आज़ादी का
अमृत महोत्सव

ISSN : 1549-523-X
UGC-CARE Listed Journal

वर्ष : 20, अंक 1, जनवरी-मार्च 2022
Vol. 20, No. 1, January-March 2022

विज्ञान प्रकाश
VIGYAN PRAKASH

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल
Research Journal of Science & Technology

लोक हिताय विज्ञानम्

लोक विज्ञान परिषद, दिल्ली
एवं
विश्व हिन्दी न्यास, न्यूयॉर्क
का प्रकाशन

ISSN : 1549-523-X, UGC-CARE Listed Journal

विज्ञान प्रकाश - विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल, वर्ष: 20, अंक 1, जनवरी-मार्च, 2022

VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology, Vol. 20, No. 1, January-March 2022

संस्थापक मुख्य सम्पादक / Founder Chief Editor

- **स्व. प्रो. राम चौधरी / Late Prof. Ram Chaudhari**
  54, Perry Hill Raod, Oswego, NY, 13126, USA

मुख्य सम्पादक / Chief Editor

- **प्रो. ओम विकास / Prof. Om Vikas**
  Hon. Advisor, Bhartiya Vidya Bhavan, Delhi
  President, Lok Vigyan Parishad
  Formerly, Director, ABV-Indian Inst. of IT & Management Gwalior;
  & Counsellor (S&T), Indian Embassy, Japan;
  & Sr. Director, Ministry of Electronics & IT
  dr.omvikas@gmail.com

सलाहकार मण्डल / Advisory Board

- **डॉ. विजय कुमार सारस्वत / Dr. V. K. Saraswat**
  Member, NITI Aayog, Govt. of India &
  Chancellor, Jawaharlal Nehru University, New Delhi.
  Formerly, Secretary, Defence (R&D)
  & Scientific Adviser to Raksha Mantri
  & DG DRDO (Ministry of Defence).
  vk.saraswat@gov.in
- **प्रो. जगदीश नारायण / Prof. Jagdish Narayan**
  Distinguished Chair Professor & Director,
  NSF Center for Advanced Materials and Smart Structures,
  Dept. of Materials Science and Engineering,
  Centennial Campus, North Carolina State University,
  Raleigh, NC 27695-7907.
  J_Narayan@ncsu.edu
- **डॉ. श्याम कुमार शुक्ल / Dr. Shyam K. Shukla**
  Executive Director, World Hindi Foundation
  44949 Cougar Circle, Fremont, CA 94539, USA
  shuklas@comcast.net
- **प्रो. आलोक कुमार / Prof. Alok Kumar**
  Department of Physics, State University of New York,
  Oswego, New York 13126
  Alok.kumar@oswego.edu

सम्पादक मण्डल / Editorial Board

- **प्रो. ओउम् प्रकाश शर्मा / Prof. Oum Prakash Sharma**
  Director, NCIDE, IGNOU, New Delhi-110068
  & Gen. Secy., Lok Vigyan Parishad
  opsharma@ignou.ac.in
- **प्रो. अनुपम शुक्ल / Prof. Anupam Shukla**
  Director, SVNIT, Surat, Gujarat-395007
  director@svnit.ac.in, dranupamshukla@gmail.com
- **प्रो. (डॉ.) अजय चौधरी / Prof. (Dr.) Ajay Choudhary**
  Professor & Head, Dept. of Neurosurgery,
  ABV-Institute of Medical Sciences & RML Hospital,
  New Delhi
  ajay7.choudhary@gmail.com
- **प्रो. प्रतापानन्द झा / Prof. Pratapanand Jha**
  Director, Cultural Informatics Lab (CIL)
  & National Manuscripts Mission, IGNCA, New Delhi
  pjha@ignca.nic.in
- **प्रो. कृष्ण कुमार मिश्र / Prof. Krishna Kumar Mishra**
  Homi Bhabha Centre for Science Education, TIFR,
  Mumbai - 400088
  kkm@hbcse.tifr.res.in
- **श्री रामशरण दास / Sh. Ram Sharan Das**
  49, Sector-4, Vaishali, Ghaziabad 201010, U.P.
  rsgupta_248@yahoo.co.in

प्रकाशन सहयोग / Publication Support

- **प्रो. ओउम् प्रकाश शर्मा / Prof. Oum Prakash Sharma**
  General Seceratary, Lok Vigyan Parishad
  www.LokVigyanParishad.in / www.VigyanPrakash.in
  oumsharma@gmail.com

ऑनलाइन प्रदर्श (वैबसाइट) / Online Presence (Website)

- **दिव्या शर्मा / Divya Sharma**
  Designer's Bliss, Sydney, NSW, Australia
  www.designersbliss.com

विश्व हिन्दी न्यास से संस्थापित एवं लोक विज्ञान परिषद्, दिल्ली द्वारा प्रकाशित

UGC-CARE समिति से अनुमोदित हिन्दी में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल - **विज्ञान प्रकाश**

ISSN : 1549-523-X; www.VigyanPrakash.in

विज्ञान प्रकाश रिसर्च जर्नल में प्रकाशित लेख/सामग्री लेखकों के अपने निजी विचार हैं। **विज्ञान प्रकाश** के संपादक मंडल तथा प्रकाशक का कोई दायित्व नहीं है।

UGC-CARE Listed Research Journal ISSN: 1549-523-X

विज्ञान प्रकाश : विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल, वर्ष: 20, अंक 1, जनवरी–मार्च, 2022

VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology, Vol. 20, No. 1, January-March 2022

(www.VigyanPrakash.in)

विषय क्रम

- सलाहकार एवं सम्पादक मण्डल /**Advisory & Editorial Board** — Inner Cvr
- सम्पादकीय : अभ्यास और अस्मिता को साधते विज्ञान शोध लेखन **Scientific Research Writing Balancing Practice and Self-Pride** – *ओम विकास* — 2

आमंत्रित लेख / Invited Article

- स्थानीय भाषाओं में नवाचार कार्यक्रम प्रोग्राम : भाषा निरपेक्ष नवाचार संवर्धन परिवेश / **Vernacular Innovation programme (VIP): Decoupling creative expression from language of transaction in India's innovation ecosystem** – *डॉ. चिंतन वैष्णव एवं प्रो. पी.वी. मधुसूदन राव* — 5

शोध आलेख / Research Articles

- प्रकाशीय अनुप्रयोगों के लिए क्वांटम डॉट्स के गुणों का विश्लेषण / **Analyzing the Properties of Quantum Dots for Optical Applications** – *अमित कुमार* — 8
- अतिरिक्त भरण जल तापकों के साथ कोयला दाहित तापीय शक्ति संयंत्र का अनुरूपण एवं निष्पादन की जाँच करना / **Simulation and Investigation of Performance of a Coal Fired Thermal Power Plant with Additional Feed Water Heaters** – *डॉ. एस. एस. एल. पटेल एवं पी. पटेल* — 19
- सुरक्षात्मक दस्ताने का अग्नि व ताप के विरुद्ध व्यवहार का आकलन / **Assessing the Behavior of Protective Gloves Against Fire and Heat** – *शुभम श्रीवास्तव, नन्दन कुमार एवं चंद्र शेखर मालवी* — 29
- संस्कृत–कृदन्त शिक्षण हेतु पाणिनीय नियमाधारित व्युत्पत्ति प्रक्रिया के लिए ऑनलाइन सिस्टम / **Online System for Derivational Process based on Pāṇinian Rules for Sanskrit Kṛdanta Learning** – *सुमित शर्मा एवं सुभाष चन्द्र* — 38

भारतीय ज्ञान परम्परा / Indian Knowledge Tradition

- पारिभाषिक शब्दावली के निर्माण के सिद्धान्त / **Principles of Building Definitional Terminology** – *डॉ. रघुवीर* — 50
- अनुवाद : सतत् विकासमान वैश्विक ज्ञान को परस्पर जोड़ने वाला सेतु / **Translation: A Bridge to Connect Continuously Growing Global Knowledge** – *रामशरण दास* — 56

प्रतिक्रियाएं / **Feedback** — 59

समीक्षक सूची / **List of Reviewers** — 60

आओ तेलगु सीखें / **Learn Telugu** — Back Inner Cvr

योगी वेमन की तेलगु रचना "वेमतनशतक" से सूक्तियाँ / **Telugu verses of Yogi Vaman** — Back Cvr

अभ्यास और अस्मिता को साधते विज्ञान शोध लेखन

Scientific Research Writing Balancing Practice and Self-Pride

विज्ञान शब्द से तात्पर्य है प्राकृतिक विज्ञान (Natural Science) और मानवकृतिक विज्ञान (Science and Technology of Man&made Objects). वैज्ञानिक, इंजीनियर, चिकित्सक आदि उच्च शिक्षा में अंग्रेजी के माध्यम से पढनें के बाद कर सेवा शुरू करते हैं, सामान्य लोगों से हिंदी/भारतीय भाषा में व्यवहार करते हैं। पढ़ाई और व्यवहार की भाषाएं मेल नहीं खातीं, सेवा की उपादेयता को कम करते हैं। बचपन में आधारभूत संकल्पनात्मक ज्ञान लोक भाषा हिंदी/भारतीय भाषा में पोषित हुआ, किसी अन्य भाषा में उच्च शिक्षा में अभ्यास के बाद भी अस्मिता का भाव उदय होता है, असंतोष का भाव भी कि सामान्य जन से नवाचार सहयोग मैत्री का अभाव है। एक ओर लौकिक अपेक्षाएं हैं, और दूसरी ओर वैश्विक प्रसिद्धि एवं प्रतिभागिता की अभीप्सा, उत्कट कामना भी। लोकल और ग्लोबल का संतुलन आवश्यक है।

"बहुभाषिकता / द्विभाषिकता और रचनात्मकता" विषय पर कई सर्वेक्षण और टेस्ट/परीक्षण किए गए हैं। स्कूलों में अलग–अलग देशों की संस्कृति और भाषा बोलने वाले बच्चों पर, और कार्य स्थल तथा संस्थानों के द्विभाषी कार्मिकों पर उनकी उम्र, भाषाई/भाषायी दक्षता, सामाजिक संस्कृति का ज्ञान जैसे पैरामीटरों (मापमानों) पर टेस्ट किए गए हैं। Anatoliy, Kharkhurin की 2012 में प्रकाशित पुस्तक "Multilingualism and Creativity" में अपने और दूसरे वैज्ञानिकों के द्वारा किए गए टेस्टों और परिणामों का विवरण दिया गया है। इनका निष्कर्ष है कि द्विभाषिकता/बहुभाषिकता से अलग प्रकार के सोच (divergent thinking) को बल मिलता है। एकल भाषिक की अपेक्षा द्विभाषिक व्यक्ति, वैज्ञानिक/कार्मिक अधिक सक्षम और रचनात्मक पाए गए। विविधता, आदत, मौलिकता और विस्तारण क्षमता जैसे चार प्रकार के कौशल बिंदुओं पर खरे पाए गए। रचनात्मक संज्ञान (Creative Cognition) मापने के सभी प्रयोगों से सुनिश्चित होता है कि रचनात्मकता एवं नवाचार संवर्धन में द्विभाषिकता का सकारात्मक योगदान है। भाषा शब्द ज्ञान के साथ उस समाज के रीति–रिवाज, खान–पान, उत्सव, प्रकृति संबंध, जीवन की समस्याओं के समाधान के तरीके आदि परंपराओं का भी व्यावहारिक ज्ञान कराती है।

भारत आत्मनिर्भरता की ओर चल पड़ा है। अस्मिता और आत्मविश्वास से प्रेरित भारतीय वैज्ञानिक सरल हिंदी में शोध लेखन से उत्साही उद्यमियों को शोधात्मक जानकारी सुलभ कराने में समर्थ है, उत्साही है। हिंदी में समीक्षित शोध प्रकाशन के लिए क्रेडिट है, प्रोत्साहन है। पीएचडी थीसिस के पूर्णता मानक में भी मान्यता है, शिक्षक प्रमोशन में वरीयता हेतु उल्लेख कर सकते हैं। कुछ वर्षों तक मानकर चलें कि भाषायी सह–अस्तित्व भाव से अंग्रेजी में पढें और समझें, और हिंदी में भी शोधपरक सुबोध विज्ञान लेखन करें। प्रकाशन से लेखक को प्रोत्साहन, और नव उद्यमियों को स्टार्टअप बढ़ाने में मदद की भी संभावना है।

विज्ञान शोध लेखन सत्यं, शिवं, सौन्दर्य का समन्वित स्वरूप है। वैज्ञानिक सत्यता का परीक्षण करता है, मानवीय संवेदनाओं से अनुसिक्त सुन्दर सुबोध सृजन करता है, और हितकारी उपयोगी सृजन से शिवं को साधता है ।

शोध और अनुसंधान उच्च शिक्षा संस्थानों और रिसर्च लैब से नवाचारमय शोध उद्यमियों (entrepreneurs) के हितार्थ हिंदी/भारतीय भाषा में भी उपलब्ध हों। नए भारत के निर्माण में इस कमी को दूर करना अत्यंत आवश्यक है। समावेशी नवाचार (inclusive innovation) बढ़ेगा, नए स्टार्टअप बढ़ेंगे, तो देश की अर्थव्यवस्था भी मजबूत होगी। नवाचार की गति और मात्रा छोटे उद्योगों और नवोदित उद्यमियों में अपेक्षाकृत अधिक होती है।

राष्ट्रीय महत्व के उच्च संस्थानों जैसे, IIT, IISc, IISER, AIIMS, IIM आदि और राष्ट्रीय अनुसंधान लैब/केंद्रों, जैसे CSIR, DRDO, C-DAC, C-DOT इत्यादि में हिंदी में शोध प्रकाशन के प्रति झिझक है। उनके लिए शोध गुणवत्ता का मापदंड अंग्रेजी के समीक्षित रिसर्च जनरल में प्रकाशन है। वैश्विक उत्कृष्टता और प्रतिभागिता के लिए सही है। लेकिन उचित होगा यदि वैश्विक उत्कृष्टता और लौकिक उपादेयता का समीचीन समन्वय हो। लगभग 20% मौलिक अथवा अनुसृजन किए शोध पत्रों का हिंदी में भी प्रकाशन का प्रावधान किया जाए। तकनीकी बदलाव/अभ्युदय (technology trends) विषयों पर लेखों के अनुसृजन शोधकर्ताओं को बहुत लाभकारी होंगे। मौलिक लेखन में नए शोधात्मक विचार अपने होते हैं। अनुसृजन में अंग्रेजी या अन्य भाषा में शोधात्मक विचारों की सरल सुबोध अभिव्यक्ति करते हैं।

आसान है विज्ञान शोध लेखन। पहले स्तर पर स्रोतभाषा अंग्रेजी का लेख पूरा पढ़ लें, मुख्य विचार बिंदु नोट कर लें। दूसरे स्तर पर विश्लेषण करें, समझ लें। तीसरे स्तर पर लक्ष्य भाषा हिंदी में विचार बिंदुओं को लिखें और अब तक समझे हुए पाठ का हिंदी में अर्थ निकालें। चौथे स्तर पर हिंदी में पूरा पाठ समझें। अंतिम पांचवें स्तर पर हिंदी में लिखें। अपने लेख को सरल, सुबोध बनाने के लिए एक दो बार पढ़ें, सुधार करें। मौलिक लेखन में आपके शोधात्मक विचार होते हैं, जबकि अनुसृजन में दूसरे शोधकर्ताओं के विचार प्रधान होते हैं। ध्यान रखें कि विज्ञान साहित्यिक चोरी (Plagiarism) अपराध है। दूसरे के विचारों को अपना बनाकर न लिखें।

शब्द चयन उचित हो । वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग, CSTT की वेबसाइट www.cstt.mhrd.gov.in को भी देखकर हिंदी में समतुल्य शब्द ले सकते हैं। आप स्वयं भी शब्द निर्माण कर सकते हैं। नए तकनीकी शब्दों के साथ बहु प्रचलित अंग्रेजी के शब्द को भी कोष्ठक में लिखिए। वाक्य सरल और सुबोध हो। उदाहरण परिवेश के अनुकूल हो। अन्य विषय से संबंधित संदर्भ से भी उपयोगी सामग्री जोड़ सकते हैं। संस्कृत के संकल्पना धातु शब्दों से शब्द निर्माण और विस्तार आसान होता है। जैसे acid : अल्म, acidic: अम्लिक, acidification: अम्लन H_2O, CH_4, H_2SO_4 आदि फार्मूलों को और equations को ज्यों का त्यों प्रयोग करते हैं ।

शब्द निर्माण परिभाषा को ध्यान में रखकर करते हैं। शब्द के निकटअर्थी शब्दों को इकठ्ठा कर इन सबके लिए उचित शब्द देते हैं। निकट अर्थी शब्द समूह जैसे कंप्यूटर के संदर्भ में (assembler, compiler, interpreter, computer program), विद्युत के संदर्भ में (power supply, transformer, inverter, converter, voltage regulator), चलने के संदर्भ में (speed, velocity), ध्वनि के संदर्भ में (sound, melody, vibration, noise), इत्यादि ।

विपरीत अर्थी शब्दों को भी ध्यान में रखकर निर्मित शब्द औचित्य की जांच करते हैं ।

शब्द निर्माण में विविध संकल्पनाओं से संबंधों

की संभावनाओं पर विचार करते हैं। उपयुक्त शब्द चयन करते हैं। संभावना विकल्प खोज की प्रवृत्ति से रचनात्मकता (creativity) में संवर्धन होता है, नवाचार में भी अभिवृद्धि होती है। शब्द निर्माण के अभ्यास से स्थानीय लोगों की बोलियों को समझने और समझाने में कौशल का विकास होता है। इसका परिणाम कालांतर में समाज में वैज्ञानिक प्रवृत्ति का उन्नयन होता है।

हिन्दी में विज्ञान शोध लेखन के अभ्यास से अस्मिता को साधते हुए जन सामान्य में वैज्ञानिक प्रवृत्ति के विकास में महत्त्वपूर्ण योगदान करने में अधिक सक्षम बनेंगे। परंपरागत अनुभवगम्य विज्ञान और आधुनिक प्रायोगात्मक विज्ञान के बीच सम्बन्धों की अभिव्यक्ति में भी सक्षम होंगे।

परंपरागत ज्ञान से परिचय होने से अन्वेषण के आधार सिद्धांतों का बोध होता है, नवाचारमय निर्माण में नए–पुराने तरीकों, विधाओं का पता होने से कम समय, कम कीमत, और अधिक गुणवत्ता के उत्पादों का सृजन करना आसान होगा।

आधुनिक विज्ञान का विकास पिछले 500 वर्षों में हुआ। विशिष्ट अविष्कारों को विशिष्ट वैज्ञानिक के नाम से जाना गया, यह उनकी पाश्चात्य अस्मिता का द्योतक है। करीब 2500 वर्ष पहले भारतीय ऋषि वैज्ञानिकों ने कई महत्वपूर्ण आधारभूत प्राकृतिक नियम और तदनुसार विशिष्ट आविष्कार किए।

- ऋषि कणाद ने परमाणु सिद्धांत का प्रतिपादन किया। सृष्टि निर्माण का मॉडल दिया।
- ऋषि भरद्वाज के विमान शास्त्र में यात्री, लड़ाकू, अंतरिक्ष विमानों के डिजाइन का उल्लेख है।
- ऋषि पतंजलि ने योग सूत्र दिए। चिकित्सा और मनोविज्ञान को जोड़ा।
- ऋषि चरक भारतीय औषधि विज्ञान के मूल प्रवर्तक थे।
- ऋषि सुश्रुत शल्य चिकित्सा (सर्जरी) के आविष्कारक थे।
- ऋषि पाणिनि की "अष्टाध्यायी" प्रसिद्ध व्याकरण ग्रंथ है। वह आधुनिक भाषा विज्ञान का आधार बना।

करीब 1000 वर्ष पहले नागार्जुन ने रसायन विज्ञान और धातु विज्ञान में महत्वपूर्ण शोध किए। भास्कराचार्य ने "सिद्धांत शिरोमणि" में गुरुत्वाकर्षण के नियम दिए, इत्यादि अनेक उदाहरण हैं ।

शोध एवं नवाचार भारतीय संस्कृति का सातत्यपूर्ण अंग रहा है । आज भी भारतीय वैज्ञानिकों की अस्मिता इसी से अंतः अनुप्रेरित है ।

भारत में शोध–नवाचार का जन–शक्ति आधार सुदृढ़ है। AICTE के अनुसार 2021–22 में कुल तकनीकी संस्थान 9,000 हैं, इनमें छात्र प्रवेश स्नातक स्तर पर 13.3 लाख, और स्नातकोत्तर स्तर पर 6.4 लाख हैं। MBBS के 612 कॉलेजों में 92 हजार है। राष्ट्रीय महत्त्व के संस्थानों में करीब 50 हजार है।

वैश्विक स्तर पर भारत का नवाचार सूचकांक (GII) 46 हुआ, विज्ञान शोध प्रकाशन में तीसरा स्थान, और स्टार्टअप व यूनिकॉर्न में भी तीसरा स्थान है। समेकित शोध नीति (Integrated Research Policy) आवश्यक है। कृषि, स्वास्थ्य, ऊर्जा आदि जन–समस्याओं के विज्ञानपरक समाधान और लोक भाषा में भी समावेशी नवाचार संवर्धन (Inclusive Innovation) पर बल दिया जाए।

. . . ओम विकास

dr.omvikas@gmail.com

स्थानीय भाषाओं में नवाचार कार्यक्रम प्रोग्राम : भाषा निरपेक्ष नवाचार संवर्धन परिवेश

Vernacular Innovation programme (VIP): Decoupling creative expression from language of transaction in India's innovation ecosystem

डॉ. चिंतन वैष्णव[1], प्रो. पी.वी. मधुसूदन राव[2]

Dr. Chintan Vaishnav[1], Prof. P.V Madhusudhan Rao[2]

[1]Mission Director, Atal Innovation Mission (AIM), NITI Aayog

[2]Head of Department, Design, IIT Delhi

[1]chintan.vaishnav@gov.in [2]pvmrao@mech.iitd.ac.in

Abstract:

This article is a compressive view of how and Why Atal Innovation Mission, NITI Aayog has designed a Vernacular Innovation Program (VIP) an initiative to lower the language barrier in the area of innovation and entrepreneurship that could systematically decouple creative expressions and languages of transaction. A brilliant idea is a brilliant idea but a 'brilliant way' to transact the idea to the world is in itself an innovation. The struggle of not being able to expose the idea or innovation to the world is quite important to address especially in Indian context, as India possesses diversity in languages. Census 2018 says 19500 mother tongues or dialects are spoken here, imagine the volume of ideas! The article has a national audience owing to the magnitude of the problem that vernacular innovators face and for the people looking for such solutions, to take their ideas to the world. Therefore, the VIP has been designed to decouple creative expression from language of transaction in India's innovation ecosystem. To roll this program out, AIM has begun with a 'Design Thinking & Entrepreneurship' program through 22 language cohorts in collaboration with IIT Delhi. The graduation event for this part of VIP will most likely take place in the month of August.

Keywords: Vernacular Innovators, Innovation and Entrepreneurship, Mother tongue, Grassroots'-innovation, Atal Innovation Mission

समावेशी नवाचार की पहल

दुनिया के अधिकांश हिस्सों की तरह भारत में भी मुख्यधारा के नवाचार (Innovation) इकोसिस्टम में पूरी तरह से भाग लेने के लिए एक नवोन्मेषी को अंग्रेजी में दक्षता की आवश्यकता होती है। एक स्थानीय भाषा का नवोन्मेषी, जो अंग्रेजी नहीं जानता है, संभवतः एक अंग्रेजी बोलने वाले की तुलना में उतनी आसानी से निवेश नहीं जुटा पायेगा, चाहे उसका नवाचार आधारित समाधान कितना भी रचनात्मक हो। ऐसा क्यों हो? क्या रचनात्मक अभिव्यक्ति कामकाज की भाषा पर निर्भर होनी चाहिए? बिल्कुल नहीं! हमने इस सम्बन्ध में कला क्षेत्र में बहुत सारे उदाहरण देखे हैं, जहां कुछ सबसे रचनात्मक कलाकार अंग्रेजी नहीं जानते हैं।

इसलिए यह स्थानीय भाषा में नवाचार कार्यक्रम (वर्नाक्युलर इनोवेशन प्रोग्राम–वीआईपी) तैयार करने का समय है, जो व्यवस्था के तहत रचनात्मक अभिव्यक्ति और भाषा को अलग–अलग करता है। अटल नवाचार मिशन (एआईएम), भारत सरकार का प्रमुख कार्यक्रम है, जिसका संचालन नीति आयोग करता है। मिशन ऐसे ही एक महत्वपूर्ण कार्यक्रम का शुभारंभ करने वाला है।

2011 की जनगणना के अनुसार, केवल 10.4 प्रतिशत भारतीय अंग्रेजी बोलते हैं और इनमें से अधिकांश के लिए यह दूसरी, तीसरी या चौथी भाषा है। आश्चर्य नहीं कि केवल 0.02 प्रतिशत भारतीय ही अपनी पहली भाषा के रूप में अंग्रेजी बोलते हैं। एक दशक बाद भी इस संख्या में बहुत बदलाव होने की संभावना नहीं है। फिर हमें स्थानीय भाषा के नवोन्मेषकों के लिए समान अवसर क्यों नहीं उपलब्ध कराना चाहिए, जो हमारी 90 प्रतिशत आबादी का प्रतिनिधित्व करते हैं। हम निश्चित रूप से जानते हैं कि यह समूह भी, चाहे वे कोई भी भारतीय भाषा बोलते हों, कम–से–कम बाकी लोगों के समान ही रचनात्मक प्रतिभा के धनी हैं।

स्थानीय भाषा में नवाचार कार्यक्रम (वर्नाक्युलर इनोवेशन प्रोग्राम–वीआईपी) बनाने का क्या अभिप्राय है? एक स्तर पर, इसका मतलब एक नवाचार इकोसिस्टम तैयार करना है, जहां एक स्थानीय नवोन्मेषक (ए) डिजाइन अवधारणा और उद्यमिता के आधुनिक विषयों को सीख सकता है, (बी) वैश्विक बाजारों तक पहुंच बना सकता है और (सी) निवेश आकर्षित कर सकता है। यह नवाचार और उद्यमिता से जुड़े जोखिमों को पूरी तरह कम करने के बारे में नहीं है, बल्कि यह सिर्फ भाषा की बाधा को दूर करने से संबंधित है। भारत के संदर्भ में इसका मतलब 22 अनुसूचित भाषाओं के लिए अलग–अलग इकोसिस्टम तैयार करना है।

स्थानीय नवोन्मेषकों के लिए डिजाइन अवधारण ाा और उद्यमिता को सुलभ बनाने का पहला कदम इन आधुनिक विषयों को स्थानीय भाषाओं में उपलब्ध कराने पर आधारित है। लेकिन इससे भी अधिक महत्वपूर्ण है– स्थानीय संस्कृतियों से इन्हें जोड़ना। एक भाषा से दूसरी भाषा में विषयों का अनुवाद युगों से होता आ रहा है। किसी भी अन्य पुस्तक की तुलना में हर गुजरते साल के साथ भगवद् गीता का अधिक से अधिक अंतरराष्ट्रीय भाषाओं में अनुवाद किया जा रहा है। इसलिए यह कहा जा सकता है कि सरल अनुवाद का विचार नया नहीं है।

अब तक जो नहीं हो पाया है, वह है– इन विषयों को स्थानीय संस्कृतियों के अनुकूल बनाना। इसका सीधा अर्थ यह है कि इस तरह के अनुकूलन के लिए एक योजनाबद्ध तरीका मौजूद नहीं है, जो आवश्यक है। आखिरकार, एक पंजाबी व्यवसायी, एक तमिल व्यवसायी के समान नहीं है, भले ही वे दोनों समान व्यावसायिक सिद्धांतों का पालन कर रहे हों। इसी तरह, एक बंगाली उपभोक्ता, गुजराती उपभोक्ता के समान नहीं है। उनकी संस्कृतियों में सूक्ष्म अंतर है, जिनके बारे में हम सभी जानते हैं, लेकिन हमें इन अंतरों को व्यवस्थित रूप से व्यक्त करने की आवश्यकता नहीं है। तो, इसे कैसे किया जाए? आइए हम इस पर एक प्रणाली के रूप में विचार करें।

किसी भी विषय को सीखने के दो प्राथमिक आयाम होते हैंः विषयवस्तु और शिक्षण शास्त्र। उच्चतम स्तर पर, अध्ययन सामग्री के लिए सीखने के सिद्धांत और इसके अनुप्रयोग की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए, एक डॉक्टर इस सिद्धांत को सीखता है कि मन और शरीर कैसे कार्य करते हैं और इसे अपनी चिकित्सा पद्धति में लागू करता है। सिद्ध ांत आगे जाकर अवधारणाओं और उनके अंतर्संबंधों में विभाजित होता है।

शिक्षा शास्त्र, अध्ययन सामग्री को सिखाने और सीखने का एक तरीका है। किसी विषय के लिए मोटे तौर पर अध्ययन सामग्री समान होती है और इंटरनेट क्रांति के साथ आज दुनिया भर में कहीं से भी इस सामग्री तक पहुंचा जा सकता है, लेकिन यह अध्यापन–कला ही है, जो एक प्रभावी शिक्षक को दूसरे शिक्षकों से अलग करती है। उच्चतम स्तर पर, शिक्षा शास्त्र के तीन भाग हैंः शिक्षण उद्देश्यों का निर्माण, अध्ययन सामग्री को पढ़ाने और ज्ञान–प्राप्ति के प्रभावी तरीकों का उपयोग करना और यह आकलन करना कि क्या इच्छुक व्यक्ति ज्ञान प्राप्त करने में सफल हो रहे हैं और यदि नहीं, तो अध्यापन–कला को बेहतर रूप में अपनाना। आज संकट यह है कि अध्ययन सामग्री तो आसानी से साझा हो जाती है, लेकिन अध्यापन–कला का तेजी से प्रसार नहीं हो पाता है।

एक स्थानीय भाषा नवाचार कार्यक्रम को दो अतिरिक्त आयामों की आवश्यकता होती हैः भाषा और संस्कृति। उपरोक्त चर्चा के आधार पर, किसी विषय को किसी दूसरी भाषा में अपनाने के लिए अवधारणाओं, उनके अंतर्संबंधों और उदाहरणों के अनुवाद की आवश्यकता होती है। जब हम अंग्रेजी से 22 भारतीय भाषाओं में अवधारणाओं और अंतर्संबंधों का अनुवाद करेंगे, तो हम एक ऐसा संग्रह तैयार करेंगे, जो किसी भी द्विभाषी व्यक्ति को अपनी मूल भाषा से दूसरी भाषा में जाने की अनुमति देगा।

सटीक उदाहरणों के चयन से ही भाषा आयाम और संस्कृति आयाम का ताल–मेल स्पष्ट होता है। संस्कृति का विचार बहुत व्यापक है। इसलिए हमें उस हिस्से पर ही विचार करना चाहिए, जिसकी हमें यहां आवश्यकता है। संस्कृति के निम्नलिखित दो आयामों पर विचार करेंः उद्यमिता संस्कृति और उपभोक्ता संस्कृति। क्षेत्र के आधार पर इनमें अंतर होता है। उद्यमिता संस्कृति, उच्चतम स्तर पर, क्षेत्र के लोगों की मान्यताओं, विश्वासों, जोखिम लेने की ताकत, क्षमता और महत्वाकांक्षाओं में दिखाई पड़ती है। इसी तरह, उपभोक्ता संस्कृति उस क्षेत्र के लोगों की जरूरतों, इच्छाओं, रीति–रिवाजों और सपनों में खुद को प्रकट करती है। यदि हम इन पहलुओं को समृद्ध उदाहरणों के माध्यम से स्पष्ट कर सकते हैं, तो हम किसी विषय को संस्कृति के अनुकूल बनाने में सफल होंगे।

भारत में सत्तर हजार से अधिक पंजीकृत स्टार्टअप के साथ, उद्यमिता संस्कृति के बारे में जानकारी प्राप्त करने के लिए कई समकालीन उदाहरण मौजूद हैं। हालांकि स्थानीय भाषा में कामकाज करने वाले नवोन्मेषी इनमें शामिल नहीं हैं। इसलिए हमें क्षेत्रीय अनुभव और आंचलिक साहित्य पर भरोसा करना चाहिए। उदाहरण के लिए, मुंशी प्रेमचंद ने जीवन के विभिन्न पहलुओं तथा लोगों में अंतर्मन मुं गहरी बैठी आशाओं और आकांक्षाओं को चित्रित किया है, जिन्हें आज इस क्षेत्र की उद्यमिता और उपभोक्ता संस्कृति के अंतर्निहित तत्वों के रूप में समझा जा सकता है। अन्य भाषाओं में भी, इस तरह की लोकप्रिय रचानाओं में ज्ञान–प्राप्ति की दृष्टि से विभिन्न उदाहरण मौजूद हैं। हमें चयनित उदाहरणों के माध्यम से संस्कृति की इस गहराई को अपने नवाचार इकोसिस्टम से जोड़ना चाहिए।

इस तरह के कार्यक्रम के लिए जरूरी क्षमता–निर्माण को ध्यान में रखते हुए, अटल नवाचार मिशन ने भारत की 22 अनुसूचित भाषाओं में से प्रत्येक में, एक भाषा टास्क फोर्स की पहचान करने और उसे प्रशिक्षण देने के लिए आईआईटी, दिल्ली के डिजाइन विभाग के साथ भागीदारी की है। प्रत्येक टास्क फोर्स में स्थानीय भाषा के शिक्षक, डिजाइन अवधारणा विशेषज्ञ, तकनीकी लेखक और क्षेत्रीय अटल इनक्यूबेशन सेंटर का नेतृत्व शामिल हैं। इसके अलावा, उद्योग जगत के अग्रणी व्यक्तियों ने डिजाइन अवधारणा विशेषज्ञता साझा करने की पेशकश की है और सीएसआर प्रायोजक उदारतापूर्वक इस मिशन में शामिल होने के लिए सहमत हुए हैं। दिसंबर, 2021 से अप्रैल, 2022 की अवधि में टास्क फोर्स को प्रशिक्षित करने के बाद, इकोसिस्टम को स्थानीय नवोन्मेषकों के लिए खोल दिया जाएगा।

भारत को इस तरह की पहल का शुभारंभ करने वाला दुनिया का पहला देश कहा जा सकता है, जहां 22 भाषाओं के साथ–साथ अंग्रेजी की जरूरतों को पूरा करने वाला एक नवाचार इकोसिस्टम तैयार किया जा रहा है। निश्चित रूप से, अपनी भाषा और संस्कृति में डिजाइन अवधारणा और उद्यमिता को सीखने की सुविधा देना, केवल एक शुरुआत है। हमारा काम तब तक पूरा नहीं होगा, जब तक हम परामर्श व प्रोत्साहन देने वालों, बाज़ार, निवेशकों और नीति निर्माताओं तक आसान पहुंच की सुविधा जैसे अन्य इकोसिस्टम का निर्माण करने में सफल नहीं होते हैं। जब हम सफल होंगे, तो हम उन लोगों की सुविधा के लिए रचनात्मक अभिव्यक्ति को कामकाज की भाषा के बंधन से मुक्त कर देंगे, जो हमारे सच्चे वीआईपी हैं।

प्रकाशीय अनुप्रयोगों के लिए क्वांटम डॉट्स के गुणों का विश्लेषण

Analyzing the Properties of Quantum Dots for Optical Applications

अमित कुमार

Amit Kumar

Department of Electronics, Bhaskaracharya College of Applied Sciences,
University of Delhi, South West Delhi, 110075, India

amit.kumar@bcas.du.ac.in

सारांश

क्वांटम डॉट्स पर आधारित युक्तियो के कई तुलनात्मक फायदे हैं, जिनमें उनके सघन आकार और प्रकाश–गति के लगभग संचालन शामिल हैं। इलेक्ट्रॉनिक क्वांटम परिरोध, क्वांटम डॉट्स के लिए सामंजस्य करने योग्य मापदंडों को तय करता है, जो सभी उभरते क्षेत्रों में नए अनुप्रयोगों के लिए इंजीनियरों को आकर्षित कर रहा है। इस क्षेत्र में सतत अनुकरण एक महत्वपूर्ण स्थान रखते हैं क्योंकि प्रयोग करने से पहले वैज्ञानिकों के लिए अध्ययन करना सरल होता है। इस कार्य में, हमने ZnS क्वांटम डॉट्स के विभिन्न प्रकाशीय गुणों का अनुकरण और जांच की है, जिसमें अवशोषण वर्णक्रम, प्रकाश के ध्रुवीकरण के कारण होने वाले परिवर्तन और उनके संबंधित इंट्राबैंड स्थानान्तरण प्रचंडता शामिल हैं। यह अनुकरण, क्वांटम डॉट लैब, नैनो हब का उपयोग करके किए गए हैं। यह विवरण अर्धचालक क्वांटम डॉट्स के लिए उपयुक्त प्रकाशीय अनुप्रयोगों को खोजने में सहायक होंगे।

Abstract

Quantum dot devices have many comparative advantages, including their compact size and close-to-light-speed operation. The electronic quantum confinement draws the tunable parameters for quantum dots that attract engineers for new applications across all emerging fields. The simulation studies in this field find an important place as it is easy for scientists to study, prior to experimentation. In this work, we have simulated and examined various optical properties of ZnS quantum dots, including absorption spectra, changes caused by polarization of light, and their respective intraband transition strengths. These simulations have been carried out using the Quantum Dot Lab, Nano hub. The results drawn here will be helpful in finding the appropriate optical applications for semiconductor quantum dots.

विषय बोधक शब्द – अर्धचालक क्वांटम डॉट, अवशोषण वर्णक्रम, क्वांटम डॉट लैब, सतत अनुकरण

Keywords – Semiconductor quantum dots, absorption spectrum, Quantum dot lab, simulations

संक्षिप्त परिचय

क्वांटम डॉट्स की खोज ने अर्धचालक उद्योग (semiconductor industry) को एक नया आयाम दिया है। पारंपरिक अर्धचालक युक्तियो की तुलना में क्वांटम डॉट युक्तियो के लाभ बहुत अधिक हैं। इनके द्वारा प्रदर्शित दिलचस्प विशेषताओं के कारण, क्वांटम डॉट्स को उद्योगों में कई अनुप्रयोग मिलते हैं। वे बेहतर अपवाहन (transport) और प्रकाशीय (optical) गुणों का प्रदर्शन करते हैं, जिनका उपयोग कई दिलचस्प उपकरणों की रचना करने के लिए किया जा सकता है। क्वांटम डॉट्स के कई अनुप्रयोगों में एलईडी (LED),

लेजर (LASER), फोटोडेटेक्टर (photodetector), जैविक संवेदक (biological sensors), क्वांटम कंप्यूटिंग (biological sensors), क्वांटम सूचना प्रसंस्करण (information processing), और फ्लोरोसेंस वर्णक्रम के साथ चिकित्सा निदान (medical diagnosis) शामिल हैं (1–4)। क्वांटम डॉट्स के सबसे महत्वपूर्ण अनुप्रयोगों को उनके ऑप्टिकल गुणों जैसे अवशोषण (absorption) और विलुप्त (extinction) होने वाले वर्णक्रम का अनुकरण और अध्ययन करके तैयार किया जा सकता है। तरंग दैर्ध्य पांति (wavelength range) पर विचार करके जिसमें एक निश्चित अवशोषण या विलुप्त होने की चोटी (peak) होती है, नैनो प्रौद्योगिकी उपकरणों की रूपरेखा को विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों के साथ ढांचागत (design) किया जा सकता है। यह लेख्य–पत्र, प्रकाश के ध्रुवीकरण, फर्मी–स्तर, ज्यामिति, अक्ष के साथ क्वांटम डॉट के उन्मुखीकरण, और अर्धचालक क्वांटम डॉट्स के अवशोषण स्पेक्ट्रा पर आकार जैसे मापदंडों की एक विस्तृत सरणी की भिन्नता के प्रभाव को प्रस्तुत करता है।

हाल के दिनों में ZnS नैनोकणों के पर्यावरण के अनुकूल संश्लेषण के कारण, कई शोधकर्ताओं को उपयुक्त अनुप्रयोगों की खोज के लिए आकर्षित किया है। संक्रमण धातु (Ni, Ag, Cd, Co, Cu, और Mn) का उपयोग वायु वातावरण में रासायनिक वर्षण विधि का उपयोग करके ZnS की डोपिंग के लिए किया जा सकता है (5)। कम लागत, आसान, हरित संश्लेषण विधि ZnS नैनोकणों/क्वांटम डॉट्स को अन्य दावेदारों के बीच अधिक उपयोगी बनाती है (6)। जैव संगत ZnS नैनो–बायोमेडिसिन और भौतिक विज्ञान के क्षेत्र में एक बढ़ता हुआ शोध विषय है। हाल के दिनों में किए गए अधिकांश समान अध्ययन ZnS के गोलाकार क्वांटम डॉट्स की प्रयोगात्मक खोज पर केंद्रित हैं (7, 8)। वर्तमान अध्ययन में ZnS नैनोकणों के आकार और आकृति भिन्नता पर चर्चा की गई है। परिणामों से पता चलता है कि विशेष अनुप्रयोग के लिए क्वांटम डॉट्स की प्रयोज्यता तय करने में आकार भिन्नता एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। वर्तमान अध्ययन विभिन्न आकार के क्वांटम डॉट्स बनाने के लिए तंत्र विकसित करने के लिए प्रयोगकर्ता को प्रेरणा देता है।

सतत अनुकरण साधन (Simulation tool)

इस पत्र में, हम क्वांटम डॉट लैब, नैनोहब (Quantum dot lab, Nanohub) (9) का उपयोग करके अर्धचालक नैनोकणों का अनुकरण (simulations) प्रस्तुत कर रहे हैं। क्वांटम डॉट लैब विभिन्न प्रकार की ज्यामिति जैसे पेटी (box), सिलेंडर, गुंबद, पिरामिड, और शंकु के लिए एक पेटी समस्या में कण का अनुकरण करती है। सरल क्वांटम डॉट सिमुलेशन के लिए, यह सिंगल–बैंड प्रभावी द्रव्यमान प्रतिरूपण (single-band effective mass modelling) का उपयोग करता है। प्रभावी द्रव्यमान (effective mass), एक उचित प्राचल (parameter) है, क्योंकि यह श्रोडिंगर समीकरण (Schrödinger equation) में एकमात्र प्राचल है जो विभिन्न सामग्रियों (materials) के लिए भिन्न हो सकता है। वास्तविक दुनिया के नमूनों में हमेशा आदर्श (गोलाकार) आकृतियों से कुछ विचलन होता है और यहीं से नैनोहब सॉफ्टवेयर महत्वपूर्ण हो जाता है। श्रोडिंगर समीकरण पर आधारित 3–डी तरंग फलन (wavefunction) को विभिन्न आकार के क्वांटम डॉट्स के लिए देखा जा सकता है। हम अंधेरे (dark) और विविकता रेखाओं (sharp lines) के रूप में कई ऑप्टिकल इंट्राबैंड अवस्थांतर की गणना और कल्पना कर सकते हैं। यह अवस्थांतर ऊर्जा के विशिष्ट मूल्यों पर अवस्थांतर शक्ति को दर्शाता है। हम समदैशिक प्रकाशीय गुणों (isotropic optical properties) पर 3–डी ज्यामिति के प्रभाव का विश्लेषण करने के लिए आपतित प्रकाश (incident ray) के ध्रुवीकरण (polarization) जैसे मापदंडों को निर्धारित कर सकते हैं, फर्मी स्तर और तापमान को विविध किया जा सकता है। नैनोहब सॉफ्टवेयर का फर्मी

स्तर दो बैंड मॉडल में फर्मी स्तर से अलग है। नैनोहब एकल बैंड मॉडल का उपयोग करता है, इसलिए फर्मी स्तर निम्नतम अवस्था के अधिभोग के अनुसार तय किया जाता है।

संगणकीय विवरण (Computational details)

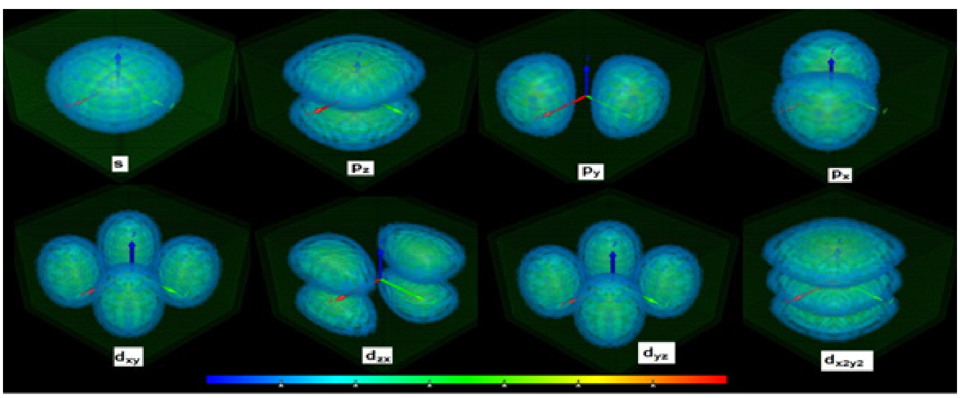
क्वांटम डॉट्स उत्कृष्ट एकल–प्रकाशाणु (single-photon) स्रोत और एकल–चक्रण (single-spin) के लिए उपयुक्त मेज़बान हैं। यह प्रकाशाणु समूह के निर्माण को सक्षम बनाता है और क्वांटम संचार और क्वांटम कंप्यूटिंग में संसाधन के रूप में कार्य करता है (10)। हाल ही में, ZnS आधारित नीलवर्ण प्रकाश उत्सर्जक क्वांटम डॉट एलईडी (QLED) को अच्छी क्वांटम यील्ड के साथ संश्लेषित किया गया है (11)। विषैले तत्वों की अनुपस्थिति और ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स में उनके व्यावहारिक अनुप्रयोग के कारण, ZnS क्वांटम डॉट्स बहुत ध्यान आकर्षित कर रहे हैं (12)। पिछले कुछ वर्षों के दौरान, ZnS क्वांटम डॉट्स का अध्ययन फोटोनिक्स, फील्ड–इफेक्ट ट्रांजिस्टर (FET), और औद्योगिक प्रदूषकों को हटाने के लिए कुशल नैनो–प्रकाशीय–उत्प्रेरक (nano-photonic-catalyst) के रूप में उनके प्रयोग के लिए भी किया गया है (13–14)। वर्तमान कार्य में ऊर्जा अवस्थाओं और ZnS क्वांटम डॉट के आकार–निर्भर ऑप्टिकल गुणों के संबंध में कुछ 3D संरचनाओं का अनुकरण अध्ययन किया गया है। ZnS क्वांटम डॉट के इन गुणों को उच्च प्रदर्शन ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक अनुप्रयोगों और कंप्यूटिंग वास्तुकला में प्रभावी ढंग से उपयोग किया जा सकता है। श्रोडिंगर समीकरण को विश्लेषणात्मक विधि द्वारा, गोलाकार नैनोकणों के लिए आसानी से हल किया जा सकता है, लेकिन मनमाने आकार के लिए, यह बेहद मुश्किल है। इस कार्य में, गोलाकार नैनोकणों के ऑप्टिकल गुणों को 5% विचलन के साथ अनुकरण किया गया है। इसलिए, 10nm के व्यास वाले एक आदर्श नैनोकण के लिए, X, Y, और Z अक्षों के साथ लंबाई को क्रमशः 9.5nm, 10nm और 10.5nm के रूप में लिया गया है। ZnS क्वांटम डॉट के विभिन्न विश्लेषणों को करने के लिए, सॉफ्टवेयर 'क्वांटम डॉट लैब' को हमारे काम में सफलतापूर्वक नियोजित किया गया है जिसमें श्रोडिंगर समीकरण का समाधान प्राप्त किया गया है। इस साधन का उपयोग करके, विभिन्न पैरामीटर जैसे आकार, ज्यामिति, ऊर्जा–अवस्था की संख्या, जाली स्थिरांक (lattice constatnt), प्रभावी द्रव्यमान (effective mass) और बैंड अंतराल (energy bandgap) अनुरूप किया गया है जिस पर क्वांटम डॉट्स की परिरोधक ऊर्जा (confinement energy) निर्भर करती है। यह साधन (क्वांटम डॉट लैब, नैनोहब) 3D तरंग कार्यों, ऊर्जा अवस्थाओं, ध्रुवीकृत प्रकाश के आधार पर इलेक्ट्रोनिक–स्थानान्तर, और अवशोषण के साथ–साथ क्वांटम डॉट्स के एकीकृत अवशोषण को खोजने के लिए उपयोगी है। ZnS क्वांटम डॉट्स के लिए वर्तमान अनुकरण के दौरान उपयोग किए जाने वाले विभिन्न मापदंडों को नीचे तालिका (1) में संक्षेपित किया गया है।

परिणाम और व्यख्या

इस कार्य में, पहले आठ ऊर्जा–अवस्था के लिए, 9.5 X 10 X 10.5 $(nm)^3$ ZnS क्वांटम डॉट के लिए सतत अनुकरण किए गए हैं, और ध्रुवीकरण, फर्मी स्तर और ज्यामिति पर अवशोषण स्पेक्ट्रम की निर्भरता का अध्ययन किया गया है। विभिन्न तरंग फलन की कक्षीय आकृतियों को चित्र 1 में दिखाया गया है।

तालिका (1): ZnS क्वांटम डॉट सिमुलेशन के दौरान उपयोग किए जाने वाले विभिन्न पैरामीटर

संरचनात्मक प्राचल (Structural Parameters)		प्रकाशित प्राचल (Optical Parameters)		परिवर्तनीय प्राचल (Sweeing parameter)	
आकार (X, Y, Z) (nm)	(9.5, 10, 10.5)	प्रकाश ध्रुवीकरण	θ=45°, ϕ=0°	भौतिक मात्रा	तापमान
ऊर्जा–अवस्था की संख्या	8	पूर्ण (Absolute) फर्मी स्तर	no	न्यूनतम	1K
जाली स्थिरांक (nm)	0.541	इलेक्ट्रान फर्मी स्तर	0eV	अधिकतम	400K
प्रभावी द्रव्यमान	0.34me	तापमान	300K	बिंदुओं की संख्या	2
ऊर्जा बैंडगैप	3.68eV	ऊर्जा–अवस्था विस्तार	0.01eV		



चित्र 1. ZnS क्वांटम डॉट्स में पहले आठ तरंग फलन के लिए 3D प्लॉट।
जैसे–जैसे हम नीले से लाल रंग में जाते हैं, इलेक्ट्रॉन के मिलने की प्रायिकता बढ़ती जाती है।

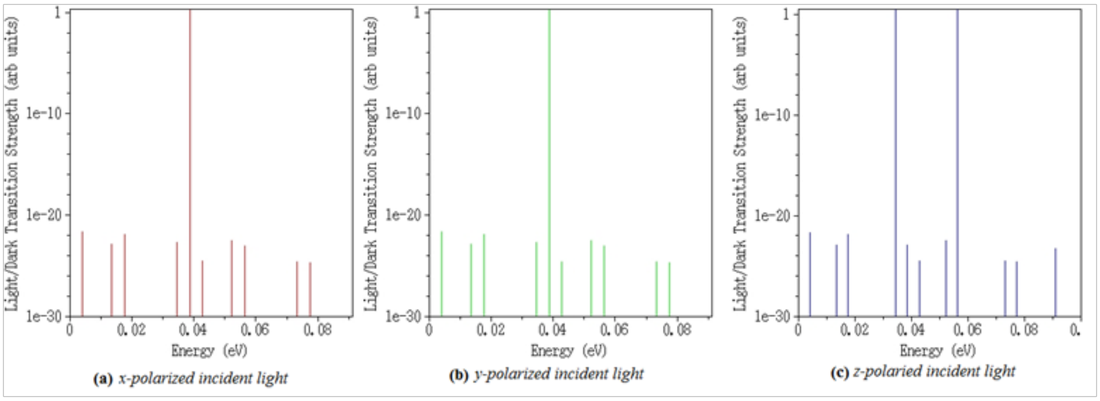
s- ऊर्जा स्तर E1 के लिए आकार में लगभग गोलाकार है। अगले तीन स्तर एक ही ज्यामिति गूंगा घंटी (dumb-bell), आकार के हैं लेकिन Z, Y और X अक्षों के साथ उनके अभिविन्यास भिन्न हैं। pz, py, और px आकार ऊर्जा स्तर E2, E3 और E4 के अनुरूप हैं। d_{xy}, d_{zx}, d_{yz}, और d_{x2y2} आकार ऊर्जा स्तर E5, E6, E7 और E8 के अनुरूप हैं। कक्षाओं का स्थानिक अभिविन्यास एक प्रमुख भूमिका निभाता है, जिससे वे तय करते हैं कि कौन से प्रकाशीय स्थानांतरण होंगे। इन आठ ऊर्जा स्तरों के लिए विभिन्न प्रकाशीय–स्थानांतरण ऊर्जाओं की गणना तालिका (2) में की गई है। यह देखा जा सकता है कि मध्यवर्ती प्रकाशीय–स्थानांतरण ऊर्जा, अंतर–कक्षीय प्रकाशीय–स्थानांतरण ऊर्जा से कम क्रम है।

क्वांटम डॉट्स पर, विभिन्न ध्रुवीकरण और प्रचंडता के साथ, प्रकाश प्रसंगित किया जा सकता है। चित्र 2 (a), x-ध्रुवीकृत प्रकाश के लिए विभिन्न प्रकाशीय–स्थानांतरण ऊर्जाओं के अनुरूप शक्ति को लघुगणकीय पैमाने पर दर्शाता है। यह देखा जा सकता है कि s और px ऑर्बिटल्स के बीच प्रकाशीय–

स्थानांतरण (0.0388eV) शक्ति अन्य स्तरों के बीच संक्रमण की तुलना में काफी अधिक है। हालांकि अवशोषण अन्य कक्षकों के भीतर भी होता है, लेकिन यह s→px स्थानांतरण की तुलना में काफी कमजोर है। x-ध्रुवीकृत प्रकाश में s→px स्थानांतरण की अनुमति है, जबकि अन्य को x-ध्रुवीकृत प्रकाश में निषिद्ध कहा जाता है। s→px के लिए स्थानांतरण एक दीप्त–स्थानांतरण (light transition) है, जबकि अन्य के लिए, स्थानांतरण अदीप्त (dark transition) है। इसी तरह, Y-दिशा में ध्रुवीकृत प्रकाश के लिए, शिखर अवशोषण s से py में स्थानांतरण के लिए होता है जैसा कि चित्र 2(b) में दिखाया गया है, (ध्यान दें, कि दोनों दीप्त–स्थानांतरण 0.0388eV पर होते हैं)। Z-ध्रुवीकृत प्रकाश के लिए, अवशोषण शिखर दो मानों पर होता है, एक 0.0345eV पर px→ dxy, px→ dzx स्थानांतरण के लिए और दूसरा py → dx2y2 स्थानांतरण के लिए, 0.0523eV पर, जैसा कि चित्र 2(c) में दिखाया गया है।

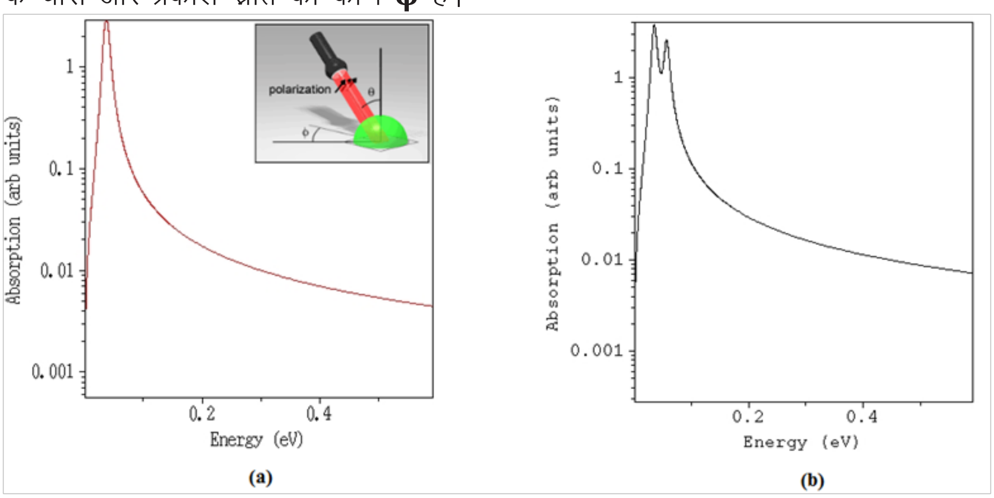
तालिका 2. विभिन्न कक्षकों के बीच प्रकाशीय–स्थानांतरण ऊर्जाओं की गणना (eV)

	s E1 3.7177	p_z E2 3.7523	p_y E3 3.7565	p_x E4 3.7565	d_{xy} E5 3.791	d_{zx} E6 3.791	d_{yz} E7 3.7952	d_{x2y2} E8 3.8088
s E1 3.7177		0.0346 ($s \rightarrow p_z$)	0.0388 ($s \rightarrow p_y$)	0.0388 (sp_x)	0.0733 (sd_{xy})	0.0733 ($s \rightarrow d_{zx}$)	0.0775 ($s \rightarrow d_{yz}$)	0.0911 ($s \rightarrow d_{x2y2}$)
p_z E2 3.7523			0.0042 ($p_z \rightarrow p_y$)	0.0042 ($p_z \rightarrow p_x$)	0.0387 ($p_z \rightarrow d_{xy}$)	0.0387 ($p_z d_{zx}$)	0.0429 ($p_z \rightarrow d_{yz}$)	0.0565 ($p_z \rightarrow d_{x2y2}$)
p_y E3 3.7565				0 ($p_y \rightarrow p_x$)	0.0345 ($p_y d_{xy}$)	0.0345 ($p_y \rightarrow d_{zx}$)	0.0387 ($p_y \rightarrow d_{yz}$)	0.0523 ($p_y \rightarrow d_{x2y2}$)
p_x E4 3.7565					0.0345 ($p_x \rightarrow d_{xy}$)	0.0345 ($p_x \rightarrow d_{zx}$)	0.0387 ($p_x \rightarrow d_{yz}$)	0.0523 ($p_x \rightarrow d_{x2y2}$)
d_{xy} E5 3.791						0 ($d_{xy} \rightarrow d_{zx}$)	0.0042 ($d_{xy} \rightarrow d_{yz}$)	0.0178 ($d_{xy} \rightarrow d_{x2y2}$)
d_{zx} E6 3.791							0.0042 ($d_{zx} \rightarrow d_{yz}$)	0.0178 ($d_{zx} \rightarrow d_{x2y2}$)
d_{yz} E7 3.7952								0.0136 ($d_{yz} \rightarrow d_{x2y2}$)
d_{x2y2} E8 3.8088								



चित्र 2. x, y, और z-ध्रुवीकृत प्रकाश के लिए अवशोषण शक्ति

क्वांटम डॉट्स के ऑप्टिकल गुणों पर प्रकाश के ध्रुवीकरण के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए, दो कोणीय मापदंड हैं, जो चर्चा के विषय हैं। प्रकाश स्रोत क्वांटम डॉट के ऊर्ध्वाधर अक्ष (जेड–अक्ष) के संबंध में एक निश्चित कोण बनाता है, यह प्रकाश स्रोत का आपतन कोण (**θ**) है। मान **θ** = 0°, क्वांटम डॉट पर सीधे नीचे की ओर चमकने तथा मान **θ** = 90°, X-Y तल के समांतर प्रकाश की चमक को दर्शाता है। क्वांटम डॉट के चारों ओर प्रकाश स्रोत का कोण **ϕ** है।

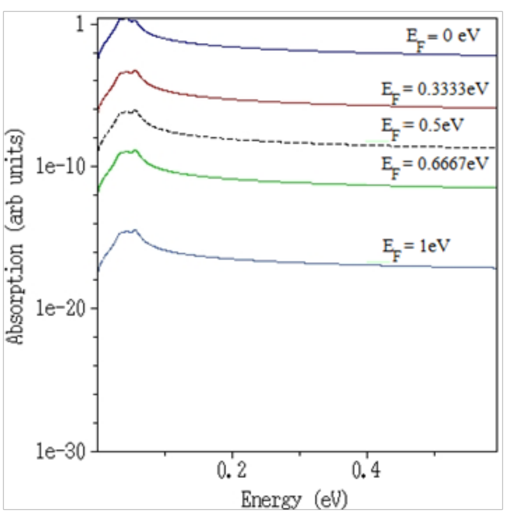


चित्र 3. ZnS क्वांटम डॉट पर Z-ध्रुवीकृत प्रकाश के साथ अवशोषण स्पेक्ट्रम. (a) **θ** = 90° (b) **θ** = 0°

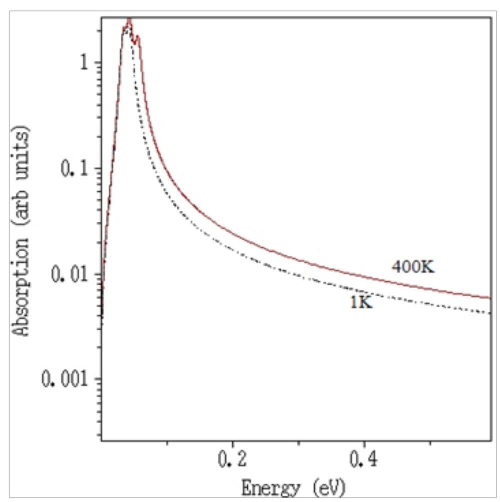
चित्र 3 (a) एक ZnS क्वांटम डॉट के लिए अवशोषण स्पेक्ट्रा दिखाता है, जब उस पर Z-ध्रुवीकृत प्रकाश आपतित होता है। चूँकि क्वांटम डॉट पर चमकने वाला प्रकाश Z ध्रुवीकृत है, **θ** = 90°, और **ϕ** = 0°। इस मामले के लिए अवशोषण शिखर s से pz कक्षीय में इलेक्ट्रॉनिक स्थानांतरण (s→pz) के कारण आता है। यदि **θ** को 90° से 0° से भिन्न किया जाता है, और क्वांटम डॉट के चारों ओर के कोण को **ϕ** = 45° से स्थानांतरित कर दिया जाता है, तो एक से अधिक अवशोषण शिखर देखे जाते हैं। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि अब आपतित प्रकाश में, Z-अक्ष के साथ–साथ, X- और Y अक्षों ध्रुवीकरण घटक भी होगा। तो अब,

(s→pz) पर अवशोषण शिखर के अलावा, (s→py) और (s→px) पर भी अवशोषण शिखर होगा, जैसा कि चित्र 3(b) में दिखाया गया है।

सिम्युलेटर–क्वांटम डॉट लैब, शून्य स्तर (ground state) के सापेक्ष फर्मी स्तर (Fermi level) मूल्यों का वर्णन करके, सिंगल बैंड फर्मी स्तर की अनूठी अवधारणा को निर्देशित करता है। तो, 0eV का एक फर्मी–स्तर शून्य स्तर अवस्था के साथ 3.7177eV पर एक ZnS क्वांटम डॉट के लिए मेल खाता है, जिसमें 9.5nm, 10nm, और 10.5nm के आयाम X, Y और Z के साथ होते हैं। 0eV से 2eV तक भिन्न फर्मी–स्तरों के साथ अवशोषण स्पेक्ट्रा में परिवर्तन चित्र 4 में आलेखित (plot) किए गए हैं। यह देखा जा सकता है कि बढ़ते फर्मी–स्तर के साथ, अवशोषण शक्ति कम हो जाती है। अवशोषण शून्य–अवस्था के अधिभोग (occupancy) और उत्तेजित अवस्था में उपलब्ध रिक्ति (vacancy) दोनों पर निर्भर करता है। यदि शून्य स्तर का अधिभोग और उत्तेजित स्तर में रिक्ति अधिक है, और पूरी तरह से व्याप्त शून्य स्तर और पूरी तरह से खाली उत्तेजित अवस्था के लिए सबसे मजबूत है, तो अवशोषण मजबूत होता है। 1eV पर स्थित EF के लिए, उत्तेजित स्तर आंशिक रूप से व्याप्त है, इसलिए इलेक्ट्रॉनों के कब्जे के लिए उत्तेजित अवस्था में कई रिक्तियां उपलब्ध नहीं हैं। जैसे–जैसे फर्मी का स्तर और बढ़ता है, उत्तेजित अवस्था में रिक्ति कम होती जाती है, इसलिए फर्मी–स्तर बढ़ने के साथ अवशोषण गुणांक कम होता जाता है। जब EF=2eV प्रकाश का लगभग कोई अवशोषण नहीं होता है, और क्वांटम बिंदु लगभग पारदर्शी हो जाता है।



चित्र 4. फर्मी–स्तर पर अवशोषण स्पेक्ट्रा की निर्भरता



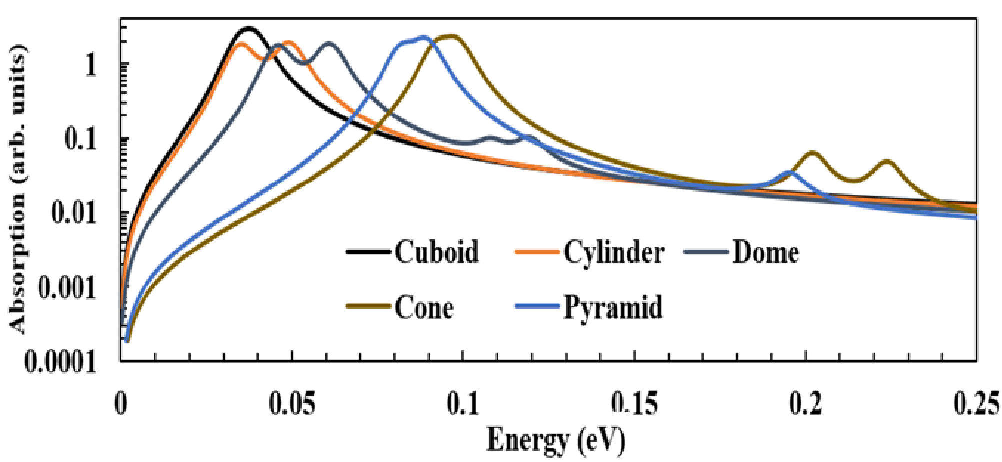
चित्र 5. तापमान पर अवशोषण स्पेक्ट्रा की निर्भरता

चित्र 5 क्वांटम डॉट्स के अवशोषण स्पेक्ट्रम के लिए विशिष्ट तापमान निर्भरता को दर्शाता है। कम तापमान (T = 1K) पर जब इलेक्ट्रॉन शून्य स्तर पर होते हैं, तो केवल पहला शिखर बैंडगैप ऊर्जा {जैसे = 0.04eV, (s → pz)} के बराबर दिखाई देता है। जैसे–जैसे तापमान बढ़ता गया (T =400K), 0.06eV पर एक और चोटी दिखाई दी, लेकिन इसकी शक्ति कम है। आम तौर पर, कम तापमान (<30 K) पर बैंडगैप की तुलना में उच्च ऊर्जा के फोटॉन को अवशोषित करते समय अर्धचालक पदार्थों में ऐसी चोटियों को देखा जाता है (13)। क्वांटम डॉट्स में, हालांकि, कमरे के तापमान पर भी ऐसी चोटियों का पता लगाया जा सकता

है। यह विपरीतता, कमरे के तापमान पर भी आवेश वाहकों के क्वांटम परिरोध (quantum confinement) के कारण से है। यह इलेक्ट्रॉन– होल जोड़ी (एक्सिटोन के रूप में जाना जाता है) को कूलम्बिक बल द्वारा एक साथ बाध्य करने, और मुक्त स्थान में परमाणुओं समरूप कार्य करने का कारण बनता है। किसी नमूने के अवशोषण स्पेक्ट्रम में इन उत्तेजक चोटियों की उपस्थिति को क्वांटम परिरोध की पुष्टि के रूप में माना जा सकता है। ऊर्जा के स्तर क्वांटम डॉट्स के ज्यामिति आकृतियो पर भी निर्भर करते है। ZnS क्वांटम डॉट्स की ऊंचाई की अवशोषण चोटियों की ज्यामिति निर्भरता की तुलना, तालिका (3) में सूचीबद्ध की गई है। इन मामलों के लिए सिम्युलेटेड अवशोषण स्पेक्ट्रम चित्र 6 में दिखाया गया है। इन परिणामों से पता चलता है कि गुंबद के आकार के क्वांटम डॉट में मध्यम अवशोषण होता है जबकि घनाभ और शंकु आकार क्रमशः अधिकतम और न्यूनतम अवशोषण प्रदर्शित करते हैं।

तालिका 3. ZnS क्वांटम डॉट्स के विभिन्न ज्यामिति के अवशोषण शिखरों की ऊंचाई (eV)

Shape	(ज्यामिति)	पहला शिखर	दूसरा शिखर	तीसरा शिखर	चौथा शिखर
Cuboid	(घनाभ)	0.0373340			
Cylinder	(सिलेंडर)	0.0350822	0.0489216		
Dome	(गुंबद)	0.0460800	0.0608918	0.1079780	0.1191090
Cone	(शंकु)	0.0965763	0.2020010	0.2241830	
Pyramid	(पिरामिड)	0.0884947	0.1950200		



चित्र 6. विभिन्न आकृतियो के ZnS क्वांटम डॉट्स पर प्रकाश का अवशोषण
(9.5 X 10 X 10.5 (nm)^3, ϕ =45°, θ=0°, T = 300K)

चूँकि सभी आकृतियों के लिए, अवशोषण शिखरों के मान भिन्न होते हैं, हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि विभिन्न आकृतियाँ अलग–अलग तरीकों से प्रकाश को अवशोषित करती हैं। इस प्रकार, ZnS क्वांटम डॉट्स के ऑप्टिकल गुण उनकी ज्यामिति से काफी प्रभावित होते हैं। क्वांटम डॉट्स का सतह क्षेत्र अवशोषण चोटियों की तीव्रता को प्रभावित करता है, सतह क्षेत्र जितना अधिक होगा अवशोषण भी उतना अधिक होगा।

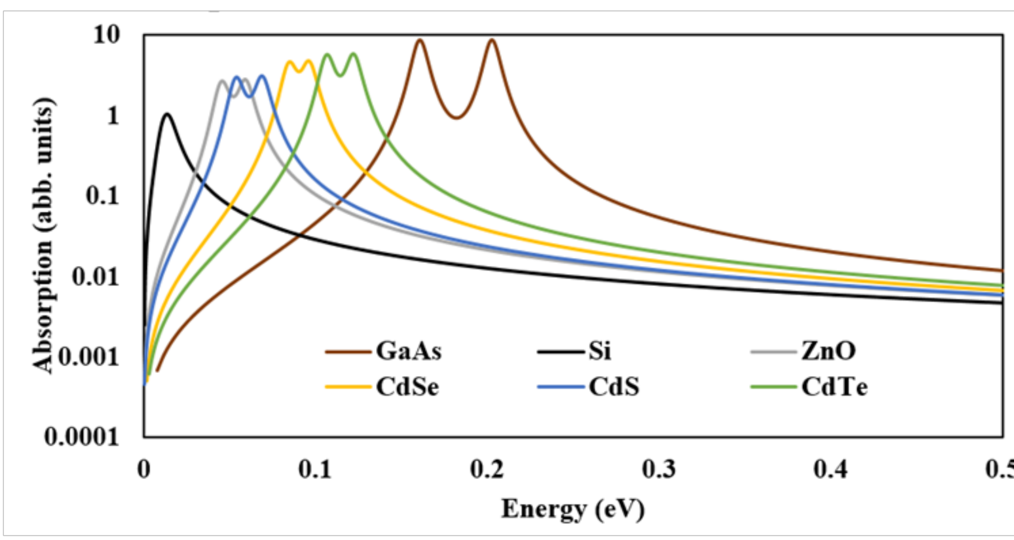
सिमुलेशन यह भी दिखाते हैं कि चोटियों की ऊंचाई में थोड़ा बदलाव होता है, जब तापमान 300K से घटाकर 1K कर दिया जाता है।

तालिका 4, अलग–अलग आकार के ZnS घनाभ क्वांटम डॉट्स के लिए विभिन्न ऊर्जा स्तरों को दर्शाती है। यह देखा जा सकता है कि जैसे–जैसे क्वांटम डॉट का आकार घटता जाता है, संबंधित ऊर्जा स्तर परिमाण में उल्लेखनीय वृद्धि दिखाते हैं, इस प्रभाव को ब्लू–शिफ्ट प्रभाव के रूप में जाना जाता है।

चित्र 7 GaAs, Si, ZnO, CdSe, CdS, और CdTe से बने विभिन्न क्वांटम डॉट्स के अवशोषण स्पेक्ट्रा को दर्शाता है, जिनमें से प्रत्येक का व्यास 10 nm है और 5% विचलन है। यह कथानक से देखा जा सकता है कि विभिन्न सामग्रियों के क्वांटम डॉट्स के लिए अवशोषण शिखर बहुत व्यापक अनुकूलता दिखाते हैं।

तालिका 4. घनाभ क्वांटम डॉट के विभिन्न आकारों के लिए ऊर्जा स्तर (eV)

Sides (nm)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
5	3.8550	4.0211	4.0211	4.0211	4.1872	4.1872	4.1872	4.2698
10	3.7192	3.7579	3.7559	3.7579	3.7579	3.7966	3.7966	3.8209
15	3.6955	3.7110	3.7110	3.7110	3.7265	3.7265	3.7265	3.7366
20	3.6888	3.6975	3.6975	3.6975	3.7062	3.7062	3.7062	3.7120



चित्र 7. GaAs, Si, ZnO, CdSe, CdS, और CdTe के अवशोषण स्पेक्ट्रा की तुलना

निष्कर्ष

प्रस्तुत शोध कार्य में प्रकाश के ध्रुवीकरण, फर्मी स्तर, ज्यामिति, अक्ष के साथ क्वांटम डॉट्स के उन्मुखीकरण (orientations), और अवशोषण स्पेक्ट्रा पर आकार, आकृति, पदार्थ, इत्यादि, जैसे मापदंडों की

एक विस्तृत श्रृंखला के प्रभावों की अनुकरण किया गया है। जब एक दिशा में ध्रुवीकृत प्रकाश क्वांटम डॉट पर होता है, तो केवल एक अवशोषण शिखर देखा जाता है, लेकिन जब क्वांटम डॉट पर यादृच्छिक ध्रुवीकरण का प्रकाश होता है, तो दो से तीन अवशोषण शिखर देखे जाते हैं। यह पाया गया है कि फर्मी–स्तर बढ़ने के साथ क्वांटम डॉट्स की अवशोषण शक्ति कम हो जाती है। क्वांटम डॉट की ज्यामिति इसके ऑप्टिकल गुणों को बहुत प्रभावित करती है, उदाहरण के लिए घनाभ और शंकु आकार क्रमशः अधिकतम और न्यूनतम अवशोषण प्रदर्शित करते हैं। यह क्वांटम डॉट्स के आकार से भी प्रभावित होता है, जैसे–जैसे क्वांटम डॉट आकार बढ़ता है, संबंधित ऊर्जा स्तर निरपेक्ष मूल्य में उल्लेखनीय कमी दिखाते हैं। प्राप्त परिणाम इन्फ्रारेड पांति (infrared range) पर आकार और सामग्री के लिए एक बहुत विस्तृत उपयुक्त क्षमता दिखाते हैं। इन्फ्रारेड लेजर, लंबी दूरी की संचार, और रात दृष्टि कैमरे जैसे विभिन्न क्वांटम डॉट उपकरण, इतनी बड़ी रेंज में योजनाबद्ध किए जा सकते हैं।

Table: English and Hindi technical terms

Sl. No.	English Term	Hindi Term
1.	Semiconductor industry	अर्धचालक उद्योग
2.	Transport	अपवाहन
3.	Optical	प्रकाशीय
4.	Information processing	क्वांटम सूचना प्रसंस्करण
5.	Medical diagnosis	चिकित्सा निदान
6.	Absorption	अवशोषण
7.	Extinction	विलुप्त
8.	Single-band effective mass modelling	प्रभावी द्रव्यमान प्रतिरूपण
9.	Parameter	प्राचल
10.	Wavelength range	दैर्ध्य पांति
11.	Sharp line	विविकता रेखा
12.	Isotropic optical properties	समदैशिक प्रकाशीय गुण
13.	Incident ray	आपतित प्रकाश
14.	Polarization	ध्रुवीकरण
15.	Single-photon	एकल–प्रकाशाणु
16.	Single-spin	एकल–चक्रण
17.	Nano-photonic-catalyst	नैनो–प्रकाशीय –उत्प्रेरक
18.	Lattice constatnt	जाली स्थिरांक
19.	Energy bandgap	बैंड अंतराल
20.	Confinement energy	परिरोधक ऊर्जा
21.	Light transition	दीप्त–स्थानांतरण
22.	Dark transition	अदीप्त स्थानांतरण
23.	Ground state	शून्य स्तर
24.	Occupancy	अधिभोग
25.	Quantum confinement	क्वांटम परिरोध
26.	Orientations	उन्मुखीकरण

संदर्भ (References):

1. A. Manjceevan, "Quantum-Dot-Based Photoelectrochemical Biosensors: Principles, Fabrication, and Applications," in Bio-manufactured Nanomaterials, Cham. SWITZERLAND, Springer, pp. 23-40, (2021).
2. Q. Yuan, T. Wang, P. Yu, H. Zhang, H. Zhang and W. Ji, "A review on the electroluminescence properties of quantum-dot light-emitting diodes," Orgainic Electronics, vol. 90, p. 106086 (23 pages), (2021).

3. P. Michler, "Quantum Dots for Quantum Information Technologies," Nano-Optics and Nanophotonics, (2017).
4. T. Finke, V. Sichkovskyi, J. P. Reithmaier, "Quantum-Dot Based Vertical External-Cavity Surface-Emitting Lasers with High Efficiency," IEEE Photonics Technology Letters, vol. 33, no. 14, pp. 719-722 (2021).
5. Hajar Q. Alijani, Shahram Pourseyedi, Masoud Torkzadeh Mahani, Mehrdad Khatami, " Green synthesis of zinc sulfide (ZnS) nanoparticles using Stevia rebaudiana Bertoni and evaluation of its cytotoxic properties," Journal of Molecular Structure, vol. 1175, No. 5, pp. 214-218 (2019).
6. Ramasamy V., Praba K., Murugadoss G., "Synthesis and study of optical properties of transition metals doped ZnS nanoparticles", Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, vol. 96, pp. 963-971, (2012).
7. Al-Sagheer, F., Bumajdad, A., Madkour, M., Ghazal, B., "Optoelectronic Characteristics of ZnS Quantum Dots: Simulation and Experimental Investigations", Science of Advanced Materials, Volume 7, No. 11, pp. 2352-2360 (2015).
8. Kumar, S., Taneja, S., Banyal, S. et al. "Bio-synthesised Silver Nanoparticle-Conjugated L-Cysteine Ceiled Mn:ZnS Quantum Dots for Eco-friendly Biosensor and Antimicrobial Applications". J. Electron. Mater. 50, 3986–3995 (2021).
9. Prasad et al., "Quantum Dot Lab," Nano hub, (2018). [Online].
Available: https://nanohub.org/resources/qdot. [Accessed on August, 2021].
10. Zhai et al., "Low-noise GaAs quantum dots for quantum photonics," Nature Communications, vol. 11, no. Article No. 4745, (2020).
11. Yonghui Lee, Y. Lee, D. S. Kim, S. W. Jin, H. Lee, Y. R. Jeong, I. You, G. Zi and J. S. Ha, "Stretchable array of CdSe/ZnS quantum-dot light emitting diodes for visual display of bio-signals," Chemical Engineering Journal, vol. 427, p. 130858 (10 pages), (2022).
12. P. Rani, R. Singh, S. Sreevastav, "Ab initio study of optical properties of ZnS quantum dots," Materials Today: Proceedings, vol. 46(12), pp. 5817-5822 (2021).
13. S. Rodrigues, C. Zandalzini, J. Navarro, K. T. Vadiraj and E. A. Albanesi, "First principles calculations and experimental study of the optical properties of Ni-doped ZnS," Materials Research Express, vol. 7, p. 016303 (10 pages), (2020).
14. J. P. Wolfe, "Thermodynamics of excitons in semiconductors," Physics Today, vol. 35, no. 3, p. 46, (1982).

"There's plenty of room at the bottom:
An invitation to enter a New Field of Physics"
NANOTECHNOLOGY

Richard Feynman (1959)

अतिरिक्त भरण जल तापकों के साथ कोयला दाहित तापीय शक्ति संयंत्र का अनुरूपण एवं निष्पादन की जाँच करना

Simulation and Investigation of Performance of a Coal Fired Thermal Power Plant with Additional Feed Water Heaters

डॉ. एस. एस. एल. पटेल[1], पी. पटेल[2]
Dr. S. S. L. Patel[1], P. Patel[2]
[1]H.O.D. (Mechanical Engineering), Govt. Polytechnic Korba, Chhattisgarh, India
[2]M. Tech Scholar, Mechanical Engineering, I. I. T. Kharagpur, West Bengal, India
[1]sslpatel@gmail.com, [2]poojyapreetpatel3@gmail.com

सारांश

मूल चक्र के साथ भरण जल तापक (Feed Water Heater) लगाना तापीय शक्ति संयंत्रों की दक्षता बढ़ाने के लिए सुझाई गई विधियों में से एक है। इसी के अनुसार, वर्तमान में संचालित हो रहे 250 MW के एक कोयला दाहित तापीय शक्ति संयंत्र जिसमें दो उच्च दाब भरण जल तापक (HPH) एवं तीन निम्न दाब भरण जल तापक (LPH) तथा एक विवातित्र (Deaerator) लगे हैं, में विभिन्न स्थानों जैसे अंतिम निम्न दाब भरण जल तापक (LPH3) के पश्चात्, अंतिम उच्च दाब भरण जल तापक (HPH6) के पश्चात् एवं विवातित्र के पूर्व अतिरिक्त (Additional) भरण जल तापक लगाकर संयंत्र की दक्षता में सुधार की संभावनाओं को पता लगाने का प्रयास किया गया है। संयंत्र में अतिरिक्त एक, दो एवं तीन भरण जल तापकों के प्रभावों का अध्ययन सायकल टेम्पो (Cycle Tempo) सॉफ्टवेयर जो कि शक्ति संयंत्रों के निष्पादन के विश्लेषण के लिए एक बहुत ही उपयोगी कम्प्यूटर फ्लो–शीट प्रोग्राम है, के द्वारा किया गया है।

प्रथम अतिरिक्त भरण जल तापक के साथ संयंत्र की दक्षता में अच्छी वृद्धि देखी गई, परन्तु पुनः प्रथम के साथ अतिरिक्त द्वितीय तथा प्रथम एवं द्वितीय के साथ अतिरिक्त तृतीय भरण जल तापक लगाने पर उक्त वृद्धि की दरों में कमी देखी गई। अतिरिक्त भरण जल तापक के साथ पुनस्तापन दाब अनुपात, बॉयलर दाब एवं टरबाइन प्रवेश तापमान में परिवर्तन के प्रभाव का भी अध्ययन किया गया। इष्टतम पुनस्तापन दाब अनुपात का मान, बॉयलर दाब के 0.16 से 0.2 गुना मानों के मध्य पाया गया। अतिरिक्त भरण जल तापकों के साथ बॉयलर दाब एवं मुख्य भाप तापमान (टरबाइन प्रवेश तापमान) में वृद्धि से भी संयंत्र की उर्जा दक्षता बढ़ती है। अध्ययन से यह स्पष्ट रूप से देखा गया कि विद्यमान संयंत्र में एक अतिरिक्त ऊच्च दाब भरण जल तापक (अर्थात् विवातित्र सहित कुल मिलाकर सात) लगाने पर महत्वपूर्ण सुधार हो सकता है। पुनः जब एक और अतिरिक्त भरण जल तापक लगाएं (कुल मिलाकर आठ) तो इससे भी कुछ लाभ हो सकता है, परन्तु तीसरे अतिरिक्त भरण जल तापक (कुल मिलाकर नौ) लगाने से संयंत्र की दक्षता में कोई गणनीय वृद्धि नहीं देखी गई।

Abstract

Addition of feed water heaters to the basic cycle of power plant is one of the suggested methods for improving the efficiency of thermal power plants. Accordingly, the possibility has been explored in this paper by adding the feed water heaters at different locations such as after the last high pressure feed water heater (HPH6), after the last low pressure feed water heater

(LPH3) and further before the deaerator in the existing 250MW coal fired thermal power plant presently equipped with two high pressure feed water heaters and three low pressure feed water heaters and a deaerator. Effects of additional one, two and three heaters have been studied by using 'Cycle Tempo' software, which is a very useful flow sheet computer program for analysis of performance of power plants.

Plant efficiency improves considerably when the first additional feed water heater is incorporated but the rate of increment diminishes with further incorporation of additional second along with first and additional third along with first and second feed water heaters. Effect of variation in reheat pressure ratio, boiler pressure and turbine inlet temperature over plant energy and exergy efficiency with added feed water heaters has also been studied. The optimum reheat pressure ratio is found to be 0.16 to 0.2 times of boiler pressure. The energy and exergy efficiency also increases with increase in boiler pressure and turbine inlet temperature. From the study it is clearly observed that a significant improvement is possible with the addition of one more high pressure feed water heater (i.e. overall seventh including deaerator) in the present arrangement. Further, addition of another feed water heater (i.e. overall eighth) also gives some advantage, but the inclusion of third additional feed water heater (i.e. overall ninth) does not shows any significant improvement.

मुख्य शब्द : शक्ति संयंत्र, दक्षता, भरण जल तापक, अनुरूपण (सिमुलेशन), पुनस्तापन दाब अनुपात.

Keywords: Power plant, Efficiency, Feed water heater, Simulation, Reheat pressure ratio.

1. प्रस्तावना

तापीय शक्ति संयंत्रों की दक्षता बढ़ाने की दिशा में अब तक अनेक प्रयास किए गए हैं जिनमें से कुछ प्रमुख हैं – बॉयलर का दाब बढ़ाना, संघनित्र दाब को कम करना, पुनस्तापन, पुनर्जनन आदि। इन विधियों में पुनर्जनन एक ऐसी विधि है जिसमें भरण जल को बॉयलर में भेजने के पूर्व बिना किसी बाह्य ऊष्मा स्रोत के उपयोग के संयंत्र में ही प्रवाहित हो रहे भाप के द्वारा गरम (पूर्वतापित) किया जाता है। भाप से ऊष्मा लेकर इसे जल को अंतरित करने वाली युक्ति को ही भरण जल तापक कहा जाता है। शक्ति संयंत्र में भरण जल तापक लगाने से उसकी दक्षता में सुधार का आधार उस माध्य तापमान में वृद्धि होना होता है जिस पर चक्र में ऊष्मा आपूर्ति की जाती है (1)। इस उद्देश्य को, मितोपयोजक (Economiser) से भरण जल को संचारित करने के पूर्व गरम करके और इस प्रकार निम्न तापमान प्रक्षेत्र में प्रदान की जाने वाली ऊष्मा की मात्रा को कम करके प्राप्त किया जा सकता है। भाप टरबाइन में प्रसारित हो रहे भाप को निष्कर्षित करके इसके द्वारा भरण जल को गरम करना पूर्वतापन का प्रभावी उपाय है।

लगभग सभी व्यावसायिक तापीय शक्ति संयंत्रों में भरण जल तापक लगाए जाते हैं परन्तु इनकी संख्या कितनी हो और उन्हें कहाँ पर लगाया जाए, यह प्रत्येक संयंत्र के लिए अलग–अलग हो सकता है। अतः अध्ययनाधीन वर्तमान संयंत्र में और कितने भरण जल तापक लगाए जाएँ व उनकी अवस्थिति (Location) क्या हो, इसके साथ–साथ इन अतिरिक्त भरण जल तापकों से युक्त संयंत्र पर उसके कुछ प्रमुख प्रचालन कारक जैसे पुनस्तापन दाब अनुपात, बॉयलर दाब एवं टरबाइन प्रवेश तापमान आदि में परिवर्तन के प्रभावों का अध्ययन प्रस्तुत शोध पत्र में किया गया है।

2. साहित्य समीक्षा

कोयला दाहित तापीय शक्ति संयंत्रों की दक्षता बढ़ाने के उपायों की खोज के उद्देश्य से अनेक

शोध अध्ययन किए गए हैं, परन्तु इनमें से अधिकांश अध्ययन मुख्य भाप का दाब एवं तापमान बढ़ाने तथा पुनस्तापन पर केन्द्रित रहे हैं। प्रस्तुत शोध विषय के क्षेत्र में किए गए प्रमुख कार्यों की श्रृंखला में, रायडु एवं गोविन्दा (Rayudu and Govinda) (2) ने 600 MW के अतिक्रांतिक शक्ति संयंत्र के प्रचालन कारकों के इष्टतम मान ज्ञात करने संबंधी अध्ययन में भरण जल तापकों की संख्या, निष्कर्षित भाप के दाब एवं विवातित्र दाब में परिवर्तन करके संयंत्र की ऊर्जा दक्षताओं का आकलन किया।

ऊष्मागतिकी के द्वितीय नियम पर आधारित पुनर्जनन एवं पुनस्तापकयुक्त शक्ति संयंत्र के निष्पादन के विश्लेषणात्मक अध्ययन में हबीब एवं जुबैर (Habib and Zubair) (3) ने पाया कि भरण जल तापक लगाने से चक्र की दक्षता का मान 12% तक बढ़ता है। एक अन्य अध्ययन में वंदानी एवं उनके साथियों (Vandani et al.) (4) द्वारा एक्सर्जी को केन्द्र पर रखकर भरण जल तापक लगाने के प्रभाव का विश्लेषण किया गया। उन्होंने दो अलग–अलग विकल्पों पर विचार किया। प्रथम विकल्प में नए भरण जल तापक को विद्यमान व्यवस्था के प्रथम भरण जल तापक के पूर्व लगाया जबकि दूसरे विकल्प में इसे अंतिम भरण जल तापक के पश्चात् लगाया। दोनों विकल्पों के निष्पादन का अध्ययन कर मूल संयंत्र के साथ इनकी तुलना की। परिणामों ने स्पष्ट दर्शाया कि नए भरण जल तापक लगाने पर संयंत्र की एक्सर्जी दक्षता दोनों ही वैकल्पिक व्यवस्थाओं के साथ बढ़ती है तथा जब यह अंतिम भरण जल तापक के बाद लगाया जाए तो उत्पाद लागत दर भी कम करता है। भाप शक्ति संयंत्रों के ऊष्मागतिकीय निष्पादनों का विश्लेषण हबीब एवं उनके साथियों (Habib et al.) (5) तथा डिंसर एवं अल्–मुस्लिम (Dincer and Al-Muslim) (6) के द्वारा भी किया गया। भास्करन (Bhaskaran) (7) ने एक विश्लेषण में विभिन्न प्रकार के इंधनों का उपयोग करते हुए फ्लू गैस तापमान एवं भरण जल तापमान का बॉयलर दक्षता पर प्रभाव का परीक्षण किया। शोधकर्ता रशीदी एवं उनके साथियों (Rashidi et al.) (8) ने दो पुनस्तापक, त्रि–पदी टरबाइन एवं छः बिन्दुओं पर भाप निष्कर्षण की व्यवस्था वाले भाप चक्र में विभिन्न प्राचलों के संयंत्र दक्षता पर प्रभावों का विश्लेषण किया तथा उच्च, माध्यमिक एवं निम्न दाब टरबाइनों से निष्कर्षण दाब का सर्वोत्तम मान प्राप्त किया। श्रीनिवास एवं उनके साथियों (Srinivas et al.) (9) ने एक अध्ययन में कई भरण जल तापक लगाने के प्रभाव का विश्लेषण किया। एक अन्य अध्ययन में बोडे एवं गोरे (Bode and Gore) (10) ने भरण जल तापक के निष्पादन को प्रत्यक्ष एवं परोक्ष रूप से प्रभावित करने वाले प्राचलों के मानों में परिवर्तन के प्रभावों का विश्लेषण किया।

विषय क्षेत्र में प्रकाशित शोध पत्रों की समीक्षा दर्शाते हैं कि संयंत्र जिनमें पूर्व से ही कुछ भरण जल तापक लगे हों उनमें और भी भरण जल तापक लगाने के प्रभाव के विश्लेषण के क्षेत्र में बहुत अधिक कार्य नहीं हुए हैं। इसलिए प्रस्तुत शोध कार्य में एक ऐसा संयंत्र जिसमें पूर्व से ही कुछ भरण जल तापक लगे हैं उसमें कुछ और भरण जल तापक लगाने पर दक्षता में सुधार की संभावनाओं का पता लगाने का प्रयास किया गया है।

3. विचाराधीन शक्ति संयंत्र का प्रचालन चक्र एवं ऊष्मागतिकीय निष्पादन प्राचल

(अ) विचाराधीन शक्ति संयंत्र का प्रचालन चक्र

विचाराधीन शक्ति संयंत्र, छत्तीसगढ़ राज्य विद्युत उत्पादन कम्पनी लिमिटेड द्वारा संचालित है। संयंत्र का प्रचालन चक्र (11) में दिया गया है एवं इसका संगत तापमान–एण्ट्रॉपी (T-s) आरेख चित्र 1 में दिखाया गया है। संयंत्र में 250 MW की दो इकाइयाँ हैं जिनमें से प्रथम इकाई को शोध कार्य हेतु अध्ययन क्षेत्र के रूप में विचार में लिया गया है। अध्ययनाधीन इकाई में एक उच्च दाब बॉयलर, एक उच्च दाब टरबाइन, एक माध्यमिक दाब टरबाइन एवं एक निम्न दाब टरबाइन, तीन निम्न दाब भरण जल तापक, ग्लैण्ड–भाप संघनित्र, ड्रेन शीतलक, विवातित्र

एवं दो उच्च दाब भरण जल तापक लगे हैं। बॉयलर के ऊष्मा विनियमित्र खण्ड में मितोपयोजक, वाष्पक तथा अतितापक (Superheater) लगे हैं ।

(ब) शक्ति संयंत्र की दक्षताएं

शक्ति संयत्रों के दो महत्वपूर्ण निष्पादन प्राचल हैं– ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता। इन दक्षताओं की गणना निम्नानुसार की जा सकती है :

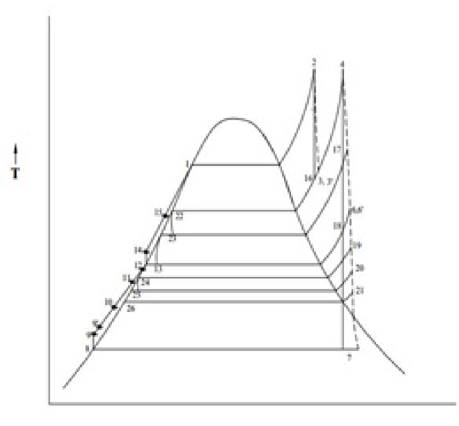
ऊर्जा दक्षता, η_I = संयंत्र का कुल उत्पादन/कोयले द्वारा प्रदाय की गई ऊर्जा

एवं एक्सर्जी दक्षता, η_{II} = संयंत्र का कुल उत्पादन/प्रदाय किए गए कोयले की एक्सर्जी

उपरोक्त सूत्रों में,

संयंत्र का कुल उत्पादन = 250MW (जैसा कि संयंत्र उसकी निर्धारित क्षमता के लिए अनुरूपित किया गया है)

कोयले द्वारा प्रदाय की गई ऊर्जा = कोयले का प्रवाह दर × कोयले का सकल ऊष्मीय मान



चित्र 1 : विचाराधीन शक्ति संयंत्र का तापमान – एण्ट्रॉपी (T-s) आरेख

प्रदाय किए गए कोयले की एक्सर्जी = कोयले का प्रवाह दर × कोयले की विशिष्ट एक्सर्जी

$$= m_f \varepsilon_f = m_f \times \gamma \times LHV$$

जहाँ ε_f कोयले के निम्न ऊष्मीय मान (LHV) पर आधारित विशिष्ट एक्सर्जी है और यह $\varepsilon_f = \gamma \times LHV$ (12) के बराबर होता है, जिसमें γ एक्सर्जी गुणक है। विभिन्न श्रेणियों के कोयले के लिए γ का मान 1.06 से 1.10 के मध्य होता है (12)।

4. मेथोडोलॉजी : निदर्शन, अनुरूपण तथा परिणाम का विधिमान्यकरण

प्रस्तुत शोध कार्य के सम्पादन हेतु, किसी ऊष्मागतिकीय प्रणाली के विस्तृत अध्ययन के लिए एक सर्वाधिक प्रचलित एवं मान्य प्रक्रिया का अनुपालन किया गया है। इस प्रक्रिया के निम्न चरण होते हैं :

(अ) संयंत्र का निदर्शन (Modeling or preparing a thermodynamic model of the plant)

(ब) अनुरूपण (Simulation)

(स) अनुरूपित निदर्श का विधिमान्यकरण (Validation of the simulated model)

(द) विधिमान्य निदर्श को संचालित करना (Running the validated model or performing experiments)

एक भली प्रकार से निर्मित फ्लो–शीट कम्प्यूटर प्रोग्राम 'सायकल टेम्पो' सॉफ्टवेयर (13) जो कि विद्युत उत्पादन करने वाली ऊर्जा रूपातंरण निकायों, ऊष्मीय एवं प्रशीतन निकायों के ऊष्मागतिकीय निदर्शन तथा विश्लेषण के लिए बहुत ही कारगर सिद्ध है, का उपयोग वर्तमान अध्ययन के लिए किया गया है। शक्ति संयंत्र का ऊष्मागतिकीय निदर्श तैयार करने के क्रम में पहले अवयववार निदर्शन किया गया तत्पश्चात् सम्पूर्ण निकाय का अनुरूपण किया गया। विभिन्न कारकों के प्रचालन मानों की तुलना, अनुरूपित निदर्श से प्राप्त उनके मानों से करके अनुरूपित निदर्श का विधिमान्याकरण किया गया। प्राचलों के उक्त दो मानों के मध्य प्रतिशत भिन्नता (14) में तथा यहाँ तालिका 1 में दिया गया है। जैसा कि अनुरूपित निदर्श के आंकड़े, संयंत्र से प्राप्त संगत मानों के बराबर या बहुत निकट हैं, अतः अनुरूपण

सफलतापूर्वक हुआ है।

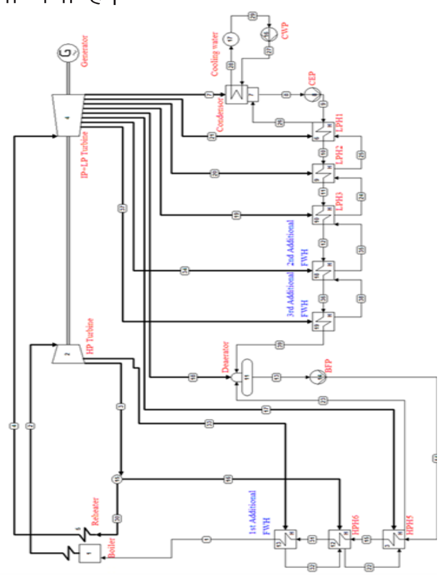
अध्ययन के लिए निम्न तीन संशोधनों पर विचार किया गया है–

1. विद्यमान संयंत्र में अंतिम उच्च दाब भरण जल तापक अर्थात् HPH6 के बाद एक अतिरिक्त उच्च दाब भरण जल तापक लगाना, अर्थात् तीन उच्च दाब एवं तीन निम्न दाब (3HP + 3LP) भरण जल तापकों वाली व्यवस्था।

2. उपरोक्त प्रथम संशोधन में तीसरे निम्न दाब भरण जल तापक (LPH3) के बाद अतिरिक्त निम्न दाब भरण जल तापक लगाना अर्थात् तीन उच्च दाब एवं चार निम्न दाब (3HP + 4LP) भरण जल तापकों वाली व्यवस्था।

3. उपरोक्त दूसरी व्यवस्था में विवातित्र के पूर्व एक अन्य निम्न दाब भरण जल तापक लगाना अर्थात् तीन उच्च दाब एवं पाँच निम्न दाब (3HP + 5LP) भरण जल तापकों वाली व्यवस्था।

तीन अतिरिक्त भरण जल तापकों के साथ सायकल टेम्पो निदर्श का रेखीय विन्यास चित्र 2 में दिखाया गया है।



चित्र 2 : तीन अतिरिक्त भरण जल तापकों के साथ सायकल टेम्पो निदर्श का रेखीय विन्यास

तालिका 1 : 250MW के तापीय शक्ति संयंत्र में चक्र के विभिन्न बिंदुओं पर प्रचालन आंकड़ों का विधिमान्यिकरण (14)

Point	Temperature, t (^{0}C)			Pressure, p (bar)			Mass flow rate, m (kg/s)		
	Operation	Simulation	%Variation	Operation	Simulation	%Variation	Operation	Simulation	%Variation
1	255.00	255.02	0.0	167.78	167.9	0.07	204.79	212.87	3.94
2	537.00	537.00	0.0	143.75	143.4	– 0.24	204.79	212.87	3.94
3	347.20	353.26	1.74	40.05	41.29	3.09	204.79	212.87	3.94
3′	347.20	353.06	1.74	40.05	41.07	2.54	183.24	187.98	2.59
4	537.00	536.85	– 0.03	36.04	36.04	0.0	183.24	187.98	2.59
7	46.30	46.95	1.4	0.106	0.106	0.0	141.33	145.12	2.69
8	46.30	46.95	1.4	0.106	0.106	0.0	162.78	166.02	1.99
9	46.50	47.10	1.3	19.66	19.66	0.0	162.78	166.02	1.99
10	73.50	73.50	0.0	19.66	19.15	– 2.6	162.78	166.02	1.99
11	92.70	92.70	0.0	19.66	18.65	– 5.1	162.78	166.02	1.99
12	119.80	119.20	– 0.5	19.18	18.15	– 5.3	162.78	166.02	1.99
13	158.30	159.53	0.77	6.108	6.108	0.0	204.79	212.87	3.94
14	161.40	164.00	1.61	185.56	185.6	0.21	204.79	212.87	3.94
15	197.70	197.70	0.0	185.56	185.1	0.28	204.79	212.87	3.94
16	347.20	349.31	0.6	40.05	40.05	0.0	24.10	24.89	3.28

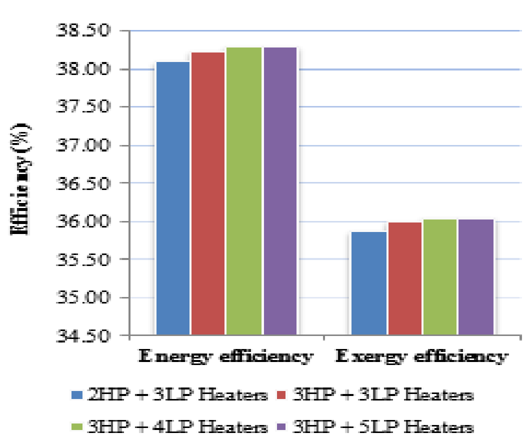
17	417.10	423.19	1.46	15.99	15.99	0.0	10.20	10.41	– 2.14
18	302.50	303.41	0.3	6.80	6.60	– 2.82	11.72	11.53	– 1.6
19	188.10	189.00	0.48	2.35	2.35	0.0	7.66	7.55	– 1.31
20	114.70	115.91	1.05	0.94	0.94	0.0	5.31	5.35	0.84
21	78.40	79.25	1.08	0.44	0.46	4.5	7.97	7.98	0.13
22	202.50	201.35	– 0.57	39.81	39.81	0.0	24.10	24.89	3.28
23	166.30	159.53	– 4.07	15.78	15.75	0.19	34.31	35.31	2.95
24	97.70	97.70	0.0	2.12	2.12	0.0	7.66	7.55	– 1.31
25	78.40	78.40	0.0	0.73	0.73	0.0	12.97	12.91	– 0.43
26	76.4	76.40	0.0	0.42	0.42	0.0	19.93	20.89	4.83
27	34.00	34.00	0.0	2.02	2.02	0.0	9750	9537.02	– 2.18
28	42.20	42.20	0.0	1.49	1.511	1.41	9750	9537.02	– 2.18

5. परिणाम एवं व्याख्या

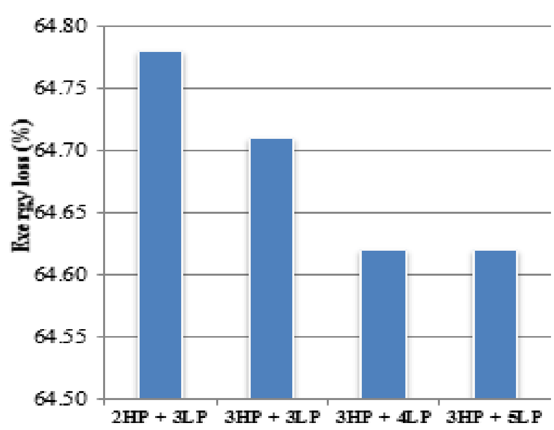
इस शोध पत्र में, विद्यमान संयंत्र में कुछ अतिरिक्त भरण जल तापक लगाए जाने के प्रभावों का अध्ययन किया गया तथा परिणामों की तुलना संयंत्र की वर्तमान व्यवस्था के साथ की गई। प्रस्तावित अतिरिक्त भरण जल तापकों के साथ पुनस्तापन दाब अनुपात, मुख्य भाप के दाब एवं तापमान में परिवर्तनों का ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता पर प्रभाव का अध्ययन करने पर निम्नानुसार परिणाम प्राप्त हुए :

(अ) अतिरिक्त भरण जल तापक लगाने का ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता पर प्रभाव

चित्र 3 में दिखाए अनुसार, भरण जल तापकों की संख्या बढ़ने से संयंत्र की ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता बढ़ती है। यद्यपि, जब प्रथम अतिरिक्त भरण जल तापक लगाया जाता है तो वृद्धि की दर अधिक होती है जो कि द्वितीय एवं तृतीय अतिरिक्त भरण जल तापकों के साथ क्रमशः घटती जाती है। अतिरिक्त भरण जल तापकों के लगाए जाने पर संयंत्र की एक्सर्जी ह्रास में होने वाली कमी को चित्र 4 में दिखाया गया है। अतिरिक्त भरण जल तापक लगाने से संयंत्र की एक्सर्जी ह्रास की मात्रा घटती है परंतु होने वाली यह कमी दूसरे तापक के पश्चात् तीसरा तापक लगाए जाने पर लगभग नगण्य होती है।



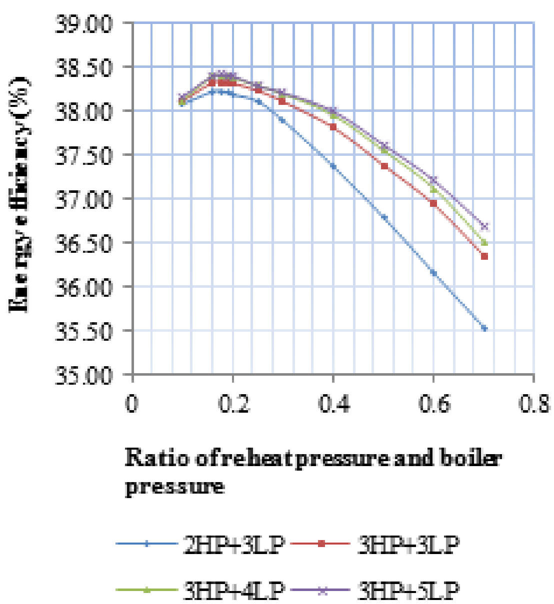
चित्र 3: अतिरिक्त भरण जल तापक लगाने का ऊर्जा एवं एक्सर्जी दक्षता पर प्रभाव



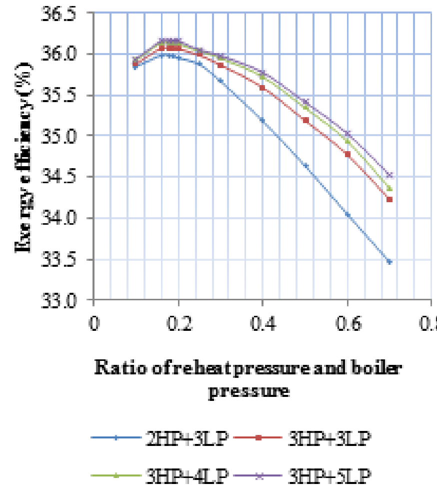
चित्र 4: अतिरिक्त भरण जल तापक लगाने का संयंत्र के एक्सर्जी ह्रास पर प्रभाव

(ब) पुनस्तापन दाब अनुपात एवं भरण जल तापकों की संख्या का ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता पर प्रभाव

पुनस्तापन दाब अनुपात अर्थात् पुनस्तापन दाब एवं बॉयलर दाब के अनुपात का अलग–अलग संख्या में अतिरिक्त भरण जल तापकों के साथ ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता पर प्रभाव को क्रमशः चित्र 5 एवं 6 में दर्शाया गया है। पुनस्तापन दाब को बॉयलर दाब के 10% से 70% तक परिवर्तित करके प्रभावों का अध्ययन किया गया। पुनस्तापन दाब बढ़ने के साथ संयंत्र की दक्षताएँ बढ़ती हैं एवं जब पुनस्तापन दाब का मान बॉयलर दाब के 16% से 20% के आस–पास (अर्थात् 0.16 से 0.2 पुनस्तापन दाब अनुपात क्षेत्र में) हो तो दक्षताएँ अधिकतम होती हैं। इस प्रकार, 0.16 से 0.2 पुनस्तापन दाब अनुपात क्षेत्र में संयंत्र का प्रचालन अधिक मितव्ययी होगा। पुनः अतिरिक्त भरण जल तापकों की संख्या बढ़ने से दोनों दक्षताएँ बढ़ती हैं परन्तु तापकों की संख्या में वृद्धि के साथ दक्षताओं के बढ़ने की दर धीमी होती जाती है।



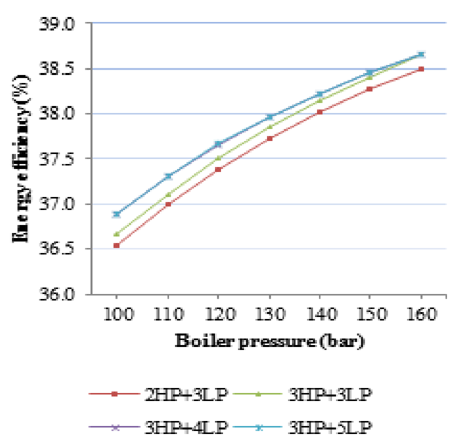
चित्र 5: पुनस्तापन दाब अनुपात एवं भरण जल तापकों की संख्या का ऊर्जा दक्षता पर प्रभाव



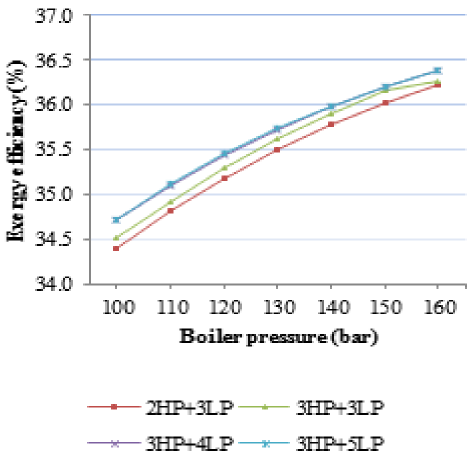
चत्र 6: पुनस्तापन दाब अनुपात एवं भरण जल तापकों की संख्या का एक्सर्जी दक्षता पर प्रभाव

(स) बॉयलर दाब एवं भरण जल तापकों की संख्या का ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता पर प्रभाव

बॉयलर दाब में परिवर्तन का संयंत्र की ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता पर प्रभाव को चित्र 7 एवं 8 में दर्शाया गया है। बॉयलर दाब तथा अतिरिक्त भरण जल तापकों की संख्या बढ़ने से दोनों दक्षताएँ बढ़ती हैं। बॉयलर दाब में औसतन 10 bar की वृद्धि से ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता दोनों में लगभग 0.3% की वृद्धि होती है।



चित्र 7: बॉयलर दाब एवं भरण जल तापकों की संख्या का ऊर्जा दक्षता पर प्रभाव

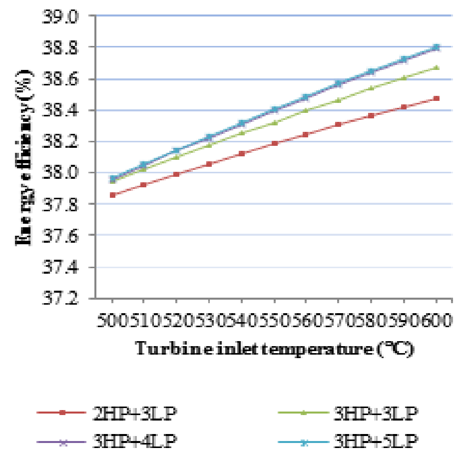


चित्र 8: बॉयलर दाब एवं भरण जल तापकों की संख्या का एक्सर्जी दक्षता पर प्रभाव

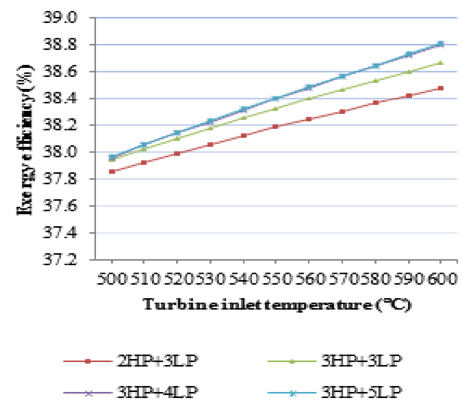
(द) मुख्य भाप तापमान एवं भरण जल तापकों की संख्या का ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता पर प्रभाव

भरण जल तापकों की संख्या में वृद्धि के साथ मुख्य भाप तापमान में परिर्वतन का संयंत्र की ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता पर प्रभाव को क्रमशः चित्र 9 एवं 10 में दिखाया गया है। भरण जल तापकों की संख्या एवं मुख्य भाप तापमान में वृद्धि से दोनों दक्षताएँ बढ़ती हैं परंतु बॉयलर दाब में वृद्धि से होने वाली बढ़ोतरी की तुलना में मुख्य भाप तापमान में वृद्धि से होने वाली बढ़ोतरी की दर धीमी होती है। टरबाइन प्रवेश तापमान में औसतन 10^0C की वृद्धि के साथ ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता दोनों लगभग 0.05 से 0.1% तक बढ़ती हैं।

चित्र 3 से लेकर चित्र 10 तक में देखा गया कि अतिरिक्त द्वितीय एवं तृतीय अर्थात् कुल मिलाकर 8वां एवं 9वां भरण जल तापक के साथ ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता के वक्र एक दूसरे पर अतिव्यापित (Overlapped) हैं अर्थात् दोनों के मान लगभग एक दूसरे के बराबर होते हैं। इसका आशय यह है कि संयंत्र में अंतिम भरण जल तापक लगाए जाने का कोई विशेष लाभ नहीं होता है।



चित्र 9: मुख्य भाप तापमान एवं भरण जल तापकों की संख्या का ऊर्जा दक्षता पर प्रभाव



चित्र 10: मुख्य भाप तापमान एवं भरण जल तापकों की संख्या का एक्सर्जी दक्षता पर प्रभाव

6. विचाराधीन शक्ति संयंत्र में एक अतिरिक्त भरण जल तापक लगाने पर आकलित लाभ

(अ) ईंधन बचत की मात्रा

विद्यमान संयंत्र में एक और उच्च दाब भरण जल तापक लगाने के साथ (अर्थात् प्रथम अतिरिक्त भरण जल तापक के साथ) संयंत्र की ऊर्जा दक्षता में 0.13% (38.1% से 38.23%) की महत्वपूर्ण वृद्धि होती है।

वर्तमान 38.1% ऊर्जा दक्षता के साथ ईंधन खपत की दर = 250000 / (0.381 x 13800) = 47.55 kg/s

अपेक्षित 38.23% ऊर्जा दक्षता के साथ ईंधन खपत की दर = 250000 / (0.3823 x 13800) = 47.38 kg/s

इस प्रकार, ईंधन बचत की मात्रा

= 47.55 - 47.38 = 0.17 kg/s

= (0.17 x 60 x 60 x 24) / 1000 tonne per day

= 14.688 x 350 tonne per year ~ 5140 tonne per year (टन प्रति वर्ष)

(ब) संयंत्र की ऊष्मा दर में कमी

वर्तमान 38.1% ऊर्जा दक्षता के साथ ऊष्मा दर = 3600 / 0.381 = 9448.81 kJ/kWh

अपेक्षित 38.23% ऊर्जा दक्षता के साथ ऊष्मा दर = 3600 / 0.3823 = 9416.68 kJ/kWh

इसलिए, ऊष्मा दर में कमी

= 9448.81 - 9416.68 = 32.13 kJ/kWh

7. संभावित अनुप्रयोग

प्रस्तुत शोध कार्य के प्रारंभ के पूर्व अध्ययन इकाई के रूप में संबंधित संयंत्र के चयन का एक प्रमुख आधार यह था कि देश की अधिकांश कोयला दाहित तापीय शक्ति उत्पादन इकाइयाँ उच्च दाब पर प्रचालित होने वाली (अर्थात् विचाराधीन संयंत्र के प्रकार की) हैं। अतः प्रस्तुत शोध विधि का अनुप्रयोग देश के अनेक संयंत्रों पर किया जा सकता है। प्रत्येक संयंत्र की दक्षता में अपेक्षित वृद्धि के परिणामस्वरूप ईंधन खपत में उल्लेखनीय कमी आएगी जिससे राष्ट्र स्तर पर अत्यधिक मात्रा में कोयले की बचत हो सकेगी तथा संबंधित पर्यावरणीय दुष्प्रभावों को कम करने में भी सहयोग मिलेगा।

8. निष्कर्ष एवं भविष्य के शोध निर्देश

विश्लेषण के आधार पर शोध परिणामों का निष्कर्ष निम्नानुसार है :

1. भरण जल तापकों की संख्या बढ़ाए जाने के साथ–साथ संयंत्र की ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता बढ़ती है परंतु वृद्धि की दर क्रमशः कम होती जाती है। विद्यमान संयत्र में एक और उच्च दाब भरण जल तापक लगाने के साथ (अर्थात् प्रथम अतिरिक्त भरण जल तापक के साथ) संयंत्र की ऊर्जा एवं एक्सर्जी दक्षता में 0.13% की महत्वपूर्ण वृद्धि होती है।

   पुनः प्रथम संशोधन के साथ द्वितीय अतिरिक्त भरण जल तापक (अर्थात् एक और निम्न दाब भरण जल तापक) लगाने पर दोनों दक्षताओं में 0.05% की वृद्धि तथा उपरोक्त संशोधित व्यवस्था में पुनः एक और निम्न दाब भरण जल तापक लगाने पर दोनों दक्षताओं में मात्र 0.006% की वृद्धि होती है। विभिन्न संशोधनों के साथ दक्षताओं में वृद्धि की लगभग ऐसी ही प्रवृत्ति अन्य प्रचालन कारकों के मानों में परिवर्तन से भी प्राप्त होता है।

   भरण जल तापक लगाने से ऊष्मा प्रदायगी का औसत तापमान बढ़ जाता है जिससे समान क्षमता हेतु बॉयलर में प्रदान की जाने वाली आवश्यक ऊष्मा की मात्रा कम हो जाती है और इस प्रकार संयंत्र की दक्षता बढ़ जाती है तथा ईंधन खपत में कमी आती है।
2. 0.16 से 0.2 के मध्य पुनस्तापन दाब अनुपात हेतु ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता का मान अधिकतम होता है।
3. अतिरिक्त भरण जल तापक लगाते जाने से एक्सर्जी ह्रास कम होते जाता है और यह 0.16 से 0.2 मान तक के पुनस्तापन दाब अनुपात क्षेत्र में न्यूनतम होता है।
4. बॉयलर दाब में वृद्धि से ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता बढ़ती है।
5. मुख्य भाप तापमान में वृद्धि से ऊर्जा दक्षता एवं एक्सर्जी दक्षता बढ़ती है।
6. बॉयलर दाब में परिवर्तन के प्रभाव, मुख्य भाप तापमान में परिवर्तन के प्रभाव से अधिक होते हैं।

भविष्य के शोध निर्देश

इस शोध पत्र में, अतिरिक्त भरण जल तापक लगाए जाने के प्रभावों को कुछ प्राचलों जैसे पुनस्तापन दाब अनुपात, बॉयलर दाब, टरबाइन प्रवेश तापमान आदि में परिवर्तन करके देखा गया है। अतः कुछ अन्य महत्वपूर्ण प्राचल / कारक जैसे– टरबाइनों

से निष्कर्षण दाब के मान, विवातित्र दाब, फ्लू गैस तापमान आदि में परिवर्तन के प्रभावों का अध्ययन शोधार्थियों द्वारा किया जा सकता है।

प्रयुक्त शब्दावली

Alphabetically sorted terminology in English	वर्णमाला अनुक्रमित हिन्दी शब्दावली
Cycle Tempo	सायकल टेम्पो
Deaerator	विवातित्र
Economiser	मितोपयोजक
Efficiency	दक्षता
Evaporator	वाष्पक
Exergy	एक्सर्जी
Extraction	निष्कर्षण
High Pressure (HP)	उच्च दाब
High Pressure Heater (HPH)	उच्च दाब तापक
Low Pressure (LP)	निम्न दाब
Low Pressure Heater (LPH)	निम्न दाब तापक
Lower Heating Value (LHV)	निम्न ऊष्मीय मान
Main Steam	मुख्य भाप
Modeling	निदर्शन
MW	मेगावाट
Optimum	इष्टतम
Overlapped	अतिव्यापित
Parameters	प्राचल
Regeneration	पुनर्जनन
Reheating	पुनस्तापन
Simulation	अनुरूपण
Supercritical	अतिक्रांतिक
Superheater	अतितापक
Validation	विधिमान्यकरण

संदर्भ

1. P. K. Nag, “Power Plant Engineering” Tata McGraw Hill, New Delhi, 2nd Edition, 2001.
2. P. N. Rayudu and R. K. Govinda, “Optimization of operating parameters for a 600MW Rankine cycle based ultrasupercritical power plant”, International Journal of Engineering and Technology, 9(3), 2017.
3. M. A. Habib and S. M. Zubair, “Second law based thermodynamic analysis of regenerative-reheat Rankine cycle power plants”, Elsevier, Energy, 17 (3), 1992, pp. 295-301.
4. A. Vandani, M. K. Joda, F. Ahmadi and M. H. Ahmadi, “Exergoeconomic effect of adding a new feed water heater to a steam power plant”, Mechanics and Industry, 18(2), 2017, pp. 1- 3.
5. M. A. Habib, S. A. M. Said and J. J. Al-Bagawi, “Thermodynamic performance analysis of the Ghazlan power plant”, Energy, 20(11), 1995, pp. 1121–1130.
6. I. Dincer and H. Al-Muslim, “Thermodynamic analysis of reheat cycle steam power plants”, Int. J. Energy Res., 25, 2001, pp. 727–739.
7. H. A. Bhaskaran, “Influence of Flue Gas and Feed Water Temperatures on Boiler Efficiency – An Analysis”, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 5 (1), 2016, pp. 94-109.
8. M. M. Rashidi, A. Aghagoli and M. Ali, “Thermodynamic Analysis of a Steam Power Plant with Double Reheat and Feed Water Heaters”, Hindavi Publishing Corporation, Advances in Mechanical Engineering, Vol. 6, 2014, pp. 1-11.
9. T. Srinivas, A. V. S. S. K. S. Gupta and B. V. Reddy, “Generalized Thermodynamic Analysis of Steam Power Cycles with ‘n’ Number of Feedwater Heaters”, International Journal of Thermodynamics, 10(4), 2007, pp. 177-185.
10. V. V. Bode and V. G. Gore, “Performance Analysis of Regenerative Feed Water Heating System in 270 MW Thermal Power Plant”, International Research Journal of Engineering and Technology, 03(4), 2016, pp. 1180-1186.
11. S. S. L. Patel and G. K. Agrawal, “Performance Improvement through Energy Audit of a 250 MW Coal Fired Thermal Power Plant”, International Journal of Advance Engineering and Research Development, 4(4), 2017, pp. 35-43.
12. T. J. Kotas, “The Exergy Method of Thermal Plant Analysis”, Butterworths, London, U. K, ISBN: 9781483100364, 1985.
13. Cycle-Tempo release 5, Delft University of Technology (TU Delft), Netherlands. www.Cycle-Tempo.nl, 2006.
14. S. S. L. Patel and G. K. Agrawal, “Investigation of Influencing Process Parameters to Energy and Exergy Efficiencies of a Coal Fired Thermal Power Plant using Cycle Tempo”, International Journal of Computer Sciences and Engineering, Vol. 7, Special Issue 3, 2019, pp. 97-104.

सुरक्षात्मक दस्ताने का अग्नि व ताप के विरूद्ध व्यवहार का आकलन
Assessing the Behavior of Protective Gloves Against Fire and Heat

शुभम श्रीवास्तव[1], नन्दन कुमार[2], चंद्र शेखर मालवी[3]
Shubham Srivastava[1], Nandan Kumar[2], Chandra Shekhar Malvi[3]
[1, 3] Mechanical Engineering Department, Madhav Institute of Technology and Science, Gwalior
[2]High Performance Textiles (HPT) Pvt. Ltd. Panipat, Haryana
[1]shubhams0309@gmail.com, [2]nandan.leeds@gmail.com, [3]csmalvi@mitsgwalior.in

सार

इस शोध पत्र में अग्नि दुर्घटना संभावित क्षेत्रों व उद्योगों के अधिक तापयुक्त पर्यावरण में प्रयुक्त होने वाले दस्तानों का अग्नि के विरुद्ध सुरक्षा स्तर का आकलन किया गया है और साथ ही इनमें प्रयुक्त होने वाले पदार्थों व सुरक्षा स्तर आकलन विधि की समीक्षा की गई है। इस प्रयोग में चार तरह के नमूने लिए गए, पॉलयस्टेर विस्कोस, हाई परफॉरमेंस पॉली एथेलीन (HPPE), 100% पैरा अरामिड तथा पैरा अरामिड मोड अक्रिलिक और इन चारों का 45° फ्लैमअबिलिटी टेस्टिंग मशीन पर परीक्षण किया गया। परीक्षण उपरांत प्राप्त परिणाम में 100% पैरा अरामिड व पैरा अरामिड मोड अक्रिलिक अग्नि के विरुद्ध अधिक सुरक्षित पाये गए। उपरोक्त परीक्षण के साथ साथ इस शोध पत्र में मानक EN 407 में वर्णित बेंच स्केल परीक्षण को भी लिपिबद्ध किया गया है और निर्माता व उपयोगकर्ता के हित तथा सुरक्षित कार्यस्थल की अवधारणा को सफल बनाने के लिए व्यावहारिक परीक्षण का भी सुझाव दिया गया है।

Abstract

In this paper, the safety level of gloves used in the hot environment of fire accident prone areas and industries has been assessed along with reviewing the materials and methods used in fabricating and assessing its safety level is discussed. Four types of samples were taken in this experiment i,e; Polyester Viscose, High Performance Poly Ethylene (HPPE), 100% Para Aramid and Para Aramid Mode Acrylic and all were tested on 45° Flammability Testing Machine and it found that 100% Para Aramid and Para Aramid Mode Acrylic were more safe against fire. This research paper also documents the bench scale test described in standard EN 407 and suggests practical testing for the benefit of the manufacturer and the user for achieving the concept of a safer workplace.

मुख्य शब्दः

सुरक्षात्मक दस्ताने, पैरा अरामिड, फ्लैमअबिलिटी टेस्टिंग मशीन, अग्नि, ताप।

Keyword: Protective Gloves, Para Aramid, Flammability Testing Machine, Fire, Heat.

1. प्रस्तावना

उद्योग में काम करने वाले कामगार तथा अग्निशमन कार्यकर्ता ऐसे पर्यावरण में काम करते है जहां दुर्घटनाएँ होने की संभावना बहुत अधिक होती है और जरा सी लापरवाही जान के लिए घातक सिद्ध हो जाती है। इन दुर्घटनाओं के लिए कई कारक जिम्मेदार होते है और इन दुर्घटनाओं से होने वाली मानव क्षति

को सुरक्षात्मक उपकरण के माध्यम से कम किया जा सकता है। सुरक्षात्मक उपकरणों में कई चीजे शामिल होती है जिनमें सुरक्षात्मक कपड़े प्रमुख है जोकि हाथ के साथ साथ शरीर के अन्य अंगों को क्षति से बचाते हैं (1,2)। युरोपियन यूनियन के अध्ययन में ये पता चला है कि सुरक्षात्मक उपकरण की सबसे ज्यादा खपत एशिया में होता है जोकि पूरे विश्व में बनाए जा उपकरणों का 37% है (3)। इसके बावजूद भी एशियन देशों में इनके बेहतर उपयोग को लेकर जागरूकता की भारी कमी पाई जाती है।

पुराने शोध से यह पता चलता है कि उद्योग में होने वाली दुर्घटनाओं में ज्यादातर कर्मियों के ऊपरी अंगों को नुकसान पहुंचता है और कामगार के हाथ आसानी से चोटिल हो जाते है क्योंकि हाथ लगभग सभी कार्य को करते समय सबसे ज्यादा सक्रिय होता है चाहे वो किसी वस्तु को उठाना हो, पकड़ना हो या एक जगह से दूसरी जगह रखना हो (4)। कर्मियों के हाथ को उपरोक्त क्षति से बचाने के लिए उपयुक्त सुरक्षात्मक दस्ताने तथा आस्तीन का प्रयोग कर किया जाता है (5)। विभिन्न पदार्थों जैसे कि पैरा अरामिड, मेटा अरामिड, पॉलयस्टेर विस्कोस तथा फ़ाइबर रिइंफोर्स का प्रयोग दस्ताने को बनाने के लिए किया जा रहा है साथ ही साथ संयुक्त उपयोग द्वारा एक परतीय व बहुपरतीय सुरक्षात्मक दस्तानों पर शोध व अनुसंधान के क्षेत्र में उन्नत प्रगति हो रही है। इन दस्तानों का प्रयोग ऑटोमोटिव, कन्स्ट्रक्शन, वैधुत, कृषि, ग्लास, ताप प्रभावित और प्रोसेसिंग उद्योग में उद्योगकर्मी द्वारा अंगुली, कलाई और हाथ से बचाने में किया जा रहा है।

ये दस्ताने उपयोगकर्ता के हाथ को यांत्रिक और तापीय क्षति (अग्नि व ताप) से एक सीमा तक ही बचाती है और इस सीमा का आकलन विभिन्न परीक्षण द्वारा किया जाता है जोकि मानक के नियमानुसार की जाती है जैसा की सारणी 1 में दिखाया गया है। दस्ताने के उपयोग और संरक्षण सीमा के अनुसार इसके ऊपर लैटेक्स, नियोप्रिन, पाली विनयल क्लोराइड, लैदर और मेटल का लेप अथवा परत भी चड़ाई जाती है (6)।

सारणी 1 विभिन्न परीक्षण के लिए उल्लिखित मानक

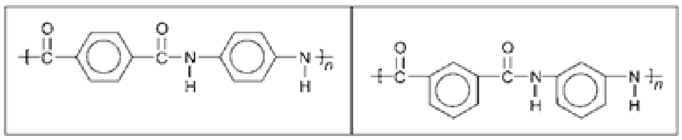
मानक	सुरक्षा
EN 420: 2010	विभिन्न परीक्षण की सामान्य आवश्यकता व परीक्षण विधि
EN 388: 2017	यांत्रिक क्षति के विरुद्ध बचाव
EN 407: 2005	तापीय क्षति के विरुद्ध बचाव
EN 659: 2009	अग्निशमन कर्मियों के लिए यांत्रिक व तापीय बचाव

इस शोध पत्र में तापीय सुरक्षात्मक दस्ताने के लिए प्रयोग होने वाले पदार्थ तथा उसके संरक्षण सीमा के आकलन की विधि वर्णन करने के साथ साथ कुछ पदार्थ के नमूने के ज्वलनशीलता का परीक्षण भी किया गया है।

2. पदार्थ

प्रकृति में बहुत सारे फ़ाइबर स्वाभाविक रूप से अग्नि प्रतिरोधी होते है जैसे कि ग्लास फ़ाइबर, कार्बन फ़ाइबर, अरामिड फ़ाइबर इत्यादि। हलाकिं ग्लास फ़ाइबर मजबूत होने के साथ–साथ सस्ता भी है पर इसे कपड़े के रूप में अधिक निपुणता से ढालना मुश्किल काम है और इसके छोटे फ़ाइबर मानव शरीर की त्वचा के लिए नुकसानदायक भी है। इसके साथ साथ कार्बन फ़ाइबर भी बहुत स्थिर संयुग्मित कार्बन मैट्रिक्स के कारण मजबूत होते है पर ये महगें और कपड़े में मुश्किल से परिवर्तित होते है इसलिए इनकी उपयोग की सीमाएँ हैं। वहीं अरामिड नाइलान के वर्ग का व्युत्पन्न है और Kevlar तथा Nomex इस वर्ग के सदस्य है। अरामिड के अंदर अंतर्निहित अग्नि प्रतिरोधक क्षमता उसके संरचना में उच्च क्रिस्टलिकरण और संयुग्मन की अंतर्निहित स्थिरता के कारण पैदा होती है। (जैसा कि ज्ञमअसंत में पैरा कड़ी के लिए 1 और 4 पर और Nomex में मेटा कड़ी के लिए 2 और 4 पर चित्र 1 में दिखाया गया है।)

निम्न ताप वाली जगह पर मुख्यतः सूती और चमड़ा के दस्ताने तथा उच्च ताप वाली जगहों पर पैरा अरामिड (व्यावसायिक नामः Kevlar, kevlar HC & DuPont, Twaron आदि) या मेटा अरामिड (व्यावसायिक नाम : Nomex, Kermel आदि), तथा फ़ाइबर रिइंफोर्सड दस्ताने का प्रयोग किया जाता है (7)। अधिकतर प्रयोग होने वाले पैरा तथा मेटा अरामिड पदार्थों की यांत्रिक विशेषताओं को सारणी 2 तथा तापीय विशेषताओं को सारणी 3 में दिखाया गया है। इसके अलावा इस शोध पत्र में प्रयुक्त नमूने को चित्र संख्या 2 में दिखाया गया है।



चित्र 1 Kevlar और Nomex की पैरा व मेटा कड़ी

सारणी 2 पैरा तथा मेटा अरामिड के पदार्थों की यांत्रिक विशेषतायें (5,8)

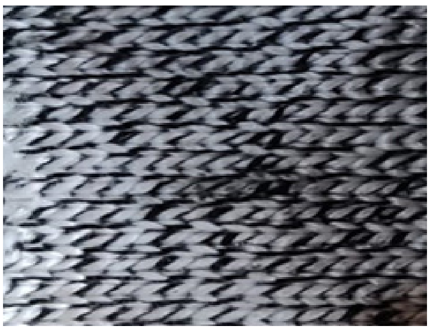
व्यावसायिक नाम ⇨	पैरा अरामिड			मेटा आरमिड	
	Kevlar 29	Kevlar 49	Twaron	Nomex	Kermel
विशिष्ट वज़न (g/cm³)	1.44	1.44	1.44	1.38	1.34
तन्य शक्ति (MPa)	3600	3600	2740	552	482
ईलैस्टिसटी मापांक (GPa)	75	160	95	17	4.2
टूटने से पहले खिचाव (%)	3.6	2.4	3.3	35	16

सारणी 3 पैरा अरामिड के पदार्थों की तापीय विशेषतायें (8)

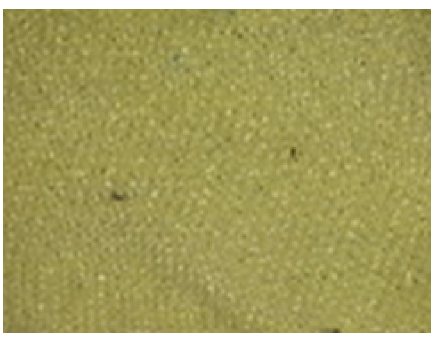
व्यावसायिक नाम ⇨	पैरा अरामिड	
	Kevlar 29	Kevlar 49
विशिष्ट ऊष्मा 25°C पर	1420	1420
100°C पर	2010	2010
180°C पर	2515	2515
ऊष्मा चालकता (W/mK)	0.4	0.4
दहन ऊष्मा (J/kg)	35 x 106	35 x 106
उपयोग की प्रस्तावित ताप सीमा °C	149	177

दस्ताने को EN 420 के तहत एक निश्चित माप में सिला जाता है जैसा कि सारणी 4 में दिखाया गया है।

(अ)



(ब)



(स)

(द)

चित्र 2 परीक्षण में प्रयुक्त पदार्थ के नमूने
अ) पॉलयस्टेर विस्कोस
ब) हाई परफॉरमेंस पॉली एथेलीन
स) 100% पैरा अरामिड द) पैरा अरामिड मोडाक्रिलिक

3. विधि

परीक्षण करने से पहले पदार्थ के नमूने की उचित व मानक EN407:2004 में वर्णित विधि अनुसार तैयारी की जाती है (9) जोकि EN420 में वर्णित माप के अनुसार होती है। EN420 में उल्लखित दस्ताने के माप को सारणी 4 में दिखाया गया है। नमूने की तैयारी के उपरांत नमूने की जांच उचित सावधानी बरतते हुए मशीन द्वारा की जाती है। पदार्थ के इस्तेमाल को ध्यान में रखते हुए विभिन्न परीक्षण को नियमानुसार किया जाता है और प्राप्त परिणाम के आधार पर पदार्थ की गुणवत्ता के स्तर का आकलन किया जाता है।

3.1 अग्नि के विरुद्ध परीक्षण : अग्नि के विरुद्ध पदार्थ का सुरक्षात्मक स्तर फ्लैमअबिलिटी टेस्टिंग मशीन के द्वारा मापा जाता है, इस मशीन को चित्र संख्या 3 में दिखाया गया है। EN ISO 6941 के तहत इस परीक्षण में नमूने को 3 सेकंड तथा 15 सेकंड के प्रज्वलन समय के लिए अग्नि के साथ संपर्क में रखते है और नमूने के आफ्टर फ्लैम (fterflame) और आफ्टर ग्लो (afterglow) समय के औसत को माप कर नमूने के सुरक्षात्मक स्तर का मूल्यांकन किया जाता है। (BS EN 407 खंड 5.1 और 6.3)

चित्र 3 45° वर्टिकल फ्लैमअबिलिटी टेस्टिंग मशीन (HPT Pvt. Ltd. Haryana)

सारणी 4 मानक EN 420 के अनुसार विभिन्न दस्ताने की माप

माप	हाथ की लंबाई (mm)	हाथ की माप (mm)	दस्ताने की माप (mm)
6 (XS)	160	152	220
7 (S)	171	178	230
8 (M)	182	203	240
9 (L)	192	229	252
10 (XL)	204	254	260
11 (XXL)	215	279	270

3.2 ताप के विरुद्ध परीक्षण

अमुक पदार्थ के अग्नि प्रतिरोधकता का मूल्यांकन संपर्क, संवहन व विकिरण ऊष्मा के पर्यावरण में किया जाता है इसकी व्याख्या नीचे के पंक्तियों में की गई है –

3.2.1 चालन ऊष्मा

EN 702 के तहत नमूने को 100°C से लेकर 500°C के बीच 15 सेकंड के थ्रेसहोल्ड समय तक संपर्क में रख कर इसके सुरक्षात्मक स्तर का आकलन किया जाता है जैसा कि सारणी 5 में दिखाया गया है। (BS EN 407 खंड 5.2 और 6.4)

3.2.2 संवहन ऊष्मा

EN 702 के तहत नमूने को एक निश्चित ताप पर्यावरण में रखकर उसका हीट ट्रांसफर इंडेक्स (HTI) सेकंड में निकाल जाता है और उसके आधार पर अमुक नमूने का सुरक्षात्मक स्तर मालूम हो जाता है, इसे भी सारणी 5 में दिखाया गया है। ((BS EN 407 खंड 5.3 और 6.5)

3.2.3 विकिरण ऊष्मा

EN ISO 6942:2002 का अनुसरण करते हुए पदार्थ को 20 kW/m^2 के तापीय पर्यावरण में रखकर रैड्यन्ट हीट ट्रांसफर इंडेक्स (RHTI24) सेकंड में निकलते है और उसके आधार पर नमूने के सुरक्षात्मक स्तर का आकलन करते है जैसा कि सारणी 5 में दिखाया गया है। (BS EN 407 खंड 5.4 और 6.6)

3.2.4 पिघले धातु के विरुद्ध परीक्षण

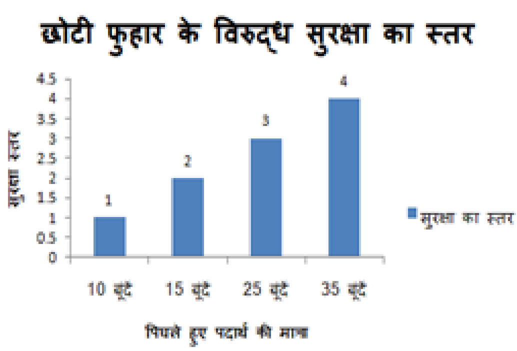
EN 348 तथा EN 373 के तहत नमूने के ऊपर एक निश्चित मात्र में पिघला हुआ धातु डाला जाता है और नमूने के पीछे लगे PVC (पॉली विनायल क्लोराइड) की शीट में होने वाले परिवर्तन से इसके सुरक्षात्मक स्तर का आकलन किया जाता है। इस परीक्षण में प्रयुक्त मानक को सारणी 6 में तथा सुरक्षा स्तर को चित्र संख्या 4 में दिखाया गया है।

सारणी 6 पिघले धातु के विरुद्ध परीक्षण मानक

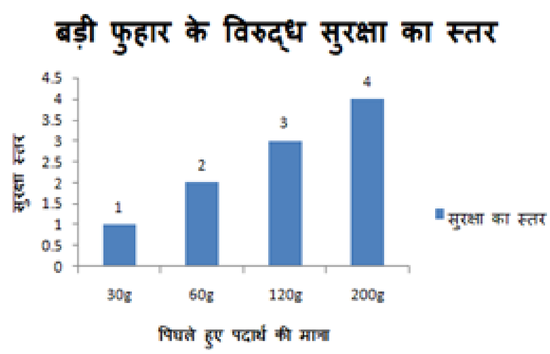
परीक्षण	परीक्षण का मानक
छोटी फुहार (Small splash)	
(BS EN 407 खंड 5.5 और 6.7)	EN 348
बड़ी फुहार (Large splash)	
(BS EN 407 खंड 5.6 और 6.8)	EN 373

सारणी 5 विभिन्न तापीय एक्सपोजर के विरुद्ध सुरक्षात्मक दस्ताने का प्रदर्शन स्तर

परीक्षण	**परीक्षण का मानक**	**ताप/ऊष्मा प्रवाह**	**थ्रेसहोल्ड समय (s)**	**HTI (s)**	**RHTI (s)**	**सुरक्षा का स्तर**
चालन ऊष्मा	EN 702					
		100°C	15	–	–	1
		250°C	15	–	–	2
		350°C	15	–	–	3
		500°C	15	–	–	4
संवहन ऊष्मा	EN 367	–	–	≤ 4	–	1
		–	–	≤ 7	–	2
		–	–	≤ 10	–	3
		–	–	≤ 18	–	4
विकिरण ऊष्मा	EN ISO 6942:2002	20 kW/m²	–	–	≤ 7	1
			–	–	≤ 20	2
			–	–	≤ 50	3
			–	–	≤ 95	4



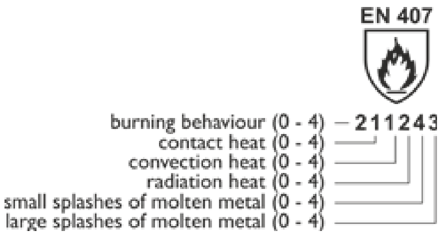
(अ)



(ब)

चित्र 4 पिघले धातु की छोटी व बड़ी फुहार के विरुद्ध पदार्थ का सुरक्षा स्तर

उपरोक्त परीक्षण के आधार पर किसी भी सुरक्षात्मक दस्थाने की मार्किंग की जाती है जैसा की चित्र संख्या 5 में दिखाया गया है।



चित्र 5 सुरक्षात्मक दस्ताने की मार्किंग (10).

4. परिणाम व व्याख्या

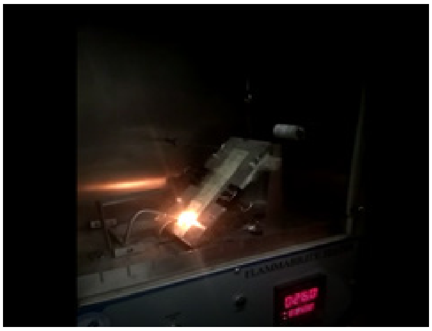
विभिन्न पदार्थ के नमूने की अग्नि प्रतिरोधकता का आकलन 45° फ्लैमअबिलिटी टेस्टिंग मशीन द्वारा HPT Pvt. Ltd. Haryana में किया गया जोकि मानक EN ISO 6941 पर आधारित थी। इस मशीन में नमूने को नमूना धारक में लगा कर इस पर अग्नि का आपतन कराया जाता है। इस अग्नि को पैदा करने के लिए ब्यूटेन गैस के सिलिन्डर का प्रयोग किया गया था। नमूने पर अग्नि का आपतन एक निश्चित समय सीमा तक कराया गया। इस परीक्षण में पहले अग्नि को 3 सेकंड के लिए नमूने के साथ संपर्क में लाया गया जब नमूना 3 सेकंड में नहीं जला तो फिर 5 सेकंड तक नमूने को अग्नि के संपर्क में लाया गया। प्राप्त परिणाम के आधार पर ही धीरे–धीरे समय को बढ़ाया गया। मशीन को चित्र संख्या 2 में देखा जा सकता है तथा प्राप्त परिणाम को सारणी 6 में लिपिबद्ध किया गया है। साथ ही साथ चित्र संख्या 6 में नमूने के जलने की प्रकृति को प्रदर्शित किया गया है।

सारणी 7 फ्लैमअबिलिटी टेस्टिंग मशीन पर लिए गए परीक्षण का परिणाम

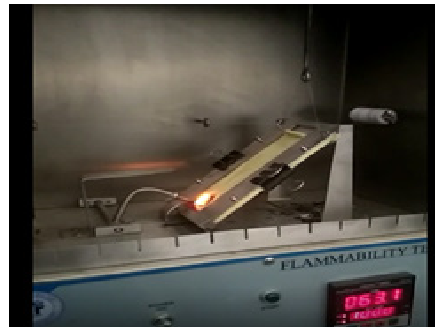
नमूना	**ज्वलन की प्रकृति**	**प्रज्वलन समय**	**अग्नि के प्रसार का समय**
पॉलयस्टेर विस्कोस (Polyster viscose)	जलने लगा	अग्नि का 3 सेकंड तक प्रतिरोध	24 s
हाई परफॉरमेंस पॉली एथेलीन (HPPE)	जलने लगा	अग्नि का 3 सेकंड तक प्रतिरोध	37.5 s
100% पैरा अरामिड	नहीं जला	–	चाररिंग (Charring)
पैरा अरामिड मोडाक्रिलिक	नहीं जला	–	चाररिंग (Charring)

(अ)

(ब)



(स)



(द)

चित्र 6 परीक्षण में प्रयुक्त पदार्थ के नमूने की अग्नि के विरुद्ध प्रकृति

उपर्युक्त सारणी से विभिन्न पदार्थ की ज्वलनशीलता का पता चलता है। यदि हम पॉलयस्टेर विस्कोस तथा हाई परफॉरमेंस पॉली एथेलीन के दस्तानों की बात करें तो ये पता चलता है की इसकी अग्नि प्रतिरोधक क्षमता बहुत ही कम है तथा इसका सीधा उपयोग ऐसे कामगारों के लिए घातक सिद्ध हो सकता है जो अधिक ताप वाले जगहों पर काम करते है। वहीं पैरा अरामिड व पैरा अरामिड मोडाक्रिलिक के नमूने अग्नि के प्रभाव में आने के बाद भी नहीं जले और उनमें केवल चाररिंग को देखा गया। इन दोनों ही दस्तानों के नमूनों में अग्नि का प्रसार नहीं हो पाया।

अरामिड आधारित दस्तानों का प्रयोग तापीय दुर्घटनाओ से बचने में तथा उच्च तापीय वातावरण में किया जाता है। इसका उपयोग सुरक्षा तथा कार्य कुशलता की दृष्टि से भी अनिवार्य है। अरामिड में उच्च तन्य शक्ति के साथ साथ घर्षण तथा रसायन प्रतिरोधी क्षमता भी होती है। अरामिड फ़ाइबर में अंतर्निहित ज्वालाप्रतिरोधी क्षमता होने के कारण 100% पैरा अरामिड व पैरा अरामिड मोडाक्रिलिक के नमूने अग्नि के संपर्क में आकर भी जले नहीं (10)।

हालांकि अलग–अलग प्रयोग के आधार पर दस्तानों के आकलन का अलग–अलग मानक द्वारा किया जाता है, जोकि विभिन्न उत्तरदायी निकायों द्व ारा निर्मित है। कामगारों तथा अग्निशमन कर्मचारियों के उपयोग में आने वालें दस्तानों को खंड 3 में वर्णित विधि द्वारा किया जाता है जोकि एक बेंच स्केल टेस्ट का संकलन है। बहुत सारी ऐसी घटनाएँ भी हुई है जहां उपर्युक्त परीक्षणों में सफल दस्ताने भी कामगार को दुर्घटना से नहीं बचा सके। इसलिए यहाँ दस्तानों का आकलन करने के लिए और व्यवहारिक होने की जरूरत है और इनका परीक्षण और भी ज्यादा पूर्वानुमानित परिस्थिति में करने की जरूरत है।

अंतर्निहित ज्वालाप्रतिरोधी फ़ाइबर के सम्मिश्रण तथा स्टील, ग्लास व बसाल्ट के धागों का रीइन्फोर्स्मेन्ट शोध क्षेत्र का दायरे को अधिक विस्तृत कर सकता है (11)।

उपसंहार

परिणाम से स्पष्ट है की पैरा अरामिड तथा पैरा अरामिड मोड अक्रिलिक से बने दस्ताने के नमूने अग्नि के विरुद्ध पॉलयस्टेर विस्कोस तथा हाई परफॉरमेंस पॉली एथेलीन के बने दस्ताने के नमूने की अपेक्षा अधिक सुरक्षित है क्योंकी अरामिड फ़ाइबर में अंतर्निहित ज्वालाप्रतिरोधी क्षमता होती है। सुरक्षात्मक दस्ताने का उपयोग दुर्घटना की अवस्था में कामगारों तथा सुरक्षाकर्मियों को चोट या जलने से बचाती है अथवा दुर्घटना के प्रभाव को कम कर देती है। शोध पत्र से यह भी स्पष्ट होता है कि बेंच स्केल परीक्षण के साथ–साथ अमुक सुरक्षात्मक दस्ताने को अधिक सुरक्षित बनाने के लिए कुछ व्यावहारिक परीक्षण की आवश्यकता है।

शोधपत्र में प्रयुक्त तकनीकी हिन्दी शब्द के English शब्द

English term	Hindi term
Blending	सम्मिश्रण
Contact heat	चालन ऊष्मा
Convective heat	संवहन ऊष्मा
Fire resistant	अग्नि प्रतिरोधक
Flame propagation time	अग्नि प्रसार कासमय
Ignition time	प्रज्वलन का समय
Large splashes	बड़ी फुहार
Molten metal	पिघला धातु
Radiant heat	विकिरण ऊष्मा
Small splashes	छोटी फुहार
Specific heat	विशिष्ट ऊष्मा
Specific volume	विशिष्ट वज़न
Standard	मानक
Tensile strength	तन्य शक्ति
Thermal conductivity	ऊष्मा चालकता

संदर्भ (References)

1. Coca A, Williams WJ, Roberge RJ, Powell JB. Effects of fire fighter protective ensembles on mobility and performance. Appl Ergon 2010;41:636–41. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.01.001.
2. Park H, Park J, Lin SH, Boorady LM. Assessment of Firefighters' needs for personal protective equipment. Fash Text 2014;1:1–13. https://doi.org/10.1186/s40691-014-0008-3.
3. Haase J. Flame resistant clothing standards and regulations. Woodhead Publishing Limited; 2013. https://doi.org/10.1533/9780857098931.3.364.
4. li J, Barker RL, Deaton AS. Evaluating the Effects of Material Component and Design Feature on Heat Transfer in Firefighter Turnout Clothing by a Sweating Manikin. Text Res J 2007;77:59–66. https://doi.org/10.1177/0040517507078029.
5. Arvinte C, Sandu A V., Burduhos-Nergis DD, Bernevig Sava MA, Bejinariu C. Technical requirements and materials used in firefighters gloves manufacturing. IOP Conf Ser Mater Sci Eng 2019;572. https://doi.org/10.1088/1757-899X/572/1/012070.
6. Kumar N. Personal protection: hpt aracore gloves for protection against thermal and mechanical hazards 2017:259–62.
7. Superior Gloves. Heat Gloves | High Temperature Resistance n.d. https://www.superiorglove.com/en/work-gloves/heat-resistant-gloves.
8. Feroldi R. KEVLAR Aramid Fiber. G Del Med 2009.
9. Standarisation E committee for. Protective gloves against thermal risks (heat and / or fire) 2004;3.
10. Akshay kathyal Nandan Kumar. For protection against thermal hazard EN407:2004. Indian Text J 2020.
11. Kumar N. TECHNICAL TEXTILES Personal protection: Protecting our skilled "hands" against heat and mechanical risks. Tcxtech 2012.

"शान्त मन से ही कई चमत्कारिक खोजों और आविष्कारों ने जन्म लिया है। मन की इस अवस्था में, ब्रह्मांड के सभी रहस्य अनायास प्रकट होते हैं, जैसे स्क्रीन पर चित्र।"

...... अम्मा श्री माता अमृतानंदमयी देवी

संस्कृत–कृदन्त शिक्षण हेतु पाणिनीय नियमाधारित व्युत्पत्ति प्रक्रिया के लिए ऑनलाइन सिस्टम
Online System for Derivational Process based on Pāṇinian Rules for Sanskrit Kṛdanta Learning

सुमित शर्मा[1] एवं सुभाष चन्द्र[2]
Sumit Sharma[1] and Subhash Chandra[2]
[1,2] Department of Sanskrit, University of Delhi, New Delhi, India
[1]sumitpunjab96@gmail.com, [2]schandra@sanskrit.du.ac.in

सारांश

भारत सदैव से ही विज्ञान एवं तकनीक के क्षेत्र में बहुत ही उन्नत रहा है। कोई भी भाषा तत्कालीन समाज के साथ ही साथ विकसित विज्ञान एवं तकनीक को समझने में भी सहायक होती है। प्राचीन काल से ही भारत में बोली जाने वाली संस्कृत विश्व की प्राचीनतम एवं परिष्कृत भाषा के रूप में अपना स्थान रखती है। अतः तत्कालीन भारतीय विज्ञान एवं अन्य ज्ञानपरम्पराओं को समझने के लिये संस्कृत भाषा का ज्ञान होना अत्यावश्यक है। प्राचीन भारतीय ज्ञानपरम्परा के सभी शास्त्र संस्कृत भाषा में ही उपलब्ध होते हैं। उन्हें समझने के लिये सबसे पहले संस्कृत भाषा का ज्ञान होना आवश्यक है। संस्कृत ही नही किसी भी भाषा को समझने के लिये सबसे पहले हमें भाषा की प्रमुख इकाईयों का ज्ञान होना अत्यावश्यक है। इनमें ध्वनि, शब्द, वाक्य एवं अर्थ शामिल होते हैं। भाषा के सम्यक् प्रयोग एवं परिष्कार का माध्यम व्याकरण है। आचार्य पाणिनि द्वारा लिखित अष्टाध्यायी संस्कृत का प्रमुख व्याकरण है। इन्होंने संस्कृत शब्दों को पद कहा है एवं इनको दो प्रकार से विभाजित किया है– सुबन्त (Nominal Inflections) एवं तिङन्त (Verbal inflections)। पुनः सुबन्तों को चार प्रकार से विभाजित किया है– कृदन्त, तद्धितान्त, समासान्त, स्त्रीप्रत्ययान्त। संस्कृत के मूलधातुओं से कृत् प्रत्ययों को लगाकर अनेक प्रकार के प्रातिपदिक (Secondary Nominal Word) निर्मित किए जाते हैं, इन्हें कृदन्त कहा जाता है। इन कृदन्तों का संस्कृत भाषा में भरपूर प्रयोग मिलता है। इस प्रकार के शब्दों के अर्थ को समझने के लिये इनकी मूल प्रकृति एवं प्रत्यय को समझना आवश्यक होता है। संस्कृत शब्दनिर्माण प्रक्रिया (Word derivational process) के ज्ञान के बिना संस्कृतशास्त्रों को समझना दुष्कर है। अतः संस्कृत पढ़ाये जाने वाले सभी विश्वविद्यालयों के पाठ्यक्रम में कृदन्त को निश्चितरूप से शमिल किया जाता है। संस्कृत भाषा की लगभग 2000 धातुओं (Verbs) से बनने वाले सभी सुबन्त पद कृदन्त ही होते हैं। प्रस्तुत शोधपत्र का उद्देश्य पाणिनि नियमानुसार इन्हीं कृदन्तों की शब्दनिर्माण की प्रक्रिया को समझने के लिए ऑनलाइन (Online) तकनीक का विकास करना है एवं साथ ही साथ विकसित ऑनलाइन ससूत्ररूपसिद्धि सिस्टम को प्रदर्शित करना है। जिसके माध्यम से संस्कृत साहित्य में प्रयुक्त कृदन्तपदों की सिद्धि प्रक्रिया (Word Formation Process) का ज्ञानार्जन ऑनलाइन किया जा सके। यह सिस्टम (System) सूचना प्रौद्योगिकी के युग में संस्कृत कृदन्तपदसिद्धि के लिये एक ई–लर्निंग प्लेटफॉर्म (E & Learning Platform) उपलब्ध कराता है । इसके माध्यम से कृदन्त पदों के अर्थ निर्धारण में भी सहायता मिलेगी। यह सिस्टम संस्कृत विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय की विभागीय वेबसाइट http://cl.sanskrit.du.ac.in पर उपलब्ध है।

Abstract

Language is the only medium to understand the contemporary society as well as to understand modern science and developing technology. Ancient India had an advanced knowledge in the field of science and technology written in Sanskrit Language. Therefore,

to understand the scientific elements and other contemporary knowledge traditions, it is deemed necessary to have a thorough knowledge of the Sanskrit language. All the scriptures and texts of ancient Indian knowledge tradition are available in Sanskrit language. To read and grasp them, first of all it is necessary to have a deep knowledge of Sanskrit grammar. Not only Sanskrit, but to understand any language, it is essential to have knowledge of the basics structure and formation process of the major grammatical categories of that particular language. These include sounds, words, sentences and meanings. Aṣṭādhyāyī written by Pāṇini is the main grammar of Sanskrit. Pāṇini has divided word into two major categories- subanta (Nominal Inflections) and tiṅanta (Verbal inflections). Subanta is further divided into four types which includes kṛdanta, taddhitānta, samāsānta and strīpratyayānta. Kṛdantas are derived from the primary (main verb roots) and secondary (sanadyanta verb roots) dhātus adding approximately 100 plus kṛt suffixes to it. Thus, to understand the meaning of these types of words, it is necessary to understand the word formation process of these words. Kṛdanta derivational process is included in the syllabus of all the universities where Sanskrit is taught. After adding the kṛt suffixes with verb roots, these kṛdanta forms are further derived with sup suffixes before using in the Sanskrit sentence. The major objective of the paper is to present an online system for teaching the derivational process of kṛdantas based on Pāṇinian rules which are deviced to generate complete derivational process of the kṛdantas used in Sanskrit literature. The system is being developed which will also provide a platform for e-learning for the derivational process of Sanskrit kṛdantas in the era of information technology. Through this system, students will be able to get online information about the derivational process of kṛdanta on the basis of Siddhāntkaumudī. At the same time, by moving the cursor over any sutra, able to get the meaning and explanation by clicking on it.

मुख्य शब्दः संस्कृत रूपसिद्धि प्रक्रिया, पाणिनि, अष्टाध्यायी, सिद्धान्तकौमुदी, संस्कृत–कृदन्त, संस्कृत शब्दरूप, तकनीक विकास, ई–शिक्षण

Keywords: Derivational Process of Sanskrit, Pāṇinī, Aṣṭādhyāyī, Siddhāntkaumudī, Sanskrit- kṛdanta, Nominal Inflection in Sanskrit, Technology Development, E-Learning.

1. **परिचय** (Introduction)

भारत में संस्कृत पाठ्यक्रम को पढ़ाने के लिये दो प्रसिद्ध परंपराएं हैंदृ संस्कृत गुरुकुल अथवा संस्कृत विश्वविद्यालय एवं अन्य विश्वविद्यालयों के अन्तर्गत संस्कृत का एक विशिष्ट विभाग। इन विश्वविद्यालयों में संस्कृत के दर्शन, पौरोहित्य, व्याकरण जैसे अनेक विषय पढ़ाये जाते हैं। इन विषयों में से संस्कृत व्याकरण एक मुख्य विषय है, क्योंकि किसी भी भाषा का आधार उसका व्याकरण होता है। अतः संस्कृत के अन्य विषयों के अध्ययन के लिए भी संस्कृत व्याकरण का ज्ञान होना आवश्यक है। संस्कृत व्याकरण की पठन–पाठन पद्धति दो प्रकार की है– प्राचीन और नव्य। जहाँ प्राचीन व्याकरण में अष्टाध्यायी क्रम से काशिका, महाभाष्य आदि ग्रन्थों का पठन–पाठन होता है वहीं नव्यव्याकरण में लघुसिद्धान्तकौमुदी, सिद्ध ान्तकौमुदी एवं मध्यसिद्धान्तकौमुदी आदि प्रक्रिया ग्रन्थों के माध्यम से पढ़ाया जाता है। सिद्धान्तकौमुदी के उत्तरार्ध में कृदन्तप्रकरण में पाणिनीय धातुपाठ में पठित धातुओं से निष्पन्न होने वाले कृदन्तपदों का विश्लेषण किया गया है। इस धातुपाठ में प्रायः 2000 धातुएं हैं। इन धातुओं में से कतिपय सेट् एवं कुछ अनिट् प्रकारत्व वाली हैं (झा, 2004)। महर्षि पाणिनि ने अपने व्याकरण में सभी नियमों को सूत्रों में

निबद्ध किया है। इसी कारण संस्कृत भाषा में प्रत्येक पद की व्युत्पत्ति प्रक्रिया को उन्हीं सूत्रों के आधार पर प्रस्तुत करने की परम्परा है, जिसे लोक प्रचलित भाषा में ससूत्ररूपसिद्धि कहा जाता है। प्रस्तुत शोध में विभिन्न धातुओं से कृत् प्रत्यय होकर निष्पन्न हुए कृदन्त पदों की ससूत्ररूपसिद्धि (पाणिनीय नियमाधारित रूपसिद्धि) जिज्ञासुओं को उपलब्ध कराने के लिये कम्प्यूटर सिस्टम (Computer System) का निर्माण किया जा रहा है।

कृत् प्रत्यय धातुओं से ही लगकर विभिन्न अर्थों को प्रकट करते हैं अतः कहीं–कहीं भाषा में क्रिया पदों के स्थान पर कृदन्त पदों से ही व्यवहार किया जाता है। जैसे– करणीयम् इत्यादि। किन्तु सभी कृदन्त पद क्रिया के रूप में प्रयोग नहीं होते हैं। कुछ कृदन्त पदों का प्रयोग केवल नामपदों की तरह ही होता है जैसे– कारकः, भावः, अनुसन्धानम् इत्यादि। इसके अतिरिक्त कुछ कृत् प्रत्ययों के धातुओं से विहित होने पर ऐसे पद बनते है जो संबंधवाचक शब्दों की तरह प्रयोग होते हैं जैसे– दत्त्वा, द्रष्टुम्, पश्य, भोजम् इत्यादि। इस प्रकार कृदन्त पदों का प्रयोग संस्कृत साहित्य में बहुतायत होता है। अतः कृदन्त प्रकरण के ज्ञान के बिना संस्कृत एवं संस्कृत–व्याकरण का ज्ञान संभव ही नहीं है। सिद्धान्तकौमुदी के कृदन्त प्रकरण में विभिन्न स्थिति एवं दशाओं को दर्शाने के लिए शताधिक प्रत्यय मिलते हैं। जिनमें से कुछ प्रत्ययों के लिए सूत्रों की संख्या कम है एवं इसके विपरीत कुछ प्रत्ययों के विधायक सूत्र अत्यधिक हैं। इस आधार पर प्रत्ययों का वर्गीकरण तालिका संख्या 1 से समझा जा सकता है। कृदन्त के अधिकतर प्रत्ययों का विधान उनके नाम या अनुवृत्ति से होता है किन्तु कुछ प्रत्ययों की विशेष संज्ञा करके उस संज्ञा शब्द से प्रत्ययों का विधान किया गया है जैसे– क्त, क्तवतु प्रत्ययों की "क्तक्तवतु निष्ठा" सूत्र द्वारा निष्ठा संज्ञा की जाती है। तदनन्तर "निष्ठा" सूत्र द्वारा दोनों प्रत्ययों का वैकल्पिक विधान होता है। ऐसे ही शतृ व शानच् प्रत्ययों की "तौ सत्" सूत्र द्वारा सत् संज्ञा करके "लृटः सद्वा" सूत्र द्वारा दोनों प्रत्ययों का वैकल्पिक विधान होता है। सिद्धान्तकौमुदी के कृदन्त प्रकरण में विभिन्न स्थिति एवं दशाओं को दर्शाने के लिए सौ से भी अधिक प्रत्यय मिलते हैं। जिनमें से कुछ सामान्य रूप से सभी धातुओं से विहित होते हैं किन्तु कुछ प्रत्ययों का विधान किन्हीं विशिष्ट धातुओं से ही होता है । इस आधार पर प्रत्ययों व सूत्रों का वर्गीकरण तालिका संख्या 1 में देखा जा सकता है।

प्रत्यय	विधायक	प्रत्यय	सूत्र	धातु
तव्यत्	1 सूत्र + 1 वार्तिक	तव्यत्	तव्यत्तव्यानीयरः	सभी धातुएं
अनीर्य	1 सूत्र	यत्	अचो यत्	अजन्त धातुएं
यत्	5 सूत्र + 1 वार्तिक	क्यप्	वदः सुपि क्यप् च	वद् धातु
क्यप्	11 सूत्र + 2 वार्तिक	ण्यत्	ऋहलोर्ण्यत्	ऋवर्णान्त व हलन्त धातुएं
ण्यत्	3 सूत्र	णिनि	करणे यजः	यज् धातु
अच्	9 सूत्र + 5 वार्तिक	अच्	एरचः	इकारान्त धातुएं
तुमुन्	5 सूत्र	क	आतोऽनुपसर्गे कः	आकारान्त धातुएं
घञ्	43 सूत्र + 3 वार्तिक	क्त	मतिबुद्धिपूजार्थेभ्यश्च	मति, बुद्धि व पूजार्थक धातुएं
णमुल्	40 सूत्र			

तालिका 1: प्रत्यय–विधायक सूत्र व प्रत्ययाधारित धातु–वर्गीकरण डेटाबेस डेटाबेस

इनके अतिरिक्त विभिन्न अर्थों से विहित होने के कारण इन प्रत्ययों को कई प्रकार से विभाजित किया जा सकता है। स्वयं भट्टोजिदीक्षित ने प्रत्ययों के आधार पर कृदन्त प्रकरण को 3 भागों में विभाजित किया है। इनमें कृत्य, पूर्व कृदन्त एवं उत्तर कृदन्त आदि शामिल हैं।

कृदन्त प्रत्ययों में भी "वाऽसरुपोऽस्त्रियाम् " इस परिभाषा सूत्र के कारण अपवाद तो बहुत कम होते हैं किन्तु वैकल्पिक प्रयोग अत्यधिक प्राप्त होते हैं। इन प्रत्ययों को संगणित (compute) करने के लिए यदि किसी समूह में 5 या उससे अधिक धातुएं हैं तो उनकी रूपसिद्धि (Derivational Process) हेतु नियम आधारित (Rule based) विधि का प्रयोग किया गया है और यदि किसी वर्ग में 5 से कम धातुएं हैं तो उनके लिये उदाहरण आधारित (Example based) रूपसिद्धिप्रक्रिया का प्रयोग किया गया है। जिससे कि सिस्टम को प्रथम उदाहरण आधारित रूपसिद्धि (Example based derivational process) मिल जाये और परिणाम सम्प्रेषण में कम समय लगे। क्योंकि सम्पूर्ण अष्टाध्यायी भी उदाहरण एवं नियम की विधि के अनुसार ही विविध कार्यों का सम्पादन करती है। जैसे स्वयं पाणिनि ने यह किया कि सभी हलन्त धातुओं के लिये एक सूत्र बना दिया यथा – "ऋहलोर्ण्यत्" और उनमें अपवाद अकारोपध पवर्गान्त धातुओं हेतु "पोरदुपधात्" सूत्र निर्मित कर उत्सर्ग एवं अपवाद विधि को प्रयुक्त किया है। कहीं–कहीं किसी विशेष रूपसिद्धि के लिए पाणिनि निपातन का प्रयोग करते हैं। निपातन का अभिप्राय है स्वतः निष्पन्न, जिसके लिए किसी अन्य सहायक सूत्र की आवश्यकता नहीं पड़ती है। कृदन्तप्रकरण में तो निपातन सूत्र बहुधा दिखाई देते हैं। यही विधि प्रस्तुत सिस्टम के नियम बनाने में प्रयुक्त की गयी है। धातुओं के समूह निर्माण में एकसमान प्रक्रिया और रूप बनने की दृष्टि को ध्यान में रखा गया है। जिन धातुओं के रूप निर्माण के समय एक जैसे सूत्रों का प्रयोग होता है, वैसी धातुओं के विभिन्न समूह बनाये गये हैं। इस प्रकार से विभिन्न प्रकार के धातुओं के छोटे और बड़े समूह सिस्टम के निर्माण हेतु बनाये गये हैं। जैसे– अनीर्य प्रत्यय होने पर धातुओं के रूपों की सिद्धि हेतु हलन्त धातुओं में केवल अनुबन्धलोप होकर एकसमान सूत्रों से सिद्ध होने वाले रूप बनते हैं। अतः ऐसी धातुओं का एक अलग समूह बनाया गया है। इसी तरह जिन धातुओं में इगन्त गुण होता है जैसे– भू, स्रु, द्रु, क्षि, जि, सृ, गृ आदि उनका एक भिन्न समूह है। लेकिन जिन धातुओं को समूह में नहीं रखा जा सका है तो उनके लिये उदाहरण आधारित विधि का प्रयोग कर सिस्टम निर्माण किया गया है। इसी प्रकार का वर्गीकरण ही अन्य प्रत्ययों का विधान होने पर कार्य करता है।

सूचना एवं प्रौद्योगिकी के इस युग में पठन–पाठन एवं ज्ञानार्जन के लिए इन्टरनेट (Internet) पर हमारी निर्भरता दिन–प्रतिदिन बढ़ती ही जा रही है। प्रायः सभी लोग अपने कार्य को अच्छा करने हेतु इन्टरनेट की सहायता ले रहे हैं। कम्प्यूटर, स्मार्ट मोबाइल (Smartphone) एवं आईटी (IT) के माध्यम से किसी भी समय ऑनलाइन (Online) अध्ययन एवं ज्ञानार्जन संभव हो पाया है। इन्टरनेट के माध्यम से कोई भी सूचना बस एक ही क्लिक (Click) में उपलब्ध हो जाती है। संस्कृतशास्त्रों के लिये ऑनलाइन सिस्टम एवं डेटा (Data) की कमी के कारण लोगों की पुस्तकों पर निर्भरता अधिक है। पुस्तकों की अपनी एक सीमा है, जिसमें सभी प्रकार के संस्कृत क्रियारूपों की सिद्धि उपलब्ध होना संभव नहीं हो पाता है। अतएव प्रक्रिया ग्रन्थों में भी हर प्रकार का एक ही उदाहरण दिया जाता है। कम्प्यूटर के माध्यम से ऑनलाइन रूपसिद्धि (Online derivational process) आसानी से प्राप्त की जा सकती है। संस्कृत भाषा में सन्निहित ज्ञान का अर्जन भी इस प्रकार से हो, इसके लिये अनेकों प्रयास किए जा रहे हैं। इसी क्रम में संस्कृतकृदन्त शिक्षण हेतु ऑनलाइन ससूत्ररूपसिद्धि सिस्टम का विकास किया जा रहा है। प्रस्तुत शोध में सिद्धान्तकौमुदी के कृदन्तप्रकरण को आधार बनाया गया है। सिद्धान्तकौमुदी में लघुसिद्धान्तकौमुदी, मध्यसिद्धान्तकौमुदी की अपेक्षा अष्टाध्यायी के सम्पूर्ण सूत्रों एवं वार्तिकों आदि का

वर्णन प्राप्त होता है। जिस प्रकार कक्षा में शिक्षक छात्रों को पुस्तक की सहायता से रूपसिद्धि पढ़ाते हैं। ठीक उसी प्रकार, प्रस्तुत ई–शिक्षक कम्प्यूटर सिस्टम (E & Teaching Computer System) के माध्यम से ऑनलाइन व्युत्पत्ति एवं ससूत्ररूपसिद्धि (derivational process with rules) पढ़ने व पढ़ाने में सहायता प्रदान कर सकता है। यह ऑनलाइन सिस्टम है। अतः 24x7 उपलब्ध है। अतः कहीं से भी किसी भी समय इसका प्रयोग करके ससूत्ररूपसिद्धि सीखी जा सकती है। इससे समय व स्थान के अभाव की भी समस्या नहीं रहती, जो कि वर्तमान युग की प्रमुख समस्याएं हैं। इस शोधपत्र का उद्देश्य संस्कृत विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय की विभागीय वेबसाइट http://cl.sanskrit.du.ac.in पर उपलब्ध सिद्धान्तकौमुदी आधारित ऑनलाइन ससूत्ररूपसिद्धि ई–लर्निंग सिस्टम (E & Learning system of online derivational process with rules) का प्रदर्शन करना है।

2. शोध–सर्वेक्षण (Review of Literature)

सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी के वर्तमान समय में सङ्गणकीय संस्कृत से सम्बन्धित शोधकार्यों हेतु जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय के संस्कृत एवं प्राच्यविद्या अध्ययन संस्थान प्रमुख है। इस केन्द्र में 2002 से संस्कृत भाषा से सम्बन्धित अनेक कार्य सम्पन्न हो रहे हैं। तिङन्त निर्मापक (Jha et al, 2009) टूल (tool) एक ऐसा सिस्टम है जिससे सर्वाधिक प्रयोग की जाने वाली लगभग 500 धातुओं के दसों लकारों के रूप निर्मित किये जा सकते हैं। इस सिस्टम में किसी भी धातु का चुनाव करके उसके सभी रूप टैबुलर फॉर्मेट में प्राप्त किये जा सकते हैं। यह सिस्टम (Sanskrit verb & form generation) उदाहरण आधारित विधि का प्रयोग करता है (झा एवं अन्य, 2007)। तिङन्त निर्मापक सिस्टम http://sanskrit.jnu.ac.in/tinanta/tinanta.jsp पर प्रयोग हेतु उपलब्ध है। संस्कृत तिङन्त विश्लेषक सिस्टम (Agrawal, 2007) Hokfnx.k की धातुओं के विश्लेषण के लिये निर्मित किया गया है। यह एक नियम आधारित सिस्टम है। इस सिस्टम की सहायता से भ्वादिगणीय क्रियारूप का विश्लेषण किया जा सकता है। इसके परिणाम में वाच्य, धातु, गण, सेट्/अनिट्, सकर्मक/अकर्मक, लकार, प्रत्यय, परस्मैपद/आत्मनेपद/उभयपद, पुरुष और वचन आदि शामिल किए गये हैं। यह सिस्टम केवल तिङन्तों का विश्लेषण करता है (Jha et al, 2009)। इस संस्थान का प्रथम शोध सुबन्त विश्लेषक (Subanta Analyzer) है। यह सिस्टम किसी भी संस्कृत वाक्य में सुबन्त, तिङन्त एवं अव्यय पदों की पहचान करता है। इसके बाद सुबन्त पदों का विश्लेषण अर्थात् प्रकृति–प्रत्यय विभाग भी करता है (Chandra, 2010)। सुबन्त पद के विश्लेषण में पद, प्रातिपदिक, लिङ्ग, प्रत्यय, विभक्ति एवं वचन का क्रमशः उल्लेख भी किया जाता है। जबकि तिङन्त पद को केवल चिन्हित करता है।

क्रियारूपसिद्धि हेतु केवल एक सिस्टम "तिङन्त निर्मापक (*tiṅanta* Generator)" प्राप्य है। यह सिस्टम मूलतः सिद्धान्तकौमुदी पर आधारित है। सिस्टम में मूल धातु (भू आदि) का इन्पुट (Input) देवनागरी/IAST/ SLP1 प्रारूप में दिया जा सकता है। चयनित धातु के दस लकारों के कर्तृवाच्य, भाववाच्य एवं कर्मवाच्य, णिच्, सन्, यङ् एवं यङ्लुक् में भी क्रियारूपसिद्धि देखी जा सकती है। साथ ही साथ उपसर्ग सहित धातुरूपसिद्धि करने में भी यह सिस्टम समर्थ है। सिस्टम परिणाम के रूप में एक लकार के नौ रूपों की सिद्धि एक नये वेबपेज पर प्रस्तुत करता है। उपलब्ध हुई रूपसिद्धि में प्रयुक्त सूत्र एवं कार्य का प्रकटीकरण होता है। प्रत्येक पाणिनीय सूत्र की संख्या हाईपरलिंक्ड (Hyperlinked) होती है, जिस पर क्लिक करने से सूत्र व्याख्या संस्कृत में एक नये वेबपेज (Webpage) पर उपलब्ध करायी जाती है। यह सिस्टम उदाहरण आधारित है। यह सिस्टम क्रियारूप की पहचान और विश्लेषण नहीं कर सकता है।

संस्कृत जगत् में दिल्ली विश्वविद्यालय का संस्कृत विभाग अपना एक अलग स्थान रखता है। इस विभाग में संस्कृत के अनेक क्षेत्रों पर शोधकार्य सम्पन्न हो रहे हैं। संगणकीय भाषाविज्ञान के क्षेत्र में इस विभाग ने 2014 से शोधकार्य प्रारम्भ किया। इस विभाग का मुख्य उद्देश्य संस्कृत भाषा के लिये ऑनलाइन शिक्षण (Online Teaching) हेतु टूल्स बनाना है। इस विभाग द्वारा शोध एवं विकास कार्य के अन्तर्गत विगत चार वर्षों में कई शोधप्रबन्ध, लघुशोधप्रबन्ध, शोधपत्र, सङ्गणकीय टूल्स (Computational Tools), पोस्टर्स (Posters) आदि प्रस्तुत किये जा चुके हैं। सभी टूल्स विभाग की एक वेबसाइट http://cl.sanskrit.du.ac.in पर उपलब्ध हैं। शोध एवं विकास के अन्तर्गत सङ्गणकीय भाषाविज्ञान (Computational Linguistics) विभाग द्वारा संस्कृत व्याकरण के शिक्षण एवं अधिगम हेतु नवीन उपागम (स्वगतम्) का निर्माण किया है (Chandra et al, 2017)। यह उपागम विभिन्न प्रकार के सङ्गणकीय भाषाविज्ञान के टूल्स का एक समूह है। इसमें अनेक प्रकार के सिस्टम शामिल हैं। ई–शिक्षण हेतु उपलब्ध सुबन्त–रूपसिद्धि सिस्टम लघुसिद्धान्तकौमुदी आधारित सुबन्तप्रकरणगत किसी भी सुबन्त पद की वेब आधारित ससूत्ररूपसिद्धि प्रस्तुत करता है। यह सिस्टम नियम एवं उदाहरण मिश्रित विधि (Rule and example based hybrid approach) पर आधारित है। यह ऑनलाइन सिस्टम है जो एक यूजर इन्टरफेस (user interface) की सहायता से यूनीकोड देवनागरी (UTF–8) प्रारूप में इन्पुट स्वीकार करता है। यह सिस्टम तीन कार्य करता है– प्रथम सुबन्त की पहचान, द्वितीय इसका विश्लेषण एवं तृतीय रूपसिद्धिप्रक्रिया का निर्माण। रूपसिद्धि एक टैबुलर फॉर्मेट (Tabular Format) में प्रदर्शित होती है जिसमें प्रयुक्त प्रत्येक सूत्र एवं वार्तिक हाईपरलिंक्ड होते हैं। जिस पर कर्सर (Cursor) ले जाने पर एक टूलटिप (Tooltip) में उस सूत्र अथवा वार्तिक का अर्थ एवं क्लिक (Click) करने पर एक नये वेबपेज पर उसकी सम्पूर्ण व्याख्या प्रदर्शित की जाती है। यह सिस्टम संस्कृत के विद्यार्थियों एवं शिक्षकों के लिये बहुत ही उपयोगी है। लघुसिद्धान्तकौमुदी का संज्ञा एवं सन्धि प्रकरण बीए स्तर पर संस्कृत पढ़ाए जाने वाले लगभग सभी विश्वविद्यालयों के पाठ्यक्रम में शामिल किया गया है। इसी को ध्यान में रखते हुए इस विभाग का प्रत्याहार एवं सन्धि शिक्षण सिस्टम दिल्ली विश्वविद्यालय के बीए संस्कृत पाठ्यक्रमानुसार निर्मित किया गया है। यह सिस्टम एक शिक्षक की शैली में कार्य करता है (Chandra et al, 2017)।

जैसा कि ऊपर बताया जा चुका है कि इस विभाग का अन्य उद्देश्य संस्कृत ग्रन्थों को ऑनलाइन उपलब्ध कराना भी है। अतः इसी दिशा में इस विभाग द्वारा अनेक ग्रन्थों को ऑनलाइन किया गया है तथा उन ग्रन्थों में प्राप्त किसी भी अवधारणाओं, शब्दों या पदों की तत्काल खोज भी की जा सकती है। इसी अनुक्रम में ऋग्वैदिक सर्च नामक सिस्टम का निर्माण किया गया है। इन सबके अतिरिक्त शोध एवं विकास के अन्तर्गत पौराणिक सर्च एवं धर्मशास्त्रीय सर्च नामक सिस्टम का भी निर्माण विभाग द्वारा किया गया है। जिसमें उपलब्ध पुराणों तथा धर्मशास्त्रों से सम्बन्धित खोज की जा सकती है। अभी ये सिस्टम अग्निपुराण तथा मनुस्मृति तक सीमित है। बाद में इसमें अन्य पुराणों तथा धर्मशास्त्रों से सम्बन्धित खोज भी की जा सकेगी।

भाषा विश्लेषक भी इस विभाग का केन्द्र बिन्दु है। सनाद्यन्त विश्लेषक संस्कृत भाषा में प्रयुक्त गौण क्रियापदों का विश्लेषण करता है। यह सिस्टम उदाहरण एवं नियम आधारित है। इस सिस्टम की सहायता से किसी भी सनाद्यन्त पद का विश्लेषण किया जा सकता है। संस्कृत क्रियापदों का संगण ाकीय अभिज्ञान, विश्लेषण एवं रूपसिद्धि हेतु वेब आधारित तंत्र संस्कृत भाषा में प्रयुक्त क्रियापदों का विश्लेषण करता है। यह सिस्टम उदाहरण एवं नियम आधारित है। इस सिस्टम की सहायता से क्रियापद का विश्लेषण किया जा सकता है। यथा– प्रयुक्त क्रियापद में धातु, प्रत्यय, लकार, पुरुष और वचन आदि

का विश्लेषण प्रस्तुत तंत्र की सहायता से किया जा सकता है। इस प्रकार इस विभाग द्वारा सङ्गणकीय भाषाविज्ञान में संस्कृत से सम्बन्धित अनेक टूल्स विकसित किये जा चुके हैं और अनेकों पर विकास कार्य प्रगति पर है। जिनको विभागीय वेबसाईट पर देखा जा सकता है।

संस्कृत कृदन्तों के लिए तकनीक के विकास पर कुछ ही शोधकार्य प्राप्त होते हैं। जिनमें से सिंह (2008; 2011) का कृदन्त विश्लेषक है। यह शोधकार्य लघुसिद्धान्तकौमुदी आधारित है एवं प्रदत्त पद से कृदन्त की पहचान एवं विश्लेषण प्रस्तुत करता है। मुरली एवं अन्य (2014; 2011) का मानना है कि अब तक निर्मित संस्कृत भाषा के लिए जितने भी पद विश्लेषक सिस्टम है उनमें कृदन्त का विश्लेषण नहीं किया गया है। अतः इन्होंने कृदन्त विश्लेषण के लिए एक नॉवेल विधि (Novel Approach) प्रस्तुत की। इसके द्वारा कृदन्त विश्लेषक सिस्टम का विकास किया है। इनके मूल्यांकन में इन्होंने पाया कि इनका सिस्टम 92.75% सटीकता से साथ कार्य करता है (Murali, 2014; Murali, 2011)। प्रो. अम्बा कुलकर्णी के निर्देशन में संस्कृत भाषा के लिए प्रौद्योगिकी विकास पर अनेक कार्य हो रहे हैं इनमें से इनके द्वारा विकसित पद–विश्लेषिका भी संस्कृत कृदन्तों का विश्लेषण करने में सक्षम है (Kulkarni - Shukla, 2009)। यह टूल संसाधनी वेबसाइट (https://sanskrit.uohyd.ac.in/scl) पर उपलब्ध है। संस्कृत नामपदों के विश्लेषण के लिए प्रशिक्षण कार्पोरा (Training Data) एवं विधि को भी प्रस्तुत किया गया है। इसके लिए इन्होंने 10 कृत् प्रत्ययों के लिए प्रशिक्षण डेटा का चयन किया। इनके लिए कुल 21980 उदाहरणों को प्रशिक्षण एवं वैधता के लिए प्रयोग किया (Singh et al, 2020) गया है।

उपरोक्त सर्वेक्षण से पता चलता है कि सिंह (2008; 2011), मुरली (2014; 2011), कुलकर्णी (2009) द्वारा प्रस्तुत कार्य कृदन्तों पर है एवं प्रस्तुत शोधकार्य से सम्बन्धित है। परन्तु प्रस्तुत कार्य इन कार्यों से बिल्कुल भिन्न एवं शोध की दृष्टि से नवीन भी है। इसमे प्रमुख कारण हैं कि ऊपर जितने भी कार्य हैं सभी केवल विश्लेषण पर ही आधारित है। परन्तु प्रस्तुत कार्य ई–शिक्षण की दृष्टि से निर्मित किया जा रहा है। यह सिस्टम प्रस्तुत पद में कृदन्त की पहचान करके उसका विश्लेषण स्वतः करता है। इसके साथ ही साथ प्रस्तुत पद की पूर्ण रूपसिद्धि पाणिनीय सूत्रों के आधार पर भी प्रदान करता है।

3. शोधसामग्री संकलन एवं संगणकीय नियमों का विकास (Research Material Collection and Development of Computational Rules)

संस्कृतकृदन्तपदों की संगणकीय रूपसिद्धि एवं विश्लेषण के लिये मुख्य रूप से पाणिनि द्वारा प्रतिपादित नियमों को आधार बनाकर संगणकीय नियमों का निर्माण किया गया है। साथ ही वैयाकरण सिद्धान्तकौमुदी में विश्लेषित कृदन्तप्रकरण को सिद्धि प्रक्रिया हेतु मुख्य आधार बनाया गया है। पाणिनीय धातुपाठ और सिद्धान्तकौमुदी में पठित धातुओं की सहायता से इस सिस्टम का निर्माण किया गया है। अतः कृदन्तपदों की सिद्धि से सम्बन्धित पाणिनीय नियम ही इसकी मुख्य सामग्री के रूप में प्रयोग किए गए हैं। इस सिस्टम के निर्माण के लिए मुख्यरूप से अष्टाध्यायी, सिद्धान्तकौमुदी, लघुसिद्धान्तकौमुदी, पाणिनीय धातुपाठ, कात्यायनकृत वार्तिकों को शोध सामग्री के रूप में चुना गया है। अष्टाध्यायी के नियमों को ही संगणकीय प्रारूप में विकसित किया गया है । यह सिस्टम नियम एवं उदाहरण आधारित विधि पर आधारित है। सबसे पहले धातुपाठ का एक डेटाबेस (Database) बनाया गया है। जिसमें लगभग 2000 से अधिक धातुओं को एक विशेष प्रारूप में रखा गया है। यह डेटाबेस धातु की पहचान करने में

सहायता करता है। जिसका प्रारूप तालिका संख्या 2 में देखा जा सकता है।

SR	Dhatu	Dhatu_Change
1	भू	भव
1	भू	भू
2	अत	अत
2	अत	आत
2	अत	अत्
3	चिती	चेत
3	चिती	चित्
4	श्च्युर्ति	श्च्युत्
4	श्चुर्ति	श्चोत
4	श्चुर्ति	श्चुत्
5	मन्थ	मन्थ
5	मन्थ	मथ्
6	कुथि	कुन्थ
6	कुथि	कुन्थ्

तालिका 2: धातुपाठ डेटाबेस का प्रारूप

जैसा कि बताया गया है यह सिस्टम तीन कार्य करता है। प्रथम किसी भी प्रदत्त रूप की पहचान, द्वितीय उसका विश्लेषण एवं तृतीय उसकी सम्पूर्ण रूपसिद्धि–प्रक्रिया। पहचान करने के लिए नियम एवं उदाहरण दो डेटासेट (Dataset) निर्मित किये गए हैं। विश्लेषण के लिये भी नियम एवं उदाहरण दो डेटासेट निर्मित किये गये हैं। इन्हें टेक्सट् फाइलों (Text Files) में रखा गया है। जिसका प्रारूप तालिका संख्या 3 में देखा जा सकता है।

SR	Start	Mid	End	Suffix
1		ि	तव्य	तव्यत्
2		ि	तव्य	तव्य
3			नीय	अनीर्य
4			णीय	अनीर्य
5			`य	यत्
6			व्य	यत्
7			त्य	क्यप्
8			य	क्यप्

तालिका 3: पहचान एवं विश्लेषण डेटाबेस

रूपसिद्धि में नियम डेटाबेस एवं अष्टाध्यायी सूत्रपाठ डेटाबेस का निर्माण एक विशिष्ट प्रारूप में किया गया है।

4. शोधप्रविधि, संगणकीय प्लेटफॉर्म एवं तकनीक (Methodology, Computational Platform and Technique)

4.1 प्रयुक्त शोधप्रविधि (Used Research Methodology)

सामान्य रूप से संस्कृत कृदन्तपदों के अभिज्ञान, विश्लेषण एवं रूपसिद्धि निर्माण के लिये पाणिनिकृत नियम एवं उदाहरण आधारित मिश्रित विधि का प्रयोग अभिज्ञान, विश्लेषण तथा रूपसिद्धि के लिये नियम बनाने के लिये किया गया है। जिसके अन्तर्गत पाणिनीय नियमों को संगणकीय प्रारूप में लिखा गया है। यह सिस्टम एक यूजर इंटरफेस (User Interface) के माध्यम से इन्पुट (Input) स्वीकार करता है। सबसे पहले प्रदत्त इन्पुट को प्रीप्रोसेस (Preprocess) किया जाता है। फिर इसकी पहचान एवं विश्लेषण नियम एवं उदाहरण डेटासेट के माध्यम से की जाती है। पहचान एवं विश्लेषण के उपरान्त एवं इसी के आधार पर नियम एवं उदाहरण डेटाबेस की सहायता से कृदन्तपद की सिद्धि निर्मित करता है। इसके उपरान्त ऑउटपुट (Output) जेनेरेट (Generate) किया जाता है और यूजर इंटरफेस पर प्रदर्शित किया जाता है। इस पूरी प्रक्रिया को चित्र संख्या 1 के माध्यम से समझा जा सकता है।

4.2 सिस्टम के संघटक (Components of the System)

यह सिस्टम मुख्य रूप में चार संघटकों का एक समूह है, जो कि निम्नलिखित हैं–

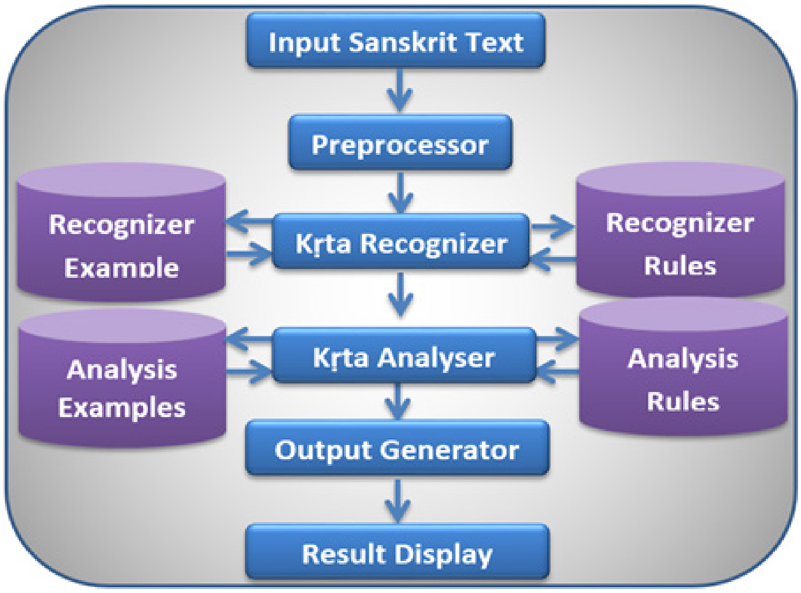


Figure 1: सिस्टम का फ्लोचार्ट (Flowchart of the system)

4.2.1 यूजर इन्टरफेस (User Interface)

यूजर (User) को एक यूजर इन्टरफेस में उपलब्ध टेक्स्ट बॉक्स (Text Box) में देवनागरी (Unicode) में इन्पुट प्रविष्ट करके सब्मिट बटन (Submit Button) पर क्लिक करने से प्रदत्त कृदन्तपद की पहचान, विश्लेषण एवं रूपसिद्धि प्रक्रिया प्राप्त होती है। इसी इन्टरफेस पर ही परिणाम ऑउटपुट के रूप में प्रयोक्ता को प्राप्त होता है।

4.2.2 कृदन्त पहचानकर्त्ता एवं विश्लेषक (Kṛdanta Recognizer and Analyzer)

यह संघटक प्रदत्त कृदन्तपद की पहचान एवं विश्लेषण करता है। इसके लिये यह नियम एवं उदाहरण दो प्रकार के डेटासेट की सहायता लेता है। पहचान एवं विश्लेषण के उपरान्त सिद्धि निर्मित करने के लिये अगले संघटक को भेज देता है।

4.2.3 कृदन्तसिद्धि निर्मापक (kṛdanta Siddhi Generator)

यह संघटक कृदन्तपद की सिद्धि पाणिनीय नियमों के अनुसार निर्मित करता है। यह सिद्धि निर्माण संगणकीय प्रारूप में प्रदत्त नियम डेटाबेस की सहायता से करता है। सम्पूर्ण सूत्र, इसका हिन्दी अनुवाद एवं व्याख्या तथा अन्य कार्यों के लिये अष्टाध्यायी सूत्रपाठ डेटाबेस की भी सहायता लेता है। सिद्धिप्रक्रिया निर्मित करने के बाद यह संघटक ऑउटपुट जेनेरेटर को भेजता है।

4.2.4 आउटपुट जेनरेटर (Output Generator)

यह संघटक प्राप्त अव्यवस्थित सिद्धि को एक टैबुलर फॉर्मेट में प्रस्तुत करता है। यह टेबल स्वत: (Automatically) निर्मित होता है। इस टेबल में दो कॉलम (Column) होते हैं और आवश्यकतानुसार पंक्तियाँ (Rows) होती है। फिर सभी सूचनाएं यूजर

इन्टरफेस पर परिणाम के रूप में प्रदर्शित कर दी जाती हैं।

4.3 संगणकीय प्लेटफॉर्म एवं तकनीक (Computational Platform and Techniques)

प्रस्तुत सिस्टम का इन्टरफेस एचटीएमएल (HTML) के साथ पाइथॉन सर्वर पेज (Python Server Pages: PSP) में विकसित किया गया है। पेज की फॉर्मेटिंग (formatting) के लिये जेएस (JavaScript) एवं सीएसएस (Cascading Style Sheets) का भी उपयोग किया गया है। प्रोग्रामिंग भाषा (Programming Language) के लिये पाइथॉन (Python) एवं डेटाबेस के लिये MySQL तथा टेक्स्ट फाइल का प्रयोग किया गया है। सर्वर (server) के लिये पाइथॉन सर्वर पेज फ्लास्क (Flask) का प्रयोग किया गया है।

5. परिणाम एवं परिचर्चा (Result - Discussion)

यूजर इंटरफेस की सहायता से यूनीकोड में कोई भी कृदन्तपद देवनागरी में टाइप (Type) कर रूपसिद्धि बटन पर क्लिक करने से उस कृदन्तपद की ससूत्र–रूपसिद्धिप्रक्रिया प्राप्त होती है। इसका प्रारूप Figure 2 में दिखाया गया है। यह रूपसिद्धि प्रक्रिया एक तालिका में प्राप्त होती है। जिसमें दो कॉलम एवं आवश्यकतानुसार पंक्तियाँ होती हैं। प्रथम कॉलम में सभी सूत्र उसके कार्यसहित प्रदर्शित होते हैं तथा दूसरे में प्रदत्त इन्पुट के मूल (धातु एवं प्रत्यय) में होने वाले परिवर्तन के बाद की स्थिति होती है। प्राप्त परिणाम में सभी सूत्र उसके हिन्दी अर्थ, अष्टाध्यायी क्रम संख्या एवं व्याख्या के साथ हाइपरलिंक्ड किए गए हैं। किसी भी सूत्र पर कर्सर ले जाने पर उस सूत्र का अर्थ एवं उस पर क्लिक करने से उनकी व्याख्या प्राप्त हो जाती है ।

कृदन्तरूप/पद = एधनीयम् पद पहचान = एध् भाव अनीर्य एकवचन Recgnition Code = एध्–भाव–अनीर्यन्व्–एकवचन	
प्रत्ययः सूत्र के अधिकार में	एध्
परश्च सूत्र के अधिकार में	एध्
धातोः सूत्र के अधिकार में	एध्
भावकर्मणोः सूत्र से भावार्थ की विवक्षा में	एध्
तव्यत्तव्यानीयरः सूत्र से अनीर्य प्रत्यय	एध्+अनीर्य
हलन्त्यम् सूत्र से उपदेश में अन्त्य हल् की इत्संज्ञा	एध्+अनीर्य
तस्य लोपः सूत्र से इत्सञ्ज्ञक वर्ण का लोप होने पर	एध्+अनीय
कृत्तद्धितसमासाश्च सूत्र द्वारा प्रातिपदिक सञ्ज्ञा	एधनीय
ङ्याप्प्रातिपदिकात् सूत्र के अधिकार में	एधनीय
स्वौजसमौट्छस्टाभ्याम्भिस्ङेभ्याम्भ्यस्ङसिभ्याम्भ्यस्ङसोसाम्ङ्योस्सुप् सूत्र से स्वादि 21 प्रत्यय	एधनीय+ सु३३.सुप्
भावे औत्सर्गिकमेकवचनम् परिभाषा के आधार पर प्रथमा एकवचन	एधनीय+सु
अतोऽम् सूत्र से सु को अमादेश	एधनीय+अम्
अमि पूर्वः सूत्र से पूर्वरुपैकादेश	एधनीयम्

Figure 2: परिणाम का प्रारूप

इस सिस्टम के माध्यम से कोई भी छात्र स्वाध्याय में एवं शिक्षक आसानी से अपने शिक्षण में सहायता प्राप्त कर सकेगें। इस सिस्टम को बहुत ही यूजर सहायक (User Friendly) बनाया गया है। जिससे इसका प्रयोग करना बहुत ही आसान हो गया है। परिणाम देवनागरी लिपि में UTF–8 प्रारूप में पूर्ण विवरण के साथ प्राप्त होता है।

6. ऑनलाइन ससूत्रक्रियारूपसिद्धि की विशेषता (Features of Online Derivational Process Generator System)

6.1 यूजर फ्रैण्डली (User Friendly)

यह सिस्टम सामान्य यूजर को दृष्टि में रख कर निर्मित किया गया है। यूजर को कृदन्तपदरूप के धातु, प्रत्यय, अर्थ, पद, वचन आदि के ज्ञान की आवश्यकता नहीं है। यूजर को यूजर इन्टरफ़ेस में केवल कोई कृदन्तपद देवनागरी यूनीकोड में प्रदान करना होता है। अन्य किसी भी सूचना की कोई आवश्यकता नहीं होगी। बाकि सभी कार्य जैसे पहचान, विश्लेषण एवं सिद्धि निर्माण का कार्य सिस्टम अपने आप करता है। इसलिये इसे हम प्रबुद्ध सिस्टम कह सकते हैं। जिसका निर्माण एक सामान्य विद्यार्थी की समस्याओं को ध्यान में रख कर किया गया है।

6.2 स्वतः ऑटोमैटिक पहचान (Automatic Recognition)

किसी भी पद की पहचान करना एक कठिन कार्य होता है। सामान्य विद्यार्थी के लिये यह कार्य बहुत ही कठिन माना जाता है। यदि किसी पद की पहचान ठीक से नहीं होती है तो उसकी सिद्धि भी सही नहीं होगी। अतः सही–सही पहचान करना अत्यावश्यक है, जिससे सिद्धि निर्माण में सहायता प्राप्त हो। प्रस्तुत सिस्टम कृदन्तपदरूप में प्रयुक्त धातु, प्रत्यय, अर्थ, वचन आदि की स्वतः पहचान (Automatic Recognition) करता है। जिससे यूजर को इनका ध्यान रखने की जरूरत नहीं होती है। पहचान के माध्यम से ही अर्थ निर्धारण होता है। इसी पहचान के आधार किसी कृदन्तपद का क्या अर्थ होगा यह निश्चित होता है।

6.3 पूर्ण सूचना के साथ विश्लेषण (Full Analysis with Complete Description)

यह तन्त्र प्रविष्ट कृदन्तपद का विश्लेषक अर्थात् संपूर्ण सूचना प्रदायक होगा। इन सूचनाओं में मूल धातु, धातु का अर्थ, पद, प्रत्यय, सेट/ अनिट्/ वेट् आदि की सूचनाएं शामिल हैं, जो प्रयोक्ता को प्राप्त होगीं। किसी मशीनी अनुवाद में यह सिस्टम एक महती भूमिका निभा सकता है।

6.4 सम्पूर्ण सूत्रों के साथ सिद्धिप्रक्रिया (Derivational Process with Complete Rules)

उल्लिखित सिस्टम विश्लेषित कृदन्तपद का वैयाकरणसिद्धान्तकौमुदी के आधार पर रूपसिद्धि में प्रयुक्त सम्पूर्ण सूत्रों, वार्तिकों एवं परिभाषाओं सहित सिद्धिप्रक्रिया प्रदर्शित करता है। अतः शिक्षण में अधिक उपयोगी है।

6.5 स्व–अध्ययन एवं अध्यापन के लिये सहायक (Assistance for Self Learning and Teaching)

इस सिस्टम के माध्यम से छात्र स्व–अध्ययन कर कृदन्तपद की रूपसिद्धि सीख सकते हैं और शिक्षक कृदन्तपद की रूपसिद्धिप्रक्रिया कक्षा में छात्रों को सिखा सकते हैं। क्योंकि इस सिस्टम के द्वारा प्रदर्शित रूपसिद्धिप्रक्रिया में प्रयुक्त सभी सूत्र/ वार्तिक हाइपरलिंक्ड होते हैं। जिन पर कर्सर ले जाने पर उनका अर्थ प्रकट हो जाता है और सूत्र पर क्लिक करने से सम्बन्धित सूत्र/वार्तिक की सम्पूर्ण व्याख्या एक नई विण्डो (window) पर उपलब्ध हो जाती है। जबकि पुस्तक के माध्यम से पठन–पाठन में किसी एक सिद्धि में आगत सूत्र का उसी प्रसंग में अर्थ एवं व्याख्या देखी जा सकती है। पुस्तक के माध्यम से एक ही रूपसिद्धि देखने या सीखने में काफ़ी समय लग जाता है जबकि इस सिस्टम की सहायता से सैंकडों रूपसिद्धियों का कुछ ही क्षणों में स्वाध्याय किया जा सकता है। यह सिस्टम पुस्तक के उपयोग को बहुत सीमित कर सकता है। प्रस्तुत सिस्टम अध्ययन एवं अध्यापन के कक्षा आदि सीमित वातावरण को सार्वभौम वातावरण में परिवर्तित कर सकता है क्योंकि यह 24x7 हर जगह प्रयोगार्थ ऑनलाइन उपलब्ध होगा।

7. शोध की भावी सम्भावनाएं (Future Directions of the Research)

यह ऑनलाइन तन्त्र कृदन्तप्रकरण के सूत्रों से प्रयुक्त प्रत्ययों से निष्पन्न पदों के लिये बनाया जा रहा है। इसके आधार पर अन्य प्रकरणों जैसे तिङन्त, णिजन्त, यङन्त, सनाद्यन्त, समास, सन्धि, तद्धित आदि के लिये तन्त्र का विकास किया जा सकता है जो कि बहुत ही महत्त्वपूर्ण होगा। अभी यह सिस्टम केवल हिन्दी माध्यम में बनाया गया है। कालान्तर में इसे अन्य भाषा माध्यमों जैसे संस्कृत, अंग्रेजी, बांग्ला, तमिल, तेलगू, रोमन आदि लिपियों में भी इन्पुट/ऑउटपुट के लिये विकसित किया जा सकता है। साथ ही साथ इन सभी भाषाओं के लिये भी लिये विकसित किया जा सकता है।

हिन्दी भाषा में प्रयुक्त अंग्रेज़ी तकनीकी शब्दों की तालिका

SR	Technical Terms	Hindi Equivalent
1	Automatic Recognition	स्वतः पहचान
2	Computational Linguistics	संगणकीय भाषाविज्ञान
3	Computational Tools	सङ्गणकीय टूल्स
4	CSS (Cascading Style Sheets)	सीएसएस
5	Derivational Process	ससूत्ररूपसिद्धिप्रक्रिया
6	Example Based	उदाहरण आधारित
7	HTML (Hyper Text Markup Language)	एचटीएमएल
8	IAST (International Alphabet of Sanskrit Transliteration)	आईएएसटी
9	JS (Java Script)	जेएस
10	Nominal Inflections	तिङन्त
11	Programming Language	प्रोग्रामिंग भाषा
12	Rule Based	नियम आधारित
13	Subant Analyzer	सुबन्त विश्लेषक
14	Verbal inflections	सुबन्त
15	Word Derivational Process	शब्दनिर्माण प्रक्रिया

सन्दर्भ (References)

1. Agrawal, Muktanand. Computational identification and analysis of Sanskrit verb-forms of bhvaadigana. M.Phil. Diss. Special Centre for Sanskrit Studies, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, 2007.
2. Chandra, Subhash, Kumar, Vivek, Sakshi and Kumar Bhupendra. "Innovative Teaching and Learning of Sanskrit Grammar through SWAGATAM (स्वगतम)". Language in India, Volume 17:1, pp.378-391, 2017.
3. Chandra, Subhash. "Automatic Nominal Morphological Recognizer and Analyzer for Sanskrit: Method and Implementation". Language in India, Volume-10: 2, 2010.
4. Jha, Girish Nath, Agrawal, Muktanand, Chandra, Subhash, Mishra, Sushir Kumar, Mishra, Diwakar, Bhadra, Manji and Singh, Surjeet Kumar. "Inflectional Morphology Analyzer for Sanskrit" in Sanskrit Computational Linguistics Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, pp. 219-238, 2009.
5. Kulkarni, Amba and Shukl, Devanand. "Sanskrit morphological analyser: Some issues." Indian Linguistics 70, No. 1-4, pp.-169-177, 2009.
6. Murali, N., Ramasree, RJ. "Kridanta Analyzer". In proceedings of Annual International Conference on Emerging Research Areas. Organized by Amal Jyothi College of Engineering, Kerala. pp. 63-66, 2011.
7. Murali, N., Ramasreee, RJ and Acharyulu, K.V.R.K. "Kridanta Analysis for Sanskrit." International Journal on Natural Language Computing 3, No. 3, pp. 33-49, 2014.
8. Singh, Arun Kumar, Dave, Sushant, Prathosh, A. P., Lall, Brejesh and Mehta, Shresth. "A Benchmark Corpus and Neural Approach for Sanskrit Derivative Nouns Analysis." arXiv preprint arXiv:2010.12937, 2020.
9. Singh, Surjeet Kumar and Jha, Girish Nath. Primary Derivational process in Sanskrit: A Computational Approach to Analysis of Kridanta. LAP Lambert Academic Publishing, 2011.
10. Singh, Surjeet Kumar. Kridanta recognition and processing for Sanskrit. M.Phil. Diss. School for Sanskrit and Indic Studies, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, 2008.

पारिभाषिक शब्दावली के निर्माण के सिद्धान्त

डॉ. रघुवीर

(डॉ. शशिबाला (drshashibala56@gmail.com), डीन, भारतीय विद्या भवन, दिल्ली के सौजन्य से प्राप्त डॉ. रघुवीर के लेखों के आधार पर संक्षिप्त लेख)

स्वतन्त्र भारत में शब्द–निर्माण की समस्या

भारत बहुभाषिक देश है। देवनागरी लिपि में हिन्दी को राजभाषा बनाया गया। हिन्दी एक सरल, लचीली एवं प्रगतिशील भाषा है जिसे भारतवर्ष में अधिकतम लोग समझते हैं। लेखक और विषय वस्तु के अनुरूप इसका समवेशी स्वरूप मुखरित होता है। बोलियों, संस्कृत, इंग्लिश, उर्दू के यथोचित शब्द भाषा सुष्ठु बनाते हैं। अब तक शब्द निर्माण साहित्यिक दृष्टि से हुआ। स्वतंत्र भारत में साहित्येतर क्षेत्र में भी शब्द निर्माण आवश्यक है। इस विषय पर कई विद्वानों ने सैद्धान्तिक विचार रखे। 1961 में प्रोफ. डी. एस. कोठारी जी की अध्यक्षता में वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग (CSTT) का गठन हुआ।

आचार्य रघुवीर ने 1965 में प्रकाशित लेखों में हिन्दी पारिभाषिक शब्दावली को भारतीय पारिभाषिक शब्दावली नाम दिया है क्योंकि वह अधिकांश अन्य भारतीय भाषाओं में भी प्रयुक्त हो सकती है। जितने अधिक शब्दों का प्रयोग किसी भाषा में होगा वह उतनी ही समृद्ध समझी जाएगी। अंग्रेजी को अपनी इस विशेषता के कारण संसार की भाषाओं में महत्वपूर्ण स्थान प्राप्त है। विभिन्न शब्द, अर्थ और भाव–व्यंजना के सूचक हैं।

आचार्य रघुवीर जी के अनुसार भाषा एक महान् समुद्र के समान है। इस समुद्र की तह में पैठने वालों को शब्द–रत्नों की प्राप्ति हो सकती है। संसार सतत ज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में प्रगति करता है और उस के साथ उसे उन विषयों पर नवीन साहित्य के सृजन हेतु नये–नए शब्दों की आवश्यकता होती है। नव–निर्मित शब्द उस आवश्यकता को पूर्ण करते हैं।

स्वतन्त्र भारत के निवासियों के लिए बहुत काल पश्चात् आज अवसर आया है कि वे स्वतन्त्र रूप से अपने ज्ञान और साहित्य के संवर्धन हेतु प्रयत्न करने की चेष्टा करें। यही समय भाषा के क्षेत्र में अधिक से अधिक खोज का है। अपनी भाषाओं को समृद्ध करने हेतु इस समय सजग और सतर्क रहने की बड़ी आवश्यकता है ताकि हम अपनी पुरातन संस्कृति के अनुरूप नए शब्दों का निर्माण कर सकें। यहां यह स्मरण रखने की बात है कि किसी भी भाषा के प्रयोग करने वाले उसके कुछ सहस्र शब्दों का ही प्रयोग सामान्य रूप से करते हैं, पर उसी के विशिष्ट प्रयोग करने वाले लोग लाखों शब्दों का व्यवहार करते हैं। जितने अधिक शब्दों का प्रयोग किसी भाषा में होता है वह उतनी ही समृद्ध समझी जाती है। अंग्रेजी को अपनी इस विशेषता के कारण संसार की भाषाओं में महत्वपूर्ण स्थान प्राप्त है। विभिन्न शब्द अर्थ और भाव–व्यंजना के सूचक हैं।

प्रत्येक भाषा में रूढ़ि, यौगिक और योगरूढ़ि – तीन प्रकार के शब्द होते हैं। रूढि शब्द क्लिष्ट और अन्य दो सरल होते हैं। लोगों द्वारा प्रयोग के कारण भाषा के कुछ शब्द परिचित और कुछ अपरिचित हो जाते हैं। परिचित शब्दों के प्रयोग को हम सरल तथा दूसरे शब्दों को क्लिष्ट मानते हैं। यह ध्यान रखने की बात है कि साधारण लेखकों के परिचित शब्दों की संख्या पांच सहस्त्र से अधिक नहीं होती। यदि हम अपरिचित शब्दों को क्लिष्ट समझ कर त्याज्य मान लेगें तो परिचित (सरल) शब्दों की संख्या बढ़ने के स्थान पर घटेगी ही। इस मनोवृत्ति का परिणाम होगा कि भाषा की संवर्धन–शक्ति विनष्ट हो जाएगी और वह हमारे बढ़ते हुए ज्ञान

को व्यक्त करने में सर्वथा अयोग्य रहेगी। सरल शब्दों के ज्ञान के आधार पर हम अपने को किसी भाषा का पण्डित समझ बैठते हैं और अपरिचित शब्द का प्रयोग हमारे पाण्डित्य को ठेस पहुंचाता है। आजकल यह मनोवृत्ति हिन्दी–भाषियों में अधिक बलवती हो रही है। बड़े दुःख के साथ यहां यह इंगित करना पड़ता है कि जब अंग्रेजी भाषा में प्रयुक्त नवीन–नवीन शब्दों को हम देखते हैं तब हम यह कहते सुनाई नहीं देते कि अमुक प्रयोग इस प्रकार क्यों किया गया है। उस समय तो हम तुरन्त अंग्रेजी के अच्छे–से–अच्छे कोष के पन्ने उलटने में ही अपना गौरव मानते हैं। हमको यह मनोवृत्ति छोड़नी होगी, क्योंकि अब तक जिन शब्दों का हमने निर्माण और गठन किया वे अधिकांश काव्य निर्माण की दृष्टि से ही थे पर अब स्वतन्त्रता के पश्चात् हिन्दी भाषा को राष्ट्रभाषा की गरिमा के अनुरूप ही अगाध शब्द–भण्डार का स्रोत अपने अन्दर से खोज निकालना पड़ेगा। पारिभाषिक शब्दों के निर्माण हेतु संस्कृत भाषा में अनुपम क्षमता है।

नवीन शैली –

नवीन शब्दों के अनुसार ही हमें नवीन रचना शैली से भी नहीं चौंकना चाहिए। यह सब ही जानते हैं कि अब तक हिन्दी की वाक्यरचना शैली सरलता की ओर ही थी। हमारे यहां छोटे–छोटे वाक्यों का प्रयोग ही सर्वमान्य रहा है। अब तक शैली का प्राधान्य था और विषय गौण। भविष्य में विषय को प्रधानता देनी होगी न कि शैली को। विभिन्न विषयों की जटिलता और उनकी विशिष्ट परम्परा के कारण हिन्दी में भी हमें लम्बे–लम्बे वाक्यों का प्रयोग करना होगा। हमारे लिए मिश्रित वाक्य में विशेषण तथा क्रियाविशेषण वाक्यांशों का प्रयोग विषय की विशिष्टता के कारण अनिवार्य हो जाएगा।

भारत की प्रान्तीय भाषाओं में जब विशिष्ट शब्दों का व्यवहार किया जाता है तब संस्कृत के शब्द–अनुपात की मात्रा बंगला, उड़िया, असमिया, हिन्दी, गुजराती, मराठी में 80–90 प्रतिशत, दूसरे वर्ग तमिल में 50–60 प्रतिशत तथा तीसरे वर्ग मलयालम (शिष्टभाषा), कन्नड, तेलुगु में 90 प्रतिशत तक हो जाती है।

इससे स्पष्ट है कि भारत की समस्त भाषाओं, उर्दू को छोड़ कर, का शब्द–भण्डार संस्कृत के आधार पर ही है। अतः हमें हिन्दी को देशव्यापी और सर्वमान्य बनाने के लिए संस्कृत का ही आश्रय लेना होगा, तब ही वह राष्ट्रभाषा के पद की गरिमा को निभा सकेगी अन्यथा नहीं। संसार के लिए यह कितने आश्चर्य की बात होगी कि ब्रह्मदेश, स्याम और लंका तो अपनी भाषा की समृद्धि के लिए संस्कृत को आधार बनाना चाहें पर उसकी बड़ी पुत्री हिन्दी ही बलात् अपने को संस्कृत माता से वचिंत रहने का अश्रेयस्कर प्रयास करे।

सर्वमान्यता का प्रश्न

अन्य भाषाओं की भांति भारत की विभिन्न भाषाओं के भी दो रूप साथ–साथ चलते हैं– एक जनसाधारण में और दूसरा साहित्य–निर्माण में प्रयुक्त होने वाला। ज्ञान–विज्ञान तथा वैधानिक साहित्य का निर्माण सदैव समस्त भाषाओं में विशिष्ट शब्दों के आधार पर ही होता है। अब, जब हम अपने संविधान के अनुवाद को सर्वमान्यता दिलाने का प्रयास कर रहे हैं तब हमें अनिवार्य रूप से संस्कृत के तत्सम शब्दों का ही प्रयोग करना समीचीन जान पड़ेगा, क्योंकि देश की विभिन्न भाषाओं के साहित्य में उन शब्दों का प्रयोग सद्य से होता रहा है। यहां हम यह स्पष्ट कर देना चाहते है कि चालू हिन्दी में हेरफेर करने का हमारा लक्ष्य नहीं। हमें तो एक ऐसे विशिष्ट साहित्य का रूप स्थिर करना है जो सदैव समस्त भाषाओं में विशेष ही रहा है। उस साहित्य को जन–साधारण तक पहुंचाने के लिए हमें टीका और व्याख्या करने का अलग से प्रयास करना होगा, जिसके अनेक रूप होंगे। जिस कोटि और क्षेत्र के लोगों को हमें समझाने की आवश्यकता होगी उसके अनुरूप ही हमें वैसा साधारण साहित्य निर्माण कर प्रचारित करना होगा। उस जन–साहित्य की भाषा का रूप थोड़ा भिन्न और शब्द–भण्डार भी कम ही

होगा। अतः यह परमावश्यक है कि संस्कृत तत्सम शब्दों से विज्ञदेश की विभिन्न भाषाओं के विद्वानों की मान्यता प्राप्त करने के लिए हम राष्ट्रभाषा हिन्दी के विशिष्ट साहित्य में भी संस्कृत तत्सम शब्दों और सामान्य नियमों का अधिक से अधिक प्रयोग करें।।

भारतीय पारिभाषिक शब्दावली के निर्माण के सिद्धान्त

डॉ रघुवीर ने लिखा है – "हिन्दी पारिभाषिक शब्दावली अधिकांश अन्य भारतीय भाषाओं में भी प्रयुक्त हो सकती है और होगी भी, इसलिए इसको भारतीय नाम से अभिहित करना तथ्य से बहुत दूर नहीं। पिछले 23 वर्षों के कार्य में जिन सिद्धान्तों को हमने नियमित रूप से अपने कार्य का आधार बनाया है उन्हीं का आज हम प्रतिपादन करेंगे।"

पहला सिद्धान्त –

एक शब्द एक ही मुख्य अर्थ का वाही हो अथवा यूं कहें कि प्रत्येक मुख्य अर्थ के लिए एक पृथक् शब्द हो।

दूसरा सिद्धान्त –

प्रत्येक शब्द अन्वर्थ अर्थात् अर्थानुगामी हो। अन्वर्थता हमारी शब्दावली का प्राण है। यथासंभव मुख्य लक्षण अथवा विभेदक गुण के आधार पर शब्द बनाए गए हैं।

तीसरा सिद्धान्त –

असमस्त पद का परिमाण चार अक्षरों से अधिक न हो। जैसे phosphorus के लिए भास्वर। भास्वर में तीन अक्षर है। यदि रोमन लिपि में लिखे हुए अंग्रेजी शब्दों और देवनागरी में लिखे हुए भारतीय पर्यायों पर आप दृष्टिपात करेंगे तो आप पाएंगे कि सामान्यतया भारतीय शब्द थोड़ा स्थान लेते है।

चौथा सिद्धान्त –

जब अंग्रेजी शब्द के एक अथवा अनेक संक्षेप तथा प्रतीक विद्यमान हों तो भारतीय शब्द के भी प्रतीक और संक्षेप एक अथवा अनेक (जैसी भी आवश्यकता हो) होने चाहिए। गणित, रसायन और अन्य विज्ञानों में प्रतीकों और संक्षेपों की पदे–पदे आवश्यकता पड़ती है। इन्हीं की सहायता से सूत्रों (formulae) का निर्माण होता है। रसायन में 92 तत्त्व हैं। इनमें प्रत्येक का प्रतीक आवश्यक है। प्रत्येक प्रतीक विभिन्न होना चाहिए। प्रतीक–निर्माण की सामान्य पद्धति शब्द के आदि अक्षर का प्रयोग है। इसलिए प्रत्येक रसायनिक तत्त्व का प्रारम्भिक अक्षर (syllabe) विभिन्न रखा गया है। यह सम्भावना केवल हमारी भाषा और लिपि में है। अंग्रेजी में तो वर्णमाला के केवल 26 अक्षर है। उनकी लिपि का लेखन–एकक (graphic unit) एक वर्ण है न कि अक्षर (syllable)।

पांचवां सिद्धान्त –

अंग्रेजी के असमस्त पदों का अनुवाद असमस्त पदों से ही किया जाए। समासों अथवा वाक्यों से नहीं। यह नियम बहुत महत्व का है। इसका पालन न करके कुछ लोगों ने जनता के लिए उपहास की अच्छी सामग्री उपस्थित की है। जैसे signal के लिये अग्निरथ–गमन–आगमन–सूचक–लोहा पट्टिका। यह व्याख्या है, शब्द नहीं। इसका अनुवाद तो संकेत है। व्याख्यात्मक अनुवाद नये शब्द को अपरिचित व्यक्ति के समझाने के लिए उपयुक्त हो सकते है किन्तु प्रयोग के लिए वे सर्वथा अनुपयुक्त है। इनको अनुपयुक्त समझाने के लिए हम इनसे व्युत्पन्न शब्दों की ओर आपका ध्यान दिलाते हैं, यदि signal का अनुवाद अग्निरथ–गमन–आगमन–सूचक–लोह–पट्टिका मान लिया जाए तो signaling, signalman आदि का अनुवाद और भी लम्बा और भद्दा हो जाएगा और जब ये शब्द वाक्य में प्रयोग करने होंगे तो उस वाक्य की रचना किस प्रकार से होगी, यह अनुमान करना ही व्याकुलता उत्पन्न कर देता है। अंग्रेजी के एक शब्द का अनुवाद हिन्दी के एक शब्द से ही होना चाहिए– इस सिद्धान्त का जब भी उल्लंघन किया जाएगा तभी कष्ट होने की संभावना रहेगी।

छठा सिद्धान्त –

यथाशक्य उपसर्गों का अनुवाद उपसर्गों से तथा

प्रत्ययों का प्रत्ययों से करना चाहिए। उदाहरण के लिए peri के लिए परि। perimeter परिमाप। sub के लिए अनु। sub-genus अनु–प्रजाति। con के लिए सं। condense संघनन। ab के लिए अप। ab-rade अप–घर्षण। anti के लिए प्रति। antimere = प्रति–खण्ड। eu के लिए सु। eu-pepsia सुपचन। कले के लिए दुस्। dyspnea दुश्श्वसन, इत्यादि।

अब प्रत्ययों को लीजिए –

phosph से ate, ated, atic, atithi, ation, ide, in, onic आदि अनेक प्रत्यय एक–एक दो–दो करके लगाए जाते हैं। phosph का अनुवाद भास्व, ate का ईय, phosphate भास्वीय, phosphated भास्वीयित, phosphatic भास्वीयिक, phosphatide भास्वीयेय, phosphation भास्वीयन, phosphide भास्वेय, phosphin भास्वि, phosphatic भास्वियिक, phosphonic भास्वियिक, इत्यादि।

सातवां सिद्धान्त –

जब अंग्रेजी शब्द समस्त हो तो इसका विश्लेषण करके सार्थक अंगों का अलग–अलग अनुवाद करके उनके सहयोग से हिन्दी के शब्द का निर्माण किया जाए। जैसे– centrifugal केन्द्रापग, केन्द्र से अपगमन करने वाला, centri केन्द्र, fugal अपग। centri petal केन्द्राभिग, केन्द्र की ओर अभिगमन करने वाला। tetramerous चतुरवयव, tetr चर्तु merous अवयव। Xanthophyll पर्णपीत, Xantho पीत, Phyll पर्ण।

आठवां सिद्धान्त –

यदि एक शब्द से अंग्रेजी में अनेक शब्दों की प्राप्ति होती हो तो उन सब व्युत्पन्न शब्दों की व्यवस्था होनी चाहिए। शब्द विकास की दृष्टि से इस सिद्धान्त का पालन नितान्त आवश्यक है। जैसे–

Law	विधि
lawful	विधिवत्
Lawless	विधिहीन
Lawlessness	विधिहीनता
legal	वैध
illegal	अवैध
legislation	विधान
legislative	विधायी
legislator	विधायक
legislatable	विधेय
illegislatable	अविधेय

नवां सिद्धान्त –

शब्दों का अकेले–अकेले अनुवाद नहीं किया जाना चाहिए। पहले शब्द के सम्बन्धी पदों का संग्रह किया जाना चाहिए, फिर उनके समासों का। सम्बन्धी शब्दों में व्याकरण अथवा अर्थों द्वारा स्थापित दोनों प्रकार के सम्बन्धों का सन्निवेश है। व्याकरण–सम्बन्ध का उदाहरण–

1. Aurum स्वर्ण, auric स्वर्णिक, aurous स्वर्णय।
2. Absorb प्रचूषण, absorbancy प्रचूषत्व, absorbed प्रचूषित, absorber प्रचूषक, absorptive प्रचूषी
3. Acid अम्ल, acidic अम्लिक, acidiant अम्लकर, acidification अम्लन, acidifier अम्लक।

अब अर्थ द्वारा सम्बद्ध कुछ शब्दों को लीजिए–

1. adductor muscle उपचालक पेशी, abductor muscle अपचालक पेशी।
2. afferent अभिवाही, efferent अपवाही।
3. superintendent अधीक्षक, Inspector निरीक्षक।
4. Motion प्रस्ताव, resolution संकल्प, bill विधेयक, act अधिनियम।
5. revolution क्रान्ति, mutiny सैन्यद्रोह, rebellion विद्रोह।

6. right अधिकार, authority प्राधिकार, prerogative परमाधिकार, privilege विशेषधिकार।

समासों की संख्या तो कभी–कभी सैकड़ों और सहस्रों तक पहुंचती है।

दसवां सिद्धान्त –

नए विचारों के लिए नए प्रत्ययों का निर्माण। इन प्रत्ययों का आविष्कार कल्पना के आधार पर नहीं किया जाता किन्तु वास्तविक शब्दों के संक्षेपों को प्रत्यय के रूप में प्रयोग किया जाता है। यह पद्धति संसार की अन्य भाषाओं में भी विद्यमान है। अंग्रेजी में तो इसका प्रतिदिन अधिकाधिक प्रयोग हो रहा है। aurum, ferrum, argentum आदि के अन्तिम भाग um को रसायनशास्त्र में धातुवाची तत्त्वों के द्योतन करने के लिए प्रत्यय के रूप में प्रयोग किया गया है, जैसे alumen अर्थात् फिटकरी से um प्रत्यय लगाकर aluminium रसायनिक तत्त्व का नाम रखा गया है। इन नए प्रत्ययों की संख्या बहुत थोड़ी है। नितान्त आवश्यकता पड़ने पर हमने इस पद्धति का प्रयोग किया है। इन रसायनिक धातुवाची तत्त्व–नामों के लिए स्वयं धातु शब्द का अन्त्य भाग धातु प्रयोग किया है। alumen का अनुवाद स्फटी, अर्थात् फिटकरी। के आगे धातु प्रत्यय लगाने पर सफट धातु शब्द प्राप्त होता है।

ग्यारहवां सिद्धान्त –

जो विचार और पदार्थ प्राचीन समय से हमारी भाषाओं में चले आए हैं, उनका अन्वेषण करना हमारा पहिला कर्त्तव्य है। नए शब्द बनाने के स्थान में प्राचीन शब्दों का प्रयोग अधिक उपकारी है। भारत का प्राचीन साहित्य संस्कृत, पाली और प्राकृत में निहित है। इस साहित्य की विशालता, विभिन्नता और गम्भीरता का अनुमान करना सरल नहीं। इनके अतिरिक्त उत्तर और दक्षिण को आधुनिक भाषाओं में भी अच्छा साहित्य विद्यमान है। इनके शब्दों का निरीक्षण करना हमारे लिए लाभकारी सिद्ध हुआ है। यह कार्य समय और परिश्रम की दृष्टि से अनन्त व्ययसाध्य है किन्तु अपरिहार्य है।

बारहवां सिद्धान्त –

पारिभाषिक शब्द ऐसे होने चाहिए जो केवल हिन्दी में ही नहीं किन्तु भारतवर्ष की अन्य भाषाओं में भी प्रयोग किए जा सकें।

हमारा सौभाग्य है कि प्राचीनकाल से परिभाषिक शब्दावली के क्षेत्र में उत्तर, दक्षिण, पूर्व, पश्चिम सर्वत्र भारतवर्ष में समानता और एकरूपता रही है। आयुर्वेद के कारण पौधों के नाम, औषधों और रोगों के नाम, लंका से नेपाल तक विद्वानों में एक ही समान है। ज्योतिष, दर्शन, पुराण, रामायण, महाभारत, समस्त भारत की सम्पत्ति हैं। वैष्णव, शैव, शाक्त, तन्त्र, काव्य, हमारे अनन्य सखा हैं। यदि हम भारतीय भाषाओं के शब्दकोषों पर दृष्टि डालें तो मलयालम, बंगला, असमिया और उड़िया में 80 प्रतिशत शब्द संस्कृत के दिखाई पड़ते हैं। कन्नड़ तेलुगु और हिन्दी में भी संस्कृत शब्द संख्या 80 प्रतिशत है। इसी प्रकार गुजराती और मराठी में। मद्रास विश्वविद्यालय द्वारा प्रकाशित् बृहत् तमिल कोश के सात भागों में संस्कृत के 40,000 शब्द विद्यमान हैं।

उत्तर की भाषाएं संस्कृत की पुत्रियां है। इसलिए उनके जो बहुत से सामान्य शब्द भी संस्कृत से आए हुए हैं उनको तद्भव कहते हैं। जैसे करना, जाना, खेलना, हंसना, देना, पाना आदि –करण, यान, क्रीडन, हसन, दान, प्रापण, आदि से बने हैं। सामान्य जन–भाषा में इन्हीं शब्दों का अधिक प्रयोग होता है। किन्तु जिस समय पारिभाषिक विषयों का अध्ययन होता है उस समय शुद्ध संस्कृत अथवा तत्सम शब्दों का प्रयोग होता है। पाठशाला में प्रवेश करते ही बालक वर्णमाला, स्वर, व्यंजन, कण्ठ्य, तालव्य, संयुक्त, वर्ण, भूगोल, गणित, इतिहास, त्रिकोण, चतुष्कोण, षट्कोण इत्यादि तत्सम शब्दों को सीखना आरम्भ करता है। विद्यार्थी जितना ऊंचा जाएगा उसको उतने ही अधिक तत्सम शब्द मिलते जाएंगे। कविता, निबन्ध, समालोचना, शिल्प, कला

आदि के क्षेत्रों में भी उत्तरोत्तर तत्सम शब्दों की वृद्धि होती जाती है।

अब दक्षिणी भाषाओं की ओर चलें। इनमें तद्भव शब्दों की संख्या उत्तर की अपेक्षा थोड़ी है किन्तु शब्दों की प्रचुरता में विशेष भेद नहीं। मलयालम में तो संस्कृत के केवल शब्दों का ही नहीं अपितु लम्बे–लम्बे समासों का भी प्रयोग होता है।

हमारा क्षेत्र पारिभाषिक है। इसमें हम यदि ऐसे शब्द लें जो उत्तर और दक्षिण दोनों में प्रयोग हो सकें तो अनायास ही तत्सम शब्द सामने आते है। इन्हीं के आधार पर हमारी पारिभाषिक शब्दावली एक बन सकती है।

तेरहवां सिद्धान्त –

पारिभाषिक शब्दकोष सामान्य शब्दकोष का सहायक और पूरक है। पारिभाषिक शब्द सामान्य जन–शब्दों के प्रयोग में बाधक नहीं होते। सामान्य जनता अपने सामान्य कार्यों को करने के लिए कोष का प्रयोग नहीं करती और न करेंगे। यह बात प्रत्येक विद्वान् के मन में अंकित कर देना चाहिए। यह सच है कि विद्वानों के शब्द धीरे–धीरे जनता में फैलते हैं और जनता के शब्द विद्वानों में आते हैं तथापि दोनों में संघर्ष हो, ऐसी बात नहीं।

पश्चिमी भाषाओं की अपेक्षा हिन्दी डेढ़ सौ वर्ष पीछे है। इस अवधि में पश्चिमी भाषाओं ने छः सौ वैज्ञानिक विषयों की रचना की और उनके लिए लाखों शब्दों का निर्माण किया। इनका स्रोत लैटिन और ग्रीक भाषाएं हैं।

नए विषयों के लिए हमको भी नए शब्दों के निर्माण की आवश्यकता है। हमारे नए शब्द पूर्व–परिचित साहित्यिक उपसर्गों, धातुओं और प्रत्ययों से बने हुए होने के कारण सरल और व्याख्यागम्य होंगे। हमारी जनता को वैज्ञानिक अध्ययन के लिए विदेशी भाषाएं पढ़ने की आवश्यकता न रहेगी। हमारे बालकों के बहुमूल्य जीवन–काल के 5,7 वर्ष बच जाएंगे। Monocotyledonous के स्थान में एकबीजपत्र, Opuntia के स्थान में नागफण, orology के स्थान में पर्वत–विज्ञान विषय समझने के लिए कहीं अधिक सरल और सहायक है। अंग्रेजी शब्दावली कभी भी हमारी शिक्षा का माध्यम नहीं बन सकती।

विदेशी भाषाओं का अध्ययन केवल अन्वेषण ाकर्ताओं के लिए अनिवार्य होगा। जो समय इस प्रकार बचेगा वह ज्ञान और विज्ञान के उपार्जन में लग सकेगा। ऊंचे से ऊंचे विचार तथा आविष्कार हिन्दी जानने वाली जनता तक पहुंच सकेंगे।

आचार्य जी अंत में लिखते हैं कि जो सिद्धान्त हमने ऊपर दर्शाए हैं उनका एकमात्र प्रयोजन यह है कि प्रत्येक विदेशी शब्द के लिए भारतीय शब्द का निर्माण हो सके और उनके द्वारा हम विज्ञान को शीघ्रातिशीघ्र पूर्णरूपेण आत्मसात् कर सकें।

....

महात्मा गांधी कहते थे "जन-भाषा में शिक्षा से ही संभव है समुन्नति"

महात्मा गांधी ने 1909 में '**हिन्द स्वराज**' पुस्तक में भावी भारतीय राष्ट्र के स्वरूप की प्रस्तुति में जन भाषा (भारतीय भाषा) के महत्त्व का उल्लेख करते हुए जापान का उदाहरण दिया है कि जापान ने मातृभाषा में शिक्षा के द्वारा हर क्षेत्र में प्रगति की, उनके हर काम मे नयापन दिखाई देता है, और दुनिया जापानियों का काम अचरजभरी आँखों से देखती है।

विदेशी भाषा के माध्यम से शिक्षा देने की पद्धति से बहुत हानि होती है। अंग्रेजी भाषा पर अधिकार करने में ही हमारी अधिकांश मानसिक शक्ति खर्च हो जाए, यह बहुत ही अवांछनीय है।

आज भारत में हम रट-पिट कर औसत बौद्धि वाले इंजीनियर और डॉक्टर पैदा कर रहे हैं, खोजकर्ता वैज्ञानिक, मौलिक चिंतक और दार्शनिक नहीं पैदा कर पा रहे हैं। भारत की ज्यादातर आबादी नवीनतम ज्ञान विज्ञान से वंचित है, उसके आत्मविश्वास को हिला कर रख दिया है।

जो किसी विदेशी भाषा के दम पर एक अन्यायपूर्ण सत्ता संरचना में हर जगह छाए हुए हैं, उनकी मौलिकता नष्ट हो चुकी है। हमारी पूरी की पूरी पीढ़ी नकलची बन रही है, अधकचरी बन रही है।

अनुवाद : सतत् विकासमान वैश्विक ज्ञान को परस्पर जोड़ने वाला सेतु

Translation: A Bridge to Connect Continuously Growing Global Knowledge

रामशरण दास

Ram Sharan Das

IV/49, Vaishali, Ghaziabad-201010

rsgupta.248@yahoo.co.in

किसी भी समाज के द्रुत विकास में ज्ञान के सृजन की बड़ी अहम् भूमिका होती है। इसी बात का उपयोग करके जापान, चीन और कोरिया जैसे देश प्रगति पथ पर तेजी से आगे बढ़ रहे हैं। मानव समाजों के बीच अन्योन्यक्रियाओं के बढ़ने के कारण ज्ञान के भंडार में चरघातांकीय दर से वृद्धि हो रही है। किसी समाज में ज्ञान–विज्ञान का प्रचार–प्रसार जितनी तेजी से होता है, उसके विकास की गति भी उतनी ही तेज़ हो जाती है।

ज्ञान के प्रसार का माध्यम भाषा है। सभ्यता के विकास–क्रम में अनेक भाषाएं विकसित हुई हैं। ये भाषाएँ मानव समाज की विरासत हैं। इन समाजों के मध्य परस्पर संवाद में अनुवाद की भूमिका होती है। ज्ञान का भंडार इतना विशाल हो गया है कि उसका वर्गीकरण किए बिना उसे संभालना मुश्किल है। वर्गीकरण ने ज्ञान–भंडार को खण्डों में विभाजित कर दिया है। प्रत्येक खण्ड भी अपने आप में इतना विशाल है, और उसका ज्ञान–भंडार भी इतनी तेजी से विकसित हो रहा है कि किसी भी व्यक्ति के लिए अपने जीवन काल में ज्ञान के उस विशेष खण्ड में निष्णात होकर अपने को अद्यतन बनाए रखना कठिन हो रहा है। इसलिए विभिन्न विषय और उनके विशेषज्ञ विकसित हो रहे हैं। इसलिए अनुवाद की पहली समस्या एक ऐसा विषय–विशेषज्ञ प्रशिक्षित होना है जिसे कम से कम दो भाषाओं का सम्यक् ज्ञान हो।

भारत में तमाम कारणों के चलते पैदा हुए भाषायी द्वन्द्व ने ज्ञान के विकास और आग्रहण के प्रक्रमों को जटिल बना दिया है। त्रिभाषा सूत्र का भी पूरी ईमानदारी से अनुपालन न होने के कारण हिन्दी न तो प्रभावी रूप से संपर्क भाषा बन पाई, न भारतीय भाषाओं में उपलब्ध ज्ञान भंडार ही अपेक्षित परिमाण में बढ़ पाया। इससे वह स्वयं विकसित होकर दुनिया में अपने पद चिह्न अंकित न कर पाई। उल्टे अपनी पारस्परिक प्रतिस्पर्धा में हमने अंग्रेजी और केवल अंग्रेजी को वर्चस्व प्रदान कर दिया। राजनीति का शिकार न होते तो हम प्रथम भाषा के रूप में मातृभाषा, द्वितीय भाषा के रूप में हिन्दी भाषियों के लिए अन्य भारतीय भाषा, तथा अहिन्दी भाषियों के लिए हिन्दी को रखते और निम्न प्राथमिक कक्षाओं में अंग्रेजी या अन्य किसी विदेशी भाषा को प्रश्रय न देते। तृतीय भाषा का प्रावधान उच्च प्राथमिक कक्षाओं से होता जिसमें कोई भी क्लासिकल अथवा विदेशी भाषा शामिल होती। माध्यमिक कक्षा में मातृभाषा/हिन्दी/तृतीय भाषा में से किन्हीं दो को चुनने की सुविधा रहती। इस प्रकार आगे चलकर दो भाषाएं जानने वाले विशेषज्ञों की संभावना बनती। आशा है, नई शिक्षा नीति से इस दिशा में कुछ राह खुलेगी।

अनुवाद की दूसरी बड़ी चुनौती विषय के अनुसार अंतरराष्ट्रीय स्तर पर मान्य शब्दावली के संगत अपनी भाषा में शब्दावली के विकास की है। इस हेतु 1960 के दशक में कार्य शुरु हुआ, और हिन्दी में तकनीकी शब्दावली निर्माण के लिए शब्दावली आयोग का गठन किया गया। अपेक्षा यह थी कि आयोग विश्व में विभिन्न

विषयों में जो नए शब्द ज्ञान सृजन का भाग बन रहे हैं, उनके संगत शब्द हिन्दी में लाएगा और आयोग के द्वारा सृजित शब्दों का उपयोग बोलचाल, विमर्श और ज्ञान संचार का भाग बनेगा। पर ऐसा हो नहीं पाया। इसके निम्नलिखित कारण रहेः

- तकनीकी शब्दावली आयोग संभवतः उतने प्रभावी ढंग से कार्य नहीं कर पाया जितनी इससे अपेक्षा थी।
- हिन्दी के विशेषज्ञों ने शुद्धतावादी नीति अपनाई और पहले से प्रचलित शब्दों को भी भाषा के अनुरूप ढालने के बजाए नए कठिन अव्यावहारिक शब्द गढ़ने की चेष्टा की, जैसे कि रेलगाड़ी के लिए लौहपथगामिनी, अथवा बंदरगाह के लिए पोतस्थितिस्थल आदि। ये शब्द चल नहीं पाए।
- अभिव्यक्ति की सरलता के नाम पर आयोग द्वारा सुझाए गए सरल, सार्थक शब्दों को भी प्रचलन में लाने से बचा गया। हम भूल गए शब्द जब प्रचलन में नहीं आएंगे तो मृत हो जाएंगे। आखिर विषय के संप्रेषण का माध्यम शब्द ही तो हैं। शब्दों की कमी से भाषा की संप्रेषण क्षमता कम हो जाएगी, तो वह संकल्पना निर्माण कैसे कर पाएगी।
- संस्कृत की बेटी होने के कारण हिन्दी की शब्द सृजन–क्षमता अपरिमित है। हमने संकल्पनाओं के अनुरूप नव–शब्द सृजन का प्रक्रम विकसित ही नहीं किया, जो हम आसानी से कर सकते थे। हिन्दी में अंग्रेजी शब्दों के संगत शब्द ढूँढ़ने हों तो शब्दावली आयोग की शब्दावली के अतिरिक्त यदि कोई लोकप्रिय शब्दकोष है तो वह फादर कामिल बुल्के का शब्दकोष है। हिन्दी शब्द सृजन समान्तर कोश (Thesaurus) कोई है तो उसका ज्ञान लेखक को नहीं है। इस दिशा में विभिन्न विषयों के हिन्दी–अंग्रेजी ज्ञान संपन्न विशेषज्ञों को पहल करनी चाहिए।
- भाषा की संप्रेषण क्षमता में वृद्धि के लिए, बल्कि उसे अद्यतन बनाए रखने के लिए आवश्यक है कि जो शब्द हमारे पास हैं, उन्हें संजोएँ, प्रचलन में लाएँ। जो हमारे पास नहीं हैं, देखें कि क्या उनके संगत सरल, व्यवहार्य शब्द आसानी से गढ़े जा सकते है, और सबसे महत्वपूर्ण बात यह कि नई संकल्पनाओं से जुड़ी शब्दावली को अपनी भाषा में अनुकूलित कर जोड़ें। ध्यान यही रहे कि जो भी शब्द हम तय करें, वह संकल्पना का सटीक संप्रेषण करता हो। मसलन ब्लैक होल के लिए शब्दानुवाद श्यामविवर या बिग–बैंग के लिए महाविस्फोट शब्द इन संकल्पनाओं को ठीक से व्यक्त नहीं करते हैं। इसलिए इनको यथावत् भाषा में ग्रहण कर लेना ही अधिक समीचीन होगा।
- नए शब्द गढ़े जाएँ तो उन्हें शीघ्र–से–शीघ्र प्रचलन में लाना चाहिए। इसके लिए एक प्रक्रम विकसित किया जाए जिसमें व्यक्ति अपने द्वारा गढ़े गए शब्दों को एक विशेषज्ञ समिति को भेज सके, जो संस्तुत करके उन्हें शब्दकोशों में स्थान दिला सके। मसलन लेखक ने सन् 2000 के लगभग सुझाव दिया था कि habitat के लिए शब्दावली आयोग के सुझाए गए शब्द आवास के स्थान पर 'पर्यावास' शब्द का उपयोग करना चाहिए, तथा surrogate mother को हम 'कोखदायी माँ' कह सकते हैं, किन्तु संकल्पनाओं के निकट होने के बावजूद अभी तक भी ये शब्द प्रचलन में नहीं आ पाए हैं।
- ज्ञान में जिस तेज़ी से वृद्धि हो रही है, कोई भाषा कितनी भी सामर्थ्यवान क्यों न हो, उतनी तेज़ी से शब्द निर्माण नहीं कर सकती। अतः नई संकल्पनाओं के संगत शब्दों को हमें यथावत अपनाने में संकोच नहीं करना चाहिए। हाँ, जहाँ लगे कि शब्द को भाषा के अनुरूप ढालना आवश्यक है वहां ऐसा किया जाना चाहिए और यदि कोई ऐसा करता है तो विशेषज्ञों को उसे शीघ्रता से मान्य करना चाहिए। लेखक

monitoring के लिए मोनीटरन, modulation के लिए मोडूलन, coding के लिए कोडन, focussing के लिए फोकसन आदि शब्दों के उपयोग की वकालत करता रहा है, किन्तु हिंदी ने इनके उपयोग को प्रोत्साहित किया है, ऐसा आभास उसे प्रायः नहीं हुआ।

अंत में मैं यही कहना चाहूँगा कि अंग्रेजी भाषा यदि अपनी तमाम कमजोरियों के बावजूद आज विश्व की सर्वाधिक सम्प्रेषणशील और उपयोग में आने वाली भाषा बन गई है तो उसका कारण यह है कि वह अन्य भाषाओँ के नए शब्द अपनाने में संकोच नहीं करती। जबकि हमारे भाषा विशेषज्ञ तो उलटे अपनी भाषा के प्रचलित शब्दों को भी अनुपयोगी (redundant) कह कर नकारने पर तुले रहते हैं। लेखक को 'हेतु' शब्द को व्यर्थ कह कर हटा देने के कारण कई लेखकों/अनुवादकों से बहस करनी पड़ी। हिन्दी का एक विनम्र सेवक होने के कारण मैंने अपने ये विचार केवल हिन्दी के संदर्भ में लिखे हैं। अन्य भारतीय भाषाओं में क्या चल रहा है इसका कोई विशेष ज्ञान मुझे नहीं है। लेकिन वे समस्त भाषाएं भी हमारी अपनी हैं, हमारे समाज की धरोधर हैं। विश्व पटल पर उन सबकी भी प्रतिष्ठा हो, यही कामना है।

संस्कृत श्लोक में पाई (π) का मान

प्राचीन भारत में संस्कृत में ऐसी श्लोक रचना भी होती थी कि पदच्छेद से दो सार्थक भाव निकलते हैं, और गणित के जटिल समाधान भी। इसका प्रयोग कूटकोड की भांति भी सम्भव है। एक उदाहरण इस प्रकार है -

कादि नव	:	क	ख	ग	घ	ङ	च	छ	ज	झ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
टादि नव	:	ट	ठ	ड	ढ	ण	त	थ	द	ध
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
पादि पञ्चका	:	प	फ	ब	भ	म				
		1	2	3	4	5				
यादि अष्टक	:	य	र	ल	व	श	ष	स	ह	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
क्ष	:	0								

इस कूट पद्धति का प्रयोग करके अनेक बहुअर्थी श्लोक लिखे जाते थे। निम्नलिखित श्लोक इसका एक श्रेष्ठ उदाहरण है :

गोपीभाग्य मधुव्रातः श्रुंगशोद्धि संधिगः ।
खलजीवितखाताव गलहाला रसंधरः ।।

स्रोत - Vedic Mathematics : Jagadguru Swami Sri Bharati Krishna Tirth ji Maharaj, Motilal Banarasidass Publishers Private Limited, Delhi, p.348, 2008.

यह श्लोक न केवल भिन्न अन्वयों के माध्यम से भगवान शिव की स्तुति है, भगवान कृष्ण की भी स्तुति है। उपर्युक्त कूट का उपयोग करें तो यह 32 दशमलव स्थानों तक पाई का मान बताता है।

3.14159265358979323846264338327592 .....

इस श्लोक से दो बातें स्पष्ट होती हैं : एक यह कि प्राचीन भारत में पाई (π) के महत्व और मान का ज्ञान था, और दूसरी यह कि संस्कृत जैसी संप्रेषण-क्षमता विश्व की किसी भाषा में नहीं है।

प्रतिक्रियाएं / **Feedbacks**

विज्ञान प्रकाश उन बहुत कम पत्रिकाओं में से एक है, जो विज्ञान और प्रौद्योगिकी के उभरते क्षेत्रों में गुणवत्तापूर्ण शोध कार्य, हिंदी भाषा में प्रकाशित करती है। यह उच्च मूल्यवान वैज्ञानिक पत्रों के समावेश/चयन के लिए अंतरराष्ट्रीय मानदंडों के अनुसार मानकों और गुणवत्ता को बनाए हुई है। लेखों में शुद्ध विज्ञान में कई समस्याएं और कृत्रिम बुद्धि मत्ता जैसी उभरती हुई प्रौद्योगिकियां शामिल हैं। ये लेख पाठकों को विशेष रूप से हिंदी भाषी राज्यों में मदद करते हैं, जहां युवा वैज्ञानिकों को अनुसंधान समस्याओं की पहचान के लिए प्रारंभिक जोर देने की आवश्यकता होती है, क्योंकि अधिकांश उपलब्ध वैज्ञानिक साहित्य अंग्रेजी भाषा पर आधारित है। इसके अलावा, इस पत्रिका का उद्देश्य विद्व ानों/शोधकर्ताओं के बीच हिंदी वैज्ञानिक लेखन कौशल को शामिल करना है। विज्ञान प्रकाश के संपादकीय समूह को मेरी ओर से शुभकामनाएं।

Author: Amit Kumar, Bhaskaracharya College of Applied Sciences, University of Delhi,
amit.kumar@bcas.du.ac.in

हिन्दी में शोध पत्र को लिखने तथा हिन्दी जर्नल में जमा करने का ये मेरा पहला अनुभव है। हिन्दी में शोध पत्र लिखना दिलचस्प है और इसके लिए उपयुक्त जर्नल की खोज करना भी महत्वपूर्ण है जो नियमित प्रकाशित होता हो और जिसमें शोधपत्र की समीक्षा उपयुक्त मानक पर होती हो। मैंने विज्ञान प्रकाश इसीलिए चुना क्योंकी एक नियमित प्रकाशित होने वाला जर्नल है और यह गुणवत्तापरक शोधपत्र को संकलित करता है। इसकी पूरी समीक्षा प्रक्रिया पारदर्शी है और इसके सभी चरण की जानकारी लेखक को संपादक एवं समीक्षा समन्वयक द्वारा दी जाती है। समीक्षको से मिलने वाले सुझाव से मेरे शोधपत्र की गुणवत्ता में काफी सुधार हुआ। यह शोधपत्र अकादमिक के साथ साथ उद्योगों में काम करने वाले फोरमैन के लिए भी उपयोगी है तथा शोधपत्र के आसान भाषा व सरल वर्णन इस कार्य को आसान करते है। यह जर्नल नई शिक्षा नीति के संकल्प को भी सही दिशा प्रदान कर रही है।

Authors: Shubham Srivastava, Dr. Nandan Kumar & Dr. Chandra Shekhar Malvi
shubhams0309@gmail.com, nandan.leeds@gmail.com, csmalvi@mitsgwalior.in

शोध पत्रिका 'विज्ञान प्रकाश' की वृहत् एवं सुनियोजित समीक्षा प्रक्रियॉ मेरे शोध आलेख को उसकी प्रस्तुति से लेकर प्रकाशन हेतु स्वीकृति तक की यात्रा में आलेख की गुणवत्ता को सुधारने के क्रम में बहुत ही शिक्षाप्रद रही। न्यूनतम संभव समय में पूर्ण गुणवत्ता के साथ शोध आलेख का प्रकाशन हो सके इसके लिए मुख्य संपादक महोदय तथा समीक्षा समन्वयक (Review coordinator) की तत्परता एवं क्रियाशीलता अनुकरणीय एवं सरहानीय लगा। देश में तकनीकी शिक्षण संस्थानों के विनियमन के लिए स्थापित सर्वोच्च सांविधिक निकाय 'अखिल भारतीय तकनीकी शिक्षा परिषद' द्वारा हिन्दी में शोध पत्रों के प्रकाशन को अंग्रेजी भाषा के शोध पत्रों के बराबर महत्व (क्रेडिट/वेटेज) दिया जाए इस हेतु परिषद के समक्ष सुझाव/अनुरोध प्रेषित किया जाना उचित होगा। ऐसा होने पर ही हम सही मायनों में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में ज्ञान के प्रसार को अपेक्षित स्तर तक पहुंचाने में सफल होगें, ऐसा मेरा विश्वास है।

Author: Dr. S. S. L. Patel, Government Polytechnic Korba, Chhattisgarh, sslpatel@gmail.com

शोध–लेखों की गुणवत्ता बनाए रखने के लिए पत्रिका की आलोचनात्मक समीक्षा अच्छी है। समीक्षकों की टिप्पणियों के अनुसार लेखकों को हमेशा शोध–पत्र सुधारने का मौका मिलता है । कुल मिलाकर इस पत्रिका में शोध–पत्र प्रकाशित करने का अनुभव संतोषजनक रहा । मेरे व्यक्तिगत अनुभव के अनुसार समीक्षा प्रक्रिया की समय अवधि को कम करने के लिए लेखकों द्वारा सुझाये गये समीक्षकों द्वारा ही शोध–पत्र की समीक्षा की जानी चाहिए ।

Authors: Sumit Sharma, Dr. Subhash Chandra, University of Delhi, Delhi
Sumitpunjab96@gmail.com, schandra@sanskrit.du.ac.in

UGC-CARE listed journal VIGYAN PRAKASH
Vol. 20 No. 1, January-March 2022

List of Review Coordinators (Excellently coordinated with reviewers for critical review.)

- **Prof. Ashok Chandra**
  Wireless Adviser to the GOI (Fmr),
  Min. of Comm. and IT,GOI , New Delhi,
  drashokchandra@gmail.com
- **Prof. Nisheeth Joshi**
  Asso. Prof., Dept. of Comp. Sc.,
  Banasthali Vidyapeetha, Rajsthan
  jnisheeth@bansthali.in
- **Prof. Karm Veer Arya**
  Dept. of CSE, ABV-IIITM, IIITM Campus,
  Gwalior, Madhya Pradesh 474015, MP
  kvarya@iiitm.ac.in
- **Prof. Shailly Sharma**
  Dean, Sch.of Autm.,Banasthali Univ.
  Vanasthali Rd, Rajasthan 304022
  sshailly@banasthali.in
- **Dr Adarsh Mangal**
  Asst. Prof., Dept of Math., Engg. Coll., Ajmer
  dradarshmangal1@gmail.com
- भाषा सुधार (Language Comprehension)
  Prof. K K Mishra
  Homi Bhabha Center for Sc. Edu.,
  TIFR, Mumbai- 400088
  kkm@hbcse.tifr.res.in

– – – List of Reviewers – – –

- **Prof. Girish Nath Jha**
  Prof., Sch.of Sans. & Indic Studies,
  Jawaharlal Nehru Univ.
  girishjha@gmail.com
- **Prof. Satyapal Singh**
  Dept. of Sans., Univ. of Delhi, Delhi
  satyapal64@yahoo.com
- **Dr. Anil Pratap Giri**
  Asso. Prof. of Sans.
  Mahatma Gandhi Cent. Univ., Motihari, Bihar
  anilpratapgiri@gmail.com
- **Dr. Diwakar Mishra**
  Language Engineer,
  Amazon Development Centre (India)
  diwakarmishra@gmail.com
- **Dr. Priyanka Jain**
  Asso. Dir., C-DAC, Delhi
  priyankaj@cdac.in,
- **Dr. I. C. Bharti**
  Head, Dept. of Mech.Engg.,
  Govt. Polytechnic, Mahasamund, India
  icb567@radiffmail.com
- **Prof. P. K. Chaturvedi**
  Fmr. Dir., Min. of Elec. IT,
  GOI New Delhi, India
  pkchat1944@gmail.com
- **Prof. Deepankar Sharma**
  Dir., Dr K.N. Modi Inst.of Engg. & Tech.,
  Modinagar, UP- 201204
  deepankarxyz@gmail.com
- **Prof. Mukesh Singh**
  Prof., Guru Ghasi Das Cent. Univ.,
  Bilaspur, India
  mukeshetggv@gmail.com
- **Shri R S Das Gupta**
  4/49 Vaishali Ghaziabad 201010
  Rsgupta_248@yahoo.co.in
- **Dr. Sitansu Kumar Das**
  Chittaranjan Coll. (under Univ. of Calcutta)
  8A, Beniatola Lane, Kolkata-9
  sitansukumardas@gmail.com
- **Dr. Falguni Sinhababu,**
  Asst. Prof., Govt Coll. of Engg. & Leather Tech.,
  Salt Lake, Kolkata - 700106
  fsinha@gmail.com
- **Dr Doraj Kamal Jamuwa**
  Asst. Prof., Dept. of Mech.Engg.,
  Engg. Coll. Ajmer
  k.doraj@ecajmer.ac.in

मुद्रण सहयोग /Printing Support
Rohit Kaushik, kaushik.rohit@gmail.com

अन्य सहयोग / *Other Support*
KTV Raghavan, raghavanktv@gmail.com
CLM Reddy, clmreddy@gmail.com
Vipul Rastogi, viprast@gmail.com

Vision: High-Tech research to reach out widely promoting inclusive innovation and entrepreneurship

Mission: Publication of quality research articles in Hindi in *Sciences* (Physics, Chemistry, Mathematics, Bio-science, Medical Science, AYUSH, Management Science, Agriculture and Environment), *Engineering* and *Technology*, and promoting creative ideas for innovation, incubation and entrepreneurship.

Submission: Title, Author affiliation, abstract and keywords be in both Hindi and English, and references as they are originally referred to. Overview Articles and research papers must be **original without plagiarism**. Authors need to mention three or more subject experts also from different institutions to review the submitted article. Articles may be submitted to Editor@VigyanPrakash.in

आओ सीखें तेलुगू / Learn Telugu

అ	ఆ	ఇ	ఈ	ఉ	ఊ	ఋ	ౠ	ఎ	ఏ	ఐ	ఒ	ఓ	ఔ	అం	అః
अ	आ	इ	ई	उ	ऊ	ऋ(ह्रस्व)	ऋ(दीर्घ)	ए(ह्रस्व)	ए(दीर्घ)	ऐ	ओ(ह्रस्व)	ओ(दीर्घ)	औ	अं	अः

క ఖ గ ఘ ఙ
क ख ग घ ङ

త థ ద ధ న
त थ द ध न

చ ఛ జ ఝ ఞ
च छ ज झ ञ

ప ఫ బ భ మ
प फ ब भ म

ట ఠ డ ఢ ణ
ट ठ ड ढ ण

య ర ల వ శ ష స హ ళ క్ష ఱ
य र ल व श ष स ह ळ क्ष ऱ

సరళ వాక్యములు/ simple sentences/ सरल वाक्य

నమస్కారం	नमस्कारं =	नमस्कार/ Hello !
ప్రణామములు	प्रणाममुलु =	प्रणाम/ Prostrations!
ధన్యవాదములు	धन्यवादमुलु =	धन्यवाद// Thank You!
స్వాగతం	स्वागतं =	स्वागत/ Welcome
క్షమించండి	क्षमिंचंडि =	क्षमा कीजिए/ Excuse me
మంచిది	मंचिदि =	अच्छा/ very good
చాలా బాగుంది	चालाबागुंदि =	बहुत अच्छा/ Excellent
చింతిచవద్దు	चिंतिंचवद्दु =	चिंता मत करो / Don't worry
పరవాలేదు	परवालेदु =	कोई बात नहीं/ Never mind
దయచేసి	दयचेसि =	कृपया/ Please
మరలా కలుద్దాము	मरला कलुद्दामु =	फिर मिलेंगे/ See you Later.
బాగున్నారా?	बागुन्नारा =	ठीक है जी/ / how are You?
బాగున్నామండి	बागुन्नामंडि =	हाँ जी ठीक/ we are fine
మీ పేరు ఏమిటి?	मी पेरु एमिटि =	आप का नाम क्या है/ What is your name?
నాపేరు..........	ना पेरु ...... =	मेरा नाम........./my name is·········..
ఇంట్లో అందరు కుశలమేనా	इंट्लो अंदरु कुशलमेना =	घर में सब कुशल हैं ? / Is everything well at home
అవును ఇంటేలో అందరూ కుశలమే	अवुनु इंट्लो अंदरू कुशलमे =	जी हाँ, सब कुशल है। / Yes everything is fine

तेलुगू में लिप्यंतरण / Telugu transliteration

आजादी का अमृत महोत्सव =	ఆజాదీ కా అమృత్ మహోత్సవ్
एक भारत श्रेष्ठ भारत =	ఏక్ భారత్ శ్రేష్ఠ్ భారత్
आत्मनिर्भर भारत =	ఆత్మనిర్భర్ భారత్

विज्ञान प्रकाश वर्ष : 20, अंक 1, जनवरी-मार्च 2022 ISSN : 1549-523-X

योगी वेमन की तेलुगु रचना वेमनशतक से

ఆత్మ శుద్ధిలేని యాచారమది యేల భాండ శుద్ధిలేని పాకమేల
చిత్తశుద్ధిలేని శివపూజలేలరా విశ్వదాభిరామ వినుర వేమ.

आत्म शुद्धिलेनि याचारमदि येल भांड शुद्धिलेनि पाकमेल
चित्त शुद्धिलेनि शिवपूजलेलरा विश्वदाभिराम विनुर वेम।

What is the use of following the rituals and customs without inner purity? What is the use of making food without cleaning the vessel? What use is the worship of Siva (God) without purity of mind and devotion?

आत्मा को शुद्ध किए बिना कर्मकांडों का पालन करने से क्या लाभ है? बिना बर्तन साफ किए खाना बनाने से क्या फायदा? बिना ईमानदारी के शिव (भगवान) की पूजा करने का क्या उद्देश्य है?

ఉప్పుకప్పురంబు నొక్కపోలికనుండు చూడజూడ రుచుల జాడవేరు
పురుషులందు పుణ్యపురుషులు వేరయా **విశ్వదాభిరామ వినుర వేమ**

उप्पु कप्पुरंबु नोक्कपोलिकनुंडु चूडजूड रुचुल जाडवेरु
पिरुषुलंदु पुण्यपुरुषुलु वेरया विश्वदाभिराम विनुर वेम।

A person should not be judged by outward appearance, but the behaviour of the person should be carefully studied; because salt and camphor look alike. But they are very different in taste. All men appear similar but the pious men are different among them.

किसी व्यक्ति को उसके बाहरी रूप से नहीं, बल्कि उसके व्यवहार से आंकना चाहिए। क्योंकि, जिस तरह नमक और कपूर एक जैसे दिखते हैं, लेकिन वे स्वाद में अलग हैं। उसी तरह, सभी पुरुष एक जैसे हैं लेकिन उनमें पुण्यपुरुष अलग से पहचान में आते हैं।

అనువుగాని చోట నధికులమనరాదు కొంచెముండుటెల్ల కొదువుకాదు
కొండ యద్దమందు కొంచమై ఉండదా విశ్వదాభిరామ వినురవేమ.

अनुवुगानि चोट नधिकुलमनरादु कोंचेमुंडुटेल्ल कोदवुकादु
कोंड यद्दमंदु कोंचमै उंडदा विश्वदाभिराम विनुर वेम।

One should not claim superiority in an unsuitable place. To be low is no humiliation. A valued thing even if it is small is not defective like the reflection of a hill that appears small in a mirror.

अनुपयुक्त स्थान पर श्रेष्ठता का दावा नहीं करना चाहिए। नीचे होना कोई अपमान नहीं है। एक मूल्यवान वस्तु छोटी होने पर भी उसकी महत्त्व कम नहीं होती। पहाड़ी कितनी भी बड़ी हो दर्पण में छोटी ही दिखती है।