

चूना उद्योग एवं पर्यावरण *

सतीश कुमार मल्होत्रा
नटवर दवे

किसी भी विकासशील देश की प्रगति में औद्योगीकरण की एक विशिष्ट भूमिका है। औद्योगीकरण से कुछ ऐसे अवांछनीय अवयवों का उत्पादन भी होता है, जिनसे प्रदूषण उत्पन्न होता है। प्रदूषण उत्पन्न करने वाले अवयवों की रोकथाम एवं नियंत्रण की दिशा में भारत सरकार द्वारा कई नियमों का निर्धारण किया गया है। विभिन्न उद्योगों के अन्तर्गत चूना उद्योग का एक महत्वपूर्ण स्थान है। चूने का प्रयोग भवन निर्माण कार्यों में प्राचीनकाल से होता आ रहा है। भारत में चूने का निर्माण लघु स्तर पर प्रचलित विधियों द्वारा किया जाता है। असैद्धान्तिक विधियों के प्रयोग से ईंधन की अधिक खपत होने के साथ-साथ प्रदूषण की संभावना बढ़ जाती है। केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान, रुड़की द्वारा चूने के निर्माण की दिशा में उन्नत भट्टियों का विकास किया गया है। संस्थान द्वारा चूना भट्टियों से उत्पन्न प्रदूषण के अध्ययन एवं रोकथाम की दिशा में एक विस्तृत योजना आरम्भ की गई। परियोजना के अन्तर्गत विभिन्न चूना भट्टियों की चिमनियों से निष्कासित प्रदूषण का अध्ययन किया गया। इन भट्टियों में प्रदूषण की दिशा में निष्कासित अवयवों की मात्रा के आधार पर एक प्रदूषण नियंत्रण यंत्र का अभिकल्प तैयार किया गया है। यह यंत्र अवस्थितत्व पृथक्करण¹ एवं चक्रवात² के सिद्धान्त पर आधारित है।

प्रस्तावना

किसी भी विकासशील देश की प्रगति उसके औद्योगिक विकास पर निर्भर करती है। औद्योगीकरण जहां एक ओर समाज को अधिकाधिक सुविधाएँ प्रदान करता है, वहीं साथ-साथ कुछ ऐसे अवांछनीय अवयवों का उत्पादन भी होता है, जिनसे प्रदूषण उत्पन्न होता है। भारतवर्ष में भी औद्योगीकरण के क्षेत्र में आशातीत प्रगति हुई है, जिसके फलस्वरूप प्रदूषण की समस्या भी बढ़ी है। यदि इस बढ़ती हुई प्रदूषण की समस्या की उचित रोकथाम की व्यवस्था समय पर न की गई तो समस्त समाज पर इसका प्रतिकूल प्रभाव पड़ेगा। अतः आवश्यकता इस बात की है कि ऐसा प्रबन्ध किया जाय जिससे प्रदूषण उत्पन्न करने वाले अवयवों की रोकथाम की जा सके।

पिछले कुछ वर्षों से देश में औद्योगीकरण के कारण निरंतर बढ़ रही प्रदूषण की

समस्या के प्रति जागरूकता बढ़ी है एवं इसकी रोकथाम एवं पर्यावरण संतुलन की दिशा में सरकार द्वारा कई नियमों का निर्धारण किया गया है। भारतीय संविधान के 42 वें संशोधित बिल, 1976 के अन्तर्गत नागरिक सुरक्षा एवं पर्यावरण संरक्षण का प्रावधान है। वायुमण्डल में उपस्थित वायु (प्रदूषण नियंत्रण एवं रोकथाम) से सम्बंधित अधिनियम-1981 व पर्यावरण संरक्षण अधिनियम-1986 के अन्तर्गत केन्द्रीय सरकार व प्रदूषण नियंत्रण बोर्डों को प्रदूषण की रोकथाम से सम्बंधित पर्याप्त अधिकार दिये गये हैं। केन्द्रीय प्रदूषण बोर्ड द्वारा भी वायुमण्डल में उपस्थित विभिन्न अवयवों की अधिकतम सीमाएं निर्धारित की गई हैं (सारणी 1)। भारतीय मानक ब्यूरो द्वारा भी इस संदर्भ में मानकों का निर्माण किया गया है (सारणी 2)।

विभिन्न रासायनिक उद्योगों में चूने की उपयोगिता के अतिरिक्त चूने का प्रयोग भवन निर्माण के क्षेत्र में प्राचीन काल से होता आया है। देश में चूने का निर्माण अधिकतर

सारणी 1 केन्द्रीय प्रदूषण बोर्ड द्वारा निर्धारित वायुमण्डल में उपस्थित अवयवों के मान		सांद्रता (माइक्रोग्राम / मी ³)			
क्षेत्र	वर्ग	ठोस कण	SO ₂	CO	NO _x
अ	औद्योगिक	500	120	5000	120
ब	ग्रामीण एवं आवासीय	200	80	2000	80
स	विशिष्ट	100	30	1000	30
अ	पूर्ण औद्योगिक क्षेत्र				
ब	'अ' एवं 'स' के अतिरिक्त क्षेत्र				
स	पर्वतीय स्थल, राष्ट्रीय उद्यान, पशु विहार, स्वास्थ्य केन्द्र, राष्ट्रीय महत्ता के ऐतिहासिक स्थल, पर्यटक केन्द्र आदि				

सतीश कुमार मल्होत्रा, वैज्ञानिक एवं नटवर दवे, वैज्ञानिक समन्वयक, केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान, रुड़की 247 667 (उ.प्र.)। प्रस्तुत निबन्ध 10 अप्रैल, 1992 को प्राप्त हुआ था। इस निबन्ध पर अपने लिखित विचार 28 फरवरी, 1993 तक भेजे।

* Lime industry and environment

लघु स्तर पर लम्बे समय से चली आ रही असैद्धान्तिक विधियों द्वारा किया जाता है, जिसके फलस्वरूप ईंधन की अधिक खपत होने से प्रदूषण की संभावना बढ़ जाती है।

1. inertial separation 2. cyclone

सारणी 2

भारतीय मानक 10193, भाग 1, 1982 के अनुसार वायुमण्डल में उपस्थित अवयवों के मान

क्षेत्र	ठोस कण सांद्रता (माइक्रोग्राम/मी ³)
अ	200
ब	300
स	500
SO ₂ सांद्रता	60 माइक्रोग्राम / मी ³ (अधिकतम)

केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान, रूड़की द्वारा चूने के उत्पादन की दिशा में उन्नत भट्टियों का विकास किया गया है। विकसित लम्बरूप भट्टियों में अपेक्षाकृत कम ईंधन की खपत होने से प्रदूषण की मात्रा में भी कमी होती है। इन चूना भट्टियों से निष्कासित प्रदूषण अवयवों के अध्ययन एवं रोकथाम की दिशा में भी संस्थान द्वारा राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान, नागपुर के सहयोग से एक विस्तृत योजना आरंभ की गई है। प्रस्तुत निबन्ध में भवनों में चूने के प्रयोग एवं महत्व, चूना उत्पादन की उन्नत तकनीक, निष्कासित प्रदूषण अवयवों का अध्ययन तथा प्रदूषण नियंत्रण यंत्र के विकास आदि विषयों पर विस्तृत जानकारी प्रस्तुत की गई है।

चूने की उपयोगिता

भवन सामग्री के रूप में चूने का उपयोग संभवतः मानव की प्राचीनतम खोजों में से रहा होगा। विभिन्न रासायनिक उद्योगों में इसकी उपयोगिता के अतिरिक्त चूने का प्रयोग भवन निर्माण कार्यों में प्राचीनकाल से होता आ रहा है। भारतवर्ष में चूने का उपयोग अनेक ऐतिहासिक महत्व के निर्माण-स्थलों, जैसे आगरे का ताजमहल, दिल्ली का लाल किला, रामेश्वरम व कोणार्क के देवालय, चितौड़ का विजय स्तंभ, मदुराई का मीनाक्षी मंदिर आदि में हुआ है। बीसवीं शताब्दी में निर्मित केन्द्रीय सचिवालय, संसद भवन तथा राष्ट्रपति भवन आदि सभी के निर्माण में चूने के मसालों का ही उपयोग किया गया है। गंगा नहर भी इसी प्रकार के निर्माण का एक उत्कृष्ट उदाहरण है, जो कि 150 वर्षों से निरंतर जल के सम्पर्क में रहकर भी समर्थ अवस्था में कार्यरत है। हालांकि सीमेंट की खोज होने से चूने के प्रयोग में निरंतर कमी आई है फिर भी वैज्ञानिक अध्ययनों एवं परीक्षणों के उपरान्त यह पाया गया कि चूने पर आधारित बन्धक पदार्थों में उच्चकोटि के गुण जैसे कि उत्तम जोड़ सामर्थ्य, उच्च सुघट्यता, स्वतः दोषमुक्ति, दरारों का अभाव व अच्छी जलरोधकता आदि पाये जाते हैं। सीमेंट में शीघ्र जमने तथा अधिक सामर्थ्य होने से यह धारणा बन गई है कि सीमेंट पर आधारित मसाले ही सबसे अच्छे होते हैं। जबकि यह देखा गया है कि सीमेंट में नम्यता बहुत कम होती है एवं उपरोक्त गुणों का अभाव होता है। इसीलिए विश्व के सभी देशों ने सीमेंट तथा चूने के मिश्रित मसालों के प्रयोग को बढ़ावा दिया है। केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान द्वारा भी शीघ्र जमने व अच्छी सामर्थ्य के चूने तथा पोत्स्वासक्ति पदार्थों

पर आधारित बन्धकों का विकास कार्य किया है। इस प्रकार से निर्मित मसाले चिनाई आदि के लिए अति उत्तम पाये गये। अतः यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि भविष्य में सीमेंट व चूना ही मुख्य बन्धक पदार्थ होंगे तथा विशेषकर भवनों के निर्माण में चूना ही मुख्य बन्धक के रूप में प्रयोग किया जायेगा, क्योंकि चूना एक सस्ती सामग्री है एवं देश के अधिकांश भागों में चूने के पत्थर उपलब्ध होने से स्थानीय स्तर एवं छोटे पैमाने पर चूने का निर्माण संभव है।

चूना उद्योग

विभिन्न उद्योगों के अन्तर्गत चूना उद्योग का एक महत्वपूर्ण स्थान है। देश में चूने का उत्पादन लघु स्तर पर प्रचलित विधियों द्वारा किया जाता है। चूना उद्योग द्वारा देश में प्रति वर्ष लगभग 40 लाख टन चूने का उत्पादन विभिन्न प्रकार की स्थानीय एवं विकसित भट्टियों द्वारा किया जाता है। वर्तमान चूना उद्योग को तीन श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है : कुटीर उद्योग, लघु उद्योग एवं रासायनिक उद्योग।

कुटीर उद्योग

कुटीर उद्योग द्वारा देश के विभिन्न स्थानों पर उपलब्ध चूने के पत्थर एवं कंकड़ को छोटी-छोटी भट्टियों में स्थानीय रूप से उपलब्ध ईंधन, जैसे लकड़ी, सिंडर, गोबर के उपले व घास-फूस द्वारा जलाया जाता है। इन भट्टियों की रचना तथा कार्य प्रणाली पुरानी विधियों पर आधारित होने से अधिक ईंधन की खपत होती है तथा चूना भी निम्न कोटि का प्राप्त होता है। खादी तथा ग्रामोद्योग आयोग द्वारा निर्बल वर्ग के लिए एक भट्टी का विकास कार्य किया गया है एवं इस तकनीक द्वारा देश के विभिन्न स्थानों पर उत्पादन हो रहा है।

लघु उद्योग

लघु उद्योग के अंतर्गत देश में 20-25 स्थानों पर बड़ी संख्या में चूना उत्पादक इकाईयाँ स्थापित हैं एवं लगभग 100 वर्षों से लघु स्तर पर चूने का उत्पादन हो रहा है। इन इकाईयों में अधिकतर परम्परागत विधियों का ही उपयोग किया जाता है। इन भट्टियों की संरचना एवं संचालन में आधुनिक एवं वैज्ञानिक उपलब्धियों की कमी है, जिसके फलस्वरूप अधिक ईंधन की खपत होने से ऊर्जा का अपव्यय होता है एवं प्रदूषण की मात्रा भी अधिक होती है।

रासायनिक उद्योग

रासायनिक उद्योगों की पूर्ति के लिए चूने का उत्पादन बड़े पैमाने पर किया जाता है। चूँकि इन उद्योगों में विशिष्ट गुणों के चूने की मांग होती है व ये उद्योग चूने पर अधिक व्यय करने की स्थिति में होते हैं, अतः इस प्रकार की भट्टियाँ अधिकतर आधुनिक अभिकल्प के आधार पर विदेशी तकनीक पर चूने का उत्पादन कर रही हैं।

उन्नत लम्बरूप चूना भट्टियाँ

केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान, रूड़की द्वारा चूने के पत्थर के निस्तापन के लिए लम्बरूप भट्टियों का उन्नत अभिकल्प तैयार किया गया है (चित्र 1)। यह भट्टियाँ बेलनाकार होती हैं। भट्टी के निर्माण में ईट या पत्थर के पिंडों की चिनाई की

सारणी 3

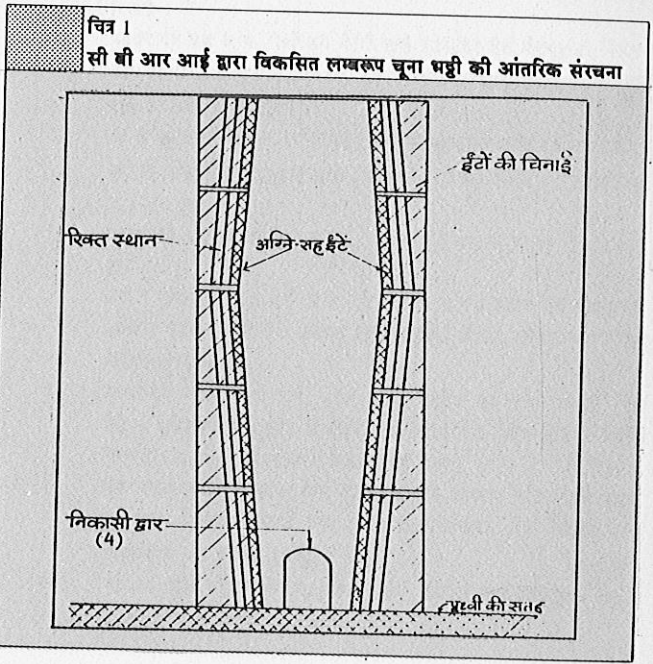
विभिन्न चूना भट्टियों में ऊर्जा की खपत

भट्टी का प्रकार	प्रयुक्त ईंधन	ईंधन की मात्रा, किग्रा / घं	ऊर्जा की खपत, किलोकैलोरी / किग्रा चूना
प्रचलित देशी भट्टियाँ	स्टीम कोल ग्रेड - 3	18 - 25	2750 - 3250
प्रचलित लम्बरूप भट्टियाँ	स्टीम कोल ग्रेड - 2/3	15 - 20	2000 - 2500
प्रचलित लम्बरूप भट्टियाँ	सिंडर	25 - 30	2500 - 2800
नव-विकसित लम्बरूप भट्टियाँ	स्टीम कोल ग्रेड - 2	12 - 15	1650 - 1850

सारणी 4 उद्योगों की चिमनियों से निष्कासित प्रदूषण मान			
अधिक प्रदूषण उत्पन्न करने वाले उद्योग	क्षेत्र		
	अ	ब	स
अवयव			
ठोस कण (मि.ग्रा/मी ³)	500	200	100
सल्फर डाई ऑक्साईड (पी पी एम)	500	200	100
कार्बन डाई ऑक्साईड (पी पी एम)	100	50	30
हाईड्रोकार्बन (पी पी एम)	50	50	30
अमोनिया (पी पी एम)	100	50	20
मध्यम प्रदूषण उत्पन्न करने वाले उद्योग			
अवयव			
ठोस कण (मि.ग्रा / मी ³)	2000	1000	500
लौह धूल (मि.ग्रा / मी ³)	1000	300	250
सल्फर डाई ऑक्साईड (मि.ग्रा / मी ³)	5000	2000	1000

सारणी 5 चूना भट्टियों से निष्कासित प्रदूषण अवयवों के निर्धारित मानों का प्रारूप	
चूना भट्टियों की क्षमता	ठोस कणों के निर्धारित मान (अधिकतम सीमा)
5 टन प्रतिदिन तक	पृथ्वी की सतह से 30 मीटर की चिमनी
5 टन - 40 टन प्रतिदिन	500 मि.ग्रा / मी ³
40 टन प्रतिदिन से अधिक	150 मि.ग्रा / मी ³

जाती है व संरचना को दृढ़ता प्रदान करने के लिए प्रबलित कंक्रीट के स्तम्भ क्षैतिज व उर्ध्वाधर दोनों दिशाओं में बनाए जाते हैं। भट्टियों की अन्दर की सतह में अग्नि-सह ईंटों का प्रयोग किया जाता है। भट्टी में उचित ताप हेतु भूमि की सतह के पास चार खिड़कियों की सहायता से वायु के प्रवाह को नियंत्रित किया जाता है। इन भट्टियों में एक निश्चित आकार के चूने के पत्थर व कोयले का निर्धारित अनुपात का मिश्रण डाला जाता है। संस्थान द्वारा 5, 10 व 15 टन प्रतिदिन क्षमता की भट्टियों के अभिकल्प विकसित किये गये हैं। 10 टन प्रतिदिन से अधिक क्षमता वाली भट्टियों में माल डालने के लिए यांत्रिक उपकरणों का विकास भी किया गया है। संस्थान द्वारा विकसित की गई भट्टियाँ देश के विभिन्न स्थानों पर चूने के उत्पादन में प्रयोग की जा रही हैं। इन भट्टियों की संरचना तथा कार्य प्रणाली अन्य भट्टियों से उन्नत है। प्राप्त आंकड़ों के आधार पर इनमें ऊर्जा की कम खपत होने से ऊष्मीय क्षमता भी काफी अच्छी पाई गई है (सारणी 3)।



चूना भट्टियों में प्रदूषण अध्ययन

प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड द्वारा विभिन्न उद्योगों की चिमनियों से निष्कासित प्रदूषण अवयवों की अधिकतम सीमाओं का निर्धारण किया गया है (सारणी 4)। जैसी कि पहले चर्चा की गई है, देश में चूना उद्योग की स्थिति बहुत ही अव्यवस्थित है एवं चूने का निर्माण पुरानी प्रचलित विधियों द्वारा हो रहा है। इस उद्योग में आधुनिक एवं उन्नत तकनीक का अभाव होने से इन भट्टियों में अधिक ईंधन की खपत होती है, जिससे प्रदूषण की संभावना बढ़ जाती है।

से चूना भट्टियों से उत्पन्न प्रदूषण के अध्ययन एवं निराकरण की दिशा में एक योजना आरम्भ की गई। इस परियोजना के अन्तर्गत विभिन्न प्रकार की चूना भट्टियों से निष्कासित प्रदूषण अवयवों का अध्ययन किया गया। चूना भट्टियों से निष्कासित प्रदूषण अवयवों की अधिकतम सीमाओं के निर्धारण हेतु प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड द्वारा गठित एक समिति द्वारा एक मानक (सारणी 5) का प्रारूप तैयार किया गया है। विभिन्न भट्टियों पर किये गये परीक्षणों के आधार पर प्राप्त मानों का प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड द्वारा विभिन्न उद्योगों से निष्कासित प्रदूषण मानों एवं चूना भट्टियों के

संस्थान द्वारा राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान, नागपुर के सहयोग

सारणी 6 चूना भट्टियों से निष्कासित प्रदूषण अवयवों के मान						
अवधि	समय (मिनट)	तापक्रम (°C)	प्रदूषण अवयव			
			SO ₂	NO _x	बैजिन में धुलनशील पदार्थ (मि.ग्रा/मी ³)	ठोस कण (मि.ग्रा / मी ³)
भट्टी में माल भरने के उपरांत	0	53	0.41	-	-	1940
	30	74	0.42	3.75	-	1920
	60	112	0.40	3.55	-	1880
	90	132	0.38	4.35	-	1830
	120	147	0.35	5.34	-	1770
	150	183	0.33	6.48	-	1700
	180	199	0.31	5.36	-	1600
	210	200	0.30	2.50	1300	1480
	240	205	0.29	2.80	1011	1320

लिए गठित समिति द्वारा निर्धारित प्रदूषण मानों से तुलनात्मक अध्ययन करने पर यह पाया गया कि चूने की भट्टियों से निष्कासित गैसों में मुख्यतः चूने व कोयले के कण, कुछ अवांछनीय गैसे तथा हाइड्रोकार्बन विद्यमान हैं (सारणी 6)। अतः इन प्रदूषण उत्पन्न करने वाले अवयवों की उचित रोकथाम हेतु आवश्यक यंत्र के विकास की आवश्यकता है। जैसा कि विदित ही है कि चूना उद्योग अधिकतर कुटीर एवं लघु क्षेत्र में स्थापित है, इसलिए ऐसे प्रदूषण नियंत्रण यंत्र का विकास किया जाय जिसकी लागत कम हो एवं इसके प्रयोग से भट्टियों की कार्य प्रणाली पर विपरीत प्रभाव न हो।

प्रदूषण नियंत्रण यंत्र

प्रदूषण नियंत्रण यंत्र के विकास की दिशा में संस्थान द्वारा विभिन्न प्रकार की चूना भट्टियों से निष्कासित प्रदूषण अवयवों के आधार पर एक यंत्र का अभिकल्प तैयार किया गया। यह यंत्र अवस्थितत्व पृथक्करण एवं चक्रवात प्रक्रिया के सिद्धान्त पर आधारित है। सर्वप्रथम भट्टी से निष्कासित गैसों को लोहे के एक बेलनाकार स्तम्भ, जिसमें लगातार पानी के प्रवाह की व्यवस्था होती है, में से गुजारा जाता है। जल की अधिकता में ठोस कण भारी होकर तली में एकत्रित हो जाते हैं व कुछ अवांछनीय गैसें भी अलग हो जाती हैं। फिर इन गैसों को एक अन्य स्तंभ, जिसमें चूना पत्थर के ढुकड़े भरे होते हैं, में से गुजारा जाता है। यहां पर गैसों में उपस्थित हाइड्रोकार्बन ठंडे होकर तरल पदार्थ के रूप में अलग हो जाते हैं। विभिन्न परीक्षणों के आधार पर यह पाया गया कि भट्टी से निकली गैसों में ठोस कणों व हाइड्रोकार्बनों की मात्रा काफी कम हो जाती है। इस यंत्र की दक्षता लगभग 80-85 प्रतिशत आंकी गई।

उपसंहार

संस्थान में किए गए अध्ययन एवं परीक्षणों से प्राप्त परिणामों के आधार पर यह कहा जा सकता है कि चूना भट्टियों से निष्कासित प्रदूषण अवयवों का निराकरण संभव है। विभिन्न क्षमता एवं विभिन्न प्रकार की भट्टियों के लिए आवश्यकतानुसार यंत्रों के विकास का कार्य प्रगति पर है एवं इसके लिए अभी और अधिक परीक्षणों की आवश्यकता है। आशा है कि निकट भविष्य में प्रदूषण रहित चूना भट्टियों

का निर्माण संभव हो पायेगा।

आभार

यह लेख केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान, रूड़की के निदेशक की अनुमति से प्रकाशित किया जा रहा है। लेखक उनके आभारी हैं।

संदर्भ-सूची

1. आर के लोधी एवं पी एस पनेसर, 'एयर पोल्यूशन फ्रॉम लाईम किल्नस एंड पॉसीबिल रिमेडीज', *जरनल आफ एयर पोल्यूशन कंट्रोल*, खंड 7, 1986, पृष्ठ 25।
2. आई एम मिश्रा, पी एस पनेसर एवं एस के सरफ, 'एयर पोल्यूशन ड्यू टू लाईम किल्नस, ब्रिक किल्नस एंड सीमेंट इंडस्ट्री', *नेशनल सेमिनार ऑन बिल्डिंग मैटीरियल्स, टेक्नोलॉजीज एण्ड पोल्यूशन कंट्रोल*, मार्च 11-12, 1987, नई दिल्ली।
3. नटवर दवे एवं अन्य, 'बिल्डिंग मैटीरियल्स इंडस्ट्रीज एंड पोल्यूशन', *नेशनल सेमिनार ऑन बिल्डिंग मैटीरियल्स, टेक्नोलॉजीज एण्ड पोल्यूशन कंट्रोल*, मार्च 11-12, 1987, नई दिल्ली।
4. नटवर दवे एवं सुरेश प्रकाश मेहरोत्रा, 'चूना पर आधारित कुटीर एवं लघु उद्योग', *जरनल ऑफ दि इंस्टिट्यूशन ऑफ इंजीनियर्स (इंडिया)*, जिल्ड 59, खण्ड हिन्दी 2, 1978, पृष्ठ 133।
5. नटवर दवे, 'चूने के भट्टे का चुनाव', *एन बी ओ जरनल*, वोल्यूम 25, 1980, पृष्ठ 46।
6. सतीश कुमार मलहोत्रा एवं नटवर दवे, 'भवन सामग्री उद्योग एवं पर्यावरण', *अखिल भारतीय संगोष्ठी : विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के नये आयाम, काशी हिन्दू विश्वविद्यालय*, 1991।
7. नटवर दवे, चमन लाल वर्मा, सुरेश प्रकाश मेहरोत्रा एवं ए ए अन्सारी, 'सम रीसेन्ट इन्वेस्टीगेशन्स ऑन डिजाईन एण्ड परफॉर्मन्स ऑफ इंडियन लाईम किल्नस', *कन्सलटेशन लाईम पोजोलाना*, नई दिल्ली, 1977।
8. चमन लाल वर्मा एवं नटवर दवे, 'डिजाईन ऑफ मिक्सड फीड लाईम शाफ्ट किल्नस', *नेशनल सेमिनार ऑन बिल्डिंग मैटीरियल्स, देयर साईन्स एण्ड टेक्नोलॉजी*, नई दिल्ली, 1982।
9. 'स्टडीज ऑन स्टैक ऐमिशनस फ्रॉम लाईम किल्नस एण्ड पोल्यूशन कंट्रोल डिवाईसेज', *सी बी आर आई वार्षिक रिपोर्ट*, 1988 एवं 1989।