar Rout, Tata Steel Ltd., Jamshedpur, Jharkhand 831001, India</p> <p>Sudin Chatterjee, Tata Steel Ltd., Jamshedpur, Jharkhand 831001, India</p> <p>एस. एस. अनंतपद्मनाभन, भारतीय तंत्रज्ञान संस्था मुंबई, मुंबई, महाराष्ट्र ४०००७६, भारत</p> <p>तपन कुमार राउत, टाटा स्टील लिमिटेड, जमशेदपूर, झारखंड ८३१००१, भारत</p>

	<p>सुदिन चटर्जी, टाटा स्टील लिमिटेड, जमशेदपूर, झारखंड ८३१००१, भारत</p> <p>Titas Dasgupta, Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai, Maharashtra 400076, India</p> <p>Smrutiranjana Parida, Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai, Maharashtra 400076, India</p> <p>तीतास दासगुप्ता, भारतीय तंत्रज्ञान संस्था मुंबई, मुंबई, महाराष्ट्र ४०००७६, भारत</p> <p>स्मृतीरंजन परिदा, भारतीय तंत्रज्ञान संस्था मुंबई, मुंबई, महाराष्ट्र ४०००७६, भारत</p>
<b>Email of researcher/s</b>	Smrutiranjana Parida <paridasm@iitb.ac.in>
<b>Writer name</b>	<a href="#">Dennis C. Joy</a> डेनिस सी. जॉय
<b>Transcreator name</b>	Shweta Bhide श्वेता भिडे
<b>Credits to Graphic:</b>	Lead image: Moralist, CC BY 3.0 via <a href="#">Wikimedia Commons</a> Inline image: Prof Smrutiranjana Parida
<b>Subject [FOR EDITOR] - Please Highlight in RED (Multiple allowed)</b>	Science/Technology/Engineering/Ecology/Health/Society
<b>Article to be Sectioned Under [FOR EDITOR] - Please Highlight in RED</b>	Deep Dive/Friday Features/Fiction Friday/Joy of Science/News+Views/News/Scitoons/Catching up/OpEd/Featured/Sci-Qs/Infographics/Events
<b>Social Media TAGS separated by Comma</b>	
<b>Social Media Posts Suggestions/ Links to interesting relevant content</b>	
<b>Social Media Handles to be added</b>	@iitbombay
<b>Social Media handles of writer</b>	@denniscj8
<b>Social Media handles of researchers</b>	

<b>Location:</b>	Mumbai
------------------	--------