

रक्षा क्षेत्र में प्रयोग के लिए उच्च ऊर्जा पदार्थ प्रौद्योगिकियां



प्रौद्योगिकी विशेष डीआरडीओ द्वारा विकसित किए गए उत्पादों, प्रक्रमों एवं प्रौद्योगिकियों को शामिल करते हुए इस संगठन द्वारा प्रौद्योगिकीय विकास के क्षेत्र में प्राप्त की गई उपलब्धियों को पाठकों के समक्ष प्रस्तुत करता है।

जनवरी-फरवरी 2023

खंड 11, अंक 1

मुख्य संपादक: डॉ के नागेश्वर राव

मुख्य सह-संपादक: अलका बंसल

प्रबंध संपादक: अजय कुमार

संपादकीय सहायक: धर्म वीर

मुद्रण: एस के गुप्ता



पाठकगण कृपया अपने सुझाव निम्नलिखित पते पर भेजें

संपादक, प्रौद्योगिकी विशेष

रक्षा वैज्ञानिक सूचना तथा प्रलेखन केंद्र (डेसीडॉक)

मेटकाफ हाउस, दिल्ली-110054

टेलीफोन : 011-23902403, 23902433 / 82

फैक्स : 011-23819151, 011-23813465

ई-मेल : director.desidoc@gov.in; techfocus.desidoc@gov.in;

technologyfocus@desidoc.deldom

इंटरनेट : www.drdo.gov.in/technology-focus

स्थानीय संवाददाता

- आगरा :** श्री एस एम जैन, एडीआरडीई
- अहमदनगर :** कर्नल अतुल आपटे, श्री आर ए शेख, वीआरडीई
- अंबरनाथ :** डॉ सुसन टाइटस, एनएमआरएल
- बंगलूरु :** श्री सतपाल सिंह तोमर, एडीई
श्रीमती एम आर भुवनेश्वरी, कैब्स
श्रीमती ए जी जे फहीमा, केयर
श्री आर कमलाकन्नण, सेमीलेक
श्री किरण जी, जीटीआरई
डॉ सुशांत क्षेत्रे, एमटीआरडीसी
- चंडीगढ़ :** श्री नीरज श्रीवास्तव, टीबीआरएल
- चेन्नई :** श्रीमती एस जयसुधा, सीवीआरडीई
- देहरादून :** श्री अभय मिश्रा, डील
डॉ एस के मिश्रा, आईआरडीई
- दिल्ली :** श्री सुमित कुमार, सीफीस
डॉ दीप्ति प्रसाद, डिपास
डॉ निधि माहेश्वरी, डीआईपीआर
श्री नवीन सोनी, इनमास
श्री अनुराग पाठक, ईसा
सुश्री नूपुर श्रोतिय, एसएजी
- ग्वालियर :** डॉ ए के गोयल, डीआरडीई
- हल्दवानी :** डॉ अतुल ग्रोवर, डिबेर;
डॉ रंजीत सिंह
- हैदराबाद :** श्री ए आर सी मूर्ति, डीएलआरएल
डॉ मनोज कुमार जैन, डीएमआरएल
- जोधपुर :** श्री रवींद्र कुमार, डीएल
- कानपुर :** श्री ए के सिंह, डीएमएसआरडीई
- कोच्चि :** सुश्री एम एम लता, एनपीओएल
- लेह :** डॉ शेरिंग स्टोब्डन, डिहार
- पुणे :** श्री अजय कुमार पांडेय, एआरडीई
डॉ हिमांशु शेखर, एचईएमआरएल
डॉ अनूप आनंद, अनुसंधान तथा विकास
स्थापना (इंजी.)
- तेजपुर :** डॉ एस एन दत्ता, डीआरएल
- मैसूर :** डॉ एम पालमुरुगन, डीएफआरएल

अतिथि संपादक की कलम से



उच्च ऊर्जायुक्त पदार्थों (एचईएम) को लगभग सभी आयुध प्रणालियों में अनिवार्य रूप से प्रयोग में लाया जाता है। उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल), पुणे ने विभिन्न एचईएम जैसे उच्च विस्फोटकों, बंदूक तथा रॉकेट नोदक पदार्थों, पायरो तकनीक, युद्धक्षेत्र सुरक्षा प्रणालियों, विस्फोटक संसूचक प्रणालियों आदि के क्षेत्र में उत्कृष्ट योगदान किया है। प्रौद्योगिकी विशेष के इस अंक में एचईएमआरएल द्वारा एचईएम के संबंध में विकसित की गई विभिन्न प्रणालियों एवं प्रौद्योगिकियों की प्रमुख विशेषताओं पर प्रकाश डाला गया है।

हाल के वर्षों में हुए युद्धों में थर्मोबैरिक हथियारों के प्रयोग में वृद्धि देखी गई है जो सुरंगों, भवनों, किलाबंद इमारतों आदि जैसी बंद संरचनाओं को अधिक प्रभावी रूप से ध्वस्त करने में सक्षम हैं। थर्मोबैरिक बम पारंपरिक एचईएम बमों की तुलना में उच्च विस्फोट आवेग तथा दीर्घावधि के ऊष्मीय प्रभाव उत्पन्न करने में सक्षम हैं। एचईएमआरएल ने भारतीय वायु सेना (आईएएफ) तथा भारतीय सेना द्वारा प्रयोग में लाए जाने वाले विभिन्न बमों/युद्ध उपकरणों में प्रयोग में लाए जाने के लिए थर्मोबैरिक विस्फोटक पदार्थों को विकसित किया है तथा उनके कार्य-निष्पादन को प्रदर्शित

भी किया है। इसके अतिरिक्त, विस्फोटक गोला बारूदों में दुर्घटनावश विस्फोट की प्रक्रिया आरंभ होने के जोखिम को कम करने को ध्यान में रखते हुए टॉरपीडो एवं नौसैना के रॉकेटों द्वारा प्रयोग में लाए जाने के लिए असंवेदनशील उच्च विस्फोटक पदार्थ विकसित किए जा रहे हैं।

दो या अधिक चरणों में विस्फोट करने वाले टेंडम शेड चार्ज वारहेड्स तथा लॉन्ग रॉड पेनीट्रेटर्स को निष्क्रिय करने के लिए नई पीढ़ी के विस्फोटक प्रतिक्रियाशील कवच (एनजीईआरए) विकसित किए गए हैं जो विस्फोटक प्रतिक्रियाशील कवच (ईआरए) के क्षेत्र में एक अभिनव प्रौद्योगिकी है। इसके साथ ही, विस्फोटक स्याही से संबंधित प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में भी उल्लेखनीय प्रगति की गई है, जो लघु आयुध प्रणालियों को विकसित करने के लिए एक उभरती हुई प्रौद्योगिकी है।

तोप में प्रयोग में लाए जाने वाले प्रणोदक पदार्थों के क्षेत्र में स्वदेशी द्वि-मॉड्यूलर चार्ज सिस्टम (बीएमसीएस) सफलतापूर्वक विकसित किया गया है जिसे भारतीय सेना की सभी 155 मिमी आर्टिलरी गनों में प्रयोग में लाया जाएगा। बीएमसीएस का 39 कैलोरी बोफोर्स तोप में बड़े पैमाने पर परीक्षण किया गया है तथा 45 कैलोरी सोल्टम गन में इसकी उपयोगिता सिद्ध हुई है। इस प्रणाली को सफलतापूर्वक विकसित किए जाने के बाद इससे संबंधित प्रौद्योगिकी निजी उद्योगों को अंतरित कर दी गई है।

ठोस रॉकेट प्रणोदक पदार्थों के क्षेत्र में पारंपरिक एचटीपीबी-आधारित सम्मिश्र प्रणोदकों की तुलना में उच्च विशिष्ट आवेग एवं घनत्व वाले सक्रिय योजक-आधारित उच्च ऊर्जायुक्त प्रणोदक पदार्थों को प्रयोग में लाए जाने से स्थिति में आमूल बदलाव आया है। इन उच्च ऊर्जायुक्त प्रणोदक पदार्थों को प्रयोग में लाए जाने से मिसाइल की मारक क्षमता, पेलोड और उसके अभिकल्प में लचीलेपन के मामले में बेहतर प्रदर्शन ज्ञात हुआ है। एचईएमआरएल ने उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक के लिए कच्चे माल के संघटकों, प्रणोदक पदार्थ के उत्पादन तथा प्रसंस्करण के संबंध में प्रौद्योगिकी विकसित की है एवं प्रयोगशाला द्वारा विकसित किए गए प्रणोदक पदार्थ से 2-टन श्रेणी के रॉकेट मोटर में 252 सेकंड से अधिक का विशिष्ट आवेग प्रदर्शित हुआ है। इसके अतिरिक्त, एचईएमआरएल ने बड़े आकार के ठोस रॉकेट मोटरों के जटिल कण विन्यास के सुरक्षित प्रक्रमण के लिए खंडित मेंड्रेल प्रौद्योगिकी भी विकसित की है। यह प्रौद्योगिकी आने वाले दशक में हमारी स्वदेशी मिसाइलों को और अधिक प्रभावी बनाएगी।

विश्वभर में सुरक्षा एजेंसियों के लिए विस्फोटकों का पता लगाना सबसे पहली प्राथमिकता बन गया है। इस संबंध में, एचईएमआरएल ने विस्फोटकों की अत्यधिक निम्न परिमाण में भी उपस्थिति का पता लगाने के लिए एक हैंड हेल्ड ट्रेस एक्सप्लोसिव डिटेक्टर ओपीएक्स-रेविलेटर विकसित किया है जो किसी स्थान पर विस्फोट के बाद के परिदृश्य में विस्फोटकों के संसूचन एवं पहचान के लिए अत्यधिक उपयोगी सिद्ध हुआ है। इसके अतिरिक्त, प्रयोगशाला द्वारा सुरक्षित दूरी पर रहकर भारी मात्रा में विस्फोटकों का पता लगाने के लिए भारतीय विज्ञान संस्थान (आईआईएससी), बंगलुरु के सहयोग से रेडर-एक्स नामक एक पोर्टेबल, हैंड-हेल्ड उपकरण भी विकसित किया गया है। विस्फोटकों की उपस्थिति का पता लगाए जाने के लिए प्रयोग में लाए जानेवाले ये उपकरण अर्ध-सैन्य बलों तथा पुलिस बलों के लिए अत्यधिक उपयोगी पाए गए हैं। इस प्रौद्योगिकी के एक वर्ष के भीतर आम जनता द्वारा उपयोग में लाए जाने के लिए उपलब्ध होने की उम्मीद है।

मेरा यह दृढ़ विश्वास है कि एचईएम के क्षेत्र में विकसित की गई प्रौद्योगिकियां संबंधित क्षेत्र में आत्मनिर्भरता प्राप्त करने तथा आत्म-निर्भर भारत के लक्ष्य को प्राप्त करने में मदद करेंगी।

जय हिंद..

डॉ ए पी दास
वैज्ञानिक 'जी' एवं निदेशक, एचईएमआरएल

रक्षा क्षेत्र में प्रयोग के लिए उच्च ऊर्जा पदार्थ प्रौद्योगिकियां

उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल), पुणे एक आईएसओ 9001-2015 प्रमाणित प्रयोगशाला है तथा यह डीआरडीओ के आयुध एवं संग्राम अभियांत्रिकी प्रणाली (एसीई) समूह के अंतर्गत आनेवाली प्रमुख प्रयोगशालाओं में से एक है। एचईएमआरएल की स्थापना डीआरडीओ की एक पूर्ण विकसित प्रयोगशाला विस्फोटक अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशाला (ईआरडीएल) के रूप में वर्ष 1960 में पुणे में की गई थी। 01 मार्च 1995 को इसका नाम बदलकर उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) कर दिया गया।

एचईएमआरएल द्वारा सभी प्रकार के छोटे हथियारों, मोर्टारों, पायरो तकनीक, के लिए बारूद से लेकर विस्फोटक शीर्षा एवं बमों के लिए तीव्र गति से विस्फोट करने वाले उच्च ऊर्जायुक्त पदार्थों के साथ ही तोपों, रॉकेटों एवं मिसाइलों के लिए उच्च ऊर्जायुक्त ठोस प्रणोदकों को विकसित करने का कार्य किया जा रहा है। एचईएमआरएल द्वारा निम्नलिखित महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकियां विकसित की गई हैं:

- ❖ उच्च ऊर्जा प्रणोदक (एच डी 1.1 श्रेणी) > 252 सेकंड का विशिष्ट आवेग उपलब्ध कराया जा सकता है
- ❖ उच्च घनत्व (> 1.79 ग्राम प्रति घन सेमी) सम्मिश्र प्रणोदक (एचडी 1.3 श्रेणी) > 243 सेकंड का विशिष्ट आवेग उपलब्ध कराया जा सकता है
- ❖ उच्च दहन दर (70 किग्रा-बल/वर्ग सेमी पर > 40 मिमी/सेकंड) सम्मिश्र प्रणोदक
- ❖ ठोस प्रणोदक रॉकेट मोटर्स के लिए दाब कार्स्टिंग एवं क्यूरिंग प्रौद्योगिकी
- ❖ उच्च मात्रा में भारन कण संविन्यास (हाई वॉल्यूमेट्रिक लोडिंग ग्रेन कॉन्फिग्रेशन) के लिए खंडित मैट्रिल प्रौद्योगिकी
- ❖ नाइट्रामिन समृद्ध उच्च - निष्पादन प्रणोदक पदार्थ (बल नियतांक >1000 जूल/ग्राम)
- ❖ थर्मोबैरिक उच्च विस्फोटक संयोजन समतुल्यांक > 2.0 टीएनटी
- ❖ उच्च घनत्व तथा उच्च परिशुद्धता के विस्फोटक आवेश को उत्पन्न करने के लिए ऊष्मीय दाबन एवं उष्ण सम-स्थैतिक दाबन प्रौद्योगिकी
- ❖ आयुध अनुप्रयोगों के लिए विस्फोटक स्याही को विकसित करने से संबंधित प्रौद्योगिकी
- ❖ असंवेदनशील युद्ध उपकरणों के लिए कम संवेदनशील उच्च विस्फोटक पदार्थों (द्रव संचकित, दाब सह्य तथा प्लास्टिक आबंधित) को विकसित करने से संबंधित प्रौद्योगिकी
- ❖ आने वाले खतरों से टैंकों की सुरक्षा के लिए विस्फोट-आधारित हाई किल सुरक्षा प्रत्युपाय
- ❖ विभिन्न प्रकार की प्रौद्योगिकियों जैसेकि अंतिम सिरा आधारित प्रज्ज्वलक (हेड-एंड इग्निटर), कंठ आधारित प्रज्ज्वलक (थ्रो-बेस्ड इग्निटर), नासिका-आवरण आधारित

- प्रज्ज्वलक (नोजल कैप बेस्ड इग्निटर), प्रतिधारणीय प्रज्ज्वलक (रिटेनेबल इग्निटर) इत्यादि
- ❖ विभिन्न उच्च ऊर्जायुक्त पदार्थों से संबंधित उन्नत प्रौद्योगिकियों जैसेकि टीएटीबी, एफओएक्स-7, टीएनएसटीएडी, आरएस-आरडीएक्स, आदि
- ❖ सामरिक दृष्टि से महत्वपूर्ण नैनो-बोरॉन, नैनो ऐलुमिनियम, नैनो धात्विक ऑक्साइड आदि जैसे नैनो पदार्थ

एचईएमआरएल विकास एवं उत्पादन से संबंधित क्रियाकलापों में निजी भागीदारी को प्रोत्साहित करने के लिए सार्वजनिक क्षेत्र की कंपनियों/निजी उद्योगों को महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकियों को अंतरित करने में सबसे आगे रहा है। एचईएमआरएल द्वारा किए गए प्रौद्योगिकी अंतरण में विभिन्न उत्पादों, उप-प्रणालियों, प्रक्रियाओं एचईएमआरएल विकास एवं उत्पादन से संबंधित क्रियाकलापों में निजी भागीदारी को प्रोत्साहित करने के लिए सार्वजनिक क्षेत्र की कंपनियों/निजी उद्योगों को महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकियों को अंतरित करने में सबसे आगे रहा है। एचईएमआरएल द्वारा किए गए प्रौद्योगिकी अंतरण में विभिन्न उत्पादों, उप-प्रणालियों, प्रक्रियाओं आदि से संबंधित प्रौद्योगिकियां शामिल हैं तथा अब तक इसके द्वारा सार्वजनिक क्षेत्र की विभिन्न कंपनियों तथा निजी उद्योगों को 195 प्रौद्योगिकियां सफलतापूर्वक अंतरित की गई हैं। विगत पांच वर्षों के दौरान एचईएमआरएल द्वारा अपने औद्योगिक भागीदारों के साथ प्रौद्योगिकी अंतरण हेतु 90 से अधिक लाइसेंस करारों पर हस्ताक्षर किए गए हैं। इसके अतिरिक्त, एचईएमआरएल ने शिक्षा के क्षेत्र में भी महत्वपूर्ण योगदान किया है। एचईएमआरएल रसायन विज्ञान तथा पर्यावरण विज्ञान में स्नातकोत्तर (एमएससी) एवं पीएचडी उपाधि के लिए पुणे विश्वविद्यालय का एक मान्यता प्राप्त स्नातकोत्तर केंद्र है।

थर्मोबैरिक युद्ध उपकरण

युद्ध के बदलते स्वरूप को देखते हुए ऐसे युद्ध उपकरणों को विकसित करने की आवश्यकता उत्पन्न हुई है जिसके प्रयोग द्वारा शहरी या किसी सीमित स्थान पर आस-पास के क्षेत्र में कोई भी अनुचित क्षति पहुंचाए बिना लक्ष्य को ध्वस्त किया जा सकता हो। इसे ध्यान में रखते हुए, थर्मोबैरिक विस्फोटकों (टीबीई) का विकास उच्च विस्फोटकों को विकसित करने के क्षेत्र में प्राप्त की गई एक नवीनतम प्रगति है तथा विस्फोटकों की मारक क्षमता को अधिकतम करने के लिए वैज्ञानिक समुदाय का ध्यान इस दिशा में सर्वाधिक आकृष्ट हुआ है। अतः मौजूदा युद्ध उपकरणों के आधुनिकीकरण के लिए एचईएमआरएल ने थर्मोबैरिक बमों को तैयार करने की नई तकनीक विकसित की है जो उन्नत अधुनातन आयुध प्रणालियों को विकसित करने की दिशा में प्राप्त की गई एक उल्लेखनीय प्रगति है। थर्मोबैरिक विस्फोटक पदार्थ न केवल उच्च विस्फोट आवेग उत्पन्न करने में सक्षम हैं बल्कि कुछ सौ

मिलिसेकंड से लेकर कुछ सेकंड तक की अवधि के दौरान उच्च तापीय आवेग भी उत्पन्न कर सकते हैं। इस प्रकार के विस्फोटक पदार्थ का उत्पादन धातु ईंधन एवं उच्च विस्फोटक के सटीक संयोजन का उपयोग करके संभव किया गया है। आम तौर पर थर्मोबैरिक विस्फोटकों के संघटन में उच्च विस्फोटक पदार्थों तथा बहुलकीय आबंधक पदार्थ के साथ भार माप से 30 प्रतिशत से अधिक धातु ईंधन निहित होता है। उच्च विस्फोट आवेग तथा दीर्घावधि के ऊष्मीय प्रभाव उत्पन्न करने में विस्फोटक पदार्थ में प्रयोग में लाए गए धातु ईंधन की प्रकृति तथा मात्रा की निर्णायक भूमिका होती है। थर्मोबैरिक विस्फोटकों के संघटन की प्रकृति ऐसी होती है कि उनमें ऑक्सीजन की कमी की स्थिति बनी रहती है जिसके कारण ऐसे विस्फोटकों को अपने ईंधन के संपूर्ण दहन के लिए वातावरण से अतिरिक्त ऑक्सीजन अवशोषित करने की आवश्यकता होती है। इस तथ्य को ध्यान में रखते हुए थर्मोबैरिक विस्फोटकों को तैयार करते समय उनके संघटन को इस प्रकार निर्धारित किया जाता है कि विस्फोटक से ऊर्जा कई चरणों में निर्मुक्त हो (अवायवीय तथा वायवीय अभिक्रियाएं) जिससे निर्मुक्त हुई कुल ऊर्जा का परिमाण पारंपरिक उच्च विस्फोटकों की तुलना में काफी अधिक होता है।

उच्च विस्फोट आवेग तथा दीर्घावधि के ऊष्मीय प्रभाव उत्पन्न करने के कारण थर्मोबैरिक विस्फोटक आसान लक्ष्यों विशेष तौर पर सुरंगों, बंकरों, फील्ड फोर्टिफिकेशन, भूमिगत संरचनाओं, इमारतों, मशीनगन पोस्ट आदि जैसी बंद संरचनाओं को अधिक प्रभावी रूप से ध्वस्त करने में सक्षम हैं। थर्मोबैरिक विस्फोटक में विस्फोट की प्रक्रिया के आरंभ होने पर विस्फोट की घटना के घटित होने के साथ ही विस्फोटित होनेवाले पदार्थों तथा धातु ईंधन का भी हवा में फैलाव होता है। विस्फोट के दौरान उत्पन्न ऊष्मा शॉक फ्रंट के पश्च भाग में संपीडित गर्म हवा के साथ मिश्रित धातु ईंधन को प्रज्वलित करती है जिसके फलस्वरूप विस्फोट तरंगें उत्पन्न होती हैं।

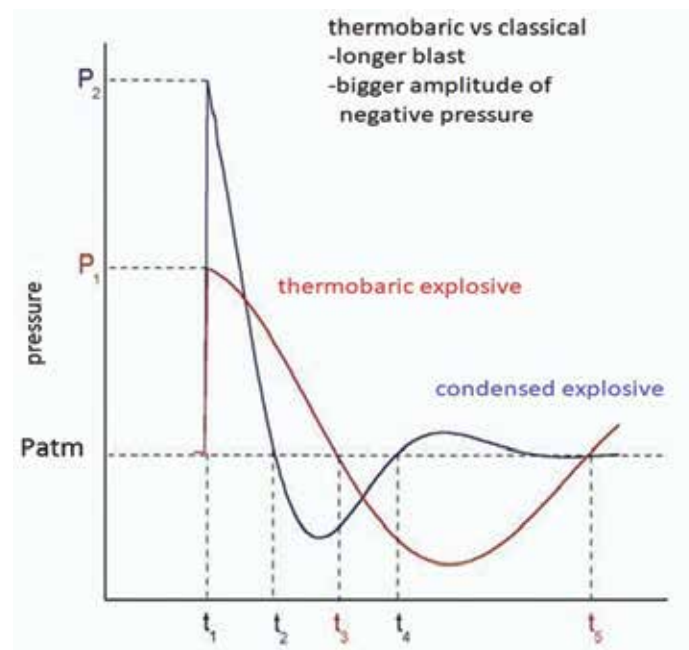
तप्त एवं संपीडित परिवेश विस्फोटित होनेवाले पदार्थों तथा वायुमंडलीय ऑक्सीजन के साथ ईंधन के दहन में मदद करता है जिसके परिणामस्वरूप एक निरंतर विस्फोट तरंग तथा विस्तारित समय अवधि के लिए आग के गोले के रूप में एक थर्मल आउटपुट



थर्मोबैरिक बम विस्फोट

प्राप्त होता है जो लक्ष्य को ध्वस्त कर देता है। इसके दहन से पहले वातावरण में धातु ईंधन का व्यापक फैलाव दहन क्षेत्र को मानक उच्च विस्फोट आवेग उत्पन्न करने वाले विस्फोटकों में होने वाले विस्फोट की तुलना में बहुत बड़ा बनाता है।

बंद परिवेश में, विभिन्न पृष्ठीय परिसीमाओं से विस्फोट तरंगों के परावर्तन के कारण विस्फोट के दाब एवं आवेग में वृद्धि होती है तथा इसके साथ ही ईंधन के दहन के लिए गतिज समर्थन भी प्राप्त होता है। पारंपरिक उच्च विस्फोटक आमतौर पर कम अवधि के लिए बहुत अधिक उच्च दबाव उत्पन्न करते हैं, जबकि थर्मोबैरिक विस्फोटक एक अतिरिक्त तापीय प्रभाव के साथ लंबी अवधि तक मध्यम परिमाण का अतिदाब उत्पन्न करते हैं। पारंपरिक उच्च विस्फोट (एचई) की तुलना में थर्मोबैरिक विस्फोट का एक विशिष्ट ब्लास्ट प्रोफाइल यहां दिए गए चित्र में दर्शाया गया है। थर्मोबैरिक विस्फोटकों के संघटक सैकड़ों मिलिसेकंड की अवधि तक 1500 डिग्री सेल्सियस से भी अधिक उच्च तापमान सृजित करने में सक्षम हैं।



पारंपरिक उच्च विस्फोट बम तथा थर्मोबैरिक बम का एक विशिष्ट विस्फोट दाब प्रोफाइल

एचईएमआरएल ने स्वदेशी संसाधनों का उपयोग करके थर्मोबैरिक विस्फोट से संबंधित प्रौद्योगिकी विकसित की है जिससे थर्मोबैरिक आयुधों का सफलतापूर्वक विकास हुआ है। इस दिशा में देश में किए गए प्रयासों के परिणामस्वरूप थर्मोबैरिक विस्फोटक संघटकों का विकास, प्रक्रियागत मापदंडों की स्थापना तथा कार्य-निष्पादन मूल्यांकन परीक्षण विधियों का विकास हुआ है।

थर्मोबैरिक विस्फोटकों के कार्य-निष्पादन मापदंडों को सर्वाधिक उपयुक्त बनाने के लिए कार्य-निष्पादन पर धातु ईंधन की प्रकृति एवं अनुपात तथा विस्फोटक पदार्थ के संघटकों आदि जैसे विभिन्न मापदंडों के प्रभाव का अध्ययन किया गया।

विमान बम

एचईएमआरएल ने मौजूदा ट्राई नाइट्रोटोल्यूइड (टीएनटी) पूरित पारंपरिक बमों को थर्मोबैरिक बमों में बदलने के लिए थर्मोबैरिक विस्फोटक विधि विकसित की है। इस विधि का प्रयोग करके तैयार किए गए थर्मोबैरिक बमों ने कैंरिज, सुरक्षित पृथक्करण, सुरक्षित प्रक्षेपण, उड़ान एवं संघात क्रियात्मक परीक्षणों के दौरान संतोषजनक ढंग से प्रदर्शन करने से संबंधित अपेक्षाओं को पूरा किया है।

थर्मोबैरिक बम पारंपरिक उच्च विस्फोटक बमों की तुलना में उच्च विस्फोट आवेग (>30%) तथा दीर्घावधि के ऊष्मीय प्रभाव उत्पन्न करते हैं।

थर्मोबैरिक बमों की निम्नलिखित मुख्य विशेषताएं हैं:

- ❖ विस्फोट होने पर थर्मोबैरिक बमों के स्फोटक शीर्ष उच्च परिमाण के विस्फोट आवेग, विस्फोट तथा फायरबॉल प्रभाव उत्पन्न करते हैं जो खुले/सीमित परिवेश में आसान लक्ष्यों तथा मध्यम श्रेणी के कठिन लक्ष्यों को ध्वस्त किए जाने के लिए उपयुक्त हैं।
- ❖ थर्मोबैरिक विस्फोटक में पूरित विस्फोटक पदार्थ की ऊष्मीय स्थिरता परंपरागत रूप में पूरित किए जाने वाले विस्फोटक पदार्थ ट्राई नाइट्रोटोल्यूइड की तुलना में उच्च होती है (टीएनटी के लिए 80 डिग्री सेल्सियस की तुलना में थर्मोबैरिक विस्फोटक में पूरित विस्फोटक पदार्थ की संरचना 150 डिग्री सेल्सियस तक स्थिर रहती है)।
- ❖ थर्मोबैरिक विस्फोटक पदार्थों से पूरित बम उच्च आवेग वाले विस्फोटों से प्रभावित होने के संदर्भ में असंवेदनशीलता, सुरक्षित भंडारण अवधि तथा कार्य-निष्पादन की दृष्टि से अधिक स्थायी होते हैं।



थर्मोबैरिक बम

इन्फैंट्री मोर्टार के लिए थर्मोबैरिक विस्फोटक

इन्फैंट्री मोर्टार आयुध एक कम व्यास तथा निर्बाध बोर, नालमुख से लोडिंग किए जानेवाले आयुध हैं जो उच्च कोण पर दागे जा सकते हैं तथा लक्ष्य पर उच्च कोटि की सटीकता के साथ प्रहार करने में सक्षम होते हैं। परंपरागत रूप में पूरित किए जाने वाले विस्फोटक पदार्थ ट्राई नाइट्रोटोल्यूइड के स्थान पर अब पूरित विस्फोटक पदार्थ के रूप में थर्मोबैरिक विस्फोटक प्रयोग में लाया जा रहा है, जो स्थैतिक कार्य-निष्पादन मूल्यांकन परीक्षणों के दौरान तुलनात्मक रूप से उच्च विस्फोट, ऊष्मीय तथा विखंडन प्रभाव उत्पन्न करता है। थर्मोबैरिक विस्फोटक से पूरित मोर्टार बम ने विभिन्न पर्यावरणीय एवं गतिक परीक्षणों में संबंधित अपेक्षाओं को पूरा किया है।

इन्फैंट्री मोर्टार के लिए थर्मोबैरिक विस्फोटकों की निम्नलिखित मुख्य विशेषताएं हैं:

- ❖ ट्राई नाइट्रोटोल्यूइड (टीएनटी) पूरित बमों की तुलना में उच्च विस्फोट आवेग, फायरबॉल तापमान तथा अवधि
- ❖ कार्मिकों तथा सामग्रियों के विरुद्ध क्षति क्षमता को अनुकारित करते हुए स्टील प्लेटों (1.5 मिमी/3 मिमी/ 6 मिमी मोटी) पर प्रहार तीव्रता तथा छिद्रण के संदर्भ में बेहतर विखंडन प्रभाव
- ❖ आयुध के लॉजिस्टिक के साथ-साथ उसके विस्फोट अभिलक्षण में कोई अतिरिक्त बदलाव किए बिना तैनात किया जा सकता है।
- ❖ थर्मोबैरिक विस्फोटकों में उच्च ऊष्मीय स्थिरता होती है तथा इनके विघटित होने की संभावना अपेक्षाकृत कम होती है जिससे आयुध की सुरक्षा बढ़ जाती है।



मोर्टार थर्मोबैरिक विस्फोटक

आईएफजी के लिए थर्मोबैरिक विस्फोटक

इंडियन फील्ड गन (आईएफजी) में प्रयुक्त गोलों के लिए परंपरागत रूप में पूरित किए जाने वाले विस्फोटक पदार्थ ट्राई नाइट्रोटोल्यूइड के स्थान पर अब पूरित विस्फोटक पदार्थ के रूप में प्रयोग में लाए जाने के लिए थर्मोबैरिक विस्फोटक तैयार किया गया है। मौजूदा प्रहार रेंज में बिना किसी बदलाव के थर्मोबैरिक विस्फोटक उपयुक्त रूप से तैयार किए गए हैं। थर्मोबैरिक विस्फोटक से पूरित गोलों द्वारा विभिन्न स्थैतिक एवं गतिक परीक्षणों के दौरान बेहतर कार्य-निष्पादन प्रदर्शित किया गया है। थर्मोबैरिक विस्फोटकों के भंडारण, ढुलाई, रख-रखाव एवं परिचालन उपयोग में सुरक्षा के लिए गुणता आश्वासन महानिदेशालय (डीजीक्यूए) से

जुड़े पर्यावरणीय परीक्षण भी सफलतापूर्वक पूरे कर लिए गए हैं।



105 मिमी थर्मोबैरिक विस्फोटक हथियार

थर्मोबैरिक हथियार की निम्नलिखित मुख्य विशेषताएं हैं:

- ❖ टीएनटी गोलों की तुलना में थर्मोबैरिक हथियार गोलों का प्रेक्षित विस्फोट आवेग तुलनीय ब्लास्ट ओवरप्रेसर के साथ लगभग दोगुना होता है।
- ❖ टीएनटी गोलों की तुलना में थर्मोबैरिक हथियार गोलों से उत्पन्न होने वाले प्रभावी खंडों की संख्या अधिक होती है जिससे क्षति उत्पन्न करने की उच्च क्षमता होती है।

चरम प्राक्षेपिकी अनुसंधान प्रयोगशाला (टीबीआरएल) एवं प्रमाण तथा प्रायोगिकी स्थापना (पीएक्सई) के सहयोग से एचईएमआरएल ने विमान बमों, मोर्टारों तथा तोपों में प्रयुक्त गोलों के लिए थर्मोबैरिक हथियार को प्रयोग में लाए जाने की स्थिति में बढ़ी हुई मारक क्षमता का प्रदर्शन किया है।

इस क्षेत्र में चल रहे अनुसंधान कार्यों में नए अभिक्रियाशील ईंधन, घिरे हुए (संस्तरित) चार्ज जैसे अभिनव डिजाइन, तथा एनर्जेटिक बाइंडरों के उपयोग पर ध्यान केंद्रित किया गया है ताकि 2 से अधिक टीएनटी समकक्षता प्राप्त की जा सके। विभिन्न श्रेणी मोर्टारों एवं आर्टिलरी गोला बारूदों के लिए थर्मोबैरिक हथियारों के प्रयोग से उन्नत प्रकार की बढ़ी हुई घातकता प्रदर्शित हुई है। उन्नत स्फोटक शीर्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में आत्मनिर्भरता प्राप्त करने में थर्मोबैरिक हथियार प्रौद्योगिकी का विकास एक महत्वपूर्ण उपलब्धि है। यह घातक फायर पावर के मामले में समकालीन सशस्त्र बलों की तुलना में भारतीय सशस्त्र बलों को एक अत्याधुनिक बढ़त प्रदान करता है।

असंवेदनशील आयुधों के लिए उच्च विस्फोटक पदार्थ

उच्च विस्फोटकों से संबंधित अनुसंधान के महत्वपूर्ण क्षेत्रों का एक का महत्वपूर्ण उद्देश्य आकस्मिक उत्तेजनाओं के कारण आयुध के विस्फोटित होने की घटना को कम करना है। असंवेदनशील युद्ध पदार्थ (आईएम) के विकास के लिए कम संवेदनशीलता वाले माध्यमिक विस्फोटक अत्यधिक महत्वपूर्ण होते हैं। अकस्मात् घटित होने वाली घटना एवं शत्रुतापूर्ण कार्रवाई के कारण हथियारों के जोखिम को कम करने के लिए असंवेदनशील युद्ध पदार्थ (आईएम) अनुरूपी श्रेणी का अनुपालन आवश्यक है। ऊष्मीय अथवा यांत्रिक उत्तेजनाओं के प्रति उच्च विस्फोटकों की संवेदनशीलता एवं अभिक्रिया को नियंत्रित करना प्रणाली में उपयुक्त अभिकल्प विशेषताओं को शामिल करने के अतिरिक्त असंवेदनशील युद्ध पदार्थ (आईएम) अनुरूपी श्रेणी का अनुपालन की स्थिति प्राप्त करने के लिए महत्वपूर्ण मानदंडों में से एक है।

इस नई श्रेणी की विस्फोटक सामग्रियों में उच्च तापीय स्थिरता, बुलेट के टुकड़े से संघात के प्रति कम संवेदनशीलता प्रदर्शित होती है तथा आस-पास गोला-बारूद के विस्फोट या आसपास ईंधन में आग लगने से उत्पन्न अत्यधिक उष्मा के कारण अनपेक्षित (संवेदी) विस्फोट की घटना न्यूनतम होती है। ये विशेषताएं विस्फोटक संघटकों में टीएनटी के स्थान पर विस्फोटक संघटकों के अवयवों के रूप में हाइड्रॉक्सिल टर्मिनेटेड पॉलीब्यूटाडाइन (एचटीपीबी), नाइट्राइल ब्यूटाडाइन रबर (एनबीआर), आदि जैसे अक्रिय बहुलक बाइंडरों को प्रयोग में लाकर प्राप्त की जा सकती हैं।



आईएफजी के थर्मोबैरिक गोलों से 400 मिमी मोर्टी ईट की बीवार तोड़ी गई

असंवेदनशील युद्ध पदार्थ (आईएम) अनुरूपी प्रणाली न केवल कार्मिकों एवं संपत्तियों के लिए सुरक्षा और उत्तरजीविता को संवर्धित करती है बल्कि भंडारण क्षमताओं को भी अधिकतम करती है तथा लॉजिस्टिक्स की फ्लेक्सिबिलिटी में वृद्धि करती है। इसके अतिरिक्त प्रक्रमण, रख-रखाव एवं प्रचालन के दौरान सुरक्षा की स्थिति ऐसे आयुधों से जुड़ी उत्पादन टीमों तथा सैनिकों को उच्च आत्मविश्वास स्तर प्रदान करती है। हालांकि इस तरह की असंवेदनशील युद्ध पदार्थ (आईएम) अनुरूपी प्रणाली को जहाज/पनडुब्बी वाहित टारपीडो की प्रमुख आवश्यकता माना जाता रहा है, तथापि, कम संवेदनशील/असंवेदनशील युद्ध पदार्थों को प्रयोग में लाए जाने पर अधिकाधिक बल दिए जाने के कारण भविष्य में उनका उपयोग मिसाइलों, रॉकेटों एवं बमों के स्फोटक शीर्षों के लिए भी किया जाने लगेगा।

एचआईएमआरएल ने इस दिशा में अग्रणी भूमिका का निर्वहन करते हुए आरडीएक्स तथा एचएमएक्स का प्रयोग करके कम संवेदी संचक संसाधित (कास्ट क्योर) विस्फोटक पदार्थ विकसित किया है एवं उनका 1.2 से 1.8 टीएनटी समतुल्यांक के साथ दिग्गज टॉरपीडो वरुणास्त्र, सी माइन एमआईजीएम, आरजीबी-60 तथा आरएल-140 नौसैनिक रॉकेटों के स्फोटक शीर्ष में भरने के लिए उत्पादन किया है। इन विस्फोटक शीर्षों का कुक ऑफ परीक्षणों के दौरान तापीय उत्तेजनाओं एवं बूलेट/उसके खंड से संघात के दौरान यांत्रिक उत्तेजनाओं के लिए आईएम परीक्षणों में कार्य-निष्पादन संतोषजनक पाया गया है। प्रयोक्ता की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए रक्षा से संबंधित सार्वजनिक क्षेत्र के उपकरणों के माध्यम से पॉलिमर बॉन्डेड एक्सप्लोसिव (पीबीएक्स) तकनीक पर आधारित उच्च विस्फोटक सामग्रियों का उत्पादन किया गया है।



वरुणास्त्र वारहेड



आरजीबी 60 रॉकेट वारहेड



आरएल 140 रॉकेट वारहेड



मल्टी इन्फ्लुएंस ग्राउंड माइन (एमआईजीएम)



दिग्गज टॉरपीडो वरुणास्त्र

अत्यधिक असंवेदनशील विस्फोटक पदार्थ

कम संवेदनशील एवं असंवेदनशील युद्ध सामग्रियों के क्षेत्र में प्रौद्योगिकीय अंतराल को समाप्त करने के लिए एचईएमआरएल ने अत्यधिक असंवेदनशील विस्फोटक पदार्थों (ईआईडीएस) से संबंधित मानदंडों को पूरा करने वाली उच्च विस्फोटक सामग्रियों को विकसित करने का एक कार्यक्रम शुरू किया है। इससे संबंधित अपेक्षाओं को पूरा करने के लिए एनटीओ, आरएस-आरडीएक्स, फॉक्स-7 और टीएटीबी जैसे आंतरिक संरचना की दृष्टि से कम संवेदनशील विस्फोटकों को संश्लेषित किया गया है तथा प्रौद्योगिकी अंतरण के माध्यम से इनका उत्पादन किया जा रहा है। किए जा रहे विकासात्मक क्रियाकलापों के परिणामस्वरूप ने द्रव ढलाई, कास्ट क्योर एवं प्रेस्ड प्रकार के विस्फोटकों के लिए ईआईडीएस श्रेणी के पदार्थों को प्रयोग में लाने की व्यावहारिक स्थिति सृजित की जा सकी है। इसके अतिरिक्त एचईएमआरएल में ईआईडीएस के परीक्षणों के लिए प्रायोगिक व्यवस्था स्थापित की गई है।

एनटीओ/डीएनएएन और एनटीओ/टीएनटी पर आधारित द्रव ढलाई सामग्रियों, जिनका कार्य-निष्पादन पारंपरिक विस्फोटक सामग्रियों के समान है, को विकसित किया गया है तथा उनके

कार्य निष्पादन एवं असंवेदनशीलता के संदर्भ में इन सामग्रियों का अभिलक्षण निर्धारण किया गया है। कम संवेदनशील आरडीएक्स (आरएस-आरडीएक्स), टीएटीबी तथा एचएनएस पर आधारित प्रेस्ड प्रकार के विस्फोटक पदार्थों तथा आरएस-आरडीएक्स एवं एनटीओ का उपयोग करके कास्ट क्योर पीबीएक्स विस्फोटक पदार्थों को भी ईआईडीएस से संबंधित विनिर्दिष्टियों के अनुपालन के लिए विकसित किया गया है तथा उनका मूल्यांकन भी किया गया है। विकसित सामग्रियां ईआईडीएस मानकों को पूरा करने के लिए गैप टेस्ट, कैप टेस्ट एवं फ्रैबिलिटी टेस्ट में अपेक्षित मानदंडों के अनुरूप पाई गई हैं। इनके अतिरिक्त भी इन सामग्रियों का परीक्षण किया गया है तथा इनमें उच्च आघात असंवेदनशीलता (>53 किलो बार) पाई गई है। कुछ सामग्रियों के प्ररूपी अभिलक्षण तालिका-1 में दर्शाए गए हैं। बमों, गोलों आदि में पूरित किए जाने वाले ये स्वाभाविक रूप से असंवेदनशील विस्फोटक पदार्थ अधिक तेजी से विघटित हो जाते हैं, जिसके परिणामस्वरूप फास्ट कुक ऑफ, स्लो कुक ऑफ तथा यांत्रिक उत्तेजनाओं के दौरान अत्यधिक तीव्र अभिक्रिया की संभावना कम होती है। ईआईडीएस सामग्रियों से पूरित आयुध प्रणालियों को विकसित किए जाने से आकस्मात घटित होने वाली घटना एवं कार्रवाई के कारण आयुध प्रणालियों के जोखिम में पड़ने की संभावना में कमी आएगी, जिससे विस्फोटकों तथा साथ ही ईआईडीएस विस्फोटक से पूरित युद्ध उपकरणों के प्रक्रमण, रखरखाव तथा ढुलाई के दौरान खतरों में उल्लेखनीय कमी होगी।

तालिका-1. ईआईडीएस संघटन के अभिलक्षण

संघटन	आघात संवेदनशीलता, किलो बार	वीओडी, मी/से	घनत्व, ग्राम/घन सेमी
द्रव संचकित एच ई (टीएनटी/एनटीओ)	70	6960	1.81
कास्ट क्योर एच ई (आरएस-आरडीएक्स / एनटीओ / एआई / एचटीपीबी)	57	6300	1.80
दाबित एच ई (टीएटीबी/पीयू)	58	7000	1.73



फ्रैबिलिटी टेस्ट के लिए नमूना द्रव्यमान: 9 ± 0.1 ग्रा व्यास 18 मिमी



फ्रैबिलिटी टेस्ट के लिए लॉन्चर गन



अधिस्फोटक

डोनर चार्ज

एटेन्युएटर

एक्सेप्टर चार्ज

ईआईडीएस गैप टेस्ट के लिए परीक्षण व्यवस्था



ईआईडीएस कैप टेस्ट के लिए परीक्षण व्यवस्था

अगली पीढ़ी के विस्फोटक प्रतिक्रियाशील बख्तर (एनजीईआरए)

एचईएमआरएल ने ईआरए मार्क-1 तथा ईआरए मार्क-2 को सफलतापूर्वक विकसित किया है। ईआरए मार्क-1 को टी-72 टैंकों पर लगाया गया, जबकि ईआरए मार्क-2 को एमबीटी अर्जुन मार्क-1 पर लगाए जाने तथा टी-90 टैंक के लिए आयात विकल्प की संभावना है। इसके अतिरिक्त मोनो आकार के विस्फोटकों एवं गतिज ऊर्जा प्रक्षेप्य के साथ ही टैंडेम आकार के विस्फोटक शीर्ष से लैस एंटी-टैंक मिसाइलों को निष्क्रिय करने में सक्षम ईआरए विकसित करने को ध्यान में रखते हुए एचईएमआरएल ने विस्फोटकों के विरुद्ध एनजीईआरए विकसित किया है।

प्रौद्योगिकी एक नव विकसित कम संवेदनशील विस्फोटक सामग्री पर आधारित है जिसमें अन्य अवयवों के साथ दो प्रकार के विस्फोटक शामिल हैं। संबंधित अपेक्षा के अनुरूप बख्तर सामग्री तैयार करने के लिए बड़ी संख्या में अनुकूलन प्रयोग किए गए जिनसे प्राप्त निष्कर्षों के आधार पर विस्फोटक प्रतिक्रियाशील शीट की संरचना एवं मोटाई को अंतिम रूप दिया गया। फलकों के बाहरी आमाप को ईआरए मार्क-2 के समान रखा गया था और केवल आंतरिक संविन्यास में ही संशोधन किया गया था। कम संवेदनशीलता तथा कार्य-निष्पादन की अपेक्षा को पूरा करने के लिए प्रायोगिक अध्ययनों से प्राप्त निष्कर्ष के आधार पर प्रत्येक मॉड्यूल में प्रतिक्रियाशील अवयवों की संख्या को भी आवश्यकता के अनुरूप रखा गया।

एनजीईआरए में धातु निर्मित पैनेलों में रखे प्रतिक्रियाशील अवयवों के मॉड्यूल निहित होते हैं जो या तो टैंक की सतह पर वेल्डित होते हैं या बोल्ट किए गए होते हैं। प्रतिक्रियाशील अवयवों

के आंतरिक आघात को कम करने वाला शॉक एटेन्यूएटर पैनेलों के भीतर एक-दूसरे के आमने-सामने लगे मॉड्यूलों में संवेदी विस्फोट होने की घटना को रोकता है। ईआरए में प्रयुक्त विस्फोटक पदार्थ पूर्ववर्ती संस्करणों में उपयोग किए गए विस्फोटकों की तुलना में असंवेदनशील होने के कारण यह रख-रखाव, भंडारण एवं संचालन में अधिक सुरक्षित है।

एनजीईआरए एनजीएमबीटी द्वारा निर्धारित की गई सुरक्षा अपेक्षाओं का अनुपालन करते हुए डीएमआरएल तथा सीवीआरडीई के सहयोग से विकसित की गई है एवं इसे आवश्यकता के अनुसार किसी भी टैंक के लिए प्रयोग में लाया जा सकता है। एनजीईआरए का मूल्यांकन सशस्त्र सेना द्वारा प्रयोग में लाए जा रहे दो प्रकार के विस्फोटकों अर्थात् अग्रानुक्रम आकार के विस्फोटक पूरित स्फोटक शीर्ष तथा टैंक से दागे जाने वाले 125 मिमी फिन स्टेब्लाइज्ड आर्मर पिसिंग डिस्कार्डिंग सैबोट (एफएसएपीडीएस) गोलों के विरुद्ध किया गया है। एनजीईआरए अग्रानुक्रम आकार के विस्फोटक पूरित स्फोटक शीर्ष के वेधन में तुलनात्मक रूप से निरंतर 50 प्रतिशत से भी अधिक तथा गतिज ऊर्जा से युक्त प्रक्षेप्य के वेधन में निरंतर 30 प्रतिशत से भी अधिक की कमी लाने में सक्षम रहा है। इसके अतिरिक्त, फिटमेंट पहलुओं को अंतिम रूप देने के लिए सीवीआरडीई में टी-72 टैंक पर विस्फोटकों के विरुद्ध एनजीईआरए की मॉकअप फिटमेंट जांच की गई है।

एनजीईआरए की निम्नलिखित मुख्य विशेषताएं हैं:

- ❖ अग्रानुक्रम आकार के विस्फोटक शीर्ष तथा गतिज ऊर्जा से युक्त प्रक्षेप्य के विरुद्ध सुरक्षा करने में सक्षम
- ❖ वेधन में कमी लाना
 - अग्रानुक्रम आकार के चार्ज वारहेड: > 50%
 - गतिज ऊर्जा युक्त प्रक्षेप्य (एफएसएपीडीएस) गोले: >30%
- ❖ लंबी शेल्फ लाइफ (> 15 वर्ष) के साथ नया कम संवेदनशील विस्फोटक
- ❖ छोटे हथियारों तथा गोला-बारूदों के विरुद्ध अधिस्फोट से प्रतिरक्षित
- ❖ आस-पास स्थित प्रतिक्रियाशील अवयवों के मॉड्यूल का अनुसरण करके कोई संवेदी विस्फोट नहीं होता
- ❖ टैंक पर सभी पैनेलों के लिए प्रतिक्रियाशील अवयव का कॉमन आकार फिटमेंट के लिए लचीलापन प्रदान करता है
- ❖ टैंक पर अतिरिक्त भार: 1.65 टन



टैंडेम आकार के विस्फोटक वारहेड के विरुद्ध एनजीईआरए का मूल्यांकन



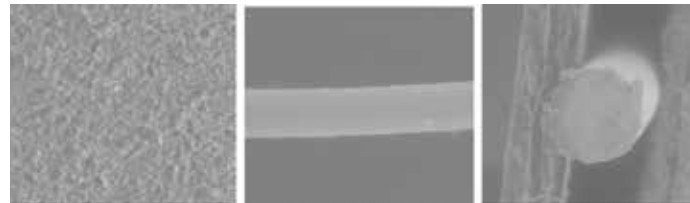
टी-72 टैंक पर मॉकअप फिटमेंट

उभरते आयुध प्रयोगों के लिए विस्फोटक स्याही तकनीक

विस्फोटक स्याही (एक्स-इन्क) एक उभरती हुई तकनीक है जो लघु आयुध प्रणालियों के लिए विस्फोटकों के अल्पांश के रूप में ऊर्जा पदार्थों को प्रयोग में लाने के लिए की गई एक महत्वपूर्ण खोज है। प्रौद्योगिकी में एक नई प्रवाह योग्य विस्फोटक सामग्री तथा इसकी मुद्रण पद्धति शामिल है। एक विशिष्ट प्रत्यक्ष मुद्रण विधि विस्फोटक स्याही के संवितरण के लिए एक बहुउपयोगी योजक निर्माण उपकरण है। इस प्रौद्योगिकी को प्रयोग में लाकर मिलिमीटर के अंश के रूप में अंशांकित विस्फोटक ट्रैक की छोटी जगह में जहां स्थान की अंतर्निहित सहज सीमाओं के कारण विस्फोटक पदार्थों को परंपरागत विधियों से भर पाना संभव नहीं होता वहां एक उर्जा पदार्थ को परिशुद्ध रूप में भरा जाता है।

विस्फोटक स्याही तथा इसकी मुद्रण पद्धति विभिन्न क्षेत्रों जैसे कि एमईएमएस-आधारित सुरक्षा आयुध तंत्र की माइक्रो-स्केल एक्सप्लोसिव फायर (एमएसएफ) श्रृंखला, दिशात्मक स्फोटक शीर्ष के लिए बहु बिंदु प्रारंभ प्रणाली, विमान तरंग जनरेटर, विस्फोटक लेंस, लघुकृत डेटोनेटर, स्व-विनाशी इलेक्ट्रॉनिक परिपथ के लिए उपकरण, आदि क्षेत्रों में इस आयुध प्रणाली के भविष्य को निर्धारित करेगी। एचईएमआरएल ने आयुध अनुप्रयोगों के लिए माध्यमिक और प्राथमिक विस्फोटक स्याही तथा इनकी मुद्रण पद्धति विकसित की है।

पहली पीढ़ी की माध्यमिक विस्फोटक स्याही: माध्यमिक विस्फोटक स्याही मिलिमीटर के अंश के रूप में अंशांकित विस्फोटक ट्रैक की छोटी सी जगह में अधिसफोटित होती है। अर्ध-परिरुद्ध स्थिति में भी बेहद संकीर्ण चैनलों पर इस तरह के विस्फोटों को अंजाम देना एक वास्तविक चुनौती है। एचईएमआरएल ने विस्फोटकों के विवेकपूर्ण चयन के साथ-साथ इसके कण आकार का उपयोग करते हुए निम्न चरम मोटाई वाली विस्फोटक सामग्रियां विकसित की हैं। सीएल 20 (विस्फोटक स्याही-1) तथा पीईटीएन (विस्फोटक स्याही-2) आधारित विस्फोटक स्याही को उनके कण आकार में बदलाव करके एवं बहुलकीय योजक में विसरित करके तैयार किया गया है, जिसके परिणामस्वरूप वांछित प्रवाह अभिलक्षणों तथा स्थायी कार्य निष्पादन प्राप्त होता है।



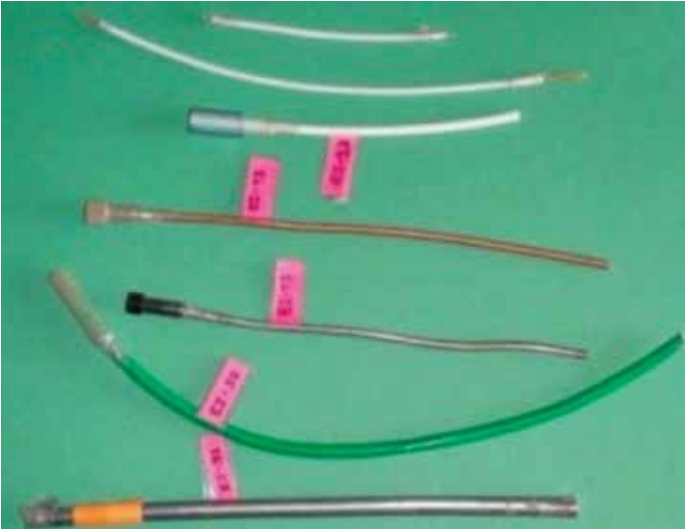
विस्फोटक स्याही का एसईएम (बल्क सरफेस, एक्सप. वायर और इसका अनुप्रस्थ परिदृश्य)

तालिका-2. विस्फोटक स्याही के अभिलक्षण

पैरामीटर	विस्फोटक स्याही-1	विस्फोटक स्याही-2
विस्फोटक पूरित पदार्थ	सीएल-20	पीईटीएन
विस्फोटक लोडिंग	95-98%	95-98%
कण आकार	~5 माइक्रो मीटर	~5 माइक्रो मीटर
पूरित पदार्थ का घनत्व	1.2-1.3 ग्राम/घन सेमी	1.0 ग्राम/घन सेमी
पूरित पदार्थ को भरने की विधि	प्रत्यक्ष भरन विधि	प्रत्यक्ष भरन विधि
पूरित पदार्थ भरे जाने वाले स्थान की विमा	0.5 x 0.5 मिमी	0.5 x 0.5 मिमी
अधिसफोट वेग	6600 मी/सेकंड	5900 मी/सेकंड
चरम मोटाई	120 माइक्रो मीटर	160 माइक्रो मीटर

प्राथमिक विस्फोटक स्याही: द्वितीयक विस्फोटक श्रेणी की विस्फोटक स्याही का प्रयोग करके निर्मित किए गए लघु आयुध उपकरण के लिए एक संहत प्रारंभन तंत्र की आवश्यकता होती है। एचईएमआरएल ने पर्यावरण की दृष्टि से अपेक्षाकृत कम असुरक्षित, सीसा रहित प्राथमिक विस्फोटक स्याही विकसित की है। इसमें स्पॉट चार्ज के रूप में निक्षेपित होने की क्षमता है तथा यह कुछ मिलिग्राम स्तर पर भी द्वितीयक विस्फोटक स्याही में विस्फोट की प्रक्रिया के निरंतर प्रारंभन में सक्षम है।

दूसरी पीढ़ी की विस्फोटक स्याही: पहली पीढ़ी की विस्फोटक स्याही से भिन्न दूसरी पीढ़ी की विस्फोटक स्याही स्वयं को स्वतः संसाधित करने में सक्षम है, इसे तनुकारक द्रव का उपयोग करने की आवश्यकता नहीं होती है तथा इस कारण इस विस्फोटक स्याही में उच्च घनत्व होता है। इस श्रेणी की विस्फोटक स्याही विस्फोटक/प्रणोदक सामग्रियों के त्रिविमीय मुद्रण के निर्माण खंड के रूप में कार्य करती हैं। ऊर्जा युक्त पदार्थों/ऊर्जा युक्त/ऊर्जारहित बहुलकीय योजकों में अंतर्निहित योजक पदार्थों के होने के कारण उन्हें ट्यूब/पाइप जैसे बंद चैनलों में भरने तथा बहुस्तरीय ऊर्जा युक्त संरचनाओं के निर्माण के लिए प्रयोग में लाया जा सकता है।



ट्यूबों में भरी गई दूसरी पीढ़ी की विस्फोटक स्याही

मुद्रण पद्धति: विस्फोटक स्याही प्रौद्योगिकी को सशक्त बनाने के लिए इसकी मुद्रण पद्धति का सशक्त बनाना आवश्यक है। विभिन्न श्रेणी की विस्फोटक स्याही का पैटर्न निर्धारित करने की सक्षमता स्वचालित वातिक प्रत्यक्ष लेखन मुद्रण विधि (ऑटोमेटेड न्युमैटिक डायरेक्ट राइट प्रिंटिंग मेथड) द्वारा समर्थ बनाई जाती है। इलेक्ट्रॉनिक उपकरण निर्माण के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले एक उपकरण को जटिल संरचनाओं का पैटर्न निर्धारित करने की क्षमता से युक्त संवेदनशील विस्फोटक सामग्री के संचालन के लिए आवश्यक बदलाव के साथ सफलतापूर्वक तैयार किया गया है। विस्फोटक स्याही के विघटन या प्रवाह (रियोलॉजिकल)

अभिलक्षणों को नियंत्रित करके वितरण तंत्र में गतिशीलता उत्पन्न की जाती है।



स्वचालित वायवीय संवितरक

जटिल संरचनाओं की पैटर्निंग

विस्फोट से पहले और बाद में जटिल संरचनाएं

विस्फोटक स्याही का प्रयोग करके जटिल पैटर्न का मुद्रण

आयुध में विस्फोटक स्याही का उपयोग

दिशात्मक वारहेड अनुप्रयोगों के लिए विस्फोटक स्याही

एकल बिंदु प्रारंभन प्रणाली से युक्त सममित वारहेड एक निश्चित संख्या में तथा समदैशिक खंड संवितरित करते हैं। विस्फोटित होने पर खंडित हुए टुकड़ों के पैटर्न को निर्देशित करके वारहेड की संहार दक्षता में सुधार करने के प्रयास किए गए हैं। वारहेड के विखंडन पैटर्न को निर्देशित करने तथा लक्ष्य पर प्रहार करने वाले टुकड़ों की संख्या तथा ऊर्जा को अधिकतम करने के लिए विस्फोटक लाइन ट्रेक के माध्यम से एक साथ कई बिंदुओं पर विस्फोट की प्रक्रिया प्रारंभ करने की विधि का उपयोग किया जा सकता है।

इस तरह के डिजाइनों में समतल में तथा समतल से बाहर के तल में आनमन के साथ अत्यंत संकीर्ण चैनलों में विस्फोटक भराव की आवश्यकता होती है। समतल तरंग इनिशिएटर्स की यह अनूठी संरचना स्फोटक शीर्ष को बहुत सरल बनाती है तथा इसे सस्ता और हल्का बनाती है। हालाँकि, उनमें विस्फोटक सामग्री को भरना विस्फोटक संहनन विधियों के आसान तरीकों से नहीं किया जा सकता है।

नव विकसित विस्फोटक स्याही प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में किए गए मौजूदा विकासात्मक क्रियाकलापों से एकल प्रारंभन बिंदु तथा एक साथ कई आउटपुट वाले बहु-बिंदु प्रारंभन उपकरण के विस्फोटक ट्रेक में विस्फोटक पदार्थों को परिशुद्ध रूप में पूरित करने की सुविधा उपलब्ध हुई है। उपकरण के सूक्ष्म विस्फोटक ट्रेक में बहुत कम मात्रा में पीईटीएन विस्फोटक स्याही (विस्फोटक स्याही-2) भरी गई थी। प्रक्रिया के उपयुक्त रूप में प्रारंभन की अवस्था के दौरान उच्च गति वाले कैमरे का उपयोग करके उपकरण द्वारा दर्शाए गए सभी परिणामों का प्रेक्षण किया गया जिसमें एक साथ प्राप्त हुए परिणामों को समय विलंब में 2 माइक्रो सेकंड से भी कम के अंतराल के साथ एक ही फ्रेम में रिकॉर्ड किया गया था।

इस प्रकार, केवल कुछ मिलिग्राम विस्फोटकों का प्रयोग करके विस्फोटक स्याही प्रौद्योगिकी की सहायता से पारंपरिक कंबाईड डेटोनेटिंग फ्यूज (सीडीएफ) की तुलना में अधिक लाभ प्राप्त किया जा सकता है तथा इसकी लागत, वजन और विश्वसनीयता में सुधार होता है।

भावी एमईएमएस आधारित एस एंड ए उपकरणों के लिए विस्फोटक स्याही प्रौद्योगिकी

सूक्ष्म वैद्युत यांत्रिक मैकेनिज्म (एमईएमएस) आधारित सुरक्षा तथा शस्त्रीकरण (एस एंड ए) उपकरण स्मार्ट आयुध प्रणालियों में प्रयोग में लाए जाते हैं। ऐसे एमईएमएस आधारित एस एंड ए उपकरणों में आमतौर पर एक से अधिक यांत्रिक तंत्रों के संयोजन को प्रयोग में लाया जाता है जो केवल फायरिंग या लॉन्च की चरम भौतिक दशाओं के अधीन ही अन्य विस्फोटक घटकों के साथ बहुत छोटे विस्फोटक चार्ज वाले फायरिंग श्रृंखला का संरक्षण बनाते हैं।

एमईएमएस आधारित एस एंड ए उपकरणों को अधिमानतः लगभग एक वर्ग सेंटीमीटर या उससे कम क्षेत्रफल के एक डार्ड पर गढ़ा जाता है जिसमें बहुत छोटे विस्फोटक चार्ज (माइक्रो-लीटर वॉल्यूम) को छिद्रों और चैनलों की एक श्रृंखला के भीतर परिशुद्ध रूप में निक्षेपित किया जाना अनिवार्य है जिससे फायरिंग श्रृंखला निर्मित होती है।

इन प्रणालियों के लिए विस्फोटक पदार्थ को युद्ध उपकरण में लोड करने के पारंपरिक तरीके उपयुक्त नहीं होते। ऐसे माइक्रोस्केल फायर ट्रेन (एमएसएफ) के लिए विस्फोटक स्याही प्रौद्योगिकी एकमात्र व्यवहार्य तकनीक है। एचईएमआरएल ने इस तरह के संकीर्ण चैनलों में विस्फोटक स्याही भरने की क्षमता तथा संहत प्रारंभन तंत्र के साथ विश्वसनीय कार्यकरण का परीक्षण किया है।

छोटे अधिस्फोटकों को तैयार करने के लिए विस्फोटक स्याही का प्रयोग

विस्फोट की प्रक्रिया प्रारंभ करने के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले उपकरणों में मूल रूप से प्राथमिक विस्फोटक का उपयोग किया जाता है जो ऊष्मा, ज्वाला, संघट्ट, घर्षण/विद्युत स्पार्क के संपर्क में आने पर एक विस्फोट शॉक वेव उत्पन्न करते हैं तथा द्वितीयक या बूस्टर विस्फोटक में विस्फोट की प्रक्रिया प्रारंभ करते हैं। आमतौर पर उपयोग में लाए जाने वाले प्राथमिक विस्फोटक लेड एजाइड/स्टाइफनेट हैं। इन प्राथमिक विस्फोटकों पर आधारित उपकरणों में परिरोध प्रदान करने तथा आवश्यक शॉक स्तरों को प्राप्त करने के लिए तापन अवयव की तुलना में स्पॉट चार्ज, ट्रांसफर चार्ज और आउटपुट चार्ज का संहनन अंतर्निहित है।

इस संहनन प्रक्रिया में जोखिम अंतर्निहित है तथा इसके परिणामस्वरूप अंतिम तौर पर एक परिणामी बड़े विन्यास का



विस्फोटक स्याही से तैयार किए गए टेप तथा कप-प्रकार का डेटोनेटर

अधिस्फोटक/प्रारंभक उपकरण प्राप्त होता है। लघु आयुध प्रणालियों की प्राप्ति की दिशा में संहत तथा सुरक्षित अधिस्फोटक विकसित होना आवश्यक है और विशेष रूप से, एमईएमएस फ्यूज में सूक्ष्म अधिस्फोटक (माइक्रो डेटोनेटर) की भूमिका अत्यधिक महत्वपूर्ण होती है।

एचईएमआरएल ने पर्यावरण की दृष्टि से अपेक्षाकृत कम असुरक्षित, सीसा रहित प्राथमिक विस्फोटक स्याही पर आधारित छोटे अधिस्फोटक विकसित किए हैं। प्रयोगशाला द्वारा अपेक्षाकृत सुरक्षित प्राथमिक विस्फोटक स्याही की मात्र कुछ मिलिग्राम मात्रा का प्रयोग करके लघु आयुध प्रणाली की दो अलग-अलग किस्मों के नए फ्लैक्सिबल टेप प्रकार के डेटोनेटर तथा कॉम्पैक्ट कप-प्रकार के डेटोनेटर का विकास किया गया है। इन दोनों अधिस्फोटकों को द्वितीयक विस्फोटक इंक ट्रेक (विस्फोटक स्याही 1-2) में विस्फोट की प्रक्रिया को आरंभ करने के लिए प्रमाणित किया गया है। इसके अतिरिक्त, इस डेटोनेटर द्वारा प्रदर्शित किए गए लचीलेपन ने सैंडविच प्रकार के विस्फोटक उपकरणों के लिए एक अवसर उपलब्ध कराया है जहां तापन एलिमेंट्री, प्राथमिक विस्फोटक स्याही संस्तर तथा द्वितीयक विस्फोटक स्याही को एक साथ प्रयोग में लाया जाना संभव है।

इलेक्ट्रॉनिक मेमोरी उपकरणों के स्व-विनाश के लिए विस्फोटक स्याही प्रौद्योगिकी

राष्ट्रीय सुरक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण वर्गीकृत जानकारी को शत्रु द्वारा प्रयोग में लाए जाने से या उस जानकारी तक किसी अप्राधिकृत व्यक्ति की पहुंच स्थापित होने से रोकना आवश्यक है। विस्फोटक स्याही का प्रयोग करके तैयार किए गए विस्फोटक उपकरण का प्रयोग करके इलेक्ट्रॉनिक स्टोरेज मीडिया/मेमोरी चिप्स को अधिकतम स्तर तक क्षति पहुंचाई जा सकती है जिससे सूचना को पुनर्प्राप्त करना असंभव हो जाता है।

आईसी चिप संरचना के पूर्ण विनाश के लिए उपयुक्त संरचना वाले विस्फोटक उपकरण की आवश्यकता होती है। इस तरह के प्रयोग के लिए, प्राथमिक विस्फोटक स्याही की पतली परत पर द्वितीयक विस्फोटक स्याही एवं विस्फोट की प्रक्रिया को आरंभ करने वाले इनिशिएटर के साथ धातु सबस्ट्रेट को तैयार किया गया है तथा विस्फोट की प्रक्रिया के प्रारंभ होने का प्रदर्शन किया गया है।



खाली आईसी चिप

उच्च विस्फोटक परत

प्रारंभिक परत

लपेटा हुआ आईसी

विस्फोट के बाद

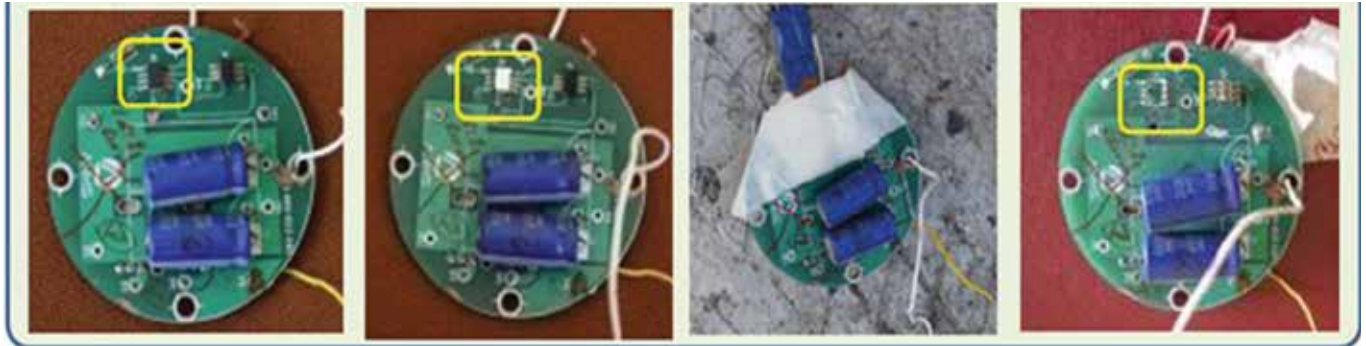
विस्फोटक स्याही के प्रयोग से आईसी चिप को नष्ट करना

भरने से पहले

एच ई निक्षेपित परत

इनिशिएटर से लपेटी गई

विस्फोट के बाद



विस्फोटक स्याही का उपयोग करके स्मृति उपकरणों को नष्ट करना

155 एमएम आर्टिलरी गन के लिए बाई-मॉड्यूलर चार्ज प्रणाली

भारतीय सेना द्वारा प्रयोग में लाई जा रही 155 एमएम बोफोर्स तोप में नौ क्लॉथ बैग चार्ज होते हैं जिनमें से प्रत्येक आमाप, आकार, वजन और प्रणोदक श्रेणी की दृष्टि से भिन्न-भिन्न होता है। इन क्लॉथ बैग चार्ज में आवश्यक रेंज प्राप्त करने के लिए अक्सर ऊपरी परत को हटाने की आवश्यकता होती है। ऊपरी परत को इस तरह हटाया जाना निपटान की समस्या पैदा करता है, जो सुरक्षा की दृष्टि से एक प्रमुख चिंता का विषय है। इसके अलावा, ऊपरी परत को हटाने में कीमती समय नष्ट हो जाता है जो तोप से गोले को दागे जाने की दर को प्रभावित करता है और तोप के गोलों की लागत भी बढ़ती है। दहनशील कार्ट्रिज

आवरण प्रौद्योगिकी की प्रगति के साथ, बाई-मॉड्यूलर चार्ज सिस्टम (बीएमसीएस) को विश्व भर में विकसित किया गया है। सेना द्वारा द्वि-मॉड्यूलर चार्ज सिस्टम से संबंधित प्रौद्योगिकी आयुध निर्माणी बोर्ड (ओएफबी) को सौंपी गई है। यह दो प्रकार के दहनशील मॉड्यूलर चार्ज पर आधारित है जो निचले और ऊपरी जोन में लगे होते हैं। लोअर जोन (एलजेड) पर लगाया गया विस्फोटक चार्ज कम रेंज के लिए तथा ऊपरी जोन (एचजेड) पर लगाया गया विस्फोटक चार्ज अधिक रेंज के लिए कार्य करता है। महत्वपूर्ण/प्रमुख संघटकों/प्रक्रमों के लिए विदेशी विक्रेताओं पर संभावित निर्भरता को ध्यान में रखते हुए, एचईएमआरएल को स्वदेशी कच्चे माल और प्रक्रियाओं के साथ बीएमसीएस तकनीक विकसित करने के लिए अधिदेशित किया गया था।

एचईएमआरएल ने 155 मिमी आर्टिलरी गन के लिए

स्वदेशी बीएमसीएस को अभिकल्पित तथा विकसित किया है। एचईएमआरएल द्वारा उपयुक्त रेंज टेबल के साथ विकसित किया गया बाई-मॉड्यूलर चार्ज सिस्टम (बीएमसीएस) भारतीय सेना की सभी 155 मिमी तोपों (39/45/52 कैलिबर) में प्रयोग में लाया जा सकता है तथा इसके साथ ही इस प्रणाली को दूसरे देशों को निर्यात किए जाने की संभावना में भी वृद्धि हुई है। 155 मिमी 39 कैलिबर (कैलिबर) तोप के लिए, लोअर जोन (एलजेड) में जोन-1 (एक मॉड्यूल) और जोन-2 (दो मॉड्यूल) होते हैं जबकि ऊपरी जोन (एचजेड) में जोन-3 (तीन मॉड्यूल), जोन-4 (चार मॉड्यूल) और जोन-5 (पांच मॉड्यूल) निहित होते हैं। 45 कैलिबर के सोल्टम तथा 52 कैलिबर के वज्र में अतिरिक्त जोन-6 (छह मॉड्यूल) का उपयोग किया जाता है। ईआरएफबी- बीटी तथा ईआरएफबी-बीबी जैसे प्राइमरी एम्युनिशन के अतिरिक्त उच्च विस्फोटकों, प्रदीप्ति या धुएं जैसे माध्यमिक गोले भी बीएमसीएस से दागे जा सकते हैं।

बीएमसीएस प्रौद्योगिकी को आवश्यक रेंज टेबल तैयार करके 39 कैलिबर के बोफोर्स, 39 कैलिबर के यूएलएच, 45 कैलिबर के सोल्टम, 45 कैलिबर के धनुष तथा 52 कैलिबर के वज्र जैसे विभिन्न तोपों के लिए स्वदेशी कच्चे माल, उपकरण एवं प्रक्रियाओं द्वारा विकसित किया गया है। पहचान में आसानी के लिए, लोअर जोन (एलजेड) मॉड्यूल को हरे रंग का जबकि ऊपरी जोन (एचजेड) मॉड्यूल को सफेद रंग का रखा गया है। लोअर जोन (एलजेड) मॉड्यूल की ऊपरी सतह में रात्रि काल की पहचान के लिए निशान बनाए गए हैं। किसी भी संयोजन के दौरान लोअर जोन (एलजेड) मॉड्यूल तथा ऊपरी जोन (एचजेड) मॉड्यूल के परस्पर मिलने को रोकने के लिए उनके अपने अलग-अलग लॉकिंग सिस्टम हैं। आवश्यक रंग कोड तथा लॉकिंग निशान/खांचे के साथ ज्वलनशील आवरण में कप के आकार का मुख्य भाग, क्लोजिंग डिस्क और प्रज्वालक नलिका शामिल हैं।

लोअर जोन (एलजेड) मॉड्यूल तीव्र गति से जलने वाले एकल आधार प्रणोदक (एसबीपी) से पूरित होते हैं जिनमें सबसे निचले

जोन में सिल्वर-मुक्त दहन प्राप्त करने के लिए एक प्रमुख संघटक के रूप में नाइट्रो सेलुलोज (एनसी) निहित होता है। प्रयोग में लाए जा रहे एकल आधार प्रणोदक (एसबीपी) कण बेलनाकार हेप्टा-ट्यूबलर आकृति तथा छोटे आकार (3.6 मिमी व्यास × 5.7 मिमी लंबाई) के होते हैं जबकि ऊपरी जोन (एचजेड) के सफेद मॉड्यूल में उच्च ऊर्जा के लिए अतिरिक्त नाइट्रो-ग्लिसरीन (एनजी) तथा नाइट्रोयूनिडेन (एनक्यू) युक्त धीमी गति से जलने वाला कूल ट्रिपल बेस प्रोपेलेंट (टीबीपी) होता है। अधिकतम लोडिंग प्राप्त करने के लिए रोसेट आकृति तथा बड़े आकार (11 मिमी व्यास × 22 मिमी लंबाई) के हेप्टा-ट्यूबलर कणों की व्यवस्थित फिलिंग को प्रयोग में लाया जाता है।

एचईएमआरएल ने एक स्वचालित प्रोपेलेंट फिलिंग तथा असंबली मशीन विकसित की है जिसमें ऊपरी जोन (एचजेड) के मॉड्यूल का संयोजन लगभग 10 मिनट में पूरा किया जा सकता है, जबकि मैनुअल संयोजन में लगभग 50 मिनट का समय लगता है।

पारंपरिक चार्ज सिस्टम की तुलना में बीएमसीएस के अनेक लाभ हैं। आर्टिलरी प्रोपेलिंग चार्ज के लिए मॉड्यूलर अवधारणाओं के निम्नलिखित प्रमुख लाभ हैं:

- ❖ बैलिस्टिक मिशन की संपूर्ण श्रृंखला को सुविधा प्रदान करता है अर्थात आवश्यक रेंज में वृद्धि के लिए आनुपातिक वृद्धिशील अपरिवर्तनशील मॉड्यूलर चार्ज शामिल करके मल्टीपल जोनिंग की सुविधा उपलब्ध कराता है
- ❖ ऑटो लोडिंग की सुविधा देता है जिसके परिणामस्वरूप तोप से गोलों को दागे जाने की दर बढ़ जाती है
- ❖ प्रणोदक आवेश से होकर प्रज्वलन का निर्बाध संचरण
- ❖ केंद्रीय रूप में संस्थित बारूद युक्त प्रज्वलन ट्यूब द्वारा सभी मॉड्यूलों का एक साथ प्रज्वलन जिसके परिणामस्वरूप प्रणोदक चार्ज का एकसमान प्रज्वलन होता है
- ❖ कम ज्वाला, विस्फोट, धुआं संकेत



155 मिमी कैलिबर के आर्टिलरी तोपों के लिए स्वदेश में विकसित बीएमसीएस

- ❖ बेहतर नमी प्रतिरोध
- ❖ तोप के बैरल की उपयोगी आयु में वृद्धि
- ❖ बेहतर लॉजिस्टिक्स, संग्राम प्रभावशीलता तथा भार में कमी
- ❖ क्लॉथ बैग में रखे गए विस्फोटक के हानिकारक निष्काषण तथा निपटान को समाप्त करता है
- ❖ प्रचालन तापमान -30 से 55 डिग्री सेल्सियस
- ❖ असंवेदनशील युद्ध पदार्थ (आईएम) अनुरूपी श्रेणी का

बीएमसीएस प्रौद्योगिकी का 39 कैलिबर के बोफोर्स तोप में बड़े पैमाने पर मूल्यांकन किया गया है तथा अनंतिम रेंज टेबल तैयार किए गए हैं। इसकी उपयोगिता 45 कैलिबर के सोल्टम तोप में भी प्रदर्शित की गई है। सियाचिन से लेकर राजस्थान तक की मौसम की स्थिति को देखते हुए सर्विस तापमान (-30 से 55 डिग्री सेल्सियस) की विस्तृत श्रृंखला में मलबे से मुक्त दहन किया जाता है। बीएमसीएस प्रौद्योगिकी को सफलतापूर्वक विकसित किए जाने के बाद, इससे संबंधित प्रौद्योगिकी दो निजी फर्मों मैसर्स इकोनॉमिक एक्सप्लोसिव्स लिमिटेड, नागपुर तथा मैसर्स भारत एक्सप्लोसिव्स लिमिटेड, ललितपुर को अंतरित की गई है।

उच्च ऊर्जा प्रणोदक

हाइड्रॉक्सी टर्मिनेटेड पॉलिब्यूटाडाइन (एचटीपीबी) आधारित सम्मिश्र प्रणोदक वर्तमान में दुनिया भर में ठोस रॉकेट मोटर्स में सबसे अधिक प्रयोग में लाया जा रहा प्रणोदक है। हालांकि, विशिष्ट आवेग और घनत्व आवेग के मामले में एचटीपीबी-आधारित प्रणोदक संरचना एक संतृप्ति स्तर तक पहुंच गई है। उच्च कार्य निष्पादन करने वाले प्रणोदक द्रव को विकसित करने की दिशा में कार्य करते हुए एचईएमआरएल ने सक्रिय योजक प्रणाली पर आधारित एक नई श्रेणी का उच्च ऊर्जा युक्त सम्मिश्र प्रणोदक विकसित किया है जो पारंपरिक एचटीपीबी/एआई/एपी आधारित समग्र ठोस प्रणोदक की तुलना में कम से कम 10 सेकण्ड उच्च विशिष्ट आवेग प्रदान करने में सक्षम है। उच्च ऊर्जा प्रणोदक सामग्री रेंज, पेलोड और अभिकल्प में बदलाव लाए जाने के संदर्भ में मिसाइल के कार्य-निष्पादन को बढ़ाएगी।

उच्च ऊर्जा प्रणोदक पदार्थ सक्रिय योजक प्रणाली पर आधारित होता है जहां बहुलकीय योजक पदार्थ के ऊर्जा स्तर में ऊर्जा युक्त प्लास्टिसाइजर को शामिल करके पर्याप्त वृद्धि की जाती है। सक्रिय योजक पदार्थ को तैयार करने की प्रक्रिया में उच्च आणविक भार के नाइट्राइल ब्यूटाडाइन रबर (एनबीआर) का प्लास्टिककरण शामिल है जो ऊर्जा युक्त नाइट्रेट एस्टर प्लास्टिसाइजर जैसेकि डाइएथिलीन ग्लाइकॉल डाइनाइट्रेट (डीजीडीएन) तथा ट्राइएथिलीन ग्लाइकॉल डाइनाइट्रेट (टीजीडीएन) एवं अन्य योजक पदार्थों का प्रयोग करके किया जाता है।

एचईएमआरएल ने विशेष रूप से डिजाइन किए गए एंकर ब्लेड मिक्सर तथा सॉल्वेंट रिकवरी सिस्टम के आधार पर सक्रिय योजक पदार्थ तैयार करने की तकनीक स्थापित की है और

सामरिक मिसाइल प्रणालियों की उत्पादन आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए प्रक्रमण सुविधा स्थापित की गई है। उच्च ऊर्जा प्रणोदकों को संसाधित किए जाने के लिए एक समर्पित उच्च ऊर्जा प्रणोदक संसाधन सुविधा सृजित की गई है।

उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक सुविधा में उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक पदार्थ के मिश्रण के लिए ब्लेडलेस रोटरी मिक्सर तथा 2-ब्लेड वर्टिकल प्लैनेटरी मिक्सर -15 एल एवं 50 एल, तरल तथा ठोस अवयवों के लिए दूर से संचालित की जाने वाली फीडिंग प्रणाली, पूरी तरह से स्वचालित संचकन व्यवस्था, परिसीमित तथा प्रेशराइज्ड क्योरिंग सेट-अप तथा अन्य उपयोगिताओं जैसे निर्वात पंप, गर्म और ठंडे पानी की परिसंचरण प्रणाली, वायु संपीडक इत्यादि जैसे उन्नत प्रक्रिया उपकरण शामिल हैं।

उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक पदार्थ के प्रक्रमण से संबंधित सभी संचालन एक एससीएडीए-आधारित नियंत्रण प्रणाली का उपयोग करके दूरस्थ रूप से किया जाता है।

उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक पदार्थ की संरचना को 70 किग्रा-बल/वर्ग सेमी पर 9 से लेकर 17 मिमी/सेकंड की दहन दर पर विकसित किया गया है।

उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक पदार्थ की संरचना हेतु प्रयुक्त सभी संघटक पदार्थों तथा प्रणोदक के अभिलक्षण से संबंधित विवरण क्रमशः तालिका-3 और तालिका-4 में दर्शाए गए हैं।

पारंपरिक एचटीपीबी आधारित सम्मिश्र प्रणोदक की तुलना में उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक पदार्थ को प्रयोग में लाने के कई लाभ हैं जिनका नीचे उल्लेख किया गया है:

- ❖ उच्च वितरित विशिष्ट आवेग (252-254 सेकंड) तथा घनत्व (>1.8 ग्राम/घन सेमी)
- ❖ उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक पदार्थ को लंबे समय तक सुरक्षित रखा जा सकता है जिससे इसे प्रक्रमित करके इसमें और अधिक सुधार लाने की संभावना अधिक बनी रहती है।
- ❖ उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक पदार्थ में निम्न तापमान पर विकृति उत्पन्न होने की उत्कृष्ट क्षमता होती है।
- ❖ उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक पदार्थ में विषाक्त तथा संक्षारक दहन उत्पादों का स्तर कम होता है (हाइड्रॉक्लोरिक अम्ल <5-7%) जिससे यह प्रणोदक पदार्थ पारंपरिक सम्मिश्र प्रणोदक की तुलना में पर्यावरण के लिए कम हानिकारक है।
- ❖ तापमान में परिवर्तन के साथ उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक पदार्थों के यांत्रिक गुणों में अपेक्षाकृत कम बदलाव उत्पन्न होता है।

एचईएमआरएल ने सभी कच्चे माल/संघटक पदार्थों तथा उनके गुणवत्ता नियंत्रण के तरीकों के लिए स्वदेशी स्रोतों को सफलतापूर्वक विकसित किया है। इसके अतिरिक्त, उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक के प्रसंस्करण के लिए प्रणोदक प्रसंस्करण सुविधा स्थापित की गई है। प्रणोदक प्रसंस्करण शुरू में अपेक्षाकृत कम

तालिका-3. उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक की संरचना

संघटक पदार्थ	कार्य
सक्रिय योजक + संसाधित अभिकर्मक + आबंध अभिकर्मक	आबंध अभिकर्मक/ईंधन + प्रणोदक की संरचनात्मक अखंडता के लिए क्रॉस-लिंकर
एल्युमिनियम पाउडर (Al)	धात्विक ईंधन
आरएस-आरडीएक्स/एचएमएक्स	माध्यमिक ऑक्सीकारक / ऊर्जा युक्त संघटक
अमोनियम परक्लोरेट (एपी)	ऑक्सीकारक

तालिका- 4. उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक के अभिलक्षण

मिश्रित श्यानता का अंत, पॉइज़, 50 डिग्री सेल्सियस	11000-13800
प्रसारणीयता गुणांक	70-90 %
पॉट लाइफ	>24 घंटे
तनन सामर्थ्य	8-10 किलोग्राम-बल/वर्ग सेंटीमीटर
ई मोड	20-25 किलोग्राम-बल/वर्ग सेंटीमीटर
तनन आबंधन सामर्थ्य (प्रोपेलेंट और लाइनर)	> 5 किलोग्राम-बल/वर्ग सेंटीमीटर
% दीर्घाभवन	50-55 %
घनत्व	1.785-1.825 ग्राम/घन सेमी
शेल्फ लाइफ, वर्ष	>15
वितरित विशिष्ट आवेग (आईएसपी), 70:1	252-254
अभिलक्षणिक वेग (सी*), मी/से	1615-1625
दाब सूचकांक ('एन'- वैल्यू)	0.37-0.45



उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक के प्रसंस्करण के लिए ऐंकर ब्लेड मिक्सर तथा रोटरी मिक्सर



उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक से प्रक्रमित 40 किग्रा बीईएम तथा अपर स्टेज मोटर

स्तर (10–50 किग्रा) और बाद में बड़े स्तर (2 टन तक) पर किया गया था। प्रणोदक का कार्य निष्पादन 2 किग्रा बीईएम, 40 किग्रा बीईएम तथा साथ ही 1 टन वर्ग, और 2 टन वर्ग के रॉकेट मोटरों पर स्थैतिक परीक्षणों की संख्या के रूप में प्रदर्शित किया गया है।

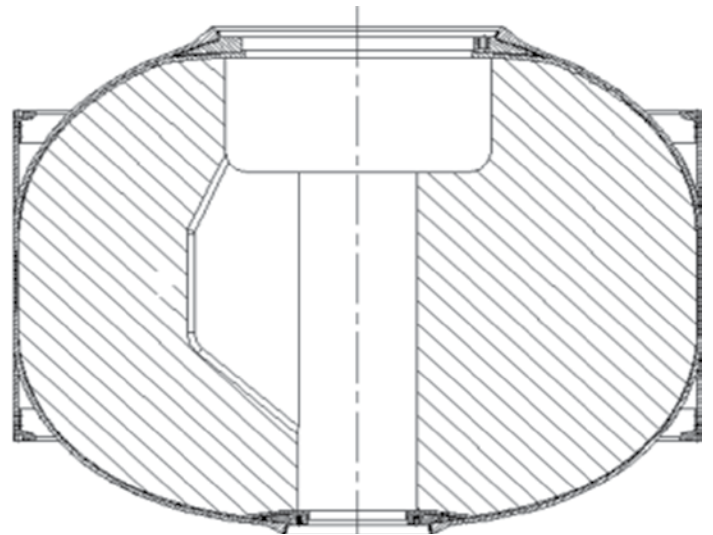
खंडित मैट्रल प्रौद्योगिकी

उन्नत ठोस प्रणोदन प्रणाली में उच्च मात्रात्मक भारण को पूरा करने तथा उच्च ऊर्जा युक्त प्रणोदक पदार्थ को शामिल करने को ध्यान में रखते हुए जटिल प्रणोदक कण विन्यास को प्रयोग में लाया जाता है जहां मशीनिंग की प्रक्रिया को न करने की आवश्यकता होती है। ठोस प्रणोदक रॉकेट मोटर (एसपीआरएम) के संबंध में मिशन की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए विभिन्न जटिल प्रणोदक विन्यासों को अभिकल्पित किया गया है। इस संदर्भ में सर्वाधिक उपयोगी प्रणोदक विन्यास प्रणोदक पदार्थ का मात्रात्मक भारण > 92% के साथ डीप फिन-ओ-सिल विन्यास है।

इस प्रकार के कण विन्यास के लिए, पारंपरिक मैट्रल को असेंबली के रूप में प्रयोग में नहीं लाया जा सकता है तथा प्रणोदक प्रसंस्करण के दौरान मैट्रल की डी-कोरिंग संभव नहीं है क्योंकि मोटर ओपनिंग व्यास अधिकतम फिन व्यास से कम होता है तथा प्रोपेलेंट पोर्ट व्यास संकीर्ण होता है। इसके अतिरिक्त, प्रणोदक मशीनिंग ऑपरेशन द्वारा इस तरह के कण विन्यास को प्राप्त करना अत्यधिक असुरक्षित संचालन है। वांछित प्रणोदक कण विन्यास को प्राप्त करने के लिए, खंडित मैट्रल प्रौद्योगिकी को सफलतापूर्वक प्रयोग में लाया गया है जिसमें रॉकेट मोटर में ढलाई से पहले ही मैट्रल को स्थापित कर दिया जाता है।

विकसित की गई खंडित मैट्रल प्रौद्योगिकी के निम्नलिखित लाभ हैं:

- ❖ ठोस प्रणोदक रॉकेट मोटरों का प्रसंस्करण उच्च मात्रात्मक भारण को पूरा करने को ध्यान में रखते हुए जटिल कण विन्यास के साथ किया जाता है
- ❖ जोखिम वाले प्रणोदक मशीनिंग ऑपरेशन को प्रयोग में लाए जाने की आवश्यकता नहीं होती है
- ❖ रिमोट असेंबली तथा मैट्रल की डी कोरिंग
- ❖ प्रणोदक कण डिजाइनों को लचीलापन प्रदान करता है
- ❖ समग्र प्रसंस्करण समय में अपेक्षाकृत कम समय लगता है
- ❖ कण विन्यास फिर से सृजित किया जा सकता है



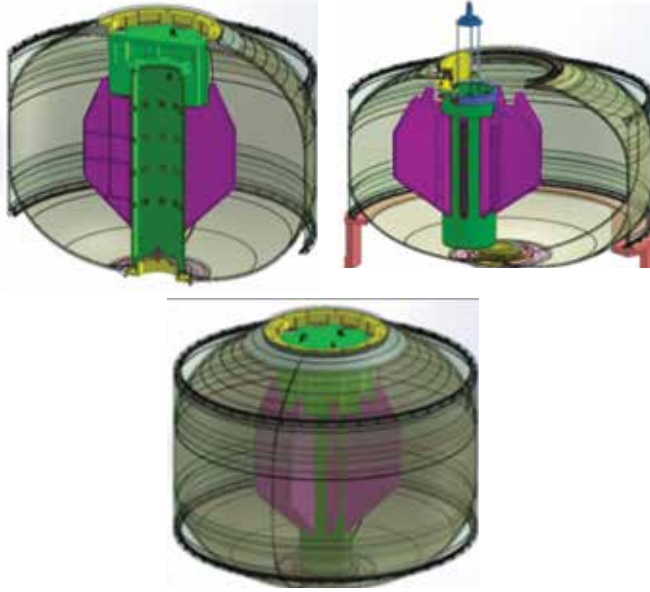
ठोस रॉकेट मोटर में डीप फिन-ओ-सिल कण विन्यास

विकसित खंडित मैङ्ग्रेल में केंद्रीय कोर पाइप तथा अपेक्षित संख्या में फिन्स निहित होते हैं। केंद्रीय कोर पाइप के साथ फिन्स की एककेंद्रीय असेंबली के लिए एक अभिनव तथा उदात्त दृष्टिकोण प्रयोग में लाया जाता है जिसमें इन-सीटू फास्टर होते हैं तथा संरेखित दोनों छोरों पर ग्रेपलॉन रोलर्स लगे होते हैं। एक फिन्स केंद्रीय कोर पाइप के साथ एककेंद्रीय स्थिति में लगा होता है। परवर्ती फिन्स के संयोजन के लिए केंद्रीय कोर को नीचे के कप में स्थित ग्रेपलॉन रोलर तथा रॉकेट

प्लग भी अभिकल्पित तथा संयोजित किया गया है जो प्रणोदक कण को आकार प्रदान करता है और साथ ही प्रोपेलेंट स्लरी कार्स्टिंग के लिए प्रवाह पथ प्रदान करता है।

खंडित मैङ्ग्रेल को हटाने (डी-कोरिंग ऑपरेशन) के लिए, एक स्वचालित रिमोट डी-कोरिंग प्रक्रिया भी विकसित की गई है तथा इन-बिल्ट सुरक्षा सुविधाओं के साथ स्थापित किया गया है। खंडित मैङ्ग्रेल असेंबली को हटाने के लिए स्वचालित डी-कोरिंग तंत्र में तीन भुजाएँ होती हैं। इन तीनों भुजाओं का उपयोग पोरिंग प्लग एवं केंद्रीय कोर पाइप को हटाने, फास्टरों को हटाने तथा फिन्स को हटाने के लिए किया जाता है। इन सभी प्रक्रियाओं को दूर से नियंत्रित किया जाता है तथा खंडित मैङ्ग्रेल असेंबली को सुरक्षित रूप से हटाने के लिए डी-कोरिंग ऑपरेशन के दौरान विभिन्न मापदंडों जैसे लोड, रैखिक गति, अरीय गति, मोटर टॉर्क आदि पर निगरानी की जाती है।

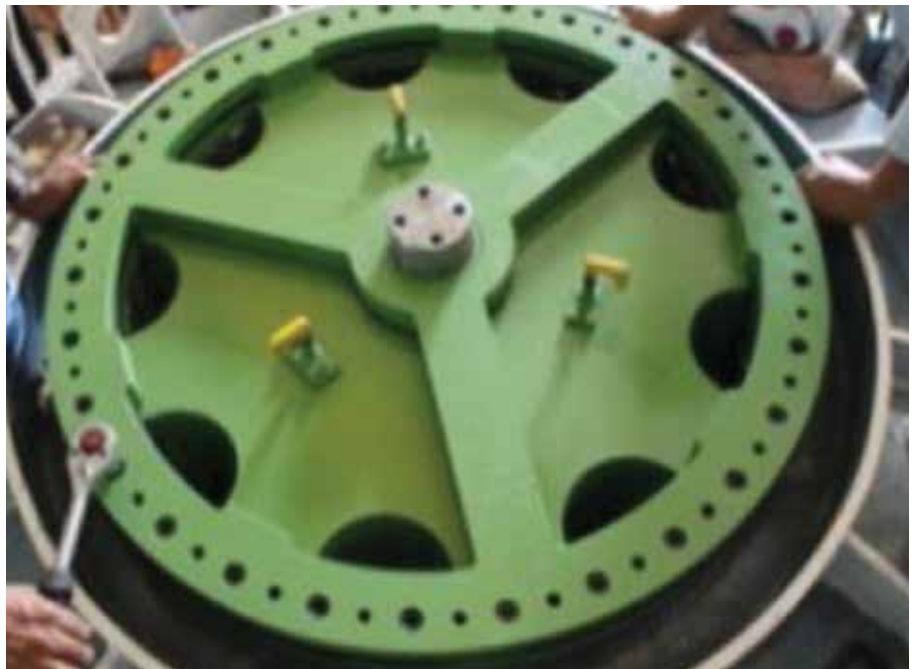
टेबल टॉप मॉडल, विकसित किए गए खंडित मैङ्ग्रेल तथा इसकी डी-कोरिंग प्रक्रिया का उपयोग करके डमी पदार्थ के साथ प्रोटोटाइप मोटरों के व्यापक परीक्षण किए गए हैं। असेंबली और डिस-असेंबली प्रक्रियाओं को वास्तविक रॉकेट मोटर के समान वास्तविक विशेषताओं वाले प्रूफ मोटरों पर परीक्षण करके अंतिम रूप दिया गया। इसके अतिरिक्त, विकसित किए गए खंडित मैङ्ग्रेल तथा रिमोट डी-कोरिंग प्रक्रिया का प्रयोग करके क्लास रॉकेट मोटर में लाइव प्रोपेलेंट के साथ परीक्षण किए गए हैं तथा डीप फिन-ओ-सिल संविन्यास प्राप्त किया गया। डीप फिन-ओ-सिल संविन्यास का रॉकेट मोटर मूल्यांकन के लिए तैयार है।



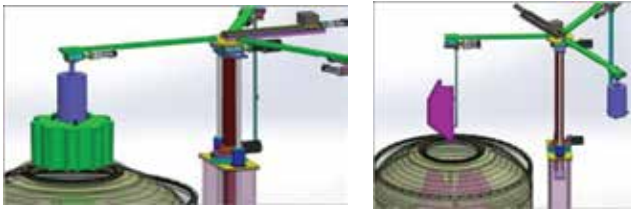
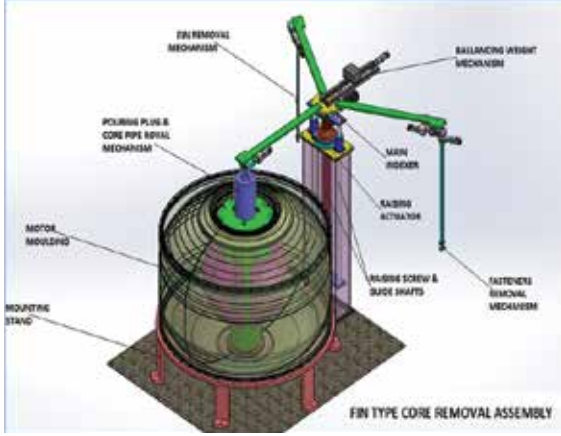
ठोस रॉकेट मोटर में खंडित मैङ्ग्रेल असेंबली

मोटर के शीर्ष पर स्थित सपोर्ट रोलर की मदद से घुमाया जाता है। सभी फिन्स को संयोजित कर लिए जाने के बाद संपूर्ण मैङ्ग्रेल असेंबली को उठाया जाता है और रॉकेट मोटर के तल पर प्रदान किए गए बॉटम कप द्वारा मोटर अक्ष के साथ संरेखित किया जाता है।

केंद्रीय कोर तथा फिन्स के बीच लीक-प्रूफ इंटरफेस को कंटूरेड टेपलॉन शीट का गैसकेट के रूप में उपयोग करके अभिकल्पित एवं विकसित किया गया है ताकि ढलाई और संसाधित किए जाने के दौरान प्रणोदक के रिसाव को रोका जा सके। पूरे मैङ्ग्रेल असेंबली को रॉकेट मोटर के अंदर फिट किया जाता है तथा असेंबली में आसानी के लिए विशेष टूलिंग विकसित की जाती है। खंडित मैङ्ग्रेल के सभी घटक टेपलॉन लेपित होते हैं। रॉकेट मोटर के शीर्ष पर एक पोरिंग



पोरिंग प्लग



खंडित मैट्रल असेंबली को हटाने के लिए रिमोट डी-कोरिंग प्रक्रिया

विस्फोटक जांच प्रणाली

सुरक्षा की दृष्टि से विस्फोटकों का पता लगाना दशकों से वैश्विक चिंता का विषय रहा है। विस्फोटकों का पता लगाने के लिए सम्मिलित प्रयास किए गए हैं जो एक चुनौतीपूर्ण कार्य है, क्योंकि असामाजिक तत्वों द्वारा लोगों के जीवन तथा संपत्ति को नष्ट करने के लिए विस्फोटकों तथा चोरी-छिपे तैयार किए जाने वाले बमों (आईईडी) का आपराधिक उपयोग प्रतिदिन बढ़ता जा रहा है। सैन्य प्रतिष्ठानों के अलावा नागरिक क्षेत्रों में आईईडी का खतरा बढ़ गया है। आईईडी का उपयोग बड़े पैमाने पर विनाश के लिए किया जाता है जिससे दुखद दुर्घटनाएँ होती हैं तथा अकस्मात ही लोगों के जीवन तथा संपत्ति को हानि पहुंचा दी जाती है।

ओपीएक्स-रेविलेटर ट्रेस एक्सप्लोसिव डिटेक्टर

एचईएमआरएल, पुणे ने विस्फोटकों की शुद्ध रूप में, संघटनात्मक रूप में या मिश्रण के रूप में उपस्थिति अथवा मिट्टी, रेत, चीनी, नमक, डीजल तेल, आदि जैसे दूषित पदार्थों के साथ अत्यल्प मात्रा में उपस्थिति की जांच करने और पता लगाने

हेतु प्रयोग में लाए जाने के लिए ओपीएक्स-रेविलेटर नामक एक ऑप्टोनिक्स ट्रेस एक्सप्लोसिव डिटेक्टर को अभिकल्पित तथा विकसित किया है। यह उपकरण वर्णमिति तथा कंप्यूटर विज्ञान प्रौद्योगिकी के सिद्धांत पर काम करता है। रेविलेटर को रंगीन पैटर्न का पता लगाने के लिए विस्फोटक तथा अभिकर्मक के बीच अभिक्रिया के दौरान प्राप्त प्रतिबिंबों को संसाधित करके विशिष्ट रूप से विस्फोटक की पहचान करने के लिए अभिकल्पित किया गया है। मिश्रण को उपकरण में स्थापित करने पर यह उसके रंग और उसके पैटर्न का विश्लेषण करता है जिसकी डेटा लाइब्रेरी से पुष्टि की जाती है।

ओपीएक्स-रेविलेटर, जो एक अंतर्निहित माइक्रोकंट्रोलर आधारित विस्फोटक की पहचान करने का उपकरण (हैंडहेल्ड एक्सप्लोसिव आइडेंटिफिकेशन डिवाइस) है, विस्फोटकों की पहचान के लिए विस्फोट से पहले तथा विस्फोट के पश्चात की स्थिति के विश्लेषण में उपयोगी है। ओपीएक्स-रेविलेटर एक्सप्लोसिव डिटेक्टर विस्फोटकों के संसूचन तथा पहचान के लिए पूर्व-निर्धारित अनुक्रम में रासायनिक अभिकर्मकों के एक सेट का उपयोग करता है।

परीक्षण के लिए संदिग्ध नमूना सीधे या स्वैबिंग द्वारा एकत्र किया जाता है, इसके विलयन को चार परीक्षण ट्रे में रखा जाता है और बाद में निर्देशानुसार अभिकर्मकों को मिलाया जाता है। इसके बाद चार ट्रे पर प्राप्त रंगों को एक उपकरण द्वारा प्रोसेस किया जाता है। तीन मिनट के भीतर इस उपकरण के एलसीडी डिस्प्ले स्क्रीन पर विस्फोटक संघटकों का नाम प्रदर्शित हो जाता है जिसे प्राप्त करने के लिए एक उपयोगकर्ता के अनुकूल, इन-बिल्ट एल्गोरिदम द्वारा ऑपरेटर को हर कदम पर मार्गदर्शन प्रदान किया जाता है।

यह उपकरण असामाजिक तत्वों द्वारा उपयोग में लाई जा रही लगभग सभी विस्फोटक सामग्रियों के साथ-साथ संदूषित स्थिति में रखी गई विस्फोटक सामग्रियों के नमूनों सहित 20 से अधिक प्रकार के विस्फोटकों की पहचान कर सकता है। यह नाइट्रामाइन, नाइट्रो-एरोमैटिक्स, नाइट्रेट एस्टर और अकार्बनिक नाइट्रेट्स जैसी विभिन्न श्रेणियों के विस्फोटकों की पहचान करता है। हल्के वजन, संचालन में आसानी और मानव कौशल पर कम निर्भरता जैसी खूबियों के कारण यह उपकरण संचालन के लिए आसानी से उपलब्ध होता है तथा इस उपकरण को प्रयोग में लाने पर विश्वसनीय परिणाम प्राप्त हो रहे हैं। ओपीएक्स रेविलेटर की तकनीकी विशिष्टताओं को तालिका-5 में प्रस्तुत किया गया है।

ओपीएक्स-रेविलेटर ट्रेस एक्सप्लोसिव डिटेक्टर के निम्नलिखित प्रमुख लाभ हैं:

- ❖ ओपीएक्स-रेविलेटर सशस्त्र सेना द्वारा आम तौर पर प्रयोग में लाए जाने वाले 20 विस्फोटक पदार्थों, उनकी संरचनाओं तथा मिश्रणों के साथ-साथ असैन्य क्षेत्र में प्रयोग में लाए जाने वाले नाइट्रामाइन, नाइट्रो-एरोमैटिक्स, नाइट्रेट एस्टर तथा अकार्बनिक नाइट्रेट, आदि विभिन्न श्रेणियों के विस्फोटकों की पहचान कर सकता है।



प्रौद्योगिकी विशेष

❁ यह व्यापक प्रकार के विस्फोटकों के साथ-साथ संयोजकों एवं मिश्रणों की स्थिति में अलग-अलग विस्फोटक संघटकों की नाम से पहचान कर सकता है।

❁ यह उपकरण मिट्टी, डीजल तेल, चीनी, नमक, गेहूं का आटा आदि जैसे संदूषकों के साथ भी विस्फोटकों की अत्यल्प मात्रा में उपस्थिति की सफलतापूर्वक पहचान कर सकता है।

तालिका-3. ओपीएक्स-रिविलेटर की तकनीकी विशिष्टता

पैरामीटर	मान/विवरण
विमाण	: 185 मिमी (ल) × 126 मिमी (चौ) × 75 मिमी (ऊं)
वजन	: 480 ग्राम (बैटरी सहित)
बिजली की आवश्यकता	: मुख्य एडॉप्टर/रिचार्जबल बैटरी
डिस्प्ले	: एलसीडी स्क्रीन
बैटरी बैकअप	: 6-8 घंटे
परिणामों का प्रदर्शन	: विस्फोटक के नाम एलसीडी स्क्रीन पर प्रदर्शित होते हैं
पहचान के लिए विस्फोटक नमूने का रूप	: शुद्ध या मिट्टी, डीजल, चीनी, गेहूं का आटा आदि जैसे संदूषक पदार्थों के साथ
विस्फोटक की पहचान की गई श्रेणियां	: नाइट्रामाइन नाइट्रो-एरोमैटिक नाइट्रेट एस्टर अकार्बनिक नाइट्रेट्स
पहचान के लिए विस्फोटक की स्थिति	: ठोस तथा तरल अवस्था में विस्फोटक
पहचान में लगने वाला समय	: < 3 मिनट
उपयुक्तता	: प्रयोगशाला एवं फील्ड
अनुकूलनशीलता	: अधिक संख्या में विस्फोटकों की पहचान के लिए विस्तार योग्य सुविधा
उपयोगिता	: विस्फोट के पूर्व या बाद के परिदृश्य में विस्फोटकों की पहचान
पहचाने जाने योग्य विस्फोटकों की सूची:	:
<ul style="list-style-type: none"> आर डी एक्स एचएमएक्स (आरडीएक्स के रूप में देखा गया) एफओएक्स-7 सीएल-20 एएनएफओ (अमोनियम नाइट्रेट/ईंधन तेल) एनटीओ पीईटीएन टीईटीआरवाईएल (सीई) टीएनटी एएमएटीओएल एएमओएनएएल 	<ul style="list-style-type: none"> संरचना ए संरचना बी संरचना सी-4 साइक्लोटोल डेंटेक्स एलटीपीई (कम तापमान वाला प्लास्टिक विस्फोटक) ऑक्टोल पेंटोलाइट पीईके-1 (प्लास्टिक एक्सप्लोसिव किरकी-1) टॉरपेक्स ट्राइटोनल

- ❖ यह वर्णमिति एवं कंप्यूटर विजन प्रौद्योगिकी के अत्यधिक विश्वसनीय सिद्धांत पर आधारित है।
- ❖ यह विस्फोट से पहले तथा विस्फोट के पश्चात मौके पर ही दो से तीन मिनट के भीतर सदिग्ध नमूने की पहचान के लिए अत्यधिक उपयोगी है।
- ❖ यह हैंडहेल्ड, हल्के भार का तथा फील्ड अनुप्रयोगों के लिए बैटरी संचालित है।
- ❖ यह एक विश्वसनीय परिणाम प्रदान करता है जो उपकरण के एल सी डी स्क्रीन पर प्रदर्शित होता है।
- ❖ यह लागत प्रभावी, उपयोग करने में किफायती और बड़ी संख्या में तैनात किए जाने योग्य है।
- ❖ उपकरण परीक्षण के तुरंत बाद उपयोग के लिए तैयार हो जाता है तथा उपकरण द्वारा किए जानेवाले दो परीक्षणों के बीच कोई समय अंतराल रखने की आवश्यकता नहीं होती।
- ❖ यह उपयोगकर्ता के अनुकूल सिंगल बटन ऑपरेशन के साथ माइक्रोकंट्रोलर-आधारित उपकरण है।
- ❖ इसे एक बार चार्ज करने के बाद छह घंटे तक लगातार चलाया जा सकता है।



ओपीएक्स-रेविलेटर ट्रेस एक्सप्लोसिव डिटेक्टर

सफलतापूर्वक विकसित किए जाने के बाद, ओपीएक्स-रेविलेटर के उत्पादन के लिए इससे संबंधित प्रौद्योगिकी दो निजी फर्मों मैसर्स सेक्यूरिटी टेक्नोलॉजीज एलएलपी, पुणे तथा मैसर्स क्रिस्टलविजन इमेज सिस्टम्स प्रा लिमिटेड, पुणे को अंतरित की गई है। प्रौद्योगिकी अंतरण (टीओटी) की भागीदार कंपनियों बाजार की जरूरतों को पूरा करने के लिए इस उत्पाद की आपूर्ति के लिए तैयार हैं।

रेडर-एक्स बल्क एक्सप्लोसिव डिटेक्शन सिस्टम

एचईएमआरएल, पुणे तथा भारतीय विज्ञान संस्थान (आईआईएससी), बंगलुरु द्वारा बड़ी मात्रा में विस्फोटकों का पता लगाने के लिए संयुक्त रूप से रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी आधारित एक बल्क एक्सप्लोसिव डिटेक्टर उपकरण को अभिकल्पित एवं विकसित किया गया है ताकि छिपा कर रखे गए विस्फोटकों का पता लगाया जा सके और उनकी पहचान की जा सके। इसे रेडर-एक्स (रैपिड आइडेंटिफिकेशन डिटेक्टर-एक्सप्लोसिव) नाम दिया गया है। रेडर-एक्स एक अत्याधुनिक डिटेक्शन डिवाइस है जो आधा मीटर तक की सुरक्षित दूरी से 3 मिमी तक की मोटाई के पारभासी पदार्थ में छुपा कर रखे गए विस्फोटकों की पहचान करने में सक्षम है। इस उपकरण का संचालन रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी तकनीक पर आधारित है। इसका उपयोग सेना द्वारा या सिविल क्षेत्र में प्रयोग में लाए जाने वाले बड़ी मात्रा में छुपा कर रखे गए सदिग्ध विस्फोटकों की पहचान करने के लिए किया जा सकता है।

एक फ्लेक्सिबल प्वाइन्ट और शूट प्रोब से युक्त इस पोर्टेबल उपकरण का परीक्षण किया गया है तथा विस्फोटकों की विभिन्न श्रेणियों के अंतर्गत स्थित चौदह शुद्ध विस्फोटकों एवं दो बाइनरी संघटकों के संसूचन तथा पहचान के लिए उपकरण का मूल्यांकन किया गया है। विश्लेषण के परिणाम एक मिनट के भीतर स्क्रीन पर प्रदर्शित होते हैं। अंतःनिर्मित कृत्रिम ज्ञान आधारित पहचान एल्गोरिदम का उपयोग करके डेटा विश्लेषण एवं विस्फोटक सामग्री की पहचान की जाती है।

रेडर-एक्स का उपयोग करके जिन विस्फोटकों की पहचान की जा सकती है उनमें ट्राई नाइट्रोटोल्यूइन (टीएनटी), आरडीएक्स, एचएमएक्स, अमोनियम नाइट्रेट, सीएल-20, पीईटीएन, फॉक्स-7, एनटीओ, सीई, टीएटीबी, एचएनएस, बेरियम नाइट्रेट, अमोनियम परक्लोरेट, पोटैशियम परक्लोरेट, आरडीएक्स/टीएनटी तथा एचएमएक्स/टीएनटी शामिल हैं। लाइब्रेरी डेटाबेस को नए विस्फोटकों, खतरनाक रसायनों, नशीले पदार्थों और वर्जित वस्तुओं का पता लगाने के लिए बढ़ाया जा सकता है। यह प्रकट एवं छिपा कर रखी गई दोनों ही स्थितियों में सुरक्षित दूरी से प्रयोग में लाए जाने के लिए सुरक्षित, अविनाशकारी तथा लेबल मुक्त नमूना लेने की अनुमति देता है। उपकरण के मूल्यांकन के लिए व्यापक फील्ड परीक्षण किए जा रहे हैं।

रेडर-एक्स बल्क एक्सप्लोसिव डिटेक्टर के निम्नलिखित प्रमुख लाभ हैं:

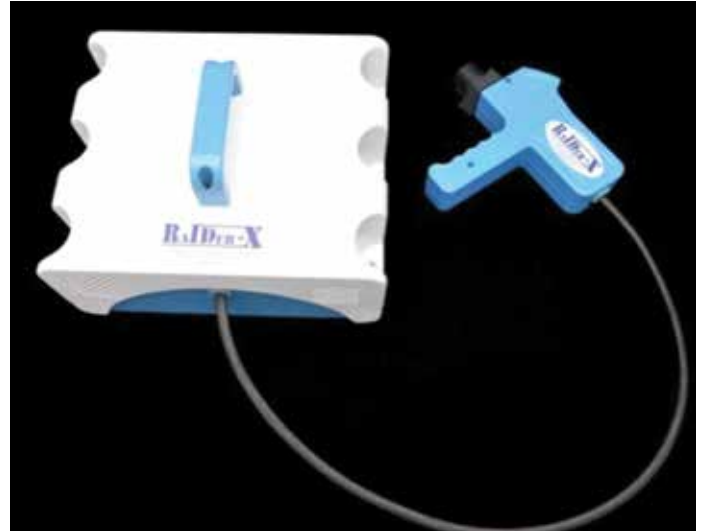
- रेडर-एक्स फ्लेक्सिबल प्वाइन्ट और शूट प्रोब से युक्त पोर्टेबल उपकरण है।
- यह आधा मीटर तक की सुरक्षित दूरी से विस्फोटकों का पता लगा सकता है।
- यह विस्फोटकों की विभिन्न श्रेणियों के अंतर्गत स्थित चौदह शुद्ध विस्फोटकों एवं दो बाइनरी संघटकों का संसूचन तथा पहचान कर सकता है।
- यह प्रकट एवं छिपा कर रखी गई दोनों ही स्थितियों में विस्फोटकों की पहचान कर सकता है तथा इसके लिए इसे नमूना तैयार करने की आवश्यकता नहीं होती।
- यह 3 मिमी मोटाई तक के पारभासी कंटेनरों को वेध सकता है।
- उपकरण द्वारा विस्फोटकों के प्रति अधिक सुरक्षा तथा संसूचन में लचीलेपन के लिए समायोज्य शक्ति के साथ लेजर का उपयोग किया जाता है।
- परीक्षणों के परिणाम एक मिनट के भीतर स्क्रीन पर प्रदर्शित होते हैं।
- डिवाइस परीक्षण के तुरंत बाद उपयोग के लिए तैयार रहता

है, नमूनों के बीच कोई समय अंतराल रखने की आवश्यकता नहीं है।

- लाइब्रेरी डेटाबेस को नए विस्फोटकों, जहरीले एवं खतरनाक रसायनों, नशीले पदार्थों आदि के लिए बढ़ाया जा सकता है।
- यह तरल विस्फोटकों तथा विलयन के रूप में स्थित विस्फोटकों की पहचान के लिए भी उपयुक्त है।

विस्फोटकों की उपस्थिति का पता लगाने हेतु प्रयोग में लाए जाने वाले उपकरण ओपीएक्स-रेविलेटर तथा रेडर-एक्स भारत एवं विदेशों में भी राष्ट्रीय सुरक्षा अनुप्रयोगों के लिए अत्यधिक उपयोगी सिद्ध होंगे। ये प्रणालियां सभी रणनीतिक स्थापनाओं के साथ-साथ हवाई अड्डों, रेलवे स्टेशनों, शॉपिंग मॉल, मल्टीप्लेक्स, स्कूलों, कॉलेजों, विश्वविद्यालयों आदि में भी उपयोगी होंगी।

एचईएमआरएल द्वारा रेविलेटर तथा रेडर-एक्स को उपयोग में लाने के लिए प्रशिक्षण प्रदान करने की दृष्टि से विभिन्न राज्यों में भारतीय सुरक्षा बलों के लिए प्रदर्शन एवं प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किए जा सकते हैं। अर्धसैनिक बल (बीएसएफ), थल सेना, नौसेना, वायु सेना, बम डिटेक्शन एंड डिस्पोजल स्क्वॉड (बीडीडीएस), सीआईएसएफ एवं सीआरपीएफ जैसी एजेंसियों के लिए विस्फोटक संसूचन प्रणाली उपयोगी सिद्ध होगी।



रेडर-एक्स बल्क एक्सप्लोसिव डिटेक्टर

डेसीडॉक 'प्रौद्योगिकी विशेष' के इस अंक को प्रकाशित करने में सहयोग के लिए उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल), पुणे के श्री शुभंकर रॉय, वैज्ञानिक 'जी', प्रौद्योगिकी निदेशक; डॉ एम बी तलवार, वैज्ञानिक 'एफ', प्रभाग प्रमुख; श्री विकास घोष, वैज्ञानिक 'एफ', प्रभाग प्रमुख; डॉ एस राधाकृष्णन, वैज्ञानिक 'एफ', प्रभाग प्रमुख; डॉ जी एस डोम्बे, वैज्ञानिक 'एफ', प्रभाग प्रमुख; डॉ जे साजी, वैज्ञानिक 'एफ', प्रभाग प्रमुख; श्री बिपिन कुमार बिहारी, वैज्ञानिक 'एफ'; श्री एस नंदगोपाल, वैज्ञानिक 'ई' एवं श्री सुधीर, वैज्ञानिक 'ई' को धन्यवाद देता है।

विक्रय हेतु उपलब्ध नवीनतम डीआरडीओ मोनोग्राफ

इन्फ्रारेड सिग्नेचर, सेंसर एंड टेक्नोलॉजीज

डॉ कमल नयन चोपड़ा

इन्फ्रारेड सिग्नेचर, सेंसर एंड टेक्नोलॉजीज' शीर्षक से प्रकाशित यह मोनोग्राफ एक ऐसे विषय से संबंधित है जिस पर विशेष तौर पर अवरक्त (आईआर) संकेत, सेंसर तथा प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में कार्य कर रहे वैज्ञानिकों तथा सामान्य तौर पर शोधकर्ताओं एवं शिक्षाविदोंके लिए विशेषकर एक ही स्थान पर विषयगत साहित्य की उपलब्धता होना समय की मांग है। इस मोनोग्राफ में अवरक्त (आईआर) स्पेक्ट्रम एवं सेंसरों, अवरक्त (आईआर) संकेतों को शामिल करते हुए सभी प्रकार के अवरक्त (आईआर) संकेतों, सेंसरों तथा धोखाधड़ी के लिए प्रयोग में लाई जानेवाली विभिन्न प्रौद्योगिकियों, आईआर संकेतों का विश्लेषण तथा मॉडलिंग एवं प्रत्युपाय, तापीय तथा रडार से प्राप्त संकेतों का प्रबंधन, आई आर सेंसरों का निर्माण, डिटेक्टर तकनीक, आदि से संबंधित व्यावहारिक पहलुओं पर चर्चा की गई है जिससे यह मोनोग्राफ विष्व भर में वैज्ञानिक समुदाय के लिए वास्तव में बहुत उपयोगी है।



मूल्य: आईएनआर ₹ 1000
युएस \$ 25, युके £ 20

लाइफ साइंसेज रिसर्च इन सर्विस ऑफ सोल्जर

प्रोफेसर ब्रह्मा सिंह

डीआरडीओ द्वारा लाइफ साइंसेज रिसर्च इन सर्विस ऑफ सोल्जर शीर्षक से प्रकाशित यह मोनोग्राफ पद्म श्री पुरस्कार विजेता, पूर्व निदेशक तथा डीआरडीओ मुख्यालय के जैव विज्ञान निदेशालय से अवकाश प्राप्त वैज्ञानिक प्रोफेसर ब्रह्मा सिंह द्वारा संकलित किया गया है। डीआरडीओ की जैव विज्ञान समूह की प्रयोगशालाएं मुख्य रूप से मानव (सैनिक) के जीवन के विभिन्न पहलुओं पर शोध कार्य कर रही हैं ताकि ऐसे उन्नत किस्म के लॉजिस्टिक्स विकसित किए जा सकें जिनसे न केवल जीवन की गुणवत्ता बेहतर हो तथा सैनिकों द्वारा लड़ाई के दौरान बेहतर प्रदर्शन किया जा सके बल्कि उसे हमेशा और विशेष रूप से कठिन इलाके, प्रतिकूल वातावरण तथा स्थल (सेना), जल (नौसेना) एवं वायु (वायु सेना) तथा संबद्ध सेवाओं (सीमाओं पर) में सामना की जाने वाली अन्य प्रतिकूल परिस्थितियों में भी फिट मोड में रहने में मदद की जा सके। इस मोनोग्राफ में डीआरडीओ की जैव विज्ञान समूह की प्रयोगशालाओं द्वारा स्थापना से लेकर अभी तक किए गए महत्वपूर्ण अनुसंधान कार्यों एवं विकास से संबंधित पहलुओं को पाठकों की समझ में आने वाली भाषा में प्रस्तुत किया गया है।



मूल्य: आईएनआर ₹ 1000
युएस \$ 45, युके £ 40

क्रय हेतु संपर्क करें:

निदेशक, डेसीडॉक, मेटकॉफ हाउस, दिल्ली-110054

marketing.desidoc@gov.in

011-23902612

डेसीडॉक द्वारा प्रकाशित