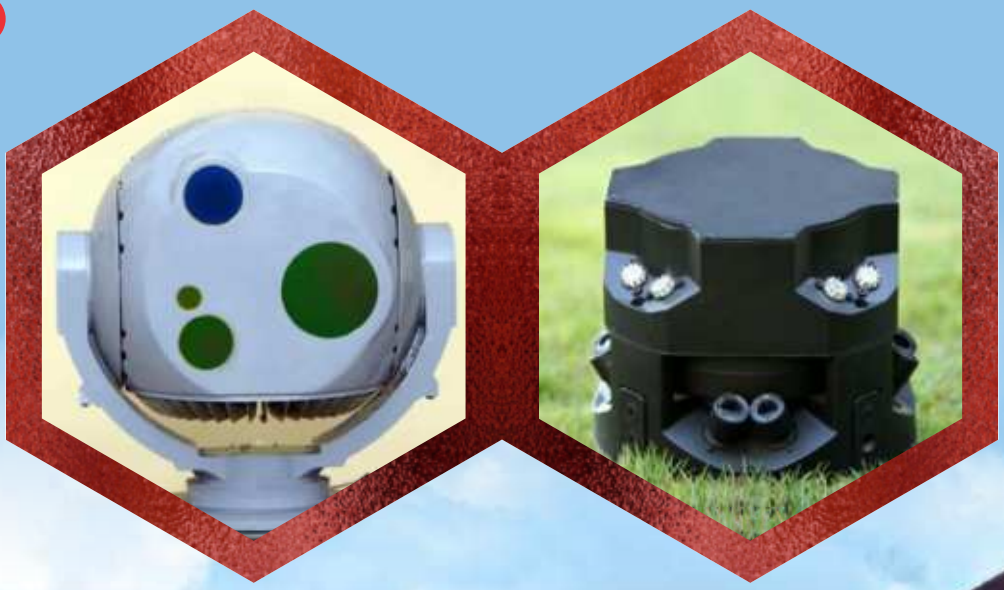
संकल्प

तकनीकी पत्रिका

अंक : 3

वर्ष 2023–24



यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान

रायपुर रोड, देहरादून - 248008

संरक्षक

डॉ. अजय कुमार
उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं निदेशक

श्रीमती रूमा ढाका
वैज्ञानिक 'जी' एवं सह निदेशक

संपादक मण्डल

श्री पुनीत वाशिष्ठ
वैज्ञानिक 'जी', प्रधान संपादक

डॉ. ललित मोहन पंत
वैज्ञानिक 'एफ'
समूह निदेशक राजभाषा
उपाध्यक्ष, रा.का.स. संपादक

श्री कृष्ण मुरारी
तकनीकी अधिकारी 'सी'
सूमह प्रमुख राजभाषा
राजभाषा अधिकारी, सदस्य

श्री त्रिलोक सिंह
डी.पी.ओ., प्रभारी अधिकारी
राजभाषा, सदस्य

श्री पवन कुमार सूरज
तकनीकी अधिकारी 'बी', सदस्य

श्री मधूसूदन उपाध्याय
तकनीकी अधिकारी 'बी', सदस्य

श्री अमित कुमार पटेल
कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी, सदस्य

(पत्रिका में प्रकाशित लेखों में व्यक्त विचारों से संपादक मंडल का सहमत होना आवश्यक नहीं है।)

संकल्प

तकनीकी पत्रिका

अंक : 3 वर्ष 2023–24

यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान
रायपुर रोड, देहरादून - 248008

डॉ. समिर वी. कामत
Dr. Samir V. Kamat

सत्यमेव जयते
भारत सरकार
Government of India

सचिव, रक्षा अनुसंधान तथा विकास विभाग
एवं
अध्यक्ष, डीआरडीओ
Secretary, Department of Defence R&D
&
Chairman, DRDO

संदेश

राष्ट्र की एकता व अखण्डता को मजबूती प्रदान करते हुए विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में नित-नई चुनौतियों का सामना करने के लिए हम भारतवासियों को अपने राष्ट्र को स्वदेशी तकनीक पर पूर्ण आत्मनिर्भर बनाने की आवश्यकता है। इस उद्देश्य की पूर्ति हेतु हमें अपनी राजभाषा हिन्दी को जन सामान्य तथा ज्ञान-विज्ञान की भाषा बनानी होगी और जन साधारण तक विज्ञान प्रौद्योगिकियों की नवीनतम जानकारियां हिन्दी भाषा में पहुंचा कर राजभाषा हिन्दी की गरिमा को मजबूत करना होगा।

यह प्रसन्नता का विषय है कि **यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान (आईआरडीई), देहरादून** द्वारा इस वर्ष अपनी वार्षिक **"संकल्प तकनीकी पत्रिका"** अंक-3 वर्ष 2023-24 का प्रकाशन किया जा रहा है। इस संस्थान द्वारा जहां एक ओर प्रकाशिकी एवं विद्युत प्रकाशिकी के क्षेत्र में अनुसंधान एवं विकास कार्य करते हुए आधुनिकतम प्रौद्यागिकी एवं उपकरण देश की तीनों सेनाओं तथा अर्द्ध सैनिक बलों को उपयोग हेतु प्रदान किया जा रहा है, वहीं दूसरी ओर राजभाषा हिन्दी पत्रिका में इन वैज्ञानिक एवं तकनीकी विषयों, सिद्धान्तों तथा अनुभवों से संबंधित ज्ञानवर्द्धक लेखों को प्रकाशित करना राजभाषा हिन्दी के कार्यान्वयन तथा प्रचार-प्रसार हेतु प्रशंसनीय कार्य है।

मैं **'संकल्प तकनीकी पत्रिका'** अंक-3 वर्ष 2023-24 के सफल प्रकाशन हेतु कामना करता हूं।

स्थान : नई दिल्ली
दिनांक : 05 जनवरी, 2024

समिर कामत
(डॉ. समिर वी. कामत)

रक्षा मंत्रालय, रक्षा अनुसंधान तथा विकास विभाग, डीआरडीओ भवन, नई दिल्ली-110011
Ministry of Defence, Department of Defence R&D, DRDO Bhawan, Rajaji Marg, New Delhi-110011
दूरभाष/Phone : 011-23011519, 23014350 फैक्स/Fax : 011-23018216 ई-मेल/E-mail : secydrdo@gov.in

यू जया शांथी
महानिदेशक (मानव संसाधन)
U Jeya Santhi
DIRECTOR GENERAL (HR)

सत्यमेव जयते

भारत सरकार, रक्षा मंत्रालय
Government of India, Ministry of Defence
रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन
Defence Research and Development Organisation
201, द्वितीय तल, 'ए' ब्लॉक, डी आर डी ओ भवन
201, 2nd Floor, 'A' Block, DRDO Bhawan
राजाजी मार्ग, नई दिल्ली-110011
Rajaji Marg, New Delhi-110011

संदेश

राष्ट्र की अखण्डता एवं एकता को सुदृढ़ करने में राजभाषा हिन्दी एक सेतु का काम करती है। भाषा राष्ट्र की पहचान है, शासकीय कार्यों में राजभाषा हिन्दी के प्रयोग से इसकी गरिमा पल्लवित होती है। मुझे आशा है कि वैज्ञानिक कार्यों से संबद्ध संस्थान द्वारा जब हिन्दी पत्रिका के माध्यम से संस्थान एवं संगठन की वैज्ञानिक एवं तकनीकी उपलब्धियों की जानकारी दी जाएगी तो निश्चित ही इससे संस्थान के वैज्ञानिकों, अधिकारियों एवं कर्मचारियों को अपने-अपने क्षेत्र के कार्यों को हिन्दी के माध्यम से अभिव्यक्त करने की प्रेरणा मिलेगी।

यह अत्यंत हर्ष का विषय है कि इस वर्ष **यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान (आईआरडीई), देहरादून** द्वारा वार्षिक **'संकल्प तकनीकी पत्रिका'** अंक-3 वर्ष 2023-24 का प्रकाशन किया जा रहा है। इस अंक हेतु संदेश लिखने में मुझे प्रसन्नता की अनुभूति हो रही है। यह संस्थान रक्षा सेवाओं को विद्युत प्रकाशिकी के क्षेत्र में नवीनतम प्रौद्योगिकी प्रदान करने के साथ-साथ राजभाषा नीति, नियमों तथा निर्देशों के अनुपालन एवं कार्यान्वयन के लिए भी निरन्तर प्रयासरत रहा है।

ज्ञानवर्धक वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखों से भरपूर वार्षिक **'संकल्प तकनीकी पत्रिका'** अंक-3 के सफल प्रकाशन हेतु मेरी हार्दिक शुभकामनाएं।

यू. जया शान्थी

स्थान : नई दिल्ली
दिनांक : 09 जनवरी, 2024

(यू जया शांथी)

दूरभाष/Telephone: 23016163, 23016132 फैक्स/Fax: 23016127 ई-मेल/E-mail : dghr.hqr@drdo.in

डॉ. बि के दास
महानिदेशक
(इलेक्ट्रॉनिक्स एवं संचार प्रणाली)
Dr. B K Das
Director General
(Electronics & Communication Systems)

सत्यमेव जयते

भारत सरकार, रक्षा मंत्रालय
रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन
कमरा सं– 439, 'बी' ब्लाक डी आर डी ओ भ
राजाजी मार्ग, नई दिल्ली - 110011
Government of India, Ministry of Defence
Defence R&D Organisation
Room No. 439, 'B' Blcok, DRDO Bhawan,
Rajaji Marg, New Delhi-110011

संदेश

प्रसन्नता का विषय है कि **यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान (आईआरडीई), देहरादून** द्वारा हिन्दी में **'संकल्प तकनीकी पत्रिका'** अंक-3 वर्ष 2023-24 का प्रकाशन किया जा रहा है। यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान अत्याधुनिक प्रकाशीय एवं विद्युत प्रकाशीय यंत्रों एवं प्रणालियों से संबंधित विभिन्न प्रौद्योगियों तथा उपकरणों के अनुसंधान तथा विकास कार्यों में तत्परता से समर्पित है। इसके साथ-साथ यह संस्थान राजभाषा नीति, नियमों एवं निर्देशों के अनुपालन एवं कार्यान्वयन तथा प्रचार-प्रसार हेतु भी सदैव प्रयासरत रहा है।

राजभाषा हिंदी को सरकारी कामकाज में एक गौरवशाली स्थान दिलाना हमारा नैतिक दायित्व है। अत: इस दिशा में ठोस प्रयास किये जाने जरूरी हैं। संस्थान में हिंदी पत्राचार निर्धारित लक्ष्य की प्राप्ति की ओर अग्रसर है। वार्षिक हिंदी पत्रिका **'संकल्प'** का संस्थान द्वारा नियमित प्रकाशन राजभाषा कार्यान्वयन का प्रभावशाली स्तम्भ है। संस्थान के कार्मिकों द्वारा वैज्ञानिक एवं तकनीकी विषयों पर लिखे गये लेखों के ज्ञानवर्द्धक एवं सूचनापरक उपयोगी विषयों के समावेश से पत्रिका की उत्कृष्टता, रोचकता और पठनीयता में गुणात्मक वृद्धि हुई है। **'संकल्प'** तकनीकी पत्रिका में यह गुण पूर्णत: परिलक्षित होते हैं।

मैं पत्रिका के संपादक मंडल तथा प्रकाशन से संबंधित संस्थान के सभी अधिकारियों एवं कर्मचारियों को उनके इस सार्थक प्रयास के लिए हार्दिक बधाई देता हूं और **'संकल्प'** तकनीकी पत्रिका के अंक 03 वर्ष 2023-24 के सफल प्रकाशन हेतु हृदय से शुभकामनाएं देता हूं।

स्थान : नई दिल्ली
दिनांक : 04 जनवरी, 2024

(डॉ. बि. के. दास)

Telephone : (O) 011-23014372, 23793037 Fax : 011-23014791

डॉ. रविन्द्र सिंह
उत्कृष्ट वैज्ञानिक
एवं
निदेशक (डी पी ए आर ओ एंड एम)
Dr. Ravindra Singh
OUTSTANDING SCIENTIST
&
DIRECTOR (DPARO&M)

सत्यमेव जयते

स्वच्छ भारत
एक कदम स्वच्छता की ओर

अ.स.प.सं./DO No.
भारत सरकार, रक्षा मंत्रालय
Government of India, Ministry of Defence
रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन
Defence Research and Development Organisation
संसदीय कार्य, राजभाषा एवं संगठन पद्धति निदेशालय
Directorate of Parliamentary Affairs, Rajbhasha and Organisation & Methods (DPARO&M)
'ए' ब्लॉक, प्रथम तल
'A' Block, First Floor
डी.आर.डी.ओ. भवन, राजाजी मार्ग, नई दिल्ली-110011
DRDO Bhawan, Rajaji Marg, New Delhi-110011
दूरभाष/Telephone: 23013248, 23007125
फैक्स/Fax: 23011133, 23013059

दिनांक/Dated : 03/01/2024

संदेश

मुझे यह जानकर प्रसन्नता हो रही है कि **यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान (आईआरडीई), देहरादून** द्वारा इस वर्ष **'संकल्प तकनीकी पत्रिका'** अंक 03 वर्ष 2023-24 का प्रकाशन किया जा रहा है। यह संस्थान मूलत: प्रकाशिकी तथा विद्युत प्रकाशिकी के क्षेत्र में रक्षा सेवाओं की आवश्यकताओं के अनुरूप महत्त्वपूर्ण वैज्ञानिक एवं तकनीकी अनुसंधान तथा विकास के कार्य में संलग्न है, इसके साथ-साथ राजभाषा हिन्दी के कार्यान्वयन और प्रचार-प्रसार के संवैधानिक दायित्व का निर्वहन भी बखूबी कर रहा है ।

मुझे विश्वास है कि **'संकल्प' तकनीकी पत्रिका'** का यह अंक रुचिकर एवं ज्ञानवर्धक वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखों एवं उपयोगी जानकारियों को हिन्दी के माध्यम से सभी कार्मिकों व पाठकों तक पहुंचाने में सफल होगा।

'संकल्प' तकनीकी पत्रिका अंक 03 वर्ष 2023-24 के प्रकाशन से जुड़े संस्थान के सभी अधिकारियों एवं कर्मचारियों को उनके इस प्रशंसनीय प्रयास के लिए बधाई देता हूं और पत्रिका के सफल प्रकाशन की कामना करता हूं।

स्थान : नई दिल्ली
दिनांक : 03 जनवरी, 2024

(डॉ. रविन्द्र सिंह)

डॉ अजय कुमार
उत्कृष्ट वैज्ञानिक एंव निदेशक

Dr. AJAY KUMAR
OUTSTANDING SCIENTIST & DIRECTOR

सत्यमेव जयते

भारत सरकार, रक्षा मंत्रालय
रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन
यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान
रायपुर रोड, देहरादून – 248008 (उत्तराखण्ड)
GOVT. OF INDIA, MINISTRY OF DEFENCE
DEFENCE R & D ORGANISATION
INSTRUMENTS RESEARCH & DEVELOPMENT ESTT.
RAIPUR ROAD, DEHRADUN - 248008 (UTTARAKHAND)

दिनांक 21 जनवरी,2024

संदेश

रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन के उत्तराखण्ड क्लस्टर में स्थित यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान (आई.आर.डी.ई.) देहरादून आधुनिकतम प्रकाशिकी एवं विद्युत प्रकाशिकी यंत्रीकरण के क्षेत्र में अनुसंधान, अभिकल्पन, विकास एवं तकनीकी हस्तांतरण संबंधित महत्त्वपूर्ण कार्यों में देश की प्रगति हेतु बहुमूल्य योगदान दे रहा है। उपरोक्त तकनीकों पर आधारित वायु, थल तथा समुद्र में काम करने वाले उपकरणों का विकास कर यह संस्थान सभी सशस्त्र सेनाओं की आवश्यकताओं की पूर्ति हेतु विभिन्न राष्ट्रोपयोगी अनुसंधान तथा विकास के क्षेत्र में निरन्तर कार्य करते हुए राष्ट्र को आत्मनिर्भरता प्रदान करने में प्रयासरत है।

सूचनाओं एवं जानकारियों के आदान – प्रदान हेतु राजभाषा हिन्दी सशक्त माध्यम है। हमारी वैज्ञानिक तथा तकनीकी उपलब्धियों एवं सफल प्रौद्योगिकियों और नवीन अनुसंधान कार्यों की जानकारी आम जनमानस एवं प्रयोक्ता तक हिन्दी भाषा के माध्यम से पहुंचती है तो निश्चित रूप से समाज उन जानकारियों से लाभान्वित होता है।

यह संस्थान राजभाषा नीति, नियमों व निर्देशों के कार्यान्वयन एवं प्रचार-प्रसार के लिए निष्ठापूर्वक प्रयास रत है। संस्थान द्वारा वार्षिक हिन्दी 'संकल्प तकनीकी पत्रिका' अंक 3 वर्ष 2023-24 का अनवरत प्रकाशन इस तथ्य का पुष्ट करता है। संस्थान के अधिकारियों एवं कर्मचारियों द्वारा वैज्ञानिक एवं तकनीकी विषयों में हिन्दी में लेख लिखना उनकी सृजनात्मकता को दर्शाता है।

'संकल्प तकनीकी पत्रिका' अंक 3 के प्रकाशन से संबंधित लेखकों व रचनाकारों, संपादक मंडल तथा राजभाषा कार्यान्वयन में संलग्न सभी अधिकारियों एवं कर्मचारियों का प्रयास सराहनीय है। मैं 'संकल्प तकनीकी पत्रिका' अंक-3, वर्ष 2023 – 24 के सफल प्रकाशन की कामना करता हूँ।

अजय कुमार
(डॉ. अजय कुमार)
उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं निदेशक
यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान, देहरादून

दूरभाष / Phone : + 91 0135-2787169, 2787126
फैक्स / Fax : +91-135-2787161, 2787128
ई–मेल / E-mail : director.irde@gov.in
ajay.irde@gov.in

प्रधान संपादक की कलम से.....

राष्ट्र की एकता और अखण्डता को सुदृढ़ करने में राजभाषा हिन्दी की अहम भूमिका है । भाषा राष्ट्र की पहचान है, शासकीय कार्यों में राजभाषा हिन्दी के प्रयोग से राष्ट्रभाषा की गरिमा सुदृढ़ एवं पल्लवित होती है। मुझे आशा है कि संस्थान के कार्यों से संबंधित उपलब्धियों की जानकारी हिन्दी पत्रिका के माध्यम से दी जाएगी तो निश्चित ही इससे संस्थान के अधिकारियों एवं कर्मचारियों को अपने-अपने क्षेत्र के कार्यों को हिन्दी के माध्यम से अभिव्यक्त करने की प्रेरणा मिलेगी।

यह संस्थान आधुनिकतम रात्रि दृष्टि यंत्रों, लेजर आधारित उपकरणों, तापीय प्रतिबिम्बकों, फायर कन्ट्रोल प्रणालियों, फोटोनिक्स तथा प्रकाशिकी एवं विद्युत प्रकाशिकी यंत्रीकरण के क्षेत्र में अनुसंधान, अभिकल्पन, विकास एवं तकनीकी हस्तांतरण के प्रति समर्पित है। इसके साथ-साथ यह संस्थान राजभाषा नीति, नियमों व निर्देशों के अनुपालन तथा कार्यान्वयन हेतु अपने कर्त्तव्यों एवं दायित्वों का निर्वहन निष्ठापूर्वक कर रहा है। फलस्वरूप संस्थान द्वारा प्रकाशित वार्षिक 'संकल्प तकनीकी पत्रिका' का अंक -3 वर्ष 2023-24 आपके समक्ष प्रस्तुत है। 'संकल्प तकनीकी पत्रिका' के इस अंक में मुख्य युद्धक टैंक हेतु गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र का निर्माण, प्रतिबिम्ब संलयन एक विघातक प्रौद्योगिकी, प्रकाशीय यंत्रों में उपयोग होने वाले स्किमिट पेचान प्रिज्म का परीक्षण, पर्यावरण प्रतिबल जांच, अवतल छोटे अगोलीय प्रकाशीय घटक की पॉलिशिंग, टूल निर्माण एवं भरणदर ऑप्टीमाईजेशन, लेजर उत्प्रेरिक भंजक स्पेक्ट्रिमिकी, उच्च परिभाषीय तापीय प्रतिबिम्बन यंत्रों में प्रयुक्त क्रायोजनिक कूलर, फिजीकल वैपर डिपोजिशन टाइटेनियम नाइट्राइड कोटिंग और डुप्लेक्स कोटिंग का माइल्ड स्टील पर तुलनात्मक अध्ययन, जैसे सूचनापरक लेखों का समावेश किया गया है ।

'संकल्प तकनीकी पत्रिका' अंक -3 वर्ष 2023-24 के सभी लेखक, राजभाषा अनुभाग के कार्मिकों, संपादक मंडल एवं सुधी पाठकों को मैं बहुत-बहुत बधाई देता हूँ और 'संकल्प तकनीकी पत्रिका ' अंक 3 के सफल प्रकाशन हेतु हार्दिक शुभकामनाएं देता हूँ ।

दिनांक: 19 जनवरी, 2024

(पुनीत वाशिष्ठ)
वैज्ञानिक 'जी'

संपादकीय

यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान, देहरादून राष्ट्र की रक्षा चुनौतियों से निपटने में सक्षम प्रकाशिकी तथा विद्युत प्रकाशिकी से संबंधित विभिन्न रक्षा परियोजनाओं में कार्यरत है। हमारे वैज्ञानिकों एवं तकनीकीविदों का निरन्तर प्रयास है कि वे अपने शोध की भाषा हिंदी को बनाएँ, इसका प्रमाण यह है कि हमारे वैज्ञानिक एवं अधिकारी निरंतर विभिन्न वैज्ञानिक विषयों पर हिंदी पत्रिकाओं हेतु हिंदी में लेखन का कार्य कर रहे हैं और रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन की विभिन्न प्रयोगशालाओं द्वारा आयोजित वैज्ञानिक एवं तकनीकी हिन्दी संगोष्ठियों में अधिकांशतः अपने शोध पत्र एवं लेख हिन्दी में प्रस्तुत कर रहे हैं ।

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में दिन–प्रतिदिन की नई चुनौतियां तथा मेक इन इण्डिया अभियान भारत वासियों को अपने राष्ट्र को स्वदेशी तकनीक पर पूर्ण आत्मनिर्भर बनाने की प्रेरणा दे रही हैं। इस उद्देश्य की पूर्ति हेतु अपने वातावरण में विकसित भाषा को ज्ञान–विज्ञान की भाषा बनाकर जन साधाराण तक विज्ञान की नवीनतम जानकारियाँ पहुँचाई जा सकती हैं। 'संकल्प तकनीकी पत्रिका' के इस अंक में मुख्य युद्धक टैंक हेतु गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र का निर्माण, प्रतिबिम्ब संलयन एक विघातक प्रौद्योगिकी, प्रकाशीय यंत्रों में उपयोग होने वाले स्किमिट – पेचान प्रिज्म का परीक्षण, पर्यावरण प्रतिबल जांच, लेजर उत्प्रेरिक भंजक स्पेक्ट्रिमिकी जैसे ज्ञानवर्द्धक लेख संकलित हैं।

यह अत्यन्त गर्व का विषय है कि इस उद्देश्य की पूर्ति के लिए यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान, देहरादून इस वर्ष 'संकल्प' तकनीकी पत्रिका अंक–3 वर्ष 2023 – 24 का प्रकाशन कर रहा है। मुझे 'संकल्प तकनीकी पत्रिका' अंक –3 के लिए उपाध्यक्षीय भावों को व्यक्त करते हुए हर्ष की अनुभूति हो रही है।

मैं **'संकल्प'** तकनीकी पत्रिका अंक–3 वर्ष 2023–24 के सम्पादक मण्डल, लेखकों तथा पत्रिका प्रकाशन से जुडे सभी अधिकारियों एवं कर्मचारियों के उल्लेखनीय प्रयास की सराहना करते हुए पत्रिका के सफल प्रकाशन हेतु हार्दिक शुभकामनाएं देता हूँ ।

दिनांक 18 जनवरी 2024

(डॉ. ललित मोहन पन्त)
वैज्ञानिक–एफ, समूह निदेशक राजभाषा
उपाध्यक्ष, राजभाषा कार्यान्वयन समिति

राजभाषा अधिकारी की कलम से....

यंत्र अनुसंधान तथा विकास संस्थान की वार्षिक **'संकल्प तकनीकी पत्रिका'** अंक 3 वर्ष 2023–24 को आप सभी के सम्मुख प्रस्तुत करने में मुझे अत्यधिक प्रसन्नता एवं गर्व की अनुभूति हो रही है। अपने भावों एवं विचारों के संप्रेषण व अभिव्यक्ति को व्यक्त करने का एकमात्र माध्यम भाषा ही है, जो जन–जन को एक सूत्र में बांधने का कार्य करती है। भारत देश के जन–मानस को हृदय से जोड़ने में हिन्दी भाषा अपने मापदण्ड पर खरी उतरी है। अतएव हमारा कर्त्तव्य है कि सरकारी कार्यालय में कामकाज के लिए हिन्दी भाषा का अधिकतम प्रयोग करते हुए इसे समृद्ध व व्यापक बनाने का प्रयास किया जाए।

किसी भी संस्थान की गृह पत्रिका उसका आइना होती है। इससे संस्थान के क्रिया–कलापों की जानकारी मिलती है। इस पत्रिका में वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखों का समावेश किया गया है। यद्यपि यह संस्थान प्रमुखतः प्रकाशिकी एवं विद्युत प्रकाशिकी से संबंधित उपकरणों, प्रौद्योगिकियों तथा तकनीकों के अनुसंधान तथा विकास कार्यों में कार्यरत है। तथापि इसके कार्मिकों द्वारा वैज्ञानिक एवं तकनीकी विषयों पर हिन्दी में लेखन उल्लेखनीय कार्य है।

ज्ञानवर्द्धक वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखों से युक्त संस्थान की **'संकल्प तकनीकी पत्रिका'** अंक 3 को प्रकाशित कर राजभाषा के प्रचार–प्रसार के लिए अथक प्रयास किया गया है। मैं सम्पादक मण्डल एवं राजभाषा कार्यान्वयन से जुडे सभी साथियों का हृदय से आभार व धन्यवाद करता हूँ। पत्रिका को और अधिक उत्कृष्टता प्रदान करने के लिए सुधी पाठकों के सुझावों की प्रतीक्षा में .....

दिनांक 18 जनवरी 2024

(कृष्ण मुरारी)
तकनीकी अधिकारी –सी
नामित राजभाषा अधिकारी एवं समूह प्रमुख राजभाषा

अनुक्रमणिका

विषय	लेखक	पृष्ठ संख्या
• मिशन चंद्रयान–3: अंतरिक्ष में भारत की ऐतिहासिक सफलता	पुनीत वाशिष्ठ	11
• वेवफ्रंट कोडिंग का उपयोग करके अनकूल्ड थर्मल इमेजर का ऑप्टिकल डिजाइन	विकास दुआ	16
• लेजर आधारित एंड गेम फ्यूज का मिसाइलों में महत्व	आर्निका सोनी	20
• लेजर उत्प्रेरिक भंजन स्पेक्ट्रमिकी (लिब्स)	कमल कुमार गुलाटी	24
• फिजिकल वेपर डेपोजिशन टाइटेनियम नाइट्राइड कोटिंग और डुप्लेक्स कोटिंग का माइल्ड स्टील पर तुलनात्मक अध्ययन	मोहित कु. जायसवाल	27
• उच्च परिभाषी तापीय प्रतिबिम्बन यंत्रों में प्रयुक्त क्रायोजेनिक कूलर	अन्नु कुमारी	30
• अत्यधिक त्वरित जीवन परीक्षण तथा अत्यधिक त्वरित प्रतिबल स्क्रीनिंग	पवन कुमार सूरज	32
• प्रकाशीय यंत्रों में उपयोग होने वाले स्किमिट– पेचान प्रिज्म का परीक्षण	रितु रोहिला	37
• अवतल छोटे अगोलीय प्रकाशीय घटक की पॉलिशिंग, टूल निर्माण एवं भरण दर ऑप्टिमाईजेशन	बृजेश कुमार यादव	40
• डिजिटल भारत में साइबर सुरक्षा एवं चुनौतियाँ	सुबोध कुमार	44
• मुख्य युद्धक टैंक हेतु गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र का निर्माण	नीरज पाण्डेय	47
• प्रतिबिंब संलयन: एक विघातक प्रौद्योगिकी	शशांक जोशी	49
• ऊष्मा संचरण एवं हीट पाइप की प्रभावी तापीय चालकता का प्रायोगिक माप	चमन लाल देवांगन	52
• आदित्य एल 1 – अब सूरज की बारी	डॉ. ललित मोहन पन्त	55

मिशन चंद्रयान-3: अंतरिक्ष में भारत की ऐतिहासिक सफलता

पुनीत वाशिष्ठ

जिस देश में कभी वैज्ञानिक साइकिल और बैलगाड़ी पर रखकर रॉकेट इधर से उधर ले जाते थे, उसी देश ने आज चांद पर अपने पदार्पण करके आसमान पर कब्जा करना सीख लिया है। अंतरिक्ष की दुनिया में भारत ने एक बार फिर इतिहास रच दिया है। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन, इसरो ने अपने तीसरे चंद्र मिशन, चंद्रयान–3 को सफलतापूर्वक लॉन्च किया व सफलतापूर्वक चाँद पर सॉफ्ट लैंडिंग करने में सफलता पाई है। यह सफलता इसलिए भी अति महत्वपूर्ण है की चंद्रमा के दक्षिण ध्रुव पर सॉफ्ट लैंडिंग करने वाला भारत दुनिया का प्रथम देश बन गया है। इसके पूर्व अमरीका, जापान, इज़राइल व सोवियत रूस जैसे टेक्नोलोजी के क्षेत्र में दिग्गज देश चंद्रमा के दक्षिण ध्रुव पर सॉफ्ट लैंडिंग करने के अपने प्रयासों में असफल रहे हैं ।

चांद की सतह पर कदम रखने वाला ये हिंदुस्तान का तीसरा सबसे बड़ा मिशन है। इसे 642 टन वजनी, 43.5 मीटर ऊंचे एलवीएम3–एम4 रॉकेट से लॉन्च किया गया। यह देश का सबसे ताकतवर बाहुबली रॉकेट है जिसे फैट बाय राकेट के नाम से भी जानतें हैं। चंद्रयान–3 के पृथ्वी की कक्षा में पहुंचने के बाद लूनर ट्रांसफर ट्रेजेक्टरी में डाला गया। अपने 2148 किग्रा के प्रोपल्शन मॉड्यूल व् लैंडर मॉड्यूल के 26 किग्रा व रोवर सहित 1752 किग्रा वजन सहित इसका कुल वजन करीब 3900 किलोग्राम है। 615 करोड़ की लागत से तैयार हुआ यह मिशन करीब 45 दिन की यात्रा के बाद 23 अगस्त 2023 को सायंकाल 6 बजकर 5 मिनट पर चंद्रमा के दक्षिणी ध्रुव के पास लैंड कर चुका है। अगर दक्षिणी ध्रुव पर लैंडर की सॉफ्ट लैंडिंग के साथ ही भारत दक्षिणी ध्रुव पर पहुंचने वाला विश्व का पहला देश बन गया है । वास्तव में ये भारत के लिए एक ऐतिहासिक समय है।

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO) चंद्रयान–2 की आंशिक असफलता के 5 साल बाद चांद की जमीन पर उतरने में सफल हुआ। दरअसल, 14 जुलाई, 2023 को चंद्रयान–3 की श्रीहरिकोटा से लॉन्चिंग की गई, जिस पर पूरी दुनिया की नजर टिकी हुई थीं । इस दिन श्रीहरिकोटा के सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र से चंद्रयान–3 मिशन लॉन्च किया गया। इस मिशन के लिए इसरो ने विफलता आधारित दृष्टिकोण (Failure & Based Approach) का विकल्प चुना है। मिशन की सफलता की संभावनाओं को बढ़ाने के लिए सॉफ्टवेयर हार्डवेयर और लैंडिंग अनुक्रम में संशोधन किए गए हैं।

चंद्रयान मिशन–1 और चंद्रयान मिशन–2

- चंद्रयान–1 को 22 अक्टूबर, 2008 को लॉन्च किया गया था और इसने 28 अगस्त, 2009 तक काम किया था। इसी मिशन के दौरान चांद पर पानी होने का पता चला था। यह इसरो का बजट स्पेसशिप माना गया था।
- इसके अलावा, भारत ने चंद्रयान–2 को 22 जुलाई, 2019 को श्रीहरिकोटा रेंज से भारतीय समयानुसार दोपहर 02:43 बजे सफलतापूर्वक प्रक्षेपित किया था। जिसकी चन्द्रमा के सतह पर सफल लैंडिंग नहीं हो पाई थी लेकिन चंद्रयान –2 का आर्बिटर अभी तक काम कर रहा है।

भारत के लिए जरूरी है ये मिशन

चांद हमें पृथ्वी के क्रमिक विकास और सौर मंडल के पर्यावरण की अविश्वसनीय जानकारियां दे सकता है। वैसे तो कुछ परिपक्व मॉडल मौजूद हैं, लेकिन चंद्रमा की उत्पत्ति के बारे में और अधिक स्पष्टीकरण की आवश्यकता है। चांद की सतह को व्यापक बनाकर इसकी संरचना में बदलाव का अध्ययन करने में मदद मिलेगी। चंद्रमा की उत्पत्ति और विकास के बारे में भी कई महत्वपूर्ण सूचनाएं जुटाई जाएंगी। वहां पानी होने के सबूत तो चंद्रयान–1 ने खोज लिए थे और चंद्रयान–2 से वहां की सतह की मैपिंग हो गई थी लेकिन चंद्रयान –3 से वहां पर मौजूद जरूरी मिनरल्स का पता लगाया जा सकेगा। इसरो ने चंद्रयान–3 मिशन के लिए तीन मुख्य उद्देश्य निर्धारित किए हैं, जिनमें शामिल हैं:

- लैंडर की चंद्रमा की सतह पर सुरक्षित और सॉफ्ट लैंडिंग कराना।
- चंद्रमा पर रोवर की विचरण क्षमताओं का अवलोकन और प्रदर्शन।
- चंद्रमा की संरचना को बेहतर ढंग से समझने और उसके विज्ञान को अभ्यास में लाने के लिए चंद्रमा की सतह पर उपलब्ध रासायनिक और प्राकृतिक तत्वों, मिट्टी, पानी आदि पर वैज्ञानिक प्रयोग करना।

रोवर सतह से जमा किए गए डेटा लैंडर को भेजेगा। लैंडर के जरिए ये डेटा इसरो के अंतरिक्ष स्टेशन तक पहुंचेगा। रोवर प्रज्ञान चंद्रमा के एक दिन या पृथ्वी के हिसाब से 14 दिनों तक सक्रिय रहेगा। जबकि ऑर्बिटर आगे भी काम करता रहेगा। इसमें लगे टेरेन मैपिंग कैमरा से चांद के कई और रहस्यों का पता चल पाएगा। चंद्रयान–3 का लैंडर जहां उतरेगा उसी जगह पर यह जांचेगा कि चंद्रमा पर भूकंप आते हैं या नहीं। रोवर चंद्रमा के सतह की रासायनिक जांच करेगा कि तापमान और वातावरण में आर्द्रता है कि नहीं। इसरो का टेलीमेट्री, ट्रैकिंग एंड कमांड नेटवर्क चंद्रयान–3 के संपर्क में हैं।

दरअसल, चांद फतह कर चुके अमेरिका, रूस और चीन ने अभी तक चांद के साउथ पोल पर कदम नहीं रखा है। चांद के इस भाग के बारे में अभी बहुत जानकारी भी सामने नहीं आ पाई है। भारत के चंद्रयान–1 मिशन के दौरान साउथ पोल में बर्फ के बारे में पता चला था। तभी से चांद के इस हिस्से के प्रति दुनिया के देशों की रुचि जगी है। इसरो के अनुसार चंद्रयान–3 चांद के दक्षिणी ध्रुव क्षेत्र में उतरा है जहां अभी तक कोई देश नहीं पहुंचा है। ऐसे में भारत मिशन मून के जरिए दूसरे देशों पर बढ़त हासिल कर ली है। चंद्रयान–3 के जरिए भारत एक ऐसे अनमोल खजाने की खोज कर सकता है जिससे अगले करीब 500 साल तक इंसानी ऊर्जा जरूरतों को पूरा किया जा सकता है । चांद से मिलने वाली यह ऊर्जा ने केवल सुरक्षित होगी बल्कि तेल, कोयले और परमाणु कचरे से होने वाले प्रदूषण से मुक्त होगी। स्पेक्टोमीटर (एपीएक्सएस) की मदद से सात धातुओं की खोज का भी प्रयास रहेगा। इनमें मैग्नीशियम, सिलिकॉन, पोटेशियम, कैल्शियम, टाइटेनियम, आयरन तथा एलुमिनियम शामिल है। इसके पीछे मकसद यह देखना है कि क्या वहां ऐसी धातुएं हैं, जो इंसानी जीवन के लिए महत्वपूर्ण हैं। इससे चंद्रमा की संरचना को समझने में भी मदद मिलेगी।

मिशन चंद्रयान–3 में भारत के लिए चुनौतियां भी कम नहीं थीं। भारत दूसरी बार चांद की सतह पर सॉफ्ट लैंडिंग कर पाने में सफल हुआ । चांद पर सफल लैंडिंग करते ही भारत ऐसा करने वाले अमेरिका, रूस और चीन के साथ चौथा देश हो गया। कुल मिलाकर चंद्रयान 3 मिशन की सफलता भारत के लिए बहुत महत्वपूर्ण है साथ ही यह मिशन भविष्य में अंतरिक्ष शोध की नई संभावनाओं को भी जन्म देगा।

चंद्रयान–3 में कुल सात वैज्ञानिक पेलोड है, इनमें चार लेंडर के दो रोवर में तथा एक प्रोपल्शन माड्यूल में लगाए गए हैं। लैंडर का वजन 1,752 किलोग्राम है तथा इसमें चार वैज्ञानिक पे लोड शामिल किए गए है। इसमें एक पे लोड चंद्रमा के ध्रुवीय क्षेत्र में चंद्र सतह के तापीय गुणों को मापेगा, जबकि एक अन्य उपकरण की मदद से चंद्रमा पर भूकंपीय गतिविधियों का आकलन होगा। तीसरे उपकरण लैंग्मुइर प्रोब (एलपी) के जरिए चंद्रमा पर प्लाज़्मा घनत्व तथा इसकी विविधता का आकलन किया जाएगा। चौथा उपकरण, चंद्र सतह पर परिवेश का पता लगाएगा। रोवर में भी दो उपकरण या पेलोड लगे हैं, जो चांद पर मौजूद सतह की विस्तृत पड़ताल करेंगे। चंद्रयान–3 लैंडर मॉड्यूल और रोवर पर नियोजित वैज्ञानिक नीतभार के उद्देश्य निम्न हैं:

क्र.सं.	लैंडर नीतभार	उद्देश्य	
1.	मून बाउंड हाइपरसेंसिटिव आयनोस्फीयर और एटमॉस्फियर (रंभा) की रेडियो एनाटॉमी	लैंगमुइर जांच (एलपी)	निकट सतह प्लाज्मा (आयन और इलेक्ट्रॉन) घनत्व और समय के साथ इसके परिवर्तन को मापने के लिए
2.	चंद्रा का सरफेस थर्मो फिजिकल एक्सपेरिमेंट (चास्टे)	ध्रुवीय क्षेत्र के निकट चंद्र सतह के तापीय गुणों का मापन करना।	
3.	चंद्र भूकंपीय गतिविधि के लिए साधन (आईएलएसए)	लैंडिंग साइट के आसपास भूकंपीयता को मापने और चंद्र क्रस्ट और मेंटल की संरचना को चित्रित करने के लिए।	
4.	लेजर रिट्रोरिफ्लेक्टर ऐरे (एलआरए)	यह चंद्र प्रणाली की गतिकी को समझने के लिए एक परक्रिय प्रयोग है।	

क्र.सं.	रोवर नीतभार	उद्देश्य
1.	लेजर प्रेरित ब्रेकडाउन स्पेक्ट्रोस्कोप (एलआईबीएस)	गुणात्मक और मात्रात्मक तात्विक विश्लेषण और चंद्र–सतह की हमारी समझ को आगे बढ़ाने के लिए रासायनिक संरचना और खनिज संरचना का अनुमान लगाना।
2.	अल्फा कण एक्स–रे स्पेक्ट्रोमीटर (एपीएक्सएस)	मौलिक संरचना (एमजी, अल, सी, के, सीए, टीआई, फे) निर्धारित करना।

क्र.सं.	प्रणोदन मॉड्यूल नीतभार	उद्देश्य
1.	निवास योग्य ग्रहपृथ्वी (शेप) की स्पेक्ट्रो–ध्रुरुवीयमिति	परावर्तित प्रकाश में छोटे ग्रहों की भविष्य की खोजों से हमें विभिन्न प्रकार के एक्सो –प्लैनेट्स की जांच करने की अनुमति मिलेगी जो कि निवासयोग्य (या जीवन की उपस्थिति के लिए) योग्य होंगे।

चंद्रयान–3 मिशनः "विफलता आधारित दृष्टिकोण" पर आधारित

इस मिशन को सफल बनाने के लिए इसरो ने कड़ी मेहनत की और इस बार खास बात यह है कि इसरो ने 'विफलता आधारित दृष्टिकोण' का विकल्प चुना है, ताकि कुछ गड़बड़ी होने के बावजूद भी रोवर चंद्रमा पर सफलतापूर्वक उतर सके। इसरो ने सफलता सुनिश्चित करने के लिए चंद्रयान–3 के लिए विफलता–आधारित दृष्टिकोण डिजाइन को अपनाया है। मिशन की सफलता की संभावनाओं को बढ़ाने के लिए सॉफ्टवेयर, हार्डवेयर और लैंडिंग अनुक्रम में संशोधन किए गए हैं।

दरअसल, विफलता–आधारित दृष्टिकोण डिजाइन में संभावित विफलताओं का पूर्वानुमान लगाया जाता है और उन्हें कम करने के लिए उपाय कर लिए जाते हैं। इस दृष्टिकोण को अपनाकर, इसरो ने अपने लक्षित मिशन में कुछ सुधार किए हैं और इस मिशन को सफल बनाने की संभावना को बढ़ाने की कोशिश की है। हालांकि, इस पद्धति में समय लगता है, क्योंकि इसकी तैयारी सुनिश्चित करने के लिए मिशन के महत्वपूर्ण घटकों, मापदंडों और संभावित विविधताओं का गहन मूल्यांकन करना होता है।

चंद्रयान–2 मिशन से अलग दृष्टिकोण

चंद्रयान–3 मिशन , चंद्रयान –2 से कई मायनों में भिन्न है। संक्षेप में अगर सर्वेक्षण किया जाए कि चंद्रयान –2 में क्या समस्या थी, तो यह कहना आसान है कि पैरामीटर भिन्नता या फैलाव को संभालने की क्षमता बहुत सीमित थी, इसलिए इस बार इसरो ने इसे और विस्तारित किया है। यह भी देखने की कोशिश की है कि वो कौन–सी चीजें हैं, जो गलत हो सकती हैं। इसलिए, चंद्रयान –2 के सफलता–आधारित दृष्टिकोण डिजाइन के बजाय, चंद्रयान –3 के लिए विफलता–आधारित दृष्टिकोण डिजाइन को चुना गया है। इसमें यह पता चल जाएगा की विफलता के क्या कारण हो सकते हैं और इसे कैसे सुरक्षित रखा जाए।

इस मिशन को सफल बनाने के लिए कई तकनीकी बदलाव किए गए हैं। चंद्रयान–2 का विक्रम लैंडर जब चंद्रमा की सतह पर 500x500 मीटर लैंडिंग स्पॉट की ओर बढ़ रहा था, तब वह निम् कारणों से असफल हुआ था–

- चंद्रयान–2 के विक्रम लैंडर के पांच इंजन थे, जिनका इस्तेमाल उसके वेग को कम करने के लिए किया जाता है। इन इंजनों ने उड़ाने के बाद अपेक्षा से ज्यादा बल पैदा कर दिया, जिसके कारण बहुत–सी परेशानियां बढ़ने लगीं।
- अंतरिक्ष यान को उतरते समय तेजी से मुड़ना था, लेकिन जैसे ही उसने मुड़ना शुरू किया, उसकी गति सीमित हो गई।
- चंद्रयान–2 के फेल होने का तीसरा कारण छोटी लैंडिंग साइट बताई गई थी। दरअसल, अंतरिक्ष यान को उतारने के लिए 500 मीटर • 500 मीटर की छोटी लैंडिंग साइट थी, लेकिन चांद की जमीन उबड–खाबड थी। यान अपना वेग बढ़ाकर वहां पहुंचने की कोशिश कर रहा था। यह सतह के लगभग करीब था और लगातार वेग बढ़ा रहा था।
- चांद की सतह पर बड़े गड्ढों और लंबे समय तक अंधेरे वाले क्षेत्रों के साथ, चंद्रमा के दक्षिणी ध्रुव के पास लैंडिंग साइट के चयन ने लैंडिंग ऑपरेशन में और भी ज्यादा जटिल बना दिया था।
- इन सभी कमियों से सीख लेते हुए इसरो ने चंद्रयान – ३ में अनेक बदलाव किए व सफलता पूर्वक चाँद पर भारत का ध्वज फहरा दिया।

- चंद्रयान–3 की लैंडिंग साइट को 500 मीटर x 500 मीटर से बढ़ाकर 2.5 x 4.0 किलोमीटर कर दिया गया, जिससे यह कहीं भी उतर पाए। साथ ही चंद्रयान–3 में ईंधन भी अधिक है, जिससे इसके लिए यात्रा करने या पथ–विचलन को संभालने या वैकल्पिक लैंडिंग स्थल पर जाने की अधिक क्षमता होगी।

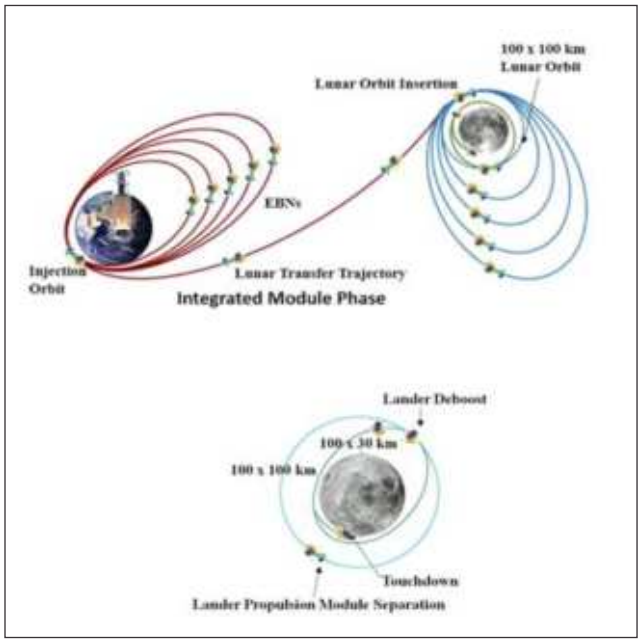
अंतरिक्ष यान को लॉन्च वाहन मार्क–III का उपयोग करके लॉन्च किया गया है। यह मिशन चंद्रयान–2 की अगली कड़ी है, जिसका प्राथमिक ध्यान चंद्रमा की सतह पर सुरक्षित लैंडिंग और अन्वेषण गतिविधियों को अंजाम देने की भारत की क्षमता को प्रदर्शित करने पर है। चंद्रयान–3 में रोवर है, जो चंद्रयान–2 में नहीं थी। इसके अलावा, चंद्रयान–3 स्पेक्ट्रो–पोलरिमेट्री ऑफ हैबिटेबल प्लैनेट अर्थ (SHAPE) नाम का एक पेलोड ले जाएगा, जो चंद्रमा की सतह का अध्ययन करेगा। साथ ही, चंद्रयान–3 का न तो प्रक्षेप पथ बदलेगा, न ही इसरो के साथ इसका संपर्क टूटेगा।

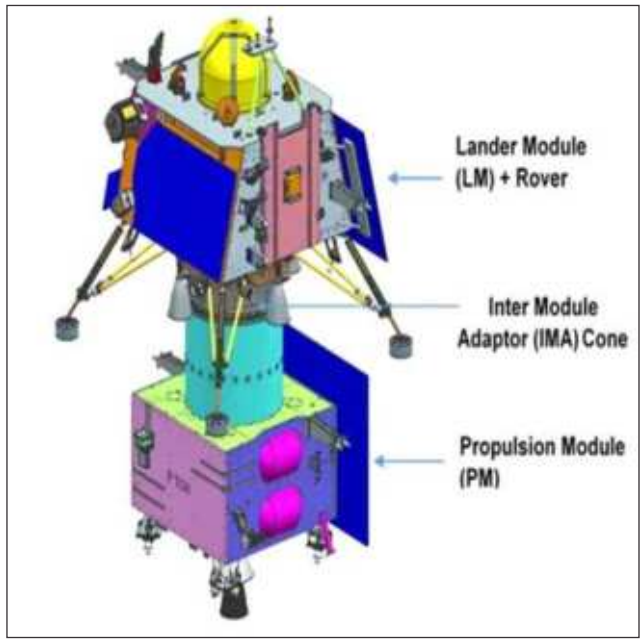
चंद्रयान–3 की बनावट:

प्रोपल्शन मॉड्यूल – इसका प्रोपल्शन मॉड्यूल, संचार रिले उपग्रह की तरह व्यवहार करेगा। प्रोपल्शन मॉड्यूल, लैंडर और रोवर युक्त ढांचे को तब तक अंतरिक्ष में धकेलता रहेगा जब तक कि अंतरिक्ष यान 100 किमी ऊंचाई वाली चंद्र कक्षा में न पहुँच जाए। प्रोपल्शन मॉड्यूल, लैंडर के अलावा, चंद्र कक्षा से पृथ्वी के वर्णक्रमीय (स्पेक्ट्रल) और पोलारिमेट्रिक माप का अध्ययन करने के लिए SHAPE (Spectro & polarimetry of Habitable Planet Earth) नामक एक पेलोड भी ले जा रहा है।

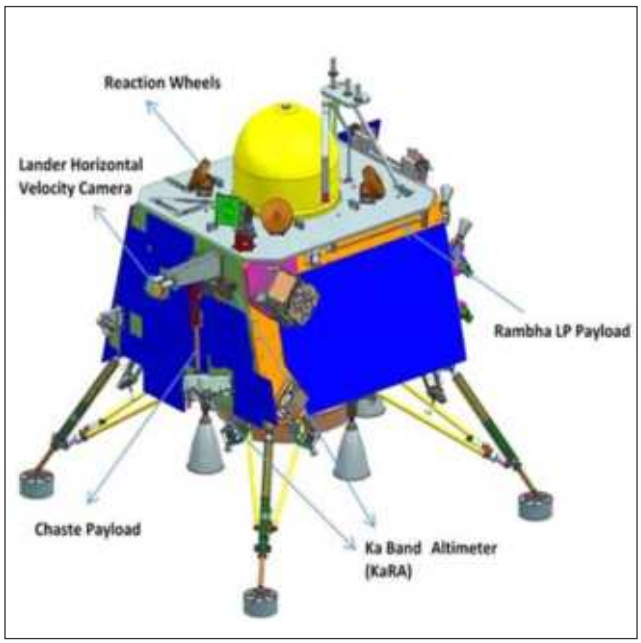
लैंडर – चंद्रयान–2 के विक्रम के विपरीत, जिसमें पांच 800 न्यूटन इंजन थे और पांचवां एक निश्चित थ्रस्ट के साथ केंद्रीय रूप से लगाया गया था। चंद्रयान–3 के लैंडर में केवल चार थ्रॉटल–सक्षम इंजन होंगे, इसके अतिरिक्त, चंद्रयान–3 लैंडर लेजर डॉपलर वेलोसीमीटर (एलडीवी) से लैस होगा। चंद्रयान–2 की तुलना में इम्पैक्ट लेग्स को मजबूत बनाया गया है और उपकरण की खराबी का सामना करने के लिए एक से अधिक उपाय किए गए हैं। लैंडर पर तापीय चालकता और तापमान को मापने के लिए Chandra's Surface Thermophysical Experiment (ChaSTE, चेस्ट), लैंडिंग साइट के आसपास भूकंपीयता को मापने के लिए Instrument for Lunar Seismic Activity (ILSA) व प्लाज्मा घनत्व और इसकी विविधताओं का अनुमान लगाने के लिए Langmuir Probe (LP) नामक भारतीय पेलोड शामिल हैं। इसके अतिरिक्त नासा से एक निष्क्रिय लेजर रिट्रोरिफ्लेक्टर ऐरे को चंद्र लेजर रेंजिंग अध्ययनों के लिए इसमें समायोजित किया गया है। लगाने के लिए Langmuir Probe (LP) नामक भारतीय पेलोड शामिल हैं। इसके अतिरिक्त नासा से एक निष्क्रिय लेजर रिट्रोरिफ्लेक्टर को चंद्र लेजर रेंजिंग अध्ययनों के लिए इसमें समायोजित किया गया है।

रोवर – प्रज्ञान रोवर लैंडिंग साइट के आसपास तत्व संरचना का पता लगाने के लिए अल्फा पार्टिकल एक्स–रे

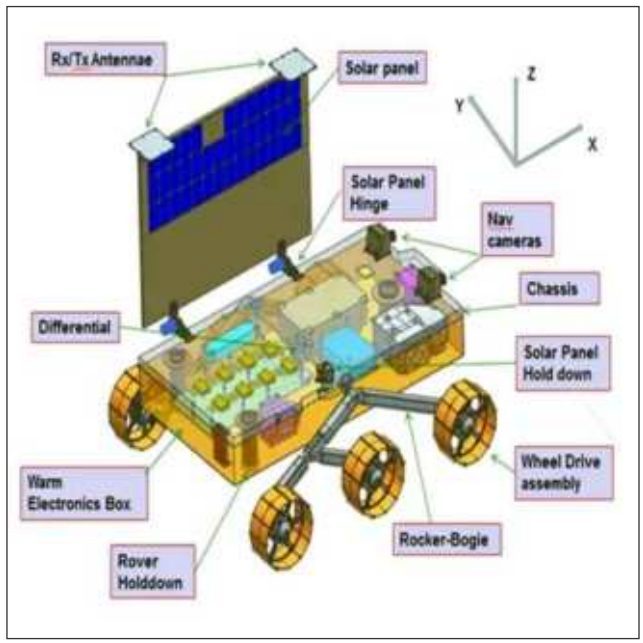




चंद्रयान – 3 का पथ निर्देशन व् लैंडर, रोवर व् प्रोपल्शन मॉड्यूल सहित चंद्रयान – 3



चंद्रयान –3 का लैंडर मॉड्यूल



चंद्रयान – 3 का रोवर मॉड्यूल

स्पेक्ट्रोमीटर (APXS) और लेजर प्रेरित ब्रेकडाउन स्पेक्ट्रोस्कोप (LIBS) नामक पेलोड से युक्त है। भारतीय पेलोड शामिल हैं। इसके अतिरिक्त नासा से एक निष्क्रिय लेजर रिट्रोरिफ्लेक्टर ऐरे को चंद्र लेजर रेंजिंग अध्ययनों के लिए इसमें समायोजित किया गया है।

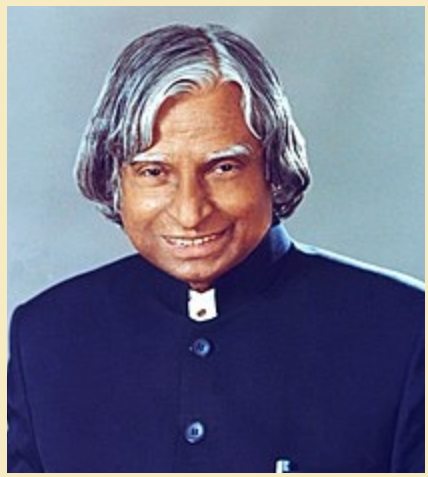
इसरो ने चंद्रयान–3 के शुरुआती बजट के लिए 600 करोड़ रुपए की उम्मीद की थी, लेकिन यह मिशन 615 करोड़ रुपए में पूरा हुआ है। गौरतलब है कि चंद्रयान मिशन–2 की तुलना में चंद्रयान मिशन–3 का खर्च कम रहा है। इतनी कम लागत में यह कठिन लक्ष्य प्राप्त करने वाला भारत पहला देश है। सभी देशवासी इसरो की इस वैज्ञानिक उपलब्धि पर गौरवान्वित हैं व भविष्य में इससे भी अधिक सफलता की कामना करते हैं ।

सुविचार

युवाओं को मेरा संदेश है कि कुछ अलग तरीके से सोचें,
कुछ नया करने का प्रयत्न करें,
हमेशा अपना रास्ता खुद बनाएँ
और असंभव को हासिल करें।

•

अपने मिशन में कामयाब होने के लिए,
आपको अपने लक्ष्य के प्रति एकचित्त
निष्ठावान होना पड़ेगा।



– डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम

वेवफ्रंट कोडिंग का उपयोग करके अनकूल्ड थर्मल इमेजर का ऑप्टिकल डिजाइन

विकास दुआ

अमूर्तः इस पेपर में, वेवफ्रंट कोडिंग का उपयोग करके अनकूल्ड थर्मल इमेजर का ऑप्टिकल डिजाइन प्रस्तुत किया गया है। कुछ अनुप्रयोगों में कम लागत और कम वजन वाले थर्मल इमेजर्स विकसित करने की आवश्यकता होती है। माना जाता है कि ये थर्मल इमेजर्स एक विस्तृत तापमान रेंज में काम करते हैं। चूंकि आईआर रेंज में ऑप्टिकल सामग्री का डीएन/डीटी (dn/dt) बड़ा है, इसलिए आईआर ऑप्टिकल सिस्टम का प्रदर्शन काफी हद तक पर्यावरणीय तापमान पर निर्भर है। इन प्रणालियों का मुख्य थर्मल प्रभाव फोकस शिफ्ट है, इसलिए विस्तृत तापमान सीमा यानी एथर्मलाइज्ड डिजाइन पर निरंतर फोकस बनाए रखना आवश्यक हो जाता है। आईआर ऑप्टिकल सिस्टम के एथर्मलाइजेशन को प्राप्त करने के लिए कई तकनीकों की सूचना दी गई है, जैसे यांत्रिक रूप से सक्रिय, निष्क्रिय और ऑप्टिकली निष्क्रिय इत्यादि। हमने थर्मल डिफोकस को नियंत्रित करने के लिए वेवफ्रंट कोडिंग तकनीक का उपयोग किया है। इसमें सिस्टम के पुतली तल (pupil plane) पर रखी गई एक विशेष रूप से डिजाइन की गई क्यूबिक फेज प्लेट (cubic phase plate) शामिल है। फेज प्लेट द्वारा बनाई गई धुंधली छवि (blurred image) को डिजिटल इमेज प्रोसेसिंग की मदद से बहाल किया जाएगा।

एफ–नंबर (F#) 1.2 ऑप्टिक्स को 17 माइक्रोन पिच अनकूल्ड माइक्रोबोलोमीटर डिटेक्टर (8 से 12 माइक्रोन तक वर्णक्रमीय प्रतिक्रिया) के साथ 640 X 480 सरणी के लिए विस्तृत तापमान सीमा–20 डिग्री से 50 डिग्री सेल्सियस के लिए डिजाइन किया गया है ।

मुख्य शब्दः ऑप्टिकल डिजाइन, अनकूल्ड थर्मल इमेजर, वेवफ्रंट कोडिंग

1. परिचय

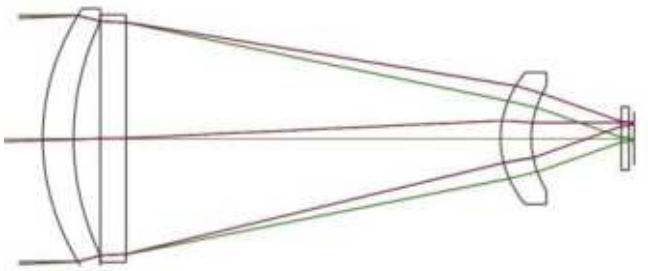
अनकूल्ड थर्मल कैमरा वह होता है जिसमें इमेजिंग सेंसर को क्रायोजेनिक कूलिंग की आवश्यकता नहीं होती है, डिटेक्टर का डिजाइन माइक्रोबोलोमीटर पर आधारित है। वेवफ्रंट कोडेड सिस्टम में ऑप्टिक्स पॉइंट स्प्रेड फंक्शन (PSF) को इस तरह से संशोधित करता है कि ऑप्टिक्स द्वारा बनाई गई छवि खराब हो जाती है और धुंधली दिखाई देती है। हालाँकि, ये धुंधलापन छवि की पूरी गहराई तक स्थिर (constant) रहता है। पॉइंट स्प्रेड फंक्शन का फूरियर रूपांतरण (FT) ऑप्टिकल ट्रांसफर फंक्शन (OTF) उत्पन्न करता है। एक पारंपरिक प्रणाली का मॉड्यूलस ट्रांसफर फंक्शन (MTF) डिफोकस और तापमान परिवर्तन के साथ नाटकीय रूप से बदलता है। लेकिन वेवफ्रंट कोडित प्रणाली का मॉड्यूलस ट्रांसफर फंक्शन (MTF) डिफोकस और तापमान परिवर्तन के साथ लगभग स्थिर रहता है। इसके अलावा, इसमें शून्य का कोई क्षेत्र नहीं है। इसके अलावा, ये सिस्टम विशेष रूप से डिजाइन किए गए फेज मास्क के उपयोग के साथ क्षेत्र की गहराई (डीओएफ D-O-F) को बढ़ाते हैं। डिजिटल इमेज प्रोसेसिंग प्राप्त पॉइंट स्प्रेड फंक्शन (PSF) विशेषताओं का विश्लेषण करती है और अंतिम तीक्ष्ण और स्पष्ट छवि प्राप्त करने के लिए जटिल एल्गोरिदम का उपयोग करती है। इस संयुक्त रूप से अनुकूलित ऑप्टिकल और डिजिटल सिस्टम को वेवफ्रंट कोडिंग सिस्टम कहा जाता है। वेवफ्रंट कोडित डिजाइन का उपयोग अनुकूलित क्यूबिक फेज मास्क के साथ ऑप्टिकल सिस्टम को एथर्मलाइज (Athermalize) करने के लिए किया जाएगा।

2. ऑप्टिकल डिजाइन और लेआउट

डिजाइन किया गया ऑप्टिक्स 17 mm पिक्सेल पिच के साथ 640x480 सरणी वाले अनकूल्ड माइक्रोबोलोमीटर डिटेक्टर के लिए है। प्रभावी फोकल लंबाई (EFL) 75 मिमी है, जो 8 डिग्री X 6 डिग्री के दृश्य क्षेत्र को कवर करती है और एफ–नंबर (F#) 1.2 के लिए डिजाइन है।

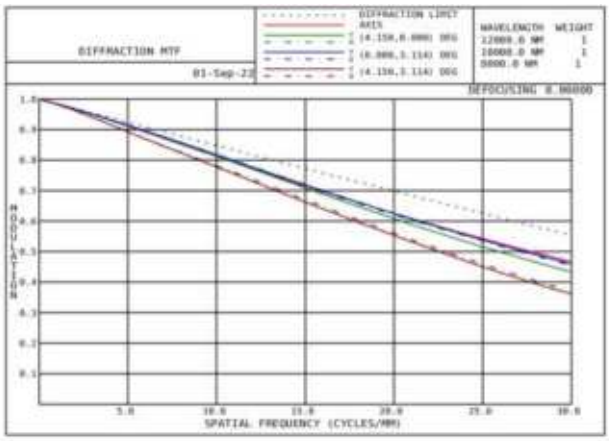
इस डिजाइन में कई कॉन्फिगरेशन और सामग्रियों के संयोजन के पक्षों और विपक्षों पर विचार करने के बाद, दो लेंस तत्वों से युक्त एक प्रणाली डिजाइन की गई है। गोलाकार विपथन (Spherical Aberration) को कम करने

और अन्य विपथन को संतुलित करने के लिए एक एस्फेरिक (Ashperic) सतह का उपयोग किया गया है। छवि तल तक डिजाइन किए गए प्रकाशिकी की कुल लंबाई लगभग 115 मिमी है। एपर्चर स्टॉप को पहले लेंस के बाद संदर्भ के लिए उपयोग की जाने वाली प्लेट की पहली सतह पर रखा गया था। जर्मेनियम सामग्री (Germanium material) को डिजाइन में उपयोग किया गया था। कोडवी (Code V) ऑप्टिकल डिजाइन सॉफ्टवेयर का उपयोग करके डिजाइन तैयार किया गया है। डिजाइन किए गए सिस्टम का ऑप्टिकल लेआउट क्रमशः चित्र 1 में दिखाया गया है।



चित्र 1: ऑप्टिकल लेआउट

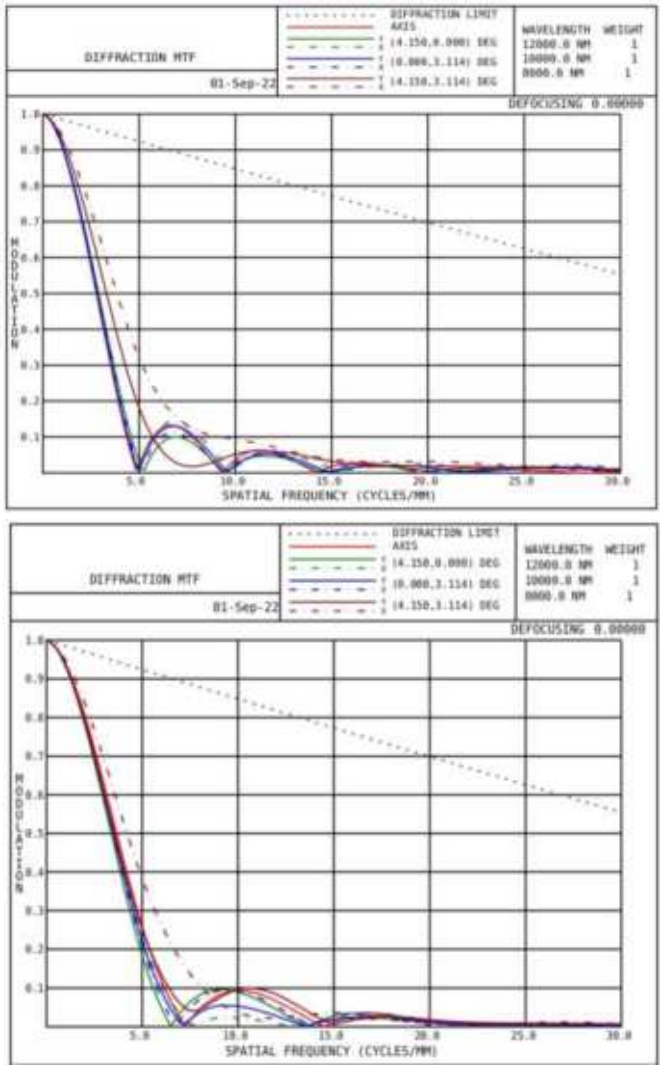
सिस्टम को 20°C के ऑपरेटिंग तापमान के लिए डिजाइन किया गया था। नीचे दिया गया चित्र 2: 20°C पर डिजाइन किए गए सिस्टम का MTF प्लॉट दिखाता है:



चित्र 2: 20°C पर एमटीएफ प्लॉट

डिजाइन किए गए सिस्टम के प्रदर्शन का विश्लेषण विभिन्न तापमानों पर किया गया। नीचे दिया गया चित्र 3 क्रमशः –20°C और 50°C पर डिजाइन किए गए सिस्टम के MTF प्लॉट दिखाता है।

दिखाए गए एमटीएफ प्लॉट से यह स्पष्ट है कि सिस्टम सभी तापमान मूल्यों पर समान प्रदर्शन नहीं करता



चित्र 3: –20°C और 50°C पर MTF प्लॉट

है। जैसे ही सिस्टम डिजाइन किए गए तापमान से विचलित होता है, प्रदर्शन गंभीर रूप से खराब हो जाता है।

वेवफ्रंट कोडित डिजाइन में पहले लेंस के बाद पेश की गई फेज प्लेट (Phase plate) होती है जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है को पुतली (pupil) पर रखा गया है। फेज प्लेट आने वाली तरंगफ्रंट (wavefront) को इस तरह से संशोधित करती है कि पीएसएफ (PSF) डिफोकस के प्रति असंवेदनशील है। लेकिन यह उत्पन्न पीएसएफ ऊपर चर्चा की गई पारंपरिक इमेजिंग प्रणाली के समान नहीं है। प्राप्त एमटीएफ (MTF) में नाइक्विस्ट आवृत्ति (Nyquist frequency) के भीतर शून्य मान का कोई क्षेत्र नहीं है ।

हमारे डिजाइन में, हमने एक क्यूबिक फेज प्लेट (cubic phase plate) का उपयोग किया है और इसे दर्शाया गया है

$$E_i(x, y) = \propto (x^3+y^3).$$

जहाँ (x,y) एपर्चर स्टॉप के सामान्यीकृत निर्देशांक हैं। सभी क्षेत्रों में एक स्थिर एमटीएफ और स्पॉट आरेख प्राप्त करने के लिए प्रत्येक अनुकूलन के बाद डिजाइन का विश्लेषण किया जाता है। परिणामी पीएसएफ की भी जांच की जाती है ताकि इन–फोकस और आउट–ऑफ–फोकस पीएसएफ में समान धुंधली विशेषताएं हों। पीएसएफ का उपयोग डिजिटल इमेज प्रोसेसिंग के माध्यम से स्पष्ट और अंतिम तीक्ष्ण छवि प्राप्त करने के लिए किया जाएगा।

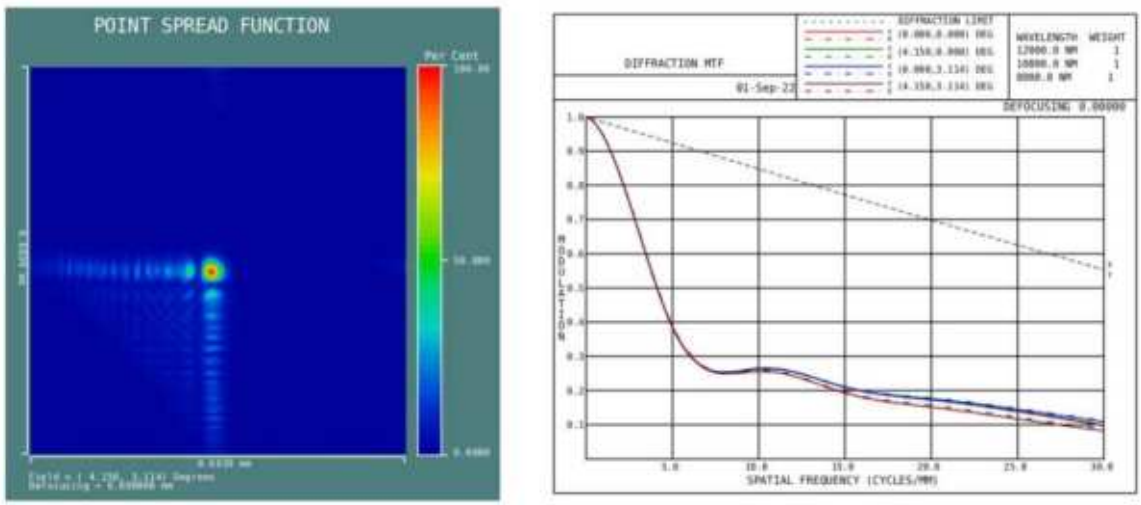
नीचे दिया गया चित्र 4: 20°C पर क्यूबिक फेज प्लेट के साथ डिजाइन किए गए सिस्टम का पीएसएफ (PSF) और एमटीएफ (MTF) प्लॉट दिखाता है:

क्यूबिक फेज प्लेट के प्रभाव को देखने के लिए डिजाइन किए गए सिस्टम के प्रदर्शन का अलग–अलग तापमान पर फिर से विश्लेषण किया गया। नीचे दिया गया चित्र 5 और 6 क्रमशः –20°C और 50°C पर डिजाइन किए गए सिस्टम के पीएसएफ और एमटीएफ प्लॉट दिखाता है।

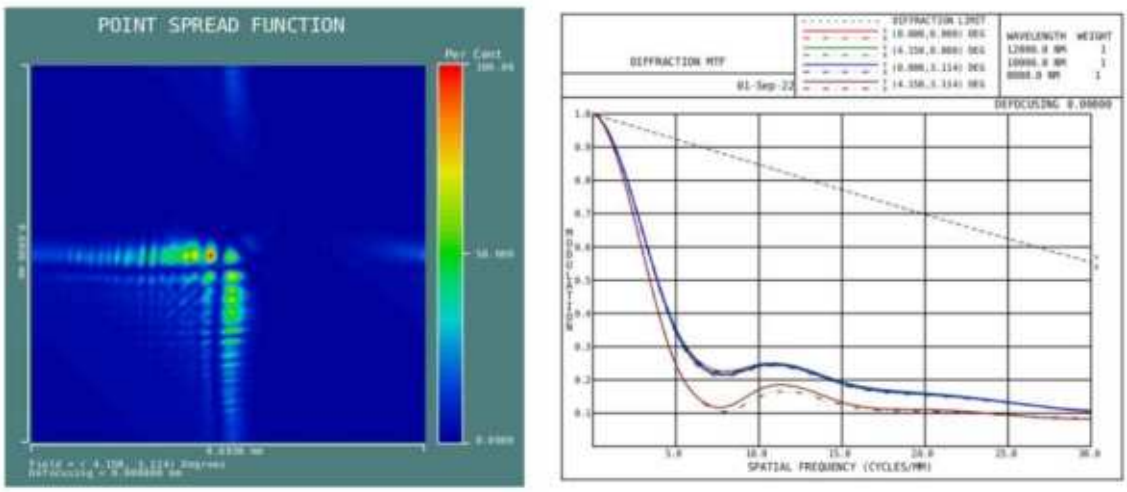
दिखाए गए पीएसएफ और एमटीएफ प्लॉट से यह स्पष्ट है कि क्यूबिक फेज प्लेट के साथ डिजाइन किया गया सिस्टम –20°C से 50°C तक सभी तापमान पर लगभग समान प्रदर्शन करता है। सिस्टम के डिजाइन किए गए तापमान से विचलन होने पर प्रदर्शन खराब नहीं होता है।

3. निष्कर्ष

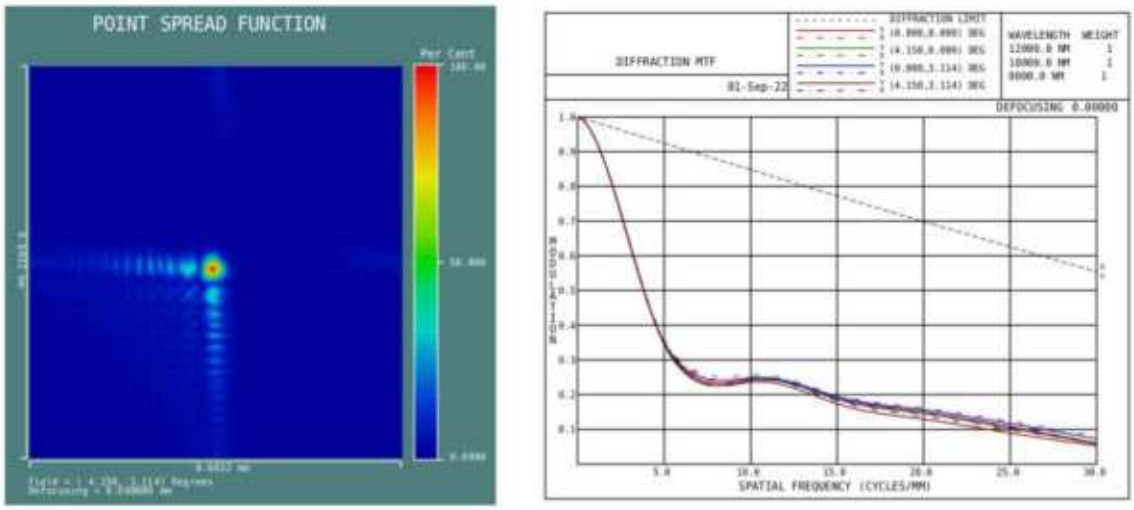
इस पेपर में, F# नंबर 1.2 के लिए डिजाइन



चित्र 4: 20°C पर क्यूबिक फेज प्लेट के साथ डिजाइन किए गए सिस्टम का पीएसएफ और एमटीएफ प्लॉट



चित्र 5: 20°C पर क्यूबिक फेज प्लेट के साथ डिजाइन किए गए सिस्टम का पीएसएफ और एमटीएफ प्लॉट



चित्र 6: 50°C पर क्यूबिक फेज प्लेट के साथ डिजाइन किए गए सिस्टम का पीएसएफ और एमटीएफ प्लॉट।

ऑप्टिक्स जो की 17 माइक्रोन पिच अनकूल्ड माइक्रोबोलोमीटर डिटेक्टर (8 से 12 माइक्रोन तक वर्णक्रमीय प्रतिक्रिया) के साथ 640 X 480 सरणी के लिए विस्तृत तापमान सीमा –20°C से 50°C के लिए डिजाइन पर चर्चा की गई। क्यूबिक फेज प्लेट के बिना डिजाइन ने संदर्भ तापमान (20°C) पर विवर्तन सीमित प्रदर्शन दिखाया (Diffraction limited) लेकिन सिस्टम सभी तापमान मूल्यों पर समान प्रदर्शन नहीं करता है। जैसे ही सिस्टम डिजाइन किए गए संदर्भ तापमान से विचलित होता है, प्रदर्शन गंभीर रूप से खराब हो जाता है। क्यूबिक फेज प्लेट के साथ डिजाइन किया गया सिस्टम –20°C से 50°C तक सभी तापमानों पर लगभग समान प्रदर्शन करता है। इस लेंस के आउटपुट यानी कच्ची छवि (raw image) को इमेज प्रोसेसिंग के माध्यम से संसाधित किया जाएगा जिसकी कुंजी लेंस सिस्टम के पीएसएफ पर आधारित होगी। पोस्ट प्रोसेसिंग के बाद छवि पारंपरिक लेंस प्रणाली की तरह मूल छवि के समान होगी।

सुविचार

उठो, जागो और तब तक मत रुको जब तक लक्ष्य की प्राप्ति ना हो जाए।

•

तुम्हें कोई पढ़ा नहीं सकता, कोई आध्यात्मिक नहीं बना सकता। तुमको सब कुछ खुद अंदर से सीखना है। आत्मा से अच्छा कोई शिक्षक नहीं है।

– स्वामी विवेकानन्द

लेजर आधारित एंड गेम फ्यूज का मिसाइलों में महत्व

आर्निका सोनी

सारांशः आधुनिक समय में युद्ध प्रणालियाँ परम्परागत तरीकों से हटकर नयी व उन्नत तकनीकों के समन्वय से विकसित की जा रही हैं। समूचा विश्व युद्ध प्रणालियों के विकास के लिए आधुनिक तकनीकों की ओर बढ़ रहा है। इसी क्रम अनेक देशों में अन्य युद्ध प्रणालियों के साथ–साथ विभिन्न प्रकार की मिसाइलों का विकास किया जा रहा है, जो भिन्न–भिन्न तकनीकों व विलक्षणों (Characteristics) पर आधारित हैं। किंतु सभी युद्ध प्रणालियों के विकास का मूल उद्देश्य सटीकता व शत्रु को अधिकतम क्षति पहुँचाना ही होता है।

मिसाइलों के संदर्भ में, किसी लक्ष्य को अधिकतम क्षति तब पहुँचती है जब वॉरहेड का विस्फोट उस लक्ष्य से एक इष्टतम (Optimum) दूरी पर किया जाए। यह इष्टतम दूरी लक्ष्य तथा वॉरहेड के अभिलक्षणों पर निर्भर करती है।

समीपता (Proximity) फ्यूज एक ऐसा उपकरण है जो लक्ष्य की समीपता का पता लगाकर वॉरहेड को इष्टतम दूरी पर विस्फोट करता है। यह परिदृश्य मिसाइलों के परिप्रेक्ष्य में और अधिक जटिल हो जाता है, मुख्य रुप से हवाई लक्ष्यों के लिए, जहाँ लक्ष्य की गतिशीलता (Maneuverability) बहुत अधिक होती है। मिसाइल और लक्ष्य की जटिल गातिकी (Complex Kinematics) के कारण लक्ष्य को प्रत्यक्ष संघात (Direct impact) से नष्ट करना लगभग असम्भव होता है। ऐसी स्थिति में लक्ष्य को मिसाइल के समीपता में खोजने तथा वॉरहेड को एक उचित दूरी पर विस्फोट करने में प्रॉक्सिमिटी फ्यूज एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, ताकि लक्ष्य को मार गिराने की सम्भावना अधिकतम हो। आधुनिक मिसाइलों के लिए लेजर प्रॉक्सिमिटी फ्यूज एक अति महत्वपूर्ण उपकरण है क्योंकि लेजर के द्वारा परास मापन अधिक परिशुद्धता के साथ किया जा सकता है तथा इसे प्रत्युपाय (Counter measure) में बाधित नहीं किया जा सकता है।

एंड गेम एल्गोरिद्म का प्रयोग लेजर प्रॉक्सिमिटी फ्यूज (LPF) को स्मार्ट फ्यूज में बदल देता है क्योंकि यह लक्ष्य तथा मिसाइल की सापेक्ष गतिकी (Relative kinematics) और लक्ष्य की स्थिति के आधार पर निर्णय लेता है। इस प्रकार लेजर आधारित एंड गेम फ्यूज लक्ष्य को उसकी गतिशीलता की सभी स्थितियों में मार गिराने में सक्षम होता है।

परिचयः द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान ब्रिटेन और अमेरिका के वैज्ञानिकों नें रेडियो आवृत्ति पर आधारित प्रॉक्सिमिटी फ्यूज (RPF) का विकास किया। ये फ्यूज वैक्यूम ट्यूब आधारित इलेक्ट्रॉनिकी का प्रयोग करके तोप अनुप्रयोगों के लिये अभिकल्पित किए गये थे।

भारत में सन् 1966–1975 के दौरान रेडियो प्रॉक्सिमिटी फ्यूज पर कार्य आरम्भ हुआ जिसे 25 pound स्मोक शेल के साथ PXE चांदीपुर में सफलतापूर्वक प्रदर्शित किया गया। इसके बाद के वर्षों में RPF की तकनीक इसके अनेक प्रकारों के साथ परिपक्व होती गयी तथा वर्तमान समय में कई क्षेत्रों में प्रयोग में लाई जाती है। हालांकि पार्श्व लोब (Side lobe) तथा ग्लिंट नॉइस प्रभाव के कारण रेडियो आवृत्तियों की कुछ सीमाएँ भी हैं।

अर्धचालक (Semiconductor) लेजर डायोड, एवलांच फोटोडायोड, पिन फोटोडिटेक्टर आदि तकनीकों के विकास के साथ विश्व अब RPF के बजाय LPF पर अपना ध्यान केंद्रित कर रहा है। लेजर के गुणों, जैसे– दिशात्मकता (Directionality), उच्च ऊर्जा तथा पल्स मोड में स्वतः मॉडुलन के कारण यह प्रॉक्सिमिटी सेंसरों के रूप में आसानी से प्रयोग किए जा सकते हैं। सम्पूर्ण विश्व में लेजर प्रॉक्सिमिटी फ्यूज व इसके द्वारा डिटेक्शन की प्रक्रिया के सम्बंध में बहुत बड़ी संख्या में कार्य किए गए हैं।

इस शोधपत्र में एंड गेम एल्गोरिद्म के साथ लेजर प्रॉक्सिमिटी फ्यूज की कार्यपद्धति को प्रस्तुत किया गया है।

कार्य सिद्धांतः लेजर आधारित एंड गेम फ्यूज का अभिकल्पन Time of flight method अर्थात प्रकाश के समयांतराल मापन के सिद्धांत पर किया जाता है। इस विधि में नैनो सेकेंड की लेजर स्पंद (Pulse) को लक्ष्य की ओर भेजा जाता है तथा लक्ष्य से परावर्तित स्पंद रिसीवर द्वारा ग्रहण किया जाता है। स्पंद के ट्रांसमिट होने से रिसीव होने तक के समयांतराल का मापन करके इसे प्रकाश की गति से गुणा किया जाता है। यह गुणन फ्यूज से लक्ष्य की दूरी को प्रदर्शित करता है। दूरी मापन का आंकलन करने के लिये अधोलिखित समीकरण का प्रयोग किया जाता है–

$$d = c * (Dt/2)$$

जहाँ: **d** = अल्टीमीटर व लक्ष्य के बीच की दूरी (मीटर)

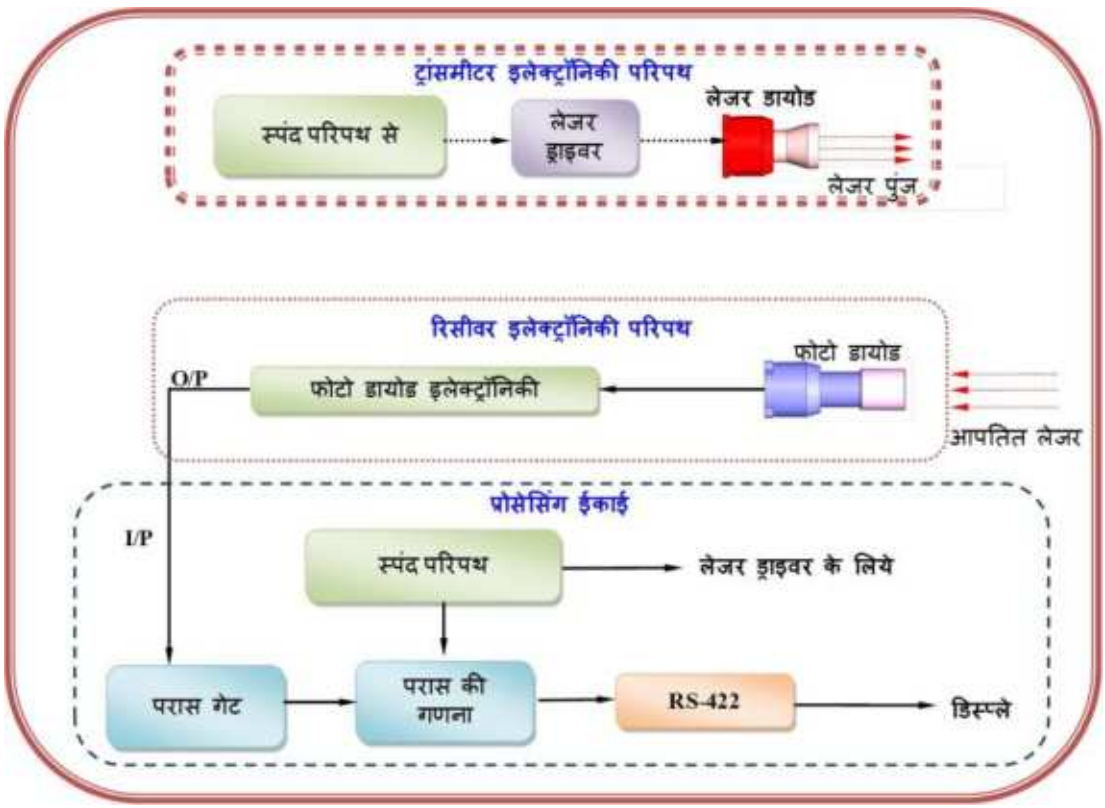
c = प्रकाश की गति ($3x10^8$ मीटर / सेकेंड)

Dt = समयांतराल (सेकेण्ड)

कार्य प्रणाली: लेजर आधारित एंड गेम फ्यूज की सम्पूर्ण कार्यप्रणाली मुख्यतः चार घटकों पर निर्भर करती है। (i) ट्रॉसमीटर मॉड्यूल (ii) रिसीवर मॉड्यूल (iii) एंड गेम प्रोसेसिंग मॉड्यूल (iv) प्रकाशिकी–यांत्रिक विन्यास (Opto & mechanical configuration)। प्रत्येक घटक व उनके उपघटकों का वर्णन निम्नलिखित है:

(i) **ट्रांसमीटर मॉड्यूल:** ट्रांसमीटर मॉड्यूल इच्छित लेजर स्पंद का उत्पादन करता है जिसे वातावरण के माध्यम से लक्ष्य की ओर भेजा जाता है। ये लेजर स्पंद लक्ष्य से टकराकर परावर्तित होते हैं, जिन्हें रिसीवर पर ग्रहण किया जाता है। यह मॉड्यूल मुख्यतः लेजर डायोड एवं तदनुसार लेजर ड्राइविंग परिपथ से मिलकर बना हुआ है। ट्रांसमीटर परिपथ का प्राथमिक घटक है – लेजर डायोड। लेजर डायोड पल्स मॉडुलन परिपथ की सहायता से मॉडुलित किया जाता है। यह एक विद्युत धारा चालित प्रकाशिकी – इलेक्ट्रॉनिकी अवयव (Current driven opto & electronic component) है, जिसे लेजिंग के लिए एक निश्चित न्यूनतम विद्युत धारा (minimum threshold current) की आवश्यकता होती है। लेजर की शक्ति (power) लेजर डायोड में प्रवाहित विद्युत धारा (threshold मान से अधिक) के समानुपातिक (proportional) होती है। अतः इसकी कल्पना एक ऐसे LCR परिपथ के रूप में की जा सकती है जो एक निश्चित चौड़ाई की स्पंद तथा निश्चित स्पंद पुनरावृत्ति (PRF) वाले स्पंद जेनेरेटर के द्वारा नियंत्रित की जाती हो। इस परिपथ में लेजर डायोड एक R&L संयोजन की भाँति व्यवहार करता है, जिसकी प्रतिरोधकता लगभग 0.5W तथा प्रेरकता 5nH&15nH होती है। LCR विन्यास को पूर्ण करने हेतु इस परिपथ में एक आवेशन संधारित्र (charging capacitor) लगाया जाता है। एक इलेक्ट्रॉनिक स्विच (ट्रांजिस्टर अथवा MOSFET परिपथ) भी संयोजित किया जाता है जिसे PRF जेनेरेटर की सहायता से नियंत्रित करते हैं। PRF जेनेरेटर के OFF रहने के दौरान संधारित्र आवेशित (charge) होता है तथा ON रहने के दौरान लेजर डायोड के माध्यम से अनावेशित (discharge) होता है। इस प्रकार लेजर डायोड PRF जेनेरेटर के अनुसार पल्स मोड में लेजर का उत्पादन करता है। उत्पादित लेजर पल्स की चौड़ाई आवेशन संधारित्र के मान पर

चित्र



चित्र 1: लेजर आधारित एंड गेम फ्यूज की कार्यप्रणाली

तथा राईज टाईम L-R संयोजन पर निर्भर करती है। लेजर पावर का उच्चतम मान संधारित्र के अनावेशन धारा के उच्चतम मान के समानुपाती होता है।

(ii) **रिसीवर मॉड्यूलः** रिसीवर मॉड्यूल का कार्य, सभी प्रतिकूल परिस्थितियों के होते हुए भी, लक्ष्य से परावर्तित लेजर स्पंदों को ग्रहण करके उनको विद्युत स्पंदों में परिवर्तित करना है। रिसीवर मॉड्यूल के मुख्य घटक हैं – प्रकाशिकी, फ्रंट एंड इलेक्ट्रॉनिकी एवं प्रोसेसिंग इलेक्ट्रॉनिकी। प्रकाशिकी का अभिकल्पन ग्रहण किए गए सिगनल को रिसीवर पर केंद्रित करने के लिए किया गया है। लेजर डायोड के द्वारा उत्सर्जित ऑप्टिकल–बैंड के अतिरिक्त अन्य अवांछित प्रकाशीय संकेतों को अलग करने के लिये प्रकाशीय फिल्टर का प्रयोग किया जाता है। इन अवांछित संकेतों के साथ रव (Noise) की भाँति व्यवहार किया जाता है तथा रिसीवर अभिकल्पन के दौरान इनका शमन (mitigation) किया जाता है। फिल्टर बैंड्विड्थ का चयन लेजर डायोड के केंद्रीय तरंगदैर्ध्य, जो कि लेजर डायोड के परिचालन (operating) तापमान के कारण परिवर्तित होता है, पर निर्भर करता है। अतः प्रकाशीय फिल्टर के विवेकसम्मत चयन के लिए हथियार के परिचालन तापमान तथा फ्रंट एंड इलेक्टॉनिकी में रिसीवर के वृहद FOV के कारण उपयोग की गयी रव शमन तकनीकी को ध्यान में रखना आवश्यक है। अर्धचालक लेजर डायोड का केंद्रीय तरंगदैर्ध्य से विचलन 0.2–0.3 nm/°C तक होता है। सामान्यतः हथियारों का वातावरणीय परिचालन तापमान –30° से 70° तक होता है, अतः कुल परिचालन तापमान परास 100°C होगा। इस स्थिति में केंद्रीय तरंगदैर्ध्य विचलन 20–30nm होगा। इस प्रकार सुरक्षा हाशिया के साथ फिल्टर तरंगदैर्ध्य बैंड का इष्टतम मान 30–40nm होगा। इसके अतिरिक्त यह कारक शक्तिशाली पृष्ठभूमि विकिरण (strong background radiation) (सोलर विकिरण) की उपस्थिति में रिसीवर के FOV के कारण भी प्रभावित होता है। सोलर विकिरण रव घटक की भाँति व्यवहार करता है तथा इसकी उपस्थिति सिग्नल–रव अनुपात (SNR) को बहुत अधिक प्रभावित करती है। SNR उपकरण की detection probability से सम्बंधित है, अतः यह उपकरण की विश्वसनीयता का सूचक भी है। पृष्ठभूमि विकिरण का एक अन्य प्रभाव उच्च धारा रेटिंग की पावर सप्लाई के अभिकल्पन में देखा जा सकता है। अधिक मात्रा में उत्पादित रव विद्युत धारा APD की बायसिंग को भी प्रभावित करती है। जब यह उच्च रव धारा बायसिंग प्रतिरोध में प्रवाहित होती है तो बायसिंग वोल्टेज ड्रॉप होता है, जिससे APD का गुणन कारक (multiplication factor) कम हो जाता है। परिणामस्वरूप APD परिपथ की संवेदनशीलता कम हो जाती है।

फ्रंट एंड इलेक्ट्रॉनिकी का अभिकल्पन शक्तिशाली पृष्ठभूमि विकिरण की उपस्थिति में कम सिग्नल को डिटेक्ट करने के लिए किया गया है। इस परिपथ में APD एक विद्युत धारा स्रोत की भाँति कार्य करता है, अतः इस परिपथ का प्रथम अवयव current to voltage convertor या ट्रांस–इम्पिडेंस एम्प्लिफायर है। APD ट्रांस–इम्पिडेंस एम्प्लिफायर के इनपुट में ऑसिलेशन उत्पन्न करती है, अतः अनुकूल फीडबैक संधारित्र व प्रतिरोधक के द्वारा इसका रोकथाम एक जटिल कार्य है। इस वोल्टेज को और अधिक एम्प्लिफाई करके प्रोसेसिंग के लिए अंततः डिजिटल सिग्नल में परिवर्तित किया जाता हैस इस डिजिटल सिग्नल की प्रोसेसिंग, प्रेषित स्पंद के संदर्भ में, FPG। में की जाती है। PRF जेनेरेटर भी FPG। में ही बनाया जाता है ताकि ट्रांसमीटर और रिसीवर के क्लॉक आपस में समान कला में हों। लक्ष्य का डिटेक्शन एवं परास की गणना FPG। में की जाती है। ये सूचनाएँ RS–422 संचार के माध्यम से एंड गेम प्रोसेसर को प्रेषित की जाती हैं।

(iii) **एंड गेम प्रोसेसिंग यूनिटः** एंड गेम प्रोसेसिंग यूनिट को फ्यूज का दिमाग भी कह सकते हैं, क्योंकि यह गतिशीलता की समस्त सम्भव परिस्थितियों में लक्ष्य को मार गिराने के लिये विवेकसम्मत निर्णय लेता है। लक्ष्य का इंगेजमेंट लक्ष्य के वेग, वॉरहेड वाहक (मिसाइल) के वेग, फ्रेगमेंट के वेग तथा इंगेजमेंट ज्यामिती पर निर्भर करता है। लक्ष्य की इंगेजमेंट ज्यामिती, प्रकाशिकी–यांत्रिक विन्यास (Opto & mechanical configuration) तथा प्रॉक्सिमिटी फ्यूज के द्वारा परास मापन से प्राप्त की जाती है। लक्ष्य एवं मिसाइल का सापेक्ष वेग एक अति परिवर्तनशील राशि है। यह राशि ऑन बोर्ड कम्प्यूटर (OBC) के द्वारा की गयी गणना से प्राप्त की जाती है। मिसाइल का वेग, एटिट्यूड कोण, आस्पेक्ट कोण, प्रॉक्सिमिटी फ्यूज के द्वारा लक्ष्य का परास मापन तथा इन सभी अवयवों के अनुरूप टाईम डिले का प्रयोग करके लक्ष्य के इंगेजमेंट की सभी परिस्थितियों के लिए, प्रॉक्सिमिटी फ्यूज के द्वारा लक्ष्य के डिटेक्शन के बाद वॉरहेड के विस्फोट के लिए अनुकूल टाईम डिले का चयन किया जाता है, ताकि सभी सम्भव परिस्थितियों में लक्ष्य को मार गिराया जा सके।

यांत्रिक अभिकल्पन एवं परिणामः उपरोक्त सिद्धांत के आधार पर उपकरण का अभिकल्पन किया गया। यह उपकरण 1000 स्पंदों में से 1 गलत स्पंद (false pulse) के फाल्स अलार्म दर, 1 किमी. की दृश्यता (खराब दृश्यता), 0.5 माइक्रोवॉट पृष्ठभूमि विकिरण व आवश्यक स्पंद चौड़ाई तथा 20 मी. की परिचालन परास के लिये अभिकल्पित

किया गया है। इसके लिए शक्तिशाली स्पंद लेजर डायोड तथा एवलांच फोटो डायोड का उपयोग किया गया है। फोटो डायोड 45 एम्पियर/वॉट के दर से विद्युत धारा उत्पन्न करने की क्षमता से कार्य करता है। इसमें स्पार्टन–6 FPGA का उपयोग प्रोसेसिंग यूनिट के रूप में किया गया है।

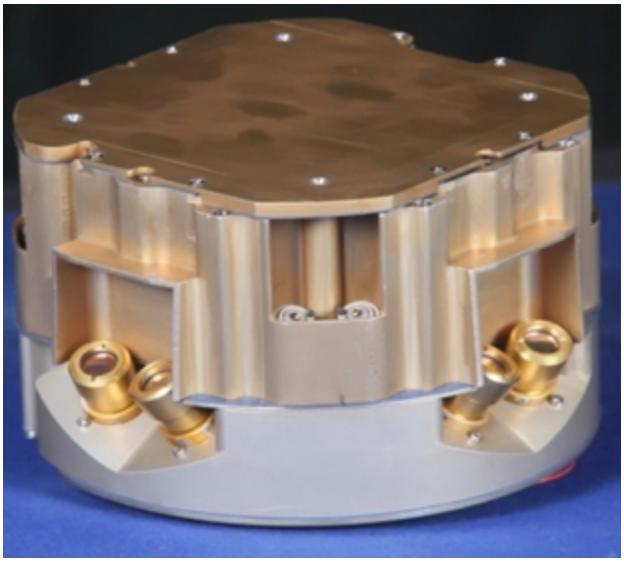
परिपथ में लेजर डायोड के लीड प्रेरकत्व की उपस्थिति स्पंद अभिलक्षणों के सम्बंध में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। विद्युत धारा का अधिकतम मान, स्पंद की चौड़ाई तथा राईज टाईम तदनुसार परिपथ में L, C और R के मान पर निर्भर करते हैं। परिपथ की आवश्यक परिचालन वोल्टता भी परिपथ के प्रेरकत्व पर निर्भर करती है।

इस उपकरण में लेजर डायोड व एवलांच फोटोडायोड, उनके अनुरूप इलेक्ट्रॉनिकी के साथ प्रकाशिकी–यांत्रिक विन्यास (Opto & mechanical configuration) में इस प्रकार व्यवस्थित किये गये हैं कि मिसाइल के X–अक्ष पर आगे की ओर एक प्रकाशीय (लेजर) शंकु प्राप्त किया जा सके।

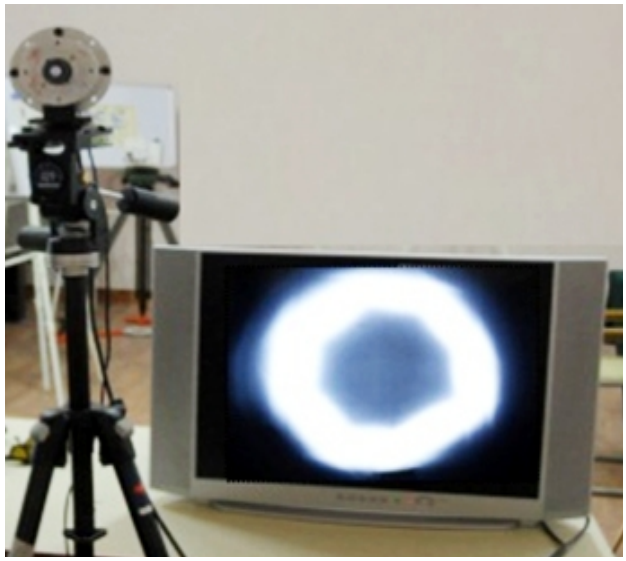
प्रकाशिकी–यांत्रिक विन्यास के साथ एक पूर्ण उपकरण चित्र सं. 2 में दिखाया गया है। इस विन्यास की सहायता से प्राप्त लेजर के प्रकाशीय शंकु का अनुप्रस्थ काट, जो CCD कैमरा के द्वारा स्क्रीन पर लिया गया है, चित्र सं. 3 में प्रदर्शित है।

इस उपकरण में कई लेजर डायोड (ट्रांसमीटर) ड्राइवर इलेक्ट्रॉनिकी के साथ एकीकृत (Integrate) किये गये हैं। तदनुसार, फोकस करने वाली प्रकाशिकी व डिटेक्शन इलेक्ट्रॉनिकी के साथ कई डिटेक्टर लगाए गये हैं।

उपसंहार (conclusion): गणितीय मॉडल से प्राप्त सिस्टम पैरामीटर्स का प्रयोग प्रॉक्सिमिटी फ्यूज के विकास में किया गया है। हालांकि गणितीय मॉडल से प्राप्त पैरामीटर्स को पूर्णतया उपकरण में न परिवर्तित करके, उपकरण के विकास के समय कुछ बारीक समंजन (Fine tuning) किये गये हैं। किंतु मॉडल आउटपुट के द्वारा उपकरण के घटकों के व्यवहार को समझने में सहायता मिलती है। इस अध्ययन में गणितीय मॉडल की सहायता से स्पंद अभिलक्षणों पर L,C तथा R के प्रभाव और पावर सप्लाई की आवश्यकताओं पर कार्य किया गया, जिसका उपयोग उच्च PRF पर इच्छित उच्च ऊर्जा लेजर स्पंद के उत्पादन में किया गया है। इसी प्रकार, रिसीवर की वृहद् FOV की उपस्थिति में कम सिग्नल के डिटेक्शन पर पृष्ठभूमि सोलर विकिरण तथा मौसम के प्रभावों का उपयोग रिसीवर के फ्रंट एंड इलेक्ट्रॉनिकी के विकास में किया गया है। हालांकि उपकरण के आउटपुट सांख्यिकी (statistics) के आधार पर गणितीय मॉडल में और अधिक सुधार की आवश्यकता है ताकि भविष्य में उपकरण का विकास बिना अधिक बारीक समंजन के किया जा सके।



चित्र 2: लेजर आधारित एंड गेम फ्यूज



चित्र 3: प्रकाशीय शंकु का अनुप्रस्थ काट

लेजर उत्प्रेरित भंजन स्पेक्ट्रमिकी (लिब्स)

कमल कुमार गुलाटी

प्रस्तावना (Introduction)

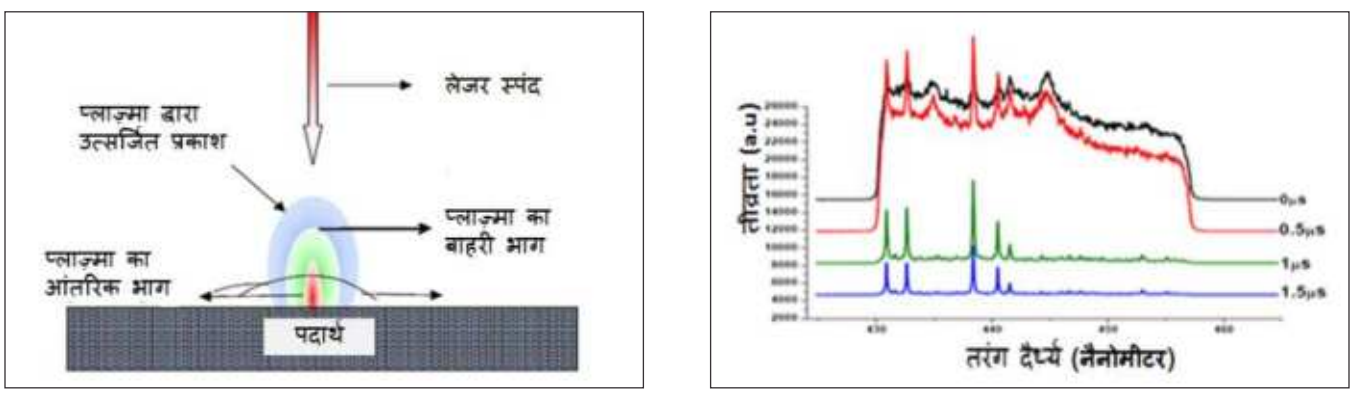
लेजर उत्प्रेरित भंजन स्पेक्ट्रमिकी (लिब्स) तकनीक द्वारा किसी पदार्थ में उपस्थित तत्वों (elements) की पहचान की जा सकती है। आई० ई० डी० पदार्थों में विस्फोटन क्षमता को बढ़ाने के लिए उसमें मिश्रित की गई धातु (metals) की पहचान भी लिब्स द्वारा संभव है । इस लेख में लिब्स–स्पेक्ट्रमिकी तकनीक का उसकी उपयोगिता तथा अनुप्रयोगों के साथ संक्षेप में वर्णन किया गया है।

लेजर प्रेरित भंजन स्पेक्ट्रमिकी (Laser Induced Breakdown Spectroscopy, LIBS)

लिब्स, लेजर पर आधारित एक "परमाण्विक स्पेक्ट्रमी विश्लेषण तकनीक" (atomic spectroscopic analysis technique) है। इस तकनीक में पदार्थ के एक सूक्ष्म भाग को प्लाज़्मा में परिवर्तित किया जाता है। इसमें पदार्थ के प्लाज़्मा द्वारा उत्सर्जित प्रकाश को लेंस, दर्पण अथवा टेलीस्कोप से एकत्र कर स्पेक्ट्रोमीटर द्वारा विश्लेषण कर परमाण्विक तथा आण्विक अद्वितीय वर्णक्रमीय तरंगदैर्ध्य (unique spectral wavelength) के आधार पर तत्वों की पहचान की जाती है तथा उनकी उत्सर्जन तीव्रता (emission intensity) के अनुपात के आधार पर नमूने का मात्रात्मक विश्लेषण (quantitative analysis) किया जाता है।

पदार्थ पर लेजर स्पंद (laser pulse) को फोकस करने पर नमूने के पदार्थ का प्लाज़्मा तभी बनता है जब केन्द्रित लेजर स्पंद द्वारा केन्द्र बिन्दु पर शक्ति घनत्व (power density) (गीगा–वॉट/सेमी^{2} के स्तर का), पदार्थ के प्रकाशीय भंजन (optical breakdown) के लिए आवश्यक शक्ति घनत्व से अधिक हो जाता है। यह परिवेश (environment) तथा लक्ष्य सामग्री के पदार्थ पर निर्भर करता है। पदार्थ में स्पंद ऊर्जा का युग्मन (coupling) एकल (single) और बहु–फोटॉन अवशोषण (multiple photon absorption) के द्वारा होता है।

प्लाज़्मा के प्रारम्भिक समय में इलेक्ट्रॉन– इलेक्ट्रॉन (मुक्त–मुक्त) और इलेक्ट्रॉन–आयन (मुक्त–बाध्य) पुर्नसंयोजन (recombination) घटनाक्रम तथा ब्रैम्स्ट्रालुंग (bremsstrahlung) आदि के कारण सांतत्यक (continuum) नॉइज उत्पन्न होती है, जिस कारण प्रारंभिक दौर में प्लाज़्मा के स्पेक्ट्रा की ये उत्सर्जन रेखाएं (emission lines) नॉइज पर अध्यारोपित (superimposed) रहती हैं। जिस कारण अधिक नॉइज की वजह से विश्लेषण काफी जटिल हो जाता है। कुछ समय बाद (1–2 माइक्रो–सेकंड) प्लाज़्मा का तापमान नीचे चला जाता है तथा नॉइज कम हो जाती है और परमाणुओं तथा आयनों का उत्सर्जन स्पेक्ट्रा स्पष्ट हो जाता है। लगभग 1–2 माइक्रो–सेकंड के विलम्ब का इस्तेमाल कर बेहतर लिब्स स्पेक्ट्रा दर्ज किये जा सकते हैं।



चित्र 1: लेजर स्पंद द्वारा सूक्ष्म प्लाज्मा का उत्पादन तथा लिब्स स्पेक्ट्रा

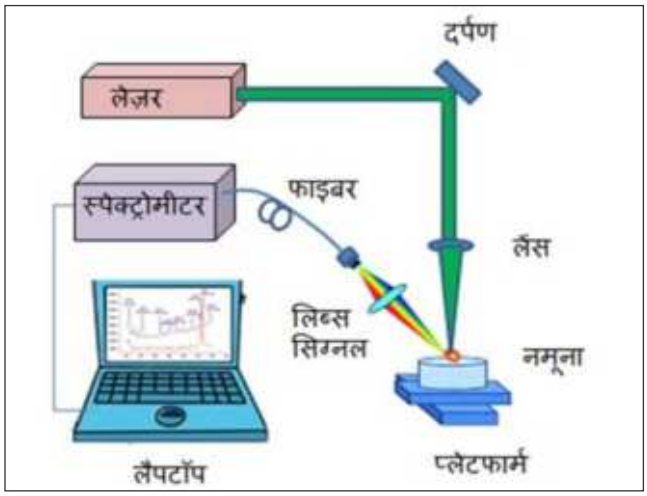
लिब्स को पदार्थों की तीनों अवस्थाओंय ठोस, गैस तथा द्रव के विश्लेषण के लिए उपयोग किया जा सकता है। लिब्स द्वारा किसी नमूने (sample) में उपस्थित सभी तत्वों की एक साथ पहचान की जा सकती है, क्योंकि एक उच्च तापमान पर उत्तेजित किये जाने पर सभी तत्व अपनी अभिलक्षणिक एवं अद्वितीय (characteristic and unique) वर्णक्रमीय तरंगदैर्ध्य के प्रकाश का उत्सर्जन करते हैं। लिब्स तकनीक की यह क्षमता लेजर की शक्ति, स्पेक्ट्रोमीटर की तरंगदैर्ध्य परास तथा संसूचक (detector) की संवेदनशीलता (sensitivity) पर निर्भर करती है। सी० सी० डी० की रेंज लगभग 170 से 1100 नैनोमीटर तक होती है। आवर्त–सारणी (periodic table) के लगभग सभी तत्वों की इस तरंगदैर्ध्य सीमा के भीतर उत्सर्जन रेखाएं हैं।

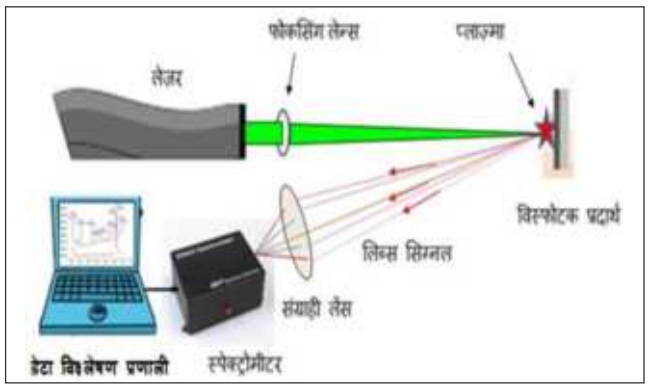
लिब्स के लिए आवश्यक उपकरण:

1. **लेजर :** लिब्स के लिए सामान्यतः नैनों सेकंड लेजर का उपयोग किया जाता है जिनकी स्पंद ऊर्जा कुछ मिली० जूल से कुछ सौ मिली० जूल तक होती है। लेजर ऊर्जा का चयन इस बात पर निर्भर करता है कि फोकसिंग प्रणाली नमूने की सतह पर लेजर स्पंद को केन्द्रित (focus) कर गीगा–वॉट/सेमी^{2} का शक्ति घनत्व उत्पन्न करें। यह इस बात पर निर्भर करता है कि फोकसिंग प्रणाली किस माप का स्पॉट बना रही है।
2. **फोकसिंग प्रणाली:** निकटस्थ संसूचन के अनुप्रयोग हेतु, पदार्थ का सूक्ष्म – प्लाज़्मा उत्पन्न करने के लिए लेजर स्पंद को लेन्स अथवा दर्पण के द्वारा नमूने की सतह पर एक सूक्ष्म बिन्दु पर केन्द्रित (focus) किया जाता है। दूरस्थ संसूचन में अनुप्रयोग हेतु पुंज विस्तारक सह फोकसिंग प्रणाली (beam diverging and focusing assembly) का उपयोग, दूर स्थित नमूने की सतह पर लेजर स्पंद को फोकस करने के लिए किया जाता है।
3. **संग्राही प्रणाली:** लिब्स सिग्नल को एकत्र करने के लिए एक संग्राही लेन्स (collecting lens) का उपयोग किया गया जाता हैं। अधिक दूरी के लिए लेन्स के स्थान पर टेलीस्कोप का उपयोग किया जा सकता है।
4. **सी० सी० डी० युग्मित स्पेक्ट्रोग्राफ:** प्लाज़्मा द्वारा उत्सर्जित प्रकाश को प्रकाशीय असेंबली से एकत्र कर सी० सी० डी० या आई० सी० सी० डी० युग्मित स्पेक्ट्रोग्राफ द्वारा उसका विश्लेषण किया जाता है। आई० सी० सी० डी० युग्मित स्पेक्ट्रोग्राफ अपेक्षाकृत महंगे किन्तु बेहतर उपकरण होते हैं। आई० सी० सी० डी० की मुख्य विशेषता यह है कि इसमें तीव्र गेटिंग की जा सकती है तथा साथ ही संकेतों का तीव्रीकरण (intensification) किया जा सकता है। इसके लिए लेजर से प्राप्त टी० टी० एल० स्पंद द्वारा आई० सी० सी० डी० तथा लेजर के बीच समन्वय (synchronization) स्थापित किया जाता है। लेजर स्पंद के सापेक्ष आई० सी० सी० डी० में 1–2 माइक्रो सेकंड के विलम्ब का प्रयोग कर व संकीर्ण (कुछ माइक्रो सेकंड से कुछ मिली० सेकंड तक की) गेट चौड़ाई (gate width) का उपयोग कर नॉइज को शून्य या न्यूनतम किया जा सकता है और साथ ही संकेतों का तीव्रीकरण किया जा सकता है। स्पेक्ट्रोग्राफ एक कम्प्यूटर से जुड़ा होता है जो कि तेजी से प्रक्रिया कर प्राप्त आँकड़ों (data) की व्याख्या कर सकने में सक्षम होता है।

लिब्स प्रणाली की संरचना:

लिब्स प्रणाली की संरचना को निकटस्थ तथा दूरस्थ संसूचन के आधार पर दो भागों में बाँटा जा सकता हैं।





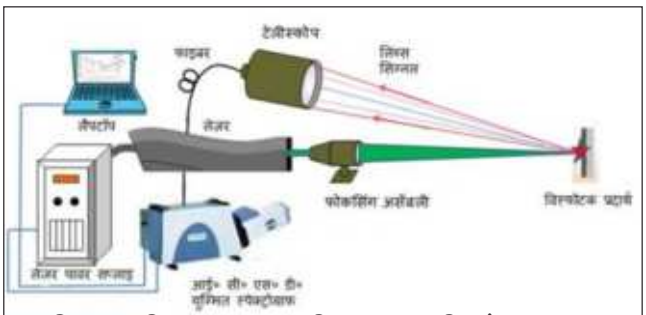
चित्र 2: लिब्स पर आधारित निकटस्थ संसूचन प्रणाली का आरेख

1. निकटस्थ संसूचन के लिब्स संसूचन प्रणाली

निकटस्थ संसूचन प्रणाली के दो प्रारूप प्रदर्शित हैं। प्रथम प्रारूप में लिब्स संकेतों को एकत्र करने के लिए एक प्रकाशीय असेंबली युक्त फाइबर का उपयोग किया गया है। पदार्थ से उत्पन्न लिब्स संकेतों (signal) को पदार्थ से स्पेक्ट्रोमीटर तक फाइबर द्वारा पहुचाया जाता है। जबकि द्वितीय प्रारूप में लिब्स संकेतों को एकत्र करने के लिए एक संग्राही लेन्स का उपयोग किया गया है। इस प्रकार के उपकरण द्वारा कुछ दूरी से पदार्थों में उपस्थित तत्वों की पहचान की जा सकती है।

2. दूरस्थ संसूचन के लिए लिब्स संसूचन प्रणाली

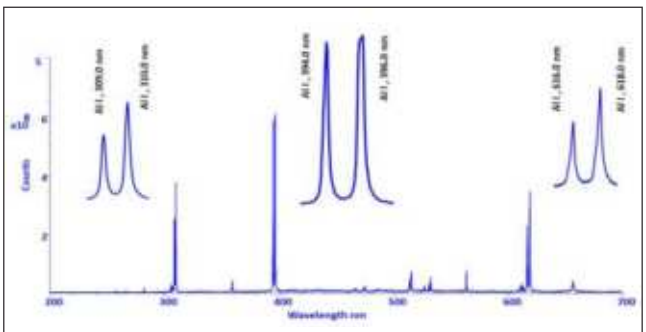
लिब्स एक पूरी तरह से प्रकाशीय तकनीक है। यह तकनीक एक गैर–संपर्क (non & contact) तथा न्यूनतम विनाशकारी (minimal destructive) है तथा इसे उचित दूरबीन तंत्र (telescopic apparatus) के साथ पुंज विस्तारक सह फोकसिंग प्रणाली (beam diverging and focusing assembly) का उपयोग कर दूरस्थ विश्लेषणात्मक तकनीक के रूप में इस्तेमाल किया जाता है।



चित्र 3: लिब्स पर आधारित दूरस्थ विश्लेषणात्मक प्रणाली का आरेख

एल्युमिनियम का लिब्स स्पेक्ट्रा

चित्र 4 में दर्ज (record) किए गए एल्युमिनियम के लिब्स स्पेक्ट्रा को दर्शाया गया है। जिसमें एल्युमिनियम की मुख्य लाइंस को इस तरंगदैर्ध्य के साथ दर्शाया गया है।



चित्र 4: एल्युमिनियम का लिब्स स्पेक्ट्रा

लिब्स के लाभ एवं मुख्य अनुप्रयोग (Advantages and Important applications of LIBS)

लिब्स के वास्तविक जीवन में अनुप्रयोगों के कई उदाहरण हैं जहाँ लिब्स सफलतापूर्वक प्रयोग किया जाता है। लिब्स के लाभ तथा अनुप्रयोग निम्न प्रकार हैं–

1. लिब्स बहु–तत्व सूक्ष्म विश्लेषण (micro&multi elemental analysis) प्रदान करती है। लिब्स द्वारा किसी नमूने (sample) में उपस्थित सभी तत्वों पहचान एक साथ की जा सकती है। आवर्त सारणी में लगभग हर तत्व का इस विधि से एक साथ पता लगाया जा सकता है।
2. लिब्स को किसी नमूने के यथा–स्थान घटक विश्लेषण के लिए उपयोग किया जा सकता है।
3. लिब्स को पदार्थों की तीनों अवस्थाओं ठोस, गैस तथा द्रव के विश्लेषण के लिए उपयोग किया जा सकता है।
4. लिब्स में अधिकतर कोई नमूना तैयार करने के लिए आवश्यकता नहीं होती है।
5. यह बहुत ही संवेदनशील तकनीक है। नमूने की केवल एक बहुत छोटी सी मात्रा विश्लेषण के लिए पर्याप्त होती है।
6. यह तेजी से कार्य करती है तथा वास्तविक समय में परिणाम प्रदान करती है।
7. मिट्टी और भूविज्ञान, खनन और खनिजों के यथा–स्थान विश्लेषण के लिए उपयोगी है।
8. ग्रहों की चट्टानों, मिट्टी आदि के गुणात्मक तथा मात्रात्मक (qualitative and quantitative) घटक विश्लेषण में लिब्स का इस्तेमाल किया जा सकता है।
9. रक्षा के क्षेत्र में तथा न्यायायिक विज्ञान (फोरेंसिक) क्षेत्र में आई० ई० डी० में उपस्थित धातु का पता लगाया जा सकता है।
10. रेडियोधर्मी पदार्थ जैसे कि यूरेनियम का पता लगाने के लिए उपयोगी हो सकती है।
11. धातु उद्योग में इसका इस्तेमाल धातु की गुणवत्ता के नियंत्रण में किया जाता है।

निष्कर्ष (Conclusion):

लिब्स, लेजर आधारित एक आधुनिक "परमाण्विय स्पेक्ट्रमी विश्लेषण तकनीक" (atomic spectroscopic analysis technique) है। जिसका उपयोग विभिन्न क्षेत्रों में किया जा सकता है।

फिजिकल वेपर डेपोजिशन टाइटेनियम नाइट्राइड कोटिंग और डुप्लेक्स कोटिंग का माइल्ड स्टील पर तुलनात्मक अध्ययन

मोहित कुमार जायसवाल

सारांश– इस कार्य में सब्सट्रेट यानी माइल्ड स्टील (एमएस) पर डुप्लेक्स कोटिंग (प्लाज्मा नाइट्राइडिंग . पीवीडी आर्क TiN कोटिंग) के साथ–साथ नॉन डुप्लेक्स (पीवीडी TiN) कोटिंग की गई है। सब्सट्रेट सामग्री को इसलिए चुना गया, क्योंकि माइल्ड स्टील का विशेष रूप से समुद्री इंजीनियरिंग, तेल व गैस उत्पादन और ट्रांसमिशन उद्योग में व्यापक अनुप्रयोग है, साथ ही यह अपेक्षाकृत कम लागत में उपलब्ध है। सूक्ष्म कठोरता (माइक्रो हार्डनेस) परीक्षण और रॉकवेल आसंजन (Adhesion) परीक्षण द्वारा पीवीडी टाइटेनियम नाइट्राइड (TiN) लेपित और डुप्लेक्स लेपित (प्लाज्मा नाइट्राइड. पीवीडी TiN) नमूनों पर सतह विशेषताओं/गुणों की जांच की गई। डुप्लेक्स लेपित नमूनों ने अपने गैर–डुप्लेक्स (पीवीडी TiN लेपित) समकक्षों की तुलना में उच्च कठोरता और उच्च आसंजन (एडहेसिव) शक्ति जैसे बेहतर यांत्रिक गुण दिखाए, इसलिए यांत्रिक अनुप्रयोगों में उपयोग करने के लिए अधिक उपयुक्त हैं।

1. परिचय

सतह इंजीनियरिंग किसी मौजूदा उत्पाद की कार्यक्षमता को बेहतर बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। यह सब्सट्रेट पर बहुत कम निर्भर होकर यांत्रिक गुणों को बढ़ाने, सतह के गुणों को नियंत्रित करने के अलावा लागत को भी कम कर सकती है । पीवीडी TiN कोटिंग का उपयोग उसकी उच्च कठोरता, उच्च आसंजन (एडहेसिव) शक्ति और कम घर्षण गुणांक (फ्रिक्शन कोएफिसिएंट) के कारण कई इंजीनियरिंग अनुप्रयोगों में व्यापक रूप से किया जाता है। हालाँकि, उद्योगों में कठोर पतली (थिन) फिल्म कोटिंग के अनुप्रयोग में तेजी से वृद्धि हुई है, परन्तु सामान्य इंजीनियरिंग अनुप्रयोगों में बहुत कम प्रयोग किया गया है, क्योंकि आमतौर पर अपेक्षाकृत कम ताकत वाले कम मिश्र धातु (लो अलॉय) स्टील का उपयोग किया जाता है। जब नरम सब्सट्रेट को उच्च भार के अधीन किया जाता है, तो नरम सब्सट्रेट के विरूपण से कठोर पतली (थिन) फिल्म खराब होकर फ्रैक्चर हो जाती है, क्योंकि उच्च भार की वजह से किसी भी प्लास्टिक विरूपण के बिना कोटिंग को रोकने के लिए सब्सट्रेट को पर्याप्त कठोर और प्रवाह शक्ति वाला होना चाहिए। [1].

प्लाज्मा नाइट्राइडिंग सबसे महत्वपूर्ण प्लाज्मा सतह इंजीनियरिंग तकनीकों में से एक है, जिसका उद्योग में व्यापक रूप से मिश्र धातु स्टील और टूल स्टील जैसे विभिन्न धातुओं की कठोरता, संक्षारण (जंग) प्रतिरोध और फटीग शक्ति में सुधार करने के लिए उपयोग किया गया है। [2] नाइट्राइडेड पदार्थ घिसाव और संक्षारण (वेयर और कोरोजन) से पर्याप्त प्रतिरोध नहीं दिखाते हैं। एक अतिरिक्त सुरक्षात्मक परत, जैसे कि हार्ड–कोटिंग द्वारा भार वहन क्षमता (लोड बेयरिंग कपैसिटी) को और बेहतर बनाया जा सकता है। हार्ड–कोटिंग, उदाहरण के लिए TiN, नाइट्राइडिंग के बाद एक बहुत कठोर, घिसाव रहित, ऊष्मा और रासायनिक प्रतिरोधी बाहरी परत प्रदान करती है। इस तरह हार्ड–कोटिंग के साथ नाइट्राइडिंग के संयोजन से प्राप्त गुण कोर सामग्री, कठोर केस और सतह के बीच एक अच्छा सामंजस्य बनाते हैं [3]।

पीवीडी कोटिंग: अपेक्षाकृत नरम सब्सट्रेट पर बहुत कठोर कोटिंग करती हैं और इससे उच्च सामान्य भार की स्थिति में कोटिंग फ्रैक्चर और अत्यधिक घिसाव हो सकता है। कोटिंग से पहले नाइट्राइडिंग या कार्बराइजिंग के द्वारा सतह के उपचार का उद्देश्य लेपित (कोटेड) सतहों की भार वहन क्षमता को बढ़ाना और कोटिंग के आसंजन (Adhesion) में सुधार करना है। कोटिंग के लिए पर्याप्त आधार न मिलने के कारण, जहां अकेले कोटिंग से काम नहीं चलता, यदि सब्सट्रेट पर उच्च भार डाला जाता है, तो कोटिंग विफल हो जाती है। डुप्लेक्स उपचार (सतह संशोधन. कोटिंग), जिसमें एक ही घटक पर सतह संशोधन और कोटिंग तकनीक को लागू किया जाता है, एक बहुत ही कठोर और पतली सतह परत, अच्छा वेयर प्रतिरोध उत्पन्न करता है, और इस परत के नीचे एक बढ़ा हुई फटीग गुण प्राप्त होता है।[4]

2. प्रयोग

2.1 सब्सट्रेट तैयारी

सामग्री की रासायनिक संरचना तालिका 1 में प्रस्तुत की गई है। नमूनों को 20 mm x 20 mm के आयामों में लिया गया। प्लाज्मा नाइट्राइडिंग से पहले नमूनों को Ra = 0.17 – 0.2 mm सरफेस रफनेस की सतह बनाने के लिए पॉलिश किया गया था ।

तालिका 1. सबस्ट्रेट की रासायनिक संरचना

सामग्री	रासायनिक संरचना (wt-%)/संरचना
हल्का स्टील	C-0.18, Si-0.40, Mn-0.70, S-0.04, P-0.04, Fe-98.64

2.2 प्लाज्मा नाइट्राइडिंग

प्लाज्मा नाइट्राइडिंग प्रक्रिया Plate G सेटअप (व्यास 500 mm X 700mm) पर की गई थी। नमूनों को तापमानः 520°C, नाइट्राइडिंग के लिए उपचार समयः 8 घंटे, ठंडा करने का समयः 4 घंटे पर उपचारित किया गया। हाइड्रोजन (25%) और नाइट्रोजन (75%) के मिश्रण का उपयोग किया गया था। नमूनों को बाहर निकालने से पहले उन्हें वैक्यूम के तहत नाइट्राइडिंग तापमान से कमरे के तापमान तक ठंडा होने दिया गया ।

2.3 पीवीडी कोटिंग प्रक्रिया

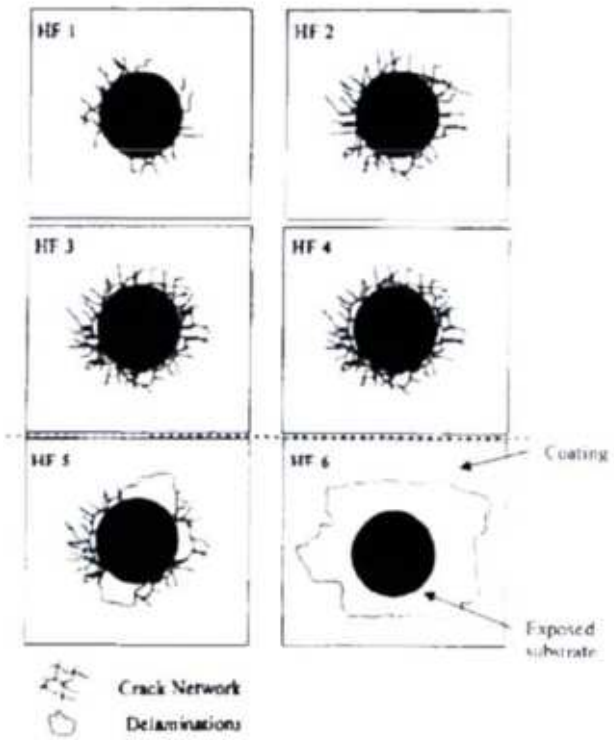
टाइटेनियम नाइट्राइड (TiN) की कोटिंग, अनुपचारित और प्लाज्मा नाइट्राइड (पीएन) नमूनों पर बाल्जर्स, पुणे में वाणिज्यिक पीवीडी आर्क कोटिंग प्रक्रिया द्वारा तापमान रू 450°C पर BALINIT® A संयंत्र पर किया गया। TiN कोटिंग से पहले नमूनों को क्षारीय घोल में उपचारित किया गया और अल्ट्रासोनिक रूप से साफ किया गया । पीवीडी ज्पछ लेपित और डुप्लेक्स (पीएन. पीवीडी TiN लेपित) नमूनों पर 5.1mm से 5.2mm की टाइटेनियम नाइट्राइड (TiN) कोटिंग मोटाई की एक समान परत प्रदान की गई थी।

2.4 सूक्ष्म कठोरता (माइक्रो हार्डनेस) माप

ड्वेल समय – 15 सेकंड, 100 ग्राम के भार पर विकर्स सूक्ष्म कठोरता को प्रति नमूना औसतन 3 इंडेंटेशन के लिए अनुपचारित, नाइट्राइडेड , डुप्लेक्स (पीएन. पीवीडी TiN लेपित) और गैर डुप्लेक्स (पीवीडी TiN लेपित) की ऊपरी सतह LECO की माइक्रो इंडेंटेशन परीक्षण प्रणाली (स्ड 300 श्रृंखला) पर मापा गया था। 100 ग्राम का कम भार सब्सट्रेट प्रभाव को खत्म करने के लिए सीमित इंडेंटर गहराई सुनिश्चित करता है।

2.5 आसंजन (Adhesion) शक्ति

रॉकवेल कठोरता परीक्षण प्रणाली FIE मेक, मॉडल BAB 250 का उपयोग सब्सट्रेट यानी माइल्ड स्टील पर पतली फिल्मों के आसंजन संबंधों को मापने के लिए किया जाता है। कठोरता परीक्षक (भार 150 किलोग्राम) इंडेंटेशन की सीमा से सटे परत को नुकसान पहुंचाता है। जब इंडेंटर कोटिंग में प्रवेश करता है, तो इंडेंटेशन बिंदु से दरारें फैल जाती हैं। कोटिंग को हुए नुकसान की तुलना चित्र 1 में दर्शाई गई परिभाषित आसंजन शक्ति गुणवत्ता के साथ की गई थी। HF 1 कुछ दरार नेटवर्क के साथ उत्कृष्ट आसंजन गुण दिखाता है जबकि Hथ 6 फिल्म के सबसे खराब आसंजन गुण दिखाता है [5]।



चित्र.1 आसंजन शक्ति गुणवत्ता HF 1 से HF 6 (5)

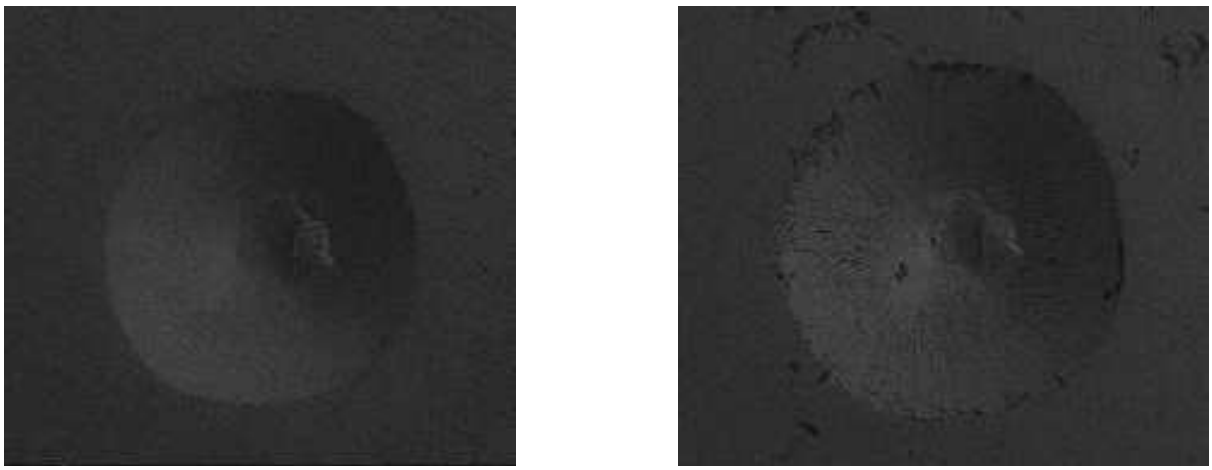
3) परिणाम और चर्चा

3.1 सूक्ष्म कठोरता (माइक्रो हार्डनेस) माप

सूक्ष्मकठोरता मूल्यों के लिए माइक्रोइंडेंटेशन परीक्षण के परिणाम तालिका 3 में दिए गए हैं। प्लाज्मा नाइट्राइड सब्सट्रेट ने गैर– नाइट्राइड सब्सट्रेट की तुलना में 2.5 गुना अधिक कठोरता दिखाई। डुप्लेक्स ट्रीटमेंट (पीएन TiN कोटिंग) ने माइल्ड स्टील की कठोरता को 6 गुना से अधिक बढ़ा दिया। माना जाता है कि कोटिंग के नीचे मोटी कठोर नाइट्राइड सतह के समग्र प्रभाव और कोटिंग की भार वहन

तालिका 2. नमूनों के माइक्रोइंडेंटेशन मान	
नमूना / सामग्री	**एमएस (HV_{0-1})**
अनुपचारित	210
प्लाज्मा नाइट्राइडेड (पीएन)	564
TiN लेपित	730
पीएऩ TiN लेपित	1319

क्षमता के कारण सब्सट्रेट कठोरता में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है।



चित्र 2 (ए) एमएस पीवीडी TiN (बी) एमएस पीएऩ TiN पीवीडी के आसंजन परीक्षण के लिए रॉकवेल इंडेंटेशन टेस्ट

3.2 आसंजन (Adhesion) परीक्षण

रॉकवेल सी इंडेंटेशन परीक्षण के परिणाम चित्र 2 में दिखाए गए हैं ।

डुप्लेक्स और नॉन–डुप्लेक्स कोटिंग के रॉकवेल सी इंडेंटेशन स्पॉट से, यह पाया गया कि प्लाज्मा नाइट्राइडिंग ने इंडेंटर के किनारे के पास दरार नेटवर्क गठन और प्लास्टिक विरूपण को काफी कम कर दिया। चित्र 2 (ए) से यह स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है कि अनुपचारित नमूने पर कोटिंग में इंडेंटेशन स्पॉट के आसपास बड़ी संख्या में दरार नेटवर्क दिखाई रहे हैं। यह HF3 और HF2 स्केल (खराब आसंजन) का प्रतिनिधित्व करती है। हालाँकि, डुप्लेक्स उपचारित नमूने के इंडेंटेशन स्पॉट के किनारे के आसपास कोई दरार नेटवर्क, सूजन या विकृति नहीं देखी गई, जो अपेक्षाकृत अच्छे आसंजन का संकेत देती है, जैसा कि चित्र 2 (बी) में दिखाया गया है। यह HF1 स्केल (अच्छा आसंजन) का प्रतिनिधित्व करती है।

4. निष्कर्ष

1. इस कार्य से, माइल्ड स्टील जैसी किफायती, संरचनात्मक और अनुप्रयोग उन्मुख पदार्थ पर डुप्लेक्स कोटिंग (पीएन. पीवीडी TiN लेपित) सफलतापूर्वक किया गया।
2. माइक्रो–इंडेंटेशन परीक्षण ने पुष्टि की कि डुप्लेक्स (पीएन. TiN) नमूनों की कठोरता 6 गुना तक बढ़ गई, जबकि गैर डुप्लेक्स पीवीडी TiN लेपित नमूने की कठोरता 3.5 गुना तक बढ़ गई है।
3. डुप्लेक्स उपचारित (प्लाज्मा नाइट्राइड. पीवीडी TiN लेपित) नमूनों के गुणात्मक रॉकवेल आसंजन (Adhesion) परीक्षण ने गैर डुप्लेक्स पीवीडी TiN लेपित नमूनों की तुलना में सर्वोत्तम गुणवत्ता वाले आसंजन की पुष्टि की। डुप्लेक्स लेपित नमूनों का आसंजन अच्छी गुणवत्ता (HF 1) और स्वीकृति स्तर के भीतर था।

उच्च परिभाषी तापीय प्रतिबिम्बन यंत्रों में प्रयुक्त क्रायोजेनिक कूलर

अन्नु कुमारी

रात्रि दृष्टि यन्त्र हमें कम प्रकाश और बिना प्रकाश की अवस्था में देखने की सुविधा प्रदान करते हैं। ये कुछ युक्तियों को मिला कर संभव हो पाता है।

इस यन्त्र का इस्तेमाल कई क्षेत्रो में किया जाता है, जैसे की चिकित्सा क्षेत्र, औधोगिक क्षेत्र तथा रक्षा के क्षेत्र में। रक्षा क्षेत्र में हम इन यंत्रो का इस्तेमाल करके अंधेरे, कोहरे, बरसात, शीत ऋतु जैसे विभिन्न मौसमी परिस्तिथियों में देश की सीमाओं व अन्य सामरिक स्थानो की निगरानी कर सकते हैं। जिसके कारण इन यंत्रो का महत्व और हर परिस्तिथियों में हमारे देश की अंदरूनी व बाहरी खतरों से सुरक्षा के लिए बहुत उपयोगी है।

प्रत्येक वस्तु जो कि 0 k से अधिक तापमान पर है, उसमे अणुओ और परमाणु के कम्पन एवं घूर्णन के कारण ऊर्जा का निरंतर उत्सर्जन होता रहता है। यहाँ ऊर्जा निरंतरण अवरक्त विकिरण के रूप में हमारे पास पहुँचती है जिसे तापीय प्रतिविम्ब द्वारा अवशोषित किया जाता है उस यंत्र को तापीय प्रतिबिम्बन यंत्र कहते हैं। क्योंकि यह हमें बिम्ब ऑब्जेक्ट के पार्श्व दृश्य की तापीय रूपरेखा की जानकारी देता है।

इन यंत्रों में दो प्रकार के अवरक्त ऊर्जा संसूचक प्रयुक्त किये जाते हैं:

1). फोटॉन संसूचक

2). थर्मल संसूचक

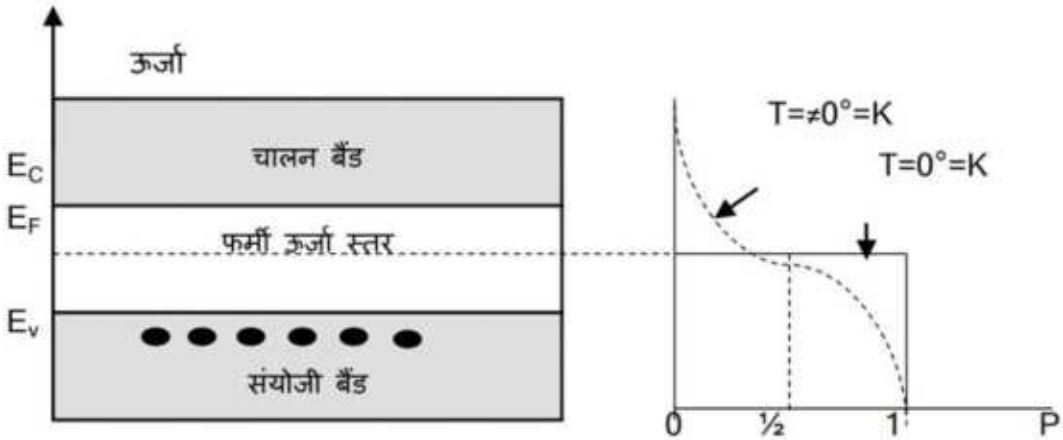
थर्मल संसूचक कमरे के तापक्रम पर प्रचालित होते हैं, जबकि फोटॉन संसूचक 77k तापमान पर। द्रवित नाइट्रोजन के तापमान को सामान्य विधियों सें प्राप्त नहीं किया जा सकता है।

क्रार्योजेनिक ग्रीक भाषा का शब्द है जो दो शब्दों सें मिलकर बना है कार्यों तथा जेनिक। क्रार्यों का अर्थ है "अत्यंत ठंडा" तथा जेनिक शब्द का " जनक" अर्थात अत्यंत निम्न तापमान उत्पन्न करने की युक्ति। तापीय प्रतिबिम्बन यंत्र आकार में छोटे, पोर्टेबल, हल्के तथा कम शक्ति सें प्रचालित होते हैं। अंतः इसमें प्रयुक्त होने वाले क्र्योजेनिक प्रशीतलक भी आकार में छोटे तथा ऊर्जा की कम खपत वाले होते हैं।

क्रायोजेनिक प्रशीतलक की आवश्यकता क्यों पड़ी

अवरक्त ऊर्जा फोटॉन संसूचकों में मरकरी कैडमियम टेलूराइड (Hg, Cd,Te) तथा इण्डियम एंटीमोनाइड

(In Sb) पदार्थों का प्रयोग किया जाता हैं इन पदार्थों में वर्जित ऊर्जा बैंड बहुत छोटे होते हैं, कमरे के तापमान पर ही संयोजी इलेक्ट्रॉनो को पर्याप्त ऊर्जा मिल जाती हैं और वे वर्जित चालन बैंड में पहुँच जाते हैं तथा दृश्य से उत्सर्जित अवरक्त ऊर्जा के फोटॉनो की अनुपस्थति में ही संसूचक की आउटपुट नॉइस उत्पन करते हैं, जिसे डार्क धारा शोर (current noise) कहते हैं।



अर्द्धचालक मे ऊर्जा बैंड

वास्तविक सिग्नल इस शोर में विलुप्त हो जाते हैं अतः इसे न्यूनतम रखने के लिए संसूचक के ताप को 77 k तक ले जाते हैं इसके लिए क्रायोजेनिक कूलर की आवशयकता होती है। इस तापमान पर इलेक्ट्रॉन अपनी न्यूनतम स्तर में ही रहते हैं, और वे वर्जित ऊर्जा चेनल को पार करने में असमर्थ रहते हैं इस अवस्था में दृश्य सें उत्सर्जित फोटॉन जब संसूचक पर पड़ते हैं तो उनके संगत ही विद्युत ऊर्जा संकेत उत्पन्न करते हैं। जिन्हें सिग्नल प्रोसेसिंग से प्रतिबिम्ब में परिवर्तित कर लिया जाता है।

अतः कम तीव्रता के वाह्य विकिरण का अवरक्त फोटॉन संसूचक द्वारा संवेदंशील परास 3–5 माइक्रोन या 8–12 माइक्रोन में संसूचक एक चुनौतीपूर्ण कार्य है।

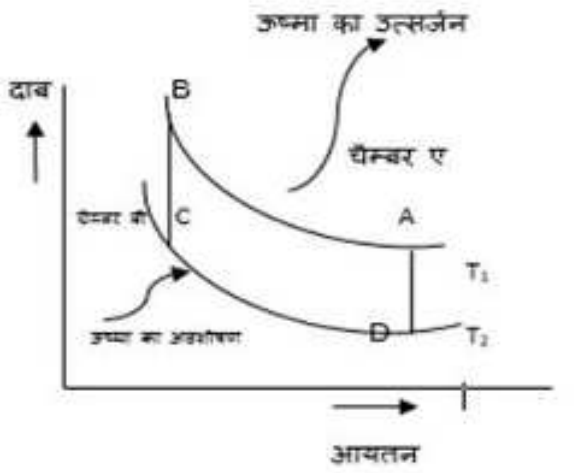
क्रायोजेनिक कूलर की कार्य विधिः

यह स्टरलिंग साईकिल क्रार्यो कूलर पर कार्य करता है

1) कार्नोट साईकिल एक चक्रिय प्रक्रम है जो स्थिर आयतन पर कार्य करता है
2) इसमें गैस को पहले संपीडित किया जाता है तथा बाद में प्रसारित किया जाता है
3) इसमें रिजनरेटिंग एलिमेंट भिन्न तापो पर दो आयतन के मध्य ऊष्मा भंडार का कार्य करता है
4) रिजनरेटिंग एलिमेंट महीन छिद्र युक्त धातु का द्रव्यमान होता है जिसकी ऊष्मा धारिता बहुत अधिक होती है गैस इसी के साथ अपनी ऊष्मा का आदान प्रदान करती है।
5) इसमे दो सिलिन्डर जिसमे दो पिस्टन लगे रहते हैं सिलिन्डर आपस में रिजनरेटिंग एलिमेंट के द्वारा जुड़े होते हैं।

चक्रीय साइकिल चार चरणों में पूर्ण होता हैः

1) चेम्बर 'ए' में स्थिर ताप T1 गैस संपीडित की जाती है।
2) स्थिर आयतन पर गैस रिजनरेटिंग एलिमेंट द्वारा चेम्बर 'बी' स्थानंतरित कर दी जाती है जहाँ गैस अपनी कैलोरी रिजनरेटर को देकर ताप T2 पर आ जाती है।
3) चेम्बर 'बी' में स्थिर ताप T2 पर गैस का प्रसार होता है। यहाँ पर गैस चेम्बर 'बी' के बाहर से कैलोरी अवशोषित करती है।
4) चेम्बर 'बी' के पिस्टन द्वारा गैस रिजनरेटर से होकर



चेम्बर 'ए' में वापस लौटा दी जाती है यहां पर गैस पुनः कैलोरी प्राप्त करती है।

संसूचक के संवेदनशील क्षेत्र की ऊष्मा कोल्डफिंगर द्वारा अवशोषित होती रहती है, और धातु की फिन्स द्वारा बाह्य सतह से ऊष्मा का उत्सर्जन होता रहता है धीरे–धीरे कोल्डफिंगर का ताप 77°c तक प्राप्त हो जाता है।

इन प्रशीतलकों में ऊर्जा की खपत बहुत कम होती है ये प्रशीतलक आकार में हल्के

तथा छोटे होते हैं इसके इन्ही गुणों के कारण ये पोर्टेबल तापीय यंत्रों के लिए बहुत उपयोगी हैं, और आजकल इनका अधिकतर तापीय यंत्रों में प्रयोग किया जाता है।

अत्यधिक त्वरित जीवन परीक्षण तथा अत्यधिक त्वरित प्रतिबल स्क्रीनिंग

पवन कुमार सूरज

पर्यावरण परीक्षण में, ऐसी परिस्थितियां उत्पन्न की जाती हैं, जो यंत्र की कार्यक्षमता पर दुष्प्रभाव डालती है, हम उन पर उत्पाद का परीक्षण करते है, तकनीकी भाषा में कहे तो "पर्यावरण परीक्षण एक ऐसा विज्ञान है, जिसके अन्तर्गत हम उत्पाद की कार्यकुशलता का विभिन्न पर्यावरण में मूल्यांकन करते है।"

पर्यावरणीय परीक्षण के दो मूल रूप होते हैं, एक अनुकरण या सिमुलेशन (simulation) और दूसरा (उद्दीपन) या उत्तेजन स्टिमुलेशन (stimulation)।

सिमुलेशन (अनुकरण) परीक्षणः "उन स्थितियों की नकल करता है, जो एक उत्पाद अपने सामान्य उपयोग के वातावरण में पूरे जीवनकाल में झेलता रहता है। इन परीक्षणों में उत्पाद पर लागू पर्यावरणीय प्रतिबल– जैसे कि तापमान, आर्द्रता और कंपन आदि, उत्पाद के उपयोग की सीमा से पार नहीं जाते हैं। एक बार जब उत्पाद इन सिमुलेशन परीक्षणों को पास कर लेता है, तो यह बाजार या उपभोक्ता के उपयोग के लिए तैयार हो जाता है।

सिमुलेशन (अनुकरण) परीक्षण के कुछ विभिन्न प्रकार के उदाहरण निम्नलिखित हैं:–

- **तापमान साइकिल (Temperature Cycle)**
- **पर्यावरण प्रतिबल जाँच (Environmental Stress Screening)**

स्टिमुलेशन (उद्दीपन) परीक्षणः सिम्युलेटेड पर्यावरण परीक्षण में आमतौर पर परीक्षण वस्तुओं के लिए कृत्रिम वातावरण बनाया जाता है ताकि उनके प्रत्याशित वातावरण के लिए अपेक्षित लचीलेपन का निर्धारण किया जा सके, स्टिमुलेशन परीक्षणों में किसी उत्पाद की कमजोरियों और सीमाओं को उजागर करने के लिए प्रतिबलों का उपयोग करते है, अक्सर इन परीक्षण में किसी उत्पाद को विफलता के बिंदु से पार ले जाते है। उद्दीपन परीक्षण को त्वारित परीक्षण भी कहा जाता है। उद्दीपन परीक्षण के उदाहरण इस प्रकार है:–

- **अत्यधिक त्वरित जीवन परीक्षण [Highly Accelerated Life Testing(HALT)]**
- **अत्यधिक त्वरित तनाव स्क्रीनिंग [Highly Accelerated Stress Screening(HASS)]**

अत्यधिक त्वरित जीवन परीक्षण (HALT): इसका उपयोग डिजाइन दोषों का पता लगाने के लिए किया जाता है, ताकि अभिकल्पन उच्च कोटि का बन सके। इस तकनीक में उच्च तापमान परिवर्तन की दर से, तापमान व आर्द्रता को संयुक्त करने के बाद रेंडम वाइब्रेशन करके उत्पाद के दोषों को खोजते है। यह एक उत्पाद अविनाशक (नान डिस्टरक्टिव) जीवन साईकिल परीक्षण है।

यह उत्पाद विश्वसनीयता बढ़ाने की यह एक प्रतिबल परीक्षण तकनीक है, वर्तमान में इलेक्ट्रॉनिक्स, कंप्यूटर, चिकित्सा और सैन्य सहित विभिन्न प्रकार के उद्योगों में उत्पाद विश्वसनीयता में सुधार के लिए, प्रमुख विनिर्माण और अनुसंधान तथा विकास संगठनों द्वारा तकनीक का उपयोग किया जा रहा है।

इसे उत्पाद के जीवन काल में कई बार प्रभावी ढंग से उपयोग किया जा सकता है। उत्पाद विकास के दौरान इसके द्वारा, अभिकल्पन की कमजोरी का पता लगाकर कम कीमत पर संशोधन किया जा सकता है। कमजोरियों को खोजने और जल्दी बदलाव लाने से, यह विकास लागत तथा बाजार में इसके लॉन्चिंग समय को भी कम किया जा सकता है।

जब कोई उत्पाद बाजार में लॉन्च किया जाता है, तो इस तकनीक द्वारा नई विनिर्माण प्रक्रियाओं के कारण होने वाली समस्याओं भी उजागर हो सकती है और यदि एक उत्पाद बाजार में लॉन्च करने के बाद इसे उपयोग किया जाता है, तो इसका उपयोग घटकों, विनिर्माण या उत्पादन आदि में परिवर्तन के कारण उत्पाद विश्वसनीयता का ऑडिट करने के लिए भी किया जा सकता है।

एक नए उत्पाद के कई कमजोर लिंक को उजागर करने यह तकनीक महत्वपूर्ण हैं। इस खोजी तकनीक मे

तेजी से प्रतिबल का उपयोग करके कमजोरियों का पता लगाते हैं। HALT का लक्ष्य लगातार कमजोरियों को ढूँढना और उन्हें ठीक करना है, जिससे उत्पाद की विश्वसनीयता बढ़ जाती है। अपनी त्वरित प्रकृति के कारण, HALT आमतौर पर पारंपरिक परीक्षण तकनीकों की तुलना में अधिक तेज और कम खर्चीला है।

HALT एक परीक्षण तकनीक है जिसे टेस्ट–टू–फेल (Test-to-fail) कहा जाता है, जहाँ किसी उत्पाद पर परीक्षण उसके फेल होने तक किया जाता है। HALT क्षेत्र में विश्वसनीयता मूल्य या विफलता की संभावना को निर्धारित करने या प्रदर्शित करने में मदद नहीं करता है। कई त्वरित जीवन परीक्षण टेस्ट–टू–पास (Test-to-pass) हैं, जिसका अर्थ है कि वे उत्पाद जीवन या विश्वसनीयता का प्रदर्शन करने के लिए उपयोग किए जाते हैं।

किसी उत्पाद में कमजोर कड़ी को उजागर करने के लिए उत्पाद विकास के प्रारंभिक चरणों में HALT का प्रदर्शन करने की अत्यधिक अनुशंसा की जाती है, ताकि उत्पाद को संशोधित करने और सुधारने के लिए बेहतर मौका और अधिक समय मिल सके।

HALT में कई प्रतिबल कारकों (एक विश्वसनीयता टेस्ट इंजीनियर द्वारा तय) और /या विभिन्न कारकों के संयोजन का उपयोग होता है। सामान्य रूप से उपयोग किए जाने वाले प्रतिबल कारकों इलेक्ट्रॉनिक्स और यांत्रिक उत्पादों के लिए तापमान, कंपन और आर्द्रता हैं। अन्य कारकों में वोल्टेज, करंट, पावर साइकलिंग और उनमें से संयोजन भी शामिल हो सकते हैं।

विशिष्ट HALT प्रक्रियाएं

HALT तकनीक में पर्यावरणीय प्रतिबल लागू होते हैं, अंततः उपयोग के दौरान अपेक्षित स्तर से काफी ऊपर पहुँच जाते हैं। HALT में उपयोग किए जाने वाले प्रतिबल आमतौर पर गर्म और ठंडे तापमान, तापमान चक्र, रेन्डम कंपन, वोल्टेज और पावर साइकिलिंग हैं। परीक्षण के दौरान उत्पाद की कार्यक्षमता टेस्ट होता है और विफलताओं की लगातार निगरानी की जाती है। जैसा कि प्रतिबल–प्रेरित विफलताएँ होती हैं, इसका कारण खोजकर निर्धारित करते है, और यदि संभव हो तो, समस्या की मरम्मत भी करते है, ताकि परीक्षण अन्य कमजोरियों को ढूँढना जारी रखा जा सके।

HALT का आउटपुट हमें यह बताता है:

1. उत्पाद में कई विफलता रास्ते हो सकते है जो प्रदर्शन परीक्षण में उत्पाद पर प्रत्यारोपित होते हैं।
2. उत्पाद की ऊपरी सीमा (ऊपरी और निचला)। इनकी तुलना एक डिजाइनर के मार्जिन या आपूर्तिकर्ता विनिर्देशों के साथ की जा सकती है।
3. उत्पाद की डिस्ट्रक्ट सीमा (वह सीमा जिस पर उत्पाद की कार्यक्षमता खो जाती है और कोई रिकवरी नहीं की जा सकती है)

टेस्ट चेम्बर

HALT के लिए एक विशेष पर्यावरणीय चेम्बर आवश्यक होता है, यह उपयुक्त कक्ष, जो वांछित आवृत्ति के साथ एक उपयुक्त प्रोफाइल के छद्म रेन्डम कंपन (pseudo & random vibration) को लागू करने में भी सक्षम होता है, HALT चेम्बर को 6 DOF (स्वतंत्रता की डिग्री) में 10,000 हर्ट्ज तक रेंडम कंपन ऊर्जा उत्पन्न करने वाला भी होना चाहिए। कभी–कभी HALT कक्षों को Repetitive shock चेम्बर भी कहा जाता है क्योंकि इसमें कंपन पैदा करने के लिए Pneumatic air hammers का उपयोग भी किया जाता है। चेम्बर को, तापमान में तेजी से बदलाव के लिए भी सक्षम रहता है और कम से कम परिवर्तन की न्यूनतम दर 50°C/मिनट होनी चाहिए। आमतौर पर उच्च शक्ति वाले प्रतिरोधक ताप तत्वों का उपयोग हीटिंग के लिए किया जाता है और तरल नाइट्रोजन (LN2) का उपयोग शीतलन के लिए किया जाता है।

HALT प्रक्रियाएँ, प्रयोगशालाओं में भिन्न–भिन्न होती हैं, लेकिन आम तौर पर प्रक्रिया के समान प्रदर्शन किया जाता है जो नीचे संक्षेप में प्रस्तुत किया गया है। HALT प्रक्रिया को 5 चरणों में विभाजित किया गया है:–

1 – तापमान प्रतिबल स्टेज

2 – तापमान रैंप, स्टेज

3 – कंपन प्रतिबल स्टेज

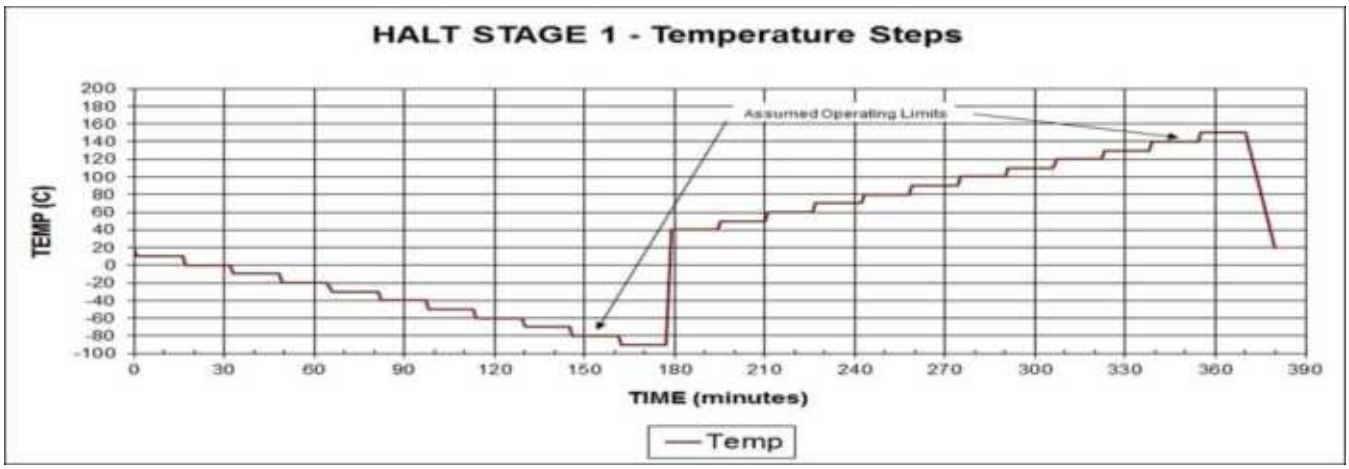
4 – संयुक्त तापमान और कंपन प्रतिबल स्टेज

5 – तापमान डिस्ट्रक्ट सीमाएँ

1 – तापमान प्रतिबल स्टेज:–

स्टेज 1 का उपयोग तापमान के लिए HALT परिचालनात्मक सीमा निर्धारित करने के लिए किया जाता है। एक चरण 1 के लक्ष्य में डिस्ट्रक्टशन का कारण नहीं है, लेकिन कभी–कभी परिचालन और डिस्ट्रक्ट सीमाएँ एक साथ होती हैं। तापमान और कंपन के लिए HALT डिस्ट्रक्ट सीमाएँ आमतौर पर चरण 3 से 5 में पाई जाती हैं।

स्टेज 1 को कोल्ड स्टेप स्ट्रेस के साथ शुरू होता है। परीक्षण 10°C पर शुरू किया जाता है और 10°C की वृद्धि से निर्धारित परिचालन सीमा तक घटाया जाता है या



चित्र 1. तापमान प्रतिबल स्टेज

–100°C के न्यूनतम तापमान तक पहुँचाया जाता है।

प्रत्येक चरण पर रहने का समय बिंदु के रूप में परिभाषित किया गया है जब डिवाइस और उसके घटकों का स्थिरीकरण और संतृप्ति प्राप्त की जाती है जो आमतौर पर 15 से 20 मिनट होती है। इस स्टेबलाइजेशन अवधि के दौरान ऑपरेटिंग परीक्षण होता है। उत्पाद पर रखे गए थर्मोकपूल से प्राप्त तापमान माप से डवेल समय निर्धारित किया जाता जा है।

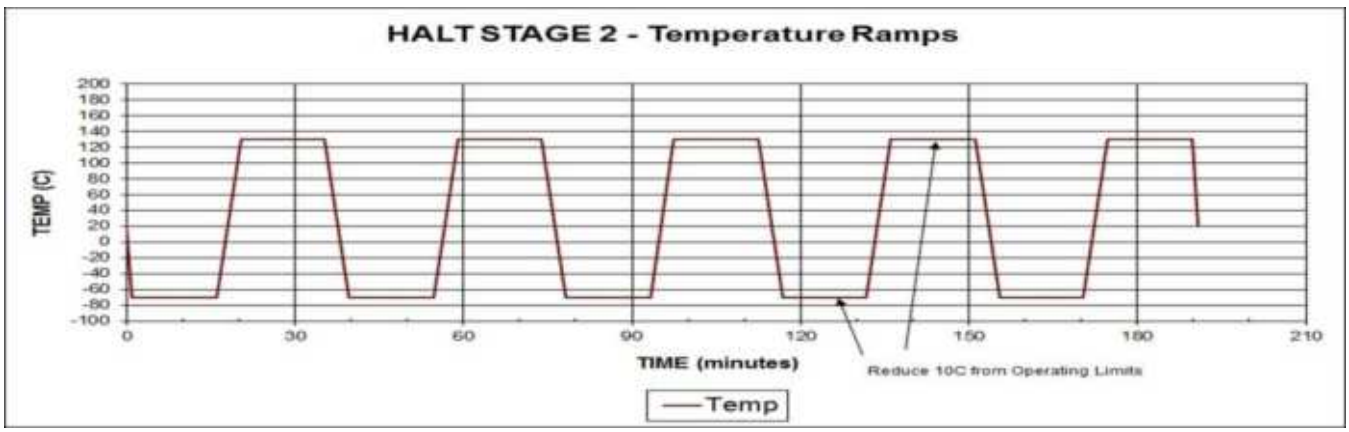
स्टेज 1 में दूसरा भाग हॉट स्टेप स्ट्रेस है। परीक्षण 40°C से शुरू होता है और 10°C की वृद्धि से निर्धारित परिचालन सीमा तक बढ़ाया जाता है या 200°C के तापमान तक पहुँचाया जाता है। इसके अलावा, अपने प्रदर्शन पर आधारभूत माप प्राप्त करने के लिए HALT शुरू करने से पहले कमरे के तापमान या 25°C पर उत्पाद का कार्यात्मक परीक्षण करना अच्छा अभ्यास है।

2 – तापमान रैंप, स्टेज :–

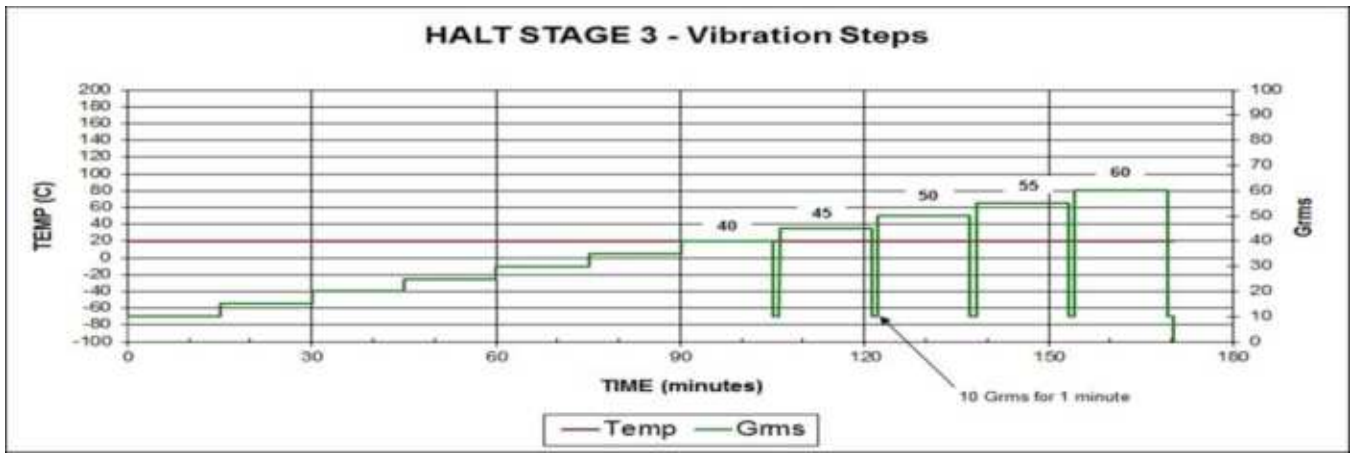
इस चरण के दौरान, तेजी से रैंप के साथ तापमान चक्र उत्पाद पर लागू किया जाता है। चौम्बर का तापमान 60°C/मिनट पर बदलता है। गर्म और ठंडे तापमान की टोलरेंस आम तौर पर ±10°C तक होती है। कुल पाँच चक्र लिए जाते हैं।

3 – कंपन प्रतिबल स्टेज:

एक ब्रॉडबैंड कंपन स्पेक्ट्रम HALT कक्ष तालिका के माध्यम से लागू किया जाता है, HALT चौम्बर की टेबल को 6 H DOF (स्वतंत्रता की डिग्री) में 10,000 हर्ट्ज तक रेंडम कंपन ऊर्जा उत्पन्न करने वाला होना चाहिए। वाइब्रेशन स्टेप स्ट्रेस 10 grms से शुरू होगा और ऑपरेटिंग, डिस्ट्रक्ट लिमिट, या चौम्बर की अधिकतम वाइब्रेशन लेवल तक पहुंचने तक 5 grms स्टेप में बढ़ जाएगा। 40 grms स्तर से 10 grms के लिए 1 मिनट में पहुँचा दिया जाता है। प्रत्येक चरण में डवेल समय, फेटिग डेमेज को संचित करने के लिए लगभग 15 मिनट होता है। 5 KHz बैंडविड्थ के साथ हतउे को मापा जाता है। यह परीक्षण लगभग 20 से 25°C के कमरे के तापमान पर किया जाता है।



चित्र 2.



चित्र 3.

4 – संयुक्त तापमान और कंपन प्रतिबल स्टेजः–

संयुक्त तापमान और कंपन तनाव चरण 4 में लागू होते हैं। इस चरण के दौरान, चौम्बर हवा को 60°C/ मिनट में बदल दिया जाता है। गर्म और ठंडे तापमान चरण 2 में उपयोग किए जाने वाले समान हैं। प्रत्येक गर्म और ठंडे तापमान पर रहने का समय चरण 2 में उपयोग किया जाता है। कंपन का स्तर प्रत्येक तापमान चरण के दौरान तय किया जाता है और 10 grms से शुरू होता है और बढ़ता है ऑपरेटिंग या डिस्ट्रक्ट सीमा या 10 grms के अधिकतम कंपन स्तर तक 60 grms तक पहुँच जाता है।

5 – तापमान डिस्ट्रक्ट सीमाएँः–

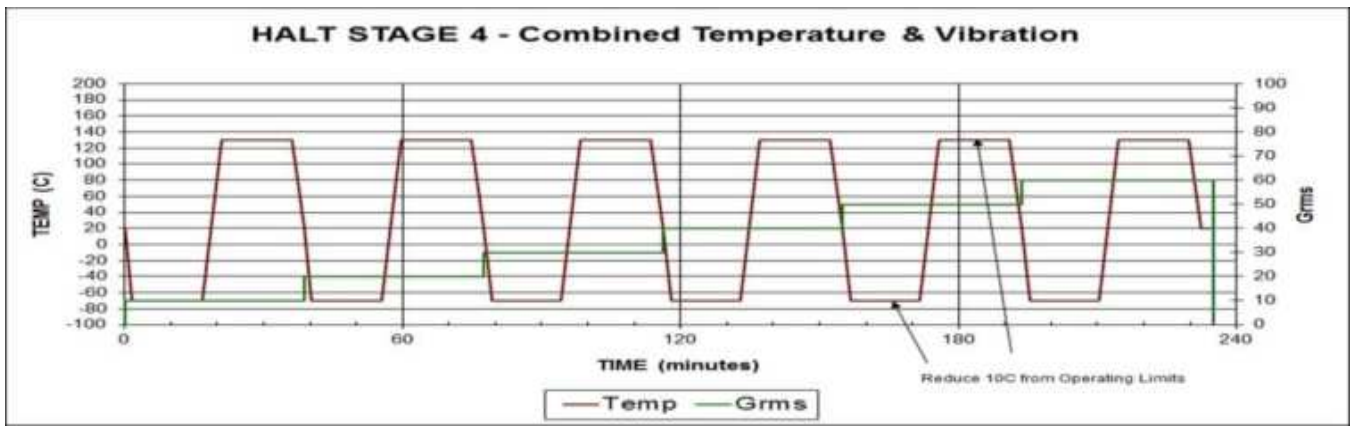
कम ऑपरेटिंग सीमा पर शुरू करके, 10°C की वृद्धि में तापमान को कम करके, डिस्ट्रक्ट सीमा या चेम्बर –100°C के न्यूनतम तापमान ही डिस्ट्रक्ट की सीमा होती है। ऊपरी ऑपरेटिंग सीमा पर शुरू करके और 10°C की वृद्धि में तापमान 10°C की वृद्धि में तापमान को कम करके, डिस्ट्रक्ट सीमा या चौम्बर 200°C के अधिकतम तापमान ही डिस्ट्रक्ट की सीमा होती है।

चरण 1 में स्थापित डवेल समय का आमतौर पर उपयोग किया जाता, हालांकि यदि उत्पाद काम करना बंद कर देता है या विफलता होती है तो डवेल समय को कम किया जा सकता है यदि उत्पाद संचालित होने मे विफल रहता है तो यह देखने के लिए उत्पाद ठीक हो गया है या नहीं तापमान को 20°C तक कम या बढ़ाया जाता है यदि उत्पाद 20°C स्थिर होने के बाद चालू नहीं होता, तो उत्पाद की मरम्मत की जाती है (यदि व्यावहारिक हो) ताकि परीक्षण तापमान का विस्तार किया जा सके। यदि व्यावहारिक नहीं हैं, तो चरण 5 को समाप्त कर दिया जाता है।

(Highly Accelerated Stress Screening (HASS) अत्यधिक त्वरित प्रतिबल जाँचः–

HASS उत्पादन उत्पादों या घटकों पर विनिर्माण के दौरान किया जाता है। यह एक स्क्रीनिंग विधि है जिसका उपयोग विनिर्माण दोषों को उजागर करने के लिए किया जाता है, यह दोष, शिपिंग, भंडारण और उपयोग सहित वातावरण के प्रभाव के कारण होते हैं।

HASS स्क्रीनिंग प्रोग्राम में प्रवेश करने से पहले, HALT



चित्र 4.

द्वारा एक मजबूत उत्पाद डिजाइन तैयार करते है।

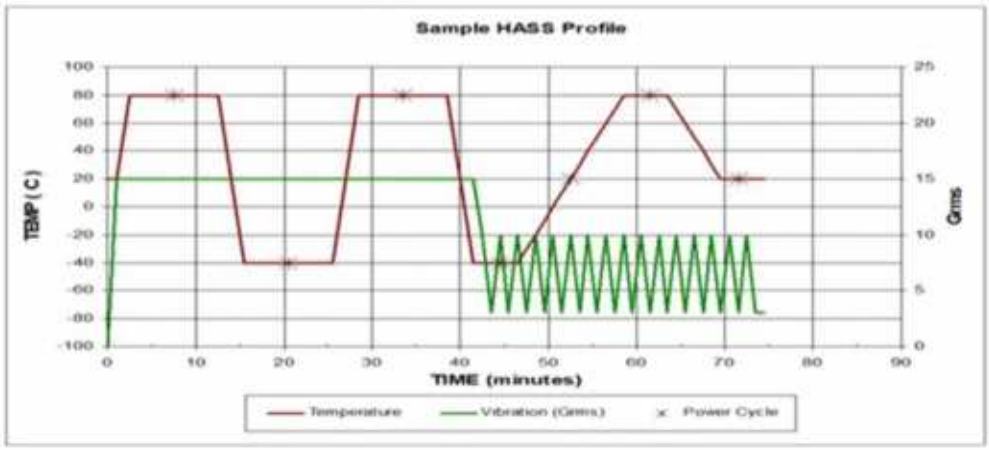
एक Proof of Screen (POS) (कभी–कभी Safety of Screen कहा जाता है), का उपयोग HASS को मान्य करने के लिए किया जाता है, ताकि यह साबित हो सके कि सामान्य जीवनकाल के लिए पर्याप्त जीवन बचा है।

HASS के दौरान, प्रतिबल कम समय में दोषों को उत्पन्न करने के लिए सामान्य ऑपरेशन की तुलना में अधिक होता है, हालांकि प्रतिबल HALT द्वारा सिद्ध किए गए डिजाइन की क्षमता के भीतर ही होते हैं। यह प्रतिबल पारंपरिक पर्यावरणीय प्रतिबल जाँच (ईएसएस) में उपयोग किए जाने वाले प्रतिबल से आमतौर पर अधिक आक्रामक होते हैं जो HASS को ईएसएस की तुलना में अधिक कुशल स्क्रीन बनाते है। HASS की स्क्रीनिंग आम तौर पर एक घंटे से लेकर कुछ घंटों तक होती है जबकि ESS स्क्रीन में कुछ दिन लग सकते हैं।

HASS में उपयोग किए जाने वाले प्रतिबल के प्रकार HASS में उपयोग किए जाने वाले समान हैं। HASS संयुक्त तापमान साइकिल चालन, रेंडम कंपन और विद्युत लोडिंग / निगरानी का उपयोग करता है। HASS स्क्रीन उसी प्रकार के चेम्बर में की जाती हैं जिसका उपयोग HALT के लिए किया जाता है। HASS में कंपन को रेंडमली ढंग से एक व्यापक आवृत्ति रेंज में लागू किया जाता है, जो 6 डिग्री फ्रीडम में 10,000 हर्ट्ज तक ऊर्जा पैदा करता है।

एक विशिष्ट HASS प्रोफाइल क्या है?

सामान्यतः एक विशिष्ट HASS प्रोफाइल चित्र 1 में दिखाया गया है। HASS प्रोफाइल का पहला भाग (0 से minutes 40 मिनट) एक अवक्षेपण (Precipitation) स्क्रीन है जिसका उपयोग अव्यक्त दोषों को उत्पन्न करने के लिए किया जाता है। वर्षा स्क्रीन में लगभग 40 – 60°C/ मिनट के उच्च स्तर के स्थिर कंपन और तापमान की दर होती है। HASS प्रोफाइल का दूसरा भाग (40 – 75 मिनट) एक खोजी स्क्रीन है जिसका उपयोग अवक्षेपित दोषों का पता लगाने के लिए किया जाता है। डिटेक्शन स्क्रीन में लगभग 5 – 10°C/मिनट के परिवर्तनों के मॉड्यूलेटेड कंपन और धीमी तापमान दर के निम्न स्तर होते हैं। कभी–कभी डिटेक्शन स्क्रीन के दौरान आंतरायिक दोषों को ढूंढना आसान होता है क्योंकि तनाव का स्तर कम होता है और परिवर्तन की तापमान दर धीमी होती है।



HASS का उपयोग क्यों करते है

एक मजबूत, विश्वसनीय उत्पाद का उत्पादन करने के लिए।

निर्माण गुणवत्ता की जांच और सुधार के लिए उत्पादन घटकों की नियमित ऑडिट या स्क्रीनिंग करने के लिए।

कम क्षेत्र विफलताओं और वारंटी खर्चों में कमी लाने के लिए।

HASS के लाभ क्या हैं?

HASS स्क्रीन पारंपरिक पर्यावरण तनाव स्क्रीनिंग (ESS) विधियों से छोटी हैं। इससे स्क्रीन उत्पादन में कम समय और लागत लगती है। चूँकि स्क्रीन ESS की तुलना में छोटी और अधिक आक्रामक होती है।

दोष आमतौर पर जल्द ही पाए जाते हैं।

समस्याओं को तेजी से सुधारा जाता है।

दोष रहित उत्पाद ग्राहकों तक पहुँचते हैं।

प्रकाशीय यन्त्रों में उपयोग होने वाले स्किमिट- पेचान प्रिज्म का परीक्षण

रितु रोहिला

रक्षा अनुसंधान एंव विकास संगठन (डीआरडीओ) हमारे देश की रक्षा प्रणालियों के डिजाइन एंव विकास के लिये निरंतर कार्यरत है और तीनो रक्षा सेवाओं यानि कि जल, थल और वायुसेना की आवश्यकताओं के अनुसार हथियार प्रणालियों और उपकरणों के उत्पादन में आत्मनिरभर्ता बढाने की दिशा में कार्यरत रहा है। भारत की सीमाएं समुद्र, पृथ्वी और आकाश क्षेत्रों में पडोसी देश की सीमाओं से लगी है। इन सभी क्षेत्रों की रक्षा एवं निगरानी के लिये अत्याधुनिक उत्पादों एवं प्रणालियों की आवश्यकता होती है । आई. आर. डी. ई. राष्ट्र की सुरक्षा हेतु उच्च तकनीकी के प्रकाशीय एवं विद्युत प्रकाशिकी यंत्र, लेजर प्रयोज्यताओं, तापीय प्रतिबिम्बन यन्त्र, होलोग्राफिक साइट, युद्धक टैंकों, लडाकू विमानों, जलपोतों एवं पनडुब्बियों इत्यादि में महत्वपूर्ण भूमिका प्रदान कर देश को आत्मनिर्भर एवं विकसित राष्ट्र बनाने की दिशा में प्रयास करते हुये **बलस्य मूलं विज्ञानम्** के अपने मूल मंत्र को सार्थक कर रहा है ।

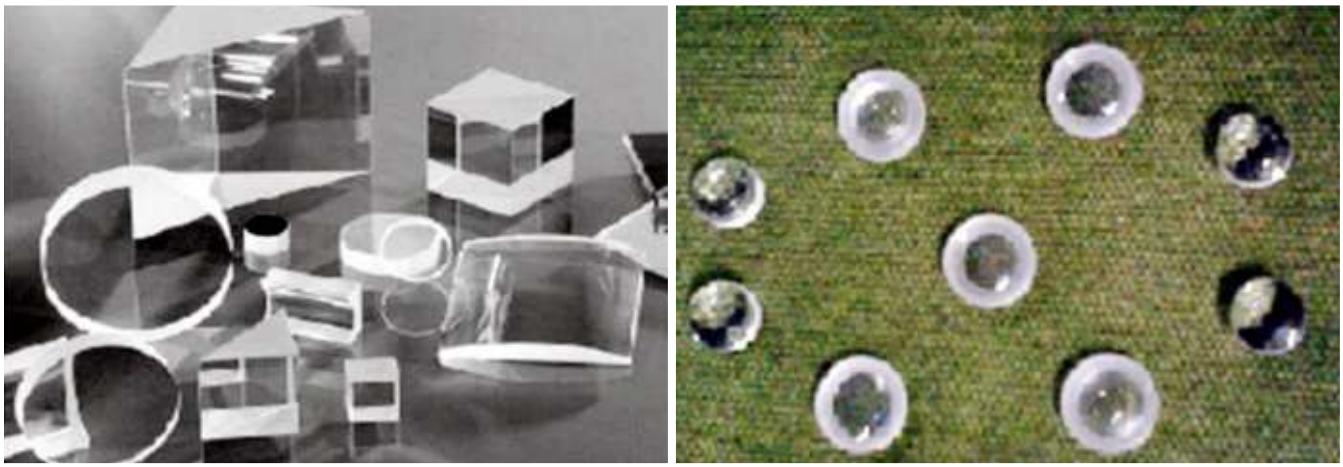
विभिन्न विद्युत प्रकाशिकी यंत्रों की उच्च तकनीकी के विकास के लिये यंत्रों का प्रयोगशाला में परिशुद्ध प्रकाशीय परीक्षण, निरीक्षण एंव मूल्यांकन किया जाता है। इन यंत्रो में विभिन्न प्रकार के घटकों का (चित्र 1) जैसे लेंस , दर्पण , प्रिज्म,वेज प्लेट, रेटिकल (reticle), समानांतर प्लेट इत्यादि प्रयोग किया जाता है जिनका Tolerance बहुत टाईट होता है इसलिए इनका परीक्षण भी प्रयोगशाला में बहुत बारीकी एवं सावधानी द्वारा किया जाता है।जिससे क्षेत्रीय अभिप्रयोग के दौरान असफलता के सम्भावित कारणों से बचा जा सके।

प्रकाशिकी

भौतिक शास्त्र की वह शाखा जहाँ प्रकाश किसी पदार्थ के साथ परस्पर क्रिया करता है तो पदार्थ के कारण प्रकाश के गुणों मे होने वाले परिवर्तन का अध्ययन प्रकाशिकी कहलाता है।

प्रकाशीय यंत्रों में प्रिज्म की महत्ताः—

प्रकाशिकी में प्रिज्म एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है जो कि सजातीय (homogeneous), ठोस (solid) पारदर्शी (transparent), अपवर्तक (refractive) माध्यम है जो एक कोण पर झुकी हुई दो समतल सतहों से घिरा होता है, जो प्रकाश का अपवर्तन करता है तथा प्रकाश पथ विभिन्न दिशाओं में परिवर्तित करता है। विद्युत प्रकाशिकी यंत्रो में



चित्र 1: विभिन्न प्रकाशिकी घटक

कई प्रकार के प्रिज्म का प्रयोग होता है जो कि अनुप्रयोग के आधार पर विभिन्न आकृतियों में बनाये जाते हैं।

१. त्रिभुज प्रिज्म (Triangular Prism)
२. पूर्ण आतंरिक परावर्तन प्रिज्म (TIR Prism)
३. किरण विभाजन प्रिज्म (Beam Spilliter)
४. विक्षेपण प्रिज्म (Wedge Prism)
५. स्किमिट– पेचान प्रिज्म Schimitt & Pechan Prism

सभी प्रकार के प्रिज्मों का परीक्षण प्रयोगशाला में ऑटोकॉलिमेटर तथा गोनिओमीटर द्वारा किया जाता है।

स्किमिट–पेचान प्रिज्म (Schimitt &Pechan Prism):

स्किमिट–पेचान प्रिज्म एक महत्वपूर्ण प्रिज्म है जिसका प्रयोग विभिन्न उपकरणों में किया जाता है। यह प्रिज्म दो प्रिज्मों का जोड़ है इन दोनों प्रिज्मों के बीच एयर गैप होता है इस एयर गैप के कारण इसमें चार सतह होती हैं। Schimitt & Pechan प्रिज्म (चित्र 2) प्रतिबिम्ब को एक साथ ही invert और revert कर सकती है। इन दोनों प्रिज्मों का अभिकल्पन (design) इस प्रकार किया जाता है कि entrance beam और exit beam हमेशा समांक्षी (co&axial) रहे। अर्थात यह अपनी आप्टिकल एक्सिस से विचलित न हो। इस प्रिज्म में रूफ (Roof) होती है, इसलिए दिया जाता है कि जिससे कि दो बार प्रकाश का परावर्तन हो सके। इस प्रकार Schimitt & Pechan prism में कुल 06 reflections होते है जिससे हम वस्तु को 180° घूर्णन (rotate) कर सकते हैं। प्रकाशीय यंत्रों में optical design के अनुसार जोड़े गए प्रिज्मों की सहायता से कई लेंसों की आवश्यकता के बिना वस्तु का सही प्रतिबिम्ब प्राप्त होता है और साथ ही उपकरण की कुल लम्बाई भी कम हो जाती है जिससे हल्के और छोटे प्रकाशीय यंत्र बनाये जा सके। स्किमिट– पेचान प्रिज्म का प्रयोग आम तौर पर दूरबीन (चित्र 3) में छवि निर्माण प्रणाली के रूप में किया जाता है।

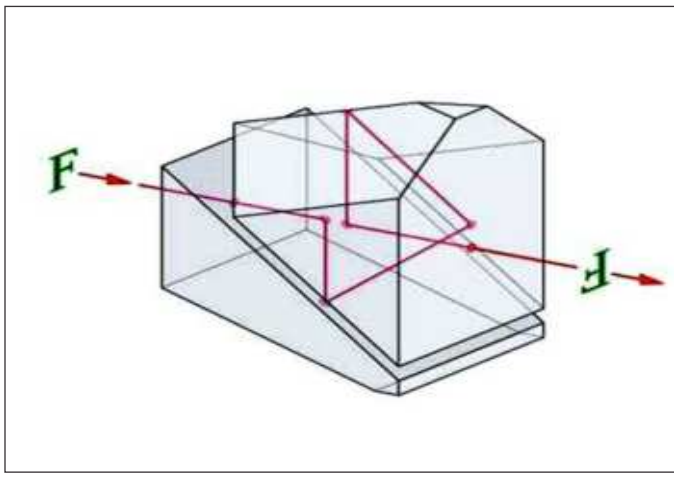
स्किमिट–पेचान प्रिज्म (Schimitt & Pechan Prism) का परीक्षणः–

स्किमिट–पेचान प्रिज्म का परीक्षण गोनिओमीटर व्दारा किया जाता है। गोनिओमीटर ऑटोकोलिमेशन (Autocollimation) के सिद्धांत (चित्र 4)पर आधारित है।

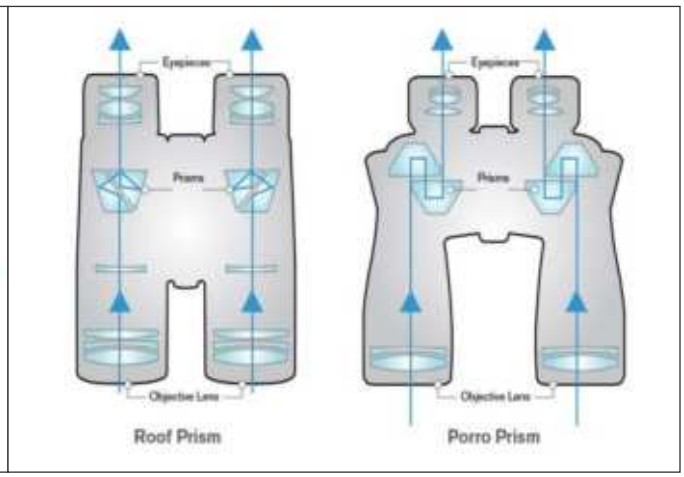
सिद्धांतः– इस तकनीक में हम रेटिकल (reticle) को अभिद्रश्यक (adjective) लेंस के फोकस में स्थापित करके उसे अनंत पर प्रक्षेपित परके दर्पण द्वारा परिवर्तित करके प्रतिबिंब को पुनरू उसी स्थान पर प्राप्त करते हैं।

गोनिओमीटर Auto & collimator (ऑटोकोलीमीटर), Fixed Auto-collimator (स्थिर ऑटोकोलीमीटर) , Prim Table (प्रिज्म टेबल) तथा Angular Scale (0-1sec की यथार्थ्ता के साथ) के सयोंजन से बना है। जिसकी सहायता से हम किसी भी प्रिज्म का Individual Angle] Through Angle एवं Pyramidal Error का मापन करतें है।

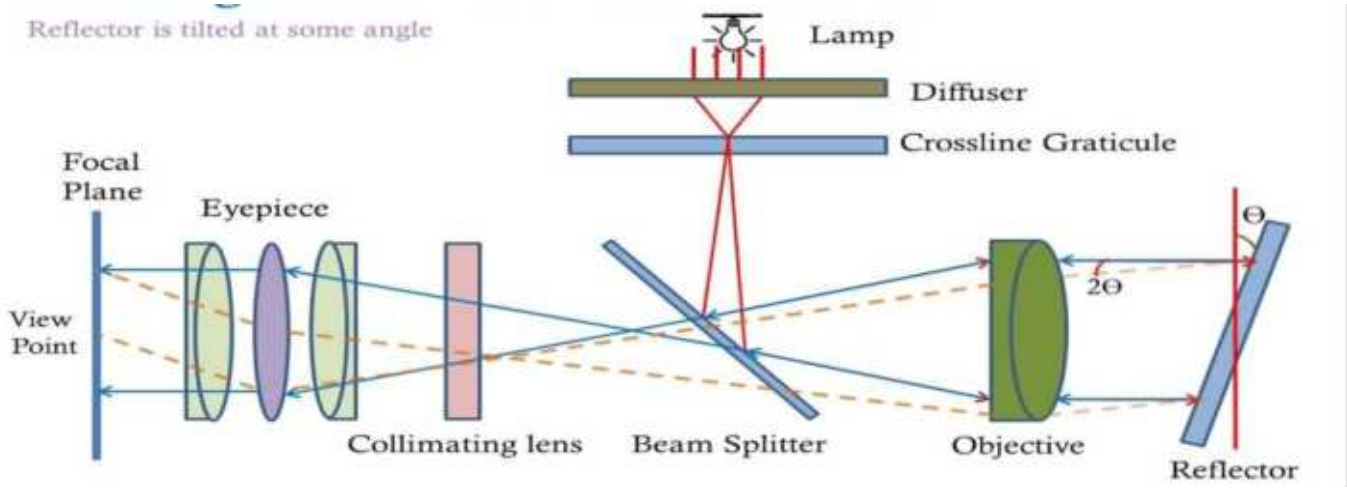
स्किमिट–पेचान प्रिज्म का निर्माण व परीक्षण करना काफी जटिल होता है। क्योंकि इसके दो अलग–अलग प्रिज्मों का मान इस प्रकार होता है जिनको maintain का पाना काफी मुश्किल होता है। स्किमिट–पेचान प्रिज्म, इंडस्ट्री से बन कर आए थे और इसके विभिन्न कोणों का परीक्षण गोनिओमीटर की सहायता से किया गया। परन्तु इनकी आकृति इस प्रकार थी कि इनको प्रिज्म टेबल पर रखना काफी जटिल था, प्रिज्म टेबल के व्यास की लिमिटेशन के कारण स्किमिट–पेचान प्रिज्म को माउन्ट करना भी



चित्र 2: स्किमिट– पेचान प्रिज्म



चित्र 3: दूरबीन का अनुप्रयोग



चित्र 4: ऑटोकोलिमेशन (Autocollimation) का सिद्धांत

मुश्किल था। प्रिज्म को टेबल पर माउन्ट कर प्रत्येक सतह को ऑटोकोलिमेट किया गया जो की कठिन प्रक्रिया थी तथा Individual angles व Pyramidal Error का मापन किया, जो की अभिकल्पित (Design value) से अलग पाई गई और इस प्रिज्म को सही करने की जरुरत थी, प्रिज्म के पुननिर्माण हेतु उपरोक्त विधि से stage Inspection मापन किया गया और साथ ही Fabrication team को कोणों के मान से भी अवगत करवाया गया, लगातार इस क्रिया को दोहराने के उपरान्त स्किमिट– पेचान प्रिज्म के Individual angles एवं Pyramidal Error अभिकल्पित (Design value) के अनुरूप आए।

Schimitt & Pechan Prism की समस्याएँ:–

- इस प्रिज्म के रूफ को बनाने में काफी परेशानी का सामना करना पड़ता है वस्तु का प्रतिबिम्ब ऑप्टिकल अक्सिस में रहे और साथ ही दो बार परावर्तन मिल इसलिए रूफ के कोण का मान 5" से कम बनाना होता है।
- सभी entry और exit सतहों को Optically coated होना चाहिए जिससे की प्रकाश का Loss कम से कम हो और हमें अधिक मात्रा में प्रकाश का transmission हो और एक पूर्ण प्रतिबिम्ब प्राप्त किया जा सके।

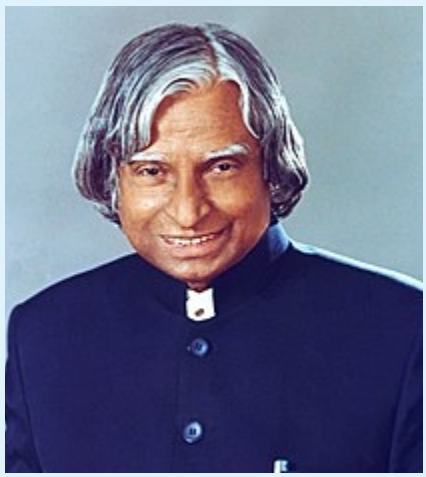
सुविचार

आकाश की तरफ देखिये। हम अकेले नहीं हैं। सारा ब्रह्माण्ड हमारे लिए अनुकूल है और जो सपने देखते हैं और मेहनत करते हैं उन्हें प्रतिफल देने की साजिश करता है।

•

विज्ञान मानवता के लिए एक खूबसूरत तोहफा है, हमें इसे बिगाड़ना नहीं चाहिए।

– डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम



अवतल छोटे अगोलीय प्रकाशीय घटक की पॉलिशिंग, टूल निर्माण एवं भरण दर ऑप्टिमाईजेशन

बृजेश कुमार यादव

प्रस्तावना– अगोलीय लेंस वह लेंस होता है, जिसमें प्रकाशीय अक्ष से दूरी के सापेक्ष लेंस की वक्रता त्रिज्या बदलती रहती है। प्रकाशीय डिजाइनर अगोलीय लेंसों के प्रयोग द्वारा उत्कृष्ट विपथन सुधार कर सकता है। जिससे कम अवयवों के संघट्ट प्रकाशीय यंत्रों से बेहतर रेजुलुशन प्राप्त करते है। प्रस्तुत प्रपत्र द्वारा फ्यूज्ड सिलिका के अगोलीय लेंस का निर्माण सब–अपरचर पॉलिशिंग विधि द्वारा प्रस्तुत किया जा रहा है। क्योकि अगोलीय लेंस के निर्माण में परंपरागत फुल–अपरचर पॉलिशिंग उपयुक्त नहीं है। ऑप्टिमाइज रेखीय भरण दर द्वारा कम समय में अच्छी प्रकाशीय सतह प्राप्त की जाती है। ऑप्टिकल प्रोफाइलोंमीटर द्वारा अगोलीय सतह की मापन की गई है।

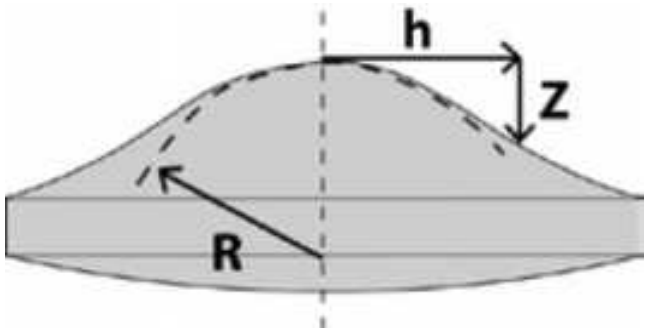
सूचक शब्द – अगोलीय प्रकाशीय घटक, सब–अपरचर पॉलिशिंग, स्पॉट साइज, प्रकाशीय निर्माण।

1. परिचयः

लेंस प्रकाशीय यंत्रों का प्रमुख अंग है । ये लेंस गोलीय, अगोलीय अथवा विवर्तनीय हो सकता है। लेंस के आकार में भिन्नता के अनुसार उनको बनाने की प्रक्रिया भी भिन्न–भिन्न होती है। परंपरागत ग्राईंडिंग व पॉलिशिंग प्रक्रिया द्वारा गोलीय सतह बनाना आसान होता है। न्यूटन इंटरफेरोमीटर द्वारा गोलीय सतह का मापन भी आसान होता है। अगोलीय और विवर्तनीय सतह का निर्माण और मापन प्रक्रिया काफी कठिन और चुनौतीपूर्ण होती है।

बेहतर प्रकाशीय अनुप्रयोगों के लिए गोलीय सतह के लेंस और दर्पण प्रायः सर्वोत्तम नही होते हैं। प्रकाशीय यंत्र ज्यादा बेहतर बनाने के लिए अगोलीय सतह प्रयोग किया जाता है। कम प्रकाशीय अवयवों का उपयोग करके, अगोलीय सतह द्वारा अच्छी प्रतिबिंब प्राप्त की जाती है। अगोलीय सतह का अनुप्रयोग, निर्माण व मापन में कठिनाई के कारण सीमित है। विपथनों को दूर करने के लिए प्रकाशीय डिजाइनरों को कम अवयवों की आवश्यकता होती है। अगोलीय सतह का प्रयोग करके, प्रकाशीय डिजाइनर कम अवयवों के साथ प्रकाशीय यंत्रो का अभिकल्पन कर सकता है। जैसे उच्च दक्षता के साथ छोटा प्रकाशीय यंत्र ।

गोलीय सतह की एक वक्रता त्रिज्या होती है। जिसको परंपरागत ग्राईंडिंग व पॉलिशिंग प्रक्रिया से बनाना आसान होता है। अगोलीय सतह चित्र. 1 में दिखाया गया है, जिसकी वक्रता त्रिज्या सैग समीकरण के अनुसार केंद्र से दूरी के सापेक्ष बदलती रहती है। इस प्रकार की सतहों का निर्माण परंपरागत विधियों से सम्भव नहीं है।



चित्र.1

अगोलीय सतह का समीकरण निम्नलिखित सैग (sag है।

$$z = \frac{c\rho^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2\rho^2}} + A\rho^4 + B\rho^6 + C\rho^8 + D\rho^{10} \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

जहाँ $c = \frac{1}{R}$ R वक्रता त्रिज्या k = कॉनिक स्थिरांक

और A, B, C व D क्रमशः चौथा, छठा, आठवाँ व दसवां विरूपण स्थिरांक है ।

इस शोध पत्र मे, हम फ्यूज्ड सिलिका के अगोलीय लेंस की पॉलिशिंग प्रक्रिया सब–अपरचर विधि से कर रहे है। फ्यूज्ड सिलिका के अगोलीय सतह की मूल वक्रता त्रिज्या अवतल 14 मिमी और क्लियर अपचर 9.7 मिमी है। लेंस की मूल वक्रता त्रिज्या छोटा व अवतल प्रकृति के होने के कारण सब–अपरचर विधि में प्रयोग होने वाले सामान्य

टूल से भी इसकी पॉलिशिंग बेहद कठिन कार्य है । लेंस के पॉलिशिंग के लिए छोटे स्पॉट साइज के टूल को विकसित कर सब–अपरचर विधि का प्रयोग करके पॉलिशिंग किया गया है। सतह का मापन कोंटेक्ट प्रोफाइलोंमीटर द्वारा किया गया है।

अवयव का विवरण निम्नलिखित है–

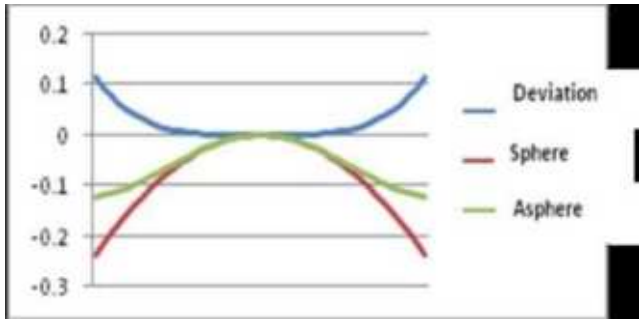
पदार्थ– फ्यूज्ड सिलिका

क्लियर अपचर – 9.7 मिमी

अगोलीय मूल त्रिज्या– 14 मिमी अवतल

कॉनिक स्थिरांक– k= –0.139457

अगोलीय पद – $A=2.35851e^{-05}$ $B=-1.227774e^{-07}$
$B=-1.808528$

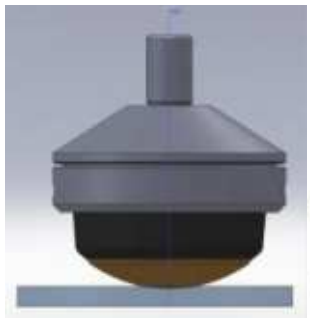


चित्र 2. अगोलीय फ्यूज्ड सिलिका का सैग आरेख

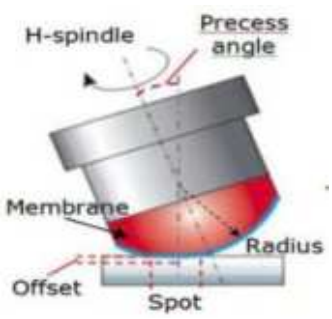
चित्र 2. सैग आरेख की गणना प्रदर्शित करता है। लाल, हरा और नीला वक्र क्रमशः गोलीय सैग, अगोलीय सैग और और मूल गोलीय सैग से अगोलीय का विचलन प्रदर्शित करता है। अधिकतम विचलन किनारे पर 50µm है। सैग गणना प्रदर्शित करता है कि केंद्र मे सतह उत्तल तथा किनारे पर सतह अवतल है। वक्र केंद्र से किनारे की तरफ अपनी प्रकृति बदल रही है और वह बिन्दु जहाँ से वक्र अपनी प्रकृति बदलनी शुरू करती है। वह संक्रमण बिन्दु कहलाता है। अगोलीय सतह का यह व्यवहार पॉलिशिंग के साथ साथ मापन मे भी समस्या उत्पन्न करता है।

2. सब–अपरचर पॉलिशिंग तकनीकी

फुल–अपरचर तकनीकी गोलीय प्रकाशीय घटक के पॉलिशिंग की उचित तकनीक है। जबकि अगोलीय सतह मे विभिन्न क्षेत्रों में अलग–अलग विचलन होता है। इसलिए फुल–अपरचर पॉलिशिंग टूल अगोलीय सतह के लिए उपयुक्त नहीं हो सकता है। इस प्रकार अगोलीय सतह के पॉलिशिंग के लिए छोटा सब–अपरचर पॉलिशिंग टूल का प्रयोग किया है। इससे हमनें अगोलीय सतह के विभिन्न क्षेत्रों पर सूक्ष्म सुधार किया। फुल–अपरचर पॉलिशिंग और सब–अपरचर पॉलिशिंग का मुख्य अन्तर है कि सब–अपरचर पॉलिशिंग मे पॉलिशिंग टूल के साथ प्रकाशीय घटक के सतह का एक छोटा सा भाग सम्पर्क में रहता है। परंपरागत फुल–अपरचर पॉलिशिंग प्रक्रिया मे पॉलिशिंग के लिए पिच अथवा पोल्युरेथेन पैड का प्रयोग करते है। हम फुल–अपरचर पॉलिशिंग में स्पॉट के आकार को नहीं बदल सकते। मेंमबरेन आधारित सब–अपरचर पॉलिशिंग में पॉलिशिंग टूल का स्पॉट साइज दाब के अनुप्रयोग द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। सब–अपरचर पॉलिशिंग मे पॉलिशिंग टूल और पॉलिशिंग पदार्थ का चयन अगोलीय सतह के त्रिज्या के साथ साथ उसके पदार्थ के गुण पर भी निर्भर करता है। विभिन्न पॉलिशिंग चक्र के लिए हमने पोल्युरेथेन पैड (LP 66) और यूनीनैप पैड का प्रयोग किया ।



चित्र 3a सब–अपरचर टूल



चित्र 3b सब–अपरचर टूल ज्यामिति

सब–अपरचर पॉलिशिंग टूल और टूल ज्यामिति क्रमशः चित्र 3a और चित्र 3b में दिखाया गया है।

अगोलीय सतह के पॉलिशिंग के लिए छोटे टूल का विकासः समान्यतः सब–अपरचर पॉलिशिंग विधि में छोटे प्रकाशीय घटकों के पॉलिशिंग के लिए 20 मिमी व 10 मिमी त्रिज्या पॉलिशिंग टूल का प्रयोग करते है। जबकि उपरोक्त फ्यूजड सिलिका के लेंस का क्लियर अपरचर 9.7 मिमी था। इसलिए प्रायः प्रयोग की जाने वाली टूल से इस प्रकाशीय घटक की पॉलिशिंग असंभव थी। इसलिए हमने 5 मिमी के त्रिज्या के टूल का विकास किया। जिससे प्रकाशीय घटक की पॉलिशिंग करने में तथा सतह यथार्थता प्राप्त करने में मदद मिली। क्रमशः चित्र संख्या 4(a)में 20मिमी त्रिज्या का टूल तथा चित्र संख्या 4(b)5मिमी त्रिज्या का विकसित टूल प्रदर्शित किया गया है।

4. पॉलिशिंग, मापन और क्रमिक पुनरावृत्तियाँः पदार्थ निष्कासन दर पॉलिशिंग प्रक्रिया के दौरान प्रेस्टन समीकरण द्वारा परिभाषित किया जा सकता है और यह टूल के दाब और टूल व लेंस सतह के बीच सापेक्ष गति पर निर्भर करता है।

जहाँ औसत मोटाई निष्कासन दर है। P_o लगाया गया

चित्रः 4(a) मानक पोलिशिंग टूल

चित्रः 4b विकसित पॉलिशिंग टूल

$$\frac{dm}{dt} = C_p P_O V_r \quad \text{.....(2)}$$

दाब, $\frac{dm}{dt}$ पॉलिशिंग कण का औसत सापेक्ष गति और C_p पॉलिशिंग प्रक्रिया के दौरान आणविक स्तर के प्रभाव का वर्णन करता है। पदार्थ निष्कासन दर दाब और वेग के बढ़ने के साथ बढ़ता है। टूल और अगोलीय सतह के बीच सापेक्ष गति को बदल कर सतह से इच्छित पदार्थ निष्कासन दर प्राप्त करते है। हमारे सब– अपरचर पॉलिशिंग पद्धति में पदार्थ का निष्कासन दर, सतह पर रेखीय भरण दर में परिवर्तन व ड्वेल्ल (dwell) समय के आधार पर वर्णन किया गया है। हमने फ्यूज्ड सिलिका के अगोलीय सतह के अवस्थिति (local) सुधार के लिए रास्टर पॉलिशिंग पद्धति का प्रयोग किया है। रास्टर पॉलिशिंग पद्धति में कार्य अक्ष (cअक्ष) स्थिर रहता है । जबकि टूल या तो xअक्ष या y अक्ष मे गतिमान रहता है। रास्टर पॉलिशिंग के दौरान भरण दर सतह के त्रुटि आरेख के अनुसार बदलते रहते है। इस प्रकार पदार्थ निष्कासन दर सतह के भिन्न भिन्न क्षेत्रों मे अलग अलग होता है और हम सतह के विभिन्न क्षेत्रों मे इच्छित पदार्थ निष्कासन दर प्राप्त करते है।

पॉलिशिंग समय, पोलिशिंग टूल के भरण दर पर निर्भर करता है। कम भरण दर पर अधिक पॉलिशिंग समय लगता है तथा अधिक भरण दर पर कम पॉलिशिंग समय लगता है। सतह रुक्षता भी पॉलिशिंग गुणवत्ता का एक महत्वपूर्ण पहलू है। पॉलिश सतह की रुक्षता भी भरण दर पर निर्भर करता है। भरण दर का मान अधिक होने पर सतह की रुक्षता अधिक होती है तथा भरण दर का मान कम होने पर सतह के रुक्षता का मान भी कम होता है यानि पॉलिशिंग गुणवत्ता अच्छी होती है। इस प्रकार पॉलिशिंग गुणवत्ता, पॉलिशिंग समय के व्युत्क्रमानुपाती होती है। सतह यथार्थता के अनुसार, फ्यूज्ड सिलिका के अगोलीय लेंस की पॉलिशिंग के लिए रेखीय भरण दर और पॉलिशिंग समय को ओप्टिमाइज किया। ज्यादा पदार्थ निष्कासन के लिए प्रथम पॉलिशिंग में पॉल्युथरीन पैड का प्रयोग किया। पॉलिशिंग टूल को पॉलिशिंग के दो चक्र के बाद तेज(dressed) किया तथा सतह की रुक्षता कम करने के लिए पॉलिशिंग के अंतिम चक्र में यूनिनैप पैड का प्रयोग किया। पॉलिशिंग के लिए प्रयोग की जाने वाली पदार्थ, पॉलिश की जाने वाली पदार्थ पर निर्भर करता है। प्रकाशीय काँच के लिए सिरियम ऑक्साइड का प्रयोग, पॉलिशिंग पदार्थ के रूप में किया। पॉलिशिंग स्लर्री के रूप में 1 माइक्रोन कण के सिरियम ऑक्साइड तथा विआयनीकृत जल का घोल का प्रयोग किया। पॉलिशिंग स्लर्री का धनत्व 1.3 ग्राम/सेमी^{3} तथा कमरे का ताप 24°C था। फ्यूज्ड सिलिका के अगोलीय लेंस पॉलिशिंग के लिए सिंक्रों– स्पाइरल पद्धति के साथ साथ रास्टर पॉलिशिंग पद्धति का प्रयोग किया। प्रथम चक्र सिंक्रों – स्पाइरल और अन्य दो चक्र रास्टर पॉलिशिंग पद्धति से किया। उसकी PV 2.2μm थी। सतह आरेख का मापन प्रकाशीय प्रोफाइलोंमीटर से किया। रेखीय भरण दर नियंत्रण सतह के आरेख और आवश्यक सुधार के आधार पर किया। भरण दर का मान 20 मिमी/मिनट से 80 मिमी/मिनट के बीच अच्छी पॉलिशिंग सतह प्राप्त होती है। भरण दर का मान 80 मिमी/मिनट से ज्यादा होने पर सतह फिनिश (finish) खराब होने लगती है। जबकि भरण दर 20 मिमी/मिनट से कम होने पर बहुत अधिक पॉलिशिंग समय लगता है। भरण दर एक निश्चित स्थान पर पदार्थ निष्कासन के आवश्यकता के अनुसार संयमित (moderated) होता है । चित्र संख्या 6 में 7 अक्षों वाली पॉलिशिंग मशीन दिखाया गया है।

चित्र 5 पोलिशिंग मशीन

चित्र 7 से 9 तक विभिन्न पॉलिशिंग चक्र में भरण दर आरेख और सतह

आरेख दिखाया गया है। पहले पॉलिशिंग चक्र के बाद, सतह आरेख का माप चित्र.8(a)में दिखाया गया है। इस सतह आरेख में केंद्र की तुलना में किनारे में ज्यादा पदार्थ का निष्कासन हो गया है। अगले पॉलिशिंग चक्र में, भरण दर का नियंत्रण इस प्रकार होगा कि केंद्र और किनारों में निम्न भरण दर होगा जबकि केंद्र व किनारे के बीच में उच्च भरण दर होगा जिससे केंद्र और किनारों में ज्यादा पदार्थ का निष्कासन होगा तथा इनके बीच मे कम पदार्थ का निष्कासन होगा। भरण दर नियंत्रण के इस दृष्टिकोण का प्रयोग करते हुये, सतह कि PV (peak to valley) क्रमशः पॉलिशिंग चक्र में कम किया। चित्र संख्या 10 में क्रमवार चक्रों में पदार्थ निष्कासन आरेख तथा चित्र संख्या 11 अंतिम परिणाम का आरेख (pv 0-3μm) दिखाया गया है। चित्र संख्या 12 में पॉलिश प्रकाशीय घटक दिखाई गयी है।

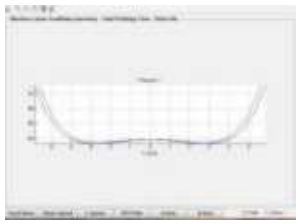
अंतिम चक्र यूनिनैप पैड के पॉलिशिंग टूल से रास्टर पद्धति में ही पॉलिशिंग किया। इन तीन लगातार पॉलिशिंग चक्रों में, हमने क्रमशरू बेहतर सतह प्राप्त किया। अंत मे सतह की PV 0-3nm प्राप्त किया।

6. निष्कर्ष:

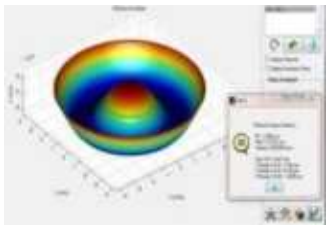
फ्यूज्ड सिलिका के छोटे व अवतल सतह वाले अगोलीय सतह की पॉलिशिंग के लिए विशेष पॉलिशिंग टूल का निर्माण किया तथा सब–अपरचर पद्धति से पॉलिशिंग का कार्य सफलता पूर्वक किया गया। अच्छे परिणाम और सतह यथार्थता के लिए रेखीय भरण दर का नियंत्रण किया। हमने 80 मिनट मे तीन पॉलिशिंग चक्र पूरा किया। अंतिम सतह यथार्थता PV 0-3μm तथा rms 38nm प्राप्त किया।

सब–अपरचर पॉलिशिंग द्वारा बिना दक्ष कार्मिक के अगोलीय सतह के पॉलिशिंग के लिए बेहद महत्वपूर्ण साधन है । परंपरागत पोलिशिंग पद्धति के तुलना मे

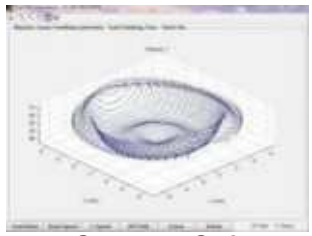
चित्रः 6(a) प्रारम्भिक सतह आरेख (2.2 ṁm)



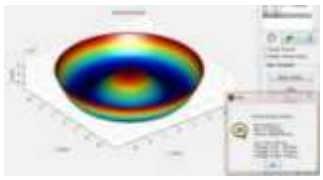
चित्र 6(b) भरणदर प्रथम पॉलिशिंग



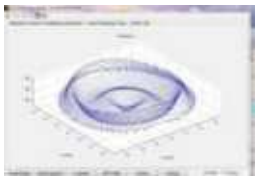
चित्र 7(a) सतह आरेख (1.5 ṁm) प्रथम पॉलिशिंग के बाद



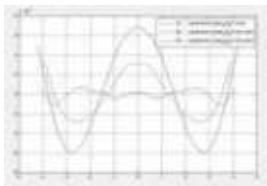
चित्र 7(b) द्वितीय पॉलिशिग चक्र में



चित्र 8(a) सतह आरेख (pv 0.6ṁm)



चित्र 8 (b) तृतीय पॉलिशिंग चक्र में



चित्र 9 क्रमवर पदार्थ स्थानांतरण

चित्र 10 अंतिम परिणाम

चित्र 11 पॉलिश प्रकाशीय घटक

तीन पॉलिशिंग चक्रों मे, प्रथम चक्र LP 66 पोल्युरेथेन पैड के पॉलिशिंग टूल से सिंकरो–स्पाइरल पद्धति में तथा दूसरा चक्र रास्टर पॉलिशिंग पद्धति में पॉलिश किया। और सब–अपरचर पॉलिशिंग पद्धति मे कम लागत और समय मे अगोलीय सतह की पॉलिशिंग सम्भव है।

डिजिटल भारत में साइबर सुरक्षा एवं चुनौतियाँ

सुबोध कुमार

850 मिलियन इंटरनेट उपयोगकर्त्ताओं के साथ भारत वर्तमान में विश्व का सबसे बड़ा डिजिटल रूप से जुड़ा लोकतंत्र है। जैसे–जैसे दुनिया डिजिटलीकरण के क्षेत्र में आगे बढ़ रही है, साइबर हमलों का खतरा भी बढ़ता जा रहा है और भारत भी इससे अछूता नहीं है। अक्टूबर 2023 में अमेरिकी कंपनी 'रिसिक्योरिटी' ने उजागर किया कि भारतीयों के निजी डेटा डार्क वेब (dark web) पर उपलब्ध हैं। डेटा के आकार और संवेदनशीलता ने तुरंत इस ओर ध्यान आकर्षित किया। इस डेटा सेट का विक्रेता 55% भारतीय आबादी (लगभग 81.5 करोड़ भारतीय नागरिक) की सत्यापन योग्य, संवेदनशील सूचना प्रदान करने का दावा कर रहा था।

डिजिटल इंडिया कार्यक्रमः

भारत सरकार ने वर्ष 2015 में भारत को डिजिटल रूप से सशक्त समाज, डिजिटल वित्तीय समावेशन को बढ़ावा देने व ज्ञान आधारित अर्थव्यवस्था के रूप में परिवर्तित करने के उद्देश्य से डिजिटल इंडिया कार्यक्रम शुरू किया था। कार्यक्रम को कई महत्त्वपूर्ण सरकारी योजनाओं जैसे– भारतनेट, मेक इन इंडिया, स्टार्टअप इंडिया और स्टैंडअप इंडिया, औद्योगिक गलियारों आदि के लिये समर्थ बनाया गया है। डिजिटल इंडिया एक सशक्त तकनीकी समाधान है जो वर्षों से बुनियादी ढाँचे के निर्माण में सहायक रहा है और आज यह स्टार्ट–अप, डिजिटल शिक्षा, निर्बाध बैंकिंग एवं भुगतान समाधान, एग्रीटेक, स्वास्थ्य तकनीक, स्मार्ट सिटीज, शासन तथा खुदरा प्रबंधन जैसे अन्य उभरते क्षेत्रों के आधार के रूप में कार्य कर रहा है।

डिजिटल भारत कार्यक्रम की चुनौतियाँः

डिजिटल भारत कार्यक्रम के सफल कार्यान्वयन के रास्ते में कई प्रकार की बाधाएँ हैं, जैसे– डिजिटल निरक्षरता, वैज्ञानिक सोच का समावेश ना होना, खराब बुनियादी ढाँचा, इंटरनेट की धीमी गति, विभिन्न विभागों के मध्य समन्वय की कमी, लोकपाल या शिकायत निवारण अधिकारियों हेतु निश्चित स्थानों के साथ एक सुरक्षित साइबरस्पेस की अनुपलब्धता, कराधान से संबंधित मुद्दे आदि। कार्यक्रम की पूरी क्षमता का उपयोग करने हेतु इन चुनौतियों का समाधान करने की आवश्यकता है।

साइबर अपराधः

साइबर अपराध को ऐसे अपराध के रूप में परिभाषित किया जाता है जहाँ कंप्यूटर अपराध का माध्यम होता है या अपराध करने के लिये एक प्रौद्योगिकी का लाभ उपकरण के रूप में उठाया जाता है।

प्रकार:

- डिस्ट्रीब्यूटेड डिनायल–ऑफ–सर्विस अटैक
- बॉटनेट
- पहचान की चोरी (Identity Theft)
- साइबर स्टॉकिंग
- फिशिंग

भारत में साइबर सुरक्षा से संबंधित चुनौतियाँ

लाभ–उन्मुख अवसंरचना की मानसिकता:

उदारीकरण के बाद से सूचना प्रौद्योगिकी (IT), बिजली और दूरसंचार क्षेत्र में निजी क्षेत्र द्वारा वृहत निवेश किया गया है। ऑपरेटर सुरक्षात्मक बुनियादी ढाँचे में निवेश नहीं कर रहे हैं, बल्कि वे केवल लाभदायक बुनियादी ढाँचे पर ध्यान केंद्रित कर रहे हैं, क्योंकि उन्हें लगता है कि साइबर हमले की तैयारियों पर निवेश से अच्छा मुनाफा नहीं हो सकता है।

पृथक प्रक्रियात्मक संहिता का अभाव:

साइबर या कंप्यूटर संबंधी अपराधों की जाँच के लिये कोई पृथक प्रक्रियात्मक संहिता मौजूद नहीं है।

साइबर हमलों की अंतर्राष्ट्रीय (ट्रांस–नेशनल) प्रकृति:

अधिकांश साइबर अपराध प्रकृति में ट्रांस–नेशनल होते हैं। विदेशी क्षेत्रों से साक्ष्य एकत्र करना न केवल कठिन बल्कि एक धीमी प्रक्रिया भी है।

डिजिटल पारितंत्र का विस्तार:

डिजिटलीकरण के आगमन के साथ उपभोक्ता एवं नागरिक डेटा को डिजिटल प्रारूप में संग्रहीत किया जाएगा और लेन–देन ऑनलाइन माध्यम से संपन्न होगा, जो भारत को हैकर्स तथा साइबर अपराधियों के लिये एक सक्षम ब्रीडिंग ग्राउंड बना सकता है।

सीमित विशेषज्ञता और प्राधिकार:

क्रिप्टोकरेंसी से संबंधित अपराधों की कम रिपोर्टिंग की जाती है क्योंकि ऐसे अपराधों को हल करने की क्षमता सीमित रहती है।

जागरूकता की कमी:

वर्तमान में भारत में साइबर सुरक्षा के महत्त्व एवं इसके प्रभाव के प्रति जागरूकता की कमी है। उद्योग–विशेष के अनुसार साइबर सुरक्षा के उपायों को अपनाये जाने की आवश्यकता है, क्योंकि इसके प्रति विशेष रूप से जागरूकता की कमी है तथा यह सूचना एवं प्रौद्योगिकी सुरक्षा से महत्त्वपूर्ण रूप से भिन्न भी है।

गलत धारणा:

साइबर सुरक्षा को लेकर सबसे अधिक गलत धारणा यह है कि साइबर हमले केवल वित्तीय सेवाओं एवं बैंकिंग उद्योग को ही प्रभावित करते हैं। यहाँ यह नोट करना महत्त्वपूर्ण है कि औद्योगिक क्षेत्र भी साइबर हमले से उतने ही सुभेद्य हैं, जितने की अन्य क्षेत्र।

भारत में साइबर अपराधों से निपटने के लिये किये जाने वाले उपाय

साइबर सुरक्षा जागरूकता अभियान:

सरकारों को विभिन्न स्तरों पर साइबर धोखाधड़ी के संबंध में बड़े पैमाने पर साइबर सुरक्षा जागरूकता अभियान चलाने, मजबूत, अद्वितीय पासवर्ड एवं सार्वजनिक वाई–फाई का उपयोग करने आदि में सावधानी बरतने की आवश्यकता है।

साइबर बीमा:

ऐसी साइबर बीमा पॉलिसियाँ विकसित की जानी चाहिये जो विभिन्न व्यवसायों और उद्योगों की विशिष्ट आवश्यकताओं के अनुरूप हों। अनुकूलित नीतियाँ यह सुनिश्चित करने में सहायता करेंगी कि संगठनों के पास उनके सामने आने वाले सबसे प्रासंगिक साइबर जोखिमों के लिये कवरेज है।

डेटा संरक्षण कानून:

डेटा को नई मुद्रा कहा जाता है, इसलिये भारत में एक सख्त डेटा सुरक्षा व्यवस्था की आवश्यकता है।

सहयोगात्मक त्वरित प्रतिक्रिया तंत्र:

भारत जैसे देश में जहाँ नागरिक साइबर अपराध के प्रति अधिक संवेदनशील हैं, एक सहयोगात्मक त्वरित प्रतिक्रिया तंत्र की आवश्यकता है।

भारत में साइबर अपराधों से निपटने हेतु सरकार की पहल:

- राष्ट्रीय साइबर सुरक्षा नीति (National Cyber Security Policy): इस नीति का लक्ष्य नागरिकों, व्यवसायों और सरकार के लिये एक सुरक्षित एवं प्रत्यास्थी साइबरस्पेस का निर्माण करना है। यह साइबरस्पेस सूचना एवं अवसंरचना की रक्षा करने, साइबर हमलों को रोकने एवं जवाबी कार्रवाई के लिये क्षमताओं का निर्माण करने और संस्थागत संरचनाओं, व्यक्तियों, प्रक्रियाओं एवं प्रौद्योगिकी के समन्वित प्रयासों के माध्यम से क्षति को न्यूनतम करने के लिये विभिन्न उद्देश्यों एवं रणनीतियों की रूपरेखा तैयार करता है।

- **'साइबर सुरक्षित भारत' पहलः** यह पहल साइबर अपराधों के बारे में जागरूकता बढ़ाने और सभी सरकारी विभागों में मुख्य सूचना सुरक्षा अधिकारियों एवं अग्रिम पंक्ति के आईटी कर्मचारियों के लिये सुरक्षा उपाय का सृजन करने के लिये शुरू की गई थी।
- भारतीय साइबर अपराध समन्वय केंद्र (Indian Cyber Crime Coordination Centre)
- नेशनल साइबरक्राइम थ्रेट एनालिटिक्स यूनिट
- संयुक्त साइबर अपराध जाँच दल के लिये मंच (Platform for Joint Cyber Crime Investigation Team)
- राष्ट्रीय साइबर अपराध फोरेंसिक प्रयोगशाला पारिस्थितिकी तंत्र (National Cyber Crime Forensic Laboratory Ecosystem)
- राष्ट्रीय साइबर क्राइम प्रशिक्षण केंद्र (National Cyber Crime Training Centre)
- साइबर क्राइम इकोसिस्टम मैनेजमेंट यूनिट (Cyber Crime Ecosystem Management Unit)
- राष्ट्रीय साइबर अनुसंधान और नवाचार केंद्र (National Cyber Research and Innovation Centre)
- साइबर स्वच्छता केंद्र (Botnet Cleaning and Malware Analysis Centre): इस केंद्र को भारत में बॉटनेट संक्रमणों का पता लगाकर एक सुरक्षित साइबरस्पेस का निर्माण करने और आगे के संक्रमण को रोकने के लिये अंतिम उपयोगकर्ताओं को सूचित करने तथा बॉटनेट शोधन एवं सुरक्षा प्रणालियों को सक्षम करने के लिये वर्ष 2017 में लॉन्च किया गया था।
- कंप्यूटर इमरजेंसी रिस्पांस टीम – इंडिया (CERT&In): यह MeitY का एक संगठन है जो साइबर घटनाओं पर सूचना का संग्रहण, विश्लेषण एवं प्रसारण करता है और साइबर सुरक्षा घटनाओं पर अलर्ट भी जारी करता है।
- महत्त्वपूर्ण सूचना अवसंरचना (Critical information infrastructure): इसे एक कंप्यूटर संसाधन के रूप में परिभाषित किया गया है, जिसके नष्ट होने से राष्ट्रीय सुरक्षा, अर्थव्यवस्था, सार्वजनिक स्वास्थ्य या सुरक्षा पर अस्थिरताकारी प्रभाव पड़ेगा।
- सरकार ने बिजली, बैंकिंग, दूरसंचार, परिवहन, शासन और रणनीतिक उद्यमों जैसे विभिन्न क्षेत्रों के CII की सुरक्षा के लिये राष्ट्रीय महत्त्वपूर्ण सूचना अवसंरचना संरक्षण केंद्र (National Critical Information Infrastructure Protection Centre) की स्थापना की है।
- रक्षा साइबर एजेंसी (Defence Cyber Agency): रक्षा साइबर एजेंसी भारतीय सशस्त्र बलों की एक त्रि–सेवा कमान है जो साइबर सुरक्षा खतरों से निपटने के लिये जिम्मेदार है। इसमें विभिन्न साइबर थ्रेट एक्टर्स के विरुद्ध हैकिंग, सर्विलेंस, डेटा रिकवरी, एन्क्रिप्शन और जवाबी कार्रवाई जैसे साइबर ऑपरेशन संचालित करने की क्षमता है।
- हाल ही में भारत सरकार द्वारा 'डिजिटल इंडिया अधिनियम, 2023' का प्रस्ताव किया गया है जो देश के बढ़ते डिजिटल पारिस्थितिकी तंत्र के लिये एक भविष्योन्मुखी कानूनी ढाँचा स्थापित करने की दिशा में एक महत्त्वपूर्ण कदम का प्रतिनिधित्व करता है।

डिजिटल इंडिया अधिनियम, 2023:

- डिजिटल इंडिया अधिनियम का ढाँचा ऑनलाइन सुरक्षा, विश्वास एवं जवाबदेही, खुला इंटरनेट सुनिश्चित करने और कृत्रिम बुद्धिमत्ता एवं ब्लॉकचेन जैसी नए जमाने की प्रौद्योगिकियों को विनियमित करने जैसे प्रमुख तत्वों पर ध्यान केंद्रित करेगा ।
- डिजिटल इंडिया अधिनियम डिजिटल व्यक्तिगत डेटा संरक्षण अधिनियम, डिजिटल इंडिया अधिनियम नियमावली, राष्ट्रीय डेटा गवर्नेंस नीति और साइबर अपराधों के लिये भारतीय दंड संहिता में किये गए संशोधन सहित अन्य संबंधित कानूनों एवं नीतियों के साथ मिलकर कार्य करेगा।
- डजिटल इंडिया अधिनियम 'सेफ हार्बर' सिद्धांत की समीक्षा करेगा, जो फेसबुक जैसे ऑनलाइन प्लेटफार्मों को उपयोगकर्ता–जनित सामग्री के लिये जवाबदेही से बचाता है।
- डिजिटल इंडिया अधिनियम खुदरा बिक्री में उपयोग किये जाने वाले पहनने योग्य उपकरणों के लिये कठोर KYC को अनिवार्य बनाता है, साथ ही संबंधित आपराधिक कानून प्रतिबंधों और दंडों के प्रावधान करता है।
- इस प्रकार डिजिटल भारत पहल के उद्देश्यों को हासिल करने के लिए साइबर सुरक्षा के नियमों का पालन करना यह सुनिश्चित करता है कि भारत डिजिटल विकास के अग्रदूत का पर्याय बने। एवं डिजिटल विकास से आने वाले अवसरों का लाभ उठाने के लिये एकमात्र तरीका है कि साइबर सुरक्षा सर्वोपरि हो।

मुख्य युद्धक टैंक हेतु गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र का निर्माण

नीरज पाण्डेय

परिचय

मुख्य युद्धक टैंक हेतू 'नालमुख संदर्भ यंत्र' गर्मी, गुरुत्व एवं अन्य कारकों के कारण टैंक के नालमुख के संदर्भ माप मे होने वाले परिवर्तन का मापन करता है। यह यंत्र अधिकांश टैंक गन एवं आर्टीलरी गन में प्रयुक्त होता है। नालमुख संदर्भ यंत्र मुख्यतः दो प्रकार के होते हैः 1. स्थिर नालमुख संदर्भ यंत्र एवं 2. गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र । स्थिर नालमुख संदर्भ यंत्र में एक कोलीमेटर एवं एक स्टील दर्पण का नालमुख पर प्रयोग किया जाता है एवं गनर, एक पेरीस्कोप की सहायता से प्रोजेकटेड रेटिकल को देखते है। स्थिर नालमुख संदर्भ यंत्र केवल नालमुख की स्थिर अवस्था मे ही कार्य करता है। गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र (Dynamic Muzzle Reference Sight - DMRS) का प्रयोग फायरिंग के दौरान भी नालमुख को सदर्भित करने मे किया जा सकता है। प्रस्तुत पत्र के माध्यम से यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान, देहारादून द्वारा निर्मित गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र के निर्माण एवं परीक्षण के बारे मे दर्शाया गया है।

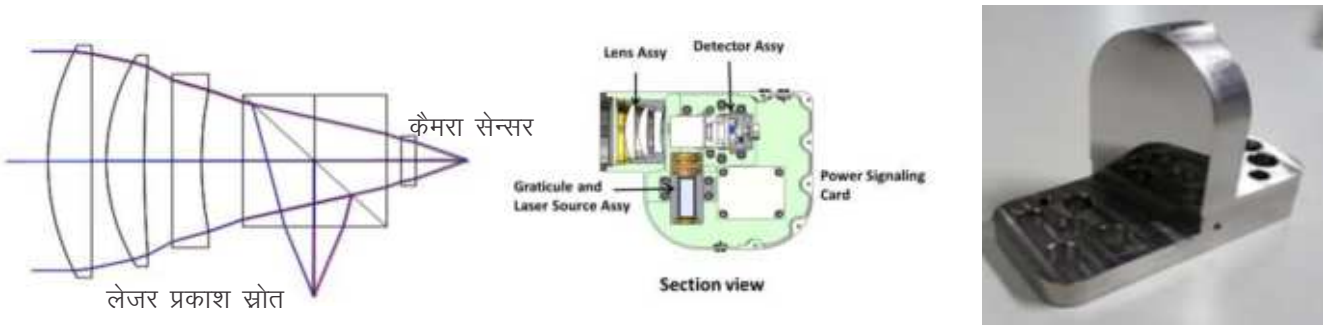
गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र का निर्माण

गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र (Dynamic Muzzle Reference Sight - DMRS) एक विद्युत–प्रकाशीय यंत्र है, जोकि मुख्य युद्धक टैंक में प्रयोग किया जाता है।गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र गन बैरल के संदर्भ माप मे होने वाले कोणीय परिवर्तन का मापना करता है एवं इस मापन को टैंक के बैलिस्टिक कंप्यूटर को प्रेषित कर बैलिस्टिक कोण को ठीक करता है ।निर्मित गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र की यांत्रिक यथार्थता 0.2 मिली रेडियन से कम एवं गत्यात्मक सीमा ± 2.5 मिली रेडियन है। इसके प्रकाशीय भाग में तीन लेंस एवं एक बीम स्प्लीटर का प्रयोग किया गया है। एक लेजर डायोड के द्वारा अवरक्त प्रकाश की किरण एक रेटिकल का प्रतिबिंब किरणपुंज विभाजक से परावर्तित होते हुए संदर्भित स्टील दर्पण से परावर्तित होकर पुनः किरणपुंज विभाजक से होते हुए कैमरा में प्राप्त होता है। प्राप्त रेटिकल के प्रतिबिम्ब विपथन से नालमुख परिवर्तन कोण की गणना की जाती है। प्राप्त गणना के द्वारा नालमुख को सही स्थिति मे लाया जाता है। परिवेशी प्रकाश को हटाने के लिए एक व्यतिकरण निस्पंदन का प्रयोग किया गया है। गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र के मुख्य प्राचल इस प्रकार हैं:

क्रमांक	प्राचल	मान
1.	लेजर डायोड स्रोत	830 ±20 नैमी०
2.	दृश्य क्षेत्र	±5′
3.	प्रकाशिकी	f/1.4, 50 मिमी० व्यास
4.	डिटेक्टर	1024X1024 CMOS
5.	पिक्सेल आकार	5 माइक्रोन
6.	विद्युत शक्ति	24V DC (18V to 32V),50W
7.	यांत्रिक यथार्थता	£0.2 मिली रेडियन
8.	आकार	210X140X80 मिमी०
9.	वजन	<2.5 किग्रा०

तालिका 1

चित्र 1: गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र



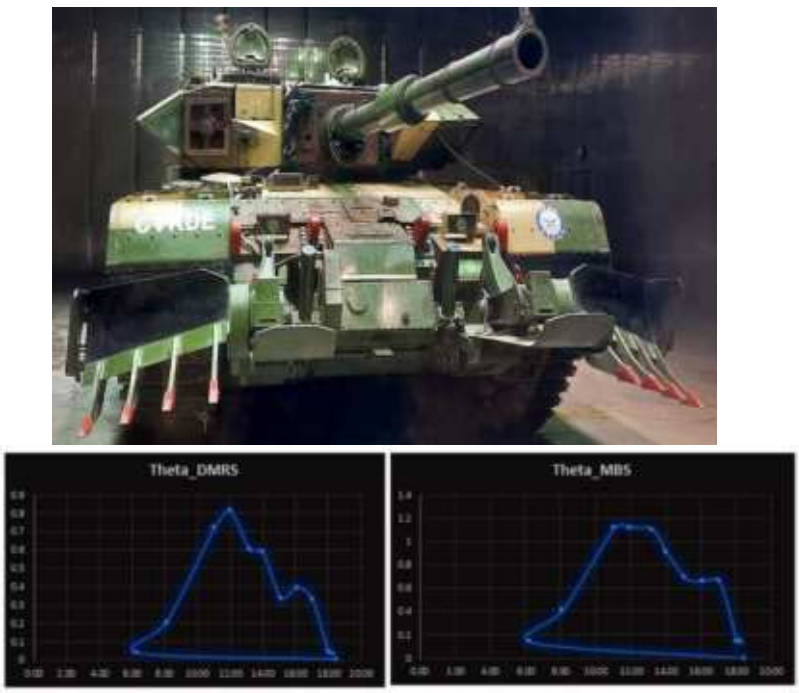
चित्र 2: (क) प्रकाशीय आरेख (ख) गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र (ग) नालमुख संदर्भ स्टील दर्पण

३. गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र का परीक्षण

गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र को चित्र 2:(क) मे दिखाये गए आरेख के अनुसार व्यवस्थित किया गया एवं प्रयोगशाला मे इसके सभी प्राचलों का मापन किया गया। सभी प्राचल ठीक पाये जाने के बाद एक घुर्णन मेज पर नालमुख संदर्भ स्टील दर्पण को रखकर गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र की यांत्रिक यथार्थता एवं गत्यात्मक सीमा का मापन किया गया। इसके उपरांत इस यंत्र का पर्यावरण प्रयोगशाला में जे.एस.एस. 55555 के अनुसार विभिन्न परिस्थितयों के लिए टेस्ट किया गया। सभी परीक्षणों में उपयुक्त पाये जाने के बाद इस यंत्र को मुख्य युद्धक टैंक पर स्थापित कर दिन के विभिन्न समय पर गन बैरल परिवर्तन को नापा गया एवं स्थिर विधि से किये गए मापन से मिलान भी किया गया, जोकि चित्र 3(ख) एवं 3(ग) में दर्शाया गया है। दोनों विधियों से किए गए मापन आपस में काफी सुसंगत पाए गए।

निष्कर्ष

इस लेख में, गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र के निर्माण एवं परीक्षण का वर्णन किया है। इस यंत्र का प्रयोग फायरिंग के दौरान भी नालमुख को सदर्भित करने मे किया जा सकता है, जिससे गनर को सटीक निशाना लगाने के निर्णय में सहायता मिलती है एवं समय की भी काफी बचत होती है । प्रायोगिक व्यवस्था की दृष्टि से यह यंत्र सरल है और असंगत प्रकाश स्रोतों के साथ भी काम कर सकता है।



चित्र 3: (क) गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र का मुख्य युद्धक टैंक पर परीक्षण (ख) गत्यात्मक नालमुख संदर्भ यंत्र द्वारा नालमुख परिवर्तन का ग्राफ (ग) नालमुख संदर्भ मापन की स्थिर विधि द्वारा नालमुख परिवर्तन का ग्राफ

प्रतिबिंब संलयन: एक विघातक प्रौद्योगिकी

शशांक जोशी

परिचय:

विघातक प्रौद्योगिकी, जिसे विघातक नवाचार के रूप में भी जाना जाता है, 1990 के दशक के अंत में हार्वर्ड बिजनेस स्कूल के प्रोफेसर क्लेटन क्रिस्टेंसन द्वारा रचित एक शब्द है। यह एक नई तकनीक, उत्पाद या सेवा को संदर्भित करता है जो मौजूदा बाजार, उद्योग या व्यवसाय मॉडल को महत्वपूर्ण रूप से बदल देता है या बाधित करता है। विघातक प्रौद्योगिकियां अक्सर स्थापित समाधानों के लिए सरल, अधिक किफायती या कम शक्तिशाली विकल्प के रूप में शुरू होती हैं, लेकिन समय के साथ, वे बेहतर और विकसित होती हैं तथा अंततः स्थापित प्रचलित प्रौद्योगिकियां को चुनौती देकर विस्थापित करती हैं। विघातक प्रौद्योगिकियों की प्रमुख विशेषताओं में शामिल हैं:

1. **सामर्थ्य:** विघातक प्रौद्योगिकियां आम तौर पर मौजूदा समाधानों की तुलना में सस्ती होती हैं, जिससे उन्हें बड़ी संख्या में ग्राहक मिलते हैं।
2. **पहुंच:** वे अक्सर नए बाजार या स्थान बनाते हुए, कम सेवा प्राप्त या उपेक्षित ग्राहक वर्गों को लक्षित करती हैं।
3. **सरलता:** विघातक प्रौद्योगिकियां मौजूदा समाधानों की तुलना में शुरू में सरल और कम सुविधा संपन्न हो सकती हैं, लेकिन वे कुछ ग्राहकों की जरूरतों को पूरा कर सकती हैं।
4. **वृद्धिशील सुधार:** इन तकनीकों में समय के साथ धीरे–धीरे सुधार होता है जब तक कि वे स्थापित समाधानों के साथ प्रतिस्पर्धी या बेहतर नहीं हो जाती ।
5. **व्यवधान:** जैसे–जैसे वे विकसित होती हैं, विघातक प्रौद्योगिकियां अंततः मौजूदा बाजार को बाधित कर सकती हैं और स्थापित प्रौद्योगिकियों को विस्थापित कर सकती हैं।

पिक्सेल–स्तरीय प्रतिबिंब संलयन तकनीकों में पिक्सेल स्तर पर कई प्रतिबिम्बों से जानकारी को संयोजित करके एक एकल फ्यूज किया गया प्रतिबिंब बनाना शामिल है जो प्रत्येक इनपुट प्रतिबिंब से सबसे अधिक प्रासंगिक जानकारी को बरकरार रखता है। इन तकनीकों का उपयोग आमतौर पर रिमोट सेंसिंग, निगरानी, मेडिकल इमेजिंग और कंप्यूटर विजन जैसे विभिन्न अनुप्रयोगों में किया जाता है।

डिजिटल प्रतिबिम्बों के संदर्भ में, पिक्सेल का मान किसी छवि में किसी विशिष्ट स्थान पर पिक्सेल की तीव्रता या रंग को संदर्भित करता है। एक पिक्सेल (जो पिक्चर एलिमेंट का संक्षिप्त रूप है), एक डिजिटल प्रतिबिंब की सबसे छोटी इकाई है। प्रत्येक पिक्सेल एक छोटी इकाई है जिसमें उस विशेष बिंदु पर प्रतिबिंब के स्वरूप के बारे में जानकारी होती है। पिक्सेल का मान पिक्सेल की चमक, रंग या ग्रेस्केल स्तर का प्रतिनिधित्व करता है और आमतौर पर इसे संख्यात्मक मान के रूप में दर्शाया जाता है। पिक्सेल के मानों की सीमा और व्याख्या प्रतिबिंब में प्रयुक्त रंग मॉडल पर निर्भर करती है।

यहां दो सामान्य परिदृश्य दिए गए हैं:

ग्रेस्केल प्रतिबिंब: ग्रेस्केल प्रतिबिम्बों में, प्रत्येक पिक्सेल का एक मान होता है जो उसकी तीव्रता को दर्शाता है। 8–बिट प्रतिबिंब में मान आम तौर पर 0 से 255 तक होते हैं, जहां 0 काले का प्रतिनिधित्व करता है, 255 सफेद का प्रतिनिधित्व करता है, और बीच के मान स्लेटी (gray) के विभिन्न shades का प्रतिनिधित्व करते हैं।

आरजीबी रंगीन प्रतिबिंब: आरजीबी (लाल, हरा, नीला) रंगीन प्रतिबिम्बों में, प्रत्येक पिक्सेल को तीन मानों द्वारा दर्शाया जाता है, प्रत्येक रंग चेनल (लाल, हरा और नीला) के लिए एक। 8–बिट प्रतिबिंब में प्रत्येक रंगीन चेनल की सीमा आमतौर पर 0 से 255 तक होती है। उदाहरण के लिए, (255, 0, 0) मान वाला एक पिक्सेल शुद्ध लाल पिक्सेल होगा, (0, 255, 0) हरा होगा, और (0, 0, 255) नीला होगा।

इस लेख में कुछ सामान्य पिक्सेल–स्तरीय प्रतिबिंब

संलयन तकनीकें समझाई गई हैं:

1. औसत:

इसमें कई प्रतिबिम्बों में संबंधित स्थानों से पिक्सेल मानों का औसत लेकर उन्हें संयोजित करना शामिल है। यह तकनीक सरल और लागू करने में आसान है, जो इसे प्रतिबिम्बों के त्वरित संलयन के लिए एक लोकप्रिय विकल्प बनाती है।यहां औसत तकनीक के मुख्य विवरण दिए गए हैं:

औसत तकनीक के चरण:

इनपुट प्रतिबिंब: दो या अधिक इनपुट प्रतिबिम्बों से प्रारंभ करें जिन्हें आप फ्यूज करना चाहते हैं।ये प्रतिबिंब विभिन्न सेंसर, तौर–तरीकों या समय से आ सकती हैं।

प्रतिबिंब संरेखण (यदि आवश्यक हो): सुनिश्चित करें कि इनपुट प्रतिबिंब स्थानिक रूप से संरेखित हैं।

पिक्सेल–वार औसत: इनपुट प्रतिबिम्बों में संबंधित स्थानिक स्थान पर प्रत्येक पिक्सेल के लिए, औसत पिक्सेल मान की गणना करें। यह उस स्थान पर सभी इनपुट प्रतिबिम्बों से पिक्सेल मानों को जोड़कर और प्रतिबिम्बों की कुल संख्या से विभाजित करके किया जाता है।

$F(x,y)= \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} I_i(x,y)$

जहाँ

- F(x,y): फ्यूज्ड प्रतिबिंब में (x,y) स्थान पर पिक्सेल का मान है।
- N: इनपुट प्रतिबिम्बों की संख्या है।
- Ii(x,y) इनपुट प्रतिबिंब में (x,y) स्थान पर पिक्सेल का मान है।

आउटपुट प्रतिबिंब: परिणामी फ्यूज्ड प्रतिबिंब, F(x,y) प्रत्येक पिक्सेल स्थान पर औसत ऑपरेशन लागू करके प्राप्त किया जाता है।

उदाहरण: दो ग्रेस्केल प्रतिबिम्बों (I_1 & I_2) का फ्यूजन:

$F(x,y)= ½(I_1(x,y)) + I_2(x,y))$

यहां, F(x,y) फ्यूज्ड प्रतिबिंब में स्थान (x,y) पर पिक्सेल मान है और $I_1(x,y)$ और $I_2(x,y)$ क्रमशः पहले और दूसरे इनपुट प्रतिबिंब में एक ही स्थान पर पिक्सेल मान हैं। औसत तकनीक कई पिक्सेल–स्तरीय प्रतिबिंब फ्यूजन विधियों में से एक है, और इसकी प्रभावशीलता प्रतिबिम्बों की विशिष्ट विशेषताओं और अनुप्रयोग की आवश्यकताओं पर निर्भर करती है।

2. भारित औसत:

इनपुट प्रतिबिम्बों को उनके महत्व या गुणवत्ता के आधार पर अलग–अलग भार प्रदान किया जाता है।

सूत्र: फ्यूज्ड पिक्सेल का मान = प्रतिबिंब 1 में w_1× पिक्सेल का मान. प्रतिबिंब 2 में w_2× पिक्सेल का मान. प्रतिबिंब N में w_N × पिक्सेल का मान, जहाँ w_i प्रतिबिंब i के लिए भार है।

3. अधिकतम पिक्सेल तीव्रता विधि:

यह एक सरल पिक्सेल–स्तरीय छवि फ्यूजन तकनीक है जहाँ फ्यूज किये गए प्रतिबिंब में प्रत्येक पिक्सेल का मान इनपुट प्रतिबिम्बों में संबंधित पिक्सेल से अधिकतम तीव्रता मान का चयन करके निर्धारित किया जाता है। इस पद्धति का उपयोग आमतौर पर उन परिदृश्यों में किया जाता है जहां उद्देश्य प्रत्येक पिक्सेल स्थान पर उच्चतम तीव्रता वाले प्रतिबिंब से जानकारी को प्राथमिकता देना है।

अधिकतम पिक्सेल तीव्रता तकनीक के चरण:

1. **इनपुट प्रतिबिंब:** मान लीजिए कि आपके पास दो या दो से अधिक इनपुट प्रतिबिंब हैं जिन्हें आप फ्यूज करना चाहते हैं। ये प्रतिबिंब विभिन्न सेंसरों या तौर–तरीकों से हो सकती हैं।
2. **छवि संरेखण (यदि आवश्यक हो):** सुनिश्चित करें कि इनपुट प्रतिबिंब स्थानिक रूप से संरेखित हैं।
3. **पिक्सेल–वार तुलना:** इनपुट प्रतिबिम्बों में प्रत्येक पिक्सेल स्थान के लिए, तीव्रता मानों की तुलना करें।
4. **अधिकतम पिक्सेल तीव्रता:** सभी इनपुट प्रतिबिम्बों से संबंधित पिक्सेल के बीच अधिकतम तीव्रता वाले पिक्सेल मान का चयन करें।
5. **फ्यूज्ड प्रतिबिंब:** एक नयाप्रतिबिंब बनाएं जहां प्रत्येक पिक्सेल की तीव्रता इनपुट प्रतिबिम्बों के बीच अधिकतम तीव्रता मान से निर्धारित होती है।

गणितीय रूप से, एक विशिष्ट पिक्सेल स्थान (x,y) पर दो इनपुट प्रतिबिम्बों I_1 और I_2 के लिए, फ्यूज्ड पिक्सेल तीव्रता F होगी:

$F(x,y)= \max (I_1(x,y), I_2(x,y))$

फ्यूज्ड प्रतिबिंब उत्पन्न करने के लिए इनपुट प्रतिबिम्बों में सभी पिक्सेल स्थानों के लिए यह प्रक्रिया दोहराई जाती है।

लाभ:

- सरल और कम्प्यूटेशनल रूप से कुशल।
- उच्चतम तीव्रता वाले प्रतिबिंब का विवरण सुरक्षित रखता है।

4. न्यूनतम पिक्सेल तीव्रता विधि:

इस में फ्यूज किये गए प्रतिबिंब के प्रत्येक पिक्सेल का मान इनपुट प्रतिबिम्बों में संबंधित पिक्सेल से न्यूनतम तीव्रता

मान का चयन करके निर्धारित किया जाता है। इस पद्धति का उपयोग आमतौर पर उन परिदृश्यों में किया जाता है जहां उद्देश्य प्रत्येक पिक्सेल स्थान पर न्यूनतम तीव्रता वाले प्रतिबिंब से जानकारी को प्राथमिकता देना है।

गणितीय रूप से, एक विशिष्ट पिक्सेल स्थान (x,y) पर दो इनपुट प्रतिबिम्बों I_1 और I_2 के लिए, फ्यूज्ड पिक्सेल तीव्रता F होगी:

$$F(x,y) = \min((I_1(x,y)] I_2(x,y))$$

लेखक ने इस विधि द्वारा इमेज फ्यूजन को लागू करने के लिए पायथन कोड का उपयोग किया है जिसका प्रभावी अंश निम्नलिखित है:

```
def min_intensity_fusion(images):
    # Initialize the fused image with the first input image
fused_image = np-copy (images[0])
    # Iterate through the remaining images
  for i in range (1, len(images))
    # Take element-wise minimum of pixel values
fused_image= np.minimum(fused_image[i])
    return fused_image
# Perform image fusion and display fused image
fused_image =
min_intensity_fusion([image1,image2])
cv2.imshow('Fused Image', fused_image)
```

5. इंटेलिजेंट तरीके (फजी लॉजिक, न्यूरल नेटवर्क):

इनपुट प्रतिबिम्बों की विशेषताओं के आधार पर इष्टतम फ्यूजन रणनीति निर्धारित करने के लिए फजी लॉजिक या न्यूरल नेटवर्क जैसे इंटेलिजेंट तरीकों का उपयोग किया जा सकता है। ये विधियाँ प्रतिबिम्बों की विशिष्ट विशेषताओं के अनुसार प्रतिबिंब संलयन प्रक्रिया को अनुकूल रूप से समायोजित कर सकती हैं।

निष्कर्ष:

संलयन तकनीक का चुनाव इनपुट प्रतिबिम्बों की विशेषताओं और एप्लिकेशन की विशिष्ट आवश्यकताओं पर निर्भर करता है। किसी दिए गए परिदृश्य के लिए सबसे उपयुक्त विधि निर्धारित करने के लिए प्रयोग और मूल्यांकन आवश्यक होते हैं।

वर्तमान में, चिकित्सा निदान, निगरानी, फोटोग्राफी और रिमोट सेंसिंग जैसे कई अलग–अलग अनुप्रयोगों में प्रतिबिंब फ्यूजन का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। सी.टी. का उपयोग उच्च स्थानिक रिजॉल्यूशन के साथ हड्डी संरचनाओं के प्रतिबिम्बन के लिए किया जाता है और एम.आर.आई. का उपयोग हृदय, आँखों और मस्तिष्क जैसी नरम ऊतक संरचनाओं के प्रतिबिम्बन के लिए किया जाता है। सटीकता और चिकित्सा प्रयोज्यता को बढ़ाने के लिए सी.टी. और एम.आर.आई. को प्रतिबिंब संलयन तकनीकों के साथ संयुक्त रूप से उपयोग किया जा सकता है।

किसी निष्कर्ष पर पहुंचने के लिए अनेक भिन्न प्रतिबिम्बों का अवलोकन करने, के बजाय एक संलयित प्रतिबिंब का अवलोकन बेहतर और समय की बचत करने वाला होगा। यह 'एकै साधे सब सधै' को चरितार्थ करता है। प्रतिबिंब संलयन का क्षेत्र भविष्य में अपार संभावनाएं रखता है।

ऊष्मा संचरण एवं हीट पाइप की प्रभावी तापीय चालकता का प्रायोगिक माप

चमन लाल देवांगन

ऊष्मा का संचरण (हीट ट्रान्सफर)

ऊष्मा के एक स्थान से दूसरे स्थान तक जाने को ऊष्मा का संचरण कहते हैं। ऊष्मा का संचरण तापमान में अंतर के कारण होता है। ऊष्मा का संचरण अधिक तापमान से कम तापमान की ओर होता है। इसकी तीन विधियां होती हैं – संचालन (कंडक्शन), संवहन (कनवेक्शन) एवं विकिरण (रेडिएशन)।

संचालन (कंडक्शन)– पदार्थ के कणों में सीधे संपर्क से ऊष्मा के संचार को संचालन कहते हैं। जब किसी पदार्थ में ऊष्मा बढ़ती है तो उसके अणुओं में गतिज ऊर्जा बढ़ने लगती है और पदार्थ के अणु कंपन करने लगते हैं। ये अणु एक दूसरे से टकरा कर अपनी ऊष्मा पास के अन्य अणुओं को देते हैं।इसके अलावा मुक्त इलेक्ट्रान एक परमाणु से दूसरे में जाते हैं तब ऊष्मा का संचार संचालन द्वारा होता है। संचालन ठोस पदार्थों में अधिक होता है। धातुएं ताप ऊर्जा की सर्वोत्तम संचालक होती हैं (उदाहरणः तांबा, प्लेटीनम, सोना, लोहा एवं एलुमिनुयम आदि)।

संवहन (कनवेक्शन) – किसी पदार्थ के एक भाग से दूसरे में अणुओं के जाने से हुए ऊष्मा के संचार को संवहन कहते हैं। तरल पदार्थ (फ्लुइड) के गति की उपस्थिति ठोस सतह और तरल के बीच ताप के संचार को बढ़ावा देती है।संवहनऊष्मा संचार के दो प्रकार होते हैंः

- **प्राकृतिक संवहन (नेचुरल कनवेक्शन)**: जब तरल पदार्थ किसी गर्म सतह के संपर्क में आता है, तो उसके अणु गरम होकर फैल जाते हैं जिससे तरल पदार्थका घनत्व कम हो जाता है। कम घनत्व के कारण तरल पदार्थ ऊपर की ओर विस्थापित हो जाता है जबकि ठंडा तरल पदार्थ अधिक घना होता है और गरम तरल पदार्थ के स्थान पर आ जाता है। इस प्रकार तरल पदार्थकी गति से ऊष्मा के संचरण होता है।
- **बलपूर्वक संवहन (फोर्स कनवेक्शन)**: जब कोईगरम सतह पर तरल पदार्थ किसी बाह्य स्रोत जैसे पंखों या पम्पों द्वारा सतह पर बलपूर्वक प्रवाहित किया जाता है जिससे सतह और तरल पदार्थ के बीच ऊष्मा का हस्तांतरण होती है। तरल पदार्थ की गति बढ़ने से ऊष्मा संचरण बढ़ता है।

विकिरण (रेडिएशन)– ऊष्मा के किसी रिक्त स्थान में संचार को विकिरण कहते है। परम शून्य के ऊपर के तापमान वाली सभी वस्तुएं ऊर्जा का विकिरण करती हैं। विकिरण के लिये किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है क्योंकि इसका संचार विद्युत चुम्बकीय तरंगों द्वारा होता है। विकिरण पूर्ण निर्वात में भी कार्य करता है। जैसे कि सूर्य की ऊर्जा पृथ्वी को गर्म करने के पहले अंतरिक्ष के निर्वात में से गुजरती है।

लेजर प्रणाली मे ऊष्मा का संचरण(हीट ट्रान्सफर)

हीट लोड = इलेक्ट्रिकल इनपुट – लेजर आउट्पुट

किसी भी लेजर प्रणाली के दक्षतापूर्ण संचालन के लिए ऊष्मा संचरण का महत्वपूर्ण स्थान होता है। जब लेजर का संचालन होता है तब उसमें लेजर के साथ–साथ ऊष्मा भी निकलता है। यदि इस ऊष्मा का सही तरह से संचरण नही हुआ तो प्रणाली का तापमान बढ़ता ही जाएगा जिससे लेजर पूर्ण दक्षता के साथ नहीं बनेगा और एक समय के बाद लेजर प्रणाली नष्ट भी हो सकती है।

ऊष्मा संचरण के द्वारा तापमान वृद्धि को रोकने की कई विधियाँ है।ज्यादातर संचालन(कंडक्शन)एवं संवहन (कनवेक्शन) विधि का संयुक्त रूप से उपयोग किया जाता है। ठोस के एक सतह से दूसरी सतह में ऊष्मा का संचरण/संचालन के द्वारा होता है एवं ठोस के सतह से तरल पदार्थ (फ्लुइड) के बीच ऊष्मा के संचरण संवहन के द्वारा होता है।

संवहन विधि मे यदि तरल पदार्थ के रूप में हवा उपयोग किया जाता है तो उसे वायु शीतलन (एयर कूलिंग)

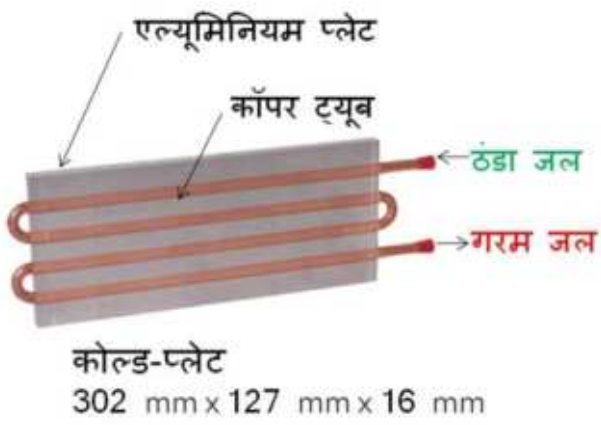
कहते है। और यदि तरल के रूप में जल का उपयोग होता है तो उसे जल शीतलन (वॉटर कूलिंग) कहते है। प्रायः कम ऊष्मा संचरण के लिए वायु शीतलन का प्रयोग किया जाता है एवं अधिक ऊष्मा संचरण के लिए जल शीतलन का उपयोग करते है। उदाहरण– हीट सिंक एवं कोल्ड प्लेट आदि।

हीट–सिंकः

यह चालन एवं संवहन ऊष्मा संचरण का उदाहरण है।इसमे प्लेट की सतह में अनेक फिन होता है जो इसकी सतही क्षेत्रफल बढ़ा देता है। क्षेत्रफल अधिक होने से हीट–सिंक एवं वायु के मध्य ऊष्मा का संचरण बढ़ जाता है। इसको प्राकृतिक संवहन (नेचुरल कनवेकशन) कहते है। यदि हीट–सिंक के साथ पंखा लगा दिया जाए तो इसके सतह से वायु प्रवाह तीव्र गति से होती है, परिणाम स्वरूप ऊष्मा का संचरण भी तीव्र गति से होता है। इसको बलपूर्वक संवहन (फोर्स कनवेकशन) कहते है। इससे पेसिव कूलिंग होती है अर्थात वायुमंडलीय तापमान के ऊपर प्रणाली के तापमान को संयोजित कर सकता है। वायुमंडलीय तापमान नीचे तक कुलिंग नहीं कर सकता है। थर्मो–इलैक्ट्रिक कूलर के साथ हीट–सिंक को एक्टिव कुलिंग किया जा सकता है।हीट–सिंक का उपयोग ठोसावस्था लेजर, फाइबर लेजर एवं इलेक्ट्रॉनिक्स उपकरण आदि मे किया जाता है।

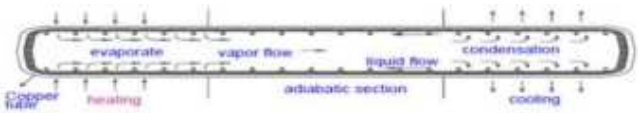
कोल्ड–प्लेटः

यह एक ऐसा यंत्र है जिसके धातु के प्लेट मे नली होती है जिसमें से जल या कोई द्रव (लिक्विड) को प्रवाहित किया जाता है। गरम वस्तु की ऊष्मा का अवशोषण धातु के नली में प्रवाहित होते हुए जल के द्वारा होता है। इससे जल का तापमान बढ़ जाता है जिसे रेडियेटर के द्वारा ठंडा किया जाता है एवं जल प्रवाह के लिए पंप का प्रयोग किया जाता है। इससे भी पेसिव कूलिंग होती है। यदि रेडिएटर के जगह चिलर का उपयोग किया जाए तो एक्टिव कूलिंग होती है। इसका भी उपयोग ठोसावस्था लेजर, फाइबर लेजर एवं इलेक्ट्रॉनिक्स उपकरण आदि में किया जाता है।



हीट–पाइप

हीट–पाइप एक ताप–स्थानान्तरण यंत्र है जो तापीय चालकता और अवस्था परिवर्तन (फेज चेंज) दोनों के सिद्धांतों को जोड़ती है ताकि दो ठोस इंटरफेस के बीच ऊष्मा को प्रभावी ढंग से स्थानांतरित किया जा सके।

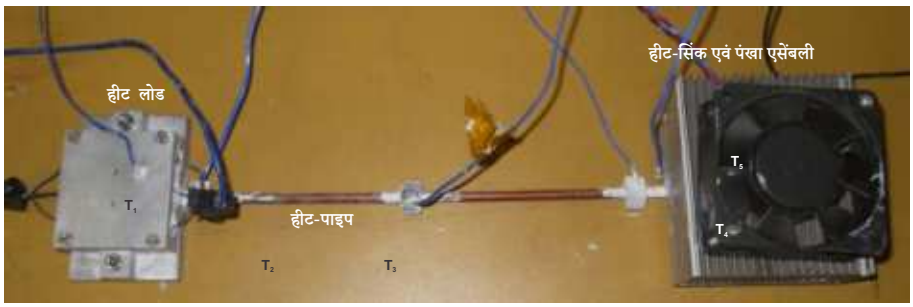


हीट–पाइप में एक सीलबंद पाइप या एक ट्यूब से बने पदार्थ होते हैं जो कार्यकारी तरल पदार्थ के साथ संगत होता है जैसे कि पानी की हीट–पाइप के लिए तांबे तथा अमोनिया हीट–पाइप के लिए एल्यूमीनियम। इसके आंतरिक सतह में मेश या ग्रुव बना होता है जो की केशिका क्रिया (केपिलरी एक्शन) के लिए होता है। आमतौर पर, वैक्यूम पंप का उपयोग खाली हीट पाइप से हवा को निकालने के लिए किया जाता है। हीट–पाइप आंशिक रूप से कार्यकारी तरल पदार्थ से भरा होता है और फिर सील किया जाता है। काम कर रहे तरल द्रव्यमान को चुना जाता है ताकि हीट–पाइप ऑपरेटिंग तापमान सीमा के ऊपर वाष्प और तरल हो।

हीट–पाइपके एक सिरे (गर्म इंटरफेस)को ठोस सतह के संपर्क में रखा जाता है। हीट–पाइप के अंदर का दाब बहुत कम होता है इसलिए द्रव (लिक्विड) उस सतह से ऊष्मा को अवशोषित करके कम ताप में ही वाष्प में बदल जाता है अर्थात द्रव का अवस्था परिवर्तन (फेस चेंज) होता है। इस तरह अवस्था परिवर्तन से अधिक ऊष्मा अवशोषित होता है। तापमान मे परिवर्तन के कारण वाष्प फिर हीट–पाइप के साथ दूसरे सिरे (ठंडे इंटरफेस) पर जाता है। यहाँ वाष्प अपना ऊष्मा त्याग देता है और पुनः कंडेंस होकर द्रव मे परिवर्तित होता है। यह द्रवहीट–पाइप के आंतरिक सतह के मेश या ग्रुव के द्वारा केशिका क्रिया (केपिलरी एक्शन) से केन्द्रापसारक बल (केपिलरी फोर्स), या गुरुत्वाकर्षण के माध्यम से गर्म इंटरफेस पर पुनः लौटता है, और चक्र दोहराता है। बोइलिंग एवं कंडन्शेशन के लिए ऊष्मा हस्तांतरण गुणांक (हीट ट्रांसफर को–इफिसिएंट) बहुत अधिक होता है जिससे, हीट–पाइप अत्यधिक प्रभावी थर्मल

कंडक्टर हैं। प्रभावी तापीय चालकता हीट–पाइप लंबाई के साथ बदलती है, और तांबे के लिए लगभग 0.4 kW/mK के मुकाबले हीट–पाइप के लिए 100 किलोवाट kW/mK तक पहुंच सकता है।

हीट–पाइप के प्रभावी तापीय चालकता (इफेक्टीव थर्मल कंडक्टिविटी) का प्रयोगिक माप



चित्र–1: एक्सपेरिमेंटल सेट–अप(T_1 – हीट लोड का तापमान,T_2 –हीट–पाइप के एक सिरे का तापमान, T_3–हीट–पाइप के मध्य का तापमान T_4–हीट–पाइप के दूसरे सिरे का तापमान,T_5–हीट सिंक का तापमान)

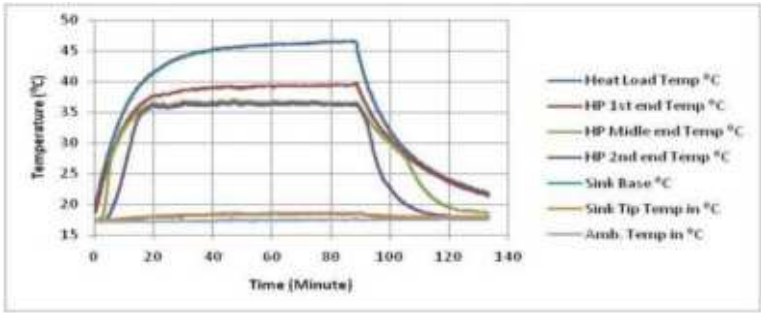
चित्र:1 में एक्सपेरिमेंटल सेट–अप को दर्शाया गया है, इसमें 4 मिलीमीटर व्यास एवं 270 मिलीमीटर लंबाई की कॉपर हीट–पाइप लिया गया है जिसके अंदर द्रव के रूप में पानी उपयोग किया गया है। इलेक्ट्रिकल रजिस्टेन्स से हीट–लोड बनाया गया जिसमें विद्युत धारा प्रवाहित करके 20 वाट तक हीट उत्पन्न किया गया है। इस हीट–लोड को हीट–पाइप के एक सिरे में लगाया गया है। हीट–पाइप के दूसरे सिरे को हीट–सिंक–पंखा एसेम्बली से जोड़ दिया गया है जिससे ठंडक उत्पन्न हो। हीट–लोड की ऊष्मा हीट–पाइप के एक सिरे से दूसरे सिरे में स्थानांतरित होती है जिसमें हीट–सिंक एसेम्बली के द्वारा यह ऊष्मा वातावरण में स्थानांतरित होता है। दोनों सिरों का तापमान डाटा लॉगर के द्वारा रिकार्ड किया गया। यह क्रिया अलग–अलग हीट लोड के लिए पुनरावृत्त किया गया। उनमे से एक 6 वाट हीट लोड से किया गया प्रयोग को चित्र–2 मे ग्राफ के द्वारा समय के साथ तापमान में वृद्धि को दर्शाया गया है।

इस प्रकार दोनों सिरों के तापमान के अंतर (T), हीट पाइप की लंबाई (L), क्रॉस सेक्शन एरिया (A)एवं हीट लोड (Q)को नीचे लिखे सूत्र मे रखकर हीट पाइप की प्रभावी तापीय चालकता(इफेक्टिव थर्मल कंडक्टिविटी) (K) की गणना की गई।

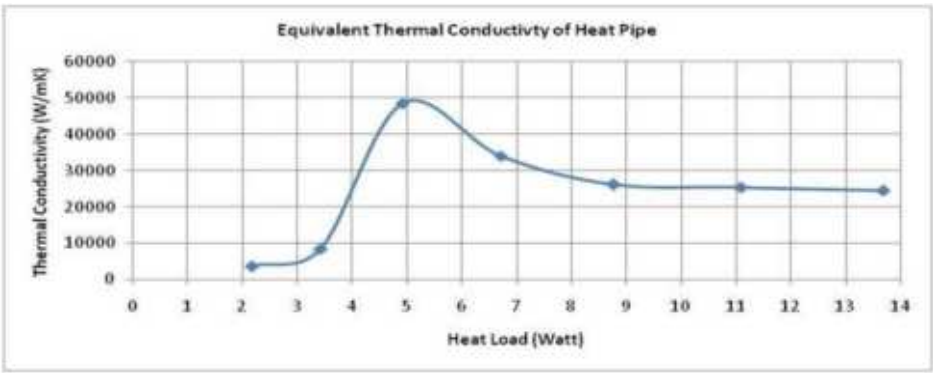
$K = (Q/A)/(DT/L)$

प्रयोग का परिणाम एवं निष्कर्ष

इस प्रयोग को अलग–अलग हीट लोड से पुनरावृत्त किया गया एवं इसके प्रभावी तापीय चालकता (इफेक्टिव थर्मल कंडक्टिविटी) (ज्ञ) की गणना की गई। अलग–अलग हीट लोड के लिए की गई गणना को चित्र–3 में ग्राफ के द्वारा दर्शाया गया है। इस हीट–पाइप की प्रभावी तापीय चालकता (इफेक्टिव थर्मल कंडक्टिविटी) 5 वाट हीट लोड तक 4000 W/mK है जो की एक सामान्य तांबे (कॉपर) की छड़ की तरह है। 5 वाट हीट–लोड के बाद इसकी प्रभावी तापीय चालकता (इफेक्टिव थर्मल कंडक्टिविटी) 30000 से 50000 W/mK गणना की गई है।



चित्र–2: 6 वाट हीट लोड से किया गया प्रयोग समय के साथ तापमान में वृद्धि



चित्र–3: अलग अलग हीट लोड पर हीट पाइप की प्रभावी तापीय चालकताकी गणना

आदित्य एल-1: अब सूरज की बारी

डॉ. ललित मोहन पन्त

प्रधानमंत्री आदरणीय श्री नरेन्द्र मोदी जी ने चन्द्रयान–3 मिशन के सफलता पर दिये अपने संबोधन में कहा था कि इस सफलता के बाद अब सूरज की बारी है, जिससे सभी देशवासियों और वैज्ञानिक समुदाय में काफी उत्साह है। पूर्व से ही भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) एक महत्वाकांक्षी परियोजना पर कार्यरत है जोकि सूर्य के रहस्यों जैसे सूर्य की सतह पर बनने वाले सौर कलंक, सौर ज्वालायें (अभुकायें) और सूर्य से पृथ्वी की ओर आने वाले भू–चुम्बकीय सौर तूफानों, उच्च ऊर्जावान सौर कणों के अलावा अन्य कई सौरमण्लीय घटनाओं का अध्ययन करेगा। इस परियोजना को आदित्य एल–1 नाम दिया गया है । आदित्य सूर्य का पर्यायवाची है और एल–1 लैगरेंज प्वॉइंट को इंगित करता है। यह अंतरिक्ष का वह स्थान होता है जहाँ सूर्य का गुरुत्वाकर्षण बल पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल से साम्यावस्था में होता है, और इस स्थान से निर्वाध रूप से सूर्य की हर गतिविधि का अध्ययन आसानी से किया जा सकता है। आदित्य एल–1 का प्रक्षेपण 02 सितम्बर 2023 को आन्ध्र प्रदेश के श्रीहरिकोटा से पोलर सैटेलाइट लॉंच व्हीकल (पीएसएलवी) द्वारा किया गया और लगभग 04 माह के समय के उपरान्त 06 जनवरी 2024 को यह 15 लाख किमी. की दूरी तय कर अपनी कक्षा में स्थापित हो गया ।

आदित्य एल–1 की सफलता के उपरान्त हमारा भारत तीसरा देश बन गया है जोकि सूर्य का डाटा प्राप्त करने हेतु आत्मनिर्भर हो जायेगा। इसके पूर्व अमेरिकी स्पेस एजेंसी (नासा) तथा यूरोपीय स्पेस एजेंसी के कृत्रिम उपग्रह ही प्रक्षेपित हो पायें हैं और वर्तमान में भारत इनसे डाटा लेता है।

भारत के लिये यह गर्व की बात है कि आदित्य एल–1 पूर्णतः स्वदेशी है और मेक इन इंडिया अभियान के अन्तर्गत इसका विकास किया गया है।

इस उपग्रह में सात पेलोड हैं। इनमें विजिबल एमीशन लाइन कोरोनोग्राफ, सोलर यू वी इमेजिंग टेलीस्कोप, सोलर लो एनर्जी एल–1 एक्स–रे स्पैक्ट्रोमीटर, हाई एनर्जी एल–1 ऑर्बिट स्पैक्ट्रोमीटर, सोलर विंड एटम डिटेक्टर, प्लाज्मा एनालिसिस पैकेज व थर्ड ऑर्बिट हाई रिजोल्यूसन डिजिटल मैग्नोमीटर शामिल हैं। इसमें चार पेलोड सीधे सूर्य का अध्ययन करेंगे तथा अन्य तीन सूर्य की गतिविधियों का अध्ययन करेंगे।

सूर्य के गैसीय संगठन में लगातार विस्फोट होने से उच्च ऊर्जावान कण भारी मात्रा में निष्काषित होते रहते हैं जिससे

उठने वाले बड़े तूफानों का पृथ्वी के मैग्नेटिक फील्ड और इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों पर प्रभाव पड़ता है और अंतरिक्ष में घूम रहे सैटेलाइटों पर भी इनका प्रभाव पड़ता है। आदित्य एल–1 मिशन के उपरान्त इन सभी क्षेत्रों में पृथ्वी की ओर आने वाले भू–चुम्बकीय सौर तूफानों का समय पर पता लगाने और इनके प्रभावों के अध्ययन में भारत और मजबूती के साथ सक्षम बनेगा।

आदित्य एल–1 चाँद पर आने वाले सौर विकिरणों की सूचना भी प्रदान करेगा। सूर्य के कोरोना का अध्ययन अभी सिर्फ पूर्ण सूर्यग्रहण के समय ही संभव है परन्तु आदित्य एल–1 के स्थापित हो जाने के बाद भारत किसी भी समय सूर्य के कोरोना का अध्ययन कर सकेगा।

आदित्य एल–1 एक बहुआयामी मिशन है जिसमें अंतरिक्ष विज्ञान के साथ–साथ खगोल विज्ञान, मौसम विज्ञान तथा अन्य क्षेत्रों में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभायेगा और प्राप्त डाटा का विश्लेषण इन क्षेत्रों में अध्ययन हेतु उपलब्ध रहेगा, जिसको कि भारतीय विश्वविद्यालयों के शोध छात्र तथा प्राध्यापक भी उपयोग कर सकते हैं। उत्तराखण्ड में स्थित आर्यभट्ट प्रेक्षण विज्ञान एवं शोध संस्थान के हल्द्वानी स्थित साइंस सेंटर में विभिन्न शोधार्थी आदित्य एल–1 के डाटा का विश्लेषण कर सकेंगे।

आदित्य एल–1 परियोजना वास्तव में अंतरिक्ष विज्ञान के क्षेत्र में विकसित भारत को स्थापित करनें में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभायेगा।

सुविचार

किसी की निंदा ना करें, अगर आप मदद के लिए हाथ बढ़ा सकते हैं, तो जरुर बढाएं।

•

ब्रह्माण्ड की सारी शक्तियां पहले से हमारी हैं। वो हम ही हैं जो अपनी आँखों पर हाँथ रख लेते हैं और फिर रोते हैं कि कितना अंधकार हैं।

– स्वामी विवेकानन्द

राजभाषा कार्यान्वयन समिति

यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान
देहरादून

डॉ. अजय कुमार
उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं निदेशक, अध्यक्ष

श्रीमती रूमा ढाका
वैज्ञानिक 'जी' एवं सह निदेशक

डॉ. ललित मोहन पंत
वैज्ञानिक 'एफ'
समूह निदेशक राजभाषा
उपाध्यक्ष, रा.का.स.

श्री कृष्ण मुरारी
तकनीकी अधिकारी 'सी'
सूमह प्रमुख राजभाषा
राजभाषा अधिकारी, सदस्य सचिव

श्री पुनीत वाशिष्ठ
वैज्ञानिक 'जी', सदस्य

डॉ. सुधीर खरे
वैज्ञानिक 'जी', सदस्य

श्री जे.पी. सिंह
वैज्ञानिक 'जी', सदस्य

श्री अशोक कुमार
वैज्ञानिक 'जी', सदस्य

डॉ. मानवेन्द्र सिंह
वैज्ञानिक 'जी', सदस्य

डॉ. ए.के. साहनी
वैज्ञानिक 'एफ', सदस्य

डॉ. पंकज श्रीवास्तव
वैज्ञानिक 'एफ', सदस्य

डॉ. प्रभात शर्मा
वैज्ञानिक 'एफ', सदस्य

श्री अमित कुमार
वैज्ञानिक 'एफ', सदस्य

श्रीमती स्मिता शर्मा
वैज्ञानिक 'डी', सदस्य

श्री योगेश सक्सेना
वैज्ञानिक 'डी',
सदस्य

श्री हितेश कुमार
मुख्य प्रशासनिक अधिकारी
सदस्य

श्री ध्यान सिंह मेहरा
भण्डार अधिकारी,
सदस्य

श्रीमती रितु रोहिला
तकनीकी अधिकारी 'बी',
सदस्य

श्री एच. एस. गुसाई
तकनीकी अधिकारी 'बी',
सदस्य

श्री पवन कुमार सूरज
तकनीकी अधिकारी 'बी',
सदस्य

श्री त्रिलोक सिंह
डी.पी.ओ., सदस्य
प्रभारी अधिकारी राजभाषा

श्री अमित कुमार पटेल
कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी,
सदस्य

श्रीमती सरोज कुमार
प्रशासनिक अधिकारी,
सदस्य

श्री गोपाल
प्रशासनिक अधिकारी,
सदस्य

श्री बिरेन्द्र सिंह भण्डारी
तकनीकी अधिकारी 'ए',
सदस्य

श्रीमती आर्निका सोनी
तकनीकी अधिकारी 'ए',
सदस्य

यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान

रायपुर रोड, देहरादून - 248008