

भवन निर्माण सामग्री उद्योगों से उत्पन्न प्रदूषण एवं नियन्त्रण प्रौद्योगिकी

चमन लाल वर्मा*, अश्विनी कुमार मिनोचा एवं नीरज जैन****

केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान,
रूडकी - 247 667 (उत्तरांचल)

सारांश

भारत वर्ष में औद्योगिकरण एवं शहरीकरण में हुई अपार प्रगति ने स्थलीय, वायुमंडलीय एवं जलीय प्रदूषण को बढ़ावा दिया है, जिससे प्राकृतिक असंतुलन की एक भयावह स्थिति उत्पन्न हो गयी है और विकास कार्य भी बाधित हो रहे हैं। भवन निर्माण सामग्रियों के उत्पादन जैसे ईट, चूना, सीमेन्ट, पत्थर, इस्पात आदि से जहां एक ओर सस्ती एवं टिकाऊ भवन सामग्रियाँ प्राप्त की जा सकती है, वहीं दूसरी ओर इन उद्योगों की चिमनियों से निकलता धुंआ एवं उत्पादन प्रक्रियाओं द्वारा कुछ अवांछनीय अव्यवों का उत्सर्जन पर्यावरण प्रदूषण के मुख्य कारण हैं। अतः आवश्यकता है कि इन उद्योगों से होने वाले प्रदूषण व उससे उत्पन्न दुष्प्रभाव पर गहनता से विचार करके उचित प्रदूषण नियन्त्रण प्रौद्योगिकी विकसित की जाये। प्रस्तुत लेख में कुछ निर्माण सामग्रियों जैसे ईट, चूना, सीमेन्ट एवं स्टोन क्रशर उद्योगों से होने वाले प्रदूषण एवं उनकी नियन्त्रण प्रौद्योगिकी का विकास वर्णित है।

उद्योग	प्रदूषण	नियन्त्रण प्रौद्योगिकी	संदर्भ
ईट	धुंआ, राख	डस्ट कलेक्टर	1
चूना	धुंआ, राख	डस्ट कलेक्टर	2
सीमेन्ट	धुंआ, राख	डस्ट कलेक्टर	3
पत्थर	धुंआ, राख	डस्ट कलेक्टर	4
इस्पात	धुंआ, राख	डस्ट कलेक्टर	5

* वैज्ञानिक समन्वयक एवं अध्यक्ष पर्यावरण विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी प्रभाग
* वैज्ञानिक, पर्यावरण एवं प्रौद्योगिकी प्रभाग

भूमिका

मुनष्य की तीन मुख्य आवश्यकताओं में आवास एक आधारभूत समस्या है। इसके निर्माण के लिए भवन सामग्रियों का एक विशेष महत्व है। देश में भवन सामग्रियों की बढ़ती हुई मांग की आपूर्ति हेतु प्राकृतिक संसाधनों के दोहन, खनिज पदार्थों के खनन एवं उत्पादन प्रक्रियाओं द्वारा अवांछनीय अवयवों का उत्सर्जन पारिस्थितिक संतुलन एवं पर्यावरण को कृप्रभावित कर रहे हैं। ईट, चूना एवं सीमेन्ट कुछ विशेष निर्माण सामग्रियाँ हैं जिनके उत्पादन में अत्यधिक उर्जा व्यय होती है एवं उत्सर्जित गैसों से वायुमंडल प्रदूषित होता है। इन उद्योगों की चिमनियों से निकलने वाले धुएँ में कार्बन मोनोआक्साइड, सल्फर डाईआक्साइड, नाइट्रोजन डाईआक्साइड, हाइड्रोकार्बन आदि हानिकारक गैसों एवं ठोस सूक्ष्म कण होते हैं जो जीव-जन्तुओं, पेड़-पौधों एवं भवनों के लिए हानिकारक हैं। अतः इन निर्माण सामग्री उद्योगों से उत्पन्न प्रदूषण एवं उसकी नियन्त्रण प्रौद्योगिकी पर शोध कार्य की विशेष आवश्यकता है। समयानुसार नियन्त्रण न कर पाने की अवस्था में प्रदूषण की विभिषिकाएं विकाराल रूप धारण कर सकती हैं। अतः आवश्यकता है कि प्रदूषण निवारक उपकरणों और संयंत्रों का निरन्तर विकास किया जाये। केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान इन उद्योगों से सम्बन्धित प्रदूषण की समस्याओं के प्रति जागरूक है। संस्थान में ईट एवं चूना उद्योगों के लिए प्रदूषण नियन्त्रण प्रौद्योगिकी भी विकसित की गयी है।

प्रचलित प्रौद्योगिकी से प्रदूषण

ईट, चूना एवं सीमेन्ट कुछ विशेष निर्माण सामग्रियाँ हैं जिनकी मांग में निरन्तर बढौतरी हो रही है। तदानुसार बढते प्रदूषण से अनेक समस्याएँ उत्पन्न हो रही हैं। अधिकतर भवन सामग्री उद्योग गांवों में और शहरों के बाहरी क्षेत्रों में स्थापित हैं। साधारणतः प्रदूषकों का उत्सर्जन चिमनियों द्वारा होता है, परन्तु अन्य उपकरणों और उनके जोड़ों से भी गैसों का निकास अधिक मात्रा में परिवेशी वायु में हो जाता है।

(अ) परिवेशी वायु गुणवत्ता

केन्द्रीय सरकार द्वारा प्रदूषण निवारण एवं पर्यावरण संरक्षण के लिये कई उपाय और नियम निर्धारित किये गये हैं। संविधान के 42वें संशोधन बिल के अन्तर्गत सरकार और नागरिकों को पर्यावरण के बचाव एवं सुरक्षा के अधिकार प्राप्त हैं। वायु (प्रदूषण नियन्त्रण एवं रोकथाम) अधिनियम 1981 एवं पर्यावरण (रक्षण) अधिनियम, 1986 के अनुसार सरकार तथा प्रदूषण नियन्त्रण बोर्डों को परिवेशी वायु की गुणता के अनुसंधान तथा उद्योगों से प्रदूषकों को नियंत्रित करने हेतु पर्याप्त अधिकार दिये गये हैं। केन्द्रीय प्रदूषण नियन्त्रण बोर्ड द्वारा निर्धारित परिवेशी वायु के मानक सारणी-1 में दर्शाये गये हैं।

सारणी -1 : केन्द्रीय प्रदूषण नियन्त्रण बोर्ड द्वारा निर्धारित परिवेशी वायु में अवयवों के मान

क्षेत्र	संवर्ग	सांद्रता [⊗] (माइक्रोग्राम/घनमीटर)			
		निलंबित कणिकीय द्रव	SO ₂	CO	NO _x
अ.	औद्योगिक तथा मिश्रित	500	120	5,000	120
ब.	आवासीय एवं ग्रामीण	200	80	2,000	80
स.	संवेदनशील	100	30	1,000	30

अ - तीव्र औद्योगिक कार्यक्षेत्र

ब - 'अ' और 'स' के अतिरिक्त

स - पर्वतीय स्थान, पर्यटक स्थल, पशु विहार, राष्ट्रीय उद्यान, ऐतिहासिक स्मारक, स्वास्थ्यवर्धक स्थल, इत्यादि।

⊗ - सांद्रता वर्ष भर में और प्रत्येक सप्ताह में न्यूनतम एक बार अनुवीक्षित (प्रत्येक नमूने का समय आठ घण्टे)

(ब) उत्सर्जन मानक

ईट, चूना एवं सीमेन्ट उद्योगों से अधिकांश प्रदूषकों का वायुमण्डल में उत्सर्जन चिमनियों द्वारा होता है। सारणी 2-4 में इन उद्योगों से जनित प्रदूषण के कुछ अवयवों के स्वीकार्य मान कमशः दिये गये हैं। सारणी 5 में स्टोन क्रशर प्रक्रिया से उत्पन्न ठोस कणों का स्वीकार्य मान दर्शाया गया है।

सारणी-2 : ईटों की भट्टियों से प्रदूषकों की अधिकतम सीमायें

वर्गीकरण	उत्पादन क्षमता (ई.प्र. दिन)	नि. ठोस करण आद्रता (मि.ग्रा./घ.मी.)
लघु	15,000 से कम (खाई की चौड़ाई 4.5 से 6.0 मीटर तक)	1,000
मध्यम	15,000 - 30,000 (खाई की चौड़ाई 4.5 मीटर से 6.0 तक)	750
वृहत	30,000 से अधिक (खाई की चौड़ाई 7.5 मीटर से अधिक)	750

सारणी-3 : चूने की भट्टियों से प्रदूषक के निर्धारित मान

क्रं. सं.	उत्पादन क्षमता	निर्धारित मानक अथवा सांद्रता (ठोस कण)
1.	5 ट.प्र. दिन तक	भूमि तल से 30 मीटर ऊंचाई तक की छत्र सहित चिमनी
2.	5 ट.प्र. दिन से अधिक एवं 40 ट.प्र. दिन तक	500 मि.ग्रा./घ.मी.
3.	40 ट.प्र. दिन से अधिक	150 मि.ग्रा./घ.मी.

सारणी-4 : सीमेन्ट उद्योग की भट्टियों से उत्सर्जित ठोस कणों के स्वीकार्य मान

उत्पादन क्षमता	आवासीय एवं ग्रामीण	अन्य
200 ट.प्र. दिन से कम	250 मि.ग्रा./घ.मी.	400 मि.ग्रा./घ.मी.
200 ट.प्र. दिन से अधिक	150 मि.ग्रा./घ.मी.	250 मि.ग्रा./घ.मी.

सारणी-5 : स्टोन क्रशर से उत्पन्न ठोस कणों का स्वकार्य मान

संवर्ग	सांद्रता (माइक्रोग्राम/घन मीटर)
औद्योगिक	500

(स) उत्पादन प्रक्रिया प्रौद्योगिकियां

सीमेन्ट, चूना और ईट निर्माण की मुख्य प्रचलित विधियां सारणी - 6 में दी गई हैं।

सारणी-6 : ईट, चूना एवं सीमेन्ट प्रक्रिया प्रौद्योगिकियां

क्रं. सं.	भवन सामग्री	चिलित निर्माण विधियां
1.	ईट	आयताकार बुल-खाई भट्टी, स्थिर चिमनी भट्टी, उच्च खिंचाव भट्टी
2.	चूना	आयताकार व कीपाकार देशी भट्टियां एवं लम्बरूपी डण्ठल भट्टियां
3.	सीमेन्ट	आर्द्र प्रक्रिया, अर्ध - आर्द्र प्रक्रिया, शुष्क प्रक्रिया तथा लघु सीमेन्ट उद्योग में लम्बरूपी डण्ठल भट्टी

भवन निर्माण सामग्री उद्योगों से पर्यावरण प्रदूषण एवं नियंत्रण

(द) प्रदूषण अनुवीक्षण अध्ययन

केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान, रुड़की द्वारा ईट, चूना, सीमेंट एवं स्टोन क्रशर उद्योग द्वारा प्रदूषण अध्ययन किया गया है। तदानुसार विभिन्न अवयवों के आंकड़े सारणी 7, 8, 9 व 10 में प्रस्तुत हैं।

सारणी-7 : देशीय उत्तरी क्षेत्र में प्रचलित बुल-खाई भट्टियों से प्रदूषण

क्रं. सं.	अवयव	सांद्रता (मि.ग्रा./घ.मी.) फैलाव
1.	निलंबित ठोस कण (अ) कोयला भरण समय (ब) स्वतंत्र समय	1,420 - 2,104 528 - 677
2.	सल्फर डाईआक्साइड	0.15 - 0.36
3.	नाईट्रोजन आक्साइड	206 - 315
4.	हाईड्रोकार्बन	206 - 315
5.	कार्बन मोनोआक्साइड (प्रतिशत)	0.2 - 0.4

सारणी-8 : चूना भट्टी (क्षमता 10 ट.प्र. दिन) से उत्सर्जित अवयव

क्रं. सं.	अवयव	सांद्रता (मि.ग्रा./घ.मी.) फैलाव
1.	निलंबित ठोस कण	1,000 - 2,000
2.	सल्फर डाईआक्साइड	0.24 - 0.42
3.	नाईट्रोजन आक्साइड	2.0 - 6.5
4.	बैन्जीन घुलनशील	300 - 1,000

सारणी-9 : सीमेन्ट उद्योग से निलंबित ठोस कण

क्रं. सं.	प्रक्रिया	सांद्रता (मि.ग्रा./घ.मी.) फैलाव
1.	आर्द्र (विशाल उद्योग)	7,000 - 25,000
2.	शुष्क (लघु उद्योग)	15,000 - 40,000

सारणी-10 : स्टोन क्रशर से उत्पन्न विभिन्न दूरियों पर ठोस कणों की सान्द्रता

अवयव	सान्द्रता (माइक्रोग्राम/घन मीटर)		
	50 मीटर	75 मीटर	100 मीटर
नमूने	10	10	10
अधिकतम सान्द्रता	1.51×10^4	0.92×10^4	0.21×10^4
न्यूनतम सान्द्रता	0.36×10^4	0.21×10^4	0.08×10^4
औसत सान्द्रता	0.92×10^4	0.54×10^4	0.14×10^4

प्राप्त आंकड़ों से प्रत्यक्ष विदित है कि मुख्य निर्माण सामग्रियों के निर्माण में प्रदूषण जनित होती है। अतः इसके निवारण के लिए उचित उपाय एवं विकल्प खोजे जाने आवश्यक है।

प्रदूषण नियन्त्रण प्रौद्योगिकी

लघु से मध्यम स्तर के भवन उद्योगों में अधिकांशतः निम्न कोटि के कोयले का ईंधन के रूप में प्रयोग किया जाता है। परिणामस्वरूप इन उद्योगों की चिमनियों से निष्कर्षित गैसों के साथ-साथ ठोस कण भी प्रदूषक के रूप में पर्यावरण को कुप्रभावित करते हैं। ठोस कणों के नियन्त्रण हेतु विभिन्न प्रकार के उपकरण संस्थापित किये जाते हैं। मुख्यतः निम्नलिखित उपकरण विशेष हैं:

शुष्क कण संग्राहक गुरुत्वाकर्षक पृथककार, निश्चलेक पृथककार, साईक्लोन पृथककार, वस्त्र/थैला निधारक, इलैक्ट्रोस्टैटिक प्रेसिपिटेटर, इत्यादि

आर्द्र संग्रहक बौछार कक्ष, लादित कक्ष पृथककार, साईक्लोन स्क्रबर, वैचुरी स्क्रबर आदि।

(अ) ईट उद्योग

भवन उद्योग में प्रचलित ईट निर्माण भट्टियों में अधिकांशतः निलम्बित कणिकीय द्रव (एस.पी.एम.) ही मुख्य प्रदूषक अवयव है। जिनके नियन्त्रण हेतु निम्नलिखित यन्त्र सम्भव हैं:

- गुरुत्वाकर्षक कक्ष पृथककार
- चक्रवात पृथककार
- गुरुत्वाकर्षक बौछार कक्ष
- साईक्लोन स्क्रबर

उपरोक्त विधियों में गुरुत्वाकर्षक कक्ष (चित्र-1) प्रकार के पृथककार लागत में कम और लगाने में सहज हैं। इस प्रक्रिया में ठोस कणों से प्रदूषित गैस को प्रवाहित कर इसकी गति को धीमा कर दिया जाता है, तदानुसार ठोस कण कक्ष में ही अधिक समय तक रहकर नीचे बैठकर एकत्रित हो जाते हैं। साफ की हुई गैस भूमि तल से 30 मीटर की ऊँचाई पर चिमनी द्वारा वायुमण्डल में निष्काषित कर दी जाती है। केन्द्रीय प्रदूषण नियन्त्रण बोर्ड द्वारा प्रायोजित एक परियोजना में संस्थान द्वारा ईट उद्योग को व्यवस्थित करने और इस प्रकार के कक्षों को भट्टियों के साथ स्थापित करने के लिये संस्तुति की गयी है।

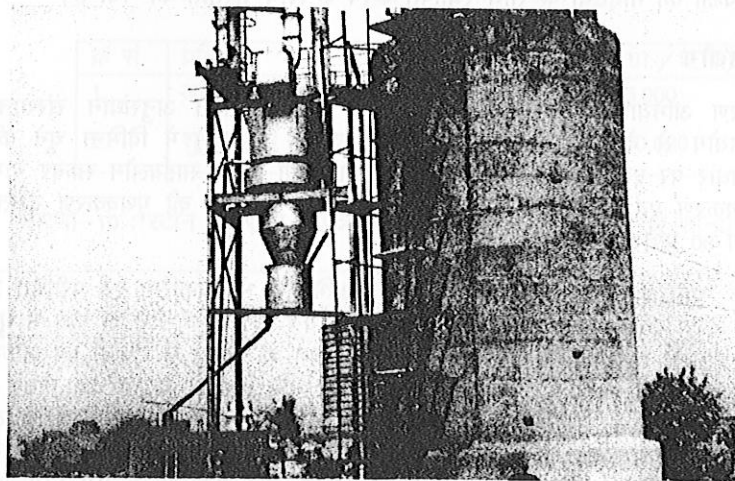
(ब) चूना उद्योग

राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी संस्थान, (नागपुर) एवं केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान (रूड़की) के पारस्परिक सहयोग से देहरादून (उ०प्र०) एवं पावंटा साहिब (हि०प्र०) में विभिन्न चूने की भट्टियों के अध्ययन के आधार पर एक यंत्र का अभिकल्प विकसित किया गया। साईक्लोन स्क्रबर नाम का यह यंत्र अवस्थित्व पृथक्करण एवं चक्रवात प्रक्रिया पर आधारित है। इस यंत्र की पृथक्करण दक्षता, अध्ययन के अनुसार लगभग 80 प्रतिशत तक आंकी गई।

संस्थान में एक न्यून-लागत वाला यंत्र (चित्र-2) का अभिकल्प भी विकसित एवं परीक्षित किया गया है। यह दो लादित कक्षों जल-धुलाई सह वाष्प-मुक्त कारक यंत्र है जिसके नीचे के कक्ष में धुलाई एवं ऊपर वाले में जल एवं अन्य हाईड्रोकार्बन पदार्थों के वाष्पों को चूने के पथरों के टुकड़ों पर जकड़ कर प्रवाहित गैस से पृथक कर लिया जाता है। प्रदूषण मुक्त गैस को भूमि तल से लगभग 30 मीटर की ऊँचाई पर चिमनी के ऊपरी भाग से वायुमण्डल में विसर्जित कर दिया जाता है। इस यंत्र में ठोस कणों की पृथक्करण दक्षता लगभग 85 से 90 प्रतिशत तक मूल्यांकित की गई। निष्काषित गैस में निलम्बित कणिकीय द्रवों की सांद्रता लगभग 100-150 मि.ग्रा./घ.मी. पाई गई जो केन्द्रीय नियन्त्रण प्रदूषण बोर्ड द्वारा निर्धारित मापदंडों के अनुसार पूर्ण रूप से स्वीकार्य है। दोनों प्रकार के संयंत्र कार्यरत चूना भट्टियों में स्थापित किये गये हैं।



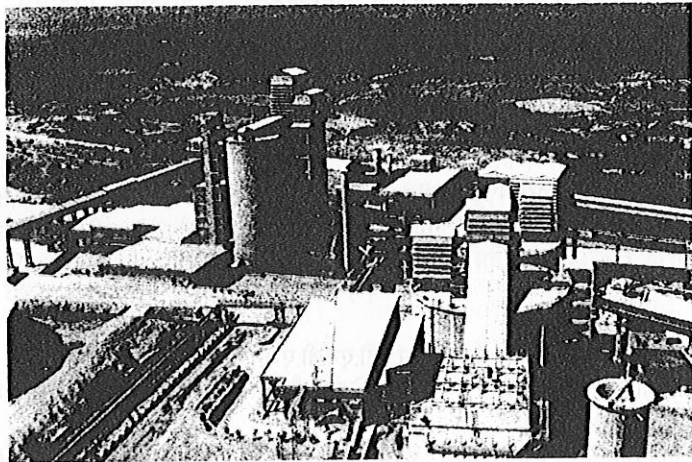
चित्र - 1 : ईट उद्योग में ठोस कणों के नियन्त्रण हेतु गुरुत्वाकर्षक कक्ष पृथक्कार (सी.बी.आर.आई. प्रौद्योगिकी)



चित्र - 2 : चूना उद्योग में प्रदूषण नियन्त्रण हेतु साइक्लोन स्क्रबर का उपयोग

(स) सीमेन्ट उद्योग

सीमेन्ट उद्योग में भी निलंबित ठोस कण ही मुख्य प्रदूषक है। विशाल सीमेन्ट उद्योग में साईक्लोन पृथक्कार, वस्त्र/थैला निधारक (चित्र - 3), इलैक्ट्रोस्टैटिक प्रेसिपिटेटर इत्यादि ठोस कणों के नियन्त्रण हेतु प्रयोग किये जाते हैं। साफ गैस को चिमनियों द्वारा वायुमण्डल में विसर्जित किया जाता है। लघु सीमेन्ट उद्योगों में इसके अतिरिक्त आर्द्र संग्राहकों को भी प्रयोग में लाया जाता है। देश में लघु स्तर के सीमेन्ट उद्योगों को प्रदूषण नियंत्रण के दृष्टिकोण से अध्ययन एवं व्यवस्थित करने की भी आवश्यकता है।



चित्र - 3 : सीमेन्ट उद्योग में ठोस कणों के नियन्त्रण हेतु वस्त्र/थैला निधारक का उपयोग

(द) स्टोन क्रशर उद्योग

स्टोन क्रशर में ठोस कणों के नियन्त्रण हेतु अनेक प्रौद्योगिकियाँ प्रयोग में लायी जाती हैं। विदेशों में वस्त्र/थैला निधारक प्रौद्योगिकी का प्रयोग स्टोन क्रशर से उत्पन्न ठोस कणों के नियन्त्रण के लिए होता है। परन्तु यह प्रौद्योगिकी बहुत लागत वाली होने कारण हमारे देश के लिए उपयुक्त नहीं है। अतः नेशनल प्रोडक्टिविटी कौन्सिल, नई दिल्ली ने पानी की बौछार से स्टोन क्रशर से उत्पन्न ठोस कणों के नियन्त्रण हेतु प्रौद्योगिकी विकसित की है। यह प्रौद्योगिकी दिल्ली के आस-पास स्थित अधिकतर स्टोन क्रशर उद्योग ने सफलतापूर्वक प्रयोग की है।

वैकल्पिक ईंधन के प्रयोग से प्रदूषण निवारण

लघु से मध्यम स्तर के चूने एवं ईंट उद्योग में निम्न स्तर के स्टीम कोयले को ही सरकार द्वारा उपलब्ध करवाया जाता है। इसमें अत्यधिक राख (30 प्रतिशत से बढ़कर) होने के अतिरिक्त वाष्पशील द्रव्य भी पाया जाता है, जो प्रदूषण के मुख्य कारण हैं। कोयला खनन उद्योग में विशेष न्यून वाष्पीय (एस.एल.वी.) वर्ग के कोयले का उत्पादन किया जा रहा है। इसमें तुलनात्मक दृष्टि से दोनों प्रदूषकों की मात्रा कम है। इस प्रकार के ईंधन को चूने की भट्टियों में स्टीम कोयले के स्थान पर प्रयोग में लाया गया है। परिणामस्वरूप उत्सर्जित गैसों में इन प्रदूषकों की सांद्रता स्वीकार्य सीमाओं में प्राप्त हुई। स्पष्ट है कि उत्पादन प्रक्रिया में ईंधन परिवर्तन द्वारा प्रदूषण का निवारण सम्भव है। इसे सरकारी एवं अन्य शोध संस्थानों द्वारा प्रोत्साहित किये जाने की आवश्यकता है। इसी श्रेणी में गैस का वैकल्पिक ईंधन के रूप में प्रयोग पूर्णतः सम्भव है। इस विषय पर भी विचार-विनिमय विभिन्न स्तरों पर भवन सामग्री उद्योगों के लिये अत्यावश्यक है।

उपसंहार

साधारणतः भवन सामग्रियों के और विशेषतः सीमेन्ट, चूना एवं ईट के निर्माण हेतु अत्यधिक ऊर्जा की खपत के कारण प्राकृतिक संसाधनों और पर्यावरण पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। इन उद्योगों में निलंबित ठोस कण मुख्य प्रदूषक के रूप में वायुमण्डल में निष्काशित किये जाते हैं। जिनपर नियंत्रण की आवश्यकता है। केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान (रूड़की), राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (नागपुर) एवं अन्य शोध संस्थानों में प्रदूषण नियंत्रण एवं पर्यावरण नियोजन हेतु अनवरत प्रयत्न होने चाहिये। निर्माण सामग्रियों की प्रक्रिया अभियांत्रिकी में परिवर्तन, नियन्त्रण हेतु विभिन्न यंत्रों के अभिकल्पन और स्थापन द्वारा नियंत्रण किया जा सकता है। वैकल्पिक ईंधनों के प्रयोग को विशेष प्रोत्साहन की आवश्यकता है।

आभार स्वीकृति

यह लेख केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान में किये जा रहे शोध कार्यों पर आधारित है तथा संस्थान के निदेशक की अनुमति से प्रकाशित किया जा रहा है।

संदर्भ सूची

1. सीमेंट इंजीनियर्स हैंड बुक बेनवटलेग जी.एम.बी.एच.1983
2. सी.बी.आर.आई.नेशनल वर्कशाप ऑन बिल्डिंग मैटीरियल टेक्नोलाजीस एण्ड पॉल्यूशन अवेटमेन्ट, नई दिल्ली, मार्च 1987
3. पी. बटकाकाती एवं यू.सी.बोराह, "डस्ट पॉल्यूशन इन सीमेन्ट इन्डस्ट्री एवं इट्स कन्ट्रोल" ए.इ.सी. वालयुम, 1, 1988
4. चमन लाल वर्मा एवं नटवर दवे, ऐन ओवरवियु ऑफ स्टेक इमिशनस इन दि लाईम इन्डस्ट्री" कैमिकल इंजीनियरिंग वर्ल्ड, 25वां वार्षिक अंक 1990 पृ 109
5. चमनलाल वर्मा एवं सत्येन्द्र कुमार जैन, आल्टरनेटिवस फार कन्ट्रोल ऑफ पार्टिकुलेट पाल्युटैन्टस फ्रॉम गैसीयस इमीशंस, इन्स्टीट्यूशन आफ इंजीनियर्स (इंडिया), कैमिकल, वाल्यूम 73, जून 1992, पृ 27
6. नीरी एवं सी.बी.आर.आई., "एयर पॉल्यूशन मिटिगेशन सिस्टम फॉर स्माल/मीडियम स्केल लाईम किल्स" रिपोर्ट, सी.एस.आई.आर, थ्रस्ट एरिया प्रोजेक्ट, नवम्बर 1992
7. सतीश कुमार मल्होत्रा एवं नटवर दवे, "चूना उद्योग एवं पर्यावरण" इंस्टीट्यूशन ऑफ इंजीनियर्स (इंडिया) जरनल, जिल्द 73, दिसम्बर 1992, पृ 53
8. एम. असलम, ए.के. मिनोचा, पी.डी. कालरा एवं आर. एस. श्रीवास्तव "फयूजीटिव डस्ट इमीशंस फ्रॉम स्टोन क्रशर्स" इंडियन जनरल ऑफ एनवायरोनमेंटल हैल्थ, वाल्यूम 34, 1992, पृष्ठ 186-191
9. चमनलाल वर्मा, सुदर्शन कुमार हांडा एवं प्रद्युमन कुमार विज, "चूना उद्योग से प्रदूषण, विज्ञान प्रगति, सितम्बर 1993, पृ 23
10. चमन लाल वर्मा सत्येन्द्र कुमार जैन एवं राकेश कुमार यादव, "प्रोस्पैक्टस आफ पाल्युशन अवेटमेन्ट सिस्टमस. फार इण्डियन ब्रिक किल्स" ब्रिक्स एण्ड टाईल्स न्यूज, वार्षिक अंक, 1994, पृ 37
11. सी.बी.आर.आई., "काम्परिहैनसिव इन्डस्ट्री डाक्युमेन्ट एण्ड नेशनल इमिशन स्टैंडर्ड्स फार ब्रिक किल्स" रिपोर्ट, केन्द्रीय प्रदूषण नियन्त्रण बोर्ड प्रोजेक्ट, मार्च, 1995
12. ए.के. मिनोचा, सी.एल.वर्मा, जसविन्दर सिंह एवं नीरज जैन "एनवायरोन्मेन्टल आसपेक्टस ऑफ ब्रिक इन्डस्ट्री इन इंडिया" जरनल आफ इन्स्टीट्यूट ऑफ पब्लिक हैल्थ इन्जीनियर्स, कोलकता, वाल्यूम 2001, (2) पृष्ठ 52-64
- 13- ए.के.मिनोचा, जसविन्दर सिंह, नीरज जैन एवं सी.एल.वर्मा, ईट भट्टों से पर्यावरण प्रदूषण एवं नियंत्रण, पर्यावरण पत्रिका, नीरी नागपुर, 1, 29-34 2001, पृष्ठ 29-34