जुलाई - सितंबर 1999

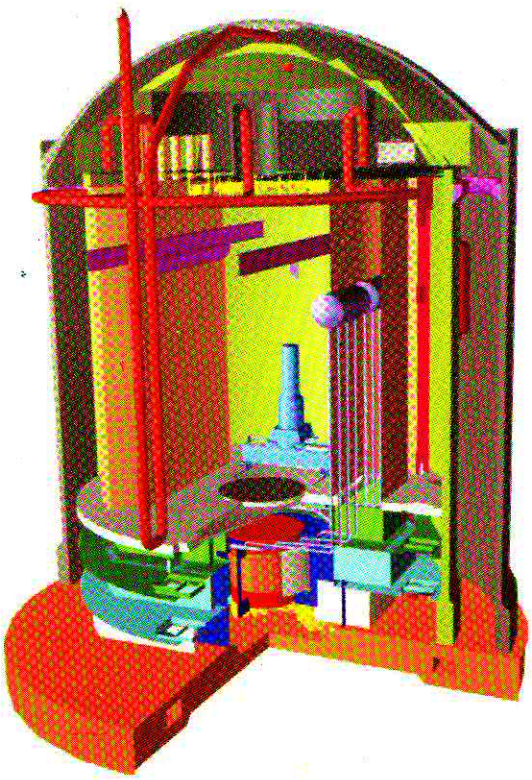
राजभाषा स्वर्ण जयंती विशेषांक

वर्ष : 31 ❊ अंक : 3

वैज्ञानिक

हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद की पत्रिका

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र के सौजन्य से प्रकाशित



प्रगत भारी पानी रिएक्टर (प्रस्तावित) का आंतरिक स्वरूप

हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद

परिषद हिंदी में वैज्ञानिक साहित्य के सृजन व प्रचार हेतु नियमित रूप से त्रैमासिक पत्रिका "वैज्ञानिक" का प्रकाशन, विज्ञान गोष्ठियों, वार्ताओं एवं अखिल भारतीय विज्ञान लेख प्रतियोगिता का आयोजन करती है।

परिषद की सदस्यता एवं "वैज्ञानिक" पत्रिका का शुल्क इस प्रकार है :

परिषद सदस्यता (रु. में)				वैज्ञानिक शुल्क (रु. में)	
	एक वर्ष	आजीवन	संरक्षक		एक वर्ष
व्यक्तिगत	50	400	5000	व्यक्तिगत	50
संस्थागत	100	1000		संस्थागत	100

- "वैज्ञानिक" पत्रिका की कोई आजीवन सदस्यता / शुल्क नहीं है।
- वर्तमान नियमानुसार परिषद के सदस्यों को "वैज्ञानिक" निःशुल्क भेजी जाती है।
- सभी शुल्क **हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद** के नाम से केवल **डिमांड ड्राफ्ट (मुंबई)** द्वारा ही भेजें। मुंबई से बाहर के चैक, मनीआर्डर एवं पोस्टल आर्डर द्वारा भेजा शुल्क स्वीकार नहीं होगा।
- कृपया शुल्क के साथ अपना निजी विवरण इस पत्रिका में दिये गये आवेदन पत्र के प्रारूप के अनुसार भेजें।
- संरक्षक सदस्य, यदि चाहें तो, उनका एक विज्ञापन प्रतिवर्ष "वैज्ञानिक" में निःशुल्क छापा जा सकता है।

डॉ. होमी भाभा हिंदी विज्ञान लेख प्रतियोगिता - 1999

'राजभाषा स्वर्णजयंती वर्ष' के विशेष अवसर पर हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद एवं राजभाषा कार्यान्वयन समिति (भा. प. अ. केंद्र) के संयुक्त तत्वावधान में आयोजित एक विशेष हिंदी विज्ञान लेख प्रतियोगिता हेतु प्रविष्टियां आमंत्रित हैं। इस प्रतियोगिता में पुरस्कार हेतु दी जाने वाली बढ़ी राशि का विवरण निम्नलिखित है। लेख में किसी भी वैज्ञानिक विषय पर मौलिक एवं आधुनिक जानकारी होनी चाहिए। लेख का अप्रकाशित होना अनिवार्य है। **मूल्यांकन में नवीनतम जानकारी के साथ-साथ अच्छे रेखाचित्रों / फोटोग्राफ, तालिकाओं इत्यादि को समुचित महत्व दिया जाता है।** अतः चित्रों को अलग से सफेद कागज / ट्रेसिंग पेपर पर काली रोशनाई (इंडिया इंक) से बनायें। फोटोग्राफ ब्लैक एंड व्हाइट हों तो उचित रहेगा। इन्हें लेख के अंत में संलग्न करें। नीचे दिये गये पते पर कृपया दो टंकित अथवा स्पष्ट हस्तलिखित प्रतियां (लगभग 3000 - 4000 शब्द) भेजें।

अंतिम तिथि : 15 जनवरी 2000

पुरस्कार : प्रथम - 3000/= रु., द्वितीय - 2000/= रु., तृतीय - 1000/= रु.

इसके अतिरिक्त पांच प्रोत्साहन पुरस्कार एवं अहिंदी भाषी प्रतियोगियों को दो विशेष पुरस्कार 500/- रु (प्रत्येक) के दिये जायेंगे। अतः अपनी मातृभाषा का स्पष्ट उल्लेख करें।

विशेष : पुरस्कृत रचनाएं "वैज्ञानिक" की संपत्ति होंगी। "वैज्ञानिक" पत्रिका से संबंधित पदाधिकारी इस प्रतियोगिता में भाग नहीं ले सकेंगे।

प्रविष्टियां भेजने का पता :

श्री गोरा चक्रवर्ती, प्रतियोगिता संयोजक एवं व्यवस्थापक "वैज्ञानिक",
रिएक्टर सुरक्षा प्रभाग (RSD), हॉल -7 (Hall-7),
भा. प. अ. केंद्र (BARC), मुंबई 400 085

सत्यमेव जयते

संदेश

50 वर्ष पूर्व आज ही के दिन 14 सितंबर, 1949 को भारतवर्ष की संविधान सभा ने हिंदी को संघ की राजभाषा के रूप में स्वीकार किया था । आज उस ऐतिहासिक निर्णय की स्वर्ण जयंती है । इस अवसर पर सबको मेरी हार्दिक शुभकामनाएं ।

14 सितंबर हिंदी दिवस के रूप में हर वर्ष मनाया जाता है । इस वर्ष स्वर्ण जयंती के उपलक्ष्य में यह वर्ष समूचे देश में विशेष उत्साह और उल्लास के साथ मनाया जायेगा ।

राष्ट्र को एक मंच पर लाने और स्वाधीनता का स्वर एक साथ मिलकर उठाने में हिंदी की अहम भूमिका रही है । अहिंदी भाषी प्रदेशों के मनीषियों, महापुरुषों और संतों का विशेष योगदान रहा है । स्वाधीनता आंदोलन में महात्मा गांधी जी के नेतृत्व में सारे देश के राष्ट्रीय स्तर के नेताओं ने आपसी संपर्क सूत्र के रूप में हिंदी को अपनाया ।

स्वाधीनता के इन 52 वर्षों में राजभाषा हिंदी का चहुँमुखी विकास हुआ है । आज हिंदी इतनी सक्षम है कि उसमें चिकित्सा, विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी, कृषि, कंप्यूटर, मानविकी, प्रबंधन आदि अनेक विधाओं में वैज्ञानिक, तकनीकी और साहित्यिक रचनाएं लिखना सरल और सहज हो गया है । हिंदी में रचनात्मक कार्य करना संभव है, अब यह व्यापक रूप से स्वीकार किया जा रहा है ।

हिंदी की समृद्धि और विकास के संदर्भ में हमें इस बात का ध्यान रखना होगा कि हम एक नयी सहस्राब्दी के द्वार पर खड़े हैं । यह तीव्र परिवर्तन का समय है । नया युग सूचना क्रांति का युग होगा । अंतर्राष्ट्रीय बाजार में जबरदस्त प्रतिस्पर्धा का दौर चल रहा है । हर देश अपनी प्रगति की रफ्तार को तेज करने में जुटा हुआ है ।

प्राचीन इतिहास, गौरवशाली संस्कृति, विशाल प्राकृतिक संपदा एवं मानव संसाधनों से युक्त भारत एक प्रमुख विश्व शक्ति के रूप में उभरेगा इसमें तनिक भी संदेह नहीं । नये युग की अपेक्षाओं और सूचना प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हो रहे नित नये अनुसंधानों के अनुरूप ही हमें राजभाषा हिंदी को इस प्रकार ढालना होगा कि वह देश के उत्तरोत्तर विकास में अपनी भूमिका निभा सके । इस परिप्रेक्ष्य में यह स्वर्ण जयंती का अवसर एक हर्ष और उत्सव का अवसर तो है ही साथ ही गंभीर आत्मनिरीक्षण और अपनी उपलब्धियों के निष्पक्ष आकलन का अवसर भी है ।

हम सब मिलकर आज यह संकल्प लें कि संविधान के प्रति अपनी आस्था रखते हुए हम सब राजभाषा हिंदी के विकास और उत्थान में अपना पूर्ण योगदान देंगे ।

नई दिल्ली
दिनांक 14 सितंबर, 1999

लालकृष्ण आडवाणी
गृहमंत्री, भारत सरकार

वैज्ञानिक संगोष्ठी

(14 सितंबर 1999)

परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम - एक समीक्षा

कुछ झलकियाँ

डॉ. आर. चिदंबरम् को पुष्प गुच्छ देते हुए डॉ.अशोक कुमार सूरी

डॉ. अनिल काकोडकर को पुष्प गुच्छ देते हुए श्री रमेश चंद्र पंत

सत्यमेव जयते

संदेश

आपको विदित ही है कि 14 सितंबर 1949 को संविधान सभा द्वारा हिंदी को भारत की राजभाषा के रूप में स्वीकार किया गया था । 14 सितंबर 1999 को इस महत्वपूर्ण निर्णय के 50 वर्ष पूरे हो रहे हैं । इस उपलक्ष्य में केंद्र सरकार द्वारा 14 सितंबर 1999 से 14 सितंबर 2000 तक राजभाषा स्वर्ण जयंती वर्ष मनाया जा रहा है । परमाणु ऊर्जा विभाग तथा इसकी सभी यूनिटों, उपक्रमों एवं संस्थानों में भी स्वर्ण जयंती वर्ष विभागीय गरिमा के अनुरूप मनाये जाने का निर्णय लिया गया है । स्वर्ण जयंती के इस शुभ अवसर पर मैं विभाग के सभी कर्मचारियों को अपनी हार्दिक शुभेच्छाएँ प्रेषित करता हूँ ।

साथियों, अभी पिछले वर्ष हमने अपनी स्वतंत्रता की स्वर्ण जयंती मनायी थी । स्वतंत्रता संग्राम की अगुवाई करने वाली हमारी राष्ट्रीय विभूतियों ने देशी भाषाओं के माध्यम से ही संपूर्ण देश की जनता को एक सूत्र में पिरोया था । राष्ट्रीय एकीकरण में भारतीय भाषाओं की अनन्य भूमिका रही है । मेरा अनुरोध है कि केंद्र सरकार की नीति के अनुरूप परमाणु ऊर्जा विभाग की सभी संस्थापनाओं में राजभाषा स्वर्ण जंयती वर्ष को भारतीय भाषाओं के सौहार्द वर्ष के रूप में मनाया जाये तथा ऐसे कार्यक्रमों का आयोजना किया जाये जो हिंदी तथा अन्य भारतीय भाषाओं की आपसी निकटता तथा सौहार्द को प्रतिबिंबित करते हों । इससे न केवल विविध भाषा-भाषियों के बीच आपसी तादात्म्य स्थापित होगा अपितु विभाग में सरकारी कामकाज में हिंदी का प्रयोग और अधिक बढ़ाने में सहायता मिलेगी ।

यहां मैं, यह उल्लेख करना चाहूंगा कि विभाग के वैज्ञानिकों/इंजीनियरों ने विश्व मानचित्र पर अपनी प्रतिभा एवं कुशल प्रबंधन की अमिट छाप छोड़ी है । परमाणु ऊर्जा के रचनात्मक उपयोग के क्षेत्र में हमारी उपलब्धियां उल्लेखनीय रही हैं । इससे विभाग को प्रतिष्ठा तथा देश को विश्व के देशों में अग्रणी स्थान मिला है । बिना योजनाबद्ध प्रयासों, लगन तथा एकजुटता के हम ये उपलब्धियां नहीं प्राप्त कर सकते थे । यह हमारे वैज्ञानिकों तथा प्रबंध-तंत्र की वर्षों की साधना का ही प्रतिफल रहा है । मेरा अपने वैज्ञानिक समुदाय से अनुरोध है कि इस स्वर्ण जयंती वर्ष के दौरान हमारी उपलब्धियों को वे देश की जनता को देश की भाषा में पहुंचायें । निश्चय ही देश के बड़े जन समुदाय तक पहुँचने के लिए हिंदी एक सशक्त माध्यम है ।

मेरा पऊवि की यूनिटों, उपक्रमों तथा संस्थानों में कार्यरत सभी अधिकारियों/कर्मचारियों से अनुरोध है कि वे स्वर्ण जयंती वर्ष के दौरान अपना दैनन्दिन कार्यालयीन कार्य अधिक से अधिक हिंदी में करें तथा जिन्हें हिंदी में कार्य करने में कठिनाई है, उनके लिए समुचित शिक्षण एवं प्रशिक्षण की व्यवस्था की जाये ताकि ऐसे कार्मिक अपने अर्जित ज्ञान एवं कौशल की अभिव्यक्ति मूल रूप में सहज ढंग से हिंदी में कर सकें । विभाग के वरिष्ठ अधिकारियों से मेरा अनुरोध है कि स्वर्ण जयंती वर्ष के दौरान वे इस राष्ट्रीय कार्य में पहल करें ।

जयहिंद ।

आर. चिदंबरम्
अध्यक्ष, परमाणु ऊर्जा आयोग व
सचिव, भारत सरकार, परमाणु ऊर्जा विभाग

14 सितंबर, 1999
मुंबई

हिंदी शपथ ग्रहण करते हुए अतिथि-गण

दर्शक - गण

उद्घाटन वार्ता

विज्ञान का प्रसार राजभाषा के माध्यम से आवश्यक*

डॉ. आर. चिदंबरम्

अध्यक्ष, परमाणु ऊर्जा आयोग एवं सचिव, परमाणु ऊर्जा विभाग
अणुशक्ति भवन, छत्रपति शिवाजी मार्ग, मुंबई - 400 039

भारत एक बहुभाषी देश है परंतु इसकी संस्कृति एक है और राजभाषा हिंदी अनेकता में एकता एवं उसके सर्वांगीण विकास के लिए आवश्यक है। जैसा कि आपको विदित है स्वतंत्रता के बाद दिनांक 14 सितंबर 1949 को संविधान सभा में हिंदी को राजभाषा के रूप में सुशोभित करने का निर्णय लिया गया। इससे कुछ ही महीने पूर्व देश में परमाणु ऊर्जा आयोग की भी स्थापना की गयी थी और इस तरह परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम के भी पचास वर्ष पूरे हो चुके हैं। इसलिए राजभाषा स्वर्ण जयंती का यह अवसर, परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम की समीक्षा करने के लिए भी अच्छा है।

परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम को शुरू करते समय हमारे संस्थापक-निदेशक डॉ. होमी जहांगीर भाभा के उद्देश्य एवं मंजिलें क्या थीं, इस अवसर पर चर्चा करना उचित होगा। डॉ. भाभा का मुख्य उद्देश्य था कि भारत परमाणु ऊर्जा के क्षेत्र में आत्मनिर्भर बने। उनका यह उद्देश्य पूरा हो गया है। डॉ. भाभा ने टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान की शुरुआत के समय श्री जे. आर. डी. टाटा को एक पत्र में लिखा था कि नाभिकीय ऊर्जा के क्षेत्र में भविष्य में जब हमें विशेषज्ञों की जरूरत होगी तो हमें बाहर, विदेशियों की ओर देखने की आवश्यकता नहीं होगी। विज्ञान और तकनीकी के निपुण एवं सुविज्ञ हमें तब भारत में ही उपलब्ध होंगे। पिछले कुछ वर्षों में विकसित देशों ने हमारे ऊपर कुछ प्रतिबंध लगाये हैं और हमने इन चुनौतियों का सामना भी किया है। वर्ष 1998-99 में हमें सबसे बड़ी सफलता न्यूक्लियर पॉवर कॉर्पोरेशन के क्षमता-उपयोग में चार प्रतिशत की वृद्धि से मिली, जब कि उक्त वर्ष में हमारे ऊपर सबसे अधिक प्रतिबंध लगाये गये हैं।

डॉ. आर. चिदंबरम्

'हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद' के भूतपूर्व अध्यक्ष डॉ. राजगोपाल चिदंबरम् का जन्म 12 नवंबर 1936 को हुआ था। आपने 1956 में मद्रास विश्वविद्यालय से बी. एससी. (प्रवीण) की उपाधि प्रथम रैंक में तथा 1962 में भारतीय विज्ञान संस्थान, बैंगलूर से भौतिकी में पीएच. डी. की उपाधि हासिल की। आपके कार्य को वर्ष 1961-62 का सर्वोत्तम शोध प्रबंध माना गया तथा इस हेतु आपको 'मार्टिन फारस्टर' मेडेल से सम्मानित किया गया था। आपको पदार्थ विज्ञान एवं क्रिस्टलोग्राफी से संबंधित उल्लेखनीय कार्यों के लिए डी. एससी. की डिग्री भारतीय विज्ञान संस्थान बैंगलूर ने प्रदान की।

डॉ. चिदंबरम् की 1962 में भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र में नियुक्ति हुई और तबसे आपने भारत के नाभिकीय कार्यक्रमों में महत्वपूर्ण योगदान किया है। 1990 में आप इस केंद्र के निदेशक तथा फरवरी 1993 में परमाणु ऊर्जा आयोग के अध्यक्ष तथा परमाणु ऊर्जा विभाग के सचिव नियुक्त हुए।

डॉ. चिदंबरम् ने भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र में उच्च दाब भौतिकी तथा न्यूट्रॉन क्रिस्टलोग्राफी पर शोध कार्यक्रम की शुरुआत की। 1974 तथा मई 1998 में भारत के नाभिकीय ऊर्जा के शांति पूर्ण उपयोग से संबंधित पोखरण प्रयोग में आपने मुख्य भूमिका निभायी।

आप एक विश्वविख्यात क्रिस्टलोग्राफर हैं तथा आजकल "अंतर्राष्ट्रीय यूनियन ऑफ़ क्रिस्टलोग्राफी" के उपाध्यक्ष एवं भारतीय पदार्थ विज्ञान सोसायटी के अध्यक्ष हैं।

1994-95 के दौरान डॉ. चिदंबरम् 'अंतर्राष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा एजेंसी' के बोर्ड ऑफ गवनर्स के अध्यक्ष भी रह चुके हैं। आपको कई पुरस्कारों से भी सम्मानित किया गया है जिनमें आर. डी. बिरला पुरस्कार (1996), लोकमान्य तिलक पुरस्कार (1998), एच. के. फिरोडिया पुरस्कार (1998), दादा भाई नौरोजी पुरस्कार (1999), वीर सावरकर पुरस्कार (1999), विज्ञान सेवा रत्न पुरस्कार (1999), डॉ. वाई. नायुडम्मा स्मृति पुरस्कार (1999) तथा पद्मविभूषण (1999) सम्मिलित हैं।

*राजभाषा की स्वर्ण जयंती के अवसर पर 14 सितंबर 1999 को आयोजित संगोष्ठी के दौरान, अध्यक्ष, प. ऊ. वि. द्वारा दिये गये उद्घाटन वक्तव्य पर आधारित।

आज हमारा लक्ष्य है कि बिजली का उत्पादन कैसे बढ़ाया जाय । हमें अपने देश को विकासशील देश से विकसित देश बनाना है । किसी भी देश की प्रगति का आकलन उसकी प्रति व्यक्ति बिजली की खपत से आंका जाता है, हमारे देश में बिजली की खपत विकसित देशों की तुलना में बहुत ही कम है । हमें देश के विकास के लिए बिजली की खपत को कम से कम 8-10 गुना बढ़ाना पड़ेगा, यदि हम पन-बिजली उत्पादन, कोयला तथा अन्य परंपरागत स्रोतों को देखें तो ज्ञात होता है कि इनके भंडार स्रोत सीमित हैं । इसलिए यह देश हित में आवश्यक ही नहीं अनिवार्य भी है कि हम परमाणु ऊर्जा का प्रयोग विद्युत उत्पादन में करें और इसलिए हमारे युवा वैज्ञानिकों ने 2020 तक 20 हजार मेगावाट बिजली उत्पादित करने का लक्ष्य निर्धारित किया है । विद्युत उत्पादन बढ़ाने के साथ ही नाभिकीय ईंधन चक्र संबंधी इतर कार्यक्रमों का विकास करने का विचार किया जा रहा है ।

हम आत्मनिर्भरता के ध्येय के साथ-साथ अन्य देशों से सहयोग की इच्छा भी रखते हैं, परंतु यह सहभागिता बराबरी के स्तर पर होनी चाहिए । विकसित देश यह देखते हैं कि जब हम कुछ देते हैं तो उसके बदले में कुछ लें जिसका परिणाम होता है प्रतिबंध । हमें उस ऊंचाई पर पहुंचना है कि सहभागिता बराबर की रहे और जब प्रतिबंध लगाये जायें तो उसकी चोट या हानि केवल हमें ही नहीं भुगतनी पड़े । जब हम इस विकसित स्थिति तक पहुंच जायेंगे तो संभव है इस प्रकार के प्रतिबंध लगने भी बंद हो जायेंगे ।

आज भारत विश्व में अपनी वैज्ञानिक गतिविधियों के कारण जाना-माना स्थान पा चुका है परंतु हमारी वैज्ञानिक उपलब्धियों को तब तक पूर्णत: सफल नहीं माना जा सकता जब तक उनका प्रयोग जन-जन तक नहीं पहुंच जाता । हमारे केंद्र के 'वैज्ञानिकों' ने उक्त विचारों को कार्यरूप में परिणित करने के लिए 'हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद' की एक बहुमुखी रूपरेखा बनायी है ।

नवीनतम वैज्ञानिक विषयों के विभिन्न पक्षों के प्रस्तुतीकरण एवं इस जानकारी को सभी भारतीयों को उपलब्ध कराने के उद्देश्य से त्रैमासिक पत्रिका 'वैज्ञानिक' का प्रकाशन शुरू किया । गत 31 वर्षों से यह पत्रिका भारत के कोने-कोने में निरंतर जा रही है ।

'वैज्ञानिक' के स्वर्ण जयंती अंक के अवसर पर जून 1981 में, पर्यावरण प्रदूषण अंक से विज्ञान के गूढ़ विषयों पर विशेषांक की श्रृंखला का सुभारंभ हुआ । इसके बाद प्रकाशित रेडियो-रसायनिकी, ध्रुव रिएक्टर, पदार्थ विज्ञान, हमारी पृथ्वी व ब्रह्मांड, भूकंप विज्ञान, शरीर विज्ञान, रिएक्टर सुरक्षा, खगोल शास्त्र, कंप्यूटर, लेसर, अतिचालकता, नाभिकीय ऊर्जा आदि विशेषांक वैज्ञानिक साहित्य सृजन की दिशा में मील के पत्थर साबित हुए हैं । प्रगत विज्ञान के इन विषयों को सरल हिंदी में प्रस्तुत करके परिषद ने न केवल हिंदी की परिपक्वता व इसकी क्षमता को स्थापित किया है बल्कि देशवासियों को इनके लाभदायक पहलुओं से अवगत भी कराया है ।

वैज्ञानिक व तकनीकी अंग्रेजी शब्दों के हिंदी पर्यायों की उपलब्धि का वैज्ञानिक साहित्य के निर्माण में विशेष महत्व है, इस दिशा में कार्य के लिए परिषद ने एक ओर तो भारत सरकार के वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग की बैठकों में केंद्र के वैज्ञानिकों का सहयोग उपलब्ध कराया है और दूसरी तरफ घनावस्था, रेडियो रसायनिकी, अंतरिक्ष विज्ञान, वर्णक्रमदर्शिकी, नाभिकीय इंजीनियरी, स्वास्थ्य भौतिकी एवं अपशिष्ट प्रबंधन जैसे विज्ञान के आधुनिक विषयों पर अंग्रेजी-हिंदी शब्द-संग्रहों के निर्माण का महत्वपूर्ण कार्य किया है ।

हिंदी में वैज्ञानिक मूल लेखन को बढ़ावा देने की दृष्टि से पहले 'वैज्ञानिक' के लिए लेख आमंत्रित किये गये. तत्पश्चात अखिल भारतीय स्तर पर होमी भाभा विज्ञान लेख प्रतियोगिता का वार्षिक आयोजन आरंभ किया गया । इस प्रतियोगिता में अहिंदी भाषियों के लिए विशेष पुरस्कार का प्रावधान भी रखा गया है । आज स्थिति यह है कि देशभर में प्रतिवर्ष विज्ञान लेखकों को इस प्रतियोगिता की प्रतीक्षा रहती है ।

हमारी उच्च शिक्षा का माध्यम अंग्रेजी होने के कारण हिंदी व अहिंदी भाषी दोनों को ही प्रारंभ में

(कृपया शेष भाग पृष्ठ - 8 पर देखें)

अभिभाषण

आत्मनिर्भरता से ही प्रतिबंधों को मुकाबला संभव*

डॉ. अनिल काकोडकर
निदेशक, भा. प. अ. केंद्र, मुंबई - 400 085

भारत का विश्व में अपना एक विशिष्ट स्थान है। यह स्थान भारत की अपनी संस्कृति तथा भारतीयों के जीवन मूल्यों तथा जीवन दृष्टि, उनकी-अपनी सूझबूझ तथा अलग वैचारिक पहचान पर आधारित है। एक जमाना था, भारत को सोने की चिड़िया के रूप में देखा जाता था। हमारे यहां कई बाहरी संस्कृतियां आयीं। हमने अपने विशाल और सर्व समावेशक मनोवृत्ति के आधार पर सभी बाहरी प्रभावों को अपने में विलीन कर लिया। इससे हमारी संस्कृति पर प्रभाव तो पड़ा लेकिन हमारी बुनियाद बनी रही और हमारी अपनी पहचान अभी भी अच्छी तरह से बनी रही है।

इन वर्षों में आर्थिक दृष्टि से मात्र हम पिछड़ते गये। हमारी साधन सामग्री देश की अर्थ व्यवस्था में अपना योगदान जुटाये बिना कच्चे सामान के रूप में ही देश के बाहर ले जायी गयी। हमारी शिक्षा प्रणाली देश की आर्थिक प्रगति के अनुरूप होने के बजाय सभी प्रक्रियाओं में निम्नस्तरीय दफ्तर प्रणाली की सहायक बन गयी। साथ ही साथ हमारी आबादी बढ़ती रही। परिणाम स्वरूप भारत एक पिछड़ा हुआ देश रह गया।

स्वतंत्रता प्राप्ति के पश्चात हम भारतीयों ने देश को फिर से बलशाली, प्रगत देश बनाने का सपना देखा। अपनी नयी आर्थिक नीति अपनायी। खेती एवं औद्योगिक क्षेत्र में कई नये और ठोस कदम उठाये गये और पिछले पांच दशकों में हमने कई उपलब्धियां हासिल की। आज देश अनाज उत्पादन के क्षेत्र में स्वयंपूर्ण है। औद्योगिक क्षेत्र में भी देश काफी आगे बढ़ा है। अब हम दुनिया के अन्य देशों के साथ स्पर्धा में, जो हम माने या ना माने हमेशा चलती रहती है, तुलनात्मक रूप से आगे बढ़ने की उम्मीद रख सकते हैं। सब खुली अर्थ व्यवस्था की बात तो करते हैं, मगर इस स्पर्धा में बढ़त बनाये रखने के हेतु दूसरों के मार्ग में रोड़े अटकाने का अप्रत्यक्ष तरीका भी बड़ी खूबी से बलशाली देश अपनाते हैं।

डॉ. अनिल काकोडकर

पद्मभूषण (1999), पद्मश्री (1998) डॉ. काकोडकर का जन्म 11 नवंबर 1943 को हुआ। भा. प. अ. केंद्र के वर्तमान निदेशक डॉ. काकोडकर ने मुंबई विश्वविद्यालय से 1963 में मेकैनिकल इंजीनियरी में स्नातक की डिग्री हासिल की तथा फिर भा. प. अ. केंद्र के प्रशिक्षण विद्यालय के सातवें बैच में प्रवेश पाया। 1979 में नोटिंगम विश्वविद्यालय से प्रायोगिक प्रतिबल विश्लेषण में एम. एस-सी. की उपाधि ग्रहण की। परमाणु ऊर्जा विभाग के विभिन्न नाभिकीय रिएक्टरों के विकास में योगदान दिया तथा खास तौर पर 100 मेगावाट के ध्रुव रिएक्टर के अभिकल्पन तथा निर्माण में प्रमुख भूमिका निभायी। आप रिएक्टर परियोजनाओं के अंतर्गत थोरियम के उपयोग की दिशा में सक्रिय रूप से अभी भी कार्य कर रहे हैं तथा प्रगत भारी पानी रिएक्टर के अभिकल्पन से संबंधित टीम का नेतृत्व भी। 1974 तथा 1998 में पोखरण में किये गये शांतिमय उपयोगों से संबंधित नाभिकीय विस्फोटों में आपका बहुमूल्य योगदान रहा।

विभिन्न उपलब्धियों के लिए आपको समय-समय पर कई सम्मान तथा पुरस्कार प्राप्त हुए हैं। इनमें कुछ इस प्रकार हैं- हरि ओम आश्रम प्रेरित विक्रम साराभाई पुरस्कार (1988), अतिचालकता तथा पदार्थ विज्ञान संबंधित (MRSI-ICSC) वार्षिक पुरस्कार (1997), एच. के. फिरोडिया पुरस्कार (1997), एनाकोन (ANACON) जीवन काल उपलब्धि पुरस्कार (1998), NAFEN उत्कृष्टता पुरस्कार (1998) इत्यादि।

*राजभाषा की स्वर्ण जयंती के अवसर पर 14 सितंबर 1999 को आयोजित संगोष्ठी के दौरान, निदेशक, भा. प. अ. केंद्र द्वारा दिये गये अभिभाषण पर आधारित।

नाभिकीय कार्यक्रमों के बारे में ये प्रतिबंध परमाणु अप्रसार संधि के साथ-साथ आगे आये । इस संधि में शामिल विकासशील राष्ट्रों को नाभिकीय प्रौद्योगिकी बिना हिचकिचाहट हस्तांतरित करने के बजाय यह प्रौद्योगिकी आर्थिक दृष्टि से उन्नत राष्ट्रों तक ही सीमित रही है । नाभिकीय प्रौद्योगिकी आर्थिक प्रगति का साधन बनने के बजाय अगर आर्थिक बल हो तो शायद आपको यह प्रौद्योगिकी मिले ऐसी परिस्थिति बन गयी । मिसाईल प्रौद्योगिकी नियंत्रण के बारे में भी यही स्थिति सामने आयी है । अब सस्टेनेबल विकास का आधार विकासशील देशों के विकास को नियंत्रित करने के लिए लिया जा रहा है । निश्चय ही पर्यावरण संतुलन और आर्थिक विकास दोनों पहलू हमारे लिए बहुत महत्वपूर्ण हैं । लेकिन इन दोनों दिशाओं में हमारी प्राथमिकताएं, हम अपनी जरूरतों के आधार पर अपने विचार से तय करेंगे । इसमें किसी प्रकार के बाहरी प्रभाव से हमें बचना है । ऐसे प्रतिबंधों को नाकाम बनाना हमारे लिए तभी संभव होगा जब हम अपनी आत्मनिर्भरता का प्रमाण दुनिया के सामने बड़ी दृढ़ता से रखेंगे ।

हम सब परमाणु ऊर्जा के विकास में लगे सभी कार्यकर्तागण बड़े गर्व से कह सकते हैं कि परमाणु ऊर्जा के क्षेत्र में हमने जो आत्मनिर्भरता हासिल की है उसके आधार पर हम अपने कार्यक्रम इस तरह आगे बढ़ायेंगे, जिससे देश की हमसे जो उम्मीदें हैं उन्हें हम बड़ी सफलतापूर्वक पूरा कर सकें । हमें परमाणु ऊर्जा का विकास इस तरह करना है जिससे देश के अंतर्गत उपलब्ध ऊर्जा साधनों के आधार पर हम पूरी ऊर्जा सुरक्षा हासिल कर पायें । हमारी ऊर्जा की जरूरत इतनी अधिक है कि इसके सिवाय कोई दूसरा रास्ता इस समय हमारे पास मौजूद ही नहीं है । ऐसा रास्ता जो आर्थिक कसौटी पर स्पर्धा कर सके । इसका अर्थ यह हुआ की हम थोरियम के उपयोग की तकनीकी पूरी तरह विकसित करें । यह एक चुनौती है । ऐसी चुनौती जो केवल हमारे सामने ही है । दुनिया के किसी भी अन्य देश की प्राथमिकता में थोरियम का स्थान इस प्रकार का नहीं है । अत: हमें इस दिशा में आत्मनिर्भर इसलिए बनना है क्योंकि यह हमारी प्राथमिकता है । बाहरी प्रतिबंध इसमें अधिक महत्व नहीं रखते । थोरियम तकनीकी के बारे में बाहर के लोगों को प्रतिबंध लगाने से पहले उन्हें हमसे अधिक जानकारी होना आवश्यक है, लेकिन अब यह स्थिति नहीं रही । आज हम शायद थोरियम के मामले में दुनिया में सबसे आगे हैं और यह बढ़त हमें बनाये रखना है और इसे और बढ़ाना है ।

इसका अर्थ यह नहीं कि हम बाहरी देशों से सहयोग न करें । हम ऐसा सहयोग बढ़ाना चाहेंगे, जो एक दूसरों के लिए लाभप्रद हो और हमारी आत्मनिर्भरता पंगु न बने अपितु अधिक बलशाली बने । ऐसा परस्पर सहायता का कार्यक्रम बने तो हमें खुशी होगी और अगर न बने तो भी कोई बात नहीं । हमारा कार्यक्रम तो चलता ही रहेगा ।

यहां एक बात मैं स्पष्ट कर देना चाहता हूँ । अपने कार्यक्रम में हमें कई प्रकार की सामग्री लगती हैं । इन सभी सामग्रियों का निर्माण हम अपने कंधों पर ले लें तो यह बोझ संभालना शायद संभव नहीं । किन यंत्रों और उपकरणों का निर्माण हम स्वयं करें यह हमारी जरूरत और उसका कोई अन्य विकल्प है या नहीं इस पर निर्भर करता है । मेरे विचार में हमारा अभिकल्पन ऐसा हो जिसमें प्रत्येक उपकरण के निर्माण में एक से अधिक वैकल्पिक संरचना हमारे पास मौजूद हो ।

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र की शक्ति इस दिशा में काफी अधिक है । ऐसी कोई चुनौती नहीं है जिसे हम सफलतापूर्वक निभा न सकें । यह कई बार हम सिद्ध कर चुके हैं और आगे भी करते रहेंगे । हमने अपने केंद्र में जो मानसिकता इस बारे में विकसित की है उसी की बदौलत यह शक्ति हमें मिल पायी है । यह हमारी धरोहर है और इसे हमें बनाये रखना है, और अधिक विकसित करना है । मेरे विचार से यह चुनौती बाहरी प्रतिबंधों की प्रत्यक्ष चुनौती से अधिक गंभीर और अधिक महत्वपूर्ण है ।

इस कार्यक्रम में हमारा आपस में सहयोग भी काफी महत्व रखता है । हम नये उपकरणों के विकास की तकनीक माड्युलराइज्ड उप-प्रणालियों को मानकीकृत करके करें । अलग-अलग विशेषज्ञ अगर ऐसी उप प्रणालियां विकसित करें और हम सभी नये उपकरणों के निर्माण में उन्हें अधिक से अधिक अपनायें तो हमारा काम काफी आसान हो सकता है । इस कार्यक्रम में हम न केवल भा. प. अ. केंद्र के साथियों का सहयोग लें बल्कि देश के अंतर्गत जहां कहीं से भी ऐसा सहयोग संभव हो उन्हें

(कृपया शेष भाग पृष्ठ - 8 पर देखें)

अ नु क्र म णि का

वैज्ञानिक

वर्ष 31 अंक 3

राजभाषा स्वर्ण जयंती विशेषांक

जुलाई - सितंबर 1999

: व्यवस्थापन मंडल :

श्री गोरा चक्रवर्ती

(संयोजक)

डॉ. अशोक कुमार सूरी

श्री राम अवतार अग्रवाल

डॉ. सतीश कुमार गुप्ता

श्री कुलवंत सिंह

श्री राजेश कुमार

: संपादन मंडल :

डॉ. गोविंद प्रसाद कोठियाल

(संयोजक)

श्री हरिओम मित्तल

डॉ. राज नारायण पांडेय

डॉ. भूपेंद्र सिंह तोमर

डॉ. कैलाश चंद्र भल्ला

वार्षिक शुल्क

संस्थापक	व्यक्तिगत
100 रु.	50 रु.

कार्यालय

'वैज्ञानिक,' हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद,
सूचना प्रभाग, सेन्ट्रल कांप्लेक्स
भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र
मुंबई - 400 085

उद्घाटन वार्ता : डॉ. आर. चिदंबरम् v

अभिभाषण : डॉ. अनिल काकोडकर vii

संपादकीय 3

लेख

1. भारतीय नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम 9
   - एम. दास

2. नाभिकीय ईंधन का विकास 19
   - अनिल कुमार आनंद

3. भारी पानी में हमारी आत्मनिर्भरता 26
   - एच. एस. कामथ एवं बी. एस. गुलाटी

4. भारत का आइसोटोप कार्यक्रम : कुछ सफलताएं 33
   - डॉ. एस. एम. राव

5. प्रगत भारी पानी रिएक्टर 41
   - हर्षद प्रा. व्यास एवं रतन कुमार सिन्हा

6. परमाणु ऊर्जा के विभिन्न नियामक पहलू 52
   - जी. आर. श्रीनिवासन, ए. के. असरानी एवं एस. ए. खान

7. रेयर अर्थ्स - उनका उत्पादन और विक्रय 57
   - डॉ. टी. के. मुखर्जी एवं वी. के. वर्मा

राजभाषा स्वर्ण जयंती वर्ष : विशेष आलेख

हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद का प्रारंभिक काल 63
- डॉ. माधव सक्सेना 'अरविंद'

भा प अ केंद्र की हिंदी गतिविधियों में स्वयंसेवी संस्थाओं की भूमिका 66
- राम निवास आर्य

हिंदी दिवस सभी भारतीयों का विजय-पर्व है 69
- डॉ. देवकी नंदन

भा प अ केंद्र के प्रशासनिक कार्यों में राजभाषा हिंदी 71
- कु. साधना हेमराजानी

● "वैज्ञानिक" में लेखकों द्वारा व्यक्त विचारों से संपादन मंडल का सहमत होना आवश्यक नहीं है।

● "वैज्ञानिक" में प्रकाशित समस्त सामग्री के सर्वाधिकार हिं. वि. सा. परिषद के पास सुरक्षित हैं।

● "वैज्ञानिक" एवं हिं. वि. सा. परिषद से संबंधित सभी विवादों का निर्णय मुंबई के न्यायालय में ही होगा।

'वैज्ञानिक' का शुल्क

पाठकों से अनुरोध है कि यदि उनका 'वैज्ञानिक' का शुल्क समाप्त हो गया हो, तो उसे भेज कर नवीनीकरण करा लें। यदि संभव हो तो आजीवन सदस्य बन जायें।

राजभाषा स्वर्ण जयंती वर्ष : विशेष कविता

राजभाषा का अर्धशतक 73
- विपुल सेन

वैज्ञानिक परिचय : एनरिको फर्मी 74
- सुरेखा कुमारी

विज्ञान समाचार

● **भा. प. अ. केंद्र से** 75

● **संगोष्ठी समाचार**

परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम - एक समीक्षा 77

जनमानस द्वारा विज्ञान की समझ/व्याख्या 79

कुछ फूल : कुछ कांटे 81

आजीवन सदस्यता / 'वैज्ञानिक' ग्राहकों के लिए आवेदन पत्र का प्रारूप

श्री नंद लाल सोनी

कोषाध्यक्ष, हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद, रिएक्टर सुरक्षा प्रभाग, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई 400 085.

प्रिय महोदय

मैं, हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद (भापअ केंद्र, मुंबई) का आजीवन सदस्य / 'वैज्ञानिक' पत्रिका का ग्राहक बनने का इच्छुक हूं। मेरा निजी विवरण एवं शुल्क* संबंधित विवरण निम्नलिखित है :

नाम (हिंदी में) : _____ (अंग्रेजी में) : _____

पता (हिंदी में) : _____ (अंग्रेजी में) : _____

_____ _____

_____ _____

व्यवसाय : _____ _____

हिंदी की पात्रता : _____ प्रवीणता _____

(Qualification) (Specialisation)

डिमांड ड्राफ्ट सं. . . . . .दिनांक. . . . . बैंक . . . . . .रु. . . . . .

दिनांक : हस्ताक्षर :

***शुल्क 'हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद्' के नाम केवल डिमांड ड्राफ्ट (मुंबई) द्वारा ही कोषाध्यक्ष को भेजें।**

संपादकीय

'वैज्ञानिक' प्रकाशन की सफलता की कहानी

भारतीय भाषाओं में वैज्ञानिक साहित्य की आवश्यकता एवं सार्थकता का सीधा संबंध जन सामान्य में वैज्ञानिक जागृति तथा दृष्टिकोण लाने से है । इसमें शिक्षित वर्ग एवं वैज्ञानिकों का सामाजिक दायित्व निहित है । रॉयल सोसायटी की एक रिपोर्ट में वैज्ञानिकों के सामाजिक दायित्व का उल्लेख करते हुए बताया गया है कि यह प्रत्येक वैज्ञानिक की अहम् व्यावसायिक (प्रोफेशनल) जिम्मेदारी है कि वह जन सामान्य की वैज्ञानिक समझ एवं चेतना बढ़ाने की दिशा में अवश्य काम करे। भारत जैसे विकासशील देशों में, जहां का अधिकांश जनमानस ग्रामीण क्षेत्रों में रहता है, जिनके लिए नियोजित एवं औपचारिक शिक्षा के अवसर कम हैं, वहां के लोगों को विज्ञान की जानकारी देना एक राष्ट्रीय अभियान होना चाहिए ।

'वैज्ञानिक' हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई की त्रैमासिक पत्रिका है जिसका प्रथम अंक (परिचय अंक) लगभग 30 वर्ष पूर्व 1969 में प्रकाशित हुआ । परिषद के 1968 में गठन के तुरंत बाद यह सामने आया कि वैज्ञानिक चिंतन हिंदी में आरंभ हो तथा विज्ञान में रुचि रखने वाले लेखकों एवं पाठकों को एक मंच मिले । इसी उद्देश्य को ध्यान में रखकर 'वैज्ञानिक' का प्रकाशन प्रारंभ किया गया । यह उल्लेखनीय है कि अपने जन्म के समय से अब तक इस पत्रिका का प्रकाशन कई समस्याओं से जूझता हुआ निरंतर चला आ रहा है । पाठकों की प्रतिक्रियाओं एवं पत्रिका की लोकप्रियता के आधार पर यह कहा जा सकता है कि हम इस कार्य में काफी हद तक सफल रहे हैं ।

किसी भी पत्रिका के प्रकाशन के दो मुख्य पहलू रहते हैं; पहला आर्थिक तथा दूसरा उच्च स्तरीय एवं सामयिक लेखों की उपलब्धता । अत: इन दोनों पहलुओं पर समान रूप से विचार किया जाय और समय समय पर लक्ष्य हासिल करने के लिए अतिरिक्त आवश्यक कदम भी उठायें जायें ।

आर्थिक पहलू :

जहां तक आर्थिक पक्ष का प्रश्न है यह आरंभ से ही विकट रहा है । इसके अंतर्गत पत्रिका छपाई की लागत, लेखकों के लिए मानदेय, डाक खर्च इत्यादि आता है । आरंभ में इसका स्रोत परिषद की सदस्यता, 'वैज्ञानिक' की सदस्यता तथा कुछ विज्ञान प्रेमी संस्थाओं द्वारा दिये गये विज्ञापनों से प्राप्त राशि ही रही । यह राशि बहुधा कम ही पड़ती रही । हालांकि समय के साथ-साथ छपाई की लागत में बढ़ोत्तरी होती गयी परंतु सदस्यता शुल्क अपेक्षाकृत कम ही रखा गया जिससे इस पत्रिका को अधिक से अधिक लोग पढ़ सकें । अत: इस बार-बार उठने वाली समस्या के समाधान हेतु एक सुदृढ़ आर्थिक आधार बनाने की आवश्यकता प्रतीत हुई । इस हेतु कुछ कारगर कदम उठाये गये । इनमें विशेषांक एवं संगोष्ठियों के आयोजन के दौरान स्मारिका प्रकाशन के कार्य प्रमुख हैं । साथ ही विभागीय एवं केंद्रीय स्रोतों से अनुदान प्राप्त करने के लिए कई प्रयास भी किये गये । अथक प्रयासों एवं पत्रिका की स्तरीयता की प्रतिष्ठा के आधार पर 'वैज्ञानिक' प्रकाशन हेतु वर्ष 1986 से विभागीय अनुदान मिलने लगा । आरंभ में यह आठ हजार रु. प्रति वर्ष था जो अब बढ़कर एक लाख रुपए प्रतिवर्ष हो गया है । अब यह पत्रिका परिषद के आजीवन सदस्यों के लिए नि:शुल्क भेजी जाती है ।

लेखों की उपलब्धता :

प्रकाशन हेतु दो श्रेणियों के लेख साधारणत: प्राप्त होते रहे हैं; (i) हिंदी में लिखे मौलिक लेख, तथा (ii) परमाणु ऊर्जा विभाग में एवं अन्यत्र कार्यरत अन्य मातृभाषाई विशेषज्ञों द्वारा टूटी-फूटी हिंदी अथवा अंग्रेजी में

लिखे लेख। प्रथम श्रेणी के लेखों को स्तरीयता एवं सामयिकता के आधार पर स्वीकृत कर लिया जाता है परंतु दूसरी श्रेणी के लेखों को हिंदी पाठकों के लिए रूपांतर करके सुरुचिपूर्ण एवं सरल बनाने में काफी परिश्रम करना होता है। शब्दों का चयन इसी उद्देश्य को ध्यान में रखकर किया जाता रहा है कि विषयवस्तु पठनीय हो, भाषा सुगम्य रहे तथा विज्ञान के मौलिक शब्दों का क्लिष्ट हिंदी में अनुवाद करने के पचड़े से बचा जा सके। यह भी एक सुखद अनुभव रहता है क्योंकि इस प्रकार के प्रयासों से उच्च कोटि के ऐसे लेख जो विज्ञान की नवीनतम खोजों से संबंधित हों उन्हें हम हिंदी पाठकों तक पहुंचाने में सफल हो पाते हैं।

लेखों को प्राप्त करने के लिए हम समय-समय पर देशभर के विभिन्न संस्थानों तथा कॉलेजों / विश्वविद्यालयों में कार्यरत वैज्ञानिक एवं शिक्षाशास्त्रियों से संपर्क करते रहे हैं, जिससे उच्चस्तरीय लेखों की प्राप्ति का सिलसिला सदैव बना रहता है। प्रतिवर्ष अखिल भारतीय स्तर पर वैज्ञानिक लेखों से संबंधित एक प्रतियोगिता जिसका वर्तमान नाम डॉ. होमी भाभा हिंदी विज्ञान लेख प्रतियोगिता है, का भी आयोजन किया जाता है। इससे भी कुछ अच्छी किस्म की प्रकाशनीय सामग्री ऐसे लेखकों से मिल जाती जिनके बारे में हमें जानकारी नहीं रहती है। पुरस्कृत लेखों का 'वैज्ञानिक' में प्रकाशन काफी महत्व का है क्योंकि प्रतियोगिता हिंदी एवं अन्य मातृभाषाओं के लेखकों के लिए रहती है। फलस्वरूप कुछ अच्छे किस्म के लेख उन लेखकों से जिनकी मातृभाषा हिंदी नहीं होती, से भी प्राप्त होते हैं जिन पर थोड़ा और काम करके हम उन्हें 'वैज्ञानिक' में प्रकाशन योग्य बना देते हैं। इसके साथ-साथ परिषद कुछ लोकप्रिय कार्यक्रम जैसे 'नोबेल पुरस्कार : किसे और क्यों ?' 'मानव स्वास्थ्य' संबंधित संगोष्ठी, तथा सामयिक विषयों पर अन्य गोष्ठियों की परंपरा एक सुनियोजित योजना के अंतर्गत चला रही है। परिणामस्वरूप 'वैज्ञानिक' में प्रकाशन हेतु उच्च स्तरीय सामग्री समय पर मिल जाती है। नोबेल पुरस्कार से संबंधित लेखों का जो सिलसिला पिछले 8 वर्षों से चल रहा है वह अपने आप में एक उदाहरण है। संपादकीय के माध्यम से विज्ञान संबंधी कई अहम् पहलुओं को भी उजागर किया जाता है।

विशेषांकों की पद्धति एवं महत्व :

विषय विशेष पर नवीनतम एवं पूर्ण जानकारी देने के उद्देश्य से हमने 'वैज्ञानिक' के विशेषांकों को प्रकाशित करने की शुरुआत कई वर्षों पूर्व (1972) की। समय-समय पर निकाले गये इन विशेषांकों के प्रकाशन का अनुभव काफी रोचक रहा। विषय का चुनाव, संबंधित विशेषज्ञों से लेख देने के लिए अनुरोध, इत्यादि महत्वपूर्ण पहलू हैं। चूंकि हमारी यह अपेक्षा रहती है कि लेख हिंदी में लिखे हों अत: विशेषज्ञ साधारणत: ऐसे लेख लिखने में उत्साहित नहीं रहते क्योंकि इसके लिए उन्हें विशेष प्रयत्न करने पड़ते हैं। ऐसे में उन्हें प्रेरित करके समय पर लेखों को प्राप्त करने के प्रयास किये जाते हैं।

अब तक निकाले गये विशेषांकों की सूची तालिका - 1 में दी गयी है। इन विशेषांकों की विशेषता यह है कि इनके विषय जनसाधारण की रुचि के होने के साथ-साथ प्रगत विज्ञान एवं तकनीकी की नवीनतम जानकारियों से भरपूर रहते हैं।

'वैज्ञानिक' प्रकाशन की मौलिक आवश्यकता के परिप्रेक्ष्य में, जहाँ तक हिंदी लेखकों एवं पाठकों को एक मंच प्रदान करने का प्रश्न था वह तो सफल कहा जा सकता है परंतु 'वैज्ञानिक' चिंतन हिंदी में किस सीमा तक संभव हो पा रहा है यह अभी भी एक प्रश्न बना हुआ है। इसका एक कारण यह है कि प्रगत विज्ञान एवं तकनीकी का अध्ययन पहले हम अंग्रेजी में करते हैं फिर उसके रूपांतरण अथवा अनुवाद को हिंदी के माध्यम से पाठकों तक पहुंचाने का प्रयास करते हैं। इस कारण कभी-कभी तो विषय का मूल भाव ठीक से प्रसारित नहीं हो पाता है। अत: इन जानकारियों को ग्रहण करने के लिए अंग्रेजी की महत्ता भी स्वत: स्पष्ट है। परंतु आज आवश्यकता इस बात की है कि अंग्रेजी भाषा का ज्ञान प्रगत वैज्ञानिक जानकारी ग्रहण करने का एक माध्यम समझ कर, एक भाषा के तौर पर अर्जित करें जिससे अपनी राष्ट्रभाषा तथा प्रादेशिक भाषाओं के विकास में कोई अवरोध उत्पन्न न हो। प्रयत्न रहे कि

तालिका - 1 : 'वैज्ञानिक' विशेषांकों की सूची

क्रं. सं.	विशेषांक शीर्षक	वर्ष	अंक
1.	विक्रम साराभाई स्मृति अंक	1972	4(1)
2.	खगोल भौतिकी	1972	4(3)
3.	टेलीविजन	1972	4(4)
4.	हमारी पृथ्वी और ब्रह्मांड	1973	5(2)
5.	भारत में विज्ञान - कुछ उपलब्धियां	1975	7(1)
6.	अंतर्राष्ट्रीय महिला वर्ष (महिला वैज्ञानिकों द्वारा लिखे गये लेख)	1975	7(4)
7.	शरीर विज्ञान	1978	10(2)
8.	जनहित में विज्ञान (संगोष्ठी - विशेषांक)	1978	10(3)
9.	भूकंप विज्ञान	1978	10(4)
10.	पर्यावरण प्रदूषण (स्वर्ण जयंती अंक)	1981	13(1/2)
11.	अंतर्राष्ट्रीय विकलांग वर्ष (विशेष सामग्री)	1981	13(3)
12.	पदार्थ विज्ञान	1981	13(4)
13.	जीव संरचना	1982	14(1)
14.	खगोल विज्ञान	1982	14(3/4)
15.	रेडियो रसायनिकी	1983	15(3/4)
16.	ध्रुव रिएक्टर	1984	16(2/3)
17.	भारतीय विज्ञान की भावी दिशाएं	1986	18(1/2)
18.	विकिरण सुरक्षा	1986	18(4)
19.	कृषि विज्ञान (भाग-1)	1987	19(2)
20.	कृषि विज्ञान (भाग-2)	1987	19(3)
21.	नाभिकीय शब्दावली (अंग्रेजी-हिंदी)	1989	21(1)
22.	लेसर	1990	22(1)
23.	नाभिकीय ऊर्जा	1990	22(4)
24.	विकिरण संरक्षण : मापदंड एवं कार्यान्वयन	1991	23(3)
25.	नाभिकीय ऊर्जा एवं पदार्थ	1992	24(3)
26.	भारत में विज्ञान : सफलता के पथ पर (रजत जयंती)	1993	25(1)
27.	प्रतियोगिता विशेषांक (1996)	1997	29(2)
28.	अंतरिक्ष विज्ञान	1997	29(4)
29.	प्रतियोगिता विशेषांक (1997)	1998	30(1/2)
30.	प्रतियोगिता विशेषांक (1998)	1999	31(1/2)

तकनीकी साहित्य को प्रसारित करने में वे समर्थ होती चली जायें। 'वैज्ञानिक' के निरंतर प्रकाशन ने विज्ञान के गूढ़ विषयों को सरल रूप से प्रस्तुत करके हिंदी की परिपक्वता और क्षमता का परिचय दिया है। इस बात का निर्णय तो पाठक गण ही कर सकते हैं कि हमें इस कार्य में कितनी सफलता मिली है। बहरहाल, यहां पर उन सभी सहयोगियों

तालिका-2: 'वैज्ञानिक' व्यवस्थापन से संबंधित सदस्यगण एवं उनका कार्य काल (1970 से अब तक)

नाम	कार्यकाल	नाम	कार्यकाल
डॉ. सुखदेव पाल (संयोजक)	मार्च' 70-अप्रैल '72	**डॉ. उमेश चंद्र मिश्र**	
डॉ. शि. प्र. अवस्थी	अप्रैल '70-दिसं. '70	**(संयोजक)**	अप्रैल '83-मार्च '89
(स्व.) श्री हरिहर अय्यर	मार्च' 70-अप्रैल '72	डॉ. हरस्वरूप शर्मा	अप्रैल '83-मार्च '85
श्री भूपेंद्र नारायण राठी	मार्च' 70-अप्रैल '72	श्रीमती वासंती अय्यर	अप्रैल '84-मार्च '89
डॉ. जगदीशचंद्र लूथरा	मार्च' 70-अप्रैल '71	श्री योगेंद्र देव वशिष्ठ	अप्रैल '84-मार्च '87
श्री सूर्य कुमार गुप्ता	मार्च' 71-अप्रैल '72	श्री राम निवास आर्य	अप्रैल '85-मार्च '87
डॉ. मनोहर लाल	मार्च' 71-अप्रैल '72		अप्रैल '89-मार्च '93
श्री उमेश चंद्र भारतीय	मार्च' 71-अप्रैल '72	श्री तीरथ जे. असनानी	अप्रैल '85-मार्च '87
डॉ. उमेश चंद्र मिश्र	जन. '72-दिस. '72	श्री उ. पा. चौहान	अप्रैल '86-मार्च '89
		डॉ. ज्ञानेंद्र प्रसाद तिवारी	अप्रैल '87-दिस. '89
		श्री राम प्रसाद	अप्रैल '87-दिस. '89
डॉ. भगवान कृष्ण गौड़		**डॉ. शिव प्रकाश गर्ग**	
(संयोजक)	अप्रैल '72-मार्च '77	**(संयोजक)**	अप्रैल '89-सित. '93
श्री रवि कुमार खेर	अप्रैल '75-मार्च '77	श्री राम चरण शर्मा	अप्रैल '89-दिस. '91
श्री विजय कुमार भल्ला	अप्रैल '75-मार्च '77	श्री राम प्रकाश हंस	अप्रैल '89-दिस '91
श्री अरुण कुमार सक्सेना	अप्रैल '75-मार्च '77	श्री ज्ञानोत्तम लाल गोस्वामी	जन. '90-मार्च '94
डॉ. माधव सक्सेना	अप्रैल '75-मार्च '77	श्री ललित कुमार	जन. '90-मार्च '94
श्री ए. वी. मकवाना	अप्रैल '75-मार्च '77		अप्रैल '95-जून '98
		श्री इंद्र कुमार शर्मा	अप्रैल '92-सित. '95
श्री राम सिंह (संयोजक)	अप्रैल '77-जून '78	श्री दीप प्रकाश	अप्रैल '92-मार्च '94
		डॉ. अशोक कुमार सूरी	
श्री सीताराम द्विवेदी		**(संयोजक)**	अक्तूबर '93-सित. '95
(संयोजक)	जुलाई '78-दिस. '78	डॉ. जगदीश चंद्र मोंगा	अक्तूबर '93-मार्च '95
		श्री घनश्याम दास मित्तल	अक्तूबर '93-मार्च '95
श्री अरुण कुमार सक्सेना		श्री कुलवंत सिंह	अप्रैल '94-अब तक
(संयोजक)	जन. '80-मार्च '83	**श्री इंद्र कुमार शर्मा**	
श्री विनय कुमार श्रीवास्तव	जुलाई '82 मार्च '83	**(संयोजक)**	अक्तूबर '95-जून '98 तक
डॉ. बृजेश कुमार श्रीवास्तव	जुलाई '82 मार्च '85	डॉ. अशोक कुमार सूरी	अक्तूबर '95-अब तक
श्री रमाकांत रस्तोगी	जुलाई '82 जून '85	**श्री गोरा चक्रवर्ती (संयोजक)**	जुलाई '98-अब तक
श्री राजेश चंद्र मित्तल	जुलाई '82 सित. '86	श्री राम अवतार अग्रवाल	जुलाई '98-अब तक
		डॉ. सतीश कुमार गुप्ता	जुलाई '98-अब तक
		श्री राजेश कुमार	जुलाई '98-अब तक

का जिक्र जो इस सफलता के भागीदार हैं, असंगत नहीं होगा। तालिका - 2 तथा 3 में वैज्ञानिक के व्यवस्थापन और संपादन से संबंधित सहयोगियों की सूची दी गयी है।

तालिका-3 : 'वैज्ञानिक' के संपादक गण एवं उनका कार्यकाल

नाम	कार्यकाल	नाम	कार्यकाल
डॉ. माधव सक्सेना "अरविंद"	अक्तू. '69-जून '73	**डॉ. माधव सक्सेना "अरविंद"**	
	अप्रैल '77-जून '77	**(संयोजक)**	जन. 1980-मार्च 1983
	अप्रैल '83-दिसं. '85	डॉ. मिथिलेश कुमार श्रीवास्तव	जन. '80-मार्च '83
	जनवरी '88-मार्च '88	डॉ. ललित हरि शर्मा	जन. '80-जून '82
डॉ. उमेश चंद्र मिश्र (संयोजक)	जन. '70-मार्च '72	श्री राम प्रसाद	जुलाई '82-दिस. '84
		डॉ. गोविंद प्रसाद कोठियाल	
डॉ. प्रताप कुमार माथुर	जन. '70-मार्च '71	**(संयोजक)**	अप्रैल '83-दिस. '85
डॉ. बृज मोहन पांडे	जन. '70-जून '71		फर. '94-अब तक
डॉ. मोहन रामचंदाणी		डॉ. प्रभात कुमार चौहान	अप्रैल '83-दिस. '85
(संयोजक)	अप्रैल '72-जून '73	श्री आइवन बी. राम	जन. '85-मार्च '87
डॉ. हेमचंद्र पंत (संयोजक)	जुलाई '73-दिसं. '74	डॉ. सुमन कुमार शर्मा	जन. '85-मार्च '87
डॉ. राजीव भटनागर	जुलाई '73-दिसं. '74	**डॉ. सत्यनारायण त्रिपाठी**	
डॉ. दुर्गा प्रसाद पांडेय		**(संयोजक)**	जन. '86-मार्च '89
(संयोजक)	जन. '75-दिसं. '78	सुश्री कृष्णा मिश्रा	जन. '86-मार्च '87
श्री कृष्ण चंद्र उपाध्याय	जन. '75-मार्च '75	श्री अमिताभ जोशी	अप्रैल '87-मार्च '89
श्री ललित चंद्र चंदोला	अप्रैल '75-मार्च '77	श्री स्वप्नेश कुमार मल्होत्रा	अप्रैल '87-मार्च '89
डॉ. देवकी नंदन	जुलाई '77-दिसं. '78	डॉ. गोविंद प्रसाद कोठियाल	अप्रैल '88-फर. '94
डॉ. देवकी नंदन (संयोजक)	जन. '79-दिसं. '79	**(स्व.) डॉ. जनार्दन स्वरूप**	
डॉ. उमेश चंद्र मिश्र	जन. '79-दिसं. '79	**(संयोजक)**	अप्रैल '89-फर. '94
डॉ. नरेंद्र शर्मा	जन. '79-दिसं. '79	डॉ. भूपेंद्र सिंह तोमर	अप्रैल '89-मार्च '90
डॉ. प्रताप कुमार माथुर	जन. '79-दिसं. '79		जनवरी '98-अब तक
डॉ. बशेशर लाल गुप्त	जन. '79-दिसं. '79	डॉ. कैलाश चंद्र भल्ला	अप्रैल '89-अब तक
डॉ. सनत कुमार अरोरा	जन. '79-दिसं. '79	डॉ. दुर्गा प्रसाद पांडेय	अप्रैल '90-सित. '95
	जुलाई '82-दिसं. '84	श्री हरि ओम मित्तल	जुलाई '92-अब तक
कु. मालिनी वातल	जन. '79-दिसं. '79	श्री राम नाथ जिंदल	जन. '94-दिस. '97
		डॉ. राज नारायण पांडेय	अप्रैल '95-अब तक

प्रस्तुत अंक 'वैज्ञानिक' का जुलाई-सितंबर 1999 (31/3) अंक है जिसमें 'राजभाषा स्वर्ण जयंती वर्ष' के उपलक्ष में 14 सितंबर 1999 को आयोजित एक संगोष्ठी - 'परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम : एक समीक्षा' में प्रस्तुत वार्ताओं से संबंधित सामग्री को विशेष रूप से प्रकाशित किया गया है। राजभाषा हिंदी से संबंधित कुछ और जानकारियों का भी इसमें समावेश किया गया है। 'वैज्ञानिक' का यह विशेषांक राजभाषा स्वर्ण जयंती वर्ष में पाठकों के लिए परिषद की ओर से एक भेंट है। आने वाले कुछ अंकों में जहां एक ओर हम इस शताब्दी की कुछ क्रांतिकारी खोजों / तकनीकों / वैज्ञानिकों से संबंधित जानकारी देने का प्रयास करेंगे वहीं 21 वीं शताब्दी के विज्ञान / घटनाओं के स्वरूप पर भी प्रकाश

डालने की योजना है। पाठकों से इससे संबंधित लेख / जानकारियां आमंत्रित हैं। इसके साथ पाठकों की प्रतिक्रियाओं की सदैव की भांति अपेक्षा रहेगी ।

डॉ. गोविंद प्रसाद कोठियाल

विज्ञान का प्रसार राजभाषा...

(पृष्ठ - vi का शेष भाग)

वैज्ञानिक व तकनीकी विषयों पर हिंदी में बोलने में न केवल कठिनाई बल्कि झिझक भी होती है। यहाँ यह प्रश्न विचारणीय है कि क्या पचास वर्ष के बाद अहिंदी भाषी शब्द का प्रयोग उचित है ? जब हिंदी हम सबकी राष्ट्रभाषा है तो हम अहिंदी भाषी कैसे हो सकते हैं ? अब हमें 'अहिंदी-भाषी' जैसे शब्दों का प्रयोग नहीं करना चाहिए। राजभाषा स्वर्ण जयंती वर्ष में हिंदी के प्रयोग को अधिकाधिक बढ़ाने के साथ ही प्रादेशिक भाषाओं के विकास के लिए हमें यथासंभव प्रयास करने चाहिए। यह हमारा कर्तव्य भी है।

हमारी सबसे बड़ी चुनौती यह है कि हम नाभिकीय ऊर्जा का प्रयोग, विकास एवं सुरक्षा क्षेत्र में बढ़ायें। राष्ट्रीय सुरक्षा और राष्ट्रीय विकास एक सिक्के के दो पहलू हैं और हमारे विभाग ने इन दोनों क्षेत्रों में काफी सफलता प्राप्त की है।

यद्यपि उक्त चुनौतियां अपने आप में महत्वपूर्ण हैं और हमें कुछ हद तक सफलता भी प्राप्त हुई है परंतु अभी बहुत कुछ करना बाकी है। इसलिए हमारा कर्तव्य बन जाता है कि हम देश को पूर्ण आत्मनिर्भर बनायें और विकासशील देश से उसे एक विकसित देश बनायें। हमारा यह सपना तभी पूरा होगा जब विज्ञान के महत्व को राजभाषा के माध्यम से जन जन तक पहुंचाया जा सकेगा।

❑❑❑

आत्मनिर्भरता से ही ...

(पृष्ठ - viii का शेष भाग)

संभव हो उन्हें हम इस कार्यक्रम में सम्मिलित करें। इसमें उपकरण का उपयोग करने वालों की अहम् भूमिका है। जैसे मैं पहले कह चुका हूं इसमें उनकी सहायक मानसिकता की बात तो है ही, लेकिन इससे भी अधिक पहली बार निर्मित उपकरण से काम चलाने का दृढ़ निश्चय और इससे भी अधिक उप प्रणालियों को एकत्रित कर एक उपकरण के रूप में चलाने की भूमिका महत्वपूर्ण है। इस प्रकार के कार्य में नव निर्मिती का आनंद भी अपने आप में एक विशेष बात है।

अंत में इन चुनौतियों पर हम खरे उतरें है या नहीं इसका फैसला हमारे कार्यक्रम आगे बढ़ते हैं या नहीं इस पर निर्भर करता है। 1974 के बाद जब हमारे विदेशी सहयोगी बीच में काम अधूरा छोड़कर चले गए तो भी हमने अपना कार्यक्रम आगे बढ़ाया है और सफलतापूर्ण बढ़ाया है। राजस्थान और कल्पाक्कम की इकाइयों में जो गंभीर कठिनाइयां आई थीं, उनका हल भी हमने अपने स्वयं के बलबूते पर खोजा है। ध्रुव का निर्माण तो हमारी अपनी कल्पना है। फास्ट ब्रीडर रिएक्टर के ईंधन की समस्या भी हमने अपने अनोखे ढंग से हल कर न केवल प्रतिबंधों की चुनौतियों का अच्छा उत्तर दिया बल्कि इससे इस दिशा में हमारी काबिलियत काफी आगे बढ़ गयी है। ऐसे कई उदाहरणों से आप सब अच्छी तरह से पूर्ण परिचित है। इसी दृढ़ मनोबल के आधार पर हम आगे बढ़ेंगे।

इन चुनौतियों का सामना करने में सहायता मिले इस उद्देश्य से कई नीतियां निर्धारित की गयी हैं। अमरीका जैसे देश ने हम पर प्रतिबंध लगाये हैं। वहां से सामान आयात न करने का फैसला आप पर है। इसमें हमारी क्रय कार्यप्रणाली आप पर किसी प्रकार का बंधन नही रखेगी। आप भाव मंगाने के लिए अमरीका से पूछताछ न करने का फैसला कर सकते हैं। अगर उनका कोटेशन सबसे कम हो तो भी आप उसे अस्वीकार कर सकते हैं। मुझे पूर्ण विश्वास है कि इन प्रतिबंधों के फलस्वरूप हमारी आत्मनिर्भरता और अधिक आगे बढ़ेगी और चूंकि हमारा कार्यक्रम संसार में एक विशिष्ट कार्यक्रम है, ये प्रतिबंध हमें शायद ऐसे स्थान पर ले जाने में सहायक हों जहां से हमें कोई हिला न सके। आइए, हम सब मिलकर भारत को परमाणु विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में और अधिक ऊंचाई पर ले चलें।

❑❑❑

भारतीय नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम

एम. दास
मुख्य अभियंता (स्वास्थ्य, सुरक्षा, पर्यावरण),
न्यूक्लियर पॉवर कार्पोरेशन इंडिया लिमिटेड,
विक्रम साराभाई भवन, अणुशक्तिनगर,
मुंबई - 400 094

भारतीय नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम की शुरुआत 1960 के दशक में अमरीका की सहायता से दो उबलते पानी रिएक्टरों की स्थापना के साथ हुई । यह एक तरह से भारतीय वैज्ञानिकों तथा प्रौद्योगविदों के लिए इस क्षेत्र में तकनीकी एवं व्यावसायिक अनुभव दिलाने में महत्वपूर्ण सिद्ध हुआ । देश में उपलब्ध यूरेनियम तथा थोरियम के भंडारों के आधार पर भारतीय नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम को त्रिचरणीय स्वरूप दिया गया है । इसके अंतर्गत प्रथम चरण में दाबित भारी पानी रिएक्टर के निर्माण का काम चल रहा है, द्वितीय चरण में, द्रुत प्रजनक रिएक्टर तथा तृतीय चरण में, U-233 एवं थोरियम पर आधारित रिएक्टर निर्मित होंगे । हमारी वर्तमान प्रचालित रिएक्टर क्षमता 1840 मेगावाट एवं निमार्णाधीन, रिएक्टर क्षमता 1880 मेगावाट, है जबकि 2880 मेगावाट के रिएक्टरों के लिए स्वीकृति की प्रतीक्षा की जा रही है । इस लेख में इन सभी रिएक्टरों तथा नयी योजनाओं के अंतर्गत रखे गये रिएक्टरों पर प्रकाश डाला गया है ।

भारत ने स्वतंत्रता प्राप्ति के पचास वर्षों के दौरान अर्थव्यवस्था की सभी दिशाओं में तीव्र गति से प्रगति एवं विभिन्न क्षेत्रों में अत्यधिक संवृद्धि प्राप्त की है । कृषि हमारी अर्थव्यवस्था की रीढ़ की हड्डी है एवं भारत की 70% जनसंख्या इस पर निर्भर है । यंत्रीकरण एवं संबंधित गतिविधियों में बहुत अधिक वृद्धि हुई है । फलस्वरूप 1950-51 में जो व्यावसायिक ऊर्जा खपत 26% थी वर्तमान में 60% तक पहुंच गयी है । प्रति व्यक्ति व्यावसायिक ऊर्जा खपत 1970 में 113 KgOe से बढ़कर 240 KgOe हो गयी । भारत वर्ष में कुल ऊर्जा खपत (व्यावसायिक एवं गैर व्यावसायिक) 380KgOe है जिसका अर्थ है 40% ऊर्जा गैर व्यावसायिक स्रोतों यानी बायो ईंधन जैसे लकड़ी, खेतों में बची फसल एवं गोबर इत्यादि से प्राप्त होती है । ऊर्जा में पिछले चार दशकों से जो वृद्धि 6% है, अनुमान है कि 2020 तक यह 6 - 7% हो जायेगी । जनसंख्या वृद्धि के कारण व्यावसायिक ऊर्जा के अंश में क्रमिक वृद्धि एवं पर्यावरण की अनिवार्यताओं के कारण परंपरागत बायो ईंधन की जगह व्यावसायिक ईंधन के उपयोग का अनुमान है । संभावित संसाधन उपयोगिता का एक स्वरूप तालिका - 1 में दिया गया है ।

विद्युत जिसे क्रमिक रूप में अधिक दक्ष एवं मित्र ऊर्जा का स्रोत माना जा रहा है, की मांग में तीव्र गति से वृद्धि हो रही है । 1947 में विद्युत उत्पादन की कुल स्थापित क्षमता 1,300 मेगावाट थी जो बढ़कर मार्च 1999 में 93,000 मेगावाट हो गयी । मुख्य रूप से उपयोग किये जाने वाले तीन साधन अर्थात ताप विद्युत, जल विद्युत, एवं नाभिकीय विद्युत का अंश क्रमशः

तालिका - 1

संभावित संसाधन उपयोगिता		
संसाधन	मात्रा	कोयले के समतुल्य (बिलियन टनों में)
कोयला	196 बिलयन टन	196
तेल	0.6 बिलियन टन	1.2
प्राकृतिक गैस	540 बिलियन क्यूबिक मीटर	1
जल विद्युत	84 गीगावाट (e) 60% पर	0.18 प्रति वर्ष
यूरेनियम दाबित भारी पानी रिएक्टर	————	1.56
द्रुत प्रजनक रिएक्टर	————	130
प्रजनकों में थोरियम	518.000 टन	864

72%, 26% एवं 2% है । वर्तमान प्रचालित ताप विद्युत गृह की अधिकतम क्षमता प्रति इकाई 500 मेगावाट एवं नाभिकीय विद्युत गृह की 220 मेगावाट है। प्रभावशाली प्रयत्नों के बावजूद भी भारत वर्ष में प्रति व्यक्ति विद्युत की खपत मात्र 300 यूनिट ही है ।

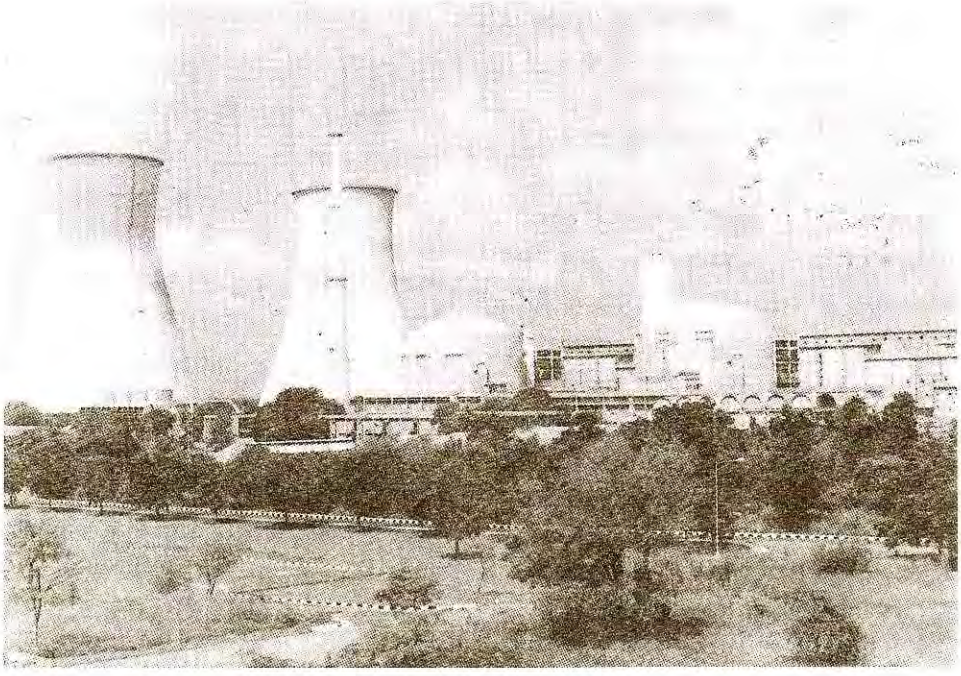
उपरोक्त विवरण से यह स्पष्ट है कि आने वाले दशकों में प्रति व्यक्ति कम विद्युत की खपत तथा वर्तमान एवं भविष्य में जनसंख्या के आकार में वृद्धि के कारण भारत वर्ष को बहुत अधिक विद्युत उत्पादन क्षमता की आवश्यकता होगी । यह अनुमान लगाया गया है कि अगले दशक में 10,000 मेगावाट प्रति वर्ष की दर से स्थापित क्षमता में वृद्धि करने की आवश्यकता होगी ।

भारत की स्थिति विश्व ऊर्जा स्रोत के संबंध में अच्छी नहीं है । विश्व की जनसंख्या का 16% भाग भारत में बसता है जबकि यहां मात्र 0.6% ही तेल एवं इतने ही गैस के भंडार हैं । जल विद्युत उत्पादन की क्षमता भी 80,000 मेगावाट तक सीमित है । परंतु भारत में थोरियम के विशाल भंडार हैं । इस तरह की ऊर्जा की मांग के परिप्रेक्ष्य में यह नितांत आवश्यक हो जाता है कि ऊर्जा के सभी स्रोतों का न्याय संगत उपयोग करना चाहिए । देश में भूगर्भीय ईंधन की सीमित मात्रा की दृष्टि में देश की तात्कालिक एवं दीर्घ कालिक ऊर्जा आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए नाभिकीय विद्युत की अनिवार्यता प्रारंभिक समय से ही महसूस कर ली गयी थी । प्रारंभ में ही दीर्घ कालिक योजना के अंतर्गत डॉ. होमी भाभा ने तीन चरणों के नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम का साहसिक कार्य प्रारंभ किया, जिसके अंतर्गत यूरेनियम के सीमित एवं थोरियम के विशाल भंडारों का न्याय संगत उपयोग, दाबित भारी पानी रिएक्टर (PHWR) एवं तीव्र प्रजनक रिएक्टरों (FBR) के ईंधन चक्रों को संयुक्त करने के कार्य में किया गया। इस कार्यक्रम का महत्व दीर्घकालीन उद्देश्यों के लिए थोरियम का उपयोग एवं देश को स्वावलंबी बनाना था ।

PHWR का चयन अनेक अनुसंधानों एवं विकास की सुविधाओं के लिए किया गया जिसकी आवश्यकता विभिन्न क्षेत्रों में तकनीकी सहयोग के लिए जरूरी थी ।

भारतीय नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम की शुरूआत 1960 के दशक में संयुक्त राज्य अमरीका से आयातित दो उबलते पानी प्रकार के रिएक्टरों (BWRs) की स्थापना के साथ हुई । इन इकाइयों को लगाने का निर्णय नाभिकीय विद्युत की तकनीकी और व्यावसायिक योग्यता को सिद्ध करने, नाभिकीय विद्युतगृहों के प्रचालन एवं अनुरक्षण में अनुभव प्राप्त करने और भारतीय क्षेत्रीय ग्रिड प्रणाली के साथ नाभिकीय बिजलीघरों के प्रचालन की तकनीकी योग्यता को प्रदर्शित करने के लिए किया गया । तारापुर संयंत्र का सारा

चित्र - 1: नरोरा परमाणु विद्युत गृह (इकाई 1 और 2)



चित्र - 2 : काकरापार परमाणु विद्युत गृह (इकाई 1 और 2)

तालिका - 2

भारतीय नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम के तीन चरण
चरण - 1: 10,000 मेगावाट प्राकृतिक यूरेनियम ईंधनीकृत दाबित भारी पानी रिएक्टरों से ।
चरण - 2 : द्रुत प्रजनक रिएक्टरों से जिनमें प्लूटोनियम का प्रयोग ईंधन के रूप में तथा U-233 के प्रजनन के लिए थोरियम का उपयोग करते हैं ।
चरण - 3 : प्रजनक रिएक्टरों से जिनमें U-233 का प्रयोग ईंधन के रूप में एवं थोरियम का प्रयोग करते हैं ।
तीन चरणों के इस कार्यक्रम की स्थैतिक ऊर्जा कोयले के भंडारों की स्थैतिक ऊर्जा से तीन गुना से अधिक है ।

सामान और नाभिकीय ईंधन आयातित था और भारतीय उद्योगों का कार्य निर्माण, रचना तथा सेवा अनुबंधों तक ही सीमित था ।

दाबित भारी पानी रिएक्टरों की अभिकल्पना के विकास के उद्देश्य से दूसरा नाभिकीय बिजलीघर भारत और कनाडा के संयुक्त प्रयासों के द्वारा प्रारंभ किया गया । कनाडा वालों ने नाभिकीय अभिकल्पना का कार्य पूरा किया और पहली इकाई के सभी प्रमुख उपस्करों की पूर्ति का कार्य भी किया । भारत ने निर्माण, स्थापना एवं कमीशनिंग गतिविधियों के उत्तरदायित्व का निर्वाह किया । राजस्थान की दूसरी इकाई के लिए अवयवों के निर्माण का कार्य भारत में ही प्रारंभ किया गया और आयातित अवयवों में काफी कमी हुई ।

PHWR में प्राकृतिक यूरेनियम जो भारत में आसानी से उपलब्ध है, का ईंधन के रूप में प्रयोग करते हैं, जिससे यूरेनियम परिष्करण संयंत्र में भारी लागत की बचत होती है । PHWR में यूरेनियम की आवश्यकता कम होती है एवं प्लूटोनियम का उत्पादन अधिक । भारत में PHWR रिएक्टर के उपस्करों के उत्पादन के लिए समुचित आधारभूत सुविधाएं उपलब्ध थीं । नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम के निम्न तीन चरण हैं जिनका कुछ विवरण तालिका - 2 में दिया गया है ।

चरण - 1 दाबित भारी पानी रिएक्टर का निर्माण, जिसमें प्राकृतिक यूरेनियम का उपयोग ईंधन के रूप में तथा भारी पानी का उपयोग मंदक एवं शीतलक के रूप में करते हैं । इन रिएक्टरों में इस्तेमाल हुए ईंधन की पुनः प्रक्रिया कर प्लूटोनियम की प्राप्ति की जाती है ।

चरण - 2 द्रुत प्रजनक रिएक्टरों का निर्माण, जिसमें चरण-1 से उत्पन्न प्लूटोनियम का उपयोग ईंधन के रूप में करते हैं । इन रिएक्टरों में थोरियम द्वारा U-233 का प्रजनन भी होता है ।

चरण - 3 इन रिएक्टरों में U-233 एवं थोरियम का उपयोग ईंधन के रूप में करते हैं ।

इन कार्यक्रमों पर आधारित, प्रचालित, निर्माणाधीन तथा स्वीकृति की प्रतीक्षा वाले रिएक्टरों से संबंधित कुछ जानकारी तालिका 3 से 5 में दी गयी है ।

भारत के स्वावलंबी कार्यक्रम के साहसिक प्रयास के संदर्भ में यूरोपीय एवं उत्तरी अमरीकी देशों की तुलना में भारत की स्थिति बहुत गंभीर थी । इन देशों में तब तक उच्च तकनीकी के औद्योगिक संसाधनों की स्थापना विशेषकर अंतरिक्ष एवं रक्षा से संबंधित गतिविधियों में हो चुकी थी ।

इस क्षेत्र में दीर्घकालीन आत्मनिर्भरता की प्राप्ति हेतु परमाणु ऊर्जा विभाग ने ईंधन की संरचना, जिरकोनिम मिश्रित अवयवों, रिएक्टर के परिशुद्ध अवयवों के उत्पादन एवं भारी पानी के उत्पादन के लिए सुविधाओं की स्थापना की । अंतर्राष्ट्रीय नाभिकीय मानकों के अनुसार विभिन्न उपस्करों एवं अवयवों की पूर्ति एवं निर्माण के लिए उत्पादकों के विकास के लिए महत्वपूर्ण प्रयास

तालिका - 3

वर्तमान में प्रचालित रिएक्टरों का विवरण									कुल - 1840 मेगावाट		
प्रचालित रिएक्टर	रिएक्टर का प्रकार	स्थापित क्षमता (मेगावाट)	स्थापना स्थल	परियोजना प्रारंभ	क्रांतिकता	व्यावसायिक प्रचालन	औसत क्षमता गुणांक जीवन काल जून - 99 %	औसत क्षमता गुणांक जीवन काल जून - 99 %	सकल उत्पादन जून-99 तक (मिलियन यूनिट)	परियोजना लागत (करोड़ रुपए)	इकाई ऊर्जा (मूल्य रुपए प्रति किलो वाट घंटे)
तारापुर-1	उबलता पानी	160	तारापुर (महाराष्ट्र)	अक्तूबर 64	फरवरी 69	अक्तूबर 69	56	73	27,053	93	0.83
तारापुर -2		160		अक्तूबर 64	फरवरी 69	अक्तूबर 69	56	70	26,825		
राजस्थान-1	दाबित भारी पानी	100	कोटा (राजस्थान)	दिसंबर 64	अगस्त 72	दिसंबर 73	25	38	9,882	431*	2.06
राजस्थान-2		200		अप्रैल 68	अक्तूबर 80	अप्रैल 81	62	75	16,375		2.22
मद्रास-1	दाबित भारी पानी	170	कलपक्कम (तमिलनाडु)	फरवरी 70	जुलाई 83	जनवरी 84	52	65	14,960	246	1.82
मद्रास-2		170		मई 71	अगस्त 85	मार्च 86	52	66	12,719		
नरोरा-1	दाबित भारी पानी	220	नरोरा (उत्तर प्रदेश)	फरवरी 76	मार्च 89	जनवरी 91	50	58	8,198	782	2.07
नरोरा-2		220		फरवरी 76	अक्तूबर 91	जुलाई 92	61	67	8,278		
काकरापार-1	दाबित	220	काकरापार	दिसंबर 83	सितंबर 92	मई 93	54	62	6,437		
काकरापार-2	भारी पानी	220	(गुजरात)	दिसंबर 83	जनवरी 95	सितंबर 95	75	81	5,539	1,367	2.60

**नवीनीकरण सहित*

किये गये। चेन्नई के निकट कलपक्कम में तीसरे नाभिकीय विद्युत गृह की स्थापना में भारत ने हर क्षेत्र में कार्य अपने हाथों में ले लिया। चेन्नई में अभिकल्पना परिवर्तन के कई कार्य किये गये।

नये सुरक्षा सिद्धांतों को संतुष्ट करने हेतु भूकंपीय योग्य उपस्करों एवं प्रणालियों के विकास से नाभिकीय विद्युत गृहों में क्रमिक परिवर्तन हुए एवं उन्नत अभिकल्पना का विकास हुआ। स्वदेशी तौर पर विकसित प्रमाणिक 220 मेगावाट के नाभिकीय विद्युत संयंत्र की प्रथम दो इकाइयों में देश में विकसित औद्योगिक आधारभूत संसाधनों एवं अनुसंधानों में अथक प्रयास किये गये। विभिन्न तकनीकी विषयों पर विदेशों द्वारा लगाये गये प्रतिबंधों के कारण, जो आज भी लागू हैं, भारत को यह स्वत: ही अर्जित करना पड़ा। नरोरा परमाणु विद्युत गृह की सफलतापूर्वक कमीशनिंग से अभिकल्पना, निर्माण, उपस्करों की रचना तथा नाभिकीय विद्युत गृहों के प्रचालन एवं अनुरक्षण की संपूर्ण योग्यता स्थापित हुई। इस प्रक्रिया में भारत वर्ष में नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम के लिए एक अच्छे औद्योगिक आधारभूत संसाधनों का निर्माण हुआ। रिएक्टर तकनीकी के हर क्षेत्र में आत्मनिर्भरता की स्थापना हुई। स्वदेशी तकनीकी का उपयोग करके नरोरा के पश्चात् काकरापार में नाभिकीय विद्युत गृह की दो और इकाइयों का निर्माण एवं कमीशनिंग न्यूनतम संभावित समय में किया गया। काकरापार में KAPS की सफलतापूर्वक कमीशनिंग ने एक बार पुन: दिखा दिया कि भारत तकनीकी क्षेत्र में परिपक्व है एवं इसके प्रयोग में पूरी तरह से सक्षम है। इसने यह भी स्थापित किया कि नाभिकीय विद्युत सुरक्षित, पर्यावरण अनुकूल एवं विद्युत उत्पादन के लिए सस्ता एवं योग्य स्रोत है एवं इसकी कीमत की तुलना कोयले पर आधारित ताप विद्युत गृह से की जा सकती है।

गुजरात में काकरापार परमाणु विद्युत गृह की दूसरी इकाई के सितंबर 1995 में व्यावसायिक प्रचालन के साथ न्यूक्लियर पॉवर कारपोरेशन की स्थापित विद्युत क्षमता 1840 मेगावाट हो गयी। वर्तमान में चार इकाइयां कैगा - 1 और - 2 कारवार के निकट एवं राजस्थान में RAPP-3 और - 4 निर्माण के अंतिम चरणों में हैं। कैगा एवं राजस्थान की एक एक इकाइयों की कमीशनिंग इस वर्ष एवं दूसरी इकाइयों की कमीशनिंग अगले वर्ष निर्धारित है। इन इकाइयों के कार्य को पूरा करने के बाद कंपनी की स्थापित क्षमता 2720 मेगावाट हो जायेगी।

नाभिकीय विद्युत एवं PHWR प्रणाली की वृद्धि की दृष्टि में तथा उत्पादन मूल्य में और कमी के लिए बड़े आकार की प्रणाली की अभिकल्पना की आवश्यकता हुई और इसके लिए 500 मेगावाट के PHWR का विकास हुआ। 500 मेगावाट की अभिकल्पना पर आधारित दो इकाइयों का कार्य तारापुर में पिछले वर्ष प्रारंभ हो चुका है। 500 मेगावाट की चार और इकाइयों एवं 200 मेगावाट की चार और इकाइयों के लिए क्रमश: तारापुर एवं कैगा में स्थल चयन का निर्णय कर लिया गया है। इनके लिए आधारभूत संसाधनों के विकास एवं अधिक समय में वितरित होने वाले उपस्करों की खरीदी का कार्य प्रारंभ हो चुका है। 500 मेगावाट की 6 और इकाइयों का कार्य योजना के अंतर्गत है।

भारतीय नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम ने जनता से संबंधित हर क्षेत्र में दक्षता प्राप्त कर ली है जिनमें से मुख्य सुरक्षा संबंधी एवं उच्च स्तरीय दीर्घ जीवन रेडियो सक्रिय अपशिष्ट का प्रबंधन है। नाभिकीय संस्थानों में उच्च सुरक्षा मानकों का अनुकरण किया जाता है जो सामान्यत: अंतर्राष्ट्रीय संहिता के अनुरूप होते हैं। अपशिष्टों के व्यवहार से संबंधित सभी तकनीकी विषयों में दक्षता प्राप्त कर ली गयी है। सभी पुराने (तारापुर, राजस्थान एवं मद्रास) तथा नये (नरोरा एवं काकरापार) नाभिकीय विद्युत गृहों ने बहुत अच्छा कार्य प्रदर्शन किया है और उनसे उत्पादित विद्युत का विक्रय प्रतिस्पर्धात्मक दरों पर किया गया। नाभिकीय विद्युत संयंत्रों से एक लाख छत्तीस हजार मिलियन यूनिट का विद्युत उत्पादन इस वर्ष जून तक किया जा चुका है। बिना किसी दुर्घटना और पर्यावरण में बिना रेडियो धर्मिता के 130 वर्षों का रिएक्टर प्रचालन अनुभव प्राप्त किया जा चुका है। इन संयंत्रों के प्रचालन में अनेक

तालिका - 4

निर्माणाधीन रिएक्टरों का विवरण कुल क्षमता - 1880 मेगावाट					
परियोजना	रिएक्टर के प्रकार	स्थापित क्षमता मेगावाट	स्थापना स्थल	परियोजना प्रारंभ	क्रांतिकता
कैगा - 1	दाबित भारी पानी	220	कारवार (कर्नाटक)	मई - 88	सितंबर - 99
कैगा - 2		220		मई - 88	जून - 2000
राजस्थान - 3	दाबित भारी पानी	220	कोटा (राजस्थान)	अगस्त - 88	अक्तूबर - 1999
राजस्थान - 4		220		अगस्त - 88	जुलाई - 2000
तारापुर - 3	दाबित भारी पानी	500	तारापुर (महाराष्ट्र)	अक्तूबर - 98	जुलाई - 2006
तारापुर - 4		500		अक्तूबर - 98	अक्तूबर - 2005

मुश्किल अनुरक्षण गतिविधियों को भी स्वेदशी तकनीकी के जरिए सफलतापूर्वक पूरा किया गया ।

द्रुत प्रजनक परीक्षण रिएक्टर की स्थापना, जिसने हाल ही में कलपक्कम में विद्युत का उत्पादन प्रारंभ कर दिया है एवं हाल ही में 30 किलोवाट के अनुसंधान रिएक्टर 'कामिनी', जो यूरेनियम 233 का उपयोग ईंधन के रूप में करता है की कमीशनिंग के साथ नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम के दूसरे चरण का कार्य प्रारंभ हो चुका है । 500 मेगावाट के मूल रूप की द्रुत प्रजनक परीक्षण रिएक्टर की एक इकाई की स्थापना की योजना का लक्ष्य है, जिसकी अभिकल्पना का कार्य तीव्र गति से चल रहा है ।

हमारे भविष्य के कार्यक्रम के लिए भारत ने ईंधन चक्र तकनीकी का भी विकास कर लिया है जिसमें खनन से लेकर प्राकृतिक यूरेनियम ईंधन की रचना, पुनः प्रक्रिया तकनीकी, प्लूटोनियम एवं थोरियम आधारित ईंधन का संरचना तक के कार्य सम्मिलित है । नाभिकीय अपशिष्टों के थोड़ी और लंबी अवधि के भंडारण से संबंधित सभी तकनीकी पहलुओं में दक्षता प्राप्त की जा चुकी है । संबंधित अपशिष्ट प्रबंधन सुविधाओं का भी संतोषजनक विकास हो चुका है ।

परमाणु ऊर्जा विभाग तथा इसकी इकाई न्यूक्लियर पॉवर कारपोरेशन और भारतीय उद्योगों एवं संस्थानों के संयुक्त प्रयासों द्वारा नाभिकीय विद्युत संयंत्रों की अभिकल्पना, उपस्करों की कारीगरी, निर्माण तथा प्रचालन एवं अनुरक्षण का संपूर्ण सामर्थ्य के साथ विकास किया जा चुका है । आज भारत विश्व के कुछ चुने हुए देशों में से हैं जिन्होंने इस सामर्थ्य का विकास किया है ।

हमारे स्वदेशी कार्यक्रम को बिना प्रभावित किये हुए नाभिकीय विद्युत के योगदान में वृद्धि की दृष्टि से विभाग ने विदेशी तकनीकी एवं लागत से नाभिकीय संयंत्रों की स्थापना के लिए भी प्रयास किया है । इसके अनुसार सोवियत गणराज्य की सहकार्यता में 1000 मेगावाट की दो इकाइयों वी. वी. ई. आर. (VVER) प्रकार के रिएक्टरों की कुडनकुलम में स्थापना की योजना है ।

हमें VVER-1000 की जो तकनीकी प्राप्त होगी, वह अति आधुनिक तीसरी पीढ़ी की तकनीकी होगी जो सिद्धांतों, लक्षणों एवं निर्माण में पश्चिमी अभिकल्पना के समरूप होगी । संयंत्र की अभिकल्पना सुरक्षा प्रणालियों के संदर्भ में अंतर्राष्ट्रीय व्यावहारिक प्रमाणकों के अनुरूप होगी । मूल धारणा इस संयंत्र में

तालिका - 5

रिएक्टर स्वीकृति की प्रतीक्षा में		कुल क्षमता - 2880 मेगावाट	
रिएक्टर	रिएक्टर के प्रकार	स्थापित क्षमता (मेगावाट)	स्थापना स्थल
कैगा 3-4-5-6	दाबित भारी पानी	220x4 = 880	कारवार कर्नाटक
राजस्थान 5-6-7-8	दाबित भारी पानी	500x4 = 2000	कोटा राजस्थान
भावी योजना के अंतर्गत रिएक्टर		कुल क्षमता - 5000 मेगावाट	
कुडनकुलम 1-2	वी. वी. ई. आर.	1000x2 = 2000	कुडनकुलम तमिलनाडु
छः इकाइयाँ	दाबित भारी पानी	500x6 = 3000	अनिश्चित

गहराई तक सुरक्षा के साथ साथ बहुतता, भिन्नता, स्वतंत्रता एवं असफल सुरक्षित अभिकल्पना के उपयोग की होगी। विश्व में करीब 45 प्रकार के रिएक्टर संयंत्र 1970 के बाद की अवधि से प्रचालन स्थिति में हैं जो इनके सुरक्षित एवं विश्वसनीय प्रचालन का विशिष्ट प्रमाण है। इनमें से संयंत्र की 19 इकाइयां हैं, जो दो बुलगारिया, सात रूस और दस उक्रेन में हैं। इनके अलावा दो इकाइयां चेक गणराज्य में निर्माणावस्था में हैं। हाल ही में चीन और ईरान ने भी अपने देशों में 1000 मेगावाट की दो इकाइयों के अनुबंध हस्ताक्षरित किये हैं। पहले चरण नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम की समीक्षा तालिका - 6 से स्पष्ट होती है।

नाभिकीय विद्युत स्वच्छ, ठोस और सांद्रित है। अन्य व्यावसायिक विद्युत उत्पादन स्रोतों की तुलना में इसका पर्यावरण पर प्रभाव सबसे कम है। नाभिकीय विद्युत कार्बन डाइ ऑक्साइड (CO_2) नाइट्रोजन डाई ऑक्साइड (NO_2) और सल्फर डाई ऑक्साइड (SO_2) नहीं छोड़ते हैं जिससे ग्रीन हाउस प्रभाव अर्थात् पृथ्वी के ताप में वृद्धि तथा अम्लीय वर्षा से पर्यावरण की रक्षा होती है। नाभिकीय विद्युत संयंत्रों स्थापना के लिए बहुत कम जमीन एवं बहुत कम स्थानीय जन संख्या के विस्थापन की आवश्यकता होती है।

पर्यावरण पर प्रभाव से संबंधित सभी विषयों पर नाभिकीय विद्युत तकनीकी ने उचित दक्षता प्राप्त कर ली गयी है और इसके मूल्य का नाभिकीय विद्युत संयंत्र के मूल्य में समावेश कर लिया गया है जबकि भूगर्भीय ईंधनों पर आधारित विद्युतगृहों से उत्पन्न वातावरण प्रदूषण के नियंत्रण का खर्च बहुत अधिक होगा और यदि इस कीमत का समावेश संयंत्र लागत में कर दिया जाय तो नाभिकीय विद्युत का उदय स्पष्ट रूप से प्रिय होगा।

नाभिकीय विद्युत के विकास से बहुत से अन्य लाभों के अलावा विशेष लाभ उन क्षेत्रों में जो कोयले एवं गैस के संसाधनों से काफी दूर हैं, के लिए निश्चित रूप से ऊर्जा स्रोत के लिए विकल्प है। कोयले पर आधारित विद्युत गृह में ईंधन के परिवहन के खर्च की तुलना में नाभिकीय विद्युत गृह में ईंधन परिवहन खर्च नहीं है। भारत वर्ष में बेस लोड विद्युत गृहों में कोयला मुख्य ईंधन है, और अधिकतर कोयले में राख की मात्रा अधिक होती है। हमारे कोयले के संसाधन अधिकतर देश के मध्य एवं पूर्वी भाग में स्थित हैं जबकि विद्युत भार (लोड) का बड़ा भाग देश के उत्तरी पश्चिम, पश्चिम एवं दक्षिण क्षेत्र में है। इसलिए देश में ताप विद्युतगृहों की आवश्यकताओं के लिए कोयले का लंबी दूरी तक परिवहन आवश्यक हो गया। उच्च राख कोयले का सुदूर

तालिका - 6

पहले चरण के नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम की समीक्षा	
रिएक्टर इकाइयों के प्रकार	कुल क्षमता (मेगावाट)
प्रचालित रिएक्टर 2 उबलता पानी (2x160 मेगावाट); 8 दाबित भारी पानी (1x100, 1x200, 4x220, 2x170 मेगावाट)	1840
निर्माणाधीन रिएक्टर 4 दाबित भारी पानी (220 मेगावाट प्रति) 2 दाबित भारी पानी (500 मेगावाट प्रति)	1880
स्वीकृति की प्रतीक्षा में रिएक्टर 8 दाबित भारी पानी (4x500, 2x220 मेगावाट)	2880
योजना के अंतर्गत रिएक्टर 6 दाबित भारी पानी (6x500 मेगावाट) 2 वी. वी. ई. आर. (2x1000 मेगावाट)	5000
योग	11,600

परिवहन बहुत खर्चीला है तथा व्यस्त परिवहन व्यवस्था पर अतिरिक्त बोझ है। कोयले के भंडारों में कम दूरी पर ही विद्युत गृहों के निर्माण के प्रयासों के बाद भी विद्युत गृह तक कोयले को औसतन 600 किलोमीटर तक परिवहन करना पड़ता है। भारतवर्ष में नाभिकीय विद्युत ही लंबी अवधि के लिए विद्युत का प्रमुख स्रोत होगा, क्योंकि देश में जल एवं कोयले के भंडार भौगोलिक रूप से हर जगह समान रूप से व्याप्त नहीं हैं।

हालांकि निकट भविष्य में विद्युत उत्पादन के लिए तापीय (भूगर्भीय स्रोतों) एवं जल स्रोतों की ही प्रमुखता रहेगी, परंतु ऊर्जा की बढ़ती मांग की प्राप्ति के लिए इनका पर्यावरण पर पड़ने वाले प्रतिकूल प्रभाव एवं कोयले के परिवहन की समस्या को देखते हुए इनके और अधिक विकास को हतोत्साहित करेगी। भूगर्भीय ईंधनों का तीव्र गति से खत्म होना भी विद्युत उत्पादन के लिए वैकल्पिक स्रोतों को अपनाने के लिए मजबूरी का कारण होगा।

इन कारणों से वर्तमान संदर्भ में भारत के लिए नाभिकीय विद्युत महत्वपूर्ण है और लंबी अवधि की ऊर्जा आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए अनिवार्य विकल्प है। 1995 से 99 तक नाभिकीय ऊर्जा से प्राप्त शुद्ध लाभ का ब्यौरा तालिका - 7 में दिया गया है।

देश में नाभिकीय विद्युत संयंत्रों की अभिकल्पना, निर्माण एवं प्रचालन में सुरक्षा को सबसे अधिक महत्व दिया जाता है। भारत सरकार द्वारा गठित परमाणु ऊर्जा नियामक बोर्ड (AERB) द्वारा सुरक्षा विषयों का सदैव पुनः निरीक्षण किया जाता है।

भारत ने करीब 130 रिएक्टर प्रचालन वर्ष पूरे

तालिका - 7

प्रदर्शन झलकियाँ					
विवरण		1995-96	1996-97	1997-98	1998-99
उत्पादन (मिलियन इकाई)	वास्तविक	7983	9068	9619	11174
	लक्ष्य	7950	7570	8515	9795
क्षमता गुणांक (%)		60	67	71	75
आय (करोड़ रुपए)		925	1233	1383	1901.5
शुद्ध लाभ (करोड़ रुपए)		152	253	265	361.5

कर लिये हैं । नाभिकीय विद्युत संयंत्रों के प्रचालन में सुरक्षा का विशिष्ट रिकार्ड बनाया गया है । देश में नाभिकीय विद्युत संयंत्रों का प्रचालन दुर्घटना रहित हुआ है । विकिरण द्वारा किसी के घायल होने या मरने की घटना नहीं हुई है । नाभिकीय विद्युत संयंत्रों से गैसीय एवं तरल रेडियोधर्मिता की मुक्ति परमाणु ऊर्जा नियामक बोर्ड द्वारा निर्दिष्ट सीमाओं से बहुत कम दर्ज की गयी है ।

देश की अन्य औद्योगिक दुर्घटनाओं के वर्तमान राष्ट्रीय स्तर की तुलना में नाभिकीय विद्युत संयंत्रों में दुर्घटना की आवृत्ति एवं कठोरता दर निर्माण और प्रचालन की अवधि में बहुत कम है । अंतर्राष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा एजेन्सी (IAEA) तथा अंतर्राष्ट्रीय विकिरण सुरक्षा आयोग (ICRP) द्वारा गठित मानकों एवं अन्य सभी मानकों एवं दिशानिर्देशों का पालन न्यूक्लियर पॉवर कारपोरेशन द्वारा किया जाता है ।

भारत उन प्राथमिक देशों में से एक है, जिसने व्यक्तिगत विकिरण सीमा के नीचे की ओर संशोधित संस्तुतियों ICRP 60 (1990) को अपनाया है । ए. ई. आर. बी. के द्वारा निर्दिष्ट व्यक्तिगत सीमा के द्वारा व्यावसायिक विकिरण उद्‌भासन का नियंत्रण किया जाता है । तरल एवं गैसीय निस्तार से रेडियोधर्मिता की सीमा, जनता की सीमा के भाग का बहुत छोटा अंश होती है । चालू संयंत्रों से जनता को प्राप्त होने वाला विकिरण अनुमोदित सीमा से बहुत कम होता है । पर्यावरण सर्वेक्षण प्रयोगशालाएं जो प्रत्येक विद्युत गृहों के पास मानीटरन करती हैं ने यह प्रमाणित किया है कि नाभिकीय विद्युत गृह पर्यावरण के लिए सुरक्षित हैं ।

भारत, विवरण प्रदान करने की अंतर्राष्ट्रीय प्रणाली, अंतर्राष्ट्रीय नाभिकीय घटना परिमाण (INES) का पालन करता है और भारत का नाभिकीय ऊर्जा कार्यक्रम सुरक्षित एवं सस्ते पर्याय के रूप में न सिर्फ देश की ऊर्जा मांग की पूर्ति के लिए परिपक्व है बल्कि तकनीकी के साहसिक निर्यात एवं विकास की त्वरित गति को तकनीकी सहायता भी प्रदान करने के लिए पूर्णतया तैयार है । भारत के संदर्भ में चूंकि भविष्य की ऊर्जा मांग बहुत अधिक है इसलिए ऊर्जा के विभिन्न स्रोतों के विकास की आवश्यकता है । लंबी अवधि के ऊर्जा प्रबंधन में नाभिकीय विद्युत को महत्वपूर्ण भूमिका अदा करनी होगी और 2020 तक कुल स्थापित क्षमता में कम से कम 10 प्रतिशत भाग नाभिकीय विद्युत का होगा अर्थात् नाभिकीय विद्युत द्वारा 20,000 मेगावाट विद्युत उत्पादन की योजना है ।

❑❑❑

नाभिकीय ईंधन का विकास

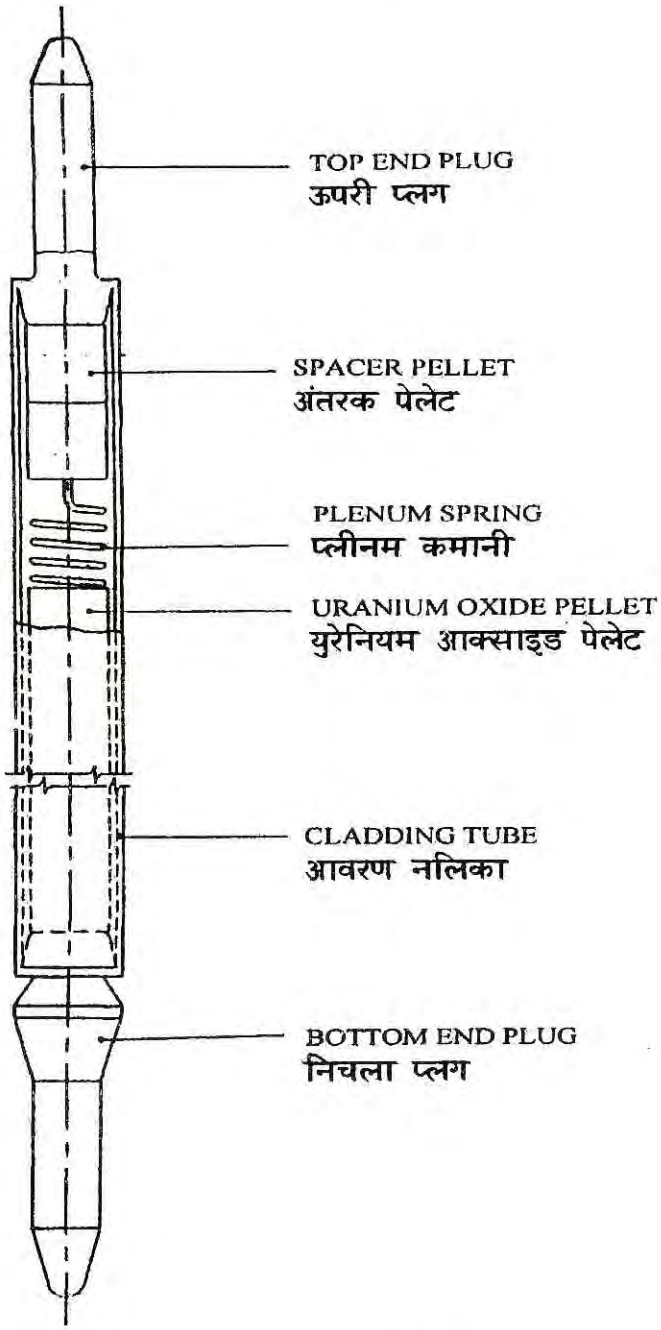
अनिल कुमार आनंद
निदेशक, तकनीकी समन्वय व अंतर्राष्ट्रीय सहयोग वर्ग
एवं अध्यक्ष, हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद, भा. प. अ. केंद्र,
मुंबई - 400 085

नाभिकीय ईंधन अन्य प्राकृतिक ईंधनों की तुलना में लंबे समय तक चलता है। अत: इसकी बनावट पर विशेष ध्यान दिया जाता है। एक तरफ ईंधन का आवरण अनुकूलतम पतला होना चाहिए अन्यथा यह न्यूट्रॉन का अधिक अवशोषण करेगा और उसका मूल्य बढ़ जायेगा। दूसरी तरफ ईंधन से अधिकतम संभव मात्रा में ऊर्जा निकालना होता है अत: ईंधन छड़ को रिएक्टर में अधिक समय तक रहने योग्य होना चाहिए। ये दोनों आवश्यकताएं परस्पर विरोधी हैं जिनकी वजह से ईंधन अभिकल्पन बहुआयामी विषय हो जाता है। ईंधन का खर्च रिएक्टर संचालन के खर्च का एक बहुत बड़ा भाग होता है। अत: बिजली की लागत को कम रखने के लिए ईंधन की लागत को कम रखना पड़ता है जो विवेक तथा सूझबूझ के साथ किये विकास कार्यों पर निर्भर करेगा। इस लेख में ईंधन पदार्थ एवं उसके विकास पर प्रकाश डाला गया है।

नाभिकीय ऊर्जा के रहस्य की जानकारी करीब 57 वर्ष पूर्व 1942 में प्राप्त हुई थी। यह भली भांति विदित है कि इस ऊर्जा का प्रारंभिक प्रयोग आण्विक शस्त्रों के लिए हुआ जो अपने आप में एक उच्चतम दर्जे का तकनीकी कार्य था। जब इस ऊर्जा का प्रयोग मानव कल्याण के लिए सोचा गया, यह भी टेक्नोलॉजी के लिए उतनी ही बड़ी चुनौती थी।

सभी प्राकृतिक ईंधनों में ऊर्जा सीमित होती है और वे जलकर राख या निकास हवाओं में बदल जाते हैं और उनकी जगह नये ईंधन को डालना पड़ता है। नाभिकीय ईंधन अपनी क्षमता के कारण लंबे समय तक जलता रहता है अत: उसको विशेष बनावट देना आवश्यक है। नाभिकीय ऊर्जा की पैदा होने की क्रिया अत्यंत तेजी से होती है इसलिए उचित शीतलक भी जरूरी है। जलने के साथ-साथ उसमें रेडियोसक्रिय विखंडन उत्पादों का निर्माण होता रहता है जिन्हें वातावरण में आसानी से नहीं छोड़ा जा सकता है।

अत: सबसे प्रथम कार्य उचित प्रकार की ईंधन छड़ों का विकास करना था। यह विकास विभिन्न प्रकार के रिएक्टरों की क्षमता, शीतलक के दबाब एवं तापक्रम आदि को ध्यान में रखकर किया गया। सरसरी तौर पर ऐसा लगता है कि ईंधन की अभिकल्पना अत्यंत सरल है। लेकिन यह एक भ्रम साबित होता है। जैसा चित्र - 1 में दर्शाया गया है कि नाभिकीय ईंधन के थोड़े से ही घटक होते हैं यथा यूरेनियम छड़ अथवा यूरेनियम ऑक्साइड पैलेट, उन पर चढ़ा आवरण, दोनों छोर के प्लग आदि। परंतु नाभिकीय ईंधन को अधिकतम न्यूट्रॉन फ्लक्स एवं तापक्रम में लंबे समय तक कार्य करने के कारण इन कठिन परिस्थितियों में अपने आप को सिद्ध भी करना आवश्यक होता है। यह परीक्षा हानिकारक


TOP END PLUG
ऊपरी प्लग
SPACER PELLET
अंतरक पेलेट
PLENUM SPRING
प्लीनम कमानी
URANIUM OXIDE PELLET
युरेनियम आक्साइड पेलेट
CLADDING TUBE
आवरण नलिका
BOTTOM END PLUG
निचला प्लग

चित्र - 1 : ईंधन पिन

रेडियोसक्रिय विखंडन उत्पादों को वातावरण में न जाने देने के कारण आवश्यक है । जैसा ऊपर कहा गया है कि प्राकृतिक ईंधनों की राख या धुआं कुछ हद तक वातावरण में छोड़े जा सकते हैं किंतु ऐसा विखंडन उत्पादों के लिए संभव नहीं है ।

ईंधन, वातावरण और विखंडन उत्पाद के बीच में पहला अवरोध है । अत: ईंधन को कवच अथवा आवरण से ढक कर रखना अति आवश्यक है । ईंधन के आवरण में यदि कोई क्षति होती है तो विखंडन पदार्थ शीतलक में प्रवेश कर जायेगा जिसकी वजह से शीतलक दूषित हो जायेगा । यही विखंडन उत्पाद दुर्घटना की वजह से वातावरण में आने पर आम आदमी को प्रभावित करते हैं ।

अत: ईंधन की संरचना ऐसी होनी चाहिए कि यह क्षतिग्रस्त न हो । इसके साथ ईंधन अभिकल्पना में दूसरी कई अन्य बातों का भी ध्यान रखना पड़ता है जो ईंधन संरचना को जटिल बनाते हैं । उदाहरणस्वरूप -

- ईंधन का आवरण काफी मजबूत होना चाहिए ताकि यह आसानी से क्षतिग्रस्त न हो सके ।
- ईंधन का आवरण अनुकूलतम पतला होना चाहिए अन्यथा यह न्यूट्रॉन का अधिक अवशोषण (absorb) करेगा जिसकी वजह से ईंधन का मूल्य बढ़ेगा ।
- ईंधन से अधिकतम संभव मात्रा में ऊर्जा निकलनी चाहिए । इसके लिए ईंधन छड़ को रिएक्टर में अधिक समय तक रहने योग्य होना चाहिए ।

उपरोक्त आवश्यकताएं परस्पर विरोधी हैं जिनकी वजह से ईंधन अभिकल्पन एक बहुआयामी विषय हो जाता है जिसमें भौतिक शास्त्र, रसायन शास्त्र, तापीय ऊर्जा स्थानांतरण (heat transfer), द्रव गतिकी (fluid dynamics), धातु विज्ञान इत्यादि का ध्यान रखा जाता है ।

चित्र - 1 में ईंधन का प्रारंभिक स्वरूप दिखाया गया है । एक रिएक्टर क्रोड में इस तरह के हजारों पिन हो सकते हैं । इनके प्रयोग को सरल बनाने के लिए इनके बंडल बनाये जाते हैं । एक ईंधन बंडल के निम्नलिखित भाग होते हैं :-

- टाई प्लेट (tie plate) जो सारे ईंधन को बांध कर रखती है । टाई प्लेट को उठाने के लिए उसमें हुक हो सकते हैं ।
- अंतरक (spacer) जो ईंधन पिनों के बीच दूरी बनाये रखने के लिए होते हैं । दो पिनों के बीच की जगह से शीतलक प्रवाहित होता है । साथ ही यह ईंधन पिन को सहारा देता है और दृढ़ता प्रदान करता है ।

ईंधन मुख्यत: बेलन के आकार का होता है । परंतु यह समतल पट्टी के आकार का भी हो सकता है । कई पट्टियों को जोड़कर एक बक्से का आकार दिया जाता है । चित्र - 2 में समतल पट्टी वाले ईंधन को दर्शाया गया है । समतल प्लेट का सतही क्षेत्रफल उसके आयतन के अनुपात से अधिक होता है । अत: इस तरह की संरचना का उपयोग अधिक ताप घनत्व के लिए होता है ।

ईंधन पदार्थ :

मुख्यत: यूरेनियम और प्लूटोनियम दो न्यूक्लीय विखंडनशील तत्त्व हैं । अत: ईंधन में प्रयुक्त धातु यूरेनियम या प्लूटोनियम के ही अवयव होते हैं ।

यूरेनियम

यूरेनियम को आम धातु निर्माण पद्धति जैसे एक्स्ट्रूसन, रोलिंग, ड्राइंग इत्यादि से विभिन्न रूप दिया जा सकता है । इस निर्माण पद्धति में हीट ट्रीटमेंट की आवश्यकता पड़ती है जो यूरेनियम की आण्विक संरचना पर हुए दुष्प्रभाव को समाप्त कर देता है ।

यूरेनियम के प्रयोग में मुख्य कठिनाई इसका प्रयोग के दौरान फूलना है जिसकी वजह से इससे बहुत ज्यादा ऊर्जा नहीं निकाली जा सकती । इसके अलावा यूरेनियम उच्चताप पर पानी के साथ अभिक्रिया करता है । इस कारण इसका उपयोग केवल अनुसंधान में काम आने वाले रिएक्टरों में ही किया जाता है जहां अपेक्षाकृत तापमान कम रहता है और ईंधन बदलने के

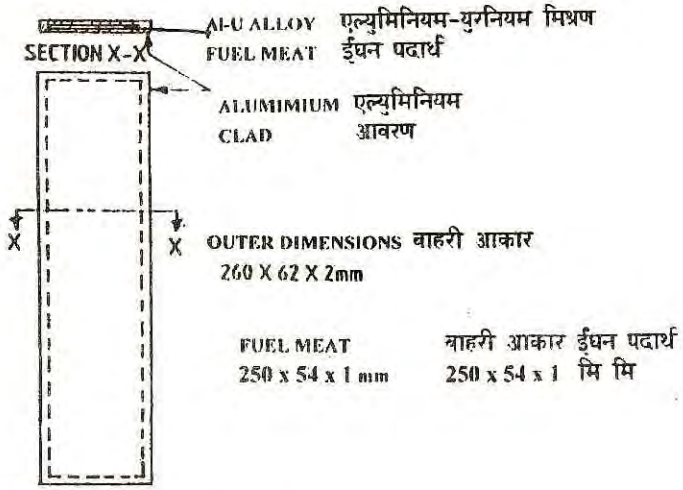
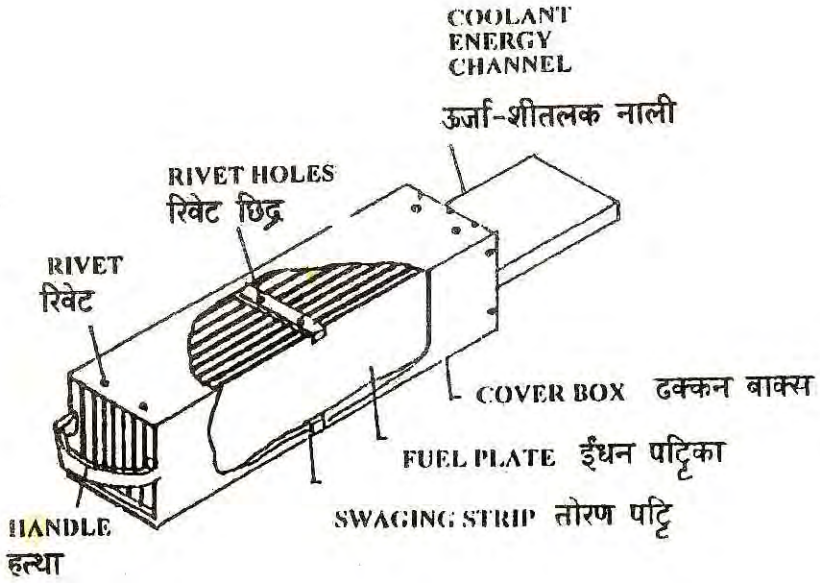


PLATE TYPE FUEL ELEMENT
पट्टिका ईंधन



चित्र - 2 : कामिनी का ईंधन बंडल

लिए रिएक्टर को आसानी से बार-बार बंद किया जा सकता है ।

यूरेनियम की फूलने की प्रवृति को कम करने के लिए इसमें कुछ दूसरी धातुओं का मिश्रण किया जाता था । यह प्रयोग ब्रिटेन के मैगनोक्स रिएक्टर में किया गया था । इस मिश्रण को एडजस्टेड यूरेनियम कहा जाता है । मिश्रण के लिए प्रयोग होने वाले मुख्य तत्त्व ऐल्युमिनियम, लोहा, सिलिकन और कार्बन हैं । परंतु इनका प्रयोग फास्ट रिएक्टर में उपयुक्त नहीं है । इस कारण यूरेनियम में मॉलिब्डेनम, नियोबियम आदि मिले मिश्र धातुओं का विकास हुआ ।

यूरेनियम ऑक्साइड

यूरेनियम ऑक्साइड की आण्विक संरचना स्थिर होने के कारण यह प्रयोग के दौरान अधिक फूलता नहीं है । इसके अतिरिक्त यह रासायनिक दृष्टि से स्थिर है तथा उच्च ताप पर पानी से अभिक्रिया नहीं करता है । इसके कारण यूरेनियम ऑक्साइड से बने ईंधन के प्रयोग को ऊर्जा उत्पादन वाले रिएक्टरों में प्राथमिकता दी जाती है । यूरेनियम ऑक्साइड के व्यवहार के बहुत से आंकड़े साधारण और आकस्मिक परिस्थिति के लिए उपलब्ध हैं । पाउडर धातुकी तकनीक का उपयोग करके इसकी गुटिका (pallet) बनायी जाती है ।

यूरेनियम कारबाईड और यूरेनियम नाइट्राईड

यूरेनियम ऑक्साइड का कम घनत्व ही इसका मुख्य दोष है । यूरेनियम कारबाईड या यूरेनियम नाइट्राईड में यूरेनियम धातु का घनत्व ज्यादा है । परंतु यह दोनों मिश्र धातुएं उच्च तापमान पर पानी के साथ अभिक्रिया करती हैं । अतः जिन रिएक्टरों में पानी का प्रयोग ईंधन को ठंडा करने के लिए किया जाता है उनमें इन मिश्र धातुओं से बने ईंधन उपयोगी नहीं हैं । इनका प्रयोग उन रिएक्टरों में किया जाता है जिनमें तरल धातु जैसे सोडियम को शीतलक की तरह उपयोग किया जाता है ।

डिस्पर्शन ईंधन

इस्तेमाल के दौरान ईंधन पर न्यूट्रॉन की बौछार कई कठिनाइयां पैदा कर देती है । न्यूट्रॉन ईंधन का विखंडन कर उसे फुला देता है । इस कठिनाई को दूर करने के लिए डिस्पर्शन ईंधन विकसित किया गया है । डिस्पर्शन ईंधन का मुख्य उद्देश्य विखंडनशील धातु को एक निष्क्रिय संरचना में रखना है । इससे इस्तेमाल के दौरान आये विखंडन उत्पादों के दुष्प्रभाव का स्थानीकरण किया जा सकता है और वे ईंधन के उस भाग में सीमित रहते हैं जहाँ विखंडनशील धातु है । इससे दूसरे पदार्थों के गुणों में विशेष परिवर्तन नहीं होता है । यह ईंधन को लंबे समय के लिए ठीक रखता है ।

डिस्पर्शन ईंधन में विखंडनशील धातु के निष्क्रिय संरचना में होने से विखंडन उत्पाद की गतिशीलता को भी सीमित किया जा सकता है । इससे ईंधन के आवरण के टूटने पर रेडियोधर्मिता के फैलने की संभावना भी कम हो जाती है । डिस्पर्शन ईंधन के मुख्य उदाहरण निम्न हैं :-

- यूरेनियम ऐल्युमिनाइड और यूरेनियम सिलिकाइड का डिस्पर्शन ऐल्युमिनियम की संरचना में । इनका उपयोग अनुसंधान रिएक्टरों में प्रचलित है ।
- यूरेनियम ऑक्साइड का डिस्पर्शन स्टेनलेस स्टील की संरचना में । इस तरह के ईंधन का प्रयोग उच्च ताप के लिए उपयुक्त होता है । इस तरह के ईंधन का प्रयोग सामरिक महत्व वाले रिएक्टरों में किया जाता है ।
- यूरेनियम कारबाईड का ग्रेफाईट में वितरण एक और उदाहरण है । इस तरह के ईंधन का विकास उच्च ताप के, हवा द्वारा ठंडा होने वाले रिएक्टरों के लिए किया गया ।

डिस्पर्शन ईंधन में विखंडन धातु के साथ साथ दूसरे धातु या सिरामिक का मिश्रण होता है । इसकी वजह से विखंडन धातु का आयतन कम होता है । अतः विखंडन धातु का संवर्धित होना अनिवार्य है । ऊपर से अगर ईंधन आवरण पदार्थ अधिक न्यूट्रॉन सोखता हो तो और अधिक संवर्धित विखंडन धातु की आवश्यकता पड़ती है ।

संवर्धित विखंडन धातु की मांग की वजह से ईंधन में अधिक विखंडन धातु की मात्रा वाले ईंधन का विकास हुआ । सेरमेट (Cermet) ईंधन इसका एक उदाहरण है। सेरमेट ईंधन में विखंडन धातु (यूरेनियम ऑक्साइड) स्टेनलेस स्टील के आवरण में रहता है । सेरमेट ईंधन में 50 प्रतिशत से अधिक आयतन विखंडन ईंधन अवस्था का होता है। ईंधन की कार्य क्षमता को बढ़ाने के लिए प्रत्येक यूरेनियम ऑक्साइड के कण पर धातु का आवरण चढ़ाया जाता है। यूरेनियम ऑक्साइड -टंगस्टन और यूरेनियम ऑक्साइड और यूरेनियम ऑक्साइड-मॉलीब्डेनम सेरमेट ईंधन के दूसरे उदाहरण हैं। टंगस्टन और मॉलीब्डेनम रिफ्रैक्ट्री धातुएं हैं। अत: इन ईंधनों का इस्तेमाल उच्च ताप वाले रिएक्टर में किया जाता है।

ऊपर के उदाहरण से देखा जा सकता है कि डिस्पर्शन ईंधन का निर्माण अधिक जटिल और खर्चीला है । अत: इस तरह के ईंधन का प्रयोग बहुत विशेष प्रकार के रिएक्टरों में ही होता है ।

प्लूटोनियम

साधारणतया शुद्ध प्लूटोनियम का उपयोग रिएक्टर में नहीं होता है बल्कि इसका प्राकृतिक यूरेनियम या संवर्धित यूरेनियम में मिश्रण किया जाता है। प्लूटोनियम ऑक्साइड और यूरेनियम ऑक्साइड के मिश्रण को मिश्र ऑक्साइड (MOX) कहा जाता है। इस तरह के ईंधन का उपयोग फास्ट रिएक्टर और थर्मल रिएक्टर दोनों में होता है। इसी प्रकार प्लूटोनियम और कार्बन मिश्र कार्बाइड ईंधन का उपयोग फास्ट रिएक्टर में होता है।

प्लूटोनियम ऑक्साइड विषैला होता है । अत: प्लूटोनियम वाले ईंधन का निर्माण बहुत सावधानी से किया जाता है ताकि इसका दुष्प्रभाव ईंधन बनाने वालों पर न पड़े।

आवरण धातु :

जैसा पहले बताया जा चुका है ईंधन के ऊपर आवरण होना आवश्यक है ताकि विखंडन उत्पाद शीतलक में न मिल सकें । आवरण धातु का चुनाव ईंधन में प्रयुक्त होने वाली धातु के आधार पर किया जाता है। आवरण वाली धातु के कुछ गुण इस प्रकार होने चाहिए :-

- इसे कम से कम न्यूट्रॉन सोखना चाहिए ताकि विखंडन के लिए अधिक से अधिक न्यूट्रॉन उपलब्ध हों ।
- उच्च ताप पर भी इसकी मजबूती बनी रहनी चाहिए ताकि यह रिएक्टर के चलने पर टूटे नहीं ।
- प्रयुक्त शीतलक के वातावरण में इसका अवशोषण कम होना चाहिए ।
- लंबे समय तक न्यूट्रॉन बौछार से उस पर कोई प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए ।

कुछ आवरण धातुएं इस प्रकार हैं :-

ऐल्युमिनियम

ऐल्युमिनियम में न्यूट्रॉन का अवशोषण बहुत कम होता है । यह सस्ता भी है और इससे आसानी से आवरण बनाया भी जा सकता है। परंतु उच्च ताप वाले पानी में इसका अवशोषण अधिक होता है और इसकी शक्ति भी उच्च ताप पर कम हो जाती है । इन सब बातों की वजह से ऐल्युमिनियम का उपयोग अनुसंधान रिएक्टरों में होता है क्योंकि यहां तापमान अधिक नहीं होता है ।

जिरकोनियम मिश्र धातु

जिरकोनियम मिश्र धातु में वे सभी गुण मौजूद हैं जो रिएक्टर के उपयोग के लिए चाहिए । उदाहरण स्वरूप इसमें न्यूट्रॉन का क्षरण कम होता है । इसकी क्षरण अवरोधक क्षमता अधिक है और उच्च ताप पर भी इसकी शक्ति बनी रहती है। इसलिए आवरण धातु के लिए जिरकोनियम मिश्र धातु का उपयोग ऊर्जा उत्पन्न करने वाले रिएक्टरों में बहुतायत से किया जाता है ।

स्टेनलेस स्टील

स्टेनलेस स्टील का उपयोग साधारण पानी शीतलक रिएक्टरों जैसे PWR & BWR में यूरेनियम ऑक्साइड

वाले संवर्धित ईंधन पर होता था। परंतु न्यूट्रॉन क्षरण की वजह से इसका प्रयोग बंद कर दिया गया। आवरण धातु की तरह आजकल स्टेनलेस स्टील का उपयोग फास्ट रिएक्टर में होता है क्योंकि स्टेनलेस स्टील में फास्ट न्यूट्रॉन का अवशोषण बहुत कम होता है।

डिस्पर्शन ईंधन की आवरण धातु

मुख्यतः डिस्पर्शन ईंधन के लिए आवरण धातु का चुनाव संरचना में प्रयुक्त धातु के आधार पर किया जाता है। उदाहरण के तौर पर अगर संरचना में ऐल्युमिनियम है तो आवरण धातु भी ऐल्युमिनियम ही होनी चाहिए। इसी प्रकार स्टेनलेस स्टील का उपयोग स्टेनलेस स्टील यूरेनियम ऑक्साइड (SS-UO_2) ईंधन के लिए किया जाता है।

ग्रेफाइट

रिएक्टर में जहाँ ताप हो तथा गैस को शीतलक की तरह प्रयोग किया जाये वहां आवरण के लिए ग्रेफाइट प्रयोग में लाया जाता है। ग्रेफाइट की सहनशीलता उच्च ताप पर अच्छी होने के कारण इसका उपयोग उन रिएक्टर प्रणालियों के बनाने में किया जाता है जिनकी ऊष्मा कार्य क्षमता अधिक होती है।

ईंधन विकास के चरण :

1. बुनियादी विकास चरण

इस चरण में रिएक्टर के प्रकार, ऊर्जा क्षमता, शीतलक तापमान, शीतलक प्रवाह, रिएक्टर भौतिकी आवश्यकतानुसार विखंडन धातु की कुल मात्रा, अधिकतम न्यूट्रॉन फ्लक्स आदि का ध्यान रखा जाता है। इन आंकड़ों के आधार पर ईंधन आयाम निर्धारित किये जाते हैं। इनमें ईंधन का बाहरी व्यास, सक्रिय लंबाई, कुल पिनों की संख्या आदि शामिल है। इनसे ईंधन में उत्पन्न ऊष्मीय ऊर्जा को निकालने की बुनियादी जरुरतें पूरी हो जाती हैं।

2. विस्तृत विकास चरण

इस चरण में ईंधन के सज्जीकरण की विस्तृत क्रियाओं पर ध्यान दिया जाता है। जैसे कुल पिनों की संख्या, सुसज्जित ईंधन में टाई प्लेट की व्यवस्था, अंतरक की व्यवस्था तथा उनकी कुल संख्या। इस चरण में ही ईंधन की कार्य कुशलता के विस्तृत विश्लेषण के आधार पर ईंधन पिनों का विकास निम्न बातों को ध्यान में रख कर किया जाता है :-

- प्रचालन के पूरे समय के दौरान ईंधन तापमान का अनुमान,
- आवरण पर बाहरी और भीतरी दबाव के कारण पड़ने वाले प्रतिबल का अनुमान,
- रिएक्टर में ईंधन की आयु पर कीप तथा फ़टीग से होने वाली कमी का अनुमान।

3. ईंधन का प्रयोगात्मक विकास चरण

इस चरण में प्रोटोटाईप ईंधन बनाये जाते हैं। इनसे उन आंकड़ों को एकत्र किया जाता है जिनके आधार पर ईंधन संरचना में सुधार कर अंतिम रुप दिया जा सके। परीक्षण के दौरान ईंधन को शीतलक के आवश्यक प्रवाह में आंका जाता है ताकि शीतलक प्रवाह से उत्पन्न कंपन में विशिष्ट ईंधन को परखा जा सके। इस परीक्षण में ईंधन पिन पर गलत स्पेसर विकास की वजह से हुई फ़टीग विफलता का पता चलता है। जरुरत पड़ने पर इन कमियों को इस चरण में दूर किया जाता है।

4. रिएक्टर के भीतर (in- pile) परीक्षण का चरण

इसमें अनुसंधान के लिए बने रिएक्टरों के विशेष प्रबंध का उपयोग किया जाता है। इनमें शीतलक का दबाव तथा तापमान विद्युत ऊर्जा बनाने वाले रिएक्टर जैसा रखा जाता है। इस परीक्षण में सफल होने के पश्चात ही ईंधन का विकास पूर्ण समझना चाहिए। अनुसंधान रिएक्टर से निकाल कर ईंधन को निम्न किरणन जनित प्रभाव के लिए आंका जाता है :-

- आवरण का संक्षारण व्यवहार
- पैलेट-आवरण अंतःक्रिया तथा उनका आपस में ताल मेल
- ईंधन का प्रचालन तापमान
- ईंधन के भीतर गैस का दबाव

(कृपया शेष भाग पृष्ठ - 51 पर देखें)

भारी पानी उत्पादन में हमारी आत्मनिर्भरता

एच. एस. कामथ
अध्यक्ष एवं प्रमुख कार्यकारी,
बी. एस. गुलाटी
महा प्रबंधक (सेवाएं) एवं
अध्यक्ष, रा भा का समिति,
भारी पानी बोर्ड, विक्रम भवन,
अणुशक्तिनगर - 400 094

नाभिकीय रिएक्टरों के प्रचालन में भारी पानी मंदक के रूप में प्रयुक्त होता है। सामान्य पानी ही भारी पानी प्राप्त करने का प्रमुख स्रोत है। रासायनिक एवं भौतिक गुण-धर्मों के आधार पर भारी पानी को सामान्य पानी से पृथक करने की विधियां विकसित की गयी हैं। परमाणु ऊर्जा आयोग के अधीन देश का प्रथम भारी पानी संयत्र वर्ष 1962 में नांगल में कार्यरत हुआ। तब से विभिन्न विधियों पर आधारित कई स्थानों पर भारी पानी संयत्र स्थापित एवं प्रचालित किये गये हैं। आज हम भारी पानी के उत्पादन में आत्मनिर्भर हो चुके हैं। भारी पानी बोर्ड अगले 25 वर्षों तक भारी पानी की आपूर्ति करने में पूर्ण सक्षम है। भारी पानी के उत्पादन के क्षेत्र में की गयी क्रमिक प्रगति का विवरण इस लेख में दिया गया है।

नाभिकीय रिएक्टरों के प्रचालन में ईंधन के बाद मंदक की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। भारत में यूरेनियम के स्रोत सीमित हैं, पर, थोरियम प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है अत: तीन चरणों वाले नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम के लिए हमारे कर्णधारों ने प्राकृतिक यूरेनियम और भारी पानी रिएक्टरों के मार्ग को चुना। इसलिए भारी पानी की आवश्यकता पर शुरू ही से बल दिया गया।

भारी पानी अर्थात ड्यूटीरियम ऑक्साइड, हाइड्रोजन के भारी आइसोटोप ड्यूटीरियम एवम् ऑक्सीजन का यौगिक है। ड्यूटीरियम प्रकृति में उपलब्ध पानी एवम् प्राकृतिक गैस जैसे हाइड्रोजन युक्त पदार्थों में विद्यमान रहती है। हाइड्रोजन में 110-155 पी पी एम (दस लाख में एक भाग) ड्यूटीरियम होती है और किसी भी प्राकृतिक स्रोत में इससे अधिक नहीं पायी जाती। इसलिए साधारण पानी भारी पानी उत्पादन का मुख्य स्रोत है।

एक ही तत्त्व के आइसोटोपों के यौगिक होने के कारण पानी और भारी पानी को अलग करना सरल नहीं है। गुणात्मक रूप से अनिवार्यत: इनके रासायनिक गुण धर्म तो समान होंगे परंतु भौतिक गुणों में मामूली अंतर होगा। इसके अलावा इन दोनों की अभिक्रिया दर (रिएक्शन रेट) एवम् साम्य स्थिरांक (इक्वीलिब्रियम कॉन्सटेन्ट) में मात्रात्मक अंतर भी होता है। इन्ही अंतरों का उपयोग हाइड्रोजन से ड्यूटीरियम (एवम् इनके यौगिक) को पृथक करने के लिए किया जाता है।

तालिका - 1 एवम् 2 में रासायानिक तथा भौतिक गुण धर्मों के आधार पर भारी पानी पृथक्करण विधियां दर्शायी गयी हैं।

नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम के प्रथम चरण में भारी पानी द्वारा विमंदित व शीतलित नाभिकीय विद्युत रिएक्टरों की स्थापना की जानी थी। बड़े पैमाने पर भारी पानी की जरूरतों को पूरा करने के लिए विभाग द्वारा भारी

तालिका - 1

रासायनिक गुणधर्मों के आधार पर भारी पानी के पृथक्करण की विधियां

प्रक्रिया	गुणधर्म में अंतर	गुण	अवगुण
जल अपघटन (इलेक्ट्रोलिसिस)	विद्युत रासायनिक	अच्छा पृथक्करण गुणक (फैक्टर)	अधिक विद्युत ऊर्जा खपत
हाइड्रोजन सल्फाइड जल विनिमय	अभिक्रिया दर (साम्य स्थिरांक)	अच्छा पृथक्करण गुणक सामान्य ऊर्जा खपत उत्प्रेरक आवश्यक नहीं	अत्यंत आविषालु H_2S का उपयोग H_2S की उच्च संक्षारण प्रकृति
अमोनिया हाइड्रोजन विनिमय	अभिक्रिया दर	बहुत अच्छा पृथक्करण गुणक सामान्य ऊर्जा खपत	हाइड्रोजन के बड़े स्रोत पर निर्भरता उत्प्रेरक आवश्यक

तालिका - 2

भौतिक गुणधर्मों के आधार पर भारी पानी के पृथक्करण की विधियां

प्रक्रिया	गुणधर्म में अंतर	गुण	अवगुण
हाइड्रोजन आसवन (डिस्टिलेशन)	वाष्पशीलता/क्वथनांक (Boiling Point)	अत्यंत उच्च पृथक्करण गुणक	अत्यंत निम्न ताप (निम्नतापीय) प्रचालन, उच्च ऊर्जा खपत
जल आसवन	वाष्पशीलता/क्वथनांक	सरल उपस्कर एवं प्रचालन	निम्न पृथक्करण गुणक, अत्यधिक तापीय ऊर्जा खपत

पानी संयंत्रों की स्थापना करने का निर्णय लिया गया क्योंकि यह महत्वपूर्ण सामग्री अंतर्राष्ट्रीय बाजार में कहीं से भी प्राप्त नहीं की जा सकती थी। एक 235 विद्युत क्षमता वाले दाबित भारी पानी रिएक्टर के लिए करीब 220 टन भारी पानी की आवश्यकता शुरू में होती है। संयत्र प्रचालन के दौरान होने वाले क्षय/रिसाव की भरपाई करनी पड़ती है जो किन्ही परिस्थितियों में संपूर्ण मात्रा का 10% तक हो सकती है।

प्रथम भारी पानी संयंत्र

इन बातों को ध्यान में रखकर परमाणु ऊर्जा आयोग ने अप्रैल 1954 में द्रवित हाइड्रोजन के आसवन के आधार पर भारी पानी संयंत्र स्थापित करने का निश्चय किया। इस पद्धति में बिजली की भारी खपत होती है। उस समय भाखड़ा बिजली घर से पर्याप्त विद्युत मिल सकती थी अतः प्रथम संयंत्र नांगल में स्थापित करने का निर्णय लिया गया। 14 टन की उत्पादन

क्षमता वाला एक छोटा संयंत्र नांगल में जर्मनी की एक कंपनी, LINDE की सहायता से स्थापित किया गया जो 1962 में कार्यरत हुआ। यह संयंत्र अच्छी तरह चला और अभी भी कार्यरत है। पर इस संयंत्र में काम में लायी जानेवाली हाइड्रोजन गैस जो उर्वरक संयंत्र से प्राप्त होती है; उस में कुछ परिवर्तन के कारण इसकी क्षमता कुछ कम हो गयी है।

भारी पानी बोर्ड की स्थापना

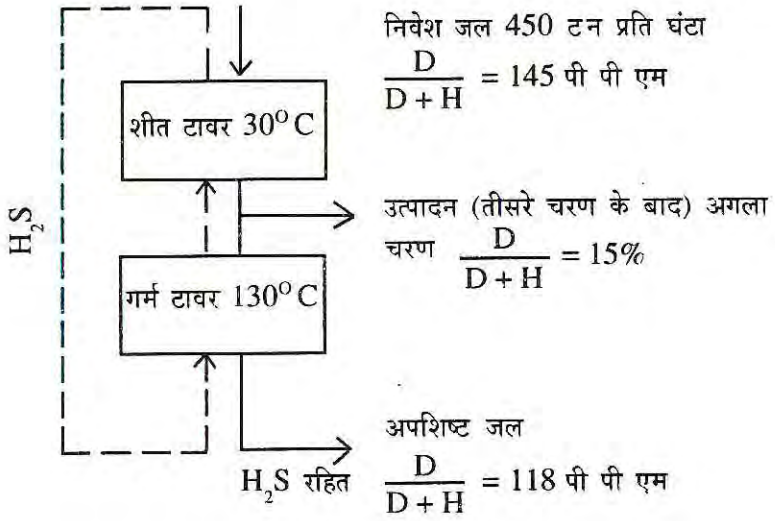
भारी पानी कार्यक्रम को क्रियान्वित करने के लिए परमाणु ऊर्जा विभाग के अधीन मई 1969 में भारी पानी परियोजना के रूप में एक पृथक परियोजना वर्ग का गठन किया गया जिसे पुनः 1989 में भारी बोर्ड का नाम दिया गया।

पचास-साठ के दशक में अमरीका एवं कनाडा में मुख्य रूप से H_2S-H_2O विनिमय प्रक्रिया द्वारा भारी पानी का उत्पादन किया जाता था (रेखाचित्र - 1)। अतः बी ए आर सी (तत्कालीन AEET) के रसायन इंजीनियरी प्रभाग में इस प्रक्रिया पर आधारित एक आरंभिक संयंत्र की स्थापना की गयी जिसमें महत्वपूर्ण प्रक्रिया एवं संक्षारण आंकड़ों का अध्ययन किया गया। इसके अंतर्गत अनेक प्रायोगिक आंकड़ों का गहराई से अध्ययन किया जाना था क्योंकि संयंत्र को व्यापक स्तर पर चलने के लिए अत्यधिक मात्रा में अत्यंत आविषालु गैस उपयोग में लाने की आवश्यकता थी। उस समय रावतभाटा, कोटा में आ ए पी पी - 1 एवं - 2 की स्थापना की जा रही थी जहां से सस्ती बिजली एवं अतिरिक्त वाष्प उपलब्ध हो सकती थी; इसे ध्यान में रखते हुए आर ए पी पी के निकट कोटा में प्रतिवर्ष 100 टन की उत्पादन क्षमता वाला एक संयंत्र स्थापित करने का निर्णय लिया गया। चूंकि इसमें समय लगने वाला था अतः यह उचित नहीं था कि किसी एक ही प्रक्रिया पर ही निर्भर रहा जाय, अतः दूसरे प्रकार की प्रौद्योगिकी की खोज भी शुरु कर दी गयी। इसी के आस-पास फ्रांस ने मोनो थर्मल H_2-NH_3 विनिमय प्रक्रिया पर आधारित, प्रति वर्ष 20 टन की उत्पादन क्षमता वाला एक संयंत्र मेजिनगर्ब में कार्यरत किया और वे इसकी प्रौद्योगिकी देने के लिए तैयार थे। फ्रांस और स्विटजरलैंड की कंपनियों के कंसोर्टियम, जो जेल्रा (GELPRA) के रूप में जाना जाता था, के साथ 1969 में एक समझौते पर हस्ताक्षर किया गया जिसके अंतर्गत इस प्रक्रिया पर आधारित दो संयंत्र, एक बड़ौदा में और दूसरा तूतीकोरिन में स्थापित किया जाना था। बड़ौदा के संयंत्र को गुजरात राज्य उर्वरक कंपनी से तथा तूतीकोरिन के संयंत्र को उर्वरक इकाई (SPIC) से उनके उपयोग में आनेवाली सिन्थिसिस (Synthesis) गैसें मिलनी थीं। (रेखाचित्र - 2)

H_2S-H_2O तथा NH_3-H_2O प्रक्रिया की जटिलताओं को तालिका - 3 में दर्शाया गया है।

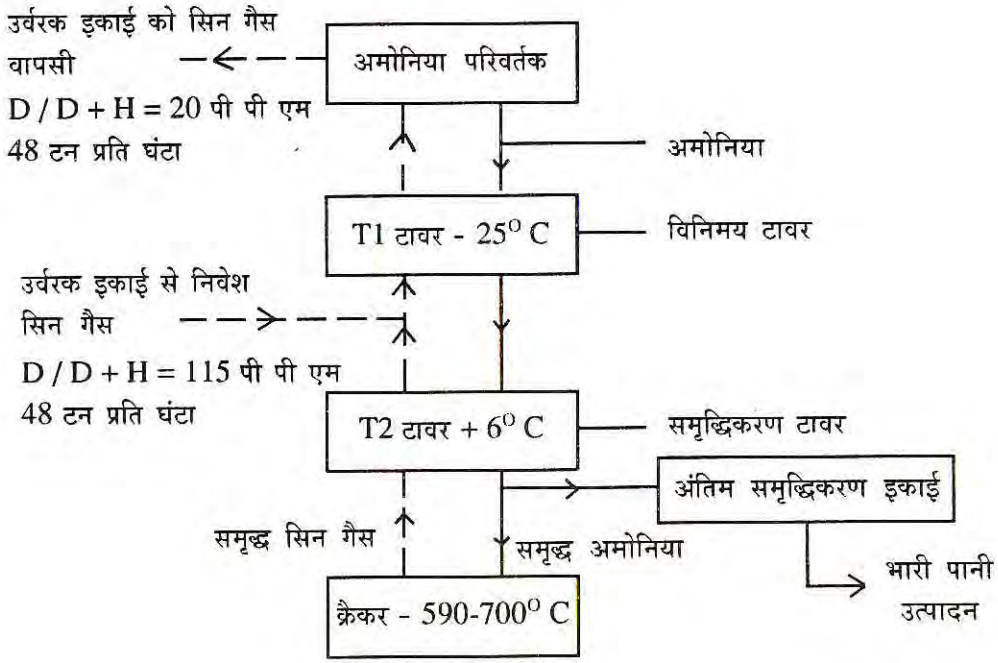
बड़ौदा का संयंत्र सातवें दशक के प्रारंभ में स्थापित किया गया। यह मैजिनगर्ब के संयंत्र से कई गुना अधिक क्षमता वाला संयंत्र था। चूंकि मैजिनगर्ब संयंत्र अधिक समय तक नहीं चल पाया था अतः फ्रांसीसियों को इसका अधिक अनुभव नहीं मिल पाया। बड़ौदा संयंत्र को चालू करते समय सामग्री, उपस्कर एवं इंजीनियरिंग से संबंधित अनेक समस्याएं सामने आयीं जिनके समाधान की जरूरत थी। इसके अंतर्गत सामग्री, उपस्करों में आवश्यक परिवर्तन भी किये गये जिसे पूरा करने में समय लगा और इस कारण संयंत्र को कमीशन करने में विलंब हुआ। इसके साथ-साथ उस समय जो चुनौतियां थीं, उनमें 530 टन वजन के एक टावर को समुद्र तथा सड़क मार्ग से यूरोप से बड़ौदा संयंत्र तक ले जाना तथा इसके लिए जलपोत व बार्ज की व्यवस्था करना, सड़कों को चौड़ा करना, पुलों को मजबूत करना, टेलीफोन व बिजली के तारों को ऊंचा करना, जैसे काम शामिल थे। उस समय बड़ी क्षमता की क्रेन नहीं थीं, इसलिए उसके परिवहन व स्थापना का काम काफी मुश्किल था और संयंत्र को 650 वातावरणीय दाब पर लीक टाइट बनाना भी कोई कम कठिन कार्य नहीं था। इन समस्याओं को दूर करने के लिए इंजीनियरों और कर्मचारियों को काफी कठिनाइयों का सामना करना पड़ा। इस प्रकार इन कठिनाइयों पर विजय प्राप्त कर इस संयंत्र को

H_2S - H_2O विभिन्न प्रक्रिया पर आधारित भारी पानी संयंत्र



रेखाचित्र - 1

H_2 - NH_3 विनिमय प्रक्रिया पर आधारित भारी पानी संयंत्र



रेखाचित्र - 2

तालिका - 3
उत्पादन में जटिलताएं

$H_2S - H_2O$ विनिमय प्रक्रिया

1. 7000-8000 गुना सांद्रण
2. बड़ी मात्रा में अत्यंत जहरीली व क्षारक गैस H_2S का इस्तेमाल
3. 800-1000 PPM H_2S गैस वायुमंडल में मौत का कारण बन सकती है।

$NH_3 - H_2O$ विनिमय प्रक्रिया

1. 8000 गुना सांद्रण
2. बड़ी मात्रा में ज्वलनशील व विस्फोटक हाइड्रोजन (सिन गैस) व अमोनिया का इस्तेमाल
3. अति विस्फोटक व ज्वलनशील उत्प्रेरक पोटेशियम का प्रयोग
4. उच्च दाब - 250 - 650 किग्रा / सेमी^{2}
5. अत्यंत निम्न व अत्यंत अधिक ताप पर संचालन निम्न (-30 ^{0}C) अधिक - (600 ^{0}C)

स्थापित किया गया और इस संयंत्र से भारी पानी की पहली बूंद का उत्पादन जुलाई 1977 में हुआ। बड़ौदा में प्राप्त अनुभवों के आधार पर तूतीकोरिन संयंत्र में यथासमय आवश्यक परिवर्तन किये गये। जिसके परिणामस्वरूप संयंत्र की कमीशनिंग में कम कठिनाइयों का सामना करना पड़ा और उसे न्यूनतम समय में चालू किया जा सका। तूतीकोरिन संयंत्र बड़ौदा संयंत्र के एक वर्ष बाद चालू हुआ।

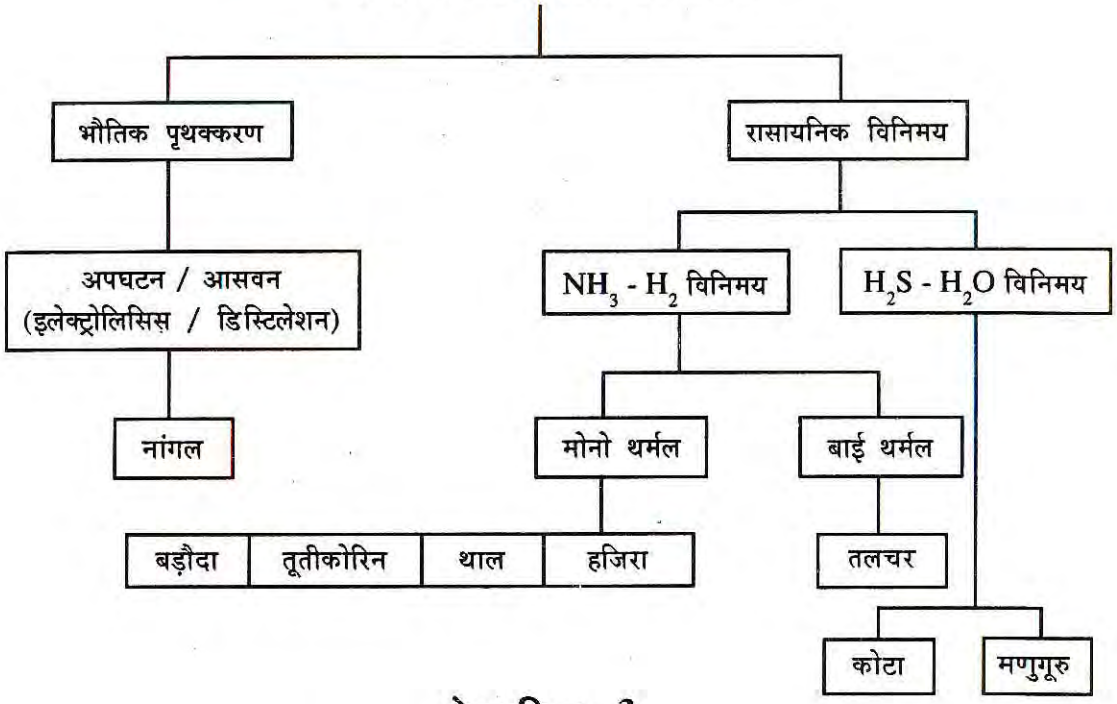
सातवें दशक के मध्य में कोटा में भी कार्य शुरू हुआ। लेकिन 1974 में शांतिपूर्ण नाभिकीय विस्फोट के परिणामस्वरूप महत्वपूर्ण मशीनों एवं अन्य घटकों की आपूर्ति करने वाले विदेशी संगठनों के पीछे हट जाने के कारण इस संयंत्र के निर्माण में विलंब हुआ। उस समय भारतीय उद्योग इस चुनौती को स्वीकार करने की स्थिति में नहीं था। संबंधित तैयारियों में विलंब हुआ और कोटा संयंत्र से पहली बार भारी पानी का उत्पादन 1982 में ही शुरू हो सका तथा यह संयंत्र वर्ष 1985 में पूर्णतया प्रचालित हुआ।

एक दूसरी प्रक्रिया जो बाई थर्मल अमोनिया हाइड्रोजन विनिमय (Bithermal Ammonia Hydrogen Exchange) की थी की ओर हमारा ध्यान गया। इस प्रक्रिया में जर्मनी स्थित कंपनी को विशेषज्ञता हासिल थी। अत: इस प्रक्रिया पर आधारित एक संयंत्र, उड़ीसा में तलचर में, भारतीय उर्वरक निगम (FCI) के एक उर्वरक संयंत्र, जो कि कोयला से उत्पन्न गैस पर आधारित था के निकट स्थापित किया गया। हालांकि यह प्रक्रिया आकर्षक और विश्वसनीय थी पर संयंत्र में कुछ अभियांत्रिकी कमियों के कारण संयंत्र को नियमित रूप से प्रचालित नहीं किया जा सका। चूंकि उर्वरक संयंत्र से इस भारी पानी संयंत्र के उपयोग में आनेवाली गैस की आपूर्ति काफी अविश्वसनीय व अनियमित थी अत: इस भारी पानी संयंत्र में किसी परिवर्तन पर कोई बड़ी राशि व्यय करना उचित नहीं समझा गया और वर्ष 1994 से संयंत्र का प्रचालन बंद कर दिया गया।

भारी पानी उत्पादन की विभिन्न प्रक्रियाओं एवं संयंत्रों का संक्षिप्त विवरण ब्लॉक चित्र (रेखाचित्र-3) तथा तालिका - 4 में दिया गया है।

भारी पानी की बढ़ती हुई मांग को देखते हुए यह आवश्यक हो गया कि अधिक क्षमता वाले भारी पानी संयंत्रों की स्थापना की जाय। सत्तर के दशक के अंत में

भारत में भारी पानी उत्पादन



रेखाचित्र - 3

तालिका - 4

भारत के भारी पानी संयंत्र

स.	संयंत्र	जिस वर्ष स्थापित हुआ	प्रक्रिया
1.	भारी पानी संयंत्र, नांगल	1962	अपघटन एवं आसवन
2.	भारी पानी संयंत्र, बड़ौदा	1977	NH_3 - H_2 विनिमय मोनो-थर्मल
3.	भारी पानी संयंत्र, तूतीकोरिन	1978	"
4.	भारी पानी संयंत्र, थाल	1986	"
5.	भारी पानी संयंत्र, हजिरा	1990	
6.	भारी पानी संयंत्र, तलचर	1985	NH_3 - H_2 विनिमय बाई-थर्मल
7.	भारी पानी संयंत्र, कोटा	1985	H_2S - H_2O विनिमय
8.	भारी पानी संयंत्र, मणुगूरु	1991	"

बंबई हाई में बड़ी मात्रा में प्राकृतिक गैस की खोज के परिणामस्वरूप बंबई हाई से गैस की आपूर्ति करनेवाली HBJ पाइप लाइन के आस-पास प्राकृतिक गैस के उपयोग पर आधारित अनेक उर्वरक इकाइयों की स्थापना की जा रही थी जिनमें महाराष्ट्र में थाल एवं गुजरात में हजीरा भी थी जहां प्रतिदिन 1350 टन की उत्पादन क्षमता वाले दो पृथक अमोनिया संयंत्र स्थापित किये जा रहे थे। इन दोनों स्थानों पर दो स्ट्रीम के भारी पानी संयंत्र स्थापित करने का निर्णय लिया गया जिनमें से प्रत्येक की क्षमता प्रतिवर्ष 110 टन भारी पानी के उत्पादन की थी। इन दोनों संयंत्रों की स्थापना पूर्णतया एक स्वदेशी प्रयास था। इन संयंत्रों के निर्माण के लिए एक अलग तरीका अपनाया गया। सहकारी विभागों में किसी योजना के क्रियान्वयन में पाये जानेवाले विलंब को देखते हुए इन संयंत्रों के लिए आवश्यक मशीनों को मंगाने, उनको स्थापित करने और इन संयंत्रों को कमीशन करने का कार्य भारी पानी बोर्ड के मार्गदर्शन एवं पर्यवेक्षण में थाल में राष्ट्रीय केमिकल एवं हजीरा में कृषक भारती को-ऑपरेटिव लिमिटेड उर्वरक इकाइयों को ही सौंपा गया। इन संयंत्रों की विस्तृत अभियांत्रिकी (Detailed Engineering) का काम भारतीय इंजीनियरिंग एवं कन्सलटिंग कंपनी (PDIL) को दिया गया। भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र एवं भारतीय उद्योगों के सहयोग से भारी पानी बोर्ड द्वारा मुख्य आइसोटोपीय विनिमय टावर के इजेक्टर ट्रेज, कैन्ड मोटर पंपों एवं ग्लास-धातु (glass to metal) सीलों जैसे जटिल घटकों के विकास एवं विनिर्माण का कार्य पूरा किया गया। यह तरीका सफल साबित हुआ और दोनों संयंत्र निर्धारित समय व लागत के अंदर कमीशन किये जा सके।

उसी समय कोटा संयंत्र से दुगुनी क्षमता वाला एक संयंत्र आंध्र प्रदेश में स्थित मणुगूरु में स्थापित करने का भी निर्णय लिया गया। यहां संयंत्र की स्थापना का मुख्य कारण वहां पास में ही सिंगरेनी कोयले की खान तथा गोदावरी नदी का होना था जहां से इस संयंत्र को बड़ी मात्रा में आवश्यकता के अनुरूप कोयले और पर्याप्त मात्रा में पानी की आपूर्ति की जा सकती थी। यहां भी मुख्य संयंत्र से संबंधित परियोजना को क्रियान्वित करने का कार्य एक सार्वजनिक क्षेत्र की परामर्शदाता कंपनी इंजीनियर्स इंडिया लिमिटेड इंडिया लिमिटेड तथा इससे संबंधित विद्युत संयंत्र की स्थापना का कार्य पूर्ण प्रबंधकीय आधार पर टाटा प्रोजेक्टस प्रा. लिमिटेड को सौंपा गया और संबंधित प्रक्रिया पैकेज उन्हें भारी पानी बोर्ड द्वारा उपलब्ध कराया गया। कोटा में प्राप्त अनुभवों के आधार पर अनेक परिवर्तन किये गये। इस संयंत्र को वर्ष 1991 में कार्यरत किया गया। तब से यह संयंत्र सुचारु रूप से उच्च क्षमता के साथ कार्य रहा है।

आरंभ में स्थापित किये गये संयंत्रों को कई समस्याओं का सामना करना पड़ा क्योंकि उस समय संबंधित प्रौद्योगिकी पूर्ण रूप से परखी हुई नहीं थी जिसके परिणामस्वरूप उनके प्रचालन में विलंब तथा उनके द्वारा कम क्षमता में भारी पानी के उत्पादन जैसी समस्याओं का सामना करना पड़ा। विभिन्न संयंत्रों की स्थापना में प्राप्त अनुभवों का लाभ उठाते हुए बाद में स्थापित होनेवाले संयंत्रों को कम समय में और अच्छी उत्पादन क्षमता के साथ प्रचालित किया जा सका। अब हमारे जो भी संयंत्र प्रचालित हैं वे संतोषजनक रूप से कार्य कर रहे हैं और हम न केवल न्यूक्लियर पॉवर कारपोरेशन की भारी पानी की जरूरतों को पूरा कर रहे हैं बल्कि अब भारी पानी निर्यात करने में भी सक्षम है। हम पहले ही कोरिया गणतंत्र को 100 मैट्रिक टन भारी पानी निर्यात कर चुके हैं। इस प्रकार सत्तर के दशक के भारी पानी उत्पादन के कार्यक्रम की शुरूआत कर के अब हम एक ऐसे परिपक्व स्तर पर पहुंच चुके हैं कि भविष्य में भारी पानी की किसी भी जरूरत को हम स्वयं बिना किसी बाहरी सहायता के पूरा करने में सक्षम हैं व डिजाइन व इंजीनियरी समेत भारी पानी संयंत्रों के निर्माण से जुड़े संबंधित सभी कार्यों को अंजाम देने में समर्थ हैं।

अंततः हम कह सकते हैं कि अन्य देशों के असहयोग के बावजूद भी भारी पानी बोर्ड ने इस महत्वपूर्ण नाभिकीय सामग्री के उत्पादन में विशेषज्ञता विकसित की। विशिष्ट एवं अत्यंत जटिल उपस्करों के विनिर्माण हेतु भारतीय उद्योगों का विकास भी भारी पानी उत्पादन में आत्म निर्भरता लाने में सहायक रहा। हमारी उत्पादन प्रौद्योगिकी

(कृपया शेष भाग पृष्ठ - 51 पर देखें)

भारत का आइसोटोप कार्यक्रम : कुछ सफलताएं

डॉ. एस. एम. राव
सहनिदेशक, आइसोटोप वर्ग,
भा. प. अ. केंद्र, मुंबई - 400 085

आइसोटोप तकनीकी इस देश के विभिन्न क्षेत्रों जैसे चिकित्सा, रक्षा, उद्योग और जल संसाधन प्रबंधन में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है, इस तकनीकी को भारत में कारगर बनाने में, यहां उपलब्ध अनुसंधान रिएक्टरों की उपयोगिता स्पष्ट है। भा. प. अ. केंद्र ने इस दिशा में कई कदम उठाये हैं तथा कई मानवोपयोगी क्षेत्रों में निपुणता भी हासिल की है। लेख में चिकित्सा, उद्योग तथा जल संसाधनों की दिशा में किये गये कार्यों की एक समीक्षा प्रस्तुत की गयी है।

हम उन सभी के आभारी हैं जिन्हें प्रारंभ में ही इस बात का अहसास हो चुका था कि 'आइसोटोप कार्यक्रम' जिसके अंतर्गत आइसोटोप उत्पादन एवं उपयोग आता है, राष्ट्रीय तथा सामाजिक उन्नति के लिए एक महत्वपूर्ण कार्यक्रम है। इसके फलस्वरूप भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र में पचासवें दशक के उत्तरार्ध से छठे दशक के पूर्वार्ध तक आधार (infrastructure) का निर्माण, कार्यक्रम का आयोजन एवं कार्यान्वयन किया गया। इन प्रयासों की वजह से भारत का आइसोटोप कार्यक्रम एक गौरव गाथा बन चुका है। पिछले चार दशकों से आइसोटोप प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में भारत एशिया तथा प्रशांत (पैसिफिक) क्षेत्र में अग्रगण्य है।

इस कार्यक्रम के अंतर्गत परमाणु रिएक्टर द्वारा सौ से भी अधिक आइसोटोपों का उत्पादन कर, विविध भौतिक तथा रासायनिकों के रूप में परिवर्तन करने के पश्चात् चिकित्सा, उद्योग, जल विज्ञान, कृषि अनुसंधान आदि में उपयोग किया गया। इसके साथ आइसोटोपों की उपयुक्तता का विकास विशेष रुप से स्वास्थ्य रक्षा, औद्योगिकी गुणवत्ता नियंत्रण एवं संसाधन तथा जल-संवर्धन प्रबंधन आदि क्षेत्रों में किया जा रहा है। कई वर्षों से मिल रही इस कार्यक्रम की सफलता का आंकलन निम्नलिखित से स्पष्ट हो जाता है।

- करीब 150 से अधिक अस्पतालों में नाभिकीय चिकित्सा का उपयोग मुख्यतः रेडियो औषधि द्वारा किया जा रहा है जिसकी अविरत आपूर्ति आइसोटोप प्रौद्योगिकी बोर्ड (BRIT) करता है।
- 500 से भी अधिक रेडियोप्रतिरक्षात्मक आमापन (Radioimmunoassay-RIA) प्रयोगशालाओं में भा. प. अ. केंद्र में विकसित RIA-किट का उपयोग इस केंद्र द्वारा प्रशिक्षित लोगों द्वारा हो रहा है। RIA-किटों की आपूर्ति आइसोटोप प्रौद्योगिकी बोर्ड करता है।
- भारत के अस्पतालों में आइसोटोप की सहायता से प्रतिवर्ष करीब दस लाख से भी अधिक रोगियों की जाँच की जाती है।
- BARC/BRIT द्वारा, लगभग 150 टेलीथिरेपी यूनिटों के लिए आवश्यक कोबाल्ट-60 विकिरण स्रोतों की आपूर्ति नियमित रुप से होती है, जिनके उपयोग से भारत के अस्पतालों में लगभग 12,000 कैंसर रोगियों का प्रतिवर्ष उपचार किया जा रहा है।
- भारत गत 25 वर्षों से सफलतापूर्वक चिकित्सा उत्पादों का विकिरण निर्जर्मीकरण कर रहा है। IAEA ने भा. प. अ. केंद्र को इस क्षेत्र में एक निपुणता प्राप्त केंद्र के रूप में मान्यता प्रदान की

है । आज भारत में तीन केंद्र हैं जिनमें - भा. प. अ. केंद्र स्थित 'आइसोमेड' (ISOMED), किदवई मेमोरियल ऑन्कालॉजी संस्था, बैंगलूर स्थित 'रश्मि' (RASHMI) तथा श्रीराम इन्स्टीट्यूट ऑफ इंडस्ट्रीयल रिसर्च, दिल्ली स्थित 'सार्क' (SARC) निर्जर्मीकरण संयंत्र कार्यरत हैं । चौथा केंद्र रक्षा अनुसंधान प्रयोगशाला, जोधपुर स्थित रवि (RAVI) है, जो निर्जर्मीकरण के साथ ही साथ एक बहुउद्देशीय विकिरणक (इरैडियेटर) है ।

- भा. प. अ. केंद्र द्वारा आइसोटोप ट्रेसर तथा डिब्बाबंद स्रोतों की सहायता से उत्पादों की गुणवत्ता स्तर का नियंत्रण तथा उत्पादन विधि में होनेवाली समस्याओं से संबंधित 350 से भी अधिक जांच किये गये मामलों से इस क्षेत्र में भा. प. अ. केंद्र को एक निपुणता प्राप्त केंद्र के रूप में ख्याति मिली है, जिसके परिणामस्वरूप चीन, दक्षिणी कोरिया, जॉर्डन सहित एशिया तथा पैसिफिक क्षेत्र के लगभग हर देश में हमारे वैज्ञानिकों द्वारा विशेषज्ञता प्रदान की जाती है। भा. प. अ. केंद्र आइसोटोप प्रौद्योगिकी में विशेषज्ञता प्राप्त विश्व के छः-सात संस्थाओं में एक है ।
- आइसोटोप जलविज्ञान आज भारत में जल संवर्धन प्रबंधन का एक अभिन्न अंग बन चुका है । इस केंद्र की पहल के फलस्वरूप अन्य सात व्यवसायिक स्तर पर कार्यरत जलविज्ञान संस्थाएं अब आइसोटोप जलविज्ञान में सक्रिय हो चुकी हैं ।
- सतही जलाशयों, उदाहरणार्थ तटवर्तीय जल में प्रदूषणों के प्रसरण की क्रिया को स्पष्ट रूप से जानने के लिए रेडियोट्रेसर का उपयोग नियमित रूप से किया जाने लगा है । इस परीक्षण के द्वारा निपटान प्रणाली (Disposal system) की अभिकल्पना इष्टतम ढंग से की जा सकती है ।
- उद्योगों में इस्तेमाल होने वाले उपकरणों, घटकों आदि का रेडियोग्राफी द्वारा विनाशरहित परीक्षण (NDT) आइसोटोप उपयोग का प्रारंभिक उदाहरण है । लेकिन आज रेडियोग्राफी एक अत्यंत व्यस्त तथा सक्रिय व्यवसाय बन चुका है, जिसमें 500 से भी अधिक पर्याप्त सुविधायुक्त संस्थाएं एवं औद्योगिक इकाइयां कार्यरत हैं । इसमें से 350 संस्थाएं व्यवसायिक स्तर पर सेवा प्रदान करती हैं । यह भारत के औद्योगिक क्षेत्र में संबंधित तकनीकी के प्रसार का ज्वलंत उदाहरण है । इस कार्यक्रम के अंतर्गत 5500 से अधिक व्यक्तियों को विविध स्तर पर रेडियोग्राफी से संबंधित प्रशिक्षण दिया जा चुका है ।
- तेल रसायन उद्योगों में इस्तेमाल होनेवाले उपकरणों का गामा किरणों द्वारा निरीक्षण/परीक्षण के लिए भा. प. अ. केंद्र के विशेषज्ञों की माँग दिन ब दिन बढ़ रही है ।
- किरणन द्वारा विकसित बाईस नये उत्परिवर्ती (Mutants) जैसे - मूंग, मूंगफली, चावल, सरसों, जूट, तथा अरहर (पिजन-पी) और उड़द आदि दालों के उपयोग के लिए इस केंद्र द्वारा सम्मति दे दी गयी है ।
- TAU-1 नामक एक किस्म की उड़द, महाराष्ट्र में बहुत प्रसिद्ध है और इसका उत्पादन नब्बे प्रतिशत से अधिक क्षेत्र में किया जाता है ।
- भारत सरकार ने भारी संख्या में खाद्य पदार्थों जैसे आलू, प्याज, चावल और चावल से बने पदार्थ, गेहूँ और उससे बने पदार्थ, मसाले, मांस इत्यादि के किरणन के लिए अनुमति दी है । हायजीन तथा संरक्षण के लिए किरणन किया जाता है जिससे इन पदार्थों का असीमित उपभोग किया जा सकता है ।

इन सफलताओं के कुछ विशेष एवं महत्वपूर्ण उदाहरण प्रस्तुत हैं :-

1) थायरॉयड कुसंक्रिया का उपचार

ट्रॉम्बे स्थित अनुसंधान रिएक्टर से सुलभता से प्राप्त होने वाली आयोडिन-131 और BARC/BRIT में उपलब्ध आइसोटोप प्रक्रिया सुविधाओं के कारण थायरॉयड कुसंक्रिया, उदाहरण के लिए हाइपर थायरॉडिज्म थायरॉयड कैंसर जैसे रोगों का उपचार सस्ता और प्रभावशाली हुआ है । भारत में कई स्वास्थ्य केंद्रों में

इस प्रकार की सेवा दी जा रही है, जिनमें लगभग 20 केंद्रों में थायरॉयड कैंसर का उपचार भी होता है।

2) अंतिम अवस्था के कैंसर का उपचार

कैंसर की अंतिम अवस्था में पहुँचे हुए रोगियों के लिए हड्डियों के दर्द का असर कम करने हेतु बहुत ही कम कीमत पर रेडियो फॉस्फोरस-32, फास्फेट के रुप में उपलब्ध है। यह उपचार इन रोगियों के जीवन को आश्चर्यजनक स्तर तक सुधारने में सहायता करता है। इस प्रकार की सेवा, भा. प. अ. केंद्र द्वारा संचालित विकिरण औषध केंद्र (RMC) के अलावा अन्य 20 केंद्रों में नियमित रुप से उपलब्ध है।

3) सीजीयम-137 ब्रॅचीथिरेपी के स्रोतों का विकास

सीजीयम - 137 को निक्षलिनतर रुप में बोरो-सिलिकेट कांच में समाविष्ट कर कांच को ब्रॅचीथिरेपी के लिए उपयुक्त स्रोतों में रुपांतरित करने की तकनीकी का विकास भा. प. अ. केंद्र में किया गया है। 1500 से अधिक स्रोतों को 'ब्रिट' द्वारा अस्पतालों में उपलब्ध कराया गया है। इस विकास को सयुंक्त राष्ट्र के "Third World Network of Scientific Organisations" ने विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में 'पुरस्कृत अभिनव प्रवर्तन का अनुभव' (Rewarding Innovative S&T experiences) के रुप में मान्यता प्रदान की है जो कि सराहनीय है।

4) रेडियो आइसोटोप ट्रेसर द्वारा सीमेंट कारखानों में उपयुक्त भस्मीकारक उपकरणों की कार्यपद्धति की जाँच

ट्रेसर तकनीकी के क्षेत्र में इस केंद्र द्वारा हासिल की गयी विशेषज्ञता तथा अनुभवों के कारण भारत निर्विवाद रुप से आज पहला देश है जिसने सीमेंट कारखानों में उपयुक्त भस्मीकारक उपकरणों में होनेवाली द्रुत गतिक प्रक्रियाएं, उदाहरणार्थ प्रवाहित गतिक (Flow dynamics) जैसी प्रक्रियाओं का निरीक्षण/परीक्षण संभव किया है। कुछ प्रक्रियाओं में कुछ मात्रा में पश्च मिश्रण (Back mixing) आवश्यक होता है। ऐसी क्रियाओं में जहां कच्चे माल का रुपांतर 10 सेकंड से भी कम समय में हो जाता है, पश्च मिश्रण की क्रिया की अचूक जांच इस केंद्र की उपकरणीय क्षमता व विकसित ट्रेसर तकनीक द्वारा संभव हो सकी है।

इस तरह के अध्ययन हेतु भा. प. अ. केंद्र के वैज्ञानिकों को दक्षिण कोरिया स्थित साँग यॉंग सीमेंट कारखाने में आमंत्रित किया गया था।

ऐसे पुरोगामी प्रयत्नों के फलस्वरुप ही प्रगत गणित प्रतिमानों (Advanced mathematical model) के उपयोग से जटिल औद्योगिक प्रक्रियाओं में ट्रेसर निरीक्षण द्वारा जनित आंकड़ों का प्रतिपादन संभव हो सका है।

5) भूमिगत 140 किलोमीटर लंबी विरामगाम-कोयाली पाइप लाइन में तेल रिसाव का पता लगाना

यह निरीक्षण ट्रेसर तकनीकी विकास के प्रयासों की महत्वपूर्ण उपलब्धि है। एक समय इस निरीक्षण को असंभव मान कर छोड़ दिया गया था। परंतु इस केंद्र द्वारा अन्वेषित आंतरिक प्रवाह उपकरण के सफल प्रयोग से केवल पांच हफ्तों में कम से कम समय में होनेवाले तेल रिसाव का पता लगाया गया जिसके कारण तुरंत निम्न-लिखित फायदे हुए :-

i. काफी समय लेनेवाली परंपरागत महंगी 'द्रव दबाव विधि' के बदले उपरोक्त तकनीकी के उपयोग से पाइप लाइन को शुरु करने में छः महीनों की बचत हुई।

ii. राउरकेला इस्पात कारखाने द्वारा उत्पादित पाइपों के केबल जोड़ में भी रिसाव का पता लगाया गया जिससे इस तकनीकी की पुष्टि भी हो गयी।

अब इस तकनीकी का उपयोग कई जगह किया जाता है।

6) कुद्रेमुख लौह अयस्क परियोजना

कर्नाटक में स्थित लक्या बांध, जो कुद्रेमुख लौह अयस्क परियोजना का ही एक अंग है, के निर्माण कार्य के समय खाई में एक बड़ी दरार (Cut off) उत्पन्न हो जाने के कारण निर्माण कार्य को पूर्णतया रोक देना पड़ा। सुरक्षा की दृष्टि से उत्पन्न हुई दरार की लंबाई-

चौड़ाई का मापन आवश्यक था। क्योंकि भविष्य में यह दरार घातक भी सिद्ध हो सकती थी।

इस कार्य के लिए प्रथम भूमिगत जल को बाहर से लगातार जल अंत:क्षेपित करके स्थायी अवस्था में लाया गया। तत्पश्चात रेडियो आइसोटोप ट्रेसर द्वारा दरार का परीक्षण किया गया। इस प्रयोग से प्राप्त जानकारी से यह सिद्ध हो गया कि

i. लक्या नदी और दरार के बीच कोई संपर्क नहीं है।
ii. दरार के सही स्थान का पता लगाने के कारण यह स्पष्ट हो सका कि दरार किसी भी विस्तृत दोष का भाग नहीं है।

7) सलाल जल-विद्युत परियोजना

जम्मू स्थित डोलोमाइट पहाड़ी में सलाल हाइड्रो-इलेक्ट्रिक परियोजना के लिए आवश्यक एक 2.5 किलोमीटर लंबी सुरंग का निर्माण करना था जिसके द्वारा पॉवर स्टेशन का बचा हुआ पानी पुन: नदी में पहुंचाना था।

सुरंग निर्माण के समय कई जगह जल के रिसाव नजर आये। निकास स्थान से 800 मीटर दूरी पर एक स्थान पर बहुत भारी मात्रा में रिसाव पाया गया जिसके कारण सुरंग निर्माण कार्य को रोक देना पड़ा। रिसाव के स्रोत का पता लगाना आवश्यक था, क्योंकि यह रिसाव भविष्य में कारीगरों की जान का खतरा बन सकता था। इसलिए, पहले पानी में प्राकृतिक रुप से पाये जाने वाले स्थिर आइसोटोपों और रेडियो ट्रीशियम की मात्रा निकाली गयी, जोकि पचासवें व छठे दशक में अमरीका और रूस द्वारा किये गये न्यूक्लीय शस्त्रों के परीक्षण के कारण बदल गयी थी। प्राप्त जानकारी से यह स्पष्ट हो गया कि, न तो नदी और न ही पहाड़ी में स्थित सतही जलाशय इस रिसाव का कारण थे, बल्कि, रिसाव का सही कारण डोलोमाइट पहाड़ी में फंसा हुआ 10-15 साल पुराना वर्षा का जल था जो सुरंग निर्माण के समय उत्पन्न हुई दरार से निकलता था। इस परीक्षण से कारीगरों की सुरक्षा सुनिश्चित हो गयी और परियोजना सफलतापूर्वक पूर्ण हुई।

8) जामर कटोरा खदान (उदयपुर, राजस्थान)

जामरकटोरा स्थित खदान से रॉक फास्फेट निकालते-निकालते गहराई जब भौम जल स्तर (ground water table) तक पहुँची, तब खदान का विजलन (de-watering) करना आवश्यक हो गया था। भारी पैमाने पर (1000 m^3/h) पानी खदान से बाहर निकालने पर भी पानी की सतह में आंशिक रुप से ही कमी होती थी जिससे यह शक पैदा हो गया था कि खदान से 9 किलोमीटर दूर स्थित जलाशयों - झामरी बांध, उदयसागर झील, भागदरा जलाशय और जयसमंद झील आदि से पानी खदान में घुसता होगा।

आइसोटोप ट्रेसर अध्ययन से प्राप्त जानकारी द्वारा यह निष्कर्ष निकाला गया कि,

i. जलाशयों और खदान में घुसने वाले पानी के बीच कोई समन्वय नहीं था।
ii. खदान से निकाला जाने वाला पानी उचित निकासन व्यवस्था के अभाव के कारण पुन: भौम जल में चला जाता था।

इस जानकारी के आधार पर प्राधिकारियों को सुरक्षात्मक उपाय लागू करने में काफी सहायता मिली।

9) विशाखापटनम स्थित नौसेना के शुष्क बंदरगाह (dry dock) में पानी के अंत:क्रमण (ingress) की समस्या

विशाखापटनम स्थित नौसेना के शुष्क बंदरगाह के एक संकुल में मत्स्य नामक एक सूखा बंदरगाह है जिसमें जहाज बनाने और मरम्मत का कार्य होता है। इस सूखे बंदरगाह में भारी मात्रा में पानी घुस आया था जिसके कारण बंदरगाह अनुपयोगी हो चुका था। परिणामस्वरूप पानी के प्रवेश स्थान को ढूंढ़ कर पानी के अंत:क्रमण को रोकना जरुरी था। यह स्वतंत्रता प्राप्ति के बाद भारत द्वारा बनाया गया पहला सूखा बंदरगाह था। इसलिए चुनौती को स्वीकार कर अंत:क्रमण को हल कराने के लिए बहुशाखीय परीक्षण विधि अपनायी गयी जिसमें आइसोटोप ट्रेसर भी शामिल था।

सबसे पहले, सूखे बंदरगाह के आसपास के और

उसमें घुस आये पानी के नमूनों में स्थिर आइसोटोपों का अनुपात निकाला गया जिसके कारण पानी की सतह के नीचे का 300 मीटर का जांच क्षेत्र सीमित हो कर केवल 16 मीटर रह गया।

तत्पश्चात, जाँच क्षेत्र में पानी के अंत:क्रमण के सही स्थान का पता लगाने के लिए गोल्ड-198 (Au-198)की सहायता से आइसोटोप ट्रेसर अध्ययन किया गया। इससे यह पता लगा कि पानी केवल 3 मीटर के पट्टे से ही घुसता है जिसे तुरंत बंद कर बंदरगाह को कार्यक्षम कर दिया गया।

10) कावेरी डेल्टा

यह इलाका तमिलनाडु में राइस बॉल (Rice Bowl) के नाम से विख्यात है। वर्षा की अनियमितता और दो राज्यों के बीच बहनेवाली नदी के पानी के बंटवारे की समस्या के कारण यहां सदैव पानी की समस्या रहती है। इस समस्या को आंशिक रूप से दूर करने की एक संभावना थी कि स्थानीय भूमिगत जलाशयों का कृत्रिम रूप से पुन:पूरण (recharge) किया जाय जिसे कार्यान्वित करने के लिए सतही जल व गहराई में स्थित भूमिगत जल के बीच के संबंधों को जानना जरूरी था।

पर्यावरणीय आइसोटोप मापन तथा भू-रसायन शास्त्र के अध्ययन से यह स्पष्ट हो गया कि उपरोक्त दोनों क्षेत्रों के बीच कोई अंत:संपर्क नहीं है सिवाय कुछ एक ऐसी जगह ही जहां मिट्टी की पर्त या तो बहुत पतली थी या थी ही नहीं।

11) तटवर्तीय उड़ीसा में पीने के पानी की समस्या

उड़ीसा के तटवर्तीय भाग में कुछ वर्षों पूर्व हजारों की संख्या में हस्तचालित पंप लगाये गये जो शीघ्र ही अनुपयोगी हो गये क्योंकि उनसे प्राप्त होनेवाले पीने के पानी की गुणवत्ता खराब हो चुकी थी। इस असफलता की जांच के लिए व्यापक स्तर पर जल भूगर्भ विज्ञान संबंधित परीक्षण किये गये जिनमें आइसोटोप ने भूमिगत जलाशयों व उनके समुद्र से जुड़े जटिल इतिहास को समझने में अहम् भूमिका निभायी व निम्न महत्वपूर्ण जानकारी उपलब्ध करायी :-

i. भूमिगत जलाशयों के पानी का खारापन समुद्री जल के कारण नहीं है बल्कि पूर्व काल में हुए समुद्री जल के अंत:क्रमण (ingress) के परिणामस्वरूप डेल्टा क्षेत्र में जमीन के अंदर की पर्तों के बीच फंसे हुए समुद्री जल के कारण है जो समय-समय पर रिसता रहता है। पूर्वकाल में हुए अंत:क्रमण में एक 8000 वर्ष पूर्व का एवं दूसरा 24000 वर्ष पूर्व का है।
ii. जमीन के भीतर 100 मीटर गहराई पर पीने के उपयुक्त पानी का एक जलाशय है जिसका पुन:पूरण नित नये पानी से होता रहता है, इस कारण इसे एक सक्षम स्रोत के रूप में विकसित किया जा सकता है।

12) कारवार तट में तलछट के प्रवाह की दिशा

नौसेना के तीसरे नेवल बेस (Project Sea bird) के निर्माण के लिए कारवार तट में तलछट के प्रवाह की दिशा जानने के लिए आइसोटोप ट्रेसर का उपयोग किया गया था।

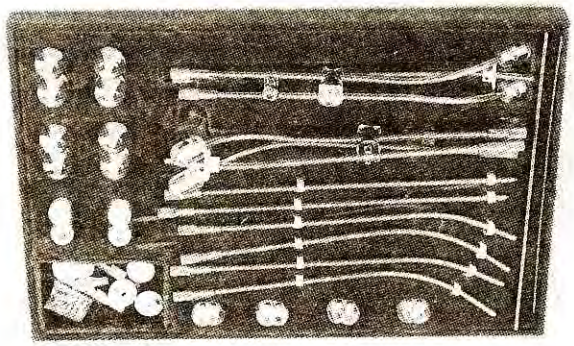
प्रस्तावित टर्निंग खाड़ी (Binge Bay) के तल से खोदी हुई मिट्टी अथवा गाद (silt) को फेंकने के लिए प्रतिमान अध्ययन (model studies) के आधार पर इंजीनियर्स इंडिया लिमिटेड ने दो स्थानों का चुनाव किया जिनमें से पहला दो किमी. दूर था व दूसरा उससे और आगे दो किमी. के अंतर पर था।

आइसोटोप अनुरेखन परीक्षण से यह स्पष्ट कर दिया गया था कि खोदी हुई गाद यदि प्रथम स्थान पर क्षेपित (dump) की गयी तो वह बह कर फिर से नौका परिवहन क्षेत्र तथा बिंग खाड़ी में आ जायेगी। दूसरे स्थान पर गाद डालने पर वह सही और आवश्यक दिशा में बहेगी। इस दृष्टि से दूसरा स्थान ज्यादा उपयुक्त माना गया।

13) हलदिया रिफायनरी में निर्वात आसवन (वैक्यूम डिस्टीलेशन) उपकरण का गामा चित्रण

हलदिया तेल शुद्धिकरण कारखाने में निर्वात आसवन स्तंभ की रचना (अभिकल्पना) इस प्रकार की गयी थी

आइसोटोप प्रयोगशाला : सीज़ियम स्रोत यहां बनाये जाते हैं ।



सीज़ियम-137 की ब्रॅची किट ।

कार्बन-14 विश्लेषण के लिए पानी के नमूनों का एकत्रीकरण ।

कि जिसके फलस्वरूप शुद्ध निर्वात गैस तेल (vacuum gas oil), हल्का तेल (light oil), भारी तेल (heavy oil) व बहुत कम मात्रा में अवशिष्ट प्राप्त हो सकें। कुछ वर्षों पूर्व किये गये सुधारों के पश्चात कई कोशिशों के बावजूद स्पिंडल तेल (spindle oil) के अतिरिक्त और कुछ भी प्राप्त नहीं होता था जिसके परिणामस्वरूप प्रतिदिन 60-70 लाख रुपयों का नुकसान होने लगा था।

केंद्र ने इंजीनियर्स इंडिया लिमिटेड के सहयोग से आसवन स्तंभ का 'ऑन-लाइन' गामा परीक्षण किया। स्तंभ का व्यास 8 मीटर से अधिक होने के कारण विशेष व्यवस्थाएं करनी पड़ीं और इतने बड़े व्यास के स्तंभ का गामा चित्रण अब तक की जानकारी के अनुसार विश्व में पहले कहीं भी नहीं किया गया था।

इस परीक्षण से यह ज्ञात हो सका कि, (1) दो विभिन्न तेलों के निकास क्षेत्र में स्थापित ट्रे में निर्धारित मात्रा से अधिक तेल एकत्र हो जाता था, (2) भारी पदार्थों के निकास क्षेत्र में स्थित निकास पेटी तेल का स्तर कम हो जाता था, (3) भट्टी में तेल के पुन:चक्रण क्षेत्र में स्थापित निकास पेटी में मर्यादा से अधिक हो जाने के कारण तेल बह निकलता था। उपरोक्त जानकारी के आधार पर आवश्यक सुधार किये गये। फलस्वरूप स्तंभ की कार्यक्षमता में भारी मात्रा में वृद्धि हुई।

14) कॉन्क्रीट रचनाओं का विनाशरहित परीक्षण

कॉन्क्रीट से बनी इमारतों में प्रबलीकरण हेतु लगायी गयी लोहे की छड़ों का स्थान व उनकी मजबूती की अवस्था, इमारत का नक्शा न रहने के बावजूद, अचूक तरीके से प्राप्त करने के लिए आइसोटोप तकनीकी सबसे महत्वपूर्ण और उपयुक्त साधन है।

इस दावे को बहुत रोचक ढंग से सिद्ध किया गया जब मुंबई स्थित एक दूरध्वनि एक्सचेंज इमारत में एक और मंजिल बढ़ाने का निर्णय लिया गया। इमारत पुरानी होने के कारण कोई नक्शा उपलब्ध नहीं था। अंतत: रेडियोग्राफी जांच करनी पड़ी जिससे यह ज्ञात हुआ कि इमारत में लोहे की प्रबलीकरण हेतु कई छड़ें उपलब्ध हैं, और वे सभी अच्छी अवस्था में हैं।

इस अनुभव के कारण इस तकनीक का प्रयोग अन्य स्रोतों में, उदाहरणार्थ पुरानी पानी की टंकी इत्यादि की जाँच में किया गया।

15) ड्रमों को सील बंद करने के लिए विकिरण द्वारा तिर्यक बद्ध (radiation cross linked) पॉलीइथलीन 'O' रिंग का निर्माण

उच्च तापमान पर ड्रमों को बंद करने के लिए प्रयोग में आनेवाली फ्ल्यूरो-गैसकेट का स्थान अब विकिरण द्वारा तिर्यक बद्ध पॉली-इथलीन 'O' रिंग ने लिया है। भारतीय उद्योग संस्थाएं लाखों की संख्या में उच्च कोटि की पॉली-इथलीन 'O' रिंग बनाती हैं। किंतु उन्हें इलेक्ट्रॉन बीम द्वारा तिर्यक बद्ध करने के लिए विदेश भेजना पड़ता था। भा. प. अ. केंद्र में विकसित प्रौद्योगिकी की सहायता से एक 2 MeV, 20 kW क्षमता वाली ILU-6 इलेक्ट्रॉन किरणपुंज यंत्र में कुछ आवश्यक परिवर्तन किये गये जिसमें इष्टतम अभिकल्पना द्वारा प्रयोग में लायी सुविधा है जिसके परिणामस्वरूप 'O' रिंग की तिर्यक बद्धता एक समान हो जाती है। भारतीय उद्योग संस्थाएं अब इस केंद्र द्वारा उपलब्ध करायी इलेक्ट्रॉन किरणपुंज तिर्यक बंधन सेवा का नियमित रूप से लाभ उठा रही हैं।

16) हीरे और बहुमूल्य रत्नों के रंगों में निखार

भारत हीरे, जवाहरात व बहुमूल्य रत्नों के निर्यात में विश्व में अग्रणीय स्थान पर है। नाभिकीय रिएक्टर में न्यूट्रॉन द्वारा या एक्सीलेटर में इलेक्ट्रॉन बीम द्वारा हीरों व बहुमूल्य रत्नों के रंगों में निखार लाने का काम काफी समय से चल रहा है। इस केंद्र ने ऐसी विधि में निपुणता प्राप्त की है जिसके द्वारा हीरों को इलेक्ट्रॉन बीम की सहायता से नीले, हरे, या हरे-नीले रंग का बनाया जा सकता है।

वर्तमान कार्यक्रम

- *हृदय रोग चिकित्सा में फॉस्फोरस-32 'स्टेन्ट' का उपयोग :* 'एंजीयोप्लॉस्टी' के बाद दोबारा हृदय की रक्तनलिका में अवरोध की संभावना 30% तक हो

सकती है । इस अवरोध को रोकने के लिए इस 'स्टेन्ट' का उपयोग किया जा रहा है । भा. प. अ. केंद्र में विकसित तकनीक द्वारा 'स्टेन्ट' पर फॉस्फोरस-32 के लेपन के उपरांत इसे हृदय की रक्तनलिका में स्थापित किया जाता है । आज तक मुंबई, पुणे, दिल्ली और हैदराबाद के अस्पतालों में लगभग सत्तर हृदय रोगियों में इसका उपयोग किया गया है ।

- इसी से संबंधित उपचार के लिए 'स्टेन्ट' के अतिरिक्त 'एंजीयोप्लॉस्टी' गुब्बारे में ही फॉस्फोरस-32, समेरीयम-153, रेनीयम-188 आदि को द्रव रूप में भर कर अवरोधित रक्तनलिकाओं को किरणन करने के प्रयोग भी जारी हैं ।
- नये टेस्टेस्टिरोन, प्रोजेस्टिरोन, इस्ट्राइयॉल के RIA-किट का विकास किया गया है । इनका उपयोग हार्मोन, थायरॉइड संबंधी रोगों के निदान, अनुर्वरता (infertility) तथा कैंसर का पता लगाने आदि के लिए किया जाता है ।
- कैंसर, हड्डियां, हृदय, यकृत, रक्त आदि में दोषों का पता लगाने के हेतु नये ^{99m}Tc - जनित्र का विकास जारी है ।
- कुछ रोगियों में रक्ताधान (blood transfusion) के परिणामस्वरूप होने वाले खतरों से बचाव के लिए रक्त के किरणन हेतु एक रक्त किरणक (blood irradiator) की अभिकल्पना पूर्ण की गयी है और निर्माण के पश्चात इनका अस्पतालों में उपयोग किया जायेगा ।
- पहले प्याज के कुल उत्पादन का पचास प्रतिशत बरबाद हो जाता था । प्याज का अंकुरण निषेध तथा भंडारण क्षमता बढ़ने के लिए नासिक, महाराष्ट्र में प्रति घंटे 12 किलो टन क्षमता वाले इरैडिएटर का निर्माण हो रहा है । किरणन किये प्याज को कई महीनों तक ताजा रखा जा सकता है ।
- औद्योगिक घटकों विशेषकर रॉकेट नोदक (rocket propellent), नाभिकीय घटकों की आंतरिक संरचना का यथार्थ रूप और अपघटकों का त्रिविमीय चित्रण करने हेतु क्ष-किरण तथा गामा-किरण आधारित संगणकीय बिंब-यंत्र (Computed Tomography) का विकास किया जा रहा है । पौराणिक, वैदिक अंतर्गामित सरस्वती नदी के उदगम और प्रवाह का अध्ययन सुदूर संसूचन (remote sensing) तथा आइसोटोप तकनीकी द्वारा किया जा रहा है ।
- खारघर, नयी मुंबई में इलेक्ट्रॉन किरणपुंज केंद्र (Electron Beam Centre) का निर्माण हो रहा है जिसमें निम्न कार्य किये जायेंगे :-
  - नये उत्पादों का विकास ।
  - केबल तथा तार के कुचालक (wire insulation) को 20 मेगारैड तक किरणन करने पर उनमें तिर्यक बद्धता आ जाती है जिसके फलस्वरूप उनकी गुणवत्ता उदाहरणार्थ तनाव सामर्थ्य, दीर्घीकरण क्षमता तथा उच्च तापमान पर स्थिरता घर्षण तथा विदार प्रतिरोधन क्षमता आदि में वृद्धि होती है और वे ज्यादा टिकाऊ हो जाते हैं ।
  - टेफ्लॉन के घर्षण अवरोधक और न-चिपकने वाले गुणधर्मों के कारण इसका उपयोग महीन चूर्ण (10 मिली माइक्रॉन) के रूप में सूखे स्नेहक (lubricant) में होता है । इतने महीन चूर्ण को करीब 50 मेगारैड तक किरणन द्वारा ही बनाया जा सकता है ।

आइसोटोप तकनीकी इस देश के विभिन्न क्षेत्रों जैसे आरोग्य, रक्षा, उद्योग और जल संवर्धन प्रबंधन में महत्वपूर्ण योगदान दे रही है । आइसोटोप तकनीकी के उपयोग की जो मौजूदा स्थिति है वह स्रोतों की सीमित उपलब्धता के कारण है न कि आइसोटोप के उपयोगों के महत्व न समझने के कारण ।

भारत का चिकित्सा जगत, औद्योगिक संस्थाएं और जल विज्ञान के विशेषज्ञ आइसोटोप तकनीकी की नित्य बढ़ती माँग का लाभ उठाने के लिए उत्सुक हैं । यह केंद्र और ब्रिट मिल कर बड़े उत्साह से उपरोक्त क्षेत्रों में आइसोटोपों के बढ़ते उपयोगों को विकसित व उन्नत करने के लिए कृतसंकल्प हैं ।

❐❐❐

प्रगत भारी पानी रिएक्टर

हर्षद प्रा. व्यास एवं रतन कुमार सिन्हा
रिएक्टर इंजीनियरी प्रभाग,
भा प अ केंद्र, मुंबई - 400 085

भारत की खनिज संपदा में थोरियम का बहुत महत्त्व है। यह विश्व की कुल संपदा का 30 प्रतिशत है, जबकि यूरेनियम मात्र 2 प्रतिशत है, इसी कारण हमारी त्रि-चरणीय नाभिकीय ऊर्जा नीति थोरियम को मद्देनजर रखकर बनायी गयी है। प्रगत भारी पानी रिएक्टर, थोरियम के उपयोग के लिए बनाया गया 235 मेगावाट क्षमता का रिएक्टर है जिसमें भारी पानी का मंदक के रूप में तथा उबलते जल को शीतलक के रूप में प्रयोग किये जाने की योजना है। इसमें कम भारी पानी का उपयोग, प्राकृतिक शीतलक प्रवाह द्वारा शीतलन कार्य, भाप जनित्र के स्थान पर भाप ड्रम का प्रयोग, इत्यादि उल्लेखनीय विशेषताएं हैं। इन सबसे महत्वपूर्ण है शीतलन नलिकाओं का अपनी कार्यशाला में निर्माण जिसका सीधा प्रभाव लागत पर पड़ेगा। इस रिएक्टर से संबंधित विभिन्न पहलुओं का विवरण इस लेख में दिया गया है।

नाभिकीय ऊर्जा के दोहन के लिए प्रकृति में पाये जाने वाले दो स्रोत हैं; यूरेनियम एवं थोरियम। जहां भारत में यूरेनियम के स्रोत सीमित हैं वहीं पर यहां विश्व के 30% थोरियम खनिज मौजूद हैं। स्वाभाविक है कि थोरियम के उपयोग ही से इस देश के ऊर्जा कार्यक्रम को चलाया जा सकता है। इसी तथ्य के अंतर्गत भारतीय परमाणु ऊर्जा आयोग ने अपने नाभिकीय ऊर्जा कार्यक्रम को बनाया है।

इस योजनानुसार हम प्रगत भारी पानी रिएक्टर (प्रभापारि) अर्थात एडवान्स हैवी वाटर रिएक्टर (AHWR) का विकास कर रहे हैं। प्रभापारि का अभिकल्पन विद्यमान जल रिएक्टर तकनीकी का विस्तार है। इसके लिए हम क्वथन जल रिएक्टर (BWR) तथा दाबित भारी जल रिएक्टर (PHWR) के अपने 150 रिएक्टर वर्षों का अनुभव काम में ला रहे हैं। प्रभापारि अपनी ऊर्जा का मुख्य उत्पादन उस यूरेनियम-233 से करेगा जो इसके क्रोड में स्थापित थोरियम के अभिजनन (breeding) से बनेगा। प्रभापारि के अभिकल्पन में इस बात का विशेष ध्यान रखा गया है कि वित्तीय स्पर्धा में यह खरा उतरे। इसके साथ इसकी सुरक्षा प्रणालियों में कई निश्चेष्ट (Passive) सुरक्षा साधनों का समावेश किया गया है। प्रभापारि से संबंधित कुछ तकनीकी आंकड़े तालिका - 1 में दिये गये हैं।

प्रभापारि का ईंधन यूरेनियम-233 मिश्रित थोरियम तथा प्लूटोनियम-239 मिश्रित थोरियम होगा। क्रोड में स्थापित प्लूटोनियम-239 के कई कार्य होंगे। जहां यह क्रोड सक्रियता बढ़ाने के साथ साथ अपक्रांतिकता का ऋणात्मक रिक्त गुणांक (Negative Void Coefficient of Reactivity) रखेगा, वहीं ईंधन दहन क्षमता (बर्न अप) तथा संयंत्र अनुचालन में मितव्ययी होगा। ऋणात्मक रिक्त गुणांक के अलावा प्रभापारि के अभिकल्पन में कई अन्य निश्चेष्ट प्रणालियां भी हैं जो इसको सुरक्षित एवं मितव्ययी बनाती हैं।

235 मेगावाट वाले प्रभापारि का अभिकल्पन थोरियम का इष्टतम उपयोग करते हुए ऊर्जा उत्पादन

तालिका - 1 : प्रभापारि के तकनीकी आंकड़े

प्राचल	मान
संयंत्र आंकड़े	
कुल ऊष्मा उत्पादन	750 मेगावाट
कुल विद्युत उत्पादन	235 मेगावाट
विद्युत दक्षता	29.5 %
क्रोड	
क्रोड व्यास	7.6 मीटर
सक्रिय क्रोड ऊंचाई	3.5 मीटर
रिएक्टर पात्र	
रिएक्टर पात्र व्यास	8700 मिमी.
रिएक्टर पात्र पदार्थ	स्टेनलैस स्टील 304 एल
ईंधन	
ईंधन मात्रा	49 टन
ईंधन समुच्य लंबाई	4027 मिमी.
ईंधन समुच्य संख्या	424
ईंधन पिन प्रति समुच्य	52
ईंधन दहन क्षमता (बर्न अप)	20000 मेगावाट / टन
ईंधन पिन कवच	जिरकालॉय
नियंत्रक छड़ संख्या	40
रिएक्टर शीतलन प्रणाली	
शीतलक लूप संख्या	4
मुख्य चक्र आयतन	307 घन मीटर
भाप प्रवाह गति	362 किग्रा प्रति सेकंड
शीतलन नलिका पदार्थ	Zr -2.5% Nb
नाभिकीय भाप उत्पादन	
मुख्य शीतलक प्रवाह	2576 किग्रा प्रति सेकंड
भाप प्रवाह गति	362 किग्रा प्रति सेकंड

निश्चित रखेगा । इसमें भारी पानी मंदक और उबलता हल्का जल शीतलक का कार्य करेंगे । रिएक्टर पात्र एवं दाबित नलिकाएं उर्ध्वाकार (खड़ी) होंगी । प्रभापारि का प्रत्ययात्मक (वैचारिक) अभिकल्पन पूरा हो चुका है और अब उसको विस्तृत रुप दिया जा रहा है । समग्र अभिकल्पन चिंतन की मुख्य उपलब्धि इसकी सरलतम बनावट और कई निश्चेष्ट सुरक्षा प्रणालियां हैं जिनका विवरण आगे दिया जायेगा ।

यद्यपि प्रभापारि प्रचालन के विस्तृत आर्थिक पहलुओं पर कार्य चल रहा है लेकिन यह विश्वास से कहा जा सकता है कि विद्यमान ऊर्जा संयंत्रों के अन्य विकल्पों के साथ यह आर्थिक स्तर पर स्पर्धा कर सकेगा । इसका मुख्य कारण रिएक्टर का सरल अभिकल्पन और कई प्रणालियों एवं उपस्करों का विलोपन (elimination) है । कुछ मुख्य विशेषताएं इस प्रकार हैं;

(अ) शीतलक के रूप में दाबित भारी पानी का प्रयोग न करने से भारी पानी की मात्रा, रिसाव और ट्रीशियम प्रभावन में कमी ।

(ब) जटिल एवं देरी से प्राप्त होने वाले भाप जनित्रों के बजाय "भाप ड्रमों" का प्रयोग,

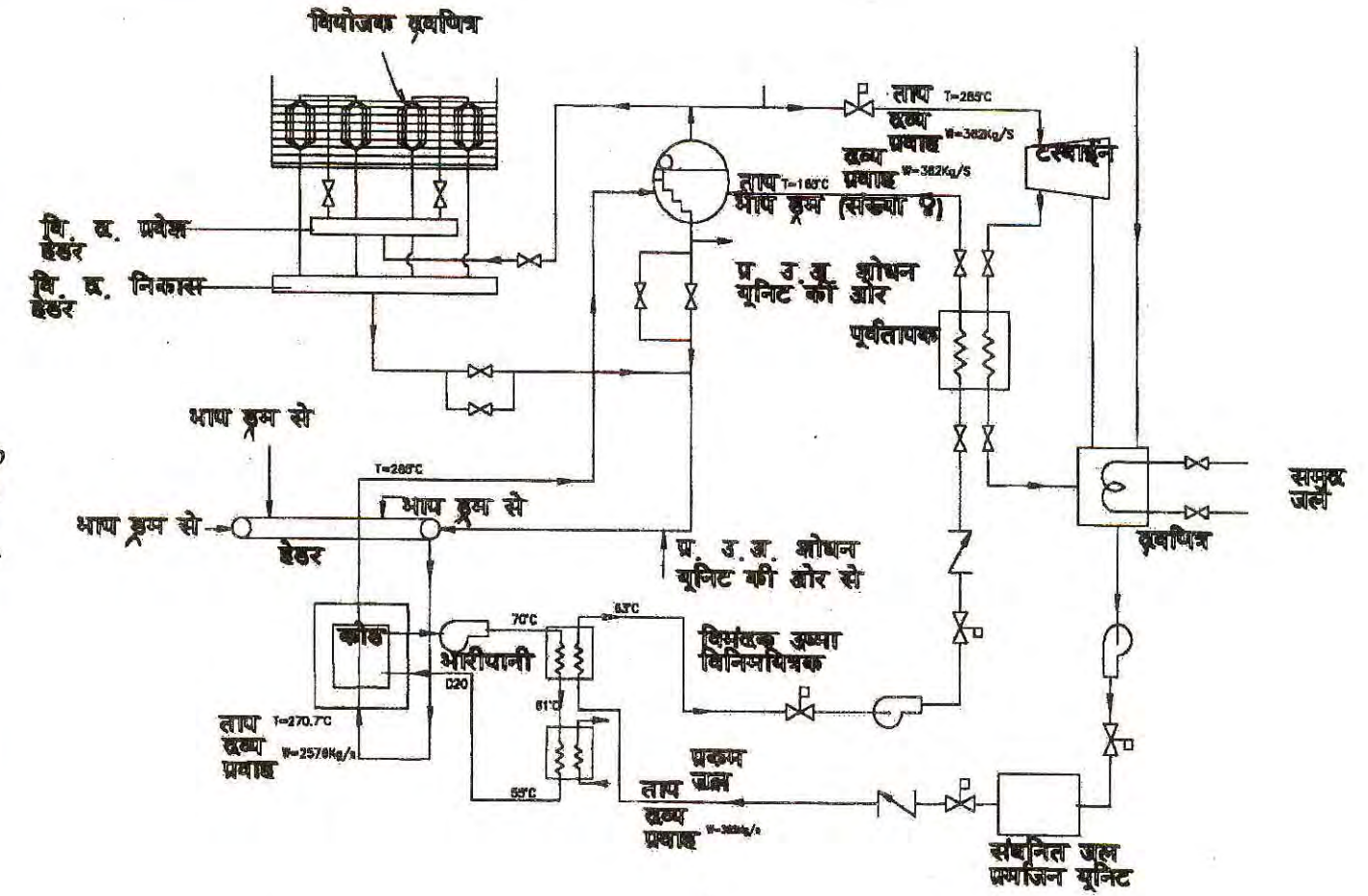
(स) प्रभापारि में शीतलक का प्रवाह प्राकृतिक विधि से होता है । इससे और अन्य सक्रिय उपस्करों प्राथमिक शीतलन पंपों जैसी क्रियाशील प्रणालियों की कम से कम जरुरत पड़ेगी और रिएक्टर सुरक्षा के लिए परंपरागत उपकरणों से ही काम चल जायेगा ।

(द) मुख्य रिएक्टर घटकों जैसे कि रिएक्टर शीतलन नलिकाओं आदि की संरचना कार्यशाला में ही हो सकेगी । इससे समय और वित्त दोनों की बचत होगी ।

नाभिकीय प्रणालियों का विवरण

मुख्य ऊष्मा अभिगमन प्रणाली :

इस प्रणाली (PHT अथवा Primary Heat Transport) को चित्र - 1 में दिखाया गया है । यह प्रणाली ईंधन समायोजनों को उबलते हल्के पानी से ठं डा करता है जो शीतलक नलिकाओं में सरलता (बिना पंप आदि) से प्रवाहित होता है । प्रत्येक शीतलक नलिका



चित्र - 1

मुख्य ऊष्मा अभिगमन प्रणाली का रेखाचित्र

से 125 मिमी व्यास की टेलपाइप द्वारा भाप-पानी मिश्रण चार भाप ड्रमों तक जाता है। ये ड्रम शीतलक नलिका के प्रवेश (Inlet) से 39 मीटर ऊंचाई पर स्थित हैं। इन ड्रमों में भाप 70 किग्रा प्रति वर्ग सेमी दबाव पर भाप-पानी मिश्रण से अलग हो जाती है। भाप 400 मिमी व्यास के पाइपों द्वारा टर्बोजनित्र में भेजी जाती है। जनित्र से भाप वियोजक संघनक में ठंडी कर पानी बनता है और यह पानी शुद्धिकरण एवं अग्रऊष्मकों से गुजरता हुआ 165^{o} सें. तापमान पर स्टीमड्रम में पहुंचता है। स्टीमड्रम में भाप पानी मिश्रण से अलग हुआ 285^{o} सें. तापमान वाला पानी फीड वाटर से मिलता है। स्टीमड्रम में पानी का स्तर रिएक्टर की ऊर्जा पर निर्भर होता है। रिएक्टर नलिकाओं के नीचे ऑरफिस लगाये जाते हैं ताकि सभी नलिकाओं से निकलने वाली भाप के गुण एक जैसे हों।

क्रोड क्षय ऊष्मा निष्कासन प्रणाली :

रिएक्टर शमन के समय क्रोड क्षय ऊष्मा प्रणाली ईंधन को ठंडा करती है। यह एक आवश्यक सुरक्षा व्यवस्था है। इसके लिए प्रभापारि में वियोजक संघनक का प्रयोग होता जो एक निश्चेष्ट साधन है। किसी रिएक्टर प्रचालक की उपस्थिति के बिना भी यह क्रोड की क्षय ऊष्मा को तीन दिन तक ठंडा रखने में सक्षम है। विभिन्न ऊष्मा विकास पथों की जानकारी चित्र-2 में दी गयी है। इससे यह स्पष्ट है कि अधिकांश ऊष्मा निकास मार्ग निश्चेष्ट हैं।

इस प्रणाली का अभिकल्पन रिएक्टर पूर्ण ताप के 3% निष्कासन करने को ध्यान में रखकर किया गया है जब भाप का तापक्रम 150^{o} सें. हो। पूर्ण क्षमता पर कार्य करते हुए रिएक्टर शमन के ठीक बाद कुछ सेकंड़ों के लिए जब भाप का तापक्रम 285^{o} सें. होता है। तब यह प्रणाली क्रोड पूर्ण ऊष्मा के 6% को निकालने में सक्षम है।

आइसोलेशन संघनक की रचना खड़ी नलिकाओं की होती हैं जिनके दोनों सिरों पर बेलनाकार हैडर होते हैं। ये संघनक गुरुत्व चालित जलकुंड (GDWP अथवा Gravity Driven Water Pool) में डूबे रहते हैं। क्रोड शीतलक नलिकाओं से आने वाली भाप संघनक की नलिकाओं में ऊपर से प्रवेश करती है और जलकुंड के पानी से ठंडी हो कर पानी बन जाती है। यह पानी संघनक के वापसी हैडर (Return Header) से मुख्य ऊष्मा-ताप अभिगमन प्रणाली में मिल जाता है।

जलकुंड में संघनक 2 मीटर पानी के नीचे डूबे रहते हैं। कुल आठ संघनक हैं जिनमें से केवल चार का एक साथ कार्यरत होना जरूरी हैं क्योंकि प्रत्येक की क्षमता 25% तक होती है।

सक्रिय शमन शीतलन प्रणाली :

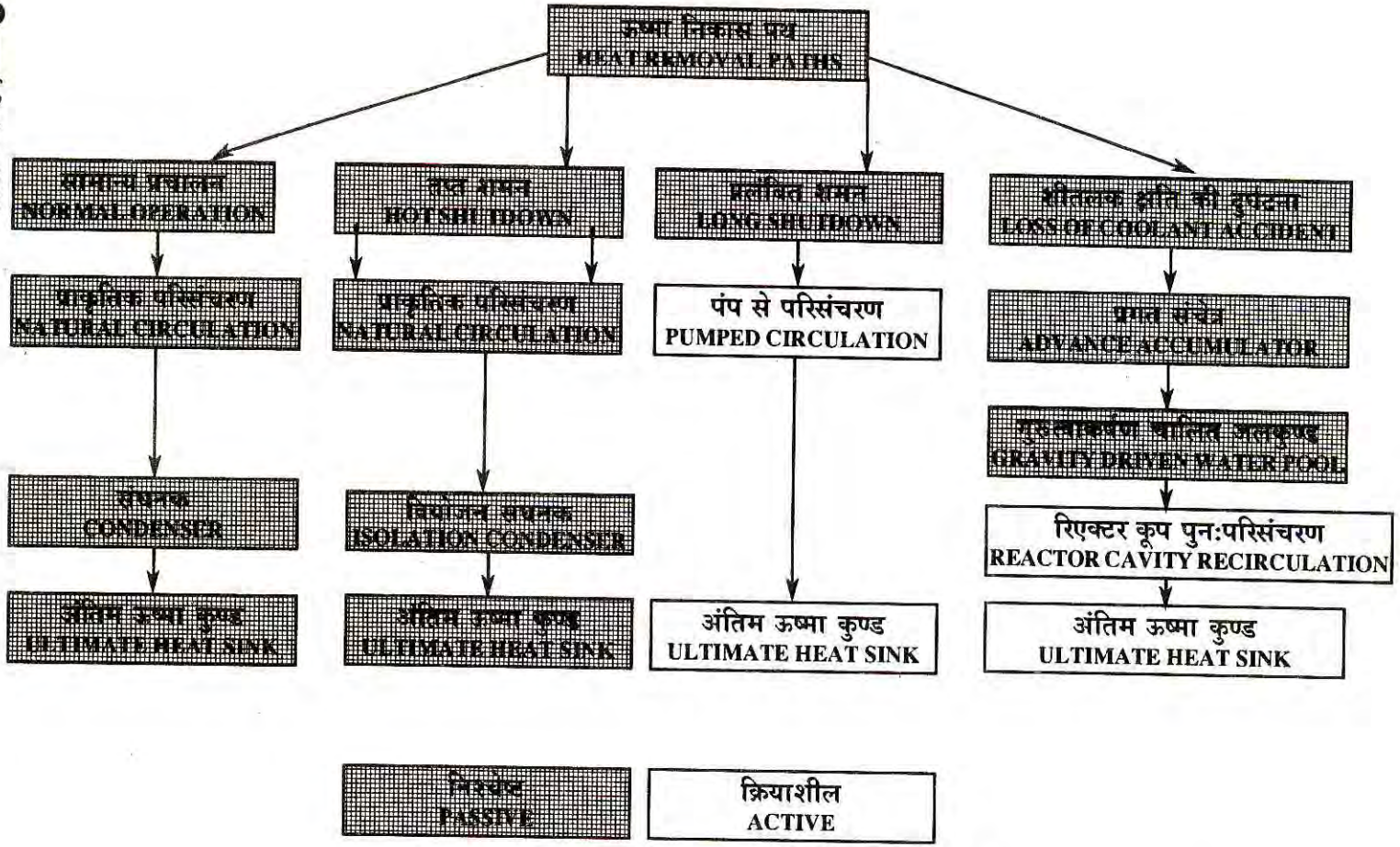
यह मुख्य ऊष्मा अभिगमन प्रणाली का तापक्रम 160^{o} से 60^{o} सें. पर लाने के लिए प्रयोग होती है ताकि रिएक्टर के अनुरक्षण के लिए उसे लंबे समय तक ठंडा रखा जा सके। इसमें चार लूप होते हैं जिनमें से दो किसी भी समय कार्यरत रहते हैं। प्रत्येक लूप की 50% क्षमता है। वियोजक संघनक के विकल्प के रूप में भी यह प्रणाली काम में आ सकती है।

मंदक प्रणाली :

साधारण प्रचालन के समय रिएक्टर पात्र पूर्ण रूप से भारी पानी से भरा रहता है। विद्युत की आवश्यकता के अनुसार पात्र के ऊपरी परावर्तक क्षेत्र में भारी पानी स्तर का परिवर्तन किया जाता है। भारी पानी के गुणों को बनाये रखने के लिए उसकी सतह के ऊपर निष्क्रिय गैस, हीलियम का वातावरण बनाये रखना जरूरी है।

आपात क्रोड शीतलन प्रणाली :

मुख्य ऊष्मा अभिगमन पाइपों में रिसाव, दरार अथवा विच्छेद होने पर क्रोड में रखे ईंधन अवयवों को ठंडा व सुरक्षित रखना एक चुनौती है। अतः संभावित घटनाओं की पूर्वधारणाओं का अनुमान किया जाना आवश्यक होता है। ये घटनाएं लोका (LOCA अथवा Loss of Coolant Accident) कहलाती हैं। सभी रिएक्टरों में लोका का सामना करने के लिए आपात क्रोड शीतलन प्रणाली (आक्रोशीप्र) का अभिकल्पन होता है।



चित्र - 2 : क्रोड में ऊष्मा निकास के विभिन्न मार्ग

प्रभापारि में यह काम शुरु में बोरोन युक्त हल्के जल के भारी प्रवाह से किया जाता है। यह बोरोटेड (बोरोनयुक्त) जल प्रगत संचायकों (एकुमुलेटरों) में भरा होता है जो लोका संकेत होने पर सक्रिय हो जाते हैं। इसके बाद शेष ताप निष्कासन के लिए गुरुत्वचालित जलकुंड का उपयोग होता है। जलकुंड के पानी की मात्रा क्रोड को तीन दिनों तक ठंडा रखने के लिए काफी होती है। यहां महत्वपूर्ण बात यह है कि प्रभापारि के अभिकल्पन में लोका की आपातकालीन स्थिति में क्रोड की सुरक्षा पूर्णतया निश्चेष्ट प्रणाली (आक्रोशीप्र) से होगी जिसकी सफलता में किसी संदेह की गुंजाइश नही होती है।

आक्रोशीप्र के चार संचायकों में 260 घमी. तथा जलकुंड में 6000 घमी. पानी होगा जो आक्रोशीप्र हैडर से जुड़े हैं। यह हैडर शीतलन प्रणाली से टेल पाइपों के ऊपर जुड़े हैं। आक्रोशीप्र जल क्रोड में ईंधन गुच्छों में स्थित आठ छिद्रित नलिकाओं से प्रवेश करता है ताकि वह फुव्वारे की शक्ल में सभी ईंधन पिनों को गीला रखे। बाद में यह जल खंडित पाइप से बाहर निकल कर रिएक्टर कूप में जमा हो जायेगा जहां मुख्य ऊष्मा अभिगमन का पानी पहले ही से जमा हो रहा होगा। यह पानी ऊष्मा विनिमयकों द्वारा ठंडा किया जायेगा ताकि क्रोड एक लंबे समय तक सुरक्षित रहे।

रिएक्टर क्रोड एवं ईंधन

अभिकल्पन उद्देश्य :

रिएक्टर भौतिकी के प्राचल निम्न अभिकल्पन उद्देश्यों की पूर्ति हेतु तय किये गये हैं :-

1. थोरियम ईंधन से ऊर्जा उत्पादन ~ 75%
2. अपक्रांतिकता का अल्प ऋणात्मक रिक्त गुणांक
3. ईंधन की दहन क्षमता कम से कम 20,000 मेगावाट दिन/टन
4. प्रारंभिक प्लूटोनियम की अल्पतम मात्रा
5. U-233 में स्वपोषी
6. तापीय शक्ति 750 मेगावाट

ईंधन गुच्छ का अभिकल्पन :

रिएक्टर क्रोड में 424 शीतलक नलिकाएं हैं। 340 नलिकाओं में रखे ईंधन गुच्छ की बनावट में 44 थोरियम यूरेनियम (Thorium - U-233) ऑक्साइड पिन एवं 8 थोरियम प्लूटोनियम (Thorium - Pu-239) ऑक्साइड पिन हैं। ये थोरिया तथा मॉक्स ईंधन पिनों के नाम से जाने जाते हैं। शेष 84 नलिकाओं में केवल थोरिया पिन होंगे। मॉक्स पिन का पावर फ्रेक्शन कम रखने के उद्देश्य से प्लूटोनियम की मात्रा कम (उदाहरण के लिए 4.5%) रखी जायेगी और उन्हें ईंधन गुच्छ के बाह्यतम वृतों में रखा जायेगा। थोरिया पिनों की तुलना में मॉक्स पिनों का विखंडन ज्यादा जल्दी होगा अतः अप क्रांतिकता बनाये रखने के लिए मॉक्स पिनों को जल्दी बदलना होगा ताकि थोरिया पिनों की दहन क्षमता 20,000 मेगावाट टन तक पहुंच सके। इस तरह इस ईंधन को दो बार पुनर्गठित करना होगा। फ्लक्स वितरण को क्रोड के चपटा बनाये रखने के लिए नये मॉक्स ईंधन गुच्छ बाह्यतम क्षेत्र में रखे जायेंगे और पुनर्गठित मॉक्स ईंधन गुच्छ मध्यम और अंदरुनी क्षेत्र में। किसी भी क्रोड नलिका में अधिकतम ऊर्जा का उत्पादन 2-3 मेगावाट आंका गया है।

रिएक्टर ईंधन :

प्रभापारि ईंधन का अभिकल्पन निम्न बातों को ध्यान में रख कर किया गया है।

1. लगातार पूर्ण शक्ति पर प्रचालन
2. शीतलक दबाब में अल्प कमी
3. रिएक्टर प्रचालन के सभी स्तरों में स्थल न्यूट्रॉनिक एवं तापीय द्रवचालिकी गठबंधन (Neutronic / Thermal hydraulic coupling)
4. रिएक्टर प्रचालन के समय ईंधन हस्तन (On power fuelling)
5. ईंधन गुच्छों का पुनर्गठन
6. लोका के वक्त ईंधन पिनों पर आक्रोशी (ECC) प्रणाली में छिड़काव

ईंधन समुच्चय का विवरण :

ईंधन समुच्चय के मुख्य अवयव ईंधन गुच्छ तथा परिरक्षक प्लग हैं । 4200 मिमी. लंबा यह ईंधन क्लस्टर शीतलन प्रणाली की दबाव नली में हैंगर समुच्चय की सहायता से लटका रहता है । इसकी बनावट ऐसी होती है कि आवश्यकता पड़ने पर परिरक्षक प्लग को प्रयुक्त ईंधन से अलग कर नये ईंधन में जोड़ सकते हैं। यह कार्य ईंधन मशीन द्वारा किया जायेगा ।

ईंधन पिन 13.7 मिमी वर्ग जालक पिच में व्यवस्थित होते हैं । 11.2 मिमी व्यास के पिनों पर 0.6 मिमी. जिरकालॉय का कवच होता है । इसके साथ ईंधन गुच्छ की बाहरी परिधि पर आठ छिद्रित जिरकालॉय नलिकाएं होती हैं । इन्हें जल नलिकाओं के नाम से जाना जाता है और लोका के समय इनसे ईंधन पिनों पर फुहार छोड़ी जाती है । ईंधन पिनों को ऊपरी और निचली बंधक पट्टिका के बीच आठ टाई छड़ों द्वारा गुच्छ में बांधा जाता है । शेष बचे 44 पिन निचली बंधक पट्टिका पर खड़े होते हैं तथा ऊपर की ओर फैलने के लिए स्वतंत्र होते हैं । छः जिरकालॉय अंतरकों की सहायता से ईंधन पिनों के बीच 2.5 मिमी की दूरी बनायी जाती है ।

ईंधन हस्तन एवं परिवहन :

प्रभापारि के अभिकल्पन में उसका क्षमता गुणांक (Capacity Factor) बढ़ाने के उद्देश्य से रिएक्टर के चलते चलते (ऑन पावर) ईंधन हस्तन आवश्यक है । इससे क्रोड रिएक्टिविटी कायम बनी रहेगी तथा ईंधन की दहन क्षमता इष्टतम होगी । प्रत्येक मास में करीब छः ईंधन समुच्चयों को बदला जायेगा । ईंधन हस्तन मशीन में सभी आवश्यक सुविधाएं होंगी जो उसके रिएक्टर प्रचालन के दौरान कार्य के लिए आवश्यक होंगी । इनमें ईंधन मशीन की विशिष्टताओं में हस्तन के समय शीतलन नलिकाओं में लीक रहित दबाव जोड़, क्षय ऊष्मा को ठंडा करने की सुविधा, सुदूर नियंत्रण की व्यवस्था, रिएक्टर ब्लॉक एवं भंडारण के मध्य मशीन का संचालन, मशीन के पास प्रचालन क्षेत्र में विकिरण डोज रेट की सीमा 0.5 मि.रोन्जन (mR) प्रति घंटा आदि मुख्य हैं ।

मंदक और परावर्तक :

रिएक्टर क्रोड भारी पानी तथा तापीयकार्बन (पायरोकार्बन) के विषमांगी मिश्रण वाले रिएक्टर पात्र में है । रेडियल दिशा में भारी पानी की 300 मिमी. मोटाई परावर्तक का कार्य करती है । अक्षीय दिशाओं में ऊपर की ओर भारी पानी की 600 मिमी. की मोटाई तथा नीचे की ओर 750 मिमी. मोटाई परावर्तक का कार्य करते हैं । यह प्रबंध उचित के-इफेक्टिव (K-effective) एवं अपक्रांतिकता के ऋणात्मक रिक्त गुणांक को ध्यान में रखकर और विस्तृत विश्लेषण करके किया गया है ।

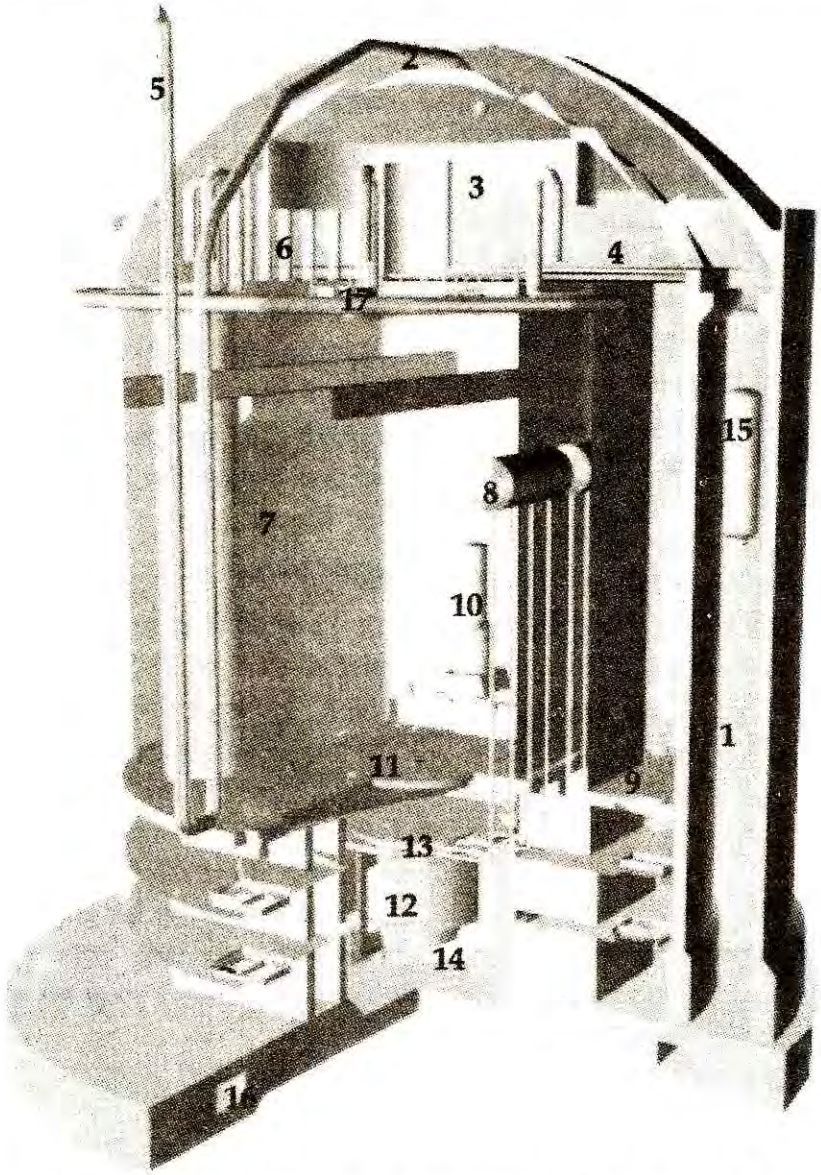
शमन प्रणाली :

प्रभापारि में दो स्वतंत्र तथा तेजी से कार्य करने वाली प्राथमिक एवं द्वितीय शमन प्रणालियां लगायी गयी हैं । प्राथमिक प्रणाली के रूप में न्यूट्रॉन अवशोषण के लिए बोरोन कार्बाइड वाली अवशोषण छड़ों का उपयोग हो रहा है । यह बोरोन कार्बाइड दो स्टेनलेस सकेंद्रिक स्टील नलिकाओं के बीच 1.5 मिमी. मोटे रिक्त स्थान में भरा होता है । द्वितीय शमन के लिए द्रव जहर अंतःक्षेपण प्रणाली है । इसके लिए 20 ग्राम प्रति लिटर बोरोन अंश वाले लिथियम पेन्टाबोरेट द्रावण को जहर नलिकाओं में इंजेक्ट (अंतःक्षेप) किया जाता है ।

रिएक्टर ब्लॉक घटक :

1. रिएक्टर पात्र (कैलेंड्रिया)
2. शीतलन नलिकाएं
3. अंत परिरक्षक - (End shield)
4. डेक प्लेट (Deck plate)
5. रिएक्टर कक्ष (Reactor vault)

चित्र - 3 में रिएक्टर के विभिन्न घटक दिखाये गये हैं । रिएक्टर अभिकल्पन की मुख्य विशेषताएं इस प्रकार हैं :



1) द्वितीयक संरोधक 2) प्राथमिक संरोधक 3) गुरुत्वाकर्षण चालित जलकुंड 4) वियोजक द्रवणित्र 5) स्वचालित संरोधक वियोजन प्रणाली 6) निर्गम नलिका 7) पश्च नलिका मीनार 8) भाप ड्रम 9) 100 मीटर तल 10) ईंधन मशीन 11) डेक पट्टिका 12) कैलेंड्रिया और सिरा परिरक्षक 13) हेडर 14) पाईल आधार 15) प्रगत संचायक 16) पूर्व-प्रतिबलन गैलरी 17) स्वचालित (निश्चेष्ट) संरोधक शीतक

चित्र - 3 : प्रभापारि के विभिन्न घटक

- शीतलन नलिकाओं का सरलता से प्रतिस्थापन करने की सुविधा
- भारी पानी तथा तापीयकार्बन युक्त विषमांगी मंदक और परिवर्तक प्रणाली
- प्रयोग के दौरान परीक्षण तथा अनुरक्षण की सुविधा
- निर्माण करने में आसानी
- समुचित परिरक्षण

सुरक्षा विशिष्टताएं :

सुरक्षा आवश्यकताएं एवं अभिकल्पन विचारधारा :

प्रभापारि अभिकल्पन का मुख्य सिद्धांत है दुर्घटनाओं को होने से रोकना । इसके लिए जो कदम उठाये गये हैं वे वर्तमान सुरक्षा सिद्धांतों में खरे उतरे हैं । कुछ उदाहरण निम्न हैं :

- प्रणालियों एवं घटकों के अभिल्पन में अनुदार हाशिये
- प्रणालियों की विश्वसनीयता बढ़ाने के लिए बहुतायात संकल्पना का सहारा लेना
- निवारक (Preventive) अनुरक्षण
- प्रचालन के दौरान परीक्षण (In-service inspection)
- गुरुत्व चालक जलकूप में अत्यधिक मात्रा में पानी उपलब्ध
- निश्चेष्ट सुरक्षा विशिष्टतायें व्यवस्थाएं
- अपक्रांतिकता का ऋणात्मक रिक्त गुणांक

इन सब सिद्धांतों को ध्यान में रखकर प्रभापारि में उन सभी प्रणालियों का अभिकल्पन किया गया है जो रिएक्टर क्रोड से प्रचालन तथा शमन में ऊष्मा निकालने में सक्षम हैं । साथ साथ ये आपातकालीन एवं दुर्घटना के समय में भी क्षय ऊष्मा को निकालते हुए रेडियोधर्मी पदार्थों को वातावरण में नहीं जाने देंगे । निश्चेष्ट सुरक्षा विशिष्टताएं निम्न हैं :

1. मुख्य शीतलक का सहज परिसंचरण
2. क्रोड क्षय ऊष्मा निष्कासन
3. शमन प्रणालियां
4. आपातकालीन क्रोड शीतलन
5. क्रोड की जल समाधि
6. क्रोड के आसपास भारी पानी तथा साधारण पानी की विपुल मात्रा
7. संरोधक का निश्चेष्ट वियोजन
8. संरोधक का निश्चेष्ट शीतलन

गंभीर दुर्घटनाएं :

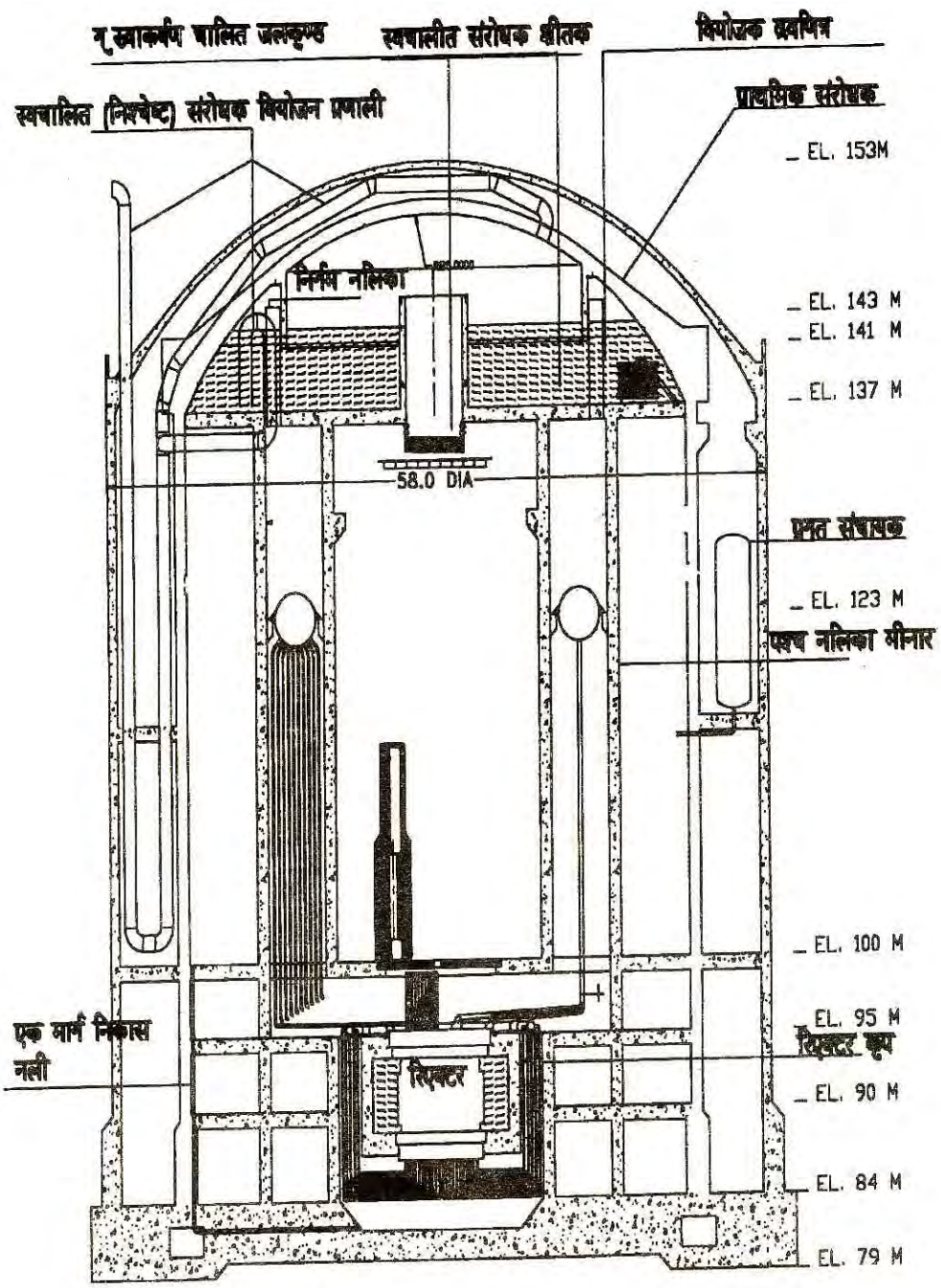
प्रभापारि के सुरक्षात्मक उपायों का स्तर इतना ऊपर रखा गया है कि तीव्र दुर्घटना होने की संभावना लगभग शून्य के बराबर है । इन उपायों का वर्णन ऊपर किया है । इन सभी की योग्यता प्रासुवि (प्रायिकता सुरक्षा विश्लेषण) द्वारा जांची जायेगी । इस संदर्भ में यह पुनः कहना जरुरी है कि क्रोड सबमरजेन्स तथा रिएक्टर के आसपास स्थित भारी पानी और अन्य पानी की विपुल मात्रा से किसी भी दुर्घटना के समय इसके प्रभाव को निष्क्रिय करने के लिए सबल अवरोध (strong barrier) स्थापित किया जा सकता है ।

संयंत्र अभिन्यास :

प्रभापारि रिएक्टर बिल्डिंग कंक्रीट की बेलनाकार इमारत है (चित्र - 4) । इस गुंबदनुमा इमारत में दो सअक्षीय बेलनाकार कक्ष हैं जो ऊपर से गुंबज द्वारा ढके हुए हैं । 44 मी व्यास x 72 मी ऊंचाई वाला भीतरी कक्ष प्राथमिक संरोधक है जिसमें अधिक ऊष्मा वाले अवयव तथा क्रोड शीतलन प्रणाली, ईंधन मशीन आदि स्थापित हैं । इस कक्ष के ऊपरी हिस्से में गुरुत्व चालक जलकुंड स्थित है । 58 मी. व्यास x 74.5 मी. ऊंचाई का बाहरी कक्ष द्वितीयक संरोधक कहलाता है । प्राथमिक संरोधक पूर्व प्रतिबलित कांक्रीट से बना है जबकि द्वितीयक संरोधक रीइन्फोर्स्ड कांक्रीट का बना है । दोनों संरोधक कांक्रीट के मोटे बेड़े पर खड़े हैं ।

रिएक्टर बिल्डिंग के अभिकल्पन में निम्न बातों का ध्यान रखा गया है ।

1. प्राथमिक संरोधक का अल्पतम आयतन
2. प्राथमिक एवं द्वितीयक संरोधक के बीच की जगह का समुचित उपयोग



चित्र - 4: प्रभापारि भवन का ऊर्ध्व नक्शा

3. रिएक्टर प्रचालन, ईंधन हस्तन, और ईंधन अंतरण के समय रिएक्टर के ऊपर मुक्त प्रवेश
4. उपयुक्त विकिरण परिरक्षण एवं सामान्य तथा आपात स्थितियों में सदूंषण फैलाव से बचाव
5. ऊपरी तल पर विशाल जल का भंडारण जो कई निश्चेष्ट सुरक्षा प्रणालियों में काम आ सके ।
6. आक्रोशीप्र की जलमात्रा खत्म होने से पहले रिएक्टर क्रोड की जल समाधि (सबमरजेन्स)
7. सामान्य तथा आपात स्थितियों में प्रचालन तथा अनुरक्षण के लिए रिएक्टर के महत्तम उपस्करों तक सरलता से पहुंच
8. आग की रोकथाम एवं नियंत्रण

अन्य प्रणालियां :

सभी विद्युत उत्पादन संयंत्रों की तरह प्रभापारि में भी अन्य आवश्यक प्रणालियों तथा उपस्करों का समावेश है जैसे कि भाप, प्रणाली, जल आपूर्ति प्रणाली, भाप ड्रम, रिएक्टर नियंत्रण प्रणाली, रिएक्टर रक्षण प्रणाली, अपक्रांतिकता नियंत्रण प्रणाली, विद्युत प्रणालियां, विकिरण व रिएक्टर उपस्कर, इत्यादि । इन पर उचित कार्य चल रहा है ।

परियोजना की स्थिति एवं नियोजित समय सारिणी :

प्रभापारि की संकल्पना दिसंबर 1997 तक पूरी हो गयी थी । प्राथमिक स्तर के विश्लेषणों एवं प्रयोगों के आधार पर अभिकल्पन पूर्ण हो गया तथा प्रारूप रिपोर्ट जारी की गयी ।

विस्तृत अभिकल्पन का कार्य चल रहा है । नाभिकीय प्रणालियों के विगत अभिकल्पन के विकास, आवश्यक विश्लेषण और प्रयोग, तथा विगत विनिर्देशन तैयार करने के लिए कार्य चल रहे हैं । इन कार्यों को पूरा कर परियोजना रिपोर्ट 2002 तक जारी कर दी जायेगी ।

❑❑❑

नाभिकीय ईंधन का विकास

(पृष्ठ -25 का शेष भाग)

रिएक्टर में रहने के कारण ईंधन रेडियोसक्रिय हो जाता है अत: इन सभी का मूल्यांकन विशेष उपकरणों से रेडियोसक्रिय कक्ष में होता है ।

उपर्युक्त विवरण से यह निश्चित है कि ईंधन विकास के लिए बहु-विषयी जानकारी होनी जरूरी है । ईंधन रिएक्टर प्रणाली का वह भाग है जिसे अपने कार्य काल में बहुत विषम वातावरण में कार्य करना होता है तथा उसका अभिकल्पन भी सभी तरह से आदर्श विकसित करना आवश्यक है । ईंधन का खर्च रिएक्टर संचालन खर्च का एक बहुत बड़ा भाग है । इसी कारण अगर ईंधन के खर्च को सही रखा जा सके तो परमाणु ऊर्जा किफायती साबित होगी । अभिकल्पन से जुड़ी कठिनाइयों के कारणवश परमाणु ईंधन विकास में काफी समय लगना अनिवार्य है । इसलिए आवश्यक परीक्षणों एवं उनकी समीक्षा के बाद ही यह कहना संभव होता है कि इसका विकास पूर्ण हो गया है ।

❑❑❑

भारी पानी उत्पादन में हमारी आत्मनिर्भरता

(पृष्ठ -32 का शेष भाग)

में अन्य देशों की तुलना में अधिक विविधता है । भारी पानी उत्पादन की यह सफलता उन्नत नाभिकीय प्रौद्योगिक में हमारी परिपक्वता एवं आत्मनिर्भरता का संकेत है ।

भविष्य का परिदृश्य

भारी पानी बोर्ड, भारी पानी संयंत्रों को वर्तमान उत्पादन स्तर पर अगले 25 वर्ष तक तथा उसके बाद 75% क्षमता पर अगले 5 वर्ष एक चलाकर न्यूक्लियर पॉवर कारपोरेशन के पहले चरण के PHWR द्वारा 2020 तक 7500 MWe विद्युत उत्पादन के कार्यक्रम की आवश्यकताओं को पूरा कर सकता है । यदि भविष्य में पहले चरण में 7500 MWe से अधिक उत्पादन की योजना बनती है तो भारी पानी बोर्ड को अतिरिक्त संयंत्रों की स्थापना करनी होगी जिसका निर्णय उचित समय पर लिया जा सकेगा ।

❑❑❑

परमाणु ऊर्जा के विभिन्न नियामक पहलू

जी. आर. श्रीनिवासन,
ए. के. असरानी एवं एस. ए. खान
परमाणु ऊर्जा नियामक परिषद,
अणुशक्तिनगर, मुंबई - 400 094

किसी भी परियोजना के सुचारु तथा सुरक्षित रूप में चलाने हेतु कुछ नियमों का पालन आवश्यक है। नाभिकीय ऊर्जा के संदर्भ में यह और भी आवश्यक है क्योंकि इसके बारे में जनसामान्य में कुछ अप्रत्याशित भय छाया हुआ है। हो सकता है यह हिरोशिमा तथा नागासाकी में गिराये परमाणु बंब तथा उसी की विभीषिका का परिमाण हो। बहरहाल, परमाणु ऊर्जा विभाग ने अपने परमाणु बिजली घरों को इष्टतम क्षमता तथा सुरक्षित तौर पर चलाने हेतु एक नियामक परिषद का गठन किया है। परिषद यह सुनिश्चित करती है कि परमाणु बिजली घरों में विकिरण से कर्मियों तथा जनसामान्य की सुरक्षा के पर्याप्त उपाय किये गये हैं अथवा नहीं। इस कार्य के लिए अपनायी जाने वाली पद्धति के विभिन्न पहलुओं की रूपरेखा पर इस लेख में विशषज्ञों द्वारा चर्चा की गयी है।

मानव सभ्यता के विकास और हमारी ऊर्जा आवश्यकताओं के बीच घनिष्ठ संबंध है। ऊर्जा की खपत हमारी आय पर निर्भर करती है। वैज्ञानिक प्रगति और विश्व की जनसंख्या की वृद्धि के साथ-साथ ऊर्जा की मांग में निरंतर वृद्धि होना स्वाभाविक है। ऊर्जा के प्रमुख स्रोत "जीवाश्मीय ईंधन" तेजी से समाप्त हो रहे हैं। इसलिए ऊर्जा के सभी वैकल्पिक स्रोतों का दोहन जरूरी हो गया है। जीवाश्मीय ईंधन के उपयोग से पर्यावरण प्रदूषित हो रहा है। नाभिकीय ऊर्जा एक महत्वपूर्ण विकल्प है जो मानव जाति के लिए दीर्घकालीन ऊर्जा की आवश्यकता को पूरा करने में काफी सहायक साबित होगा। यूरेनियम जैसे भारी नाभिकों के विखंडन या ड्यूट्रॉन जैसे हल्के नाभिकों के संलयन से नाभिकीय ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है। थोरियम के प्रचुर भंडार को यूरेनियम में परिवर्तित कर के इससे भी काफी ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है।

विश्व में नाभिकीय ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा प्राप्त करने के लिए कई तकनीकें प्रयोग में लायी जा रही हैं। इनके आधार पर नाभिकीय रिएक्टरों को कई प्रकार के नामों से जाना जाता है। उदाहरणार्थ उबलते पानी (बॉयलिंग वाटर) रिएक्टर, दाबित पानी (प्रेशराइज़्ड वाटर) रिएक्टर, दाबित भारी पानी (प्रेशराइज़्ड हेवी वाटर) रिएक्टर, द्रुत प्रजनक (फास्ट ब्रीडर) रिएक्टर इत्यादि। हमारे देश में तारापुर परमाणु विद्युतघर बॉयलिंग वाटर रिएक्टर पर आधारित है जबकि राजस्थान, मद्रास, नरोरा एवं काकरापार में कार्यरत परमाणु विद्युतघर प्रेशराइज़्ड हेवी वाटर रिएक्टर पर आधारित हैं। इंदिरा गांधी परमाणु अनुसंधान केंद्र में कार्यरत फास्ट ब्रीडर रिएक्टर है। कई परमाणु विद्युतघर परियोजनाएं निर्माणाधीन हैं। कैगा, राजस्थान और तारापुर में दाबित भारी पानी रिएक्टर पर आधारित परमाणु विद्युतघर बनाये जा रहे हैं। कुडनकुलम में दाबित भारी पानी रिएक्टर पर आधारित परमाणु विद्युतघर का निर्माण होने वाला है। इन विद्युतघरों को आवश्यक सामग्री (नाभिकीय ईंधन, भारी पानी, इलेक्ट्रॉनिकी उपकरण आदि) उपलब्ध कराने के लिए कई सहायक संस्थान प्रतिस्थापित किये गये हैं। चित्र में भारतीय परमाणु

विद्युतघर सहित उन सभी संस्थानों को दर्शाया गया है। भारत के नाभिकीय ऊर्जा कार्यक्रम की चर्चा अन्यत्र की गयी है।

यद्यपि परमाणु ऊर्जा पर आधारित विद्युतघर से पर्यावरण प्रदूषित तो नहीं होता है, लेकिन इन प्रतिष्ठानों में उत्पन्न होने वाले रेडियोसक्रिय पदार्थों को परमाणु भट्टी से बाहर निकलने से रोकना अत्यंत आवश्यक है। क्योंकि रेडियोसक्रिय पदार्थों से उत्सर्जित विकिरण का मनुष्य एवं अन्य जीव जंतुओं पर बुरा प्रभाव डालता है। अतः विकिरण से सुरक्षा के लिए व्यापक प्रबंध करना अनिवार्य है। इसलिए परमाणु विद्युतघर के लिए स्थल का चयन काफी सोच समझ कर करना पड़ता है। इसके अभिकल्पन, निर्माण, अभिचालन एवं प्रचालन करते वक्त विकिरण से सुरक्षा का खास ध्यान रखना होता है।

यह सुनिश्चित करने के लिए कि विकिरण से सुरक्षा के लिए किये गये उपाय पर्याप्त हैं, परमाणु विद्युतघर के सभी सुरक्षात्मक पहलुओं की विस्तृत रूप से समीक्षा करना आवश्यक है। इस कार्य के लिए समय-समय पर परमाणु ऊर्जा विभाग ने सुरक्षा समितियों का गठन किया। प्रथम सुरक्षा समिति का गठन 1960 में भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र के रिएक्टरों एवं प्लूटोनियम प्लांट की सुरक्षा व्यवस्था की समीक्षा करने के लिए किया गया था। तत्पश्चात् तारापुर परमाणु विद्युतघर के निर्माण के बाद परमाणु ऊर्जा विभाग ने 1972 में परमाणु ऊर्जा विभाग-सुरक्षा समीक्षा समिति (DAE-SRC) का गठन किया।

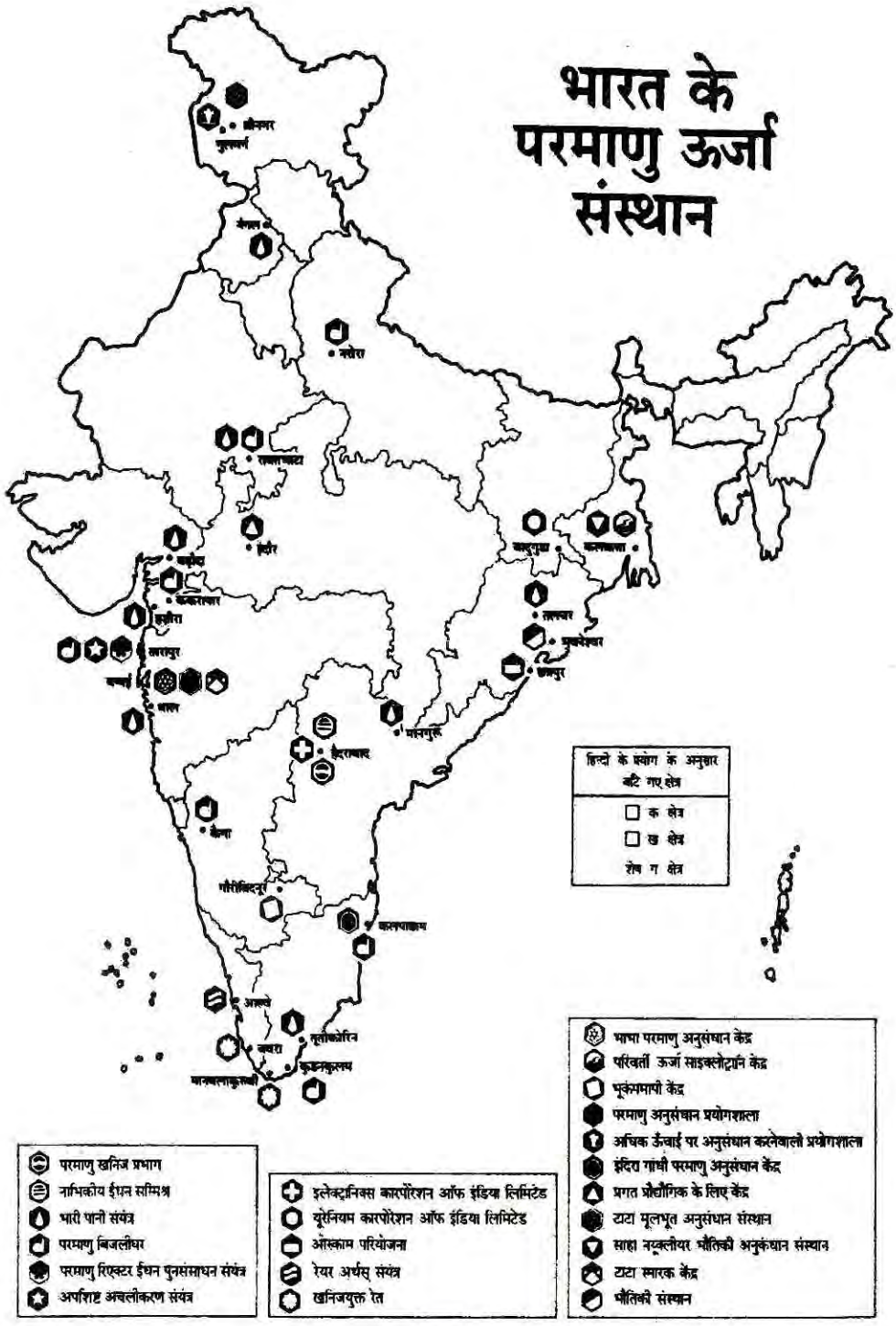
जैसे-जैसे भारत के परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम का प्रसार होता गया, एक स्वतंत्र सुरक्षा संस्थान की आवश्यकता महसूस की गयी जो भारत के सभी प्रतिष्ठानों विशेषकर परमाणु विद्युतघरों को सुरक्षा की दृष्टि से नियमित कर सके। 15 नवंबर 1983 को एक स्वतंत्र संस्थान के रूप में परमाणु ऊर्जा नियामक परिषद (प ऊ नि प - A E R B) का गठन परमाणु ऊर्जा आयोग के अधीन किया गया। परमाणु ऊर्जा नियामक परिषद को निम्नलिखित कार्यक्रम सौंपा गया।

- सुरक्षा संबंधी संहिता, मार्गदर्शिका एवं नियमावली (कोड्स, गाईड्स एवं मैनुअल्स) तैयार करना।
- परमाणु ऊर्जा विभाग के अधीन या बाहर उन प्रतिष्ठानों को जहां रेडियोसक्रिय पदार्थ का उपयोग या सृजन होता है, उन की सुरक्षा जांच करके अनुमति-पत्र प्रदान करना एवं उन पर निगरानी रखना।
- परमाणु विद्युतघरों की सुरक्षा समीक्षा करके इनके निर्माण एवं प्रचालन के लिए अनुमति-पत्र प्रदान करना।
- समय-समय पर आम जनता को सुरक्षा संबंधी विषयों की जानकारी देना।

DAE-SRC को 1998 में पऊनिप का एक अंग बना दिया गया और इसका नाम सेफ्टी रिव्यू कमेटी फॉर ऑपरेटिंग प्लांट (सारकॉप) दिया गया। परमाणु ऊर्जा नियामक परिषद एक कानूनी संस्था है और परमाणु ऊर्जा आयोग के अधीन काम करती है। पऊनिप किसी भी विकिरण से संबंधित प्रतिष्ठान का निरीक्षण कर सकती है और जरूरत पड़ने पर उनको दी गयी अनुमति-पत्र रद्द कर सकती है।

परमाणु विद्युतघर के संदर्भ में पऊनिप के नियामक पहलुओं का संक्षिप्त विवरण इस प्रकार है। सामान्यतः परमाणु विद्युतघर में रेडियोसक्रिय पदार्थों का स्रोत इसके रिएक्टर के क्रोड में स्थित यूरेनियम के विखंडन से उत्पन्न होनेवाले रेडियोसक्रिय तत्त्व हैं। इससे सुरक्षा के लिए पऊनिप जरूरी नियामक शर्तों को निम्नलिखित चरणों में तय करता है और हर परमाणु विद्युतघर को इन शर्तों का पालन करना पड़ता है। इन शर्तों के पूरा होने पर ही अनुमति-पत्र प्रदान किया जाता है।

- स्थल चयन (Site selection)
- अभिकल्पन एवं निर्माण (Design and Construction)
- अभिचालन (Commissioning)


भारत के
परमाणु ऊर्जा
संस्थान
हिन्दी के प्रयोग के अनुसार
कटि गए क्षेत्र
क क्षेत्र
ख क्षेत्र
ग क्षेत्र
परमाणु खनिज प्रभाग
नाभिकीय ईंधन सम्मिश्र
भारी पानी संयंत्र
परमाणु बिजलीघर
परमाणु रिएक्टर ईंधन पुनसंसाधन संयंत्र
अपशिष्ट अंचलीकरण संयंत्र
इलेक्ट्रानिक्स कारपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड
यूरेनियम कारपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड
ओस्काम परियोजना
रेयर अर्थस् संयंत्र
खनिजयुक्त रेत
भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र
परिवर्ती ऊर्जा साइक्लोट्रान केंद्र
भूकंपमापी केंद्र
परमाणु अनुसंधान प्रयोगशाला
अधिक ऊँचाई पर अनुसंधान करनेवाली प्रयोगशाला
इंदिरा गांधी परमाणु अनुसंधान केंद्र
प्रगत प्रौद्योगिक के लिए केंद्र
टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान
साहा न्यूक्लीयर भौतिकी अनुसंधान संस्थान
टाटा स्मारक केंद्र
भौतिकी संस्थान

- प्रचालन एवं अनुरक्षण (Operation and Maintenance)

स्थल चयन :

परमाणु विद्युतघर का स्थल चयन करते समय निम्नलिखित नियामक पहलुओं को संतुष्ट करना आवश्यक है :

प्राकृतिक विपदाएं (भूकंप, बाढ़, चक्रवात इत्यादि) :

- स्थल भूकंपीय कटिबंध 4 या उससे अधिक वाले क्षेत्र में नहीं होना चाहिए ।
- स्थल किसी भूगर्भीय भ्रंश से कम से कम 5 किलोमीटर दूर होना चाहिए ।
- स्थल के समीप बहने वाली नदी का जल स्तर बढ़ने से या नदी के ऊपर बने बांध के टूटने से प्लांट को बाढ़ से कोई ख़तरा नहीं होना चाहिए ।
- समुद्री तूफानों एवं चक्रवात से प्लांट को कोई नुकसान नहीं पहुंचना चाहिए ।

मानव प्रेरित दुर्घटनाएं (वायुयान का ध्वंस, विस्फोट इत्यादि) :

- स्थल किसी बड़े हवाई अड्डे से कम से कम 8 किलोमीटर दूर होना चाहिए ।
- स्थल किन्हीं विस्फोटक पदार्थों अथवा सामग्री के भंडारण से कम से कम 5 किलोमीटर दूर होना चाहिए ।

भूमिगत जल स्तर एवं वसाहत

- स्थल के क्षेत्र में भूमिगत जल का स्तर 2 मीटर से ज़्यादा नीचे होना चाहिए ।
- स्थल से 5 किलोमीटर की दूरी तक 2,000 से अधिक जनसंख्या नहीं होनी चाहिए ।
- स्थल से 10 किलोमीटर की दूरी तक 10,000 से अधिक आबादी वाला कोई क्षेत्र नहीं होना चाहिए ।
- स्थल से 30 किलोमीटर की दूरी तक एक लाख से अधिक आबादी वाला कोई क्षेत्र नहीं होना चाहिए ।

जल स्रोत

- स्थल के समीप पर्याप्त मात्रा में जल का मौजूद होना अनिवार्य है । जल का स्रोत नदी, झील या समुद्र हो सकता है ।

अभिकल्पन एवं निर्माण :

परमाणु विद्युतघरों के सभी अवयवों का अभिकल्पन प्रमाणित संहिता, मागदर्शिका तथा मानकों के अनुसार होना चाहिए । अभिकल्पन करते समय प्रमुख रूप से निम्नलिखित पहलुओं को संतुष्ट करना अत्यावश्यक है :

- नाभिकीय रिएक्टर को तुरंत बंद करने की दोहरी विश्वसनीय प्रणाली
- प्रचालन के समय रिएक्टर के प्राथमिक शीतलक प्रणाली के किसी भाग के टूटने के कारण रिएक्टर क्रोड से शीतलक के क्षय होने की दुर्घटना से निपटने के लिए आपात्कालीन क्रोड शीतलन प्रणाली
- रिएक्टर के बंद होने की अवस्था में क्रोड में मौजूद ईंधन को ठंडा रखने की प्रणाली
- दुर्घटना की स्थिति में रिएक्टर से निकलने वाले रेडियोसक्रिय तत्त्वों को दोहरी दीवार वाले रिएक्टर भवन के अंदर ही सीमित रखना तथा इन्हें साफ करने की प्रणाली
- परमाणु विद्युतघर के हर भाग में रेडियोधर्मिता का सर्वेक्षण करते रहने एवं उनसे सुरक्षा के पर्याप्त उपाय
- नाभिकीय रिएक्टर भवन से निकलने वाले अवशेष रेडियोसक्रिय पदार्थों के प्रबंधन की समुचित व्यवस्था
- परमाणु विद्युतघर की सभी प्रणालियों तथा क्षेत्रों की अग्नि-सुरक्षा और अग्नि-शमन का प्रबंधन ।

उपरोक्त पहलुओं को ध्यान में रखकर परमाणु विद्युतघर की सभी प्रणालियों का अभिकल्पन करना आवश्यक है । अभिकल्पना की जांच पऊनिप की परियोजना सुरक्षा समीक्षा समिति, परियोजना सुरक्षा समीक्षा सलाहकार समिति और पऊनिप बोर्ड के द्वारा

होने के बाद ही परमाणु विद्युतघर के निर्माण का अनुमति-पत्र प्रदान किया जाता है । परमाणु विद्युतघर के सभी घटकों, प्रणालियों एवं भवनों का निर्माण प्रमाणित विधियों द्वारा तथा मानक संहिता के अनुसार करना अनिवार्य है । निर्माण करते वक्त उच्च गुणवत्ता वाली सामग्री, तकनीक तथा प्रशिक्षित व्यक्तियों का प्रयोग करना जरूरी होता है । गुणवत्ता विश्वसनीयता की जांच हेतु समय-समय पर पऊनिप प्लांट का निरीक्षण करता है ।

अभिचालन :

परमाणु विद्युतघरों के भवनों और सुरक्षा की दृष्टि से महत्त्वपूर्ण प्रणालियों के निर्माण हो जाने के बाद इनका परीक्षण करना जरुरी है । इसके लिए इन प्रणालियों के अवयवों को प्रमाणित तरीकों से अभिचालित करना होता है । अभिचालन भी कई चरणों में करना पड़ता है । अभिचालन के द्वारा यह निर्धारित किया जाता है कि सभी सुरक्षा प्रणालियां अभिकल्पन के उद्देश्य को पूरी तरह संतुष्ट करती हैं और प्लांट के सुरक्षित प्रचालन का आश्वासन हासिल हो गया है । कुछ महत्त्वपूर्ण अभिचालन चरणों में पऊनिप की अनुमति-पत्र प्राप्त करना अनिवार्य है । उदाहरणार्थ; दाबित भारी पानी रिएटर के लिए निम्नलिखित चरण हैं :

- प्राथमिक शीतलक प्रणाली की हॉट कंडिशनिंग ।
- रिएक्टर क्रोड में ईंधन भरना ।
- रिएक्टर की मंदक प्रणाली के प्रक्षालन के लिए सीमित मात्रा में भारी पानी भरना ।
- रिएक्टर की मंदक प्रणाली में पूर्ण मात्रा में भारी पानी भरना तथा रिएक्टर को क्रांतिक करना एवं कुछ आवश्यक भौतिक प्रयोग करना ।
- रिएक्टर की शक्ति कई चरणों में धीरे-धीरे बढ़ाना एवं विद्युत प्राप्त करना ।
- रिएक्टर को पूर्ण शक्ति पर चलाना ।

अभिकल्पन करते समय काफी सावधानी से वैज्ञानिक तथा अभियांत्रिक आंकड़े इकट्ठे करके यह सुनिश्चित करना पड़ता है कि परमाणु रिएक्टर का प्रचालन सुरक्षित रूप से बिना किसी जोखिम के किया जा सकता है । परमाणु विद्युतघर के नियंत्रण कक्ष के अधिकारियों का प्रशिक्षित होना और पऊनिप द्वारा जारी अनुज्ञा-पत्र का धारक होना अनिवार्य है। अभिचालन के ऊपर्युक्त हर चरण में निर्माण एवं अभिचालन से प्राप्त आंकड़ों की समीक्षा पऊनिप की सुरक्षा समितियों द्वारा हो जाने के बाद पऊनिप अगले अभिचालन चरण या प्रचालन के लिए अनुमति-पत्र प्रदान करती है ।

प्रचालन एवं अनुरक्षण :

परमाणु विद्युतघर की सभी प्रणालियों का सफलतापूर्वक अभिचालन और परीक्षण होने के बाद प्रचालन का चरण आता है । रिएक्टर का प्रचालन प्रशिक्षित व्यक्तियों द्वारा किया जाना चाहिए । इसके लिए सुसंगठित प्रशिक्षण केंद्र का होना आवश्यक है । नियंत्रण कक्ष के अधिकारियों का अनुज्ञा-पत्रधारी होना अनिवार्य है । प्लांट का प्रचालन पऊनिप द्वारा प्रमाणित टेकनिकल स्पेसिफिकेशन्स तथा प्लांट द्वारा प्रमाणित प्रचालन विधियों द्वारा करना पड़ता है । छोटी या बड़ी घटनाओं अथवा दुर्घटनाओं से निपटने के लिए आवश्यक प्रमाणित आपात्कालीन प्रचालन विधियों का होना आवश्यक है। आपात्कालीन परिस्थिति में प्लांट के लोगों और आस पास की जनता को विकिरण से सुरक्षा प्रदान करने के लिए व्यापक आपात्कालीन योजना का होना अनिवार्य है । इसी तरह परमाणु विद्युतघर के नाभिकीय सुरक्षा से संबंधित सभी घटकों एवं प्रणालियों का निर्धारित अंतरालों पर निरीक्षण और सर्वेक्षण करके खराब अवयवों को बदलना या मरम्मत करना जरुरी है । इसके लिए अनुरक्षण विभाग को हर तरह से तैयार रहना चाहिए । परमाणु विद्युतघर द्वारा प्रचालन के दौरान मासिक रपट जारी की जाती है । सुरक्षा संबंधी सभी विषयों की समीक्षा प्रत्येक परमाणु विद्युतघर के लिए संगठित इकाई सुरक्षा समिति एवं सारकॉप करती है । परमाणु विद्युतघरों का नियामक निरीक्षण पऊनिप का एक निरीक्षण निदेशालय करता है ।

❑❑❑

रेयर अर्थ्स - उनका उत्पादन और विक्रय

डॉ. टी. के. मुखर्जी
अध्यक्ष एवं प्रबंध निदेशक
वी. के. वर्मा
निदेशक (मार्केटिंग), इंडियन रेयर अर्थ्स लिमिटेड,
'शेरबानू', छठी मंजिल, 111 महर्षि कर्वे रोड,
मुंबई - 400 020

विरला मृदों (रेयर अर्थ्स) की खोज 1787 में स्वीडन के एक गांव इटरबी (Ytterby) में हुई थी। लेकिन ये कभी रेयर यानी कम उपलब्धि वाले थे ही नहीं। 'रेयर अर्थ्स' एक मिथ्या भरा नाम है, क्योंकि धरती की परत में इनकी भरमार है। उदाहरणत: केवल 4 रेयर अर्थ्स तत्त्वों (La, Ce, Nd एवं Y) की उपलब्धि जस्ता से अधिक है। सारे रेयर अर्थ्स तत्त्व चांदी से ज्यादा उपलब्ध हैं। अलग-अलग स्तर पर सीरियम (Ce) का उपलब्धि क्रमांक 25 है और ल्यूटीशियम (Lu) का क्रमांक 65 है। इस प्रकार यह साफ है कि रेयर अर्थ्स नाम ही भ्रामक है। इस लेख में इन तत्त्वों की उपलब्धि, संपदा, वार्षिक उत्पादन, उपयोग इत्यादि से संबंधित जानकारियों का ब्यौरा प्रस्तुत किया गया है। इस क्षेत्र में भारत की वर्तमान स्थिति की भी झलक इसमें मिलेगी।

रेयर अर्थ्स उद्योग एक अत्यंत रोचक और चुनौतीपूर्ण उद्योग है। विरला मृदों के इतने अनुप्रयोग हैं कि जन साधारण को, और यही नहीं कई बार वैज्ञानिक वर्ग को भी इसकी देन का आभास नहीं है। ये उद्योग अत्यंत परिवर्तनशील है। इनकी मांग और पूर्ति घड़ी के लोलक की तरह दोलायमान है। इसलिए इस का व्यापार अत्यंत जटिल किस्म का है। लगभग 15 प्रकार के प्रधान रेयर अर्थ्स, उनके सांद्र, शुद्ध मिश्र-अमिश्र, उनका धातुकर्म - ये सब इसके वाणिज्य की जटिलता का प्रतीक है।

इनका आवर्त सारणी में 57 से 71 तक परमाणु क्रमांक है। ये तत्व हैं :-

हल्के रेयर अर्थ्स (सीरिक्स)				भारी रेयर अर्थ्स (इट्रिक्स)			
तत्त्व			परमाणु क्रमांक	तत्त्व			परणाणु क्रमांक
लैंथनम	-	La	57	टरबियम	-	Tb	65
सीरियम	-	Ce	58	डिस्प्रसोयिम	-	Dy	66
प्रेसोडियम	-	Pr	59	होलमियम	-	Ho	67
नियोडियम	-	Nd	60	अरबियम	-	Er	68
प्रोमिथियम	-	Pm	61	थूलियम	-	Tm	69
सॅमैरियम	-	Sm	62	इटरबियम	-	Yb	70
यूरोपियम	-	Eu	63	ल्यटीशियम	-	Lu	71
गैडौलीनियम	-	Gd	64	इन तत्वों के अतिरिक्त इट्रियम (Y) जिसका परमाणु क्रमांक 39 है इस श्रृंखला में शामिल समझा जाता है।			

ये तत्त्व 5 तरह के अयस्कों में पाये जाते हैं ;

1) बेस्टनासाइट (Bastnasite)
2) मोनाजाइट (Monazite)
3) लोपाराइट (Loparite)
4) ज़ैनोटाइम (Xenotime)
5) आयन अवशोषण किस्म की मिट्टी (Ion absorption type clays)

1) बेस्टनासाइट

ये अयस्क/खनिज अमरीका में केलीफोर्नियज के पर्वत दर्रा नामक निक्षेप (डिपॉजिट्स) में पाया जाता है। चीन में जो बेस्टनासाइट मिलता है, वह कच्चे लोहे का उपजात होता है। बेस्टनासाइट में रेयर अर्थ्स ऑक्साइड का अंश लगभग 60% होता है। (दुनिया भर में रेयर अर्थ्स को उसके ऑक्साइड तुल्य में आंका जाता है)। रेयर अर्थ्स बेस्टनाइट कार्बोनेट प्रकार में पाये जाते हैं। बेस्टनासाइट में 98% सीरिक्स (Cerics) और 2% (Yttrics) इट्रिक्स होते हैं।

2) मोनाज़ाइट

ये रेयर अर्थ्स का फॉस्फेट है। इसके अतिरिक्त मोनाज़ाइट में थोरियम और यूरेनियम भी उपलब्ध है। अधिकतर मोनाज़ाइट इल्मेनाइट उत्पादन का उपजात है। इसका अंश 55 से 60% होता है। ये ऑस्ट्रेलिया, भारत, श्रीलंका, ब्राजील, दक्षिण अफ्रीका की इल्मेनाइट खानों से एक उपजात की तरह निकलता है। मोनाज़ाइट में 92% सीरिक्स और 8% इट्रिक्स होते हैं।

3) लोपाराइट

ये अयस्क/खनिज अधिकतर रूस में पाया जाता है। सामान्य रूप से ये एक नायोबियम टाइटेनाइट है। क्योंकि इसमें रेयर अर्थ्स के अलावा नायोबियम, टेन्टालम और टाइटेनियम पाये जाते हैं। इसका रेयर अर्थ अंश 32-33% होता है। ये रूस के कोला प्रायद्वीप में अधिकतर पाया जाता है। लोपाराइट में 98% सीरिक्स और 2% इट्रिक्स उपलब्ध हैं।

4) ज़ेनोटाइम

ये भी रेयर अर्थ्स का फॉस्फेट है और अधिकतर इल्मेनाइट उत्पादन का उपजात है। ये ज्यादातर मलेशिया, इन्डोनेशिया और ऑस्ट्रेलिया में पाया जाता है।

5) आयन अवशोषण प्रकार की मिट्टी

यह मिट्टी अधिकतर चीन में ही उपलब्ध है। एक तरह की मिट्टी इट्रिक्स में धनी होती है और यह ज़ेनाटाइम से काफी मिलती-जुलती है। दूसरी में सीरियम बड़ी मात्रा में उपलब्ध है।

दस साल पहले की तुलना में आये बदलाव में आज विविध प्रकार की कच्ची धातुएं, विभिन्न संघटन के रूप में उपलब्ध हैं। दस साल पहले उत्पादक अपने ग्राहक की आवश्यकता के अनुसार केवल एक कच्ची धातु का इस्तेमाल करते थे परंतु आज वे विभिन्न प्रकार के अयस्कों का इस्तेमाल करते हैं।

संपदा एवं संसाधन

यह अनुमान है कि विश्वभर में 10 करोड़ टन रेयर अर्थ्स ऑक्साइड के भंडार हैं। इनका देशीय वितरण कुछ ऐसा है :

1) चीन - 43%
2) अमरीका - 19%
3) रूस - 13%
4) ऑस्ट्रेलिया - 5%
5) भारत - 3%
6) अन्य देश - 17%

आज से कुछ सालों तक कच्चे माल की स्थिति में कोई परिवर्तन नहीं आयेगा।

विभिन्न रेयर अर्थ्स तत्त्वों का भंडार और वार्षिक उत्पादन कुछ इस प्रकार है :

भंडार (करोड़ टन)	वार्षिक उत्पादन (टन)
Ce - 4.8	20,000
Nd - 1.5	17,000
Y - 0.2	2,000

बाजार में रेयर अर्थ्स के उपयोग

रेयर अर्थ्स के उपयोगों को दो स्पष्ट भागों में बांटा जा सकता है : 1) वे उपयोग जिनके लिए संयुक्त एवं मिश्रित रेयर अर्थ्स की जरूरत पड़ती है । पहले वर्ग में उदाहरण के तौर पर कांच, पेट्रोलियम के कच्चे तेल का शोधन करने वाले उत्प्रेरक, धातु कर्म संबंधी उपयोग, पुनरावेशित बैटरी, पॉलिशिंग पाउडर, और 2) वे जिनके लिए पृथक किये हुए यानि कि विशिष्ट रेयर अर्थ्स तत्त्वों की आवश्यकता होती है । इस वर्ग के उदाहरण के तौर पर चुंबकत्व, फॉस्फर्स, धारित्र बैटरियां, मृतिकाशिल्प (सिरामिक) इत्यादि में इनका उपयोग है ।

1970 में रेयर अर्थ्स की खपत 15,000 टन, 1983 में 26,000 टन, 1990 में 35,000 टन और 1998 में 55,000 टन थी । 1998 में चीन का अनुमानित रेयर अर्थ्स खनिज का उत्पादन 45,000 टन से अधिक था ।

70 के दशक में मिश्रित रेयर अर्थ्स का ज्यादा बोलबाला था जहां कि 80 के दशक में विशिष्ट या पृथक रेयर अर्थ्स तत्त्वों ने पैर जमाने शुरु किये । इन विशिष्ट रेयर अर्थ्स का उपयोग ज्यादातर फॉस्फरों (Y एवं Eu) तथा चुंबकों में होने लगा । इसके फलस्वरूप भारी रेयर अर्थ्स तत्त्वों को हल्के रेयर अर्थ्स तत्त्वों की लागत का भार उठाना पड़ा क्योंकि हल्के रेयर अर्थ्स पूरी तरह बिक नहीं पाते थे ।

1985 में यह स्थिति बदलनी शुरु हुई जब चीन में नये आयन अवशोषण किस्म की मिट्टी उपलब्ध होनी शुरु हुई जिसमें कि Y और Eu बहुत अधिक मात्रा में उपलब्ध थे । 90 के दशक में विशिष्ट या अकेले रेयर अर्थ्स तत्त्वों की मांग बढ़ती रही । आज ज्यादातर आयन अवशोषण प्रकार की मिट्टी से भारी रेयर अर्थ्स तत्त्वों की मांग पूर्ति होती है जबकि सीरियम की मांग अधिकतर बेस्टनासाइट से निकाले हुए रेयर अर्थ्स द्वारा होती है ।

रेयर अर्थ्स की खपत भिन्न आर्थिक क्षेत्रों में बहुत अलग-अलग होती है । जापान, यूरोप और अमरीका में अधिकतर विशिष्ट या अकेले रेयर अर्थ्स की मांग है जब कि चीन में अधिकतर मिश्रित रेयर अर्थ्स की मांग है । चीन में मिश्रित रेयर अर्थ्स के लिए और भी अद्‌भुत तरह के उपयोग हैं : जैसे कि रंग-रोगन, उर्वरक/खाद, चुकंदर, गन्ने का मीठापन बढ़ानेवाले पोषक (Nutrients) और बिजली की धारा को रोकने वाले रेशे ।

विशिष्ट रेयर अर्थ्स की मांग लगभग 8% की दर से बढ़ रही है । लेकिन यह स्थिति विभिन्न मांग क्षेत्रों में बहुत भिन्न है । उदाहरणत: जहां कि स्वचालित गाड़ियों में उत्प्रेरक Ce की मांग बहुत तीव्र गति से बढ़ रही है, La और Pr की मांग काफी समतल (स्थिर) है । दूसरी तरफ Nd की मांग लगभग 10% की वार्षिक दर से बढ़ रही है और उसी तरह Y, Eu, Sm की मांग स्थिर है ।

धातु और मिश्र धातु :

Nd पर आधारित चुंबकों की और मिशमेटल पर आधारित बैटरियों की वजह से इस क्षेत्र में पिछले 10 सालों से बहुत तेजी से खपत बढ़ी है । इस क्षेत्र में जापान का बोलबाला है ।

छोटे आकार के चुंबक (स्थायी) :

बंधित (Bonded) और सिंटर्ड (Sintered) NdFeB चुंबकों का उत्पादन 1998 में 8,000 टन से ऊपर अधिक हुआ । ये चुंबक कंप्यूटर घटकों में उपयोगी होते हैं और यह नये क्षेत्रों में जैसे कि वाहन/गाड़ियों, छोटे वाहनों में, पंपों और कंप्रेसरों में उपयोग में लाये जाने लगे हैं ।

फिर से चार्ज होने वाली (Rechargeable) बैटरियां :

इस क्षेत्र में तीन तरह की बैटरियां यथा NiCd, NiMH और Li-ion काम में लायी जाती हैं । पिछले पांच सालों में NiMH और पिछले दो सालों में Li आयन बैटरियों के उपयोग में अत्यधिक वृद्धि हुई है ।

दूरस्थ नियंत्रण (रिमोट कंट्रोल), कंप्यूटर और सेल्यूलर फोन ऐसी तीन तरह की युक्तियां हैं जिनके कारण इस क्षेत्र में तीव्र गति से वृद्धि हो रही है ।

उत्प्रेरण :

बाजार में उत्प्रेरण को दो क्षेत्रों में विभाजित किया जा सकता है। 1) स्वचालित गाड़ियों के उत्प्रेरक और 2) औद्योगिक उत्प्रेरण। दूसरी श्रेणी में पेट्रोलियम शोधन करने वाले उत्प्रेरक शामिल हैं। सीरियम पर आधारित उत्प्रेरकों का अधिकतर स्वचालित गाड़ियों में योगदान है।

पदार्थ :

सीरियम और लैंथनम पर आधारित यौगिकों का उपयोग बहुत सालों से एक-सा बना हुआ है जैसे : पॉलिश के पाउडर बनाने में, पराबैंगनी अवशोषण कांच बनाने में, अपारदर्शकों (Opacifiers), वर्णक (Pigments) में।

इलेक्ट्रॉनिकी :

इस यौगिक की टेलीविजन, कंप्यूटर मॉनीटर और सघन लैंप बनाने में भारी मांग है। मृतिका शिल्प की वस्तुओं, धारित्र और माइक्रोवेव में उपयोग होता है।

प्रमुख उत्पादक :

पिछले 10 वर्षों में कुछ नये उत्पादकों ने बाजार में अपना व्यवसाय शुरु किया है। चीन के अलावा प्रमुख उत्पादक निम्न प्रकार से हैं : रोडिया (फ्रांस), ट्रेबेचर (आस्ट्रिया), नारस्क हाइड्रो (नार्वे और रूस), सिलमेट (ऐस्टानिया), मॉलीकॉर्प, रोडिया, ग्रेस (अमरीका), आनन कासी (संटोकू रोडिया व मेटल इंडस्ट्री का संयुक्त उद्यम), संटोकू मेटल इंडस्ट्री (धातु और मिश्र धातु), मिटसुई, निपोन इट्रियम, शनित्स्, शिन निहान धातु।

अन्य :

इंडियन रेयर अर्थ्स (भारत), रेयरको (विकासाधीन परियोजना - दक्षिण अफ्रीका), न्यूक्लेमन (ब्राजील)।

यह स्वीकृत किया जाता है कि उपर्युक्त उत्पादकों में से कुछ उत्पादकों ने अपनी सेपरेशन यूनिट क्षमता को सीमित रखा है और आज रोडिया (Rhodia) एवं मालीकॉर्प (Molycorp) ही केवल प्रमुख उत्पादक हैं और उन्होंने ही सीरिक्स और इट्रिक्स के पृथक्कीकरण के लिए पृथक्कीकरण यूनिटों को चालू रखा है।

बहुत सारे उत्पादकों ने अपना ध्यान ट्रेडिंग एवं ज़्यादा बिकने वाले उत्पादों की ओर केंद्रित किया है।

चीन :

रेयर अर्थ्स उद्योग में चीन की बहुत अति विशिष्ट भूमिका है। चीन के पास दुनिया का सबसे ज्यादा रेयर अर्थ्स कच्ची धातुओं का भंडार है। इस देश में 150 से ज्यादा रेयर अर्थ्स उत्पादक हैं जो कि विविध प्रकार के रेयर अर्थ्स पर आधारित उद्योगों में लगे हुए हैं।

एक चीनी कंपनी की एक बड़ी अमरीकी कंपनी मेग्नेक्वेंच इंटरनेशनल कंपनी में नियंत्रक भागीदारी है। चीन में विविध प्रकार के रेयर अर्थ्स उद्योग हैं।

कुछ ऐसे सरकारी उपक्रम हैं जो कि कई उत्पादक इकाइयों के मालिक हैं (Baogans, CNNC), बहुत से निजी उद्योग हैं जो कि रेयर अर्थ्स सांद्र खरीदते हैं और उनमें से विशिष्ट रेयर अर्थ्स पृथक करते हैं।

चीन में दो ऐसी विदेशी कंपनियां हैं जिनमें विदेशी भागीदारी भी है। उदाहरण के तौर पर एडवांस्ड मेटिरियल रिसोर्सेस इन्कॉरपोरेटेड, कनाडा कंपनी है, जिसकी विशिष्ट उपक्रमों में नियंत्रिक भागीदारी है। ज्यादातर ये उपक्रम छोटी इकाइयां हैं जो कि सांद्र और मिश्र धातु बनाने में व्यस्त हैं।

चीनी खनिज उत्पादक बहुत ही प्रसिद्ध हैं और उत्पादकों के संबंध में सांख्यकीय आंकड़े प्रत्येक वर्ष प्रकाशित किये जाते हैं। 1995 से चीनी अयस्क उत्पादकों ने विशेष रुप से बाओटाओ (Baotou) प्रदेश में उत्पादन क्षमता बढ़ाई है। सिचुऑन (Sichuan) में भी उत्पादन की वृद्धि लगातार हो रही है। (1998 में उत्पादन अनुमानत: 50,000 टन था)

उपर्युक्त आंकड़ों के आधार पर, यह स्पष्ट हो जाता है कि यदि अमरीका, रूस, भारत, ऑस्ट्रेलिया में उपलब्ध पदार्थ को चीन के सांद्र उत्पादन के साथ मिला लें तो बाजार की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए सांद्र की आपूर्ति पर्याप्त है।

यदि कोई चायनीज उत्पादक की स्थिति जानना

चाहे तो विभिन्न आपूर्ति चैनलों का विश्लेषण करना चाहिए ।

पश्चिमी उत्पादकों जैसी अन्य फैक्टरियों में विभिन्न तत्त्वों को अलग करने की क्षमता है । अत: कुछ प्लांटों में सामान्यत: यह देखा गया है कि उनके उत्पादन मिक्स में बहुत बड़ा बदलाव आया है और इसके फलस्वरूप उत्पादक अपने उत्पादन का पुन: नियतन करता है ।

1993 एवं 1994 में जापानी व्यापारियों की बढ़ती मांग को पूरा करने के लिए चीनी उत्पादकों ने मिशमेटल (Mischmetal प्राकृतिक एवं La-rich) का उत्पादन करने का निर्णय लिया । इसके फलस्वरूप चीन में सांद्रों की कीमतें बढ़ीं और चीन से की आपूर्ति कम हो गई ।

1995 के मध्य में जापानी व्यापारियों से मिशमेटल की मांग कम हो गयी और चायनीज उत्पादकों को सांद्रों का पृथक्कीकरण में पुन: नियतन करना पड़ा ।

चीनी रेयर अर्थ्स उद्योग में कुछ गिरावट के बाद बहुत ही तीव्र गति से वृद्धि हो रही है । इनमें से भविष्य में बाजार की आवश्यकताओं का सावधानी से मूल्यांकन नहीं किया गया और बहुत सारे उद्योगों में धन लगाने का निर्णय लिया गया । इसके फलस्वरूप आपूर्ति बहुत ही तीव्र गति बढ़ गयी । इट्रिक्स के लिए 80 के दशक के बाद और मिशमेटल के लिए 1995 में और सीरिक (विशेष रूप से सीरियम) के लिए 1996-97 में ऐसी स्थिति उत्पन्न हुई ।

चीनी उत्पादकों की मूल्य नीति को प्रमाण सहित सिद्ध करने के लिए बुद्धिसंगत व्याख्या (rationalisation) तथा कुछ उत्पाद के निम्नतम मूल्य स्तर को लागू करने के लिए राजकीय योजना आयोग प्रयत्नशील है ।

चीन में अनुप्रयोग विक्रय:

चीन ने रेयर अर्थ्स कंपाउंड के अद्वितीय अनुप्रयोगों का विकास किया है जैसे कि : रंग (Dyes), उर्वरक (Fertilisers) ।

मिश्रित रेयर अर्थ्स का उपयोग जैसे कि धातुकर्म संबंधी एवं FCC (तेल शोधक उत्प्रेरकों) में किया जाता है ।

चीन विश्व का सबसे बड़ा मिशमेटल उत्पादक भी है । इसलिए मिश्रित उत्पाद का चीन में बोलबाला है । पृथक किये गये तत्त्वों का यहां उत्पादन धीमे-धीमे बढ़ रहा है ।

चीन पहले से ही फेराइट चुंबक (Ferrite magnets) के उत्पादन में अग्रसर है तथा सिंटरड NdFeB चुंबक के उत्पादन में विश्व में दूसरे स्थान पर है । इस प्रकार विशाल भागीदारी के जरिए वे पावडर के उत्पादक के रूप में केवल उनका ही नियंत्रण है जिसे बंधित चुंबक के निर्माताओं द्वारा उपयोग में लाया जाता है ।

यह अनुमान है कि NdFeB चुंबकों का उत्पादन करने के लिए वर्ष 1998 में 1000 टन-ऑक्साइड लगा । चीन में चुंबक उद्योग का ढांचा रेयर अर्थ्स उद्योग के जैसा ही है ।

चीन त्रिवर्णक दीप/बल्ब (Trichromatic Lamps) एवं टेलीविजन सेट का एक बड़ा उत्पादक होने के कारण उस देश में फॉस्फर्स का उत्पादन भी बढ़ रहा है ।

वर्तमान में, कुछ वर्षों में दोबारा आवेशित होने वाली (पुनरावेशित) बैटरियों पर विशेष ध्यान दिया गया तथापि इसका उत्पादन बहुत ही कम रहा । इसके कारण छोटे उत्पादक एवं बड़े उत्पादकों में भी घबराहट पैदा हो गयी । चीन की बैटरियां आज पश्चिमी उत्पादकों द्वारा स्थापित गुणता मानकों के अनुसार नहीं है । परिणामस्वरूप चीन ने इन बैटरियों की गुणवत्ता में सुधार लाने के लिए राष्ट्रीय अनुसंधान कार्यक्रम शुरू किया है । आशा है कि 2000 तक चीन 20 करोड़ NiMH AA बैटरियों का उत्पादन करेगा । चीन NiMH बैटरियों पर आधारित विद्युत साइकल एवं विद्युत स्कूटर के उत्पादन को भी बढ़ावा दे रहा है ।

चीन के रेयर अर्थ्स उद्योग का विकास :

पश्चिमी देशों में जिस प्रकार से विकास हुआ उसी प्रकार से चीन में चीनी रेयर अर्थ्स का उपयोग हो रहा है । अत: चीन में अगले पांच वर्षों में पृथक रेयर अर्थ्स का उपयोग बढ़ना चाहिए ।

आशा है कि चीनी रेयर अर्थ्स उत्पादक के वर्तमान ढांचे में अर्थपूर्ण परिवर्तन हो जायेगा। यह माना जाता है कि केवल कुछ उत्पादकों को ही घाटा हो रहा है और कुछ खर्चे को पूरा करने तथा अपनी बिक्री बढ़ाने के लिए निरंतर प्रयास कर रहे हैं। पिछले दो वर्षों के दौरान अनेक उत्पादक लिये गये ऋण का भुगतान भी नहीं कर पाये, इसलिए उन्हें अपना उद्योग बंद करना पड़ा।

बाओगेंग नामक इस नयी कंपनी, जिसका Bayenubo deposit पर नियंत्रण है, ने अपने रेयर अर्थ्स प्रचालन को पृथक किया है और अब यह नयी कंपनी शांघाई स्टॉक एक्सचेंज में अपने शेयरों का व्यापार कर रही है और इसी प्रकार से अन्य ग्रुप भी इसके अनुसार ही करेंगे।

इस प्रकार पुनर्गठन के जरिए चीनी कंपनियां अपना रेयर अर्थ्स का व्यापार करेंगी और बहुत सारी छोटी - छोटी कंपनियां लुप्त हो जायेंगी और थोड़ी बहुत कंपनियां ही अपना व्यवसाय कर पायेंगी।

मांग एवं आपूर्ति, नये अनुप्रयोगों की उपस्थिति, नयी प्रतिस्पर्धाओं के आगमन एवं कभी-कभी नये कच्चे माल के कारण इस उद्योग की स्थिति डांवाडोल रही है। इसलिए यह उद्योग बहुत ही चुनौतीपूर्ण और रोचक है।

रेयर अर्थ्स उद्योग एक परिवर्तनशील उद्योग रहा है, जैसे पुराने प्रयोगों का लोप, नये बाजारों, नयी कच्ची धातुओं एवं नये उत्पादकों का आगमन आदि। रेयर अर्थ्स आधारित उत्पादों का प्रयोग, हार्ड डिस्क ड्राइव, सीडी ड्राइव, बैटरी, कैपेसिटर्स, पिगमेन्ट्स, सिरेमिक, पॉलिश करनेवाले पाउडरों, ईंधन सेल, फ्लिंटस (Flints), उत्प्रेरक प्रवर्तक, तरल भंजन उत्प्रेरक (Fluid Cracking Catalysts) आदि में होता है। दक्षिण पूर्व एशिया के पास रेयर अर्थ्स का सबसे बड़ा भंडार है तथा यह रेयर अर्थ्स का सबसे बड़ा उत्पादक है एवं रेयर अर्थ्स कंपाउंड के मध्यकों के सबसे बड़े बाजारों में से एक है।

पिछले दस वर्षों में चीन रेयर अर्थ्स का उत्पादन करने वाले और पृथ्थकृत रेयर अर्थ्स तत्वों का सबसे बड़ा एवं महत्वपूर्ण निर्यातक है। आज चीन में रेयर अर्थ्स कंपाउंड उत्पादन करनेवाली 150 फैक्टरियां हैं, इनमें से बहुत सी फैक्टरियों को विपणन ज्ञान के अभाव, विपणन प्रणाली पर अनियंत्रण एवं जरूरत से अधिक उत्पादन क्षमता के कारण वित्तीय कठिनाइयों का सामना करना पड़ रहा है। हाल ही में चीन के रेयर अर्थ्स उत्पादकों ने स्थिति को पहचान लिया है एवं सोच-समझकर रेयर अर्थ्स के उत्पादन का प्रयत्न किया जा रहा है।

वहीं दूसरी ओर जापान में इसका मुख्य विपणन होता है, जो अगले पाँच वर्षों तक रहेगा। रेयर अर्थ्स उत्पादों का प्रयोग करने वाले नये देश जैसे - दक्षिण कोरिया, ताईवान एवं मलेशिया उभर रहे हैं। पिछले दस वर्षों में रेयर अर्थ्स उत्पादकों को विभिन्न मूलभूत (radical) परिवर्तनों का सामना करना पड़ रहा है, जिससे कच्चा माल, अनुप्रयोग सम्मिश्रण (Application mix) एवं मूल्य प्रणाली प्रभावित हुई है। चीन से नये उत्पादकों का आगमन हुआ है, जिनमें से कुछ तो बंद पड़ गये हैं जबकि दूसरों ने पूरी तौर पर अपना ध्यान विशेष विपणन बाजार खंड पर केंद्रित कर लिया है।

90 के दशक की शुरुआत में NdFeB चुंबक के रुप में एक प्रमुख रेयर अर्थ्स अनुप्रयोग का विकास हुआ एवं NiMH पुनरावेशित के रुप में एक प्रमुख अनुप्रयोग उभरकर आया। हाल ही में रेयर अर्थ्स आधारित पिगमेंट मार्केट में आ रहे हैं और आनेवाले कुछ वर्षों में इनका महत्वपूर्ण उपयोग हो जायेगा। स्व-उत्प्रेरक (Auto-catalysts) एवं इलेक्ट्रॉनिकी मार्केट की मांग की विविधता एवं जटिलता बढ़ती जा रही है।

नये बाजार में रेयर अर्थ्स उद्योग कच्चा माल एवं उनके प्रयोग के बारे में अपना संतुलन बनाने के प्रयास में व्यस्त हैं। रेयर अर्थ्स उद्योग के इतिहास से इसकी पुष्टि होती है कि यह कोई कच्चे माल का अभियान नहीं है, बल्कि यह एक उपयोग एवं निष्पादन का अभियान है और भारत इसमें अपना महत्वपूर्ण योगदान दे रहा है।

हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद का प्रारंभिक काल

डॉ. माधव सक्सेना 'अरविंद'
(प्रधान संपादक 'कथाबिंब')
स्पेक्ट्रोस्कॉपी प्रभाग, भा. प. अ. केंद्र, मुंबई - 400 085

मुंबई स्थित भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र और टाटा आधारभूत अनुसंधान संस्थान के वैज्ञानिकों और इंजीनियरों ने यह सोचा कि यदि विज्ञान और तकनीकी को भारत की तस्वीर बदलने के लिए उपयोगी होना है और अपनी बात जन-जन तक पहुंचाना है तो यह हिंदी के माध्यम से ही संभव है। इसी सोच की परिणति के रूप में वर्ष 1968 में 'हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद' का गठन हुआ। भा. प. अ. केंद्र के पुस्तकालय एवं सूचना सेवाएं के अनुभागाध्यक्ष डॉ. वेंकट अ. कामथ परिषद के अध्यक्ष बने और उनकी देखरेख में एक संविधान समिति बनायी गयी। शीघ्र ही एक ट्रस्ट के रूप में परिषद का पंजीकरण कराया गया। डॉ. कामथ ने अपने अनुभाग में ही परिषद के लिए एक कमरा उपलब्ध करवा दिया था जिसमें कहीं से ढूंढ़कर एक हिंदी टाइपराइटर रखवा दिया गया। परिषद सदस्य कभी भी इस कक्ष में जाकर काम कर सकते थे। अनुभाग की सभी तरह की सुविधाओं का उपयोग भी परिषद के कार्यों के लिए डॉ. कामथ की अनुमति से किया जा सकता था। शुरु से ही सूचना प्रभाग का पता परिषद के कार्यालय के रूप में दिया जाता रहा है।

परिषद से जुड़े सभी कार्यकर्ता युवा थे और उत्साह से ओतप्रोत थे। उन्हीं दिनों मैंने कहानी लिखना शुरु किया था। मेरी कुछ कहानियां छप भी चुकी थीं। एक दिन मैं अपनी प्रयोगशाला में काम कर रहा था। डॉ. देवकीनंदन जो परिषद के सचिव थे, वहां आये और मुझे परिषद के गठन और उसके उद्देश्य के बारे में जानकारी दी। तुरंत ही मैं परिषद का सदस्य बन गया। परिषद का आजीवन सदस्य बनने वाला मैं संभवत: चौथा व्यक्ति था। सदस्य बनने के पश्चात परिषद की भाषा संपादन की आवश्यकताओं की सारी जिम्मेदारी मेरे ऊपर आ गयी।

सबसे पहले यह निश्चित किया गया कि विभिन्न क्षेत्रों में कार्यरत सदस्य हिंदी में अपने विषय संबंधी लेख लिखें। संयुक्त राष्ट्र अमरीका की सूचना सेवा (USIS) द्वारा प्रकाशित 'एटम पुस्तिकाओं' के अनुवाद की अनुमति भी डॉक्टर कामथ ने प्राप्त कर ली। इन पुस्तिकाओं के अनुवाद कार्य को हाथ में लिया गया। इसमें से एक पुस्तिका 'विरला मृद' (रेअर अर्थ्स) का प्रकाशन 'वैज्ञानिक' में धारावाहिक रूप से किया गया।

साहित्य, सामाजिक कार्य और विज्ञान से संबद्ध अनेक गणमान्य व्यक्तियों से मार्गदर्शन प्राप्त करने के लिए कई लोगों को परिषद का संरक्षक सदस्य बनाया गया, यथा डॉ. धर्मवीर भारती, श्री कमलेश्वर, श्री महावीर अधिकारी, श्री सुरेंद्र झा, श्री नारायण दत्त, श्री हशू अडवाणी, डॉ. रमा प्रसन्न नायक, डॉ. राम चरण मेहरोत्रा, डॉ. जगदीश शंकर, डॉ. नंदलाल सिंह, डॉ. आत्माराम आदि।

परिषद सदस्यों द्वारा लिखे वैज्ञानिक लेखों को भाषा और विषय के परिमार्जन के बाद नवभारत टाइम्स, धर्मयुग, साप्ताहिक हिंदुस्तान, कादंबिनी, नवनीत आदि पत्र-पत्रिकाओं में प्रकाशनार्थ भेजा जाता था। कोशिश यह रहती थी कि कठिन और जटिल विषयों संबंधी प्रामाणिक जानकारी इन लेखों में हो ताकि लोगों को लगे कि विज्ञान कोई बहुत कठिन विषय नहीं है।

प्रारंभ में परिषद ने, 'गतिविधि' नाम की मुखपत्रिका प्रकाशित करना शुरु किया। सदस्यों के लेख और

इसमें परिषद की गतिविधियों से संबंधित जानकारी प्रकाशित होती थी । अभी कुछ ही अंक प्रकाशित हुए थे कि वैज्ञानिक लेखों की संख्या अधिक होने लगी तब यह विचार किया गया कि स्वयं परिषद ही एक विज्ञान पत्रिका प्रकाशित करे । संयोग से भारत सरकार के हिंदी सलाहकार डॉ. रामधारी सिंह 'दिनकर' भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र पधारे । उन्होंने भी इस विचार का समर्थन किया और पत्रिका का नाम 'वैज्ञानिक' सुझाया । यही नाम बाद में समाचार-पत्र रजिस्ट्रार द्वारा पंजीकृत किया गया । उन दिनों परिषद को किसी भी प्रकार की आर्थिक सहायता नहीं मिलती थी । 'वैज्ञानिक' के प्रकाशन-व्यय को पूरा करने के लिए अंक दर अंक विज्ञापन जुटाने पड़ते थे । आधा-आधा दिन आकस्मिक अवकाश लेकर न जाने कितनी बार हम लोग विज्ञापनों के लिए शहर जाते थे । इस दौरान बहुत सारे खट्टे-मीठे अनुभव हुए हैं । परिचय के छोटे से छोटे सूत्र को थामे फोर्ट, कोलाबा और नरीमन पाइंट की न जाने किन-किन बिल्डिंगों की सीढ़ियां हम लोगों ने चढ़ी-उतरी हैं । हर अंक में कुछ न कुछ विशिष्ट सामग्री हो, इसके लिए लोगों से मिलना, बंबई के बाहर के लेखकों को निरंतर पत्र लिखना - यह एक ऐसा इतिहास है जिसे विस्तार से लिखना इस छोटे से लेख में मुश्किल है ।

1970-1971 के आसपास परिषद ने एक पुस्तक 'महान भारतीय वैज्ञानिक' का प्रकाशन किया जिसमें भारत के दस श्रेष्ठ वैज्ञानिकों की जीवनियां थीं । शुरू में लगता था कि पुस्तिका को बेच पाना संभव होगा किंतु यह एक मुश्किल काम सिद्ध हुआ । इस पुस्तिका को, बाद में वितरण के लिए दिल्ली के अक्षर प्रकाशन (श्री राजेंद्र यादव) को दिया गया । इनसे भी पैसे वसूलने में बहुत परेशानी हुई । भारतीय ज्ञानपीठ के लक्ष्मी चंद जैन और श्रीमती रमा जैन से काफी लंबा पत्राचार हुआ । यह तय हुआ कि विभिन्न वैज्ञानिक विषयों पर मोनोग्राफ तैयार करके परिषद भारतीय ज्ञानपीठ को देगी - इस योजना के अंतर्गत दो पुस्तकें प्रकाशित हुईं - 'परमाणु सिद्धांत' (लेखक : डॉ. परमेश्वरन) एवं 'आइए, कंप्यूटिंग सीखें' (लेखक : शशि रंजन पांडेय) । प्रत्येक का मूल्य 8 रु मात्र था । दोनों पुस्तकों का संपादन मैंने ही किया था । इसके अलावा 'प्रकाश संश्लेषण' और 'प्रतिजैविक' शीर्षक की दो अन्य पुस्तकों को भी पूरी तरह संपादित करके भारतीय ज्ञानपीठ को भेजा गया । थोड़े दिनों बाद लक्ष्मीचंद जैन जी का पत्र आया कि आयकर विभाग ने इन पुस्तकों के प्रकाशन पर आपत्ति उठायी है, उनका कहना है कि अव्यवसायिक संस्था होने के नाते भारतीय ज्ञानपीठ इनका प्रकाशन नहीं कर सकती । प्रकाशन के लिए स्वीकृत दोनों पांडुलिपियां वापस आ गयीं । इन पुस्तकों के प्रकाशन के लिए उत्तर प्रदेश हिंदी संस्थान (लखनऊ) से संपर्क किया गया पर बात आगे नहीं बढ़ पायी ।

1970-1975 के दौरान परमाणु ऊर्जा से संबंधित आधुनिक विषयों जैसे स्वास्थ्य भौतिकी, रेडियो रसायनिकी, स्पेक्ट्रोस्कॉपी, रिएक्टर अभियांत्रिकी आदि विषयों के लिए शब्दावली निर्माण का कार्य प्रारंभ किया गया । केंद्रीय हिंदी निदेशालय के आधीन 'वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली के स्थायी आयोग' ने परिषद के इस कार्य को सराहा और आयोग की समिति में परिषद के प्रतिनिधि को स्थान दिया । उन्हीं दिनों, संभवत: 1972 में, नागपुर में प्रथम विश्व हिंदी सम्मेलन आयोजित हुआ था । परिषद के प्रतिनिधि के रूप में उसमें भी सम्मिलित होने का अवसर मुझे प्राप्त हुआ ।

1978 में, परिषद के अस्तित्व के दस वर्ष पूर्ण होने के उपलक्ष्य में 'जनहित में विज्ञान' शीर्षक से एक परिगोष्ठी (12 मार्च 1978) आयोजित की गयी । इस एक दिवसीय परिगोष्ठी का उद्घाटन तत्कालीन केंद्रीय सूचना व प्रसारण मंत्री श्री लालकृष्ण अडवाणी ने किया । पहली बार इतने बड़े पैमाने पर परिषद ने कोई कार्यक्रम आयोजित किया था । विभिन्न क्षेत्रों के विशेषज्ञों द्वारा परिगोष्ठी में कई वार्ताएं प्रस्तुत की गयीं, यथा : डॉ. पुरुषोत्तम देवरस ('सोक्लीन' संस्था), श्री नारायण दत्त (संपादक 'नवनीत'), डॉ. जगदीश शंकर (भा. प. अ. केंद्र), डॉ. पी. जयरामन (उप-प्रबंधक रिजर्व बैंक), श्री सुरेंद्र कुमार अग्रवाल ('सिसको' अनुसंधान प्रयोगशाला), श्री दिलीप सिंह (राष्ट्रीय केमिकल

फर्टिलाइजर्स), डॉ. भारती भट्ट (भा. प. अ. केंद्र), श्री सत्यकाम विद्यालंकार (वेदाचार्य, डॉ. पद्म सिंघवी (ख्यातिप्राप्त चिकित्सक) । कार्यक्रम बहुत ही सफल रहा । हिंदी और अंग्रजी के सभी समाचार-पत्रों में बहुत अच्छी रिपोर्ट्स आयीं ।

परिषद का गठन हुए लगभग 32 वर्ष हुए हैं । एक छोटा पौधा इस दौरान पूर्ण वृक्ष का रुप पा चुका है । इस कालावधि को दो खंडों में बांटा जा सकता है, यथा; 1968 से 1982 तक और उसके बाद से अब तक । किसी भी संस्था के लिए 30-32 वर्षों तक अस्तित्व बनाये रखना अपने आप में एक बड़ी उपलब्धि है । 1968-82 तक की कालावधि को परिषद का प्रारंभिक काल समझना चाहिए । ये वे दिन थे जब परिषद का आर्थिक आधार नहीं था और अन्य परिस्थितियां भी बहुत विपरीत थीं । परिषद के लिए काम करने वालों को विभाग का कोप भी सहना पड़ता था । उच्चाधिकारी परिषद का काम करने वालों को हेय दृष्टि से देखते थे जो कि उचित नहीं था । जबकि किसी भी देश के वैज्ञानिकों का यह सामाजिक और राष्ट्रीय दायित्व बनता है कि वे कुछ समय निकालकर अपने काम की जानकारी जन-जन तक पहुंचायें । डॉ. कामथ भरसक प्रयत्न करते रहे कि परिषद को विभाग का प्रश्रय प्राप्त हो ।

यह अवसर 1982 में प्राप्त हुआ जब डॉ. कामथ की सेवा निवृत्ति का समय आया । हर बार जब नयी कार्यकारिणी का चुनाव होता डॉ. कामथ कहते थे कि कोई अन्य व्यक्ति अध्यक्ष चुना जाये । सब उनसे यही कहते कि आप किसी को तैयार कर लीजिए । लेकिन यह मालूम था कि 'न नौ मन तेल होगा, न राधा नाचेगी ।' वैज्ञानिक के व्यवस्थापक डॉ. भगवान कृष्ण गौड़ की डॉ. पी. के. अयंगार से अच्छी जान-पहचान थी । डॉ. गौड़ के अनुरोध पर डॉ. अयंगार ने परिषद का अध्यक्ष-पद स्वीकार कर लिया ।

डॉ. कामथ ने अपने विदाई समारोह में हमेशा कि तरह अपना भाषण हिंदी में दिया । सतत रुप से डॉ. कामथ 14 सालों तक परिषद के अध्यक्ष रहे । बोलते बोलते वे बहुत ही भाव विव्हल हो उठे थे । नये अध्यक्ष ने अपना कार्यभार संभालते हुए आश्वासन दिया कि एक वर्ष बाद वे भी डॉ. कामथ जैसी अच्छी हिंदी में भाषण देंगे । उन्होंने अपने वायदे को पूरा भी किया ।

अंत में, यहां पर उन लोगों का नाम गिनाना उचित होगा जिन्होंने परिषद की एक सुदृढ़ नींव रखने में अपना बहुमूल्य योगदान दिया । यथा : डॉ. जगदीश लूथरा, डॉ. देवकीनंदन, डॉ. उमेश चंद मिश्र, डॉ. मनोहरलाल, डॉ. राजेंद्र प्रसाद अग्रवाल, डॉ. सुखदेव पाल, श्री भूपेंद्र राठी, डॉ. भगवान कृष्ण गौड़, डॉ. सुखदेव मिश्रा, डॉ. सत्यनारायण त्रिपाठी, डॉ. अशोक तम्हाणकर, डॉ. दुर्गा प्रसाद पांडेय, श्री जसवंतसिंह, श्री धर्मवीर त्यागी, श्री ओम प्रकाश कलंत्री, श्री अरुण सक्सेना, श्री विनय कुमार श्रीवास्तव, श्री हरिहर अय्यर, डॉ. प्रेम प्रकाश खन्ना, डॉ. ललित चंद्र चंदोला, श्री रामसिंह, श्री जनार्दन स्वरुप, डॉ. बशेश्वर लाल गुप्ता, डॉ. विनय कुमार भार्गव, डॉ. शिव दुलारे प्रसाद अवस्थी, डॉ. कैलाश चंद्र भल्ला, श्री एस. के. मेहता, श्री सीताराम द्विवेदी, श्री अशोक कुमार महंत, श्री वीरेंद्र कुमार जैन, डॉ. मिथलेश कुमार श्रीवास्तव, श्री कृष्ण चंद्र उपाध्याय, श्री सूर्य कुमार गुप्ता, डॉ. ललित हरि शर्मा, श्री उमेश चंद्र भारतीय, श्री रामप्रसाद, डॉ हेमचंद्र पंत, डॉ. राजीव भटनागर, डॉ. बृजमोहन पांडेय, डॉ. प्रताप कुमार माथुर, डॉ. मोहन रामचंदाणी, श्री रामनाथ जिंदल, श्री दयाशंकर शुक्ल, श्री विजय कुमार भल्ला, श्री रवि कुमार खेर, सुश्री गीता टेकचंदाणी, सुश्री वासंती अय्यर आदि । यदि किसी का नाम छूट गया है तो यह अनजाने में ही हुआ है ।

❑❑❑

भा प अ केंद्र की हिंदी गतिविधियों में स्वयंसेवी संस्थाओं की भूमिका

राम निवास आर्य
अध्यक्ष, डिजाइन एवं निर्माण अनुभाग,
पदार्थ विज्ञान प्रभाग, भा. प. अ. केंद्र,
मुंबई - 400 085

मानव समाज की सबसे बड़ी उपलब्धि भाषा है। भाषा के अभाव में मानव का मानव व समाज, समाज का देश एवं देश का विश्व से संपर्क संभव नहीं है। मातृभाषा, मनुष्य के चिंतन व मनन का सबसे उत्तम माध्यम है। प्रत्येक देश की अपनी एक भाषा आवश्यक है। भारत एक बहुभाषी देश है परंतु भारतीय संस्कृति एक है। सैकड़ों सालों तक हम परतंत्र रहे। इस दौरान हम अपनी भाषा व संस्कृति से कुछ दूर होते चले गये। 1857 में भारत के प्रथम स्वतंत्रता संग्राम के रूप में एक चिनगारी चमकी जो विभिन्न कारणों से, उस समय पूरी तरह से प्रज्वलित नहीं हो पायी। लेकिन यह चिनगारी अंदर ही अंदर सुलगती रही और कुछ अंतराल के बाद इसे हवा मिली। देश के कोने-कोने से आवाजें आने लगीं एवं राष्ट्रीय स्तर पर इसे एकीकृत किया गया। उसी समय भारत की अनेकता में एकता लाने के लिए हमारे नेताओं ने धीरे-धीरे हिंदी को एक माध्यम बनाया। अतः हिंदी का इतिहास, भारत के स्वतंत्रता संग्राम से जुड़ा है। 1947 में भारत स्वतंत्र हुआ। भारत के चहुंमुखी विकास की योजनाएं बनायी जाने लगीं। राष्ट्रीय एकता के महान लक्ष्य को दृष्टिगत रखते हुए, संविधान निर्माताओं ने, 14 सितंबर, 1949 को हिंदी को भारतीय संघ की भाषा घोषित किया।

हिंदी, ऐतिहासिक एवं भौगोलिक दृष्टि से अन्य भारतीय भाषाओं की सहोदरा एवं सहेली है। सभी भारतीय भाषाओं से इसका प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से रक्त-संबंध है। हमारी सभी प्रादेशिक भाषाएं समृद्ध हैं एवं प्रशासनिक व वैज्ञानिक कार्यों को करने में पूर्णतया सक्षम हैं। परंतु विभिन्न प्रांतों व केंद्र के बीच कड़ी का काम करने के लिए हिंदी अत्यंत आवश्यक है। हिंदी को सीखने-सिखाने व इसमें काम करने के लिए प्रेरित करने के उद्देश्य से भारत सरकार ने सभी केंद्रीय कार्यालयों में राजभाषा कार्यान्वयन समिति के गठन का अनिवार्य प्रावधान किया है।

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र का, प्रगत विज्ञान के क्षेत्र में एक विशिष्ट स्थान है। यहां एक ही परिसर में विज्ञान की विभिन्न विधाओं में अनुसंधान व विकास कार्य हो रहा है जिसका हमारी औद्योगिक, आर्थिक एवं सामाजिक उन्नति से सीधा संबंध है। इसी संदर्भ में एक ओर तो वैज्ञानिक संस्कृति के निर्माण के लिए लोगों की संवेदना, भाषा तथा अभिव्यक्ति का समागम अनिवार्य है और दूसरी तरफ समाज व राष्ट्र के उत्थान हेतु आवश्यक है कि समाज के प्रबुद्ध वर्ग, चिंतक, दार्शनिक व वैज्ञानिक समुदाय एवं आम जनता के बीच विचारों के आदान-प्रदान का एक माध्यम हो। हमारा ध्येय चाहे कितना ही महान क्यों न हो व लोगों की उसमें कितनी ही आस्था क्यों न हो, निरंतर प्रयत्न के बिना उसमें अपेक्षित सफलता मिलना यदि असंभव नहीं तो कठिन अवश्य है। इन सामाजिक आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए वैज्ञानिकों की भूमिका अहम् हो जाती है। उनसे आशा की जाती है कि वे अपने अर्जित ज्ञान को आम व्यक्ति तक पहुंचाये ताकि वे अपने अंधविश्वासों से ऊपर उठकर, विज्ञान की प्रगति

का लाभ उठाकर अपने जीवन को उन्नत करें ।

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, भारतीय संस्कृति का संगम स्थान है । यहां भारत के लगभग सभी प्रदेशों के लोगों का वैज्ञानिक व व्यक्तिगत स्तर पर आपस में विचार विमर्श होता है । केंद्र के प्रारंभिक काल में ही उन्होंने अनुभव किया कि विज्ञान व प्रौद्योगिकी के इस प्रमुख्र केंद्र की उपलब्धियों को देश के कोने-कोने में पहुंचायें । इसी परिप्रेक्ष्य में केंद्र के हिंदी एवं अहिंदी भाषी लोगों ने मिलकर 1968 में, इसके प्रांगण में हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद (हिं. वि. सा. प.) की स्थापना की । इसके साथ ही भारत सरकार की राजभाषा नीति के अनुसार राजभाषा कार्यान्वयन समिति (रा. भा. का. स) का गठन किया गया ताकि केंद्र अथवा परमाणु ऊर्जा विभाग में प्रशासनिक, सांस्कृतिक एवं वैज्ञानिक स्तर पर हिंदी के प्रयोग को बढ़ावा मिले । केंद्र में कार्यरत कर्मचारियों एवं उनके परिवार के सदस्यों को आपस में मिलने व बातचीत करने के अधिक अवसर प्रदान करने के लिए केंद्रीय सचिवालय हिंदी परिषद (कें. स. हिं. प.) की ट्रांबे शाखा भी केंद्र में खोली गयी ।

प्रशासनिक कर्मचारियों में हिंदी के प्रति रुचि पैदा करने की दृष्टि से विभिन्न प्रतियोगिताओं का आयोजन समिति सुचारु रुप से कर रही है । रा. भा. का. स. के अध्यक्ष, समिति के सदस्यों व हिंदी कक्ष की सहायता से इन कार्यों का संचालन करते हैं । सरकारी कार्यालयों एवं इस समिति को सभी परिपत्रों, फार्मों, नाम पट्टी व मोहरों आदि को द्विभाषी रुप से लागू करना होता है । इससे हिंदी का प्रचार-प्रसार तो निस्संदेह बढ़ता है परंतु परिश्रम के अनुसार वांछित परिणाम नहीं मिलता क्योंकि बहुत सारे लोग केवल अंग्रेजी रुपांतर को ही उपयोग में लाते हैं ।

वैज्ञानिक संस्थान होने के नाते, केंद्र के वैज्ञानिकों व अभियंताओं का यह उत्तरदायित्व हो जाता है कि विभिन्न स्तरों पर वैज्ञानिक साहित्य का सृजन करें और विज्ञान को लोकप्रिय बनाने में अपना सक्रिय योगदान दें ।

इस दिशा में केंद्र की दोनों स्वयंसेवी संस्थाओं, हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद एवं केंद्रीय सचिवालय हिंदी परिषद ने, महत्वपूर्ण भूमिका निभायी है । यद्यपि इन संस्थाओं को भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र एवं परमाणु ऊर्जा विभाग का संरक्षण प्राप्त है तथापि स्वयंसेवी संस्था होने के नाते अपने कार्यक्रमों को सुनिश्चित करने एवं विभागीय अनुदान के अतिरिक्त आवश्कतानुसार धन जुटाने के लिए अपने नियम अथवा अधिनियम बनाने में स्वतंत्र हैं । उदाहरणत:, इनके परिपत्रों व पत्राचार आदि को द्विभाषी रुप देने की आवश्यकता नहीं है । इससे एक ओर तो धन व समय की बचत होती है और दूसरी तरफ इच्छुक महानुभाव संबंधित जानकारी को हिंदी के माध्यम से ही प्राप्त करेंगे । दोनों ने अपने-अपने कार्यक्षेत्रों का विभाजन किया हुआ है ताकि पुनरावृत्ति से बचा जा सके एवं समय व धन का सदुपयोग हो । इन संस्थाओं को विभाग के कर्मठ व निष्ठावान वरिष्ठ वैज्ञानिकों के अनुभव का लाभ तो मिलता ही है । इसके साथ ही वे अपने अनुसंधान कार्यों को जारी रखते हुए, अतिरिक्त समय निकाल कर, अपना सक्रिय सहयोग भी नि:संकोच देते हैं । इसके फलस्वरुप इनके पल्लवन-पुष्पन में अबाध प्रगति हुई है ।

हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद से संबद्ध केंद्र के वैज्ञानिकों व इंजीनियरों ने अनुभव किया कि वैज्ञानिक तथ्यों का लाभ जनमानस को पहुंचाने व उनमें इनकी गहरी पकड़ लाने के लिए वैज्ञानिक जानकारी को हिंदी के माध्यम से उन तक पहुंचाना जरुरी है । इसके प्रयोग से आम आदमी अपने जीवन स्तर को ऊंचा उठाने की दिशा में अग्रसर हो सकता है । इन्हीं विचारों को कार्यरुप में परिणत करने हेतु हिं. वि. सा. परिषद ने एक बहुमुखी कार्यक्रम की रुपरेखा बनायी । नवीनतम वैज्ञानिक विषयों के विभिन्न पक्षों के प्रस्तुतीकरण एवं इस जानकारी को सभी भारतवासियों को उपलब्ध कराने के लिए त्रैमासिक पत्रिका 'वैज्ञानिक' का प्रकाशन शुरु किया जो गत 31 वर्षों से भारत के कोने-कोने में निरंतर जा रही है । विज्ञान के इन गूढ़ विषयों को भी सरल हिंदी में प्रस्तुत

करके हिंदी की परिपक्वता व इसकी क्षमता को स्थापित किया है। इसने अखिल भारतीय स्तर पर तकनीकी हिंदी के विकास में अहम् भूमिका निभायी है। इसके अतिरिक्त, वैज्ञानिक साहित्य सृजन की दिशा में अन्य कदम हैं - घनावस्था विज्ञान, रेडियो रसायनिकी, वर्णक्रमदर्शिकी, अंतरिक्ष विज्ञान, नाभिकीय इंजीनियरी, स्वास्थ्य भौतिकी व अपशिष्ट प्रबंधन आदि। विज्ञान के आधुनिक विषयों पर शब्द संग्रहों का निर्माण कार्य एवं भारत सरकार के वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग की बैठकों में भाग लेना अत्यंत महत्व रखता है। राजभाषा वार्ताओं एवं अखिल भारतीय लेख प्रतियोगिता का वार्षिक आयोजन तथा वैज्ञानिक मोनोग्राफ प्रकाशन भी इसी कड़ी के अन्य भाग हैं।

हिंदी के माध्यम से विज्ञान की विभिन्न विधाओं का लाभ केंद्र के कर्मचारियों को पहुंचाने व देश के विभिन्न भागों में ले जाने के उद्देश्य से हिं. वि. सा. परिषद प्रतिवर्ष मुंबई व मुबंई से बाहर कई वैज्ञानिक संगोष्ठियों का आयोजन करती है। परिषद ने अब तक महाराष्ट्र, गुजरात, मध्यप्रदेश, बिहार, उत्तर प्रदेश, गोवा, आंध्रप्रदेश आदि प्रदेशों में नाभिकीय ऊर्जा, कंप्यूटर, अतिचालकता, लेसर, पदार्थ विज्ञान, संक्षारण प्रतिरोध, विकिरण सुरक्षा, हृदय रोग, कैंसर, गुर्दे व यकृत की बीमारियां, मानव स्वास्थ्य आदि विषयों पर संगोष्ठियां की हैं। भारतीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम की झलक प्रस्तुत करते वक्त परिषद ने लोक जानकारी के माध्यम से नाभिकीय ऊर्जा की स्वीकार्यता को बढ़ाने में अपना योगदान दिया है। स्कूली बच्चों के लिए वैज्ञानिक प्रश्न मंच तथा तकनीकी, अतकनीकी एवं सहायक कर्मचारियों के लिए वैज्ञानिक कार्यशालाओं का आयोजन एवं विज्ञान पत्रिका का अतिसरल भाषा में प्रकाशन इसी दिशा में किये गये कुछ अन्य कार्य हैं। इसी प्रकार केंद्रीय सचिवालय हिंदी परिषद ट्रांबे शाखा ने नाटय स्पर्धा, कवि सम्मेलन, प्रसिद्ध नाटकों का मंचन एवं अन्य सांस्कृतिक कार्यक्रमों, प्रशासनिक कर्मचारियों के लिए विभिन्न प्रतिस्पर्धाओं आदि के माध्यम से इस कार्य में विशेष योगदान दिया है।

सामान्यतः, इस प्रकार के कार्यों में केवल सरकार अथवा वेतनभोगी कर्मचारियों के ऊपर निर्भर रहने से, कई अपरिहार्य कारणों से कार्य की गति में शिथिलता आ सकती है। धन का प्रबंध तो अधिकांशतः सरकारी माध्यम से हो सकता है परंतु उन कार्यों को अपेक्षित गति प्रदान करने एवं सुचारू रूप से चलाने के लिए स्वेच्छाभाव से कार्य करने वाले कार्यकर्ताओं की अत्यंत आवश्यकता है। गत 30 वर्षों से भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र में इन दोनों संस्थाओं के माध्यम से हिंदी के प्रयोग में हुई प्रगति इस बात का ज्वलंत उदाहरण है।

❑❑❑

'वैज्ञानिक' आपकी अपनी पत्रिका है। हम चाहते हैं कि पाठकों को उनकी रुचि की सामग्री मिले। आपको किस तरह के विषय पसंद आते हैं ? इसके अलावा भी आप क्या पत्रिका में कुछ और परिवर्तन चाहते हैं ? आपके सुझाव आमंत्रित हैं। पाठकों की सक्रिय भागीदारी पत्रिका के स्वरूप परिवर्तन के लिए मार्गदर्शक होगी। आपकी प्रतिक्रिया / पत्रों की हमें हमेशा प्रतीक्षा रहती है।

- संपादक

हिंदी दिवस सभी भारतीयों का विजय-पर्व है

डॉ. देवकी नंदन
ए-304-बी, हृषीकेश,
स्वामी समर्थ नगर, लोखंडवाला कॉम्प्लेक्स,
अंधेरी (प.), मुंबई - 400 053

यह जाना-माना तथ्य है कि 'हिंदू' शब्द सिंधु नदी के किनारे बसे लोगों के लिए इस्तेमाल किया गया। इसी तरह इन हिंदुस्तानियों की भाषा को सहज नाम 'हिंदी' मिला। यह भी एक जाना-माना तथ्य है कि जो भाषा किसी देश में व्यापक तौर पर इस्तेमाल होती है, वही उस देश की मुख्य भाषा, प्रमुख भाषा, संपर्क भाषा अथवा राजभाषा कहलाती है। 1991 की जन-गणना के आंकड़े बताते हैं कि हिंदी ही इस देश की दो-तिहाई से ज़्यादा जनसंख्या द्वारा आसानी से बोली और समझी जाने वाली भाषा है। इस दशक में हिंदी ने और नये पड़ाव तय किये हैं, यह अगले वर्ष शुरू होने वाले जनगणना आंकड़े स्वयं ही स्पष्ट कर देंगे।

अब सवाल यह है कि हिंदी दिवस, हिंदी सप्ताह या हिंदी पखवाड़ा मनाने की ज़रूरत ही क्या है ? इसके पीछे है इतिहास, जन-जन की भावनाएं, हमारे पूर्वजों के बलिदान, हमारे पुराने नेताओं का निस्वार्थ मार्गदर्शन। इसके पीछे है गांधी जी का वह कथन कि 'जाओ, सारी दुनिया से कह दो कि गांधी अंग्रेजी नहीं जानता।' इसके पीछे है हमारी सहस्रों वर्ष पुरानी सभ्यता और संस्कृति जिसे हिंदी दिवस 14 सितंबर ने बचाया। आज हिंदी है तो योग है, प्राणायाम है; वेदांत है; 3000 वर्ष पुरानी सुश्रुत और चरक संहिताएं हैं; आज हिंदी है तो संस्कृत भाषा है। आज हिंदी है, तभी तमिल भाषा जीवित है, मलयालम और असमिया फली-फूली हैं। आज हिंदी है तो ब्रह्मचर्य है, अमरत्व है, सत्य है। हिंदी से ही दीवाली है, ओणम है, पोंगल है! जी हाँ, हिंदी ने ही हिंदुस्तान की आत्मा को अक्षुण्ण रखा है!

इतिहास तो सभी को पता है। भारत को आज़ादी दिलाने के लिए ऐसी भाषा का चुनाव ज़रूरी था जिसमें नेता ज़्यादा से ज़्यादा जनता तक अपने विचार पहुँचा सकें। गांधीजी व अन्य नेताओं ने एकमत से हिंदी को चुना। देश के हर हिस्से में हिंदी की ज्योति जल उठी। चक्रवर्ती राजगोपालाचारी जी ने मद्रास में हिंदी का प्रचार-प्रसार 1937 में ही शुरू कर दिया था ताकि आज़ादी का संदेश वहाँ के जन-जन तक पहुँच पाये आज़ादी के बाद माहौल बदला, नेताओं ने स्थानीय राजनीति की ओर लौटना शुरू कर दिया। इसके बावजूद संविधान सभा में हिंदी के पक्ष में 78 तथा अंग्रेजी के पक्ष में कुल 77 वोट पड़े। राजभाषा के सवाल पर प्रतिद्वंदिता थी हिंदी और अंग्रेजी के बीच, जिसमें हिंदी की जीत हुई। सच तो ये है कि यह जीत समग्र भारतीयता और सभी भारतीय भाषाओं की जीत थी। 14 सितंबर 1949 के दिन की यह विजय सच में भारत और अंग्रेजों के बीच का अंतिम और निर्णायक युद्ध था। अगर अंग्रेजी जीत जाती तो कई भारतीय भाषाएं आज अपनी अंतिम साँसें ले रही होतीं और भारतीय संस्कृति के पुनरुत्थान के लिए आज कई सुभाषचंद्र बोस विदेशों में सांस्कृतिक फ़ौज बनाकर ये नारा दे रहे होते कि 'तुम मुझे हिंदी दो, मैं तुम्हें मानसिक आज़ादी दूँगा।' जी हाँ, हमारे रीतिरिवाज, हमारी जीवनशैली, हमारा प्राचीन ज्ञान-विज्ञान और हमारा गौरवशाली इतिहास सब विकृत हो चुका होता। आज भारत में कोई भी विश्वास न करता कि अश्वत्थामा; बलिदान के प्रतीक बलि; व्यास; भक्ति और ब्रह्मचर्य के ज्वलंत उदाहरण हनुमान; विभीषण, कृप और परशुराम

अमरत्व प्राप्त कर चुके हैं । आज जयंत नार्लीकर ने प्रमाणित किया है कि चरक और सुश्रुत के ग्रंथ सचमुच उत्कृष्ट हैं, पर अंग्रेजी के राज में इन पर कौन विश्वास करता । घर-घर में उपलब्ध एनसाइक्लापीडिया ब्रिटेनिका से तब आपको यह तो पता चल जाता कि रानी विक्टोरिया के ख़ानदान में हीमोफीलिया रोग था, परंतु भारतेंदु हरिश्चंद्र, मुंशी प्रेमचंद्र, कंबन, ज्ञानेश्वर, नीम-तुलसी-पीपल, अवियल और अड़ई पर साहित्य 'ढूंढ़ते ही रह जाते ।' संक्षेप में कहें तो यही सच है कि हमारी अपनी भाषाएं ही अपनी हैं, और उन्हीं से हमें एक प्रतिनिधि भाषा चुननी चाहिए । हिंदी इसी अपनेपन का प्रतीक है और हिंदी दिवस इसी सांस्कृतिक और सामाजिक विजय का प्रतीक है, एक सच्चा विजयपर्व है ।

तो क्या हमें अंग्रेज़ी से नफ़रत करनी चाहिए ? क्या पूरी तरह उसका तिरस्कार करना चाहिए ? जी नहीं, यह आज की दुनिया में न उचित है, न ही संभव । क्योंकि तेज़ी से विज्ञान और टेक्नोलॉजी की पटरियों पर चल रही ज़िंदगी रूसी रेलगाड़ी के स्टेशनों में से ज़्यादातर के नाम आज अंग्रेजी में ही लिखे हैं । अंग्रेजी भी हमें सीखनी चाहिए और फ्रेंच, जर्मन, रूसी आदि भी ताकि विज्ञान और पर्यटन के इस ज़माने में हम विदेशियों को अपना पक्ष समझा सकें और उनकी ताज़ा सोच और विज्ञान की समुचित जानकारी लेकर तेज़ी से आगे बढ़ सकें । और इन भाषाओं द्वारा हम अपनी गौरवशाली परंपराओं और सही इतिहास से दुनिया के 200 देशों का सही परिचय करा सकें । पर वैज्ञानिक, व्यवहारिक और भावनात्मक दृष्टिकोणों से हमें मान लेना चाहिए कि हमें हिंदी भाषा से ही आगे बढ़ना है । यही बात पं. गोपाल प्रसाद व्यास अपनी पुस्तक 'बिन हिंदी सब सून' में कहते हैं ।

सौभाग्य से हिंदी है भी सशक्त । विद्यानिवास मिश्र की पुस्तक 'हिंदी की शब्द संपदा' में 'हवा' शब्द के सौ से भी ज़्यादा पर्यायवाची शब्दों की सूची है (दिशा, ताप, नमी, मौसम, ऋतु आदि के परिवर्तनों ने ये प्रर्याय दिये हैं) । आज परमाणु ऊर्जा विभाग के वैज्ञानिकों ने हिंदी में परमाणु विज्ञान तक की शब्दावली तैयार कर दी है और उसे धड़ल्ले से उपयोग में ला रहे हैं । हिंदी आज कई देशों के कई विश्वविद्यालयों में पढ़ाई जा रही है । हमें हर हिंदी दिवस पर यह सोचना है कि मानव सक्रियता के हर क्षेत्र में हिंदी को कैसे पहुँचायें, उसे उस क्षेत्र की ज़रूरतों के मुताबिक कैसे समृद्ध करें, उन्नत करें । भारत में भी विज्ञान और टेक्नोलॉजी के क्षेत्रों में अंग्रेजी का बोलबाला है । इन क्षेत्रों में हिंदी को स्थापित करना है । आज के युग में यह काम और भी चुनौती भरा है क्योंकि कंप्यूटर, इंटरनेट आदि ने विश्व की ज़्यादातर भाषाओं के सामने अस्तित्व की चुनौतियाँ खड़ी कर दी हैं । भाषाविदों की चेतावनी है कि 21 वीं सदी के लुप्त होते-होते विश्व की 90 (नब्बे प्रतिशत) भाषाएं भी लुप्त हो जायेंगी । दुर्भाग्य से ऐसे संकेत मिलना शुरु भी हो गये हैं । हिंदी की ताकत इसे बचा ज़रूर सकती है, पर इसे हम सभी का समर्थन चाहिए । मिसाल के तौर पर शब्दावलि आयोग की समितियों की रोज़ बैठक हो और उनमें माउस, सॉफ़्टवेयर, वेबसाइट. मोडेम, हार्ड-डिस्क, साइबरस्पेस, क्लोनिंग, कैट स्कैन, कुरियर जैसे रोज पैदा हो रहे नये शब्दों के लिए हिंदी शब्द उसी दिन बना लिये जायें और विज्ञान-संस्थाओं को नियम से प्रेषित कर दिये जायें तो सभी का हौसला बढ़ेगा । और जब भारत के वैज्ञानिक हिंदी को अपना लेंगे तो चंद्रमा तो क्या, मंगल और बृहस्पति भी उनकी मुट्ठी में होंगे । आने वाला हर हिंदी दिवस हमारे लिए विजयपर्व तो हो ही, उन्नतिपर्व भी बने, यही कामना है ।

❑❑❑

भा प अ केंद्र के प्रशासनिक कार्यों में राजभाषा हिंदी

कु. साधना हेमराजानी
सहायक निदेशक (राजभाषा)
हिंदी कक्ष, भा प अ केंद्र, मुंबई 400 085

किसी भी राष्ट्र की प्रगति का आकलन राष्ट्र में हुए वैज्ञानिक विकास तथा उसके सामाजिक व आर्थिक विकास से किया जाता है। आर्थिक विकास के मूल्यांकन के लिए यह देखा जाता है कि देश में विकसित वैज्ञानिक गतिविधियों का समाज कितना उपयोग करता है। इसका सबसे अच्छा उदाहरण है बिजली। सामाजिक विकास के मूल्यांकन के लिए उस देश के साहित्य सृजन को आंका जाता है क्योंकि साहित्य समाज का दर्पण होता है। अतः प्रगतिशील, विकासशील देश में विकास का अर्थ विज्ञान एवं साहित्य या विज्ञान एवं भाषा से होता है।

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र में हिंदी भारतीय संस्कृति की देन है। भाषा संप्रेषण का मात्र साधन नहीं होती है वरन वह हमारे भाव विचार, भाव जगत की साकार प्रतिमा है। जनमानस भाषा में ही प्रतिबिंबित होता है।

इस केंद्र के प्रतिभाशाली वैज्ञानिकों ने अपने उत्तरदायित्व को भली भांति समझा और अपने देश को प्रगतिशील पथ पर ले जाने के सभी महत्वपूर्ण पहलुओं पर ध्यान दिया। एक तरफ उन्होंने हमारे केंद्र के संस्थापक डॉ. होमी भाभा के परमाणु ऊर्जा में आत्मनिर्भरता के सपनों को साकार किया, दूसरी ओर विज्ञान को जन-जन तक पहुँचाने का बेड़ा भी उठाया। उन्होंने यह समझा कि विज्ञान के माध्यम से यदि देश को प्रगति करनी है और विश्व में अपनी पहचान बनानी है तो विज्ञान के अनुसंधान कार्यों को और उसकी महिमा को जन-जन तक पहुँचाना आवश्यक होगा और इसके लिए उन्होंने वैज्ञानिक संगोष्ठियों का आयोजन हिंदी में करना प्रारंभ किया।

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र में जहां एक ओर वैज्ञानिक संगोष्ठियों का आयोजन हिंदी में शुरु हुआ वहीं प्रशासनिक क्षेत्र में भी हिंदी का प्रयोग शुरु हुआ। इस केंद्र में प्रशासन का कार्य सेन्ट्रल कांप्लेक्स नामक भवन में किया जाता हैं और हिंदी कक्ष भी यहीं स्थित है। भापअ केंद्र का हिंदी अनुभाग परमाणु ऊर्जा विभाग की इकाइयों के सभी हिंदी अनुभागों से बड़ा है। केंद्र के इस हिंदी अनुभाग में न केवल केंद्र का कार्य होता है वरन् यहाँ परमाणु ऊर्जा विभाग की अन्य इकाइयों का भी हिंदी कार्य किया जाता है। हिंदी अनुभाग ब्रिट, एईआरबी, परमाणु ऊर्जा शिक्षण संस्था आदि के सभी आवश्यक प्रशासनिक परिपत्रों तथा रिपोर्टों का हिंदी अनुवाद करता है।

केंद्र में हिंदी कक्ष द्वारा उन कर्मचारियों के लिए हिंदी प्रशिक्षण का पाठ्यक्रम चलाया जाता है, जिन्हें हिंदी का कार्यसाधक ज्ञान नहीं है। उनके लिए हिंदी शिक्षण योजना के अंतर्गत राजभाषा विभाग के सहयोग से नियमित कक्षाएं पिछले पंद्रह सालों से चलायी जाती हैं, जिसमें 1979 से अब तक 1034 कर्मचारी प्रशिक्षित किये जा चुके हैं। केंद्र में प्रशासनिक कार्य हिंदी में हो, इसके लिए केंद्र के आशुलिपिकों एवं टंककों को हिंदी टंकण एवं हिंदी आशुलिपि का प्रशिक्षण दिया जाता है। वर्ष में टंकण के दो सत्र (छः-छः माह के) तथा आशुलिपि का एक वर्ष का प्रशिक्षण पाठयक्रम सुचारू रूप से चलाया जाता है।

केंद्र के द्वारा प्रशासन से संबंधित हिंदी पत्रों का उत्तर हिंदी में तो दिया ही जाता है, केंद्र से 'क' तथा 'ख' क्षेत्र में चरित्र एवं पूर्ववृत्त के सत्यापन संबंधी विभिन्न पत्र भी हिंदी में ही भेजे जाते हैं। 'क' तथा

'ख' क्षेत्र का विवरण अंत में दिया गया है ।

केंद्र में हिंदी के प्रयोग को बढ़ावा देने के लिए राजभाषा विभाग की प्रोत्साहन योजना को और उदार किया गया है । यहां अधिकारियों के लिए प्रतिदिन हिंदी में आलेखन (Dictation) देने के लिए प्रोत्साहन योजना लागू है । वहीं आशुलिपिकों व टंककों के लिए श्रुतलेखन व टंकण कार्य हिंदी में करने के लिए लागू है और केंद्र के अन्य स्टाफ जैसे उच्च श्रेणी लिपिकों एवं सहायक आदि के लिए हिंदी में टिप्पण आलेखन के लिए भी प्रोत्साहन योजना लागू है । वैज्ञानिकों एवं तकनीकी कर्मचारियों को भी मूल लेखन एवं वैज्ञानिक संगोष्ठियों के आयोजन से हिंदी प्रचार-प्रसार में विशेष योगदान देने के लिए भी प्रतिवर्ष हिंदी प्रोत्साहन योजना के अंतर्गत पुरस्कार व मानद चिन्ह प्रदान किये जाते हैं। केंद्र में परमाणु ऊर्जा विभाग से संबंधित विषयों पर मूल हिंदी पुस्तकें लिखने के लिए डॉ. होमी भाभा पुरस्कार योजना भी लागू की गयी है ।

केंद्र में जारी सभी सामान्य आदेशों, परिपत्रों तथा विज्ञापनों, अधिसूचनाओं आदि का हिंदी अनुवाद कर द्विभाषीय रूप में जारी किया जाता है । वार्षिक वैज्ञानिक रिपोर्ट में प्रत्येक प्रभाग की रिपोर्ट के सार (Abstracts) का हिंदी अनुवाद किया जाता है । परमाणु ऊर्जा विभाग द्वारा संसद में प्रस्तुत की जाने वाली वैज्ञानिक रिपोर्ट के मुख्य भाग का हिंदी अनुवाद किया जाता है ।

केंद्र में राजभाषा कार्यान्वयन समिति का गठन किया गया है जो केंद्र में राजभाषा कार्यान्वयन का कार्य देखती है। इस समिति के तत्वावधान में केंद्रीय सचिवालय हिंदी परिषद एवं हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद सक्रिय हैं । हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद जहां वैज्ञानिक क्षेत्र में संगोष्ठियों एवं वैज्ञानिक पत्रिका के प्रकाशन के माध्यम से हिंदी का प्रचार-प्रसार करती है, वहीं केंद्रीय सचिवालय हिंदी परिषद प्रशासनिक क्षेत्र में प्रतिवर्ष व्यावहारिक प्रतियोगिताओं (निबंध, वाद-विवाद, श्रुतलेखन, हिंदी टिप्पणी आलेखन, टंकण एवं आशुलिपी) का आयोजन करती है तथा विभिन्न प्रांतीय भाषा भाषियों को, राजभाषा हिंदी के माध्यम से जोड़ने का अनमोल कार्य होली जैसे त्यौहार पर हास्य व्यंग्य कार्यक्रम आयोजित करके करती है । इसके साथ ही परिषद भारतीय संस्कृति एवं परंपराओं को भावी पीढ़ी तक पहुँचाने के लिए हिंदी एकांकी प्रतियोगिता एवं सांस्कृतिक कार्यक्रमों का आयोजन प्रति वर्ष करती है। हिंदी साहित्य में रुचि रखने वालों के लिए पुस्तकालय भवन में केंद्रीय सचिवालय हिंदी परिषद द्वारा हिंदी पुस्तकालय चलाया जाता है जिसमें पुस्तकें बिना किसी शुल्क के नियमित पढ़ने के लिए दी जाती हैं । हिंदी कक्ष द्वारा भी हिंदी समाचार पत्र तथा कई पत्रिकाएं जैसे गृहशोभा, इंडिया टुडे, मेरा डॉक्टर, सरिता आदि कर्मचारियों को पढ़ने के लिए दी जाती हैं ।

केंद्र में हिंदी के प्रचार के लिए 'आओ हिंदी सीखें' के लिए सेंट्रल कांप्लेक्स भवन में नियमित रूप से शब्द अथवा छोटे छोटे वाक्य प्रतिदिन फ्रेस्टो बोर्ड पर लिखे जाते हैं ।

केंद्र में हिंदी कार्य में कंप्यूटर का प्रयोग सामयिक है । यह कार्य Windows 98 पर भी किये जाते हैं । केंद्र में 50 आकृति सॉफ्टवेअर उपलब्ध किये गये । सुसा नामक सॉफ्टवेअर भी कई अनुभागों में प्रयोग किया जाता है। हाल ही में केंद्र के वैज्ञानिक श्री हंस ने हिंदी सॉफ्टवेअर द्रौपदी विकसित किया है, जो Windows पर दोनों पद्धतियों (Modes), टाइपराइटर तथा फोनेटिक (Typewriter & Phonetic) पर कार्य कर सकता है ।

राजभाषा हिंदी के प्रचार प्रसार में भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र का यह सराहनीय प्रयास वास्तव में राष्ट्रीयता का प्रतीक है। विज्ञान, प्रशासन और सामाजिक रूप में जिस तरह राजभाषा हिंदी का विकास इस विज्ञान मंदिर में हो रहा है वह प्रशंसनीय है ।

"दो वर्तमान को सत्य, सरल,
सुंदर भविष्य के सपने दो ।
हिंदी है भारत की बोली,
उसे अपने आप पनपने दो ।

बढ़ने दो इसे सदा आगे,
हिंदी जनमन की गंगा है ।
यह माध्यम उस स्वाधीन देश का,
जिसका ध्वज तिरंगा है ।।"

नोट : 'क' क्षेत्र के अंतर्गत उ. प्र., म. प्र, बिहार, राजस्थान, हरियाणा, हिमाचल प्रदेश राज्य तथा दिल्ली और अंडमान निकोबार द्वीप समूह, संघ राज्य शामिल हैं । 'ख' क्षेत्र में महाराष्ट्र, गुजरात, पंजाब राज्य और चडीगढ संघ राज्य क्षेत्र आते हैं जबकि शेष राज्य और संघ राज्य 'ग' क्षेत्र के अंतर्गत रखे गये हैं ।

राष्ट्रभाषा के रूप में हिंदी हमारे देश की एकता में सबसे अधिक सहायक सिद्ध होगी इसमें दो राय नहीं ।
- जवाहरलाल नेहरू

राजभाषा स्वर्ण जयंती वर्ष : विशेष कविता

राजभाषा का अर्धशतक

अर्ध-शतक पूरा किया, हिंदी हिंद की बिंदी बने ।
राजभाषा स्तर क्या, विचार होना चाहिए ।। 1 ।।

बिंदी से मुकुट अब, बना लीजिए हिंदी को
राजभाषा मन भाषा हो, ऐसे कुछ सजाइए ।। 2 ।।

सितंबर चौदह, उनचास में स्थान मिला ।
भारत संविधान कवच, इसको न पहिनाइए ।। 3 ।।

यही सूर, तुलसी, रसखान की ही भाषा है ।
भारत नहीं दुनिया में, इसको फैलाइए ।। 4 ।।

न ही विरोध करे किसी भारत भाषा का ।
हिंदी की बहनें सब, राग ना दिखाइए ।। 5 ।।

कितनी सरल-सुगम बनी हिंदी राजभाषा ।
दैनिक कार्य इसमें करें, प्रेम से अपनाइए ।। 6 ।।

भाभा परमाणु, परमाणु का ही केंद्र नहीं ।
राष्ट्र भाषा सेवा भाव, इसने दिखाया है ।। 7 ।।

रामधारी दिनकर जैसे, राष्ट्र कवि यहां आये ।
अपने कर कमल से 'परिषद' को सजाया है ।। 8 ।।

परमाणु युग का नक्षत्र बना, अपना प्यारा केंद्र ऐसा ।
भाभा नाम श्रद्धा ले ले, सर को झुकाइए ।। 9 ।।

हिंदी के माध्यम से विज्ञान का प्रचार किया ।
कितनी सुदंर 'वैज्ञानिक' है गले से लगाइए ।। 10 ।।

हिंदी-विज्ञान साहित्य परिषद का योगदान

परिषद का योगदान, कितना करें बखान ।
प्रतिवर्ष कार्यक्रम में, ऐसा दर्शाया है ।।
विजय तेदुंलकर, राही मासूम 'रज़ा' जैसे ।
शरद जोशी व्यंग्यकार को, केंद्र में लाया है ।।

कहां तक गिनाऊं नाम, उंगली थक जायेगी ।
विशिष्ट साहित्यकारों का, आशीष पाया है ।।
कितने कवि, लेखक, कितने ही श्रेष्ठ वक्ता ।
परिषद नाम सार्थक हुआ, जग दर्शाया है ।।

आइए विचार करें, मिलकर एक बनें ।
इक्कीसवीं शताब्दी में, हमको जाना है ।।
कंप्यूटर, इंटरनेट, कोई कैसा यंत्र हो ।
हिंदी राष्ट्र भाषा में वेब साइट लाना है ।।

कह रहा 'विपुल' अब, बात पर विचार करें ।
कुछ सोचें राष्ट्र की, राष्ट्र भक्ति दिखाइए ।। 11 ।।

राष्ट्र की प्रत्येक वस्तु होती कितनी पूजनीय ।
हिंदी अपनायेंगे, शपथ आज खाइए ।। 12 ।।

विपुल सेन
वैज्ञानिक अधिकारी,
इं. पु. वि., भा. प. अ. केंद्र, मुबंई - 400 085

वैज्ञानिक परिचय

एनरिको फर्मी

नाभिकीय विखंडन द्वारा विमोचित ऊर्जा का उपयोग करने के लिए प्रथम नाभिकीय रिएक्टर के जन्मदाता तथा मानव को परमाणु युग में प्रवेश कराने वाले इटली मूल के मशहूर वैज्ञानिक एनरिको फर्मी का जन्म 1901 में रोम नगर में हुआ था। इन्होंने अपनी डॉक्टरेट की उपाधि पीसा में प्राप्त की। गोटींजेन और लीडेन में प्रमुख वैज्ञानिकों के साथ क्वांटम अभियांत्रिकी में शोध करने के बाद वे वापस इटली आ गये। उन्होंने 1926 में रोम विश्वविद्यालय में स्टेटिस्टिकल मेकेनिक्स ऑफ पार्टिकल्स (Statistical mechanics of particles) का क्वांटम रूप लोगों के सामने रखा। फर्मी ने जिन कणों की स्टेटिस्टिकल गति की खोज की वे कण वैज्ञानिक पॉली द्वारा दिये गये पॉली का अपवर्जन सिद्धांत (Exclusion principle of Pauli) का अनुसरण करते हैं जैसे - इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन आदि। यह खोज "फर्मी डिराक स्टेटिस्टिक्स Fermi-Dirac Statistics)" कहलाती है क्योंकि इसी दौरान डिराक नामक वैज्ञानिक ने भी स्वतंत्र रूप से इस सिद्धांत पर शोध किया था।

1933 में फर्मी ने नाभिकीय विज्ञान के क्षेत्र में क्षीण आकर्षण (Weak interaction) का सिद्धांत दिया। पॉली के द्वारा प्रतिपादित नये मूल कण 'न्यूट्रिनो' (जिसका नामकरण फर्मी ने ही किया था) तथा क्षीण आकर्षण के सिद्धांत का उपयोग करते हुए, इन्होंने बीटा क्षय प्रक्रिया का सही चित्रण किया जो प्रायोगिक विधि से प्राप्त इलेक्ट्रॉन ऊर्जा स्पेक्ट्रम तथा अर्ध आयु के सिद्धांत का सैद्धांतिक प्रमाण भी था।

फर्मी तथा उसके साथी सबसे पहले 1930 के आस-पास यूरेनियम परमाणु को, न्यूट्रॉन से बमबारी कर (विशेष कर धीमी गति वाले न्यूट्रॉन) वियोजन (fission) करने में सफल हुए। उन्होंने 92 से अधिक परमाणु संख्या वाले कृत्रिम तत्त्व पाये। ये कृत्रिम रेडियो सक्रिय तत्त्व (radio-active element) पार-यूरेनिक तत्त्व कहलाते हैं। क्यूरियम, अमेरिसियम, नेपच्यूनियम, प्लूटोनियम आदि इसी श्रेणी में हैं। इस अभूतपूर्व सफलतावाले कार्य करने के लिए इन्हें 1938 के भौतिकी का नोबेल पुरस्कार से नवाज़ा गया। इसके बाद वे मुसोलिनी के फासिस्ट इटली में वापस न लौटकर अमरीका चले गये।

जबसे यूरेनियम नाभिक का सफल विखंडन हुआ, तब से भौतिकीविदों के सामने यह समस्या थी कि इस प्रबल शक्ति का उपयोग मानव कल्याण के लिए कैसे किया जाय। नाभिकीय विखंडन से प्राप्त नाभिकीय ऊर्जा का उपयोग करने के लिए प्रथम परमाणविक रिएक्टर जिसमें नाभिकीय ऊर्जा को ऊष्मा ऊर्जा में परिवर्तित कर विद्युत ऊर्जा प्राप्त की जाती है का वस्तुशिल्प तथा निर्माण का सारा श्रेय एनरिको फर्मी को जाता है, जिन्होंने शिकागो विश्वविद्यालय में परमाणु विखंडन की खोज के 4 वर्ष बाद 2 जनवरी 1942 को परमाणु रिएक्टर का निर्माण किया। यह समय मानव के लिए एक अविस्मरणीय समय था।

द्वितीय विश्वयुद्ध के बाद एनरिको फर्मी ने अपना सारा ध्यान "उच्च ऊर्जा वाले कणों" के क्षेत्र में लगा दिया जहाँ इन्होंने अपने अनेक सैद्धांतिक तथा प्रायोगिक नियमों से भौतिक विज्ञान के इस क्षेत्र को कई महत्वपूर्ण योगदान दिये।

1954 में कैंसर के रोग के कारण इनकी मृत्यु हो गयी। फर्मी विश्व के ऐसे महानतम वैज्ञानिकों में से एक थे, जो सैद्धांतिक और प्रायोगिक दोनों विधाओं में दक्ष थे। इनकी मृत्यु के अगले वर्ष, खोज किये गये नये रासायनिक तत्त्व (प. सं. - 100) का नामकरण 'फर्मियम' इनके सम्मान में किया गया।

सुलेखा कुमारी,
एम. एससी. (भौतिक विज्ञान)
पुत्री : डॉ. चतुर्भुज साहु
विभागाध्यक्ष, मानव विज्ञान विभाग,
गिरिडीह कॉलेज, गिरिडीह - 815 301 (बिहार)

विज्ञान समाचार

भा. प. अ. केंद्र से :

1. अभिकल्पन एवं निर्माण

भा. प. अ. केंद्र के केमिकल इंजीनियरिंग व तकनीकी वर्ग के प्रोटोटाइप विकास अनुभाग ने ऊष्मा पाइपों व ऊष्मा प्लेटों के विभिन्न विन्यास (कन्फिगरेशन्स) विकसित किये हैं, जो अपनी ऊष्मा-स्थानांतरण क्षमता में अंतर्राष्ट्रीय मानकों के बराबर हैं।

हीट पाइप व हीट प्लेट, पदार्थ की दो प्रावस्थाओं को विपरीत दिशाओं में प्रवाहित कर ऊष्मा स्थानांतरण करने वाली युक्तियाँ हैं। इनमें ऊष्मा का स्थानांतरण, एक छोर से दूसरे छोर तक, बहुत शीघ्रता से कार्यकारी तरल की वाष्पन-गुप्त ऊष्मा व द्रवण-गुप्त ऊष्मा के रूप में होता है। हीट पाइपों में, वर्तिकाओं (wicks) की कोशिका-क्रिया द्वारा तरल द्राव (कंडेन्सेट) का परिवहन, किसी भी दिशा में पृथ्वी के गुरूत्वाकर्षण के विपरीत भी होता है। इनकी तुलना में, थर्मोसाइफन भी यद्यपि दो प्रावस्थाओं वाली युक्तियां हैं, जिनमें द्राव परिवहन गुरूत्वाकर्षण पर आधारित है; अतः ये सिर्फ उर्ध्वाधर दिशा में ही ऊपर की ओर ऊष्मा परिवहन कर सकती हैं।

केंद्र में विकसित ऊष्मा-पाइपों में, तांबे व स्टेनलेस स्टील का उपयोग वर्तिकाओं व आवरण (केसिंग) के निर्माण में और जल का उपयोग कार्यकारी तरल के रूप में किया गया है। जल की ज्यादा वाष्पन-गुप्त ऊष्मा की वजह से, कार्यकारी तरल के रूप में इसका चुनाव ठीक है। पर इसकी कम कलेदनीयता (wettability) के कारण, कार्यकारी द्रव को शीघ्रता से लौटाने की दृष्टि से, कोशिकाओं की परिवहन क्षमता को बढ़ाने के लिए वर्तिकाओं का विशेष उपचार करना पड़ता है। इस हेतु वर्तिकाओं के उपचार के विशेष तरीके व कार्यकारी द्रव की मात्रा का ठीक ठीक नियंत्रण करने के उपायों को विकसित किया गया। इन उपायों से इन युक्तियों की ऊष्मा परिवहन क्षमता बढ़ गयी है।

इस केंद्र में विकसित व परीक्षित विन्यासों में, सीधे ऊष्मा पाइप (लंबाई 1300 मिमी.), मुड़ी हुई नलिकाएं (लंबाई 300 मिमी.) व 300 मिमी x 80 मिमी x 10 मिमी आमाप की ऊष्मा प्लेटें हैं।

नीचे सामान्य ऊष्मा पाइप के कार्य-निष्पादन का वर्णन किया गया है।

वर्तिकाओं का पदार्थ : तांबा
केसिंग का पदार्थ : तांबा
आकार : 9.5 मिमी व 300 मिमी लंबाई
जाली का आमाप : 100 मेश
कार्यकारी तरल : शुद्ध गैस मुक्त जल
वाष्पक का तापक्रम : 98^{o} सें.
द्रवणक का तापक्रम : 45 - 50^{o} सें.
द्रवणक वाष्पक से 90 मिमी ऊपर है।
ऊष्मा परिवहन क्षमता : > 150 वाट

इन युक्तियों का उपयोग निम्न कार्यों / क्षेत्रों में हो सकता है :

1. बड़ी भट्टियों या बंद स्थलों में हर जगह एक समान तापक्रम बनाये रखने में।
2. वातानुकूलन निकायों में निरार्द्रीकरण (dehumidification) हेतु पूर्वशीतलन और पुनर्तापन में, ताकि ज्यादा ऊर्जा बच सके।
3. विद्युत उपयोग में ज्यादा क्षमता वाले ऊष्मा - अभिगमों के रूप में।
4. अपशिष्ट ताप ऊर्जा के पुनर्प्राप्तन में।
5. रेडियो सक्रिय अपशिष्ट घोल व कांचित (vitrified) अपशिष्ट ड्रमों से निर्मुक्त ऊष्मा को हटाने के लिए निष्क्रिय शीतक निकाय के रूप में।
6. अपशिष्ट घोल के सांद्रण में।
7. सौर ऊष्मा को एकत्र करने व परिवहन करने वाले निकायों में।
8. रसायनिकी व विद्युत उद्योगों में - तप्त स्थलों (hot spots) से ऊष्मा हटाने में।
9. पाइपों के जोड़ों से तापीय प्रति बलों (stresses) को हटाने में।
10. उपग्रहों के तापीय नियंत्रण में।

ताप पाइपों के निम्नलिखित गुण ऊपर बताये अनुप्रयोगों में इनके इस्तेमाल को आकर्षक बनाते हैं : -

1. पारंपरिक ताप विनिमायक में प्रक्षोभ (turbu

lence) उत्पन्न करने के लिए आवश्यक पंप - आदि की जरूरत इन युक्तियों में नहीं होती ।

2. कम तापमान अंतरों पर ज्यादा ताप मात्रा का परिवहन करने की क्षमता ।
3. ऊष्मा पाइप की सतह पर नगण्य तापीय ग्रेडिएन्ट ।
4. ताप पाइपों / ताप प्लेटों को कई दशकों तक रख रखाव की आवश्यकता नहीं पड़ती ।
5. ऊष्मा पाइपों का कार्यकारी तरल, ऊष्मा स्रोत तरल या ऊष्मा अभिगम तरल के सीधे सपंर्क में नहीं आता है ।
6. ऊष्मा पाइप काफी हल्के होते हैं ।
7. इनकी उच्च ऊष्मा स्थानांतरण क्षमता तप्त स्थल / क्षेत्रों का बनना रोकती है ।
8. इनका निर्माण कार्यकारी तरल पदार्थों, वर्तिकाओं व पाइप बनाने वाले विभिन्न पदार्थों के अलग अलग संयोजनों से तथा अनुप्रयोगों की जरूरत के मुताबिक अलग अलग आकारों में किया जा सकता है ।
9. इनकी अनुक्रिया (response) बहुत तेज होती है ।
10. इनका उच्च अक्षीय ऊष्मा फ्लक्स इन्हें छोटे छिद्रों / द्वारों से ज्यादा ऊष्मा मात्रा निकालने की क्षमता प्रदान करता है ।

2. लेस्कैन व्यास मापक (Lascan Dia Gauge)

भा. प. अ. केंद्र ने 27 मई, 1999 को हुए एक समझौते के अंतर्गत लेजर और प्लाज्मा टेक्नोलॉजी विभाग द्वारा विकसित लेस्कैन डाया गेज की तकनीकी मैसर्स सुरेश इंदु लेजर प्रा. लि., पुणे को हस्तांतरित कर दी है ।

लेस्कैन डाया गेज़, लेजर आधारित एक उपकरण है, जो पदार्थों के संसर्ग में आये बिना उनका व्यास / रैखिक लंबाई (1 से 25 मिमी) नाप सकता है । यह विशेषत: उच्च तापक्रम वाले, आविषालु, रेडियो सक्रिय या संक्षारक उत्पादों के नाप हेतु उपयुक्त है । इसका उपयोग युगपत् (on line) मापन एवं प्रक्रियाओं के मानीटरन व नियंत्रण में भी हो सकता है ।

यह लेजर पुंज-क्रमवीक्षण के सिद्धांत पर कार्य करता है । लेजर डायोड से निकलने वाले दृश्य-प्रकाश के एक महीन पुंज को एक तीव्र गति से घूमते हुए दर्पण से परावर्तित कर, उसे लेंस पर डालकर समानांतर क्रम वीक्षण पुंज प्राप्त करते हैं । इस प्रकाश पुंज को अभिदृश्यक (object) से क्रिया करा कर अभिग्राही प्रकाशिकी द्वारा फोटो डायोड पर फोकस करते हैं । मापन समतल में रखा हुआ अभिदृश्यक क्रमवीक्षण पुंज को अपने विस्तार के समानुपानी बाधा पहुंचाता है । समानांतर पुंज को फिर प्रकाशीय विधियों से फोटो डायोड पर फोकस कर अभिदृश्यक की बिंब पल्स उत्पन्न करते हैं । इलेक्ट्रॉनिकी द्वारा विश्लेषित कर अभिदृश्यक का विस्तार ज्ञात करते हैं ।

3. चैनेल आइसोलेशन प्लग का अभिकल्पन व विकास

दाबित भारी पानी रिएक्टर (प्रेसराइज्ड हेवी वाटर रिएक्टर - PHWR) संचालन के दौरान, ईंधन चैनल के सिरों की सीलिंग जो सामान्यत: प्राथमिक ऊष्मा स्थानातरण (PHT) दाब परिसीमा को बनाये रखने में सहायक होते हैं, रिसाव होने की संभावना रहती है । यद्यपि सीलिंग फलक की लैपिंग करने से यह समस्या हल हो सकती है पर इसमें रिएक्टर को बंद करना, ईंधन निकालना, आइस-प्लगिंग करना व खराब चैनल को ड्रेन करना पड़ता है, जिससे रिएक्टर-बंद-काल व कर्मचारियों को मिलने वाली विकिरण-मात्रा में बढ़ोत्तरी होती है । इन कठिनाइयों को कम करने के लिए, चैनल आइसोलेशन प्लग (CHIP) का अभिकल्पन व विकास किया गया है । इसके अभिकल्पन में एक सुरक्षा कैच, जैसा कि सामान्य प्लग में होता है, रखा गया है ताकि संयोगी अनलैचिंग को रोका जा सके । CHIP सिरे वाले सील फलक को PHT दाब परिसीमा से अलग कर देता है, पर चैनल में मुक्त प्रवाह होने देता है । CHIP की स्थापना ईंधन भरण मशीन से की जाती

(शेष भाग कृपया-84 पर देखें . . .)

परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम - एक समीक्षा

14 सितंबर 1999 अपने आप में एक ऐतिहासिक दिवस था। इसी दिन, पचास वर्ष पूर्व हिंदी को भारतीय गणतंत्र की राजभाषा के रूप में स्वीकार करने का निर्णय संविधान सभा द्वारा लिया गया था। भारतीय जनमानस के लिए यह एक अत्यंत महत्वपूर्ण कदम था। पहली बार यह निर्णय लिया गया था कि राज्य अधिकारियों एवं जनता के बीच भाषा का माध्यम सीधा होना चाहिए। इसका अर्थ यह हुआ कि समाज में होने वाले कार्यों में उसी भाषा का प्रयोग होगा जो सर्वविदित हो। अगर इतिहास के पृष्ठ देखें तो यह एक अभूतपूर्व घटना थी।

प्राचीन भारत में शासकों की भाषा संस्कृत थी, चाहे वह राज अधिकारी हो अथवा धार्मिक गुरु। बाद में पाली भी स्वीकार की गयी पर शायद राजभाषा के रूप में नहीं। अत: सभी शिलालेख संस्कृत, पाली या स्थानीय भाषाओं में मिलते हैं, जो मात्र विचारों का माध्यम थे, राजकाज के नहीं। मुसलिम शासकों के शासन की भाषा अरबी, तुर्की या फारसी रही जो जनमानस से काफी दूर थी।

1837 में अंग्रेजी को न्यायालय की भाषा घोषित किया गया। 1844 में अंग्रेजी भाषा को जानना सरकारी नौकरी में आवश्यक मान लिया गया। भारतीय जनमानस जो अब उर्दू की जानकारी से राजभाषा फारसी के नजदीक जा सकता था पुन: पीछे धकेल दिया गया। शासक और जनता के बीच गहरी खाई खोद दी गयी। 14 सितंबर 1949 के दिन, 112 वर्ष बाद पूर्व स्थिति बहाल की गयी थी तथा उसमें सुधार भी किया गया था। हिंदी या हिंदुस्तानी जो किसी न किसी रूप में देश के कोने-कोने में पहुंच गयी थी, एक संपर्क भाषा के रूप में राजभाषा की तरह स्वीकार कर ली गयी। इसका अर्थ यह हुआ कि एक साधारण आदमी शासकों से सीधे बात कर सकता है। इसमें कई व्यवहारिक कठिनाइयां थीं। भारत में कई समृद्ध व प्राचीन भाषाएं विद्यमान थीं। ब्रिटिश तंत्र ने अंग्रेजी की सहायता से शासन किया। यह अपने आप में पर्याप्त था क्योंकि जनता के लिए निर्णय शासकों को लेने थे। इन निर्णय में हित शासक का था न कि जनता का। अत: कोई व्यवहारिक कठिनाई नहीं थी क्योंकि जनहित की भाषा कुछ भी हो, शासकीय निर्णय अंग्रेजी में लेना पर्याप्त था।

आजादी के बाद एक नया मंथन प्रारंभ हुआ। हिंदी को राजभाषा स्वीकारना इसका महत्वपूर्ण भाग था। प्रादेशिक भाषाओं के हित और अस्मिता का पूरा ध्यान रखा गया और उन्हें राष्ट्र भाषा घोषित किया गया। मंथन का कार्य जारी है और उसमें से अमृत भी निकल रहा है तथा विष भी। सभी स्वार्थों, क्षुद्र दृष्टि, विदेशी प्रभुत्व के क्षेत्रों में देश की कमजोरी, कथनी करनी के अंतर के बावजूद हिंदी अपनी सर्वव्यापी पकड़ के कारण अपने मार्ग में अग्रसर है। अब जब नयी शताब्दी दस्तक दे रही है तब कंप्यूटर से सुसज्जित हिंदी भी अपनी धाक जमाने को तैयार है।

यह संभव हुआ उन स्वयं सेवी संस्थाओं द्वारा जिन्होंने यह दिखाया कि कठिन से कठिन विषय भी हिंदी में व्यक्त किये जा सकते हैं। 1969 से हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद प्रगत वैज्ञानिक विषयों की जानकारी हिंदी के माध्यम से जनमानस में फैला रही है। शब्दावली के निर्माण, राजभाषा वार्ता, छात्रों के लिए प्रश्नमंच, कार्यशालाओं, मुंबई तथा देश के अन्य शहरों में प्रगत वैज्ञानिक विषयों पर संगोष्ठियों के आयोजनों द्वारा परिषद ने हिंदी के प्रचार-प्रसार में अमूल्य योगदान दिया है। सबसे महत्वपूर्ण कार्य परिषद द्वारा एक पत्रिका 'वैज्ञानिक' का प्रकाशन है जो सभी पाठकों को यह सोचने पर बाध्य कर देता है कि अगर प्रगत वैज्ञानिक विषय के कार्य हिंदी में हो सकते हैं तो बाकी कार्य क्यों नहीं ?

इसमें संदेह नहीं कि परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम हमारे राष्ट्र का ऊर्जा के क्षेत्र में एक महत्वपूर्ण कार्यक्रम है। यह

एक ऐसा मिशन है जिसका लाभ जनसाधारण तक पहुंचाना इस विभाग का उद्देश्य है। अत: भारतीय 'परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम : एक समीक्षा' शीर्षक पर राजभाषा स्वर्ण जयंती दिवस के दिन एक संगोष्ठी का आयोजन 14 सितंबर 1999 को भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र में किया गया। यह देश में नाभिकीय विषयों और कार्यक्रमों का पुनरावलोकन था। अब तक के कार्य की समीक्षा और आगे की दिशा ढूंढ़ना। इस पावन दिवस पर इस संगोष्ठी की सार्थकता अपने आप में बनती है। इस संगोष्ठी में लगभग 200 प्रतिभागी थे।

इस संगोष्ठी का उद्घाटन परमाणु ऊर्जा आयोग के अध्यक्ष डॉ. आर. चिदंबरम् ने किया। अपने सारगर्भित संबोधन में उन्होंने "हिंदी व अहिंदी क्षेत्रों" की परिभाषा पर पुन: विचार पर जोर दिया। जब इस विभाग के वैज्ञानिक व तकनीकी विशेषज्ञ जो देश के कोने-कोने का प्रतिनिधित्व करते हैं और अपना प्रगत वैज्ञानिक कार्य हिंदी में प्रस्तुत करने में सक्षम हैं तो किसी क्षेत्र को अहिंदी कहना कहां तक सही है। डॉ. चिदम्बरम् ने हिंदी की सर्वव्याप्तता एवं उज्जवल भविष्य में किसी भी शंका में कोई औचित्य नहीं पाया। इस भाषण ने संगोष्ठी की ऊंचाई का मापदंड स्थापित कर दिया।

संगोष्ठी उद्घाटन समारोह के अध्यक्ष डॉ. अनिल काकोडकर (निदेशक भा. प. अ. केंद्र) ने एक आमंत्रित वार्ता "भारतीय नाभिकीय कार्यक्रम पर लगे प्रतिबंधों की चुनौती" प्रस्तुत की। संगोष्ठी के वातावरण एवं अपनी विद्वता के अनुरूप वार्ता में डॉ. काकोडकर ने उन सभी शंकाओं को निर्मूल कर दिया जो देश में या विदेश में किसी आलोचक के मस्तिष्क में हमारे नाभिकीय कार्यक्रम के बारे में हों। इस विश्वास भरी वार्ता में केंद्र में कार्यरत विशेषज्ञों, वैज्ञानिकों एवं प्रौद्योगविदों की सम्मिलित वाणी थी कि प्रतिबंध हों या नहीं, हमारे लिए एक ही है क्योंकि हम अपने कार्यक्रम को सफल बनाने के लिए कटिबद्ध हैं। हमारे मार्ग, दिशाएं और मंजिल हमारी थीं और रहेंगी भी।

इसके बाद विशेषज्ञों ने निम्न वार्ताएं प्रस्तुत कीं जिनका विवरण इस विशेषांक में दिया गया है।

- भारतीय नाभिकीय विद्युत कार्यक्रम
- नाभिकीय ईंधन का विकास
- भारी पानी उत्पादन में हमारी आत्मनिर्भरता
- भारत का आइसोटोप कार्यक्रम : कुछ सफलताएं
- प्रगत भारी पानी नाभिकीय संयंत्र
- परमाणु ऊर्जा के नियामक पहलू
- रेयर अर्थ्स - विश्व उद्योग पर एक नजर

संगोष्ठी के आयोजन में परिषद अध्यक्ष श्री अनिल कुमार आनंद के मार्ग दर्शन में संयोजक रमेश चंद्र पंत एवं अन्य सदस्य सर्वश्री स्वराज कुमार अग्रवाल, रामचरन शर्मा, परिषद उपाध्यक्ष डॉ. अशोक कुमार सूरी, परिषद सचिव श्री राम अवतार अग्रवाल एवं कोषाध्यक्ष श्री नंदलाल सोनी ने प्रमुख योगदान दिया। इस अवसर पर प्रकाशित स्मारिका के लिए डॉ. गोविंद प्रसाद कोठियाल एवं डॉ. माधव सक्सेना ने महत्वपूर्ण योगदान दिया। इस ऐतिहासक संगोष्ठी की सफलता का मुख्य कारण भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र में हिंदी के प्रचार-प्रसार से जुड़े सभी कार्यकर्ता एवं संस्थाओं का योगदान कहा जा सकता है।

रमेश चंद्र पंत
(संगोष्ठी संयोजक)
अध्यक्ष - अनुसंधान रिएक्टर अनुरक्षण प्रभाग,
सचिव - हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद,
भा. प. अ. केंद्र, मुंबई - 400 085

जनमानस द्वारा विज्ञान की समझ/व्याख्या

(विज्ञान संचारकों हेतु एक अंतर्राष्ट्रीय संगोष्ठी - ICSC-2000)

'विज्ञान संचारकों हेतु राष्ट्रीय केंद्र' (NCSC) की स्थापना मराठी विज्ञान परिषद, मुंबई द्वारा 1996 में आयोजित विज्ञान लेखकों की एक राष्ट्रीय संगोष्ठी में हुए विचार विमर्श के उपरांत हुई। इसका अहम उद्देश्य अपने देशवासियों के लिए विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी से संबंधित जानकारियों के संचारण में गुणात्मक सुधार लाना है। यह केंद्र विज्ञान संचारकों के लिए एक ऐसा मंच प्रदान करता है जहां पर वे अपनी बुद्धिमता तथा रचनात्मकता की शक्ति की खोज एवं अभिव्यक्ति कर सकें। साथ ही इसका उद्देश्य उनकी क्षमताओं और योग्यताओं को एक मान्यता/पहचान दिलाना है। इस उद्देश्य की पूर्ति की दिशा में एक प्रयास के अंतर्गत विज्ञान संचारकों के लिए एक अंतर्राष्ट्रीय संगोष्ठी का आयोजन, 'आइयूका' (IUCAA) पुणे में 28-30 जनवरी 2000 के दौरान किया जा रहा है जिसमें लगभग 200 राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान संचारकों की प्रतिभागिता होने का अनुमान है। इस संगोष्ठी का उद्घाटन प्रो. यशपाल करेंगे।

जनमानस हेतु वैज्ञानिक जानकारियों का संचारण और उनमें वैज्ञानिक दृष्टिकोण एवं चेतना जागृत करना एक सामाजिक आवश्यकता है। भारत में कई सरकारी तथा गैर सरकारी संस्थाएं तथा वर्ग इस कार्य में जुटे हैं। अत: सतत प्रौद्योगिकी विकास और जनमानस की चेतना के लिए उपयुक्त योजना तैयार करने में इन सभी के अनुभव से बड़ी सहायता मिलेगी। इस उद्देश्य की प्राप्ति के लिए स्थानीय, प्रादेशिक, राष्ट्रीय, अंतर्राष्ट्रीय नेटवर्क तथा लिंकेजेज बनाने होंगे।

इस तीन दिवसीय संगोष्ठी में नियोजित 6 सत्रों के अलावा लोकप्रिय विज्ञान विषयों पर दो संध्याकालीन व्याख्यान भी होंगे। इस संगोष्ठी में चर्चा के लिए तय किये गये विषय तथा वक्ताओं का विवरण निम्नलिखित है :

1) विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी का सामाजिक निहितार्थ (Involvement)

प्रो. ई. मारगेरेट बुरबिज, कैलीफोर्निया विश्वविद्यालय, अमरीका; पूर्व अध्यक्ष, अमरीकन एसोसिएशन फॉर एडवान्समेंट ऑफ साइन्स

डॉ. दत्ता प्रसाद ए. दाभोलकर, निदेशक, श्रीराम इंस्टिट्यूट फॉर इन्डस्ट्रियल रिसर्च, नयी दिल्ली

श्री विलासराव सालुंखे, पॉयनियर इन वाटरशेड डेवेलपमेंट, पुणे

डॉ. सरोज घोष, अवकाश प्राप्त निदेशक, कलकत्ता संग्रहालय, कलकत्ता

डॉ. कीर्ति पारिख, निदेशक एवं उपकुलपति, इंदिरा गांधी इन्स्टिट्यूट ऑफ डेवलपमेंटल रिसर्च, मुंबई

2) विज्ञान संचार का संदर्श परिप्रेक्ष्य (Perspective)

डॉ. ज़फ़ुलाह चौधरी, स्पेयरहेड ऑफ बेयरफूटेड डॉक्टर्स मूवमेंट इन बांग्लादेश, बांग्लादेश

श्री विट्ठल सी. नाडकर्णी, सहायक संपादक (विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी), टाइम्स ऑफ इंडिया, मुंबई

डॉ. (श्रीमती) निरुपमा राघवन, अवकाश प्राप्त निदेशक, नेहरु प्लेनेटोरियम, मुंबई

श्री नाना शिवालकर, साइंस इलस्ट्रेटर टाइम्स ऑफ इंडिया, मुंबई

प्रो. वी. जी. भिड़े, पूर्व उपकुलपति, पुणे विश्वविद्यालय, पुणे

3) विज्ञान संचारकों के लिए संसाधन

प्रो. जे. सी. पेकर, खगोल भौतिकी (प्रोफेसर), पेरिस, फ्रांस

प्रो. टी. विश्वनाथन, निदेशक, इंडियन नेशनल साइंटिफिक डॉक्यूमेंटेशन सेंटर, नयी दिल्ली

डॉ. बिमान बसु, वैज्ञानिक, नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ साइन्स कम्यूनिकेशन (NISCOM), नयी दिल्ली
डॉ. एम. वी. पिटके, अवकाश प्राप्त प्रोफेसर, टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान, मुंबई
डॉ. राजेश कोछर, निदेशक, नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ साइन्स टैक्नोलॉजी एंड डेवेलपमेंट स्टडीज़ (NISTADS), नयी दिल्ली

4) विज्ञान शिक्षण एवं माध्यम (मीडिया)

प्रो. इन्नोयी कन्डोटी, कलिंग पुरस्कार विजेता, ब्राजील
डॉ. अरविंद कुमार, निदेशक, होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्र, मुंबई
श्री अरविंद गुप्ता, फ्रीलांस साइन्स कम्यूनिकेटर, नयी दिल्ली
श्रीमती उमा गणेश, सी ई ओ (CEO), ज़ी एजुकेशन, मुंबई
डॉ. आर. श्रीधर, निदेशक, (इलेक्ट्रॉनिक मीडिया), इंदिरा गांधी नेशनल ओपन युनिवर्सिटी, नयी दिल्ली

5) विज्ञान संचारकों की राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय नेटवर्किंग

श्री ट्रेवर जी. बायलिस, क्लॉक वर्क रेडियो के आविष्कारक, लंदन
डॉ. एम. परमेश्वरन, विज्ञान के सक्रिय संचारक, केरल शास्त्र साहित्य परिषद्, केरल
डॉ. रमेश कोठारी, अवकाश प्राप्त वैज्ञानिक, विक्रम साराभाई कम्यूनिटी सेंटर, अहमदाबाद
डॉ. विजय भाटकर, निदेशक, डिशनेट इंडिया, पुणे

6) विज्ञान संचार की आर्थिक व्यवहार्यता

श्री जी. के. कुलकर्णी, निदेशक, मुंबई दूरदर्शन
श्री विजय कुवालेकर, प्रमुख संपादक, सकाल पेपर्स लि., पुणे
डॉ. बाल फोंडके, पूर्व निदेशक, निस्कॉम, नयी दिल्ली

इन सत्रों के अध्यक्षों में प्रमुख हैं - डॉ. के. कस्तूरीरंगन, अध्यक्ष, इसरो; प्रो. डी. बालसुब्रह्मणयम (कलिंग पुरस्कार विजेता), हैदराबाद; डॉ. नरेन्दर के. सहगल (कलिंग पुरस्कार विजेता), दिल्ली; डॉ. अरुण निग्वेकर, उपकुलपति, पुणे विश्वविद्यालय; डॉ. सैम पिट्रोडा, सी ई ओ, वर्ल्ड टेल लिमिटेड, लंदन तथा श्री भरत दभोलकर। उल्लेखनीय है कि डॉ. पिट्रोडा लंदन से वीडियो कांफ्रेंसिंग पर लगने वाली लागत को भी वहन करेंगे। इस वीडियो कांफ्रेंसिंग में लंदन से बिटिश प्रतिभागियों में मुख्य हैं - श्री टिम रेडफोर्ट, 'द गार्डियन'; प्रो. कोलिन ब्लेकमोर, प्रोफेसर ऑफ फीजियोलॉजी, ऑक्सफोर्ड विश्वविद्यालय; प्रो. सूसन ग्रीनफील्ड, प्रोफेसर ऑफ फार्माकोलॉजी, ऑक्सफोर्ड विश्वविद्यालय तथा निदेशक रॉयल इंस्टिट्यूट और श्री फिलिप केम्पबेल, संपादक 'नेचर'। मुख्य सत्रों के अलावा एक पोस्टर-सत्र का भी आयोजन किया गया है जिसके अध्यक्ष डॉ. पुष्प मित्र भार्गव, पूर्व निदेशक, सी सी एम बी, हैदराबाद होंगे। इसमें 40-50 संबंधित शोध/अन्य पत्रों का प्रदर्शन होगा। इसके साथ ही विभिन्न भारतीय भाषाओं के विज्ञान संचार से संबंधित जानकारियों को भी पोस्टर-सत्र में प्रदर्शित किया जायेगा। जनसामान्य को ध्यान में रखते हुए दो संध्याकालीन सार्वजनिक वक्तव्यों का भी आयोजन किया गया है। इन वार्ताकारों के नाम हैं - श्री एमिल गेब्रिलयम (अरमीनिया), प्रो. मारगरेट, बुरबिज (अमरीका)। इस संगोष्ठी के अध्यक्ष श्री ए. पी. देशपांडे; सह अध्यक्ष डॉ. सोमक राय चौधरी; सचिव डॉ. ए. पी. जयरामन एवं डॉ. किशोर कुलकर्णी तथा कोषाध्यक्ष डॉ. पारुल सेठ हैं।

संगोष्ठी से संबंधित जानकारी प्राप्त करने का संपर्क सूत्र : *नेशनल सेंटर फॉर साइन्स कम्यूनिकेटर्स, विज्ञान भवन, वी. एन. पुरव मार्ग, सायन - चूनाभट्टी, मुंबई - 400 022. ई-मेल : vidnyan@bom7.vsnl.net.in*

प्रस्तुति
डॉ. गोविंद प्रसाद कोठियाल

कुछ फूल : कुछ कांटे

'वैज्ञानिक' का जनवरी-जून (1999) अंक प्राप्त हुआ। मुख पृष्ठ पर छपे सिन्क्रोट्रॉन विकिरण स्रोत का फोटो देख कर मुझे अपार खुशी हुई। भौतिक विज्ञान तथा नाभिकीय भौतिक विज्ञान का छात्र होने के नाते मैंने पुस्तकों में कई बार विदेशों के कई नाभिकीय त्वरण स्रोतों को देखा है परंतु भारतीय सिन्क्रोट्रॉन चित्र को देखकर मुझे जो खुशी हुई वह कुछ अलग सी ही है। मेरा आपसे एक नम्र निवेदन है कि आप 'वैज्ञानिक' के हर अंक में इस तरह की नयी विकसित प्रणाली को प्रदर्शित करें और इसी क्रम में यदि संभव हो तो इंस्टिट्यूट फॉर प्लाज्मा रिसर्च, अहमदाबाद में तैयार भारत की प्रथम प्लाज्मा टोकोमेक मशीन का चित्र प्रकाशित करें। मैंने अपनी क्षमता के अनुरूप आदित्य टोकोमेक की झलक देखने हेतु अनेक प्रयास किये परंतु मुझे सफलता नहीं मिली और अंततः मैंने आपका दामन थाम लिया है। आदित्य टोकोमेक के बारे में अगर विस्तृत जानकारी प्राप्त हो सके तो यह सोने पे सुहागा होगा।

मैं इस बात को गहराई से समझ रहा हूँ कि यदि आप किसी विदेश की अंग्रेजी विज्ञान पत्रिका लें तो आपको उस पत्रिका में संप्रति देश में विकसित हो रहे अनेक अनुसंधानकृत यंत्रों को बड़े ही साफ-सुथरे चित्रों के माध्यम से दिखाया जाता है; लेकिन ऐसे चित्रों का अभाव हमारी विज्ञान पत्रिकाओं में क्यों है ? भारत में आज ऐसे अनेक संयंत्र हैं जो विश्व के किसी भी संयंत्र से किसी भी दृष्टि में कम नही हैं परंतु हमें उस बारे में मालूम नहीं है, न ही उन यंत्रों के चित्र कभी देखने को मिलते हैं क्यों ? भारतीय छात्रों को, जिनमें वैज्ञानिक प्रतिभा की कोई कमी नहीं होती है, मात्र आज एक "उत्प्रेरक" की आवश्यकता है जो उनकी धुरी को गतिमान कर सकने में सार्थक हो। ये "उत्प्रेरक" सर्वसुलभ क्यों नहीं हैं ? ऐसे कुछ अनेक प्रश्न मेरे दिमाग में हमेशा आते जाते रहते हैं। आज पहली बार इसे कलमबद्ध कर रहा हूँ, क्योंकि शायद 'वैज्ञानिक' पत्रिका मेरी बातों को गहनता से समझ सकती है।

इस क्रम में एक प्रसंग का वर्णन करना यथोचित होगा। आप इसे अन्यथा न लें क्योंकि मैं यह बाते इसी उद्देश्य के तहत ही लिख रहा हूँ।

कुछ दिन पुर्व मुझे पटना जाने का सुअवसर मिला। छात्र होने के नाते किताब की दुकानों के लिए चर्चित अशोक राजपथ भी गया। मैं एक विशेष उम्मीद के साथ वहाँ गया था। मैं अनेक वैज्ञानिकों का फोटो (मध्यम और बड़े आकार) खरीदना चाहता था। मैं एक फोटोफ्रेमर की दुकान पर गया। काफी भीड़ थी। बहुत से छात्र-छात्राएँ अपनी-अपनी पसंद की "आज की पीढ़ी के कर्णधार : हीरो और हिरोइन" के फोटो खरीद रहे थे। मन में शंका हुई फिर भी दुकानदार से पूछा "क्या आप किसी भी वैज्ञानिक का फोटो रखते हैं, मैं खरीदना चाहता हूँ। इतना कहने भर की देरी थी कि आस-पास की छात्र-छात्राएँ जिनमें कोई-न-कोई विज्ञान का छात्र जरुर होंगे, मुझे बड़े ही आश्चर्य से देखने लगे जैसे शायद मैंने कोई आपत्तिजनक बातें कह दी हों। अशोक राजपथ, जिसके दूसरी ओर बिहार ही नहीं बल्कि पूरे भारत में विख्यात पटना विश्वविद्यालय, सायन्स कॉलेज, पटना कॉलेज, पटना मेडिकल कॉलेज, पटना इंजीनियरिंग कॉलेज, दूर शिक्षा निदेशालय, खुदाबख़्स पुस्तकालय तथा अन्य शिक्षण संस्थाएँ स्थित हैं, की परिधि में स्थित इस जाने माने फोटो की दुकान से मुझे निराश लौटना पड़ा। परंतु इससे मेरे विचार में अनेक प्रश्न कौंधे। क्या आज की पीढ़ी सचमुच "दुनिया के वास्तविक कर्णधार" को भूल गये हैं ? क्या आइन्स्टाइन, रमण, भाभा, रॉन्जन, साराभाई आदि के फोटो प्रेरणादायक नहीं होते हैं ? पुस्तक प्रकाशक वैज्ञानिकों का फोटोफ्रेम तैयार क्यों नहीं करते हैं ? पुस्तक वितरक उन्हें सर्वसुलभ क्यों नहीं करते हैं ? आज भारत के लोग वैज्ञानिक रुचि से इतने अनभिज्ञ क्यों हैं ? क्यों हैं ?.... "

वैसे तो यह प्रश्न शायद लोगों की नजर में छोटा लगे लेकिन मैं इसे गंभीरता के साथ आप के पास भेज रहा हूँ और मैं इस पत्र के माध्यम से विश्वास कर सकता हूँ कि संपादक मंडल, लेखकगण एवं पाठकगण मेरे इन प्रश्नों को अवश्य ही गंभीरता से लेंगे और अपनी-

अपनी क्षमता के अनुरूप इसे हल करने का प्रयास भी करेंगे ।

'वैज्ञानिक' इन दिनों विकास की रफ्तार पर है और उम्मीद करता हूँ कि हमें हमेशा अच्छी ज्ञानवर्द्धक तथा अनुसंधानपरक जानकारियाँ अनवरत मिलती रहेंगी ।

कृषिचयन
एम. एससी. (भौतिक विज्ञान),
S/o डॉ. चतुर्भुज साहु, विभागाध्यक्ष,
मानव विज्ञान विभाग, गिरिडीह कॉलेज,
गिरिडीह - 815 301 (बिहार)

('सुझाव के लिए धन्यवाद । आने वाले अंकों में इस दिशा में प्रयास किया जायेगा - सं.)

'वैज्ञानिक' में प्रकाशित लेखों की बात की जाय तो मैं बगैर किसी लाग-लपेट के कहना चाहूँगा कि आपके सदप्रयासों से पत्रिका का स्वरूप निरंतर निखर रहा है । पिछले कई अंकों के पत्रिका के संपादकीय ने नवीन एवं ज्वलंत विषयों पर ज्ञानवर्धक एवं सामयिक जानकारियां प्रस्तुत की हैं । पत्रिका के वर्तमान अंक के प्रतियोगिता लेखों की भाषा गम्य / सरल होने के साथ ज्ञानवर्धक प्रस्तुति काफी सराहनीय है । वस्तुतः पत्रिका को सभी कालेजों स्कूलों के प्रबंधतंत्र को अपने विद्यार्थियों के लिए एक आवश्यकता बना दिया जाना चाहिए ।

अपने प्रकाशित लेख के विषय में मैं आपसे कुछ कहना चाहूंगा । इस लेख के प्रारंभ में मैंने लेख के विषयवस्तु की मुख्य विषय-वस्तु से संबंधित एक सूक्ति का प्रयोग किया था जो कि लेख में नहीं छापा गया है । वस्तुतः लेखों में इस प्रकार के साहित्य का प्रयोग मैं इस सोच के साथ करता हूँ कि विज्ञान लेखन को पारंपरिक पद्धति से हटाकर और अधिक रोचक बनाया जा सके । वैज्ञानिक विषयों के साथ साहित्य के कुछ रोचक अंश जोड़े जाने से वैज्ञानिक लेखन को और अधिक रोचक एवं समृद्ध बनाया जा सकता है । साथ ही वह पारंपरिक पैटर्न से अलग भी दिखेगा । आशा है इस विषय में आप अवश्य विचार करेंगे ।

पत्रिका को दिनोदिन रोचक एवं लोकप्रिय स्वरूप प्रदान करने के लिए आप एवं आपकी संपूर्ण टीम बधाई की पात्र है ।

डॉ. राजकिशोर
पीएच. डी,
डॉ. राम मनोहर लोहिया अवध विश्वविद्यालय,
पोस्ट बॉक्स नं. 17, फैजाबाद - 224 001

'वैज्ञानिक' का जन-जून 1999 का अंक देखने को मिला । इसके पृष्ठ 103 पर आपने पाठकों की प्रतिक्रिया और सुझाव मांगे हैं । इसलिए पत्र प्रेषित है -

(i) पत्रिका की गुणवत्ता में निरंतर प्रयास के लिए बधाई, आशा है निरंतरता में ठहराव नहीं आयेगा ।

(ii) विषय, विज्ञान से जुड़े रहते हैं अतः टैक्नोलॉजी, भी सामान्यतया, विज्ञान से जुड़ी रहती है अतः टैक्नोलॉजी से संबंधित लेख भी आमंत्रित करें ।

(iii) सभी पाठकगण और उनके परिवार की भागीदारी संभव हो सके, ऐसी प्रतियोगिताएँ, हर अंक में लायें ।

(iv) पाठकों के मध्य, तैयार प्रश्नावली के आधार पर सर्वे करवायें कि पाठकगण क्या चाहते हैं ?

(v) हिंदी की मौलिक रचनाओं के अलावा, अनुवाद किये गये लेखों की भी मांग करें चाहे वे अंग्रेजी से हों या किसी और भारतीय या विदेशी भाषा से हों । आज के समय में अनुवाद का स्थान भी बढ़ रहा है और किसी अन्य भाषा की उपयोगी जानकारी हिंदी में यदि कोई बांटना चाहे तो किसी को क्यों आपत्ति होनी चाहिए ।

(vi) पत्रिका की सदस्य संख्या की बढ़ोत्तरी के लिए अन्य समाचारपत्रों में, पत्रिकाओं में वैज्ञानिक के जो सदस्य कार्यरत हैं उनसे इस पत्रिका के लिए विज्ञापनों की मांग करें ।

विजय कुमार शर्मा
2/4, मालवीय नगर, जयपुर - 302017 (राज.)

'वैज्ञानिक' का नवीन अंक अच्छा लगा। विशेषकर नवीन जानकारी हिंदी पाठकों को सुलभ कराने की दृष्टि से लेखों का चयन प्रशंसनीय है। लेकिन कुछ जगह आंकड़ों की गलतियां खलती हैं। यहां सौर मंडल से संबंधित लेख में लिखा है कि 160 करोड़ टन हाईड्रोजन प्रति सेकंड जलकर सौर ऊर्जा देता है। जबकि यह सही नहीं है। वास्तव में 40 लाख टन प्रति सेकंड पदार्थ की मात्रा सूर्य के अंदर ऊर्जा में परिवर्तित हो रही है। यह गणना करना आसान है। इसे दो प्रकार से किया जा सकता है। प्रथम तरीका यह है-यह भली प्रकार ज्ञात है कि सूर्य की सतह का तापक्रम 6000 के. अंश के लगभग है। जबकि सूर्य का अर्धव्यास पृथ्वी के अर्धव्यास से सौ गुना अर्थात $6.3x10^5$ किमी. है। गोलाकार सूर्य की कुल सतह का क्षेत्रफल $4\pi R^2$ होगा। अत: सूर्य की सतह से विकिरित होनेवाली कुल ऊर्जा का मान $\sigma T^4 x 4\pi R^2$ होगा। जहां T=6000 केल्विन तथा $\sigma=5.67x10^{-8}$ (MKS यूनिट) स्टीफेन बोल्टज़मेन स्थिरांक है। यह ऊर्जा नष्ट होने वाले द्रव्यमान से निकली ऊर्जा अर्थात Mc^2 के बराबर होगी। जहां $c=3x10^8$ मी./से. प्रकाश का वेग है। अत:

$$M c^2 = \sigma T^4 (4\pi R^2)$$

अथवा $$M = \frac{4\pi\sigma T^4 R^2}{c^2}$$

दाहिने पक्ष की सभी राशियों का ज्ञात मान रखने पर M का मान लगभग 40 लाख टन आता है।

दूसरी विधि भी सरल है। इसमें पृथ्वी के वातावरण के आस पास आने वाली ऊर्जा का कुल मान ज्ञात है। यह मान 1365 वाट/मी^{2} है। यह भी ज्ञात है कि सूर्य से पृथ्वी की दूरी 14.96 करोड़ किमी. है। अत: 14.96 करोड़ किमी. के अर्धव्यास वाले गोले की सतह पर आनेवाली कुल ऊर्जा का मान $4 (14.96x10^{10})^2 x$ 1365 वाट होगा।

यह ऊर्जा Mc^2 के समान होगी। इस प्रकार

$$M = \frac{4\pi(14.96x10^{10})^2 x\ 1365}{9 x 10^{16}}$$ किग्रा.

होगा। यह मान भी 40 लाख टन के आस पास ही है।

क्योंकि वैज्ञानिक में छपे आंकड़े, संदर्भ के स्रोत में लिये जा सकने योग्य हों, इसीलिए पत्र लिखकर सूचना करना आवश्यक लगा। आपके प्रयास पर एक बार फिर धन्यवाद के साथ।

डॉ. जगदीश चंद्र व्यास
वरिष्ठ वैज्ञानिक अधिकारी,
तकनीकी भौतिकी एवं प्रारूप इंजी. प्रभाग
भा. प. अ. केंद्र, मुंबई - 400 085

मैं विज्ञान में मूढ़ हूँ, इसलिए पत्रिका पर टिप्पणी कर पाना कठिन है। वैसे वैज्ञानिक जागरुकता उसमें पृष्ठ-प्रति-पृष्ठ भरी है।

अच्छा हो, यदि एक-दो पृष्ठ केवल साहित्य के लिए दे दें, अन्यथा पत्रिका अपने आप में पूर्ण है।

राजेंद्र वर्मा
संपादक 'अविरल मंथन',
3/29 विकास नगर, लखनऊ - 226 022

'वैज्ञानिक' का जन-जून 1999 अंक प्राप्त हुआ। यह विशेषांक बहुत अच्छा है। खूब अच्छे लेख हैं। धन्यवाद स्वीकार करें।

मोहनचंद्र कबडवाल
उच्चतर माध्यामिक विद्यालय, मुक्तेश्वर,
कुमाऊं नैनीताल - 226 022

'वैज्ञानिक' का जन-जून अंक प्राप्त हुआ। पत्रिका अपने में अनूठी है। प्रत्येक दृष्टिकोण से पत्रिका स्तरीय व अद्वितीय है। हिंदी के प्रसार एवं विज्ञान को जनमानस तक पहुंचाने में पत्रिका का योगदान महत्वपूर्ण है, जितनी प्रशंसा की जाय कम है।

डॉ. ए. के. चतुर्वेदी
रामनिवास भवन, द्वारिकापुरी, अलीगढ़

'वैज्ञानिक' का प्रतियोगिता विशेषांक निश्चित रूप से एक संग्रहणीय एवं पठनीय अंक है। लेखों का स्तर, छपाई तथा संकलन सराहनीय है। इस बहुजनहिताय प्रयास के लिए संपादन / संयोजन समिति के सभी सदस्यों को साधुवाद। आशा है 'वैज्ञानिक' अपने उद्देश्य में अवश्य सफल सिद्ध होगा और जनमानस में इसकी लोकप्रियता में वृद्धि होगी।

पूजा तिवारी
द्वारा रामप्रताप तिवारी,
भारतीय लाख अनुसंधान संस्थान,
नामकुम - रांची - 834 010

मैं 'वैज्ञानिक' का नियमित पाठक हूँ। यह पत्रिका वैज्ञानिक जानकारी के संबंध में विज्ञान प्रेमियों के लिए एक मार्गदर्शक व उत्कृष्ट पत्रिका है। कृपया नियमित पत्रिका प्रेषण की व्यवस्था करें।

राम प्रकाश शर्मा
टीचर्स कॉलोनी, निकट - एस. एन. इंटर कॉलेज,
शिकारपुर, बुलंदशहर - 202 395

('पत्रिका' के प्रकाशन में चल रहे विलंब के लिए खेद है। -सं.)

मैंने जन-जून 99 'प्रतियोगिता विशेषांक' पढ़ा। सभी लेख अपने आप में बेमिसाल हैं। लेकिन 'महिलाओं और बच्चों पर प्रदूषण का प्रहार' काफी सराहनीय है। एक सुझाव है - अगर कुछ वैकल्पिक प्रश्नों को समायोजित किया जाय तो पत्रिका में चार चांद लग जायेंगे। 'वैज्ञानिक' की निरंतर प्रगति के लिए हार्दिक शुभकामनाएं।

कुमारी प्रेरणा प्रभु
ग्रा. रौगामाटी, पो. दुम्मा,
जि. गिरिडीह पि. - 815 318 (बिहार)

विज्ञान समाचार

(पृष्ठ - 76 का शेष भाग . . .)

है। ईंधन भरण मशीन समस्यामूलक सिरा फिटिंग तक पहुंचकर, सीलिंग व शील्डिंग प्लगों को निकालकर, CHIP को शील्डिंग प्लग के खांचों में लगा देती है। इसको लगाने के बाद रिसाव-परीक्षण कर ईंधन भरण मशीन अलग हो जाती है। समस्या वाले फलक तक पहुंच कर विशेष औजारों से रख रखाव करने के लिए, रास्ता बनाने की दृष्टि से, CHIP से कई पुर्जों को, जैसे कि रेअर केसिंग व बंधकारकों को, हाथ से अलग करते हैं। अनुरक्षण का काम हो जाने बाद, CHIP को सामान्य (नार्मल) किया जाता है, ईंधन भरण मशीन द्वारा निकाला जाता है व शीतलक चैनल को भी सामान्य किया जाता है।

CHIP का एक आदि प्रारूप (प्रोटो टाइप) बनाकर उसका सफलतापूर्वक परीक्षण किया जा चुका है। नरोरा परमाणु बिजली घर के चैनल को दुरुस्त करने में पहले ऐसे CHIP का प्रयोग सफल रहा। इसके बाद MAPS (मद्रास परमाणु बिजलीघर) से दो CHIPS की मांग आयी। प्लग डिजाइन में परिवर्तन कर, उसे MAPS, RAPS के रिएक्टरों के लिए बनाकर कार्य स्थल पर भेज दिया गया है।

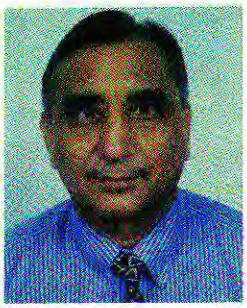
इस चैनल आइसोलेशन प्लग का विकास सिरे की फिटिंग के रिसने वाले सील फलकों के रखरखाव में सहायक होगा, क्योंकि चैनल को ड्रेन किये बिना, बिना सुखाये अब अनुरक्षण किया जा सकेगा। इससे सील फलक को शीघ्रता से लैपन करना संभव होगा। इस तरह के प्लग की आवश्यकता, सभी चल रहे PHWR में पड़ती है।

डॉ. कैलाश चंद्र भल्ला
संपादक 'वैज्ञानिक'

लेखक परिचय

श्री मानवेंद्र दास

श्री दास ने 1965 मेकैनिकल इंजीनियरिंग की डिग्री स्वर्ण पदक सहित प्राप्त की। आपने भा. प. अ. केंद्र ट्रेनिंग स्कूल के 10 वें बैच से प्रशिक्षण प्राप्त किया। श्री दास रिएक्टर ईंधन के अभिकल्पन एवं इंजीनियरी के सभी आयामों से जुड़े रहे हैं। इस विषय पर आपने अनेक शोध पत्र लिखे हैं। नाभिकीय ऊर्जा की स्वच्छ छवि बनाने एवं जन साधारण में उसके प्रति सही जानकारी देने के लिए श्री दास ने महत्वपूर्ण कार्य किया है। आजकल आप एन पी सी आई एल में स्वास्थ्य, सुरक्षा, पर्यावरण एवं जनसाधारण चेतना वर्ग के निदेशक के पद पर कार्यरत हैं।



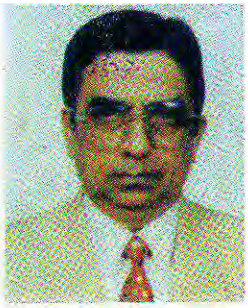
श्री अनिल कुमार आनंद

हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद, भा प अ केंद्र के अध्यक्ष श्री आनंद का जन्म 1939 में हुआ। 1961 में आप मैकेनिकल इंजीनियरी के स्नातक बने और 1961-62 में, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र मुंबई में, स्नातकोत्तर स्तर पर नाभिकीय इंजीनियरी प्रशिक्षण प्राप्त किया। आपकी विशेषज्ञता के क्षेत्र हैं - नाभिकीय ईंधन का विकास एवं नाभिकीय रिएक्टर की नयी प्रणालियां। तारापुर के नाभिकीय विद्युत संयंत्र और ध्रुव रिएक्टर ईंधन में नये प्रयोगों के लिए आपने विस्तृत काम किया है। आजकल आप भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र में रिएक्टर परियोजना वर्ग एवं तकनीकी समन्वय व अंतर्राष्ट्रीय संबंध वर्ग के निदेशक पद पर कार्यरत हैं।

श्री एच. एस. कामथ

श्रेष्ठ वैज्ञानिक श्री कामथ का जन्म 10 जून 1942 को हुआ। मैसूर विश्वविद्यालय से 1965 में मेकैनिकल इंजीनियरी में स्नातक की उपाधि लेने के उपरांत आपने भा. प. अ. केंद्र के प्रशिक्षण विद्यालय के 9 वें बैच में प्रवेश लिया। आपने परमाणु ऊर्जा विभाग के भारी पानी कार्यक्रम के शुरुआती दिनों से कार्य किया। मनगुरु, आंध्रप्रदेश में लगाये गये भारी पानी संयंत्र के परियोजना इंजीनियर रहे तथा फिर उप महाप्रबंधक तथा महाप्रबंधक के पदों पर कार्य किया। 1994 से मुंबई स्थित मुख्य कार्यालय में वरिष्ठ महाप्रबंधक (प्रचालन) तथा फिर कार्यकारी निदेशक (प्रचालन) के पदों पर रहे और सितंबर 1998 में भारी पानी बोर्ड के अध्यक्ष एवं प्रमुख कार्यकारी नियुक्त हुए।

श्री बी. एस. गुलाटी

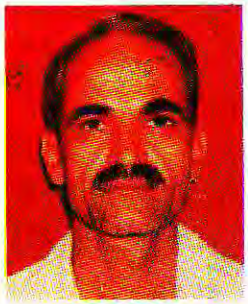


श्री बी. एस. गुलाटी, जो एक मेकैनिकल इंजीनियरिंग स्नातक हैं, उन्होंने भा. प. अ. केंद्र के प्रशिक्षण विद्यालय से प्रशिक्षण के बाद इस केंद्र की केंद्रीय कार्यशाला से अपने कैरियर की शुरुआत की। यहां कुछ वर्ष कार्य करने के उपरांत उन्होंने भारी पानी परियोजना में अपना कार्यभार ग्रहण किया और बड़ौदा के भारी पानी संयंत्र निर्माण के समय से वहां वरिष्ठ मेकैनिकल इंजीनियर के रूप में अपने कार्य का आरंभ किया और संयंत्र के निर्माण और उसकी कमीशनिंग में आपने महत्वपूर्ण भूमिका निभायी तथा बाद में वे वहां कई वर्षों तक अनुरक्षण विभाग के अध्यक्ष भी रहे। 1993 में आप भारी पानी संयंत्र, बड़ौदा के उप महाप्रबंधक के रूप में पदोन्नत किये गये। इसके पश्चात उन्हें महा प्रबंधक नियुक्त कर भारी पानी संयंत्र, हजीरा (सूरत) लाया गया जहां वे फरवरी 1998 तक कार्यरत रहे। इस दौरान संयंत्र में भारी पानी के उत्पादन, संबंधित सुरक्षा पहलुओं और अन्य कार्यों के निष्पादन को एक नयी ऊंचाई प्राप्त हुई। पुनः फरवरी 1998 में आप भारी पानी बोर्ड, केंद्रीय कार्यालय, मुंबई में महाप्रबंधक (सेवाएं) के रूप में नियुक्त हुए और तब से आप इसी पद पर कार्यरत हैं। आप इस समय भारी पानी बोर्ड की राजभाषा कार्यान्वयन समिति के अध्यक्ष भी हैं। भारी पानी बोर्ड एवं संयंत्रों में आपके मार्गदर्शन में राजभाषा हिंदी के क्रियान्वयन के क्षेत्र में अनेक उल्लेखनीय कार्य किये गये हैं।

डॉ. एस. एम. राव

डॉ. राव भा. प. अ. केंद्र में आइसोटोप वर्ग के सह-निदेशक के पद पर कार्यरत हैं। आपने 1960 में जल विज्ञान के क्षेत्र में समस्थानिकों के उपयोग से संबंधित उच्च शिक्षा फ्रांस में प्राप्त की। जल विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में समस्थानिकों के उपयोग के बारे में श्री राव का 30 वर्षों से भी अधिक का अनुभव है। आपको वातावरण भौतिकी एवं जल विज्ञान के क्षेत्र में अपने अमूल्य योगदान के लिए 1983 में डॉ. विक्रम साराभाई पुरस्कार प्राप्त हुआ। आप समस्थानिकी, जल विज्ञान रेडियोधर्मिता, ट्रेसरों के औद्योगिक उपयोगों के लिए अंतर्राष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा विभाग द्वारा गठित अनेक सलाहकार समितियों के सदस्य भी रह चुके हैं। 1987 - 89 के कार्यकाल में आप अंतर्राष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा विभाग द्वारा समस्थानिक एवं विकिरण तकनीकी के औद्योगिक उपयोग हेतु एशिया एवं प्रशांत देशों में चालू की गयी परियोजना के तकनीकी विशेषज्ञ रह चुके हैं। श्री राव ने 90 से अधिक शोध पत्र लिखे हैं। आइसोटोप के उपयोगों पर आपने दो पुस्तकें तथा एक पुस्तिका लिखकर महत्वपूर्ण योगदान दिया है। मातृ भाषा हिंदी न होने के बावजूद भी हिं. वि. सा. परिषद के विभिन्न कार्यों में आपकी विशेष रुचि रही है।

श्री हर्षद प्राणशंकर व्यास



श्री व्यास ने 1970 में एल. डी. कॉलेज ऑफ अहमदाबाद से इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी में स्नातक की उपाधि प्राप्त की। आप भा. प. अ. केंद्र के ट्रेनिंग स्कूल के 14 वें बैच से उत्तीर्ण होकर रिएक्टर इंजीनियरी प्रभाग में नियुक्त हुए। आपने मुंबई विश्वविद्यालय से 1984 में एम. बी. ए. किया। फ्रांसीसी भाषा में भी आपने निपुणता हासिल की है। आपने ध्रुव रिएक्टर के विभिन्न अवयवों के अभिकल्पन, संरचना आदि में महत्वपूर्ण कार्य किया। 1991-92 के दौरान अमरीका, डालस-टेक्सास में सुपरकंडक्टिंग सुपर कोलॉयडल प्रकल्प में अभिकल्पन कार्य किया। संप्रति रिएक्टर इंजीनियरी प्रभाग की तकनीकी सेवाएं अनुभाग के अध्यक्ष हैं एवं प्रगत भारी पानी रिएक्टर की अभिकल्पना में व्यस्त हैं।

श्री रतन कुमार सिन्हा

श्री सिन्हा, जो मूलतः एक यांत्रिकी अभियंता हैं, पिछले 26 वर्षों से भा. प. अ. केंद्र के रिएक्टर इंजीनियरी प्रभाग के विभिन्न कार्यक्रमों से संबंध रहे हैं; और मई 1996 से इस प्रभाग के अध्यक्ष हैं। श्री सिन्हा प्रगत भारी पानी रिएक्टर के अभियांत्रिकी विकास के हेतु चलाई जा रही परियोजना के परियोजना प्रबंधन का कार्य भी कर रहे हैं।

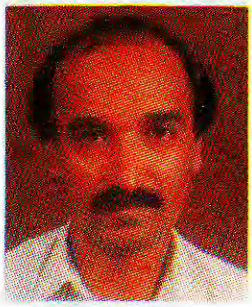
श्री जी. आर. श्रीनिवासन

श्री जी. आर. श्रीनिवासन को परमाणु ऊर्जा के क्षेत्र में विभिन्न पदों पर कार्य करने का 39 वर्षों का अनुभव है। वे राजस्थान परमाणु बिजलीघर के मुख्य अधीक्षक के पद पर सुशोभित रहे, न्यूक्लियर पॉवर कॉर्पोरेशन लिमिटेड के स्वास्थ्य, संरक्षा, पर्यावरण एवं गुणवत्ता आश्वासन प्रभाग के निदेशक और न्यूक्लियर पॉवर कॉर्पोरेशन लिमिटेड के निदेशक (परियोजनाएं) के पद पर भी सुशोभित रहे। वर्तमान में वे प्रचालन संयंत्र संरक्षा समीक्षा समिति के अध्यक्ष हैं। यह समिति लगभग 50 परमाणु सुविधाओं की देखरेख करती है।

श्री अर्जुन कुमार असरानी

आपका जन्म 4 अक्तूबर 1939 को बनारस में हुआ था। IIT खड़गपुर से इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग में डिग्री प्राप्त करने के बाद आपने 1961 में बी ए आर सी ट्रेनिंग स्कूल के 5 वें बैच से प्रशिक्षण प्राप्त किया। प्रशिक्षण पूरा करने के पश्चात आप भारत के प्रथम परमाणु बिजली घर तारापुर के कार्य से जुड़ गये। 1962 से 1969 तक आप तारापुर परमाणु बिजली घरों के निर्माण एवं कमीशनिंग से जुड़े रहे। परमाणु बिजली घर चालू होने पर आप इसके प्रचालन विभाग से संबंधित हो गये। इसके बाद 1985 तक आपने विभिन्न महत्वपूर्ण पदों पर कार्य किया। आप 1985 से परमाणु ऊर्जा नियामक बोर्ड में कार्यरत हैं। यहां आपने कोड तथा मार्गदर्शिका को तैयार करने, भारतीय भारी पानी रिएक्टरों के अभिकल्पन एवं प्रचालन की समीक्षा आदि के महत्वपूर्ण कार्य किये हैं। आप आजकल रेगुलेटरी इन्सपेक्शन एवं एनफोर्समेंट निदेशालय के निदेशक के पद पर कार्यरत हैं। अपनी कार्य कुशलता से आपने स्वीडन, वियना आदि में भी तकनीकी योगदान दिया।

श्री सोहैल अहमद खान

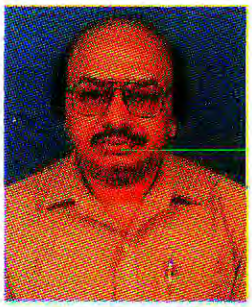


बिरला प्रौद्योगिकी संस्थान (BIT), मेसरा, रांची से मेकैनिकल इंजीनियरी में 1984 में स्नातक की डिग्री हासिल करने के उपरांत, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (IIT), कानपुर से 1986 में एम. टेक की उपाधि ली। आप 1987 में परमाणु ऊर्जा नियामक परिषद, मुंबई में नियुक्त हुए। आपका मुख्य कार्य नाभिकीय ऊर्जा परियोजनाओं प्लांट की सुरक्षा समीक्षा से संबंधित है। साथ ही आप नरोरा, काकरापर, कैगा-2 तथा AFR - तारापुर के कमीशनिंग के दौरान ऊ. नि. प. के पर्यवेक्षक के रूप में नियुक्त रहे। आपने विभिन्न सुरक्षा कोड्स तथा मार्गदर्शिका के तैयार करने में सक्रिय भूमिका निभायी है।

डॉ. टी. के. मुखर्जी

डॉ. मुखर्जी 1967 में बंगाल इंजीनियरिंग कॉलेज (कलकत्ता विश्वविद्यालय) से धातुकी में इंजीनियरी की उपाधि लेने के बाद 1968 में भा प अ केंद्र के धातुकी प्रभाग में नियुक्त हुए। 1991 में यूरेनियम तथा रेयर अर्थ्स निष्कर्षण प्रभाग के प्रभागाध्यक्ष नियुक्त हुए और बाद में अगस्त 1996 से इंडियन रेयर अर्थ्स लि. के अध्यक्ष तथा प्रबंध निदेशक बने। डॉ. मुखर्जी ने पायरो, हाइड्रो तथा विद्युत धातुकी में विशेषज्ञता हासिल की। आपको अनुसंधान रिएक्टर के लिए आवश्यक यूरेनियम धातु के उत्पादक तथा रेयर अर्थ्स विकास प्रयोगशाला भा. प. अ. केंद्र स्थापित करने की जिम्मेदारी दी गयी। डॉ. मुखर्जी ने लंदन के इंपीरियल कॉलेज से डिप्लोमा तथा मुंबई विश्वविद्यालय से एम. एससी. (टेक) और डॉक्टरेट की उपाधियां भी लीं।

श्री वी. के. वर्मा



श्री शर्मा ने विज्ञान एवं कानून में स्नातक की डिग्रियां हासिल की हैं। आपने बिजिनेस प्रकाशन में स्नातकोत्तर डिग्री भी ली है। पिछले 27 वर्षों से आप इन्डियन रेयर अर्थ्स में कार्यरत हैं और आजकल प्रबंध निदेशक (मार्केटिंग) के पद पर आसीन हैं। आपका कार्य रेयर अर्थ्य के देशी एवं विदेशी विपणन से जुड़ा रहा। इस कार्य के लिए आपने इन्टरनेशनल ट्रेड सेंटर जेनेवा में निर्यात विपणन पर विशेष प्रशिक्षण लिया। आपने वर्ल्ड टाइटेरियम, बीच सैंड तथा रेयर अर्थ्स उद्योग में अपने कार्य की छाप बनायी हुई है।

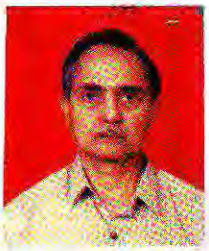
डॉ. माधव सक्सेना 'अरविंद'

उत्तर प्रदेश के एक कस्बे फतेहगढ़ में 17 मार्च 1946 को आपका जन्म हुआ। फतेहगढ़ में ही आपकी सेकंडरी शिक्षा हुई। 1965 में मुंबई वि. वि. से स्नातक (B. Sc.) होने के बाद भा. प. अ. केंद्र के स्पेक्ट्रोस्कॉपी प्रभाग में नियुक्त हुए और शोध कार्य के माध्यम से एम. एस-सी. और पी-एच. डी. भी पूर्ण की। आप 1988-1990 के दौरान पोस्ट डॉक्टरल फेलोशिप पर विक्टोरिया वि. वि., कनाडा भी जा चुके हैं।

डॉ. अरविंद जाने-माने हिंदी कहानीकार हैं। पहली कहानी 1967 में सारिका में प्रकाशित हुई थी। 1991 में आपका कहानी संग्रह 'हिंदुस्तान/पाकिस्तान' प्रकाशित हुआ। एक विज्ञान लेखक के रूप में भी आप पहचाने जाते हैं। आप भारत सरकार के विज्ञान एवं तकनीकी शब्दावली आयोग के सदस्य रह चुके हैं। आपने अंग्रेजी और गुजराती के लेखों का अनुवाद भी किया है। मुंबई के आकाशवाणी केंद्र से कई कहानियां और विज्ञान वार्ताएं प्रसारित की हैं। दूरदर्शन के अनेक कार्यक्रमों में आपने भाग लिया। 1968- 1988 के दौरान आप सक्रिय रूप से 'वैज्ञानिक' के संपादन-प्रकाशन से संबद्ध रहे।

पिछले 21 वर्षों से आप कहानी त्रैमासिक पत्रिका 'कथाबिंब' का संपादन-प्रकाशन कर रहे हैं। इसके अलावा आपके संपादन में 'परमाणु सिद्धांत', 'आइए कंप्यूटिंग सीखें' व 'महान भारतीय वैज्ञानिक' पुस्तकें प्रकाशित हुईं। हिंदी सेवाओं के लिए 1980 में महाराष्ट्र सरकार ने आपको स्पेशल एक्जीक्यूटिव मजिस्ट्रेट की पदवी प्रदान की थी। आप हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद और इंडियन वैक्यूम सोसायटी के आजीवन सदस्य हैं।

श्री रामनिवास आर्य



श्री आर्य विज्ञान व इंजीनियरी दोनों विषयों के स्नातक हैं। इन्होंने भा. प. अ. केंद्र मुंबई में स्नातकोत्तर स्तर पर नाभिकीय इंजीनियरी में विशेष प्रशिक्षण प्राप्त किया है। पिछले 35 वर्षों से आप परमाणु ऊर्जा विभाग के पदार्थ विज्ञान व संसाधन प्रौद्योगिकी से संबंधित अनुसंधान व विकास कार्यों में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं। इन्होंने कई जटिल तकनीकी उपकरणों का अभिकल्पन व निर्माण कार्य किया है। पदार्थ विज्ञान में प्रयुक्त होने वाले प्रगत तकनीकी यंत्रों व उपकरणों के अनुरक्षण एवं उनकी कार्यसीमा बढ़ाने में विशेष योगदान दिया है। संप्रति वे भा. प. अ. केंद्र के पदार्थ वर्ग में डिजाइन व निर्माण अनुभाग के अध्यक्ष हैं।

इसके साथ ही श्री आर्य ने परमाणु ऊर्जा विभाग में हिंदी के क्रियान्वयन से संबंधित क्रियाकलापों को एक नयी दिशा प्रदान करने के लिए अथक कार्य किया है। आप भा. प. अ. केंद्र की राजभाषा कार्यान्वयन समिति के सचिव रह चुके हैं। इस केंद्र की प्रमुख हिंदी संस्था हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद तथा उसकी पत्रिका 'वैज्ञानिक' से आप एक लंबे अरसे से संबद्ध हैं। आप परिषद के सचिव व उपाध्यक्ष रह चुके हैं। नाभिकीय ऊर्जा क्षेत्र से संबंधित अंग्रेजी-हिंदी शब्दावली निर्माण में समन्वयकार व संयोजक के रूप में आपने उल्लेखनीय कार्य किया है। आपने देश के विभिन्न प्रदेशों में विज्ञान के विभिन्न विषयों पर, हिंदी में कई वैज्ञानिक संगोष्ठियों का संयोजन एवं इनमें प्रस्तुत वार्ताओं का संपादन कार्य भी किया है। आपने हिंदी में वैज्ञानिक विषयों पर कई लेख लिखे हैं। हिंदी में उनका नवीनतम योगदान नाभिकीय ऊर्जा एवं नाभिकीय ईंधन पर लिखी एक 400 पृष्ठों की पुस्तक है जिसे भारत सरकार के वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग ने राजस्थान हिंदी ग्रंथ अकादमी जयपुर द्वारा प्रकाशित करवाया है। भारत सरकार के अंतर्गत स्वायत्त संस्थान विज्ञान प्रसार के अनुरोध पर प्रो. अनंतरमण द्वारा अंग्रेजी में लिखित पुस्तक 'दिल्ली - लौहस्तंभ' के हिंदी रूपांतरण का कार्य आपने अभी अभी पूरा किया। यह पुस्तक अब प्रकाशन के लिए प्रेस में है।

डॉ. देवकीनंदन

भा. प. अ. केंद्र के पूर्व वरिष्ठ वैज्ञानिक, 55 वर्षीय डॉ. देवकीनंदन हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद के प्रथम सचिव और 'वैज्ञानिक' के संपादक रह चुके हैं। आगरा विश्वविद्यालय के स्नातक (1963) तथा मुंबई विश्वविद्यालय के पी-एच. डी. (1971) डॉ. देवकीनंदन ने विज्ञान और हिंदी के प्रचार-प्रसार में उल्लेखनीय योगदान किया है। अब तक आपने करीब 70 लेख विभिन्न पत्र-पत्रिकाओं में प्रकाशित किये हैं और 150 रेडियो वार्ताएं दी हैं। वर्तमान में आप विज्ञापन उद्योग से जुड़े हैं और भारतीय भाषाओं के जरिए विज्ञापनों का संदेश फैला रहे हैं। डॉ. नंदन भारतीय मानक ब्यूरो के समिति-सदस्य, हिंदी मोनोग्राफ़ योजना के संचालक तथा सी. एस. आई. आर. की 'भारतीय वैज्ञानिक एवं अनुसंधान पत्रिका' के संपादन-मंडल के सदस्य भी रह चुके हैं। आप सांस्कृतिक एवं सामाजिक उत्थान की अंतर्राष्ट्रीय संस्था 'भारत विकास परिषद' की अंधेरी (प.) शाखा के महासचिव तथा कई वैज्ञानिक संस्थाओं के सदस्य हैं।

कु. साधना हेमराजानी

आगरा विश्वविद्यालय से स्नातक की उपाधि प्राप्त करने के पश्चात बंबई विश्वविद्यालय से 1980 में बी. एड. (विज्ञान व हिंदी) व 1982 में एम. ए. (हिंदी) स्नातकोत्तर की उपाधियां ग्रहण कीं। वर्ष 1983 से आपने वर्ष 1985 तक बॉम्बे टेलीफोन में हिंदी विशेष सेवा में कार्य किया। वर्ष 1986 से वर्ष 1987 तक न्यूक्लियर पॉवर बोर्ड, परमाणु ऊर्जा विभाग में हिंदी सहायक के पद पर कार्यरत रहीं। न्यूक्लियर पॉवर कारपोरेशन की कुछ इकाइयां, नरोरा (उ. प्र.) एवं राजस्थान में होने के कारण पत्राचार हिंदी में करने का अवसर मिला तथा NU POWER पत्रिका में भी लेख लिखने का मौका मिला। वर्ष 1988-1991 तक भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र में वरिष्ठ हिंदी अनुवादक पद पर कार्य किया, जिसमें विभिन्न वैज्ञानिक संगोष्ठियों के आयोजन तथा शब्दावली निर्माण की कार्यशालाओं में भाग लिया तथा भा. प. अ. केंद्र की वैज्ञानिक रिपोर्ट आदि अनुवाद करने का कार्य भी किया। वर्ष 1989 में परमाणु ऊर्जा विभाग की क्रीड़ा व सांस्कृतिक परिषद की कार्यकारिणी समिति की सदस्य नामित की गयीं। वर्ष 1992 से वर्ष 1993 तक परमाणु ऊर्जा विभाग, मुंबई में सहायक निदेशक का कार्यभार संभाला। यहां 'परमाणु' पत्रिका के लिए विभिन्न अंग्रेजी लेखों के हिंदी अनुवाद का कार्य किया। वर्ष 1993 से 1994 निर्माण एवं सेवा वर्ग में कार्य किया। वर्ष 1995 से 1996 तक दिल्ली में क्षेत्रीय इलेक्ट्रॉनिक परीक्षण प्रयोगशाला, इलेक्ट्रॉनिक विभाग में सहायक निदेशक के रूप में प्रतिनियुक्ति पर रहीं जहां पुस्तिका का अनुवाद तथा ISO 9000 विषय पर हिंदी कार्यशाला आयोजित करने का कार्य किया। 1996 से 1997 तक परमाणु ऊर्जा विभाग, भारी पानी बोर्ड तथा भा. प. अ. केंद्र में कार्य करने के पश्चात पुनः 1998 से अब तक भा. प. अ. केंद्र में हिंदी कक्ष में सहायक निदेशक (राजभाषा) पद पर कार्यरत हैं।

श्री विपुल सेन

रसायनिकी प्रौद्योगिकी एवं पर्यावरण में एम. टेक श्री सेन 1986 से भा. प. अ. केंद्र के ईंधन पुनर्संसाधन प्रभाग में कार्यरत हैं। अपने मुख्य कार्य के अतिरिक्त आपने पर्यावरण से संबंधित दूरदर्शन एवं अन्य मंचों पर आयोजित कार्यक्रमों में सक्रिय रूप से भाग लिया है। कई कवि सम्मेलनों एवं अन्य साहित्यिक कार्यक्रमों में मंच संचालन का कार्य बड़ी निपुणता के साथ किया है। इन कार्यों के लिए लायन्स क्लब तथा रोटरी क्लब द्वारा सम्मानित भी किये गये हैं। आप 300 से अधिक कविताएं तथा 70 से अधिक भजनों की रचना कर चुके हैं। विज्ञान लेखन में भी आपने अच्छी सफलता अर्जित की है।

व्यवस्थापन / संपादन-मंडल के सदस्यों का परिचय

श्री गौरा चक्रवर्ती

श्री चक्रवर्ती इलेक्ट्रिकल इंजीनियरी के स्नातक हैं। आपने पॉवर प्रणाली इंजीनियरी में एम. टेक की उपाधि भी हासिल की है। आजकल नाभिकीय पॉवर प्लांट यांत्रिकी के क्षेत्र में कार्यरत है। बांग्ला में नियमित रूप से वैज्ञानिक लेख लिखते हैं। आप हिंदी एवं बंगाली में नाटक भी लिखते है तथा अभिनय तथा निर्देशन के क्षेत्र में भी आपकी अच्छी पकड है। अन्य कार्यों के साथ-साथ आजकल 'वैज्ञानिक' व्यवस्थापन मंडल के संयोजक के रूप में कार्य कर रहे है।

डॉ. अशोक कुमार सूरी

डॉ. अशोक कुमार सूरी ने 1970 मे राजस्थान विश्वविद्यालय से धातुकी अभियंता की उपाधि प्राप्त की। तत्पश्चात भाभा परमाणु अनुसधान केंद्र में धातुकी प्रभाग में निष्कर्षण धातुकी के क्षेत्र में विशेष शोधकार्य किये। उनका शोधकार्य उच्चतापसह्य धातुओं जैसे कि मालिब्डेनम, टंगस्टन, नायोबियम, टेन्टेलम व सामान्य उपयोग में लायी जाने वाला धातुए - टिन, निकल, कोबाल्ट पर आधारित है। उन्होंने विभिन्न तकनीकों और धात्विक स्रातों (प्राथमिक एवं द्वितीय) से धातु प्राप्त करने की विधियों पर कार्य किया है। अन्य इनकी विशेष रुचि समुद्र से प्राप्त नोड्यूल, प्रगत धातुओं एवं मिश्रधातुओं और बहुमूल्य धातुओं के निष्कर्षण एवं उपयोगों में है। इन शोध कार्यों पर इन्हें मुंबई विश्वविद्यालय तथा लास एन्जेलस स्थित कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय से स्नातकोत्तर एवं मुंबई विश्वविद्यालय से डॉक्टरेट (टेक्नोलोजी) की उपाधियां दी गयीं। इनके शोधकार्यों पर इन्हे INSA से युवा वैज्ञानिक; लौह मंत्रालय से राष्ट्रीय धातुकी पुरस्कार तथा MRSI से पुरस्कार प्राप्त हुए हैं। आजकल आप भा. प. अ. केंद्र में पदार्थ संसाधन प्रभाग के अध्यक्ष है। आपने हि. वि. सा. प. में विभिन्न पदो पर कार्य किया है। संप्रति परिषद के उपाध्यक्ष होने के साथ-साथ ही 'वैज्ञानिक' व्यवस्थापन मंडल से भी जुड़े हुए हैं।

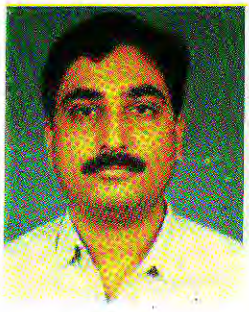
डॉ. सतीश कुमार गुप्ता

डॉ. गुप्ता ने आइ. आइ. टी. मद्रास से बी. टेक तथा आई. आई. टी. मुंबई से पी-एच. डी. की उपाधियां हासिल की है। आपका मुख्य कार्यक्षेत्र नाभिकीय पॉवर प्लांट, तथा नाभिकीय अनुसंधान रिएक्टरों का सुरक्षा विश्लेषण है। साथ ही आप नाभिकीय पॉवर प्लांट के आपरेशनल ट्रांजिएन्ट विश्लेषण कार्य भी करते है। सुरक्षा विश्लेषण के क्षेत्र में विशेषज्ञ हैं और 1998 में डॉ. विल मेमोरियल पुरस्कार के विजेता भी हैं। हि. वि. सा. प. के कोषाध्यक्ष रहने के साथ-साथ व्यवस्थापन मंडल के सदस्य भी है।

श्री कुलवंत सिंह

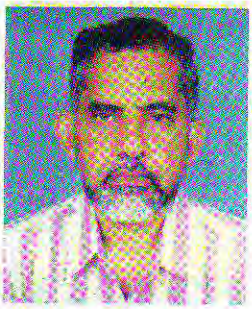
आपका जन्म 11 जनवरी 1967 को हुआ। रुड़की विश्वविद्यालय से 1987 में धातुकर्म अभियांत्रिकी में स्नातक (ऑनर्स) की उपाधि हासिल की। तदोपरांत भा. प. अ. केंद्र के 31 वें बैच में प्रशिक्षण लिया। पिछले एक दशक से विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के विभिन्न पहलुओं पर गहन अध्ययन एवं उनके अन्वेषण एवं विकास के कार्यों में व्यस्त हैं। विशेषतः उच्च ताप धातुओं के निष्कर्षण एवं परिशोधन; उच्च तापसह्य धातुओं, मिश्र धातुओं एवं उनके यौगिकों का मैग्नेट्रॉन-कण-क्षेपण विधि द्वारा घर्षण, ऑक्सीकरण एवं संक्षारण प्रतिरोधी उपयोगों इत्यादि हेतु एकल एवं बहुपरतों के रूप में संसाधन एवं निक्षेपण का कार्य कर रहे हैं। काफी समय से 'वैज्ञानिक' के व्यवस्थापन मंडल से जुड़े हैं।

श्री राजेश कुमार



आपका जन्म 20 अक्तूबर 1963 में हुआ। 1987 में बिहार विश्वविद्यालय से यांत्रिक अभियांत्रिकी में स्नातक की उपाधि लेने के पश्चात उसी वर्ष भा. प. अ. केंद्र के ट्रेनिंग स्कूल के 31वें बैच में आपका चयन हुआ। गत कुछ वर्षों से रिएक्टर अभिकल्पन व विकास समूह के रिएक्टर सुरक्षा विभाग में भारतीय दाबित भारी पानी परमाणु बिजली घर के सुरक्षा संबंधी विषयों पर शोध हेतु संगणक कोड के विकास पर कार्यरत हैं। आजकल 'वैज्ञानिक' के व्यवस्थापन मंडल के सदस्य भी हैं।

डॉ. गोविंद प्रसाद कोठियाल



डॉ. कोठियाल भा. प. अ. केंद्र, मुंबई के ट्रेनिंग स्कूल के तेरहवें बैच से भौतिकी में स्नातकोत्तर प्रशिक्षण लेने के बाद वैज्ञानिक अधिकारी के पद पर नियुक्त हुए। तब से आप पदार्थ विज्ञान के क्षेत्र में तनु फिल्म तकनीक तथा क्रिस्टल संवृद्धि तकनीक पर कार्य कर रहे हैं। आपने लैड-सल्फाइड अवरक्त संसूचक का सफल विकास तथा उसे बैच उत्पादन के स्तर तक पहुंचाया। जनवरी '86 से सितंबर '87 तक अमरीका में मिचिगन विश्वविद्यालय में आण्विक पुंज एपिटेक्सी (MBE) तकनीक पर कार्य किया। यह कार्य III-V यौगिक अर्द्धधातुओं (इलेक्ट्रॉनिक पदार्थ) पर था। भारत वापस आने के बाद 'आण्विक पुंज एपिटैक्सी' प्रयोगशाला स्थापित कर इस तकनीक से उच्च ताप अतिचालक पदार्थों पर शोध किया। आजकल ग्लास एवं सिरामिक तकनीक से विशेष रूप से जुड़े हैं। अंतर्राष्ट्रीय शोध ग्रंथों में आपने कई शोध पत्र प्रकाशित किये हैं, कई आमंत्रित वार्ताएं प्रस्तुत की हैं और कई संगोष्ठी-सेमिनार-कार्यशालाओं का संयोजन भी किया है। हिंदी में लेखन एवं संपादन कार्य में शुरु से रुचि रही है। आजकल आप 'वैज्ञानिक' पत्रिका के प्रमुख संपादक भी हैं। विज्ञान परिषद, प्रयाग द्वारा हिंदी में विज्ञान लोकप्रिय के क्षेत्र में उल्लेखनीय योगदान के लिए आपको 1999 में 'विज्ञान वाचस्पति' की उपाधि से सम्मानित किया गया।

श्री हरिओम मित्तल

श्री मित्तल का जन्म 21 नवंबर 1946 (आगरा) को हुआ। आपने आगरा विश्वविद्यालय, से 1969 में भौतिकी (इलेक्ट्रॉनिकी) में स्नातकोत्तर (एम. एस-सी.) की डिग्री हासिल की तथा फिर भा. प. अ. केंद्र के प्रशिक्षण स्कूल के 13वें बैच से भौतिकी में विशेष प्रशिक्षण प्राप्त किया। इसके उपरांत प्रारंभ के लगभग 22 वर्ष कंप्यूटर पर आधारित विकिरण सुरक्षा संबंधित इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के अध्ययन, विकास एवं निर्माण पर कार्य किया। अब विगत 8 वर्षों से देशव्यापी फिल्म बैच आधारित वयैक्तिक विकिरण मानीटरन एवं प्राप्त आंकड़ों का जीवन पर्यंत प्रबंधन एवं संचालन का कार्य कर रहे हैं।

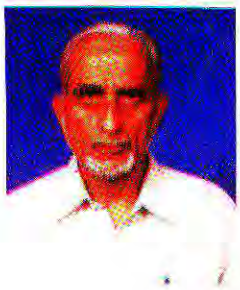
नारी (NAARI), AMPI, IARP एवं हिं. वि. सा. प. आदि वैज्ञानिक संस्थाओं के आजीवन सदस्य हैं तथा पिछले 7-8 वर्षों से 'वैज्ञानिक' के संपादन कार्य से भी जुड़े हैं।

डॉ. राज नारायण पांडेय

डॉ. पांडेय भा. प. अ. केंद्र के नाभिकीय कृषि एवं जैवतकनीकी प्रभाग में कार्यरत हैं। आपने वनस्पति विज्ञान में पीएच. डी. की उपाधि हासिल की है। अनुवांशिकी एवं पादप-प्रजनन के क्षेत्र में आप अनुसंधान कार्य कर रहे हैं। विभिन्न पत्र-पत्रिकाओं में आपके 70 से भी अधिक लेख प्रकाशित हो चुके हैं तथा आकाशवाणी (मुंबई) से 100 से भी अधिक वार्ताएं दी हैं। विगत 4 वर्षों से 'वैज्ञानिक' के संपादन कार्य से भी जुड़े हैं।

डॉ. भूपेंद्र सिंह तोमर

डॉ. तोमर ने 1979 में गढ़वाल विश्वविद्यालय, श्रीनगर से रसायनशास्त्र में स्नातकोत्तर डिग्री प्राप्त की। उन्होंने 1981 में भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र के प्रशिक्षण विद्यालय के पच्चीसवें बैच में प्रवेश लिया तथा रसायनशास्त्र के प्रशिक्षणार्थियों में प्रथम स्थान प्राप्त कर होमी भाभा पुरस्कार प्राप्त किया। 1982 में आप रेडियो रसायनिकी प्रभाग, भा. प. अ. केंद्र में वैज्ञानिक अधिकारी के रूप में नियुक्त हुए। आपने 1990 में मुंबई विश्वविद्यालय से रसायनशास्त्र में डॉक्टरेट की डिग्री प्राप्त की। आपके शोध के मुख्य विषय हैं नाभिकीय विखंडन, नाभिकीय अभिक्रियाएं व विक्षोभित कोणीय सहसंबंधन (Perturbed Angular Correlation) हैं। आपने अंतर्राष्ट्रीय पत्रिकाओं में अनेक लेख प्रकाशित किये हैं। संप्रति आप वैज्ञानिक के संपादन मंडल के सदस्य हैं।



श्री कैलाश चंद्र भल्ला

डॉ. भल्ला का जन्म 9 जून, 1940 को दोहद, गुजरात प्रांत में हुआ और वहीं पर आपकी प्रारंभिक शिक्षा हुई। 1961 में आगरा से बी. एस-सी. करने के उपरांत 1961-62 में भा. प. अ. केंद्र के ट्रेनिंग स्कूल में दाखिला मिला। अगस्त 1962 से रसायनिकी प्रभाग में कार्य किया। भा. प. अ. केंद्र में कार्य करते हुए मुंबई विश्वविद्यालय से भौतिकी में एम. एस-सी. तथा डॉक्टरेक्ट की उपाधियां हासिल कीं। पिछले कई वर्षों से 'वैज्ञानिक' के संपादन से जुड़े हैं।

श्री रमेश चंद्र पंत

हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद, के सचिव, श्री रमेश चंद्र पंत का जन्म 15 अगस्त 1943 को हुआ। बी. ई. इलेक्ट्रिकल में स्नातक की डिग्री लेने के उपरांत भा. प. अ. केंद्र ट्रेनिंग स्कूल के नवें (IX) बैच में प्रशिक्षण प्राप्त करने के पश्चात अगस्त 1966 में रिएक्टर आपरेशन प्रभाग में नियुक्त हुए। रिएक्टर आपरेशन प्रभाग के विभिन्न पदों पर कार्य करते हुए जुलाई 1990 में सायरस रिएक्टर अधीक्षक के पद पर नियुक्त हुए। इस बीच में ध्रुव रिएक्टर की पाइपिंग एवं उपकरणों को स्थापित करने आदि का महत्वपूर्ण कार्य किया। नवंबर 1999 से अनुसंधान रिएक्टर अनुरक्षण प्रभाग के अध्यक्ष पद पर कार्य कर रहे हैं। केंद्र में होने वाले हिंदी के कार्यों में 1976 से संलग्न हैं। इसमें केंद्रीय सचिवालय हिंदी परिषद के पुस्तकालय की स्थापना में आपकी मुख्य भूमिका रही। हिं. वि. सा. प. के विभिन्न कार्यों से जुड़े रहे तथा संप्रति परिषद के सचिव हैं।

With Best Compliments from

INDIAN RARE EARTHS LTD.

Offers the following products :

Beach Sand Minerals

Ilmenite (TiO_2 : 60%, 55% & 50%)
Natural Rutile
Zircon/Zircon Flour
Granular Silimanite (-65 to + 100 Mesh)
Garnet
Leucoxene and
Synthetic Rutile

Rare Earths

Rare Earths Chloride
(original and heavies-lean)
Rare Earths Fluoride
Rare Earths Oxide
Cerium Oxide/cerium Hydrate
Didymium Carbonate
Samarium/Yttrium/Gadolinium/Europium
Concentrates (Individual and Mixed)

Particular attention of Interested buyers/users is drawn to the following products available at ver attractive prices :

Synthetic Rutile (93% TiO_2)
Ilmenite : MK Grade (55% TiO_2 Min.)
Zircon (65% ZrO_2 with max 0.2% TiO_2 and 0.1 Fe_2O_3)
Granular Silimanite (Min. 59% Al_2O_3)
Samarium Oxide (96%)

For futher details, please contact :

The Chief General Manager (Mktg.)
Indian Rare Earths Ltd.
Sherbanoo, 6th Floor, 111, Maharshi Karve Road,
Churchgate, Mumbai - 400 020. INDIA
Tel. : (022) 209 6800, 203 0915 # Fax : (022) 200 4430
Tlx. : (11) 83122, 83254 # Cable : RAREARTH, BOMBAY, INDIA

हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद के लिए डॉ. गोविंद प्रसाद कोठियाल द्वारा संपादित तथा श्री गोरा चक्रवर्ती द्वारा प्रिंट शॉप, चेंबूर, मुंबई (फोन : 555 2348 / 556 5279) में मुद्रित व प्रकाशित।

वैज्ञानिक (त्रैमासिक) R. No. 18862 / 7(
दिल्ली, नयी दिल्ली, महाराष्ट्र, हिमाचल प्रदेश, राजस्थान व उ. प्र. के शिक्षा विभागों द्वारा स्कूल व कॉलेजों के लिए स्वीकृत

नाभिकीय ईंधन सम्मिश्र

नाभिकीय ईंधन और संधिरहित नलिका प्रौद्योगिकी में
भारत का एकमात्र उद्यम

हमारे उत्पाद

● **नाभिकीय**
- पी.एच.डब्ल्यू.आर. और बी.डब्ल्यू.आर. रिएक्टरों के लिए ईंधन बंडल
- जर्केलॉय मिल उत्पाद (जोड़ वेल्डित और संधिरहित - नलिकाएँ, छड़ें और तार, चद्दरें और पट्टियाँ)
- एफ बी.टी.आर. और पी.एफ.बी.आर. के लिए उप समुच्चय
- जर्कोनियम ऑक्साइड और जर्कोनियम स्पंज

● **गैर-नाभिकीय**
- संधिरहित जंगरोधी इस्पात नलिकाएं
- संधिरहित टाइटेनियम नलिकाएं
- उच्च शुद्धता युक्त इलेक्ट्रॉनिक सामग्री
- विशेष मिश्र धातु और मिल उत्पाद

● **हमारी सेवाएं**
- एस.एस., टाइटेनियम, कॉपर और अल्यूमिनियम का बहिर्वेधन
- इलेक्ट्रॉन बीम वेल्डन
- एन.डी.टी. तकनीक में प्रशिक्षण और प्रमाणन
- विश्लेषणात्मक सेवाओं में विशेषज्ञता
- धातुकीय एवं यांत्रिक परीक्षण
- गुणता आश्वासन और एन.डी.ई. में परामर्श सेवाएं
- विशेष उद्देश्य की वेल्डन मशीनों और निर्वात भट्ठियों का अभिकल्पन और संविचरन

अधिक जानकारी के लिए संपर्क करें :
महाप्रबंधक (विपणन)
नाभिकीय ईंधन सम्मिश्र
परमाणु ऊर्जा विभाग
हैदराबाद - 500 062 (भारत)

दूरभाष : (91 - 40) 712 3648
फैक्स : (91 - 40) 712 1209
712 1362
712 1305
टेलेक्स : 0425-7004 एनएफसी इन