वर्मीकुलाइट आधारित उष्मा अवरोधक भवन सामग्रियां

सुदर्शन कुमार हान्डा[+] एवं चमन लाल वर्मा[++]
केन्द्रीय भवन अनुसन्धान संस्थान
रुड़की – 247 667

सारांश

सीमेन्ट व ईंटों से निर्मित भवन प्रायः ग्रीष्म ऋतु में गर्म व शरद ऋतु में ठंडे हो जाते हैं। तापक्रम की प्रतिकूलता के परिणाम स्वरूप रहन–सहन कष्ट साध्य हो जाता है। भवनों के आन्तरिक तापक्रम को अपेक्षित करने हेतु गर्मियों में शीतलक, वातानुकूलक अथवा पंखों व सर्दियों में हीटर, कन्वैक्टर इत्यादि का उपयोग करना पड़ता है। ऐसी परिस्थितियों में अतिरिक्त विद्युत ऊर्जा की आवश्यकता पड़ती है। परम्परागत सामग्रियां प्लास्टिक, लकड़ी, थर्मोकोल आदि भवनों को उष्मा अवरोधी बनाने में अवश्य सहायक सिद्ध होती हैं, परन्तु यह सामग्रियां महंगी होने के कारण साधारण जनता इनका उपयोग नहीं कर पाती। केन्द्रीय भवन अनुसन्धान संस्थान में उष्मा अवरोधी सामग्रियों का अध्ययन किया गया और पाया गया कि वर्मीकुलाइट प्राकृतिक अवस्था में चाहे उपयोगी सिद्ध न हो परन्तु इसको विस्तृत करने से यह उष्मा अवरोधी हो जाता है जिससे भिन्न–भिन्न उष्मा अवरोधी भवन सामग्रियां बनाई जा सकती हैं। विस्तृत वर्मीकुलाइट की ईंटें, टाइलें व बोर्ड़ बना कर भवनों में उपयोग किया जा सकता है। संस्थान में वर्मीकुलाइट को विस्तृत करने के लिये एक ऊर्जा दक्ष भट्टी का विकास भी किया गया है।

[+] वरिष्ठ वैज्ञानिक, पर्यावरण विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी प्रभाग
[++] वैज्ञानिक ~~सम–वेयक~~, प्रभागाध्यक्ष, पर्यावरण विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी प्रभाग

भारतवर्ष के अधिकांश क्षेत्रों में गर्मियों में अधिक गर्मी व शरद ऋतु में अधिक सर्दी पड़ने के कारण सीमेंन्ट, रेत व ईटों से निर्मित भवन रहन–सहन में कष्ट साध्य सिद्ध होते हैं। परम्परागत भवन सामग्रियां उष्मा की पूर्ण कुचालक न होने के कारण उष्मा का प्रवाह उच्च तापक्रम से निम्न तापक्रम की ओर होता है अर्थात् ग्रीष्म ऋतु में भवनों के बाहर का उच्च तापक्रम कमरों के अंदर के तापक्रम को अपने समान बनाने का प्रयास करता है छत के गर्म होने के साथ–साथ भवनों की दीवारें भी गर्म हो जाती हैं। भवनों में प्रयुक्त सामग्री का द्रव्यमान अधिक होने के कारण उसमें पर्याप्त उष्मा समाहित हो जाती है। यद्यपि रात्रि में बाहर का तापक्रम गिर जाता है, तो भी यह भवन शीघ्रता से ठंडे नहीं हो पाते। इसी प्रकार शरद ऋतु में उष्मा का स्थानान्तरण अंदर से बाहर की ओर होता है और यह संचालन क्रिया तब तक जारी रहती है जब तक कि कमरों के बाहर व अंदर का तापक्रम समान नहीं हो जाता। परिणामस्वरूप शरद ऋतु में भवन शीतल प्रतीत होते हैं।

कमरों को गर्मियों में रहने योग्य बनाने के लिये पंखे, शीतलक, अथवा वातानुकूलक आदि यंत्रों का प्रयोग करना पड़ता है और सर्दियों में कमरों को गर्म करने के लिये हीटर, कन्वैक्टर अथवा भट्टियों का उपयोग किया जाता है। स्पष्ट है कि ग्रीष्म व शरद ऋतुओं में भवनों के अन्दर का तापक्रम अनुकूल और आरामदेय बनाने हेतु विद्युत चालित यंत्रों का उपयोग करना पड़ता है। जिनमें ऊर्जा का व्यय होता है व ऊर्जा संसाधनों का क्षय होता है। जनसंख्या वृद्धि के कारण ऊर्जा की खपत में निरन्तर वृद्धि हो रही है और ऊर्जा आपूर्त्ति चिन्ता का विषय बनी हुई है।

केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान में किये गये अध्ययनों के आधार पर यदि भवनों को उष्मा अवरोधी बनाया जाये अथा उष्मा प्रवाह को न्यूनतम किया जा सके तो भवनों को ठंडा करने के लिये शीतलक व गर्म करने के लिये कन्वैक्टर / हीटर की आवश्यकता को कम किया जा सकता है और ऊर्जा की बचत की जा सकती है। भवनों में परम्परागत उष्मा अवरोधक सामग्रियां प्लाईवुड़, प्लास्टिक, लकड़ी, थर्मोकोल, रेजिन बंधक आदि का उपयोग अवश्य किया जा रहा है, परन्तु यह सामग्रियां इतनी महंगी हैं कि इनका उपयोग साधारण जनता सुगमता से नहीं कर पाती।

वर्मीकुलाइट खनिज को विस्तृत कर उष्मा अवरोधी भवन सामग्रियां ईटें, टाइलें, बोर्ड़ आदि निर्मित किये जा सकते हैं। इन सामग्रियों का उपयोग जहां एक ओर भवनों के आन्तरिक तापक्रम को अनुकूलित करेगा वहीं दूसरी ओर ऊर्जा व्यय में भी बचत होगी।

भवनों में उष्मा प्रवाह एवं अनुरूप सामग्री का उपयोग

भवनों में उष्मा प्रवाह भवन के 3 अव्यवों द्वारा होता है, यह हैं छत, दीवारें व खिड़कियां – दरवाजे।

छतों से उष्मा प्रवाह

भवनों में खुली छतों से उष्मा का प्रवाह सबसे अधिक होता है, अतः यह आवश्यक समझा जाता है कि छत की ऊपरी सतह अथवा छत के नीचे की सतह पर कुचालक भवन सामग्री का उपयोग किया जाय। छत की ऊपरी सतह को उष्मा अवरोधक बनाने हेतु प्रायः मड–फस्का उपचार किया जाता है। यह उपचार उष्मा की प्रतिरोधक क्षमता में अवश्य वृद्धि करता है, परन्तु इस उपचार के उपयोग से छत पर अतिरिक्त भार पड़ता है और सीलन, दीमक व संक्षारण की संभावना बनी रहती है जिससे भवनों को क्षति पहुंचती है। छत के नीचे कृत्रिम छत बनाने हेतु प्लाईवुड, लकड़ी, जिप्सम, प्लस्तर बोर्ड, एस्बैस्टस सीमेन्ट शीट, फोम प्लस्तर, फोम कन्क्रीट, खोखले ग्लास की टाइलें व अन्य हल्की सामग्रियों का उपयोग किया जाता है जिनकी उष्मा चालकता कम और उष्मा अवरोधकता अधिक हो। इन सामग्रियों को छत के नीचे लगाने के लिये पैनल बनाये जाते हैं व अतिरिक्त फ्रेम की आवश्यकता पड़ती है जिन पर व्यय अधिक आता है। इसके अतिरिक्त पैनलों को समय–समय पर परिवर्तन करना पड़ता है जो भवनों की सौन्दर्यता को प्रभावित करता है। वातानुकूलित भवनों व शीतलक संग्राहलयों के लिये दक्ष उष्मा अवरोधक सामग्रियों के उपयोग से वैद्युत ऊर्जा की बचत की जा सकती है।

उष्मा अवरोधकता को ज्ञात करने के लिये भवन सामग्री की उष्मा चालकता को नापा जाता है। सामग्री की उष्मा चालकता जितनी कम होगी उतनी ही उष्मा अवरोधकता अधिक होगी। ईट कन्क्रीट रेत व सीमेन्ट आदि भवन सामग्रियों की उष्मा चालकता लगभग 0.6 से 1.4 कि.कै./घंटा/मीटर/डिग्री सै. के मध्य होती है। फोम कन्क्रीट, फाइबर ग्लास, फोम प्लास्टिक आदि भवन सामग्रियाँ उष्मा अवरोधकता की दृष्टि से अच्छी समझी जाती हैं। सारणी – 1 में भिन्न–भिन्न भवन सामग्रियों का घनत्व व उष्मा चालकता दर्शायी गई है।

सारणी – 1

भवन सामग्री	परिमाण घनत्व (कि.ग्रा./घन मीटर	उष्मा चालकता कि.कै. /घंटा/मीटर/डिग्री सै.
लकड़ी	750	0.124
ईट	1820	0.697
कन्क्रीट ब्लाक (ठोस)	2280	1.360
लकड़ी की ऊन व सीमेन्ट के बोर्ड	600	0.080
प्लास्टिक शीट	850	0.150

अग्रणी समझे जाते हैं। भारतवर्ष में वर्मीकुलाइट का उत्पादन वर्ष 1990–91 से वर्ष 2000–01 तक सारणी – 2 में दर्शाया गया है।

सारणी – 2

भारतवर्ष में वर्मीकुलाइट का उत्पादन

वर्ष	उत्पादन (टनों में)	मूल्य रु. (दस लाख)
1990–91	1,806	0.967
1991–92	1,711	0.981
1992–93	1,455	1.738
1993–94	2,322	1.938
1994–95	1,899	1.299
1995–96	1,789	2.848
1996–97	4,064	3.123
1997–98	4,699	3.368
1998–99	4,035	3.686
1999–2000	4,384	4.507*
2000–2001	3,123	3.315*

स्त्रोत : मिनरल ईयर
बुक इण्डिया – 2002

वर्मीकुलाइट का विस्तृतिकरण

वर्मीकुलाइट का विस्तृतिकरण एक अदभुत् एवं चमत्कारी प्रक्रिया है। वर्मीकुलाइट के विस्तार से आयतन में वृद्धि होती है। वर्मीकुलाइट के कण 20 से 25 गुना तक विस्तृत हो जाते हैं। वर्मीकुलाइट का विस्तृतिकरण से रंग परिवर्तन हो जाता है। भूरे अथवा हरे रंग का पदार्थ सोने अथवा चांदी जैसे रंग में रुपान्तरित हो जाता है और हल्का होकर उष्मीय एवं ध्वनि अवरोधक पदार्थ उत्पादन करता है। वर्मीकुलाइट को विस्तृत करने के लिये दो विधियां प्रयुक्त होती हैं।

(1) रासायनिक विधि (2) उष्मीय विधि

रासायनिक विधि

विभिन्न रासायन भिन्न – भिन्न प्रकार से क्रिया करते हैं। प्रयोगों द्वारा सिद्ध हुआ है कि हाइड्रोजन –पर –आक्साइड, वर्मीकुलाइट के विस्तृत करने हेतु अच्छा रासायन है। प्रायः वर्मीकुलाइट की परतों के मध्य 10–15 % नमी रहती है। जब वर्मीकुलाइट अयस्क हाइड्रोजन पर आक्साइड के सम्पर्क में आता है तो परतों के मध्य की नमी हाइड्रोजन पर आक्साइड से अदला–बदला कर लेती है। अदला–बदली से हाइड्रोजन पर आक्साइड विच्छेदित हो कर परमाणविक आक्सीजन उत्पन्न करता है यह आक्सीजन अधिक सक्रिय होने के कारण आक्सीजन के अणु निर्मित करती है जो सिलिका परतों को विच्छेदित कर देते हैं। आक्सीजन के परमाणु सिलिकेट हाइड्रोक्साइड के साथ क्रिया कर वर्मीकुलाइट की सिलिकेट संरचना से हाइड्रोजन को मुक्त करते हैं। इस क्रिया से परतों के मध्य इलैक्ट्रौनिक संतुलन असंतुलित हो जाता है और कैल्सियम, सोडियम व पोटेशियम के केटायन घुल जाते हैं। इस प्रकार परतें विच्छेदित होकर फूलने लगती हैं। हाइड्रोजन पर आक्साइड के 30 % सान्द्रता के घोल से कमरे के तापक्रम पर वर्मीकुलाइट विस्तृत हो जाती है और घनत्व 2.7 ग्राम/घन सै.. से 0.4 ग्राम/घन सै. हो जाता है। क्रिया पूर्ण होने के लिये लगभग 25–30 घंटे समय लगता है। विस्तृत वर्मीकुलाइट का घनत्व कम होता है और यह रासायनिक रूप से अक्षम हो जाता है। प्रायः रासायनिक प्रक्रिया महंगी होने के कारण व्यापक रूप से काम में नहीं लाई जाती।

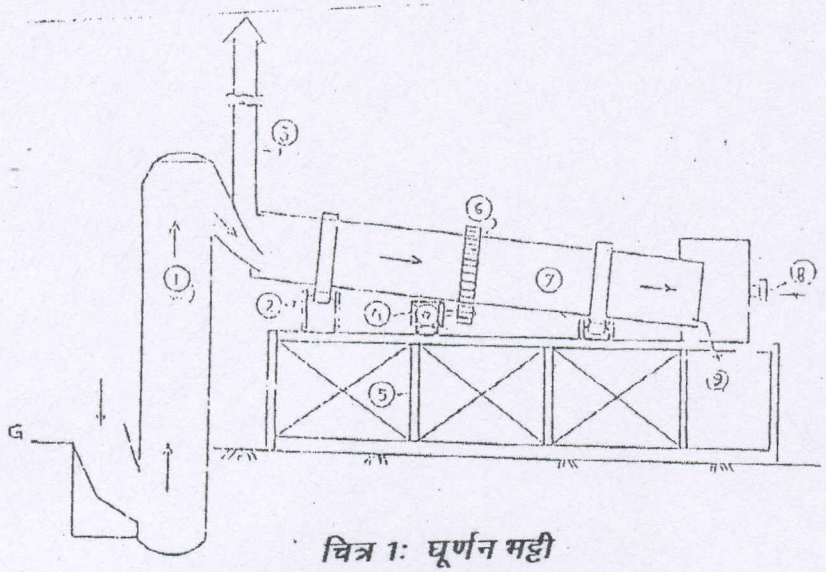
उष्मीय विधि

वर्मीकुलाइट को जब तीव्रता से 300–1000^0 C तक गर्म किया जाता है तब परतों के मध्य की नमी वाष्प में परिवर्तित होने लगती है । उच्च तापक्रम पर वाष्प बनाने की क्रिया तीव्र होती है। वाष्प द्वारा दबाव डालने के कारण वर्मीकुलाइट की संरचना विच्छेदित हो जाती है और वाष्प झटके के साथ निकलने लगती है जो परतों को विस्तृत कर देती है। उष्मीय विधि द्वारा वर्मीकुलाइट को विस्तृत करने के लिये कई प्रकार की भट्टियाँ प्रयुक्त होती हैं।

घूर्णन भट्टी – (चित्र 1)

वर्मीकुलाइट अयस्क को बकट एलीवेटर द्वारा घूर्णन भट्टी के ऊपरी छोर से डाला जाता है। भट्टी में डालते ही वर्मीकुलाइट सर्वप्रथम सूखने लगती है और धीरे–धीरे जब पदार्थ भट्टी में बर्नर की ओर बढ़ता है वहां वर्मीकुलाइट की परतों में उपस्थित नमी शीघ्रता से वाष्प में परिवर्तित हो जाती है। यह वाष्प पदार्थ को फुला देती है और हल्के, सुनहरे अथवा चांदी रंग में परिवर्तित कर देती है।

उत्पादन क्षमता 2 टन/दिन के लिये लगभग 60 सैन्टीमीटर व्यास व 3500 सै. लम्बाई की घूर्णन भट्टी प्रयोग की जाती है। यह भट्टी क्षितिज से लगभग 16^0 अंश पर 11 चक्कर प्रति मिनट की दर से घूमती है। घूर्णन भट्टी 2 भागों से मिलकर बनाई जाती है। एक घूमने वाला भाग और दूसरा स्थिर भाग। स्थिर भाग में बर्नर लगा रहता है जिसका सम्बन्ध ज्वलन तेल व ब्लोवर से रहता है। घूमने वाले भाग में विस्तृत वर्मीकुलाइट को निकालने के लिये निष्कासन द्वार बना रहता है। निष्कासन द्वार से निकले हुए पदार्थ को उपयुक्त छलनियों द्वारा छान कर अलग–अलग माप का बना लिया जाता है। विस्तृत वर्मीकुलाइट का घनत्व 0.19 – 0.30 के मध्य रहता है।



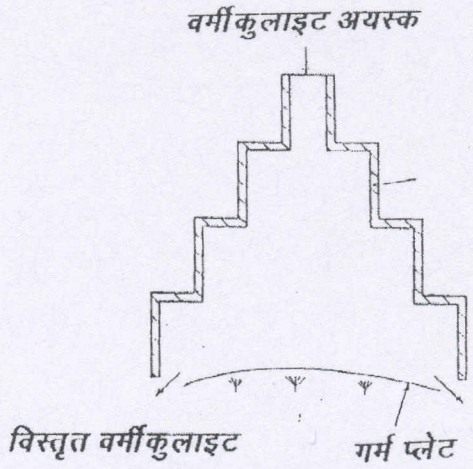
चित्र 1: घूर्णन भट्टी

संदर्भ सूची

1. बकट एलीवेटर
2. रौलर
3. चिमनी
4. विद्युत मोटर
5. आधार
6. गियर
7. घूर्णन भट्टी
8. बर्नर
9. विस्तृत वर्मीकुलाइट

उर्ध्वाधर भट्टी – (चित्र – 2)

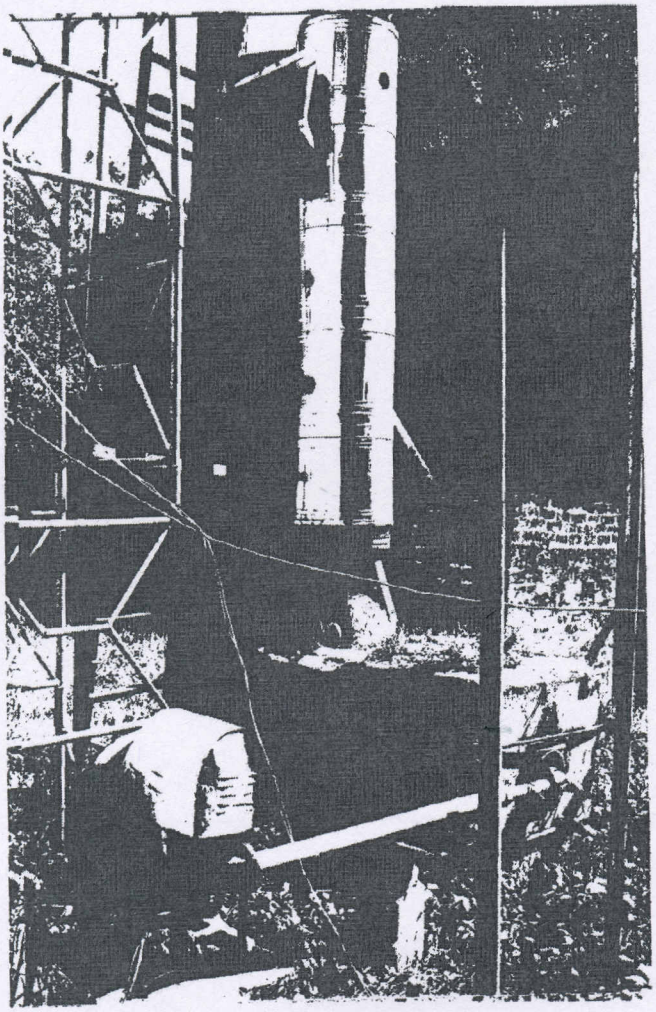
यह ईंटों से निर्मित एक उर्ध्वाकार भट्टी है जिसकी आन्तरिक सतह पर उष्मसह ईंटें लगाई जाती है। भट्टी के आधार में अवतल स्टील की प्लेट रहती है जिसको गर्म किया जाता है। विस्तृत करने हेतु वर्मीकुलाइट अयस्क को भट्टी के ऊपरी छोर से डाला जाता है। पदार्थ के गिरने के साथ–साथ वह गर्म हो जाता है और नीचे गिरने तक पदार्थ की परतों के मध्य की नमी वाष्प में परिवर्तित होकर वर्मीकुलाइट के कणों को विस्फोटित करती है और कणों को विस्तृत कर देती है। इस भट्टी में तापक्रम पर पूर्ण नियंत्रण के अभाव में उष्मा अपव्यय अधिक होता है। अतः अतिरिक्त ईंधन का व्यय होता है। विस्तृत वर्मीकुलाइट की गुणवत्ता भी समांगी नहीं रहती।

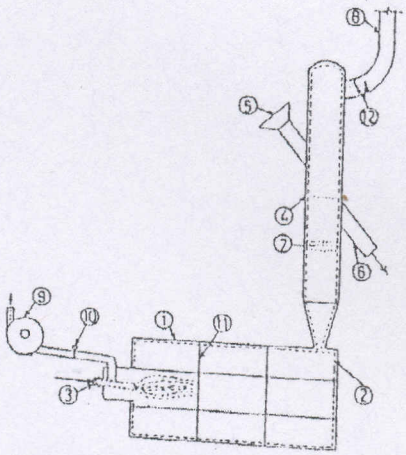


चित्र 2 : उर्ध्वाधर भट्टी

वर्मीकुलाइट को विस्तृत करने हेतु द्रव आधारित भट्टी

वर्मीकुलाइट को विस्तृत करने के लिये द्रवीकरण सिद्धान्त पर आधारित भट्टी का अभिकल्पन व विकास किया गया है। द्रवीकरण का अर्थ है द्रव का छिदित माध्यम से प्रवाह





1. ईंधन ज्वलन कक्ष
2. उष्मसह सतह
3. बर्नर
4. विस्तारीकरण कक्ष
5. अयस्क प्रवेश द्वार
6. निष्कासन द्वार
7. छिद्रयुक्त अधातु
8. चिमनी
9. तेल की टंकी

चित्र 3 : वर्मीकुलाइट प्लांट

उष्मा अवरोधक पलस्तर

विस्तृत वर्मीकुलाइट को सीमेन्ट व जल के साथ मिलाकर भवनों में छत के नीचे के भाग व दीवारों पर पलस्तर के रूप में प्रयुक्त किया जा सकता है। इसके प्रयोग से भवन ग्रीष्म ऋतु में ठंडे व शरद ऋतु में गर्म बने रहते हैं। इस पलस्तर का अन्य लाभ यह है कि तापक्रम परिवर्तन के कारण भवन संरचना में होने वाले परिवर्तनों में ह्रास होता है। पलस्तर की मोटाई के अनुसार ग्रीष्म ऋतु में कमरों के तापक्रम में 5 से 7° की कमी आती है। यह पलस्तर ठंडे व गर्म झटकों को भी सहन कर सकता है। यह पलस्तर दीमक व अन्य हानिकारक कीट पतंगों से भवनों को सुरक्षित रखता है। वातानुकूलित भवनों व कोल्ड स्टोरेज के लिये इस पलस्तर का उपयोग ऊर्जा की बचत करता है।

उष्मा अवरोधक हल्की ईंटें / टाइलें

प्रायः भवनों में उष्मा का अधिकतम आदान–प्रदान खुली छत से होता है अतः यह आवश्यक हो जाता है कि छत के ऊपर अथवा नीचे की सतह पर उष्मा अवरोधक सामग्री का उपयोग किया जाय। व्यापक रूप से परम्परागत भवन सामग्री मिट्टी की ईंटें, कन्क्रीट आदि की टाइलें बहुत कम उष्मा अवरोधक (उष्मा चालकता 0.6 से 1.4) समझी जाती है अतः अतिरिक्त उष्मा अवरोधक पदार्थ की आवश्यकता पड़ती है जिसके लिये छत की ऊपरी सतह पर मड–फस्का ईंटें की टाइलों का प्रयोग किया जाता है व छत के नीचे प्लाई वुड, जिप्सम शीट, मिनरल वुड बोर्ड, फोम पलस्तर, फोम कंक्रीट अथवा खोखली ग्लास की टाइलें लगाई जाती हैं परन्तु यह पदार्थ महंगे होने के कारण साधारण जनता प्रयोग नहीं कर पाती।

अग्नि प्रतिरोधक सामग्री

विस्तृत हल्की वर्मीकुलाइट एक उत्तम अग्नि प्रतिरोधक सामग्री है। अतः इससे अग्नि प्रतिरोधक पदार्थ विकसित किये जा सकते हैं। संस्थान में उष्मा अवरोधक ईंटें, टाइलें व अग्नि अवरोधक पदार्थ विकसित किये जा रहे हैं।

उपसंहार

ईंधन के मूल्य में अपार वृद्धि व वातावरणीय प्रदूषण के कारण उष्मा दक्ष, कम लागत की भट्टी के विकास की आवश्यकता थी जो वर्मीकुलाइट अयस्क को विस्तृत कर सके। भवन निर्माण सामग्री में विस्तृत वर्मीकुलाइट का उपयोग उष्मा अवरोधक का कार्य करता है जिससे ग्रीष्म व शरद ऋतु में ऊर्जा की बचत की जा सकती है। भवन निर्माण हेतु वर्मीकुलाइट का उपयोग पलस्तर, ईंटें, टाइलें व बोर्ड बनाने के लिये किया जा सकता है व अग्नि अवरोधक पदार्थ विकसित किये जा सकते हैं।

आभार स्वीकृति

लेखक केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान के निदेशक के आभारी हैं जिनकी अनुमति से संस्थान में किये जा रहे शोध कार्यों को प्रकाशित किया जा रहा है।