

भवनों के आन्तरित वातावरण को आरामदायक बनाने में उष्मारोधी लेपन का महत्व

— राज कुमार श्रीवास्तव व डा. बाल मुकुंद सुमन
केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान, रुड़की

सारांश

भारत में मौसम के अनुसार सुखदाई वातावरण के लिए भवनों को शीतकाल में गर्म तथा ग्रीष्मकाल में ठण्डा रखना अति आवश्यक है । सूखे गर्म क्षेत्र में शीतकाल में दिन में बाहर का अधिकतम तापक्रम लगभग 15 डिग्री से. से 25 डिग्री से. तथा रात में बाहर का न्यूनतम तापक्रम 0 से 10 डिग्री से. रहता है जिसके कारण अन्दर से भवन अति ठण्डे रहते हैं । इसके विपरीत ग्रीष्म काल में दिन में बाहर का अधिकतम तापक्रम 40 से 45 डिग्री से. तथा रात में बाहर का न्यूनतम तापक्रम 20 से 30 डिग्री से. रहता है । ऐसी अवस्था में केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान, रुड़की में उष्मारोधी लेपों पर अध्ययन किया गया है । ग्रीष्म काल के एक प्रयोग में उष्मारोधी लेपों के गुणों के आधार पर भवनों को आरामदायक बनाने की दिशा में अनुसंधान कार्य किए गए हैं । इसके लिए देश में उत्पादित उष्मारोधी लेपों से चुन कर कुछ उष्मारोधी लेपों का गुणात्मक विश्लेषण किया गया । इन लेपों के विभिन्न तापीय गुणों के आधार पर उत्तम लेपों में से एक उष्मारोधी लेप-4 की दक्षता कमरे में प्रयोग करके देखी गई । प्रस्तुत लेख में इनका विस्तृत विवरण किया गया है । इस अध्ययन से ज्ञात होता है कि उष्मारोधी लेपन के प्रभाव से कमरे के अन्दर के तापक्रम में 2.0 से 2.5 से. से तक की कमी लाई जा सकती है ।

प्रस्तावना

मकानों के अन्दर वातावरण को आरामदायक बनाने हेतु कृत्रिम उर्जा का उपयोग बहुतायत में हो रहा है। आज कृत्रिम उर्जा की कमी के कारण यह आवश्यक हो गया है कि प्राकृतिक उर्जा पर अधिकाधिक निर्भर रहा जाए। इसके लिए विभिन्न प्राकृतिक प्रणाली का प्रयोग एवं भवनों के वातावरण पर इनका प्रभाव जानने की आवश्यकता है। उष्मारोधी लेपन इनमें से एक प्राकृतिक प्रणाली है।

भवनों की दीवारों पर सफेदी की परम्परा प्राचीन काल से ही चली आ रही है। इससे यह देखने में सुन्दर तो लगती है साथ ही साथ इसके द्वारा सौर किरण परावर्तित होती है, क्योंकि सफेदी का परावर्तन गुणांक, अन्य भवन सामग्रियों की तुलना में अधिक होता है। अतः सफेदी कराए गए दीवारों से होकर उष्मा प्रवाह कम होता है। समय के साथ सफेदी के परावर्तन का गुण जल्द ही कम होने लगता है तथा एक दो बारिश के बाद ही इसका परावर्तन गुणांक कम होकर लगभग अन्य भवन सामग्रियों के बराबर रह जाता है। अतः सफेदी का परावर्तनांक बनाए रखने के लिए सफेदी की बार-बार आवश्यकता पड़ती है।

गर्म एवं शुष्क स्थानों के लिए भवन अवयवों के बाहरी सतह के रंग का अन्दर के वातावरण पर बहुत प्रभाव पड़ता है। रूड़की की जलवायु भी गर्म एवं शुष्क श्रेणी में है। एक अध्ययन द्वारा यह पता चलता है कि केवल छतों के सफेदी के प्रभाव से ही छत के निचले सतह के तापक्रम में 4-5 प्रतिशत की कमी आ जाती है। किसी भी स्थान की जलवायु वहां के प्रतिदिन का अधिकतम - न्यूनतम तापक्रम, आपेक्षिक आद्रता, वर्षा की मात्रा, सौर विकिरण, सौर उर्जा काल व वायुगति एवं वायु दिशा पर निर्भर करता है। इन आंकड़ों से यह पता चलता है कि गर्मी के महीनों में (अप्रैल से सितम्बर) तापक्रम, सौर विकिरण व उसका काल बहुत अधिक रहते हैं। इसलिए इन दिनों मकानों को उष्मारोधी दीवारों एवं छतों की आवश्यकता पड़ती है, जिससे भवनों के अन्दर उष्मा प्रवाह कम हो सके।

उष्मारोधी लेपन

उष्मारोधी लेपन द्वारा भवन अवयवों को उष्मारोधी बनाया जा सकता है। इनके परावर्तनांक, सफेदी से अधिक होते हैं। एक - दो बारिश के बाद इसके परावर्तन में धीरे - धीरे कमी आती है। इस पर अभी और अनुसंधान की आवश्यकता है। इसके साथ-साथ एक

विशेषता यह भी पायी गयी कि उष्मारोधी लेपों की तापीय रोधकता अच्छी होती है । यह लेपों के परत की मोटाई तथा उसके उष्मा-चालकता पर निर्भर करता है । अच्छी तापीय रोधकता के लिए यह जरूरी है कि उष्मारोधी लेपों के परत की मोटाई अधिक हो तथा उष्मा चालकता कम हो । यदि सफेदी की तुलना करें तो सफेदी के परत की मोटाई नही के बराबर होती है । अतः इसकी तापीय रोधकता नगण्य पायी गयी ।

उष्मारोधी लेपों के उपर अनुसंधान कार्य बहुत कम किए गए हैं । दुनियां के कुछ देशों में ही यह कार्य हुए हैं । पर अपने देश में इस दिशा में बहुत ही कम कार्य हुए हैं । इसके उपर कुछ अनुसंधान कार्य किए गए हैं जिनके अच्छे परिणाम सामने आए हैं । इनमें से पहले अध्ययन द्वारा जब दो एक प्रकार के कमरे में से एक के छत पर काले एवं दूसरे कमरे पर सफेद उष्मारोधी लेपन का प्रयोग किया गया तो दोनों प्रकार के कमरे के अन्दर, वायु के तापक्रम में 4 डिग्री सेल्सियस का अंतर पाया गया । अर्थात् सफेद उष्मारोधी द्वारा लेपन किए गए छत वाले कमरे का तापक्रम, काले रंग वाले कमरे के तापक्रम से 4 डिग्री सेल्सियस कम था । दूसरे अध्ययन द्वारा यह पाया गया कि उष्मारोधी लेपन द्वारा 10 से.मी. और सी.सी. की छतों के सीलिंग तापक्रम में लगभग 4 डिग्री से. की कमी पाई जाती है ।

उष्मारोधी लेपों के गुण

एक अच्छे उष्मारोधी लेप में निम्नलिखित गुण होने चाहिए ।

इनके सौर उर्जा के लिए परावर्तनांक अधिक तथा अवचूषण कम से कम होनी चाहिए । अधिक ताप उत्सर्जनता एवं अधिक तापीय रोधकता होनी चाहिए । उष्मारोधी लेपन के बाद कम समय में सूखना तथा इनका प्रदूषण रहित होना प्रमुख गुण हैं ।

उपर्युक्त गुणों में से तापीयरोधकता एवं इनके परावर्तनांक, प्रयोगशाला में ज्ञात किए गए हैं । देश में उपलब्ध पांच उष्मारोधी लेपों का गुण संस्थान के हीट ट्रांसफर प्रयोगशाला में ज्ञात किया गया । तुलनात्मक अध्ययन हेतु सफेदी एवं ए.सी. प्लेट के भी उपलिखित दोनों गुण ज्ञात किए गए ।

(1) तापीय रोधकता -

इसके लिए संस्थान में ही बनाए गए उपकरण को प्रयोग में लाया गया । तापीय रोधकता ज्ञात करने के लिए एक मानक नमूना लिया जाता है । फिर तुलना करके उष्मारोधी लेपन की तापीय रोधकता ज्ञात की जाती है । यहां मानक नमूने के रूप में ए सी प्लेट लिया गया है । नमूने का आकार 30 × 30 से.मी. है । मानक नमूने के एक ओर उष्मारोधी लेपन किया गया । मानक नमूना 6 से.मी. मोटी ए.सी. प्लेट पर उष्मारोधी लेपों के दो से तीन बार लेप करके मोटी परत प्राप्त की जाती है । लगभग पांच उपलब्ध उष्मारोधी लेप तथा सफेदी के तापीय रोधकता ज्ञात किए गए । इनके मान तालिका-1 में दिए गए हैं । उष्मारोधी लेपन की तापीय रोधकता निकालने की विस्तृत विधि पिछले एक शोध-लेख में दी गई है । यदि इन लेपों की उष्मा चालकता ज्ञात हो तो इनकी तापीय रोधकता निम्न रूप से ज्ञात की जा सकती है ।

लेप के परत की मोटाई (एल)

$$\text{तापीय रोधकता} = \frac{\text{लेप की उष्मा चालकता (के)}}{\text{(के.मी./वाट)}}$$

(ii) परावर्तनांक

उष्मारोधी लेपों का परावर्तनांक प्रयोगशाला में यूवी - 3101 पीसी यू.वी वीआईएस - एन आई आर स्केनिंग स्पेक्ट्रोमीटर द्वारा ज्ञात किया गया । इसके लिए 5X 1.5 से.मी. बड़े नमूने लिए गए । नमूने ए.सी. प्लेट पर लेपन द्वारा तैयार किए गए । इसके लिए लेपों के परत की मोटाई की आवश्यकता नहीं होती बल्कि लेपन सममतल एवं उच्चकोटि की होनी चाहिए । इन नमूनों के लिए ए.सी. प्लेट की मोटाई 3 मि.मी. ली गई । सफेदी तथा उष्मारोधी लेपों के परावर्तनांक तालिका - 2 में दिए गए हैं ।

उष्मारोधी लेपन का कमरे के अंदर तापक्रम पर प्रभाव

कमरे के अंदर के तापक्रम पर उष्मारोधी लेपन का प्रभाव जानने के लिए दो कमरे एक आकार के, एक ही मुख्य दिशा के लिए गए। इन कमरों की दीवारों एवं छतों के भवन सामग्री एक ही प्रकार की ली गई। कमरों का आकार 5.80 X 3.66 X 3.25 मीटर का लिया गया। इनके दीवारों की मोटाई 21 सेंटीमीटर ईंटों की है। तथा छत 10 से.मी. आर.सी.सी. की है। दोनों कमरों में 2.2 X 0.76 मीटर के एक-एक दरवाजे स्थित हैं। कमरे की सभी दीवारों एवं छतों को अंदर की ओर से 1:4 सीमेंट एवं रेत का प्लास्टर किया गया है।

इन दोनों कमरों में से एक कमरे की छत पर उष्मारोधी लेपन किया गया तथा दूसरे पर केवल प्लास्टर किया गया। इन पर उस उष्मारोधी लेप का इस्तेमाल किया गया जिसका परावर्तनांक एवं तापीय रोधकता सबसे अधिक पाई गई। दोनों कमरों के अंदर वायु का तापक्रम कॉपर-कांसटेंटन तापयुग्म तारों की सहायता से डाटा लॉगर द्वारा रिकार्ड किया गया। इस दिन आसमान साफ था तथा इसी दिन के वायु तापक्रम चित्र-1 में दिखाए गए हैं। इस चित्र से पता चलता है कि दोनों कमरों के वायु तापक्रम में अधिकतम अंतर 2.8 डिग्री सेल्सियस तक का है। चित्र से यह भी पाया गया कि लेपन किए गए कमरे के अंदर की वायु का तापक्रम लगभग सांय के दो बजे से सात बजे तक दूसरे कमरे के वायु तापक्रम से कम है।

उपसंहार

इस अध्ययन से यह पता चलता है कि सफेदी की तुलना में उष्मारोधी लेप दो प्रकार से अधिक प्रभावी होते हैं। सफेदी का परावर्तनांक 0.7 तथा उष्मारोधी लेपों का परावर्तनांक 0.76 से 0.90 के बीच पाया गया। इसी प्रकार जहां सफेदी की तापीय रोधकता नगण्य होती है वहीं अच्छे उष्मारोधी लेपों की तापीय रोधकता 0.188 के.मी./वाट तक पायी जाती है। ऐसे उष्मारोधी लेपों द्वारा प्रवाह को रोकने में दोहरी सफलता मिलती है। प्रयोग द्वारा बिना लेप किए छत के कमरे के अंदर वायु तापक्रम से लगभग 2.8 डिग्री सेल्सियस तक की कमी आ जाती है। इस प्रकार कमरे के आंतरिक वातावरण को आरामदायक बनाने में कम कृत्रिम उर्जा की आवश्यकता पड़ती है।

उष्मारोधी लेपन का उपयोग करने से पहले उसके परावर्तनांक एवं तापीय रोधकता की जांच कर लेनी चाहिए जिससे उसके उच्च कोटि का पता लग सके ।

आभार

प्रस्तुत शोध पत्र संस्थान में किए गए अनुसंधान का हिस्सा है । यह लेख निदेशक, केंद्रीय भवन अनुसंधान संस्थान, रुड़की की संस्तुति से प्रकाशन के लिए प्रस्तुत किया गया है ।

सन्दर्भ

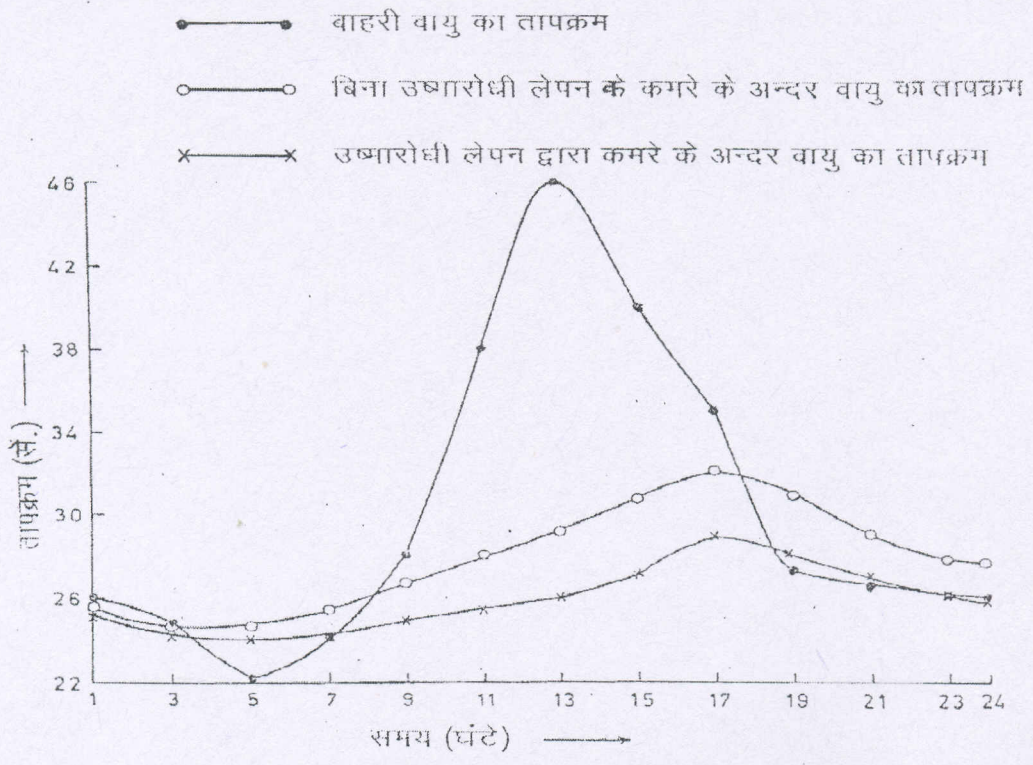
1. बी.एम. सुमन एवं बी.के.सक्सेना, रोल ऑफ रूफ ट्रीटमेंट इन थर्मल डिजाइन ऑफ बिल्डिंग्स, आर्किटेक्चरल साइंस रिव्यू, 354, 1922, पृष्ठ 111-114
2. एन.के. बंसल, एस, एन, गर्ग एवं एस. कोठारी, "इफेक्ट ऑफ एक्सटीरियर सर्फेस कलर आन थर्मल परफॉरमेंस ऑफ बिल्डिंग्स, बिल्ड एनवायरनमेंट, 27 (1991) 31,
3. बी.एम. सुमन एवं वी.वी. वर्मा, मेजर्ड परफॉरमेंस ऑफ ए रेफलेक्टिव थर्मल कोटिंग इन एक्सपेरिमेंटल रूमस, जे.एस.आई.आर.V.62 (2003), पृष्ठ 1152-1157
4. बी.एम. सुमन एवं वी.वी. वर्मा, डेवलपमेंट ऑफ एन एपरेटस फॉर डिटरमिनिंग थर्मल कंडक्टेंस ऑफ बिल्डिंग्स एंड इंसूलेटिंग मेटिरियल्स, आई.जे.इंजी.मैट. साईंस (2003) 10, पृष्ठ 33-36
5. बी.एम. सुमन, आर.के. श्रीवास्तव तथा इतिश्री अग्रवाल, 'एक्सपेरिमेन्टल इन्वेस्टिगेशन ऑन रोल ऑफ रूफ इन्सूलेशन फॉर थर्मल कम्फर्ट इन बिल्डिंग्स'! नेशनल कान्फेन्स 'इमर्जिंग टैक्नोलोजी एण्ड डेवलपमेंट्स इन सिविल इंजीनियरिंग', 22-23 मार्च, 2007, पृष्ठ I-17-22, अमरावती ।

तालिका-1 विभिन्न उष्मारोधी लेपों की तापीय रोधकता

क्रम संख्या	उष्मारोधी लेप	उत्पादन कर्ता / उपलब्धता	तापीय रोधकता (केल्विन मी.2/वा)
1.	सफेदी	स्थानीय बाजार	0.001
2.	स्नोसेम	स्थानीय बाजार	0.001
3.	उष्मारोधी लेप-1	मै.अल्टिमेट फ्रेस्कस लि.एटा	0.188
4.	उष्मारोधी लेप-2	मै.एम कोटिंग्स, वंकानेर (महाराष्ट्र)	0.184
5.	उष्मारोधी लेप-3	मै.दमानी डायस्टफ लि. मुंबई	0.186
6.	उष्मारोधी लेप-4	मै.सु.स्पेस्लाइज्ड कोटिंग्स लि.थाणे	

तालिका - 1 विभिन्न उष्मारोधी लेपों के आवर्तनांक

क्रम सं०	उष्मारोधी लेप	परावर्तनांक
1.	सफेदी	70
2.	स्नोसेम	80
3.	उष्मारोधी लेप-1	76
4.	उष्मारोधी लेप-2	85
5.	उष्मारोधी लेप-3	86
6.	उष्मारोधी लेप-4	90



चित्र - 1 : आर.सी.सी. के छत पर उत्कृष्ट उष्मारोधी लेपन से कमरे के वायु के तापक्रम पर प्रभाव