DRDO
प्रौद्योगिकी विशेष
खंड 08 अंक 1, जनवरी-फरवरी 2020 | डी आर डी ओ की मासिक पत्रिका | ISSN: 2319-5568

ठोस रॉकेट मोटरों के लिए प्रज्वलन प्रणाली

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।

खंड 08 अंक 1 जनवरी–फरवरी 2020

मुख्य संपादक	प्रबंध संपादक	संपादक	संपादकीय सहायक	अभिकल्प
डॉ. अलका सुरी	सुमति शर्मा	अजय कुमार	राकेश कुमार, सुभाष नारायण	राज कुमार

स्थानीय संवाददाता

आगरा : श्री एस एम जैन, हवाई वितरण अनुसंधान तथा विकास स्थापना (एडीआरडीई)।

अहमदनगर : श्री एस मुथुकृष्णन, वाहन अनुसंधान तथा विकास स्थापना (वीआरडीई)।

अंबरनाथ : डॉ. सुसन टाइटस, नौसेना सामग्री अनुसंधान प्रयोगशाला (एनएमआरएल)।

बेंगलूरू : श्री एस सुब्बुकुट्टी, वैमानिकी विकास स्थापना (एडीई); श्रीमती एम आर भुवनेश्वरी, वायुवाहित प्रणाली केन्द्र (कैब्स); श्रीमती ए जी जे फहीमा, कृत्रिम ज्ञान तथा रोबोटिकी केंद्र (केयर); श्री आर कमलाकन्नण, सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक); श्रीमती जोसेफिन निर्मला, रक्षा उड्डयानिकी अनुसंधान स्थापना (डेयर) श्री किरण जी, गैस टरबाइन अनुसंधान स्थापना (जीटीआरई); डॉ. सुशांत क्षत्रे, सूक्ष्म तरंग नलिका अनुसंधान तथा विकास केंद्र (एमटीआरडीसी)।

चंडीगढ़ : श्री नीरज श्रीवास्तव, चरम प्राक्षेपिकी अनुसंधान प्रयोगशाला (टीबीआरएल); श्री एच एस गुसाईं, हिम तथा अवधाव अध्ययन स्थापना (सासे)।

चेन्नई : श्री पी डी जयराम, संग्राम वाहन अनुसंधान तथा विकास स्थापना (सीवीआरडीई)।

देहरादून : श्री अभय मिश्रा, रक्षा इलेक्ट्रॉनिक्स प्रयोज्यता प्रयोगशाला (डील); श्री एस के मिश्रा, यंत्र अनुसंधान तथा विकास स्थापना (आईआरडीई)।

दिल्ली : डॉ. राजेन्द्र सिंह, अग्नि, पर्यावरण तथा विस्फोटक सुरक्षा केंद्र (सीफीस); डॉ. दीप्ति प्रसाद, रक्षा शरीरक्रिया एवं संबद्ध विज्ञान संस्थान (डिपास); डॉ. निधि माहेश्वरी, रक्षा मनोवैज्ञानिक अनुसंधान संस्थान (डीआईपीआर); श्री राम प्रकाश, रक्षा भूभाग अनुसंधान प्रयोगशाला (डीटीआरएल); श्री नवीन सोनी, नाभिकीय औषधि तथा संबद्ध विज्ञान संस्थान (इनमास); श्री अनुराग पाठक, पद्धति अध्ययन तथा विश्लेषण संस्थान (ईसा); डॉ. डी पी घई, लेजर विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी केंद्र (लेसटेक); सुश्री नूपुर श्रोतिय, वैज्ञानिक विश्लेषण समूह (एसएजी); डॉ. रचना ठाकुर, ठोसावस्था भौतिक प्रयोगशाला (एसएसपीएल)।

ग्वालियर : श्री आर के श्रीवास्तव, रक्षा अनुसंधान तथा विकास स्थापना (डीआरडीई)।

हल्दवानी : डॉ. अतुल ग्रोवर, डॉ. रंजीत सिंह, रक्षा जैव ऊर्जा अनुसंधान संस्थान (डिबेर)।

हैदराबाद : डॉ. जे के राय, उन्नत अंकीय अनुसंधान तथा विश्लेषण समूह (अनुराग); श्री ए आर सी मूर्ति, रक्षा इलेक्ट्रॉनिकी अनुसंधान प्रयोगशाला (डीएलआरएल); डॉ. मनोज कुमार जैन, रक्षा धातुकर्मीय अनुसंधान प्रयोगशाला (डीएमआरएल); डॉ. के नागेश्वर राव, रक्षा अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशाला (डीआरडीएल)।

जोधपुर : श्री रवींद्र कुमार,रक्षा प्रयोगशाला (डीएल)।

कानपुर : श्री ए के सिंह, रक्षा सामग्री तथा भंडार अनुसंधान तथा विकास स्थापना (डीएमएसआरडीई)।

कोच्चि : सुश्री एम एम लता, नौसेना भौतिक तथा समुद्रविज्ञान प्रयोगशाला (एनपीओएल)।

लेह : डॉ. शेरिंग स्टोब्डन, रक्षा उच्च तुंगता अनुसंधान संस्थान (डिहार)।

पुणे : श्री अजय कुमार पांडेय, आयुध अनुसंधान तथा विकास स्थापना(एआरडीई); डॉ. (श्रीमती) जे ए कनेटकर, आयुध अनुसंधान तथा विकास स्थापना (एआरडीई); डॉ. हिमांशु शेखर, उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल); डॉ. अनूप आनंद, अनुसंधान तथा विकास स्थापना (इंजी.)।

तेजपुर : डॉ. एस एन दत्ता, डॉ. सोनिका शर्मा, रक्षा अनुसंधान प्रयोगशाला (डीआरएल)।

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, 23902482; फैक्स : 011–23819151, 011–23813465

ई–मेल : director@desidoc.drdo.in;techfocus@desidoc.drdo.in;technologyfocus@desidoc.deldom

इंटरनेट : www.drdo.gov.in/drdo/English/index.jsp?pg=techfocus.jsp

मुख्य संपादक की कलम से

प्रिय मित्रों..........

यह एक अत्यधिक उत्कृष्ट एवं विशिष्ट समय है जबकि मैं आपके साथ अपने विचारों को साझा कर रही हूं। नववर्ष 2020 की संख्या इस सदी की एक अति विशिष्ट संख्या है जिसके साथ विभिन्न उपलब्धियों और सफलता की नई ऊंचाइयों को छूने के लिए भव्य स्वप्न, उदात्त कल्पना एवं महान लक्ष्यों को प्राप्त करने की बलवती इच्छा लिए एक नए दशक की शुरुआत हो रही है। इस अवसर पर मैं आप सभी को खुशियों से भरपूर इस नव वर्ष की शुभकामनाएं देती हूं।

नववर्ष एक ऐसा समय होता है जब हम बीते वर्ष के दौरान प्राप्त की गई विभिन्न उपलब्धियों का जायजा लेते हैं और भविष्य में प्राप्त किए जाने वाले लक्ष्यों के संबंध में अपनी योजनाएं तैयार करते हैं। मुझे प्रसन्नता है कि टेक्नोलॉजी फोकस, जिसका हिंदी संस्करण प्रौद्योगिकी विशेष के नाम से प्रकाशित किया जाता रहा है, इस वर्ष अपने प्रकाशन के 28वें वर्ष में प्रवेश कर रहा है। इन विगत वर्षों के दौरान प्रौद्योगिकी विशेष द्वारा रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डीआरडीओ) की विभिन्न उपलब्धियों का विवरण उपयुक्त परिप्रेक्ष्य में सफलतापूर्वक प्रस्तुत किया जाता रहा है जिनसे हमारे विभिन्न श्रेणी के पाठक नियमित रूप से लाभान्वित होते रहे हैं। प्रौद्योगिकी विशेष के पाठकों में हमारे प्रयोक्ता, सशस्त्र सेनाओं एवं अर्ध सैनिक बलों के कार्मिक, नीति निर्माता, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विषयक संस्थाएं, हमारे शैक्षणिक जगत एवं साथ ही उद्योग जगत के भी प्रतिभागी, 'मेक इन इंडिया' रक्षा प्रौद्योगिकियों के संभावित खरीदार तथा इन सबसे ऊपर सभी उभरते हुए युवा वैज्ञानिक अर्थात हमारे विद्यार्थीगण शामिल हैं। इस पत्रिका को लोकप्रिय बनाने का श्रेय रक्षा वैज्ञानिक सूचना एवं प्रलेखण केंद्र (डेसीडॉक), रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डीआरडीओ) की विभिन्न प्रयोगशालाओं तथा हमारे समर्पित पाठकों को जाता है।

वर्ष 2019 के दौरान प्रकाशित किए गए प्रौद्योगिकी विशेष के विभिन्न अंकों में सम्मिश्र संरचनाओं; पश्चिमी तथा मध्य हिमालय क्षेत्रों में हिम अवधाव के कारण उत्पन्न होने वाले खतरों को कम करने के विभिन्न उपायों; विभिन्न भूमिकाओं का निर्वहन करने वाले संग्राम वाहनों एवं प्रणालियों; वायुयान में प्रयोग में लाए जाने वाले ब्रेक पैडों एवं प्रयुक्त बैटरियों का प्रमाणीकरण; सैनिकों के लिए सुरक्षा संबंधी प्रौद्योगिकियों तथा आर्टिलरी राकेट प्रणालियों जैसे विषयों को शामिल किया गया था। इन सभी क्षेत्रों में रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डीआरडीओ) द्वारा अद्भुत कार्य किए गए हैं और इन क्षेत्रों में डी

आर डी ओ द्वारा विकसित की गईं अनेक प्रौद्योगिकियां सशस्त्र सेनाओं में प्रयोग में लाई जा रही हैं।

अपने नियमित मुद्रित एवं ऑनलाइन संस्करणों के अतिरिक्त अब प्रौद्योगिकी विशेष पत्रिका वीडियो पत्रिका के रूप में भी उपलब्ध करा दी गई है। पत्रिका के लिए समय से एवं मौके पर सामग्री उपलब्ध कराने में डीआरडीओ की विभिन्न प्रयोगशालाओं द्वारा मनोयोग पूर्वक प्रदान किए गए सहयोग के लिए मैं इन सभी प्रयोगशालाओं को धन्यवाद देती हूं।

मैं प्रौद्योगिकी विशेष के उन सभी पाठकों को भी धन्यवाद देती हूं जिन्होंने इस पत्रिका की मुदित प्रतियों को उपलब्ध कराने का अनुरोध किया है। मैं इन सभी पाठकों से यह अनुरोध करती हूं कि वे इस पत्रिका के ऑनलाइन संस्करण को प्राप्त करने के लिए कृपया डीआरडीओ की वेबसाइट पर जाएं।

अंत में मैं आशा व्यक्त करती हूं कि डीआरडीओ की सभी प्रयोगशालाएं वर्ष 2020 के दौरान भी इस पत्रिका के समय से प्रकाशन के लिए अपने बहुमूल्य योगदान प्रदान करती रहेंगी। मैं इस पत्रिका की संपादकीय टीम की ओर से इस पत्रिका के प्रकाशन में योगदान करने वाले समस्त डीआरडीओ समुदाय तथा अपने सम्मानित पाठकों को धन्यवाद देती हूं और कामना करती हूं कि नव वर्ष 2020 उनके जीवन में ढेर सारी खुशियां लाए।

आशा करती हूं कि सदा की भांति इस पत्रिका के आगामी अंकों से भी हमारे पाठक निरंतर लाभान्वित होते रहेंगे।

डॉ अलका सूरी
निदेशक, डेसीडॉक

अतिथि संपादक की कलम से

उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) रक्षा बलों के लिए आवश्यक समस्त प्रकार की सामग्रियों को विकसित करने के क्षेत्र में एक अग्रणी संस्थान के रूप में कार्य कर रहा है। इस संस्थान को अधिदेशित क्रियाकलापों में उच्च ऊर्जा पदार्थों के संबंध में आधारभूत एवं अनुप्रयुक्त अनुसंधान कार्यों को करना शामिल है। इसे सौंपे गए आधारभूत अनुसंधान क्रियाकलापों के एक हिस्से के रूप में उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) विभिन्न रक्षा प्रणालियों में प्रयोग में लाए जाने के लिए संभावित प्रणालियों को पायलट प्लांट स्तर तक विकसित करने के लिए उच्च ऊर्जा पदार्थों को अभिज्ञात करने, संश्लेषित और अभिलक्षण निर्धारित करने से संबंधित कर्तव्यों का निर्वहन करने की दिशा में अनवरत क्रियाशील है। प्रयोगशाला ठोस रॉकेट नोदकों, विस्फोटक शीर्ष में प्रयुक्त स्फोटक सामग्रियों, पायरो कार्ट्रिजों एवं फ्लेयर (अग्नि दमक), गन प्रोपेलेंट (बंदूक नोदक प्रणालियों), टैंक और वायुयान संरक्षण प्रणालियों, आदि को विकसित करने के लिए अनुप्रयुक्त अनुसंधान कार्यों को कर रहा है।

रॉकेटों तथा मिसाइलों के लिए ठोस रॉकेट नोदकों के विकसित किए जाने से संबंधित क्रियाकलापों में विगत कुछ दशकों के दौरान क्रमिक रूप से प्रगति हुई है और उच्च ऊर्जा युक्त, उच्च सामर्थ्य एवं हल्के भार की सामग्रियों तथा अनुकार एवं प्रतिरूपण (मॉडलिंग) के लिए प्रौद्योगिकी एवं सॉफ्टवेयर उपकरणों की समझ में निरंतर वृद्धि हुई है। वैश्विक स्तर पर विद्यमान रुझानों के अनुसार उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) ने रॉकेटों एवं मिसाइलों को उन्नत बनाने के लिए उच्च ऊर्जा युक्त नोदकों को विकसित करने एवं उपलब्ध कराने की दिशा में अत्यधिक गंभीर प्रयास किए हैं। 1960 के दशक के दौरान ईडीबी/सीडीबी नोदकों को विकसित करने के कार्य से आरंभ करके जिनसे केवल लगभग 190 सेकंड की अवधि तक ही विशिष्ट आवेग प्राप्त होता था, उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) वर्तमान में ऐसे नोदकों को विकसित करने की दिशा में कार्य कर रहा है जिनसे लगभग 260 सेकंड की अवधि तक विशिष्ट आवेग प्राप्त किया जा सकता है और इस संस्थान का लक्ष्य आगामी 5 वर्षों में 270 सेकंड की अवधि तक का आवेग उपलब्ध कराने वाले नोदकों को विकसित करने का है।

आरंभ में उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) दोहरे आधार युक्त नोदकों के लिए बारूद आधारित प्रज्ज्वालकों (गन पाउडर बेस्ड इग्निटर्स) को विकसित करने का कार्य कर रहा था। बाद में इस संस्थान द्वारा 1980 के दशक के दौरान समेकित निर्देशित मिसाइल विकास कार्यक्रम (आईजीएमडीपी) को शुरू किए जाने पर मिसाइलों के लिए ठोस रॉकेट मोटरों हेतु प्रज्ज्वालकों (इग्निटर्स) को विकसित करने का कार्य शुरू किया गया। समेकित निर्देशित मिसाइल विकास कार्यक्रम (आईजीएमडीपी) के अंतर्गत जिन मिसाइलों को विकसित करने की परिकल्पना की गई थी उनके लिए उच्च ऊर्जा युक्त

नोदकों को प्रयोग में लाए जाने की आवश्यकता थी और इस प्रकार उस दौर में परंपरागत दोहरे आधार युक्त नोदकों के स्थान पर उच्च ऊर्जा युक्त नोदकों का प्रयोग आरंभ हुआ। तदनुसार उस दौर में उपयुक्त रूप में अभिकल्पित एल्युमीनियम मिश्र धातु/इस्पात के कैनिस्टरों में पैक किए गए उच्च ऊर्जा युक्त (उच्च तापमितीय मान) के बोरोन, मैग्नीशियम और पोटेशियम नाइट्रेट आधारित प्रज्ज्वलन सम्मिश्रणों को प्रयोग में लाकर उन्नत प्रज्ज्वलन प्रौद्योगिकी विकसित की गई। चूंकि इस प्रकार के प्रज्ज्वालक उच्च ऊर्जा युक्त नोदकों के लिए आवश्यक ऊर्जा के समनुरूप उच्च ऊर्जा से युक्त थे, अतः तदनुसार आवश्यक सुरक्षा विधियां भी विकसित की गईं और उन्हें प्रयोग में लाया गया। इसके साथ ही अभिकल्प मूल्यांकन विधियों जैसे कि स्वतंत्र एवं निष्पक्ष रूप में कार्य करने वाली प्रज्ज्वालक योग्यता निर्धारण विधि, आदि को भी विकसित किया गया। 1990 के दशक के आखिरी वर्षों के दौरान आवरण आबद्ध नोदक प्रौद्योगिकी पर कार्य आरंभ किया गया जिसके लिए उन्नत विशेषताओं जैसे कि छोटा आकार और प्रणाली के प्रति इकाई भार की उन्नत दक्षता आदि जैसी संवर्धित विशेषताओं से युक्त अत्यधिक महत्वपूर्ण एवं कठोर परिस्थितियों में भी क्रियाशील प्रज्वलन प्रणाली को विकसित करने की आवश्यकता थी। वर्तमान समय में उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) सभी प्रकार के रणनीतिक एवं सामरिक प्रणालियों में प्रयोग में लाए जा रहे मोटरों के लिए उपयोगी प्रज्ज्वलन प्रणालियों को सफलतापूर्वक उपलब्ध करा रही है।

उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) ने नई एवं चुनौतीपूर्ण प्रौद्योगिकियों जैसेकि एएफटीइंड इग्निशन, थ्रॉट बेस्ड इग्निशन, थ्रू एयर इनिशिएशन, थ्रू बल्कहेड इनिशिएशन, आदि जैसी नई एवं चुनौतीपूर्ण प्रौद्योगिकियों को विकसित करने में अपनी उत्कृष्टता सिद्ध की है।

प्रौद्योगिकी विशेष के इस अंक में प्रज्ज्वलन प्रौद्योगिकी तथा उच्च ऊर्जा युक्त सामग्रियों एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में प्रगति हासिल करने, जिनके फलस्वरूप सामरिक और साथ ही रणनीतिक प्रणालियों हेतु भी प्रयुक्त समस्त श्रेणी की स्वदेशी राकेट एवं मिसाइल प्रणालियों हेतु प्रयोग में लाए जाने के लिए प्रज्ज्वालकों को विकसित किया जा सका है, के क्षेत्र में उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) द्वारा किए गए विशिष्ट योगदान से पाठकों को अवगत कराया गया है।

जय हिंद।

के पी एस मूर्ति
उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं निदेशक, एचईएमआरएल

ठोस रॉकेट मोटरों के लिए प्रज्ज्वलन प्रणाली

उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डीआरडीओ) के आयुध समूह की एक अग्रणी प्रयोगशाला है और इस प्रयोगशाला को उच्च ऊर्जा पदार्थों अर्थात नोदकों, विस्फोटकों, अग्नि क्रीड़ा (पायरोटेक्निक्स) और संबद्ध रसायनों के क्षेत्र में अनुप्रयुक्त अनुसंधान एवं विकास क्रियाकलापों को करने का अधिदेश सौंपा गया है। सौंपे गए इन अधिदेशों के अनुसार उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) उच्च उर्जा पदार्थों के संश्लेषण एवं अभिलक्षण निर्धारण, नोदकों, उच्च विस्फोटक पदार्थों, अग्नि क्रीड़ा (पायरोटेक्निक्स), बहुलक पदार्थों, कोटिंग हेतु प्रयोग में लाए जाने वाले पदार्थों/ऊष्मा रोधी पदार्थों एवं अन्य संबद्ध सामग्रियों को विकसित करने के लिए अनुसंधान एवं विकास से संबंधित क्रियाकलापों को कर रहा है।

प्रौद्योगिकी विशेष के इस अंक में भारत में सभी स्वदेशी रॉकेटों एवं सामरिक तथा रणनीतिक दोनों प्रकार की मिसाइल प्रणालियों के लिए प्रज्ज्वालकों को विकसित करने हेतु उच्च ऊर्जा युक्त पदार्थों, सामग्रियों एवं प्रौद्योगिकियों के क्षेत्र में प्रगति हासिल करने में उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएम आरएल) द्वारा किए गए योगदान पर प्रकाश डाला गया है।

ठोस रॉकेट मोटरों (एसआरएम) को अपना कार्यकरण आरंभ करने के लिए एक दक्ष प्रज्ज्वलन प्रणाली की आवश्यकता होती है। रॉकेट मोटर में नोदक पदार्थों के प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ करने के लिए एक पृथक प्रज्ज्वलन प्रणाली स्थापित की जाती है जिसे प्रज्ज्वालक (इग्निटर) कहा जाता है। ठोस रॉकेट मोटरों में प्रयोग में लाए जाने वाले प्रज्ज्वालक मूल रूप से दो प्रकार के होते हैं – अर्थात पायरोजन इग्निटर जिसे बैलिस्टिक मिसाइलों में प्रयोग में लाए जाने वाले बड़े आकार के रॉकेट मोटरों के लिए प्रयोग में लाया जाता है और पायरोटेक्निक इग्निटर जिसे छोटे रॉकेट मोटरों का कार्यकरण आरंभ करने के लिए प्रयोग में लाया जाता है।

नोदक मोटर का नोदन बल उच्च तापमान एवं दाब पर ठोस नोदक पदार्थ के दहन से प्राप्त किया जाता है। प्रज्ज्वालक पदार्थ तप्त एवं सघन गैसों के रूप में ऊष्मा फ्लक्स, जो नोदक की सतह पर अत्यधिक तीव्र गति से प्रज्ज्वलन की क्रिया को आरंभ करता है, को सृजित करके इस दहन अभिक्रिया को एक नियंत्रित एवं

अनुमानित रूप में प्रेरित करता है। प्रज्ज्वालक मोटर के भीतरी भाग में एक न्यूनतम दाब, जो नोदक पदार्थ के स्थिर एवं संपोषित दहन के लिए पर्याप्त होता है, को सृजित करने में भी अपना योगदान देता है।

प्रज्वालक के संबंध में सामान्य अपेक्षाएं निम्नवत हैं:

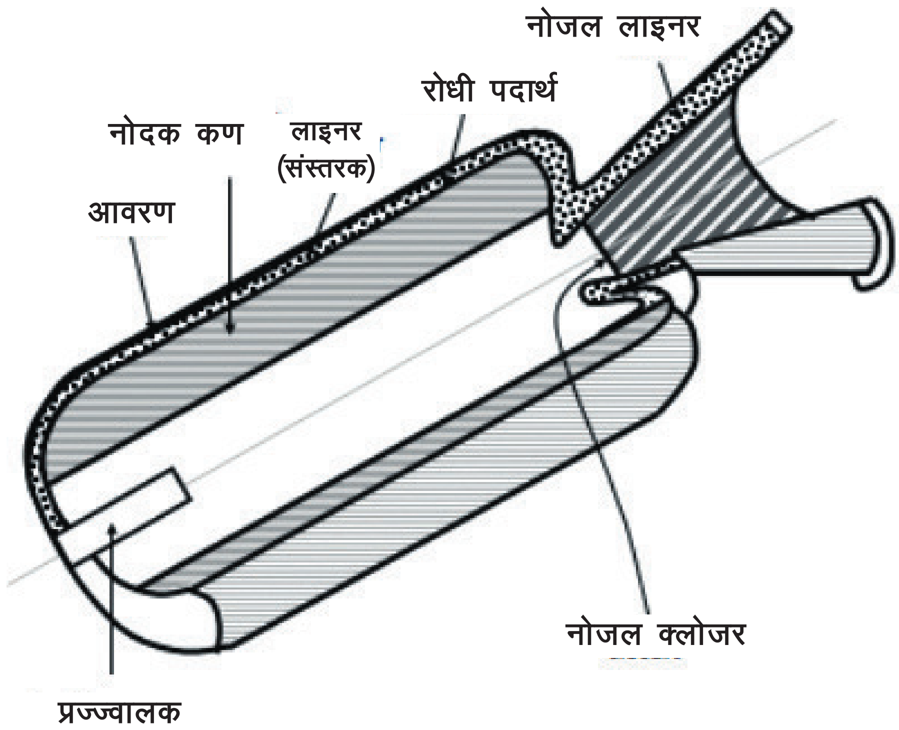
- नोदक पदार्थ की सतह का तापमान उसके स्वतः प्रज्ज्वलन ताप से उच्च स्तर पर होना चाहिए।
- नोदक पदार्थ के स्थिर रूप में दहन के लिए मोटर के प्रकोष्ठ का दाब देहली दाब (थ्रेसहोल्ड प्रेशर) से संबंधित अपेक्षा की तुलना में उच्च स्तर पर होना चाहिए।
- प्रज्ज्वलन विलंब (मोटर का 10: चरम दाब प्राप्त हो जाने की स्थिति में वैद्युत स्पंद के प्रयोग के संदर्भ में काल विलंब) का मान विनिर्दिष्ट सीमाओं के भीतर होना चाहिए।
- प्रज्वलन के अल्प क्षण के दौरान मोटर प्रकोष्ठ में दाब में वृद्धि की दर (कच/कज) अनुचित रूप से उच्च नहीं होनी चाहिए जिससे कि अवांछित चरम स्थिति या आघात भार उत्पन्न न हो। इसके साथ ही इसका मान इतना कम भी न हो कि उसके कारण अस्थायित्व, हैंग फायर आदि जैसी स्थिति उत्पन्न हो जाए।
- प्रज्वालक को प्रकार्य, पर्यावरण तथा सुरक्षित रखने योग्य शेल्फ लाइफ/भंडारण से संबंधित अपेक्षाओं के अनुरूप होना चाहिए।

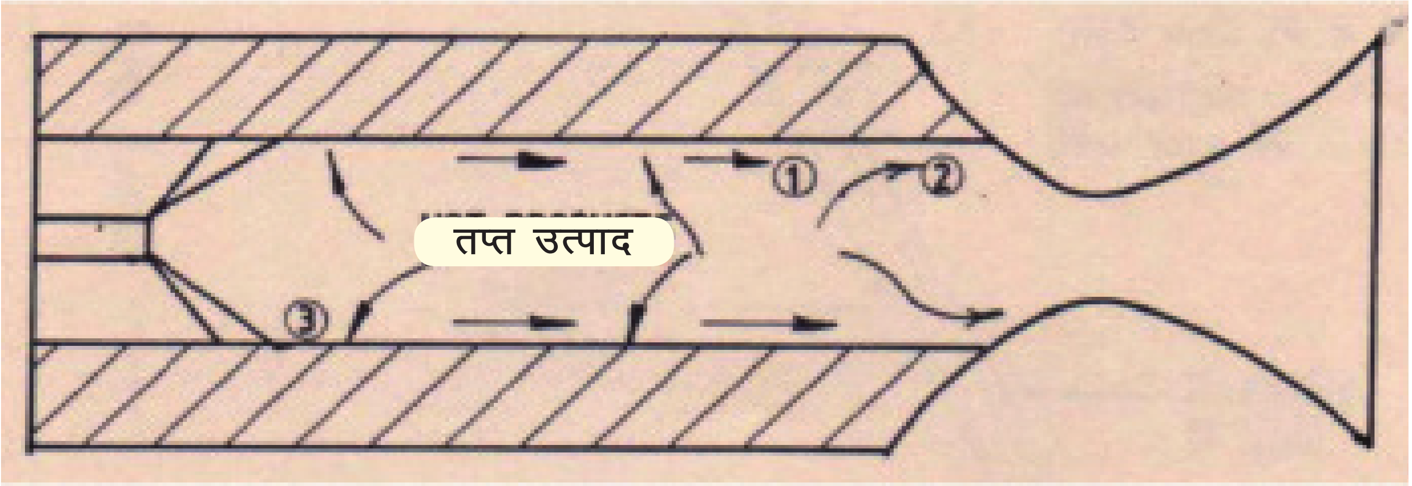
अग्निक्रीड़ा हेतु प्रयोग में लाए जाने वाले प्रज्ज्वालक (पायरोटेक्निक इग्निटर्स)

अग्निक्रीड़ा हेतु प्रयुक्त प्रज्ज्वालक (पायरोटेक्निक इग्निटर्स) ऐसे प्रज्ज्वालक होते हैं जिनमें उष्मा उत्पन्न करने वाले पदार्थ के रूप में अग्नि क्रीड़ा हेतु प्रयोग में लाए जाने वाले पदार्थों अथवा उर्जा युक्त नोदकों जैसे रासायनिक पदार्थ (जो प्रायः कणिकामय और/या छोटी टिकिया के रूप में होते हैं ताकि बृहद दहन पृष्ठ क्षेत्र उपलब्ध हो एवं दहन की संपूर्ण प्रक्रिया अल्पावधि के भीतर ही समाप्त हो जाए) प्रयोग में लाए जाते हैं।

अग्निक्रीड़ा हेतु प्रयुक्त प्रज्ज्वालकों (पायरोटेक्निक इग्निटर्स) में मुख्य रूप से ईंधन, ऑक्सीकारक, आबंधक पदार्थों तथा सामग्री को सुस्थिरता प्रदान करने वाले पदार्थों (क्यूरिंग एजेंट) तथा कुछ में कतिपय अन्य योजक पदार्थों को प्रयोग में लाया जाता है। इनमें ईंधन के रूप में ऐलुमिनियम (Al), बोरोन (B), मैग्नीशियम (Mg) को प्रयोग में लाया जाता है। इनके अतिरिक्त पोटेशियम नाइट्रेट (KNO_3), पोटैशियम क्लोरेट ($KClO_3$), पोटैशियम परक्लोरेट ($KClO_4$), अमोनियम परक्लोरेट (NH_4ClO_4), अमोनियम नाइट्रेट (NH_4NO_3) को आमतौर पर ऑक्सीकारक के रूप में प्रयोग में लाया जाता है। प्लास्टिककृत एथिल सैलूलोज को आबंधक पदार्थ के रूप में प्रयोग में लाया जाता है जिससे इस प्रज्वालक पदार्थ की संवेदनशीलता में कमी आती है।

ठोस रॉकेट मोटरों को प्रज्वलित करने के लिए एक कठोर समय बद्ध अनुक्रम में घटनाओं की





एक श्रृंखला आरंभ होती है जो निम्नलिखित के साथ घटित होती है:

- एक वैद्युत स्पंद का प्रयोग।
- प्रथम अग्नि घटक (पलीता या पायरो कार्ट्रिज) में प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया का आरंभ होना।
- अग्नि दमक/लघु ज्वाला पुंज का सृजन।
- प्राइमर के प्रयोग द्वारा अग्नि दमक का प्रवर्धन।
- मुख्य प्रज्ज्वालक पदार्थ को प्रयोग में लाकर अग्नि दमक को एक मजबूत ज्वाला के रूप में सृजित करना।

अतः प्रज्ज्वालक के कार्यकरण के संबंध में एक व्यापक समझ होना आवश्यक है। अग्निक्रीड़ा हेतु प्रयुक्त प्रज्ज्वालक (पायरोटेक्निक इग्निटर्स) को उनकी संस्थिति एवं प्रचालन के आधार पर विभिन्न श्रेणियों में वर्गीकृत किया गया है। विभिन्न श्रेणी के प्रज्ज्वालकों के संबंध में आगे विस्तार से चर्चा की जा रही है।

नोजल कैप आधारित प्रज्ज्वालक

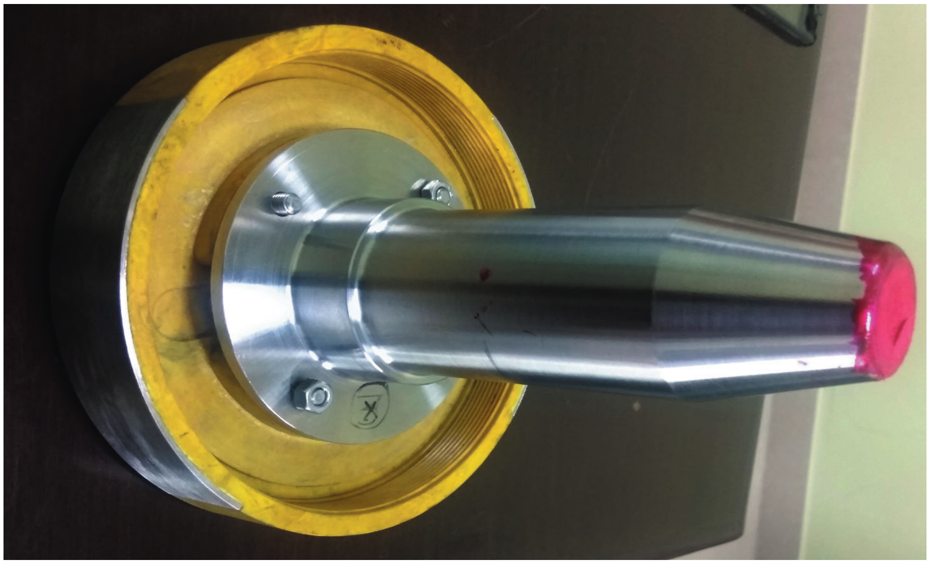
नोजल कैप आधारित प्रज्ज्वालक संहत रॉकेट मोटरों के लिए विकसित किए गए हैं। नोदन प्रणालियों में शीर्ष भाग पर प्रज्ज्वालक को रखना स्थान की कमी, बिजली के कनेक्शनों के मौजूद होने, आदि के कारण कठिन होता है। ऐसी स्थिति में एक बहिःक्षेपित की जाने योग्य प्रणाली को प्रयोग में लाया जाना उपयोगी सिद्ध होता है ताकि उड़ान के दौरान किसी भी निष्क्रिय भार को वहन करने से बचा जा सके और उच्च तात्क्षणिक दाब की चरम स्थिति को उत्पन्न होने से भी रोका जा सके।

अभिकल्प से संबंधित विशेषताएं

- प्रज्ज्वालक एक बहिःक्षेपित किए जाने योग्य नोजल कैप के ऊपर आरोहित होता है।
- नोजल कैप के ऊपर बिजली के कनेक्शनों को लगाए जाने की व्यवस्था भी होती है।
- नोजल कैप प्रज्ज्वालक (इग्निटर) द्वारा उत्पन्न की गई गैसों को अवरुद्ध रखना सुनिश्चित करता है।
- नोजल कैप आधारित प्रज्ज्वालक तप्त गैसों की एक प्रधारा उत्पन्न करता है जो प्रज्ज्वालक की ग्रीवा से होकर आगे निकल कर नोदक पृष्ठ को प्रज्ज्वलित करता है।

प्रचालनात्मक विशेषताएं

नोजल कैप में धातु से निर्मित वृत्ताकार परिक्षेत्र संस्थित होते हैं जो बिजली के कनेक्शनों के लिए संस्पर्श बिंदुओं के रूप में कार्य करते हैं। एक विशेष रूप से अभिकल्पित किया गया धातु निर्मित प्लंजर अन्य वैद्युत संस्पर्श के रूप में कार्य करता है। प्रज्ज्वालक द्वारा प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया स्क्विबों का प्रयोग करके आरंभ की जाती है जिसे इन वैद्युत संस्पर्श बिंदुओं से होकर वैद्युत शक्ति की आपूर्ति प्राप्त होती है। स्क्विबों द्वारा प्राइमर को प्रज्ज्वलित किया जाता है जो तत्पश्चात मुख्य प्रज्ज्वलन पदार्थों को प्रज्ज्वलित करता है। प्रज्ज्वालक में आपूरित सामग्रियों के दहन के कारण निर्मित गैसों को एक टॉर्च प्रकार की संरचना का प्रयोग करके नोदक पृष्ठ की ओर निर्दिष्ट कर दिया जाता है। आमतौर पर कैनिस्टर के लिए स्टेनलेस इस्पात को प्रयोग में



कैप आधारित प्रज्ज्वलन प्रणाली असेंबली

रॉकेटों में कैप आधारित प्रज्ज्वालकों का परीक्षण

लाया जाता है जबकि प्राइमर असेंबली उच्च सामर्थ्य की ऐलुमिनियम मिश्र धातु से बनी होती है। कैप कांच आपूरित फेनोल फॉर्मैल्डिहाइड सम्मिश्र पदार्थ से बना होता है। प्रज्ज्वालक में आपूरित किए जाने के लिए विस्फोटक पदार्थ के रूप में बोरोन पोटैशियम नाइट्रेट ($BKNO_3$) की टिकिया प्रयोग में लाई जाती हैं।

नोजल कैप पर आरोहित किए जाने वाले प्रज्ज्वालकों को ऐसे जटिल प्रकार के रॉकेट मोटरों में प्रयोग में लाया जाना अधिक उपयोगी सिद्ध होता है जिनमें प्रज्ज्वालक को किसी अन्य स्थान पर आरोहित नहीं किया जा सकता है। चूंकि प्रज्ज्वालक नोजल वाले हिस्से पर आरोहित होता है, अतः प्रज्ज्वालक के शीर्ष वाले हिस्से पर नोदक को अधिक आसानी से भारित किया जा सकता है। इस बहिःक्षेपित किए जाने प्रकार के प्रज्ज्वालक में उड़ान के दौरान प्रणाली पर भार संबंधी कोई बाधा उत्पन्न नहीं होती है। इस प्रकार के प्रज्ज्वालकों को आमतौर पर सामरिक मिसाइलों और राकेट प्रणालियों में प्रयोग में लाया जाता है।

ग्रीवा आधारित प्रज्ज्वालक

ग्रीवा आधारित प्रज्ज्वालक छोटे आकार के ऐसे संहत राकेट मोटरों के लिए उपयोगी होते हैं जहां लंबाई या व्यास (मोटाई) से संबंधित बाधाओं के कारण नोजल कैप आधारित प्रज्ज्वालक को स्थापित करने के लिए नोजल अपसारी शीर्ष पर उपलब्ध स्थान को प्रयोग में नहीं लाया जा सकता है और इस कारण प्रज्ज्वालक को मोटर की ग्रीवा पर स्थापित कर दिया जाता है। इसे निर्मित करने के लिए प्रयोग में लाई जाने वाली सामग्री का चयन इस बात को ध्यान में रखकर किया जाता है कि उपयुक्त परिमाण में बहिःक्षेपण दाब उत्पन्न हो और ग्रीवा से होकर प्रज्ज्वालक ग्रीवा को कोई क्षति पहुंचाए बिना आसानी से बहिःक्षेपित हो जाए।

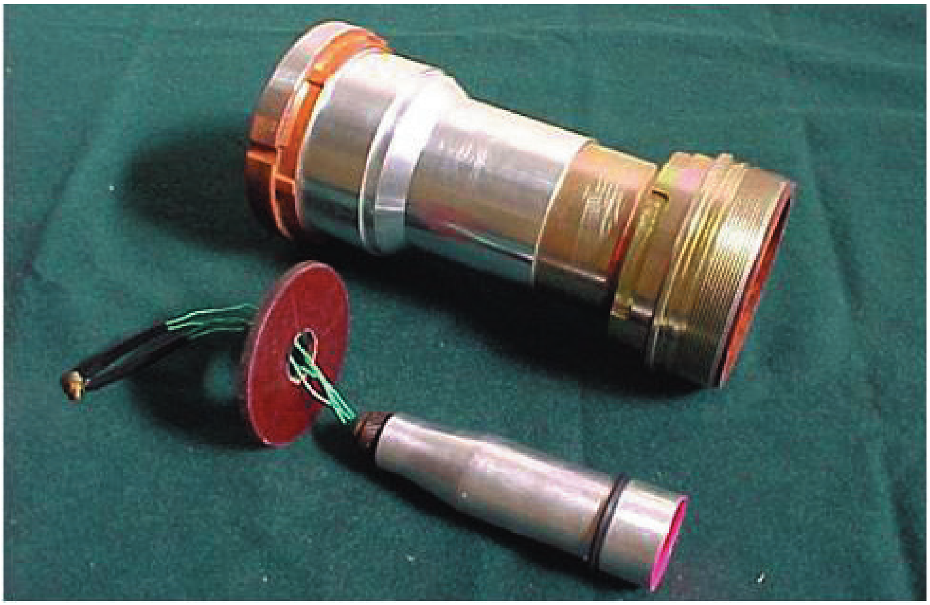
अभिकल्प से संबंधित विशेषताएं

- यह एक बहिःक्षेपित किए जाने योग्य प्रकार का प्रज्ज्वालक होता है।
- प्रज्ज्वालक का हार्डवेयर यह सुनिश्चित करता है कि ग्रीवा पर एक अवरोध (सील) का प्रयोग करके गैसों को अवरुद्ध किया जा सके।

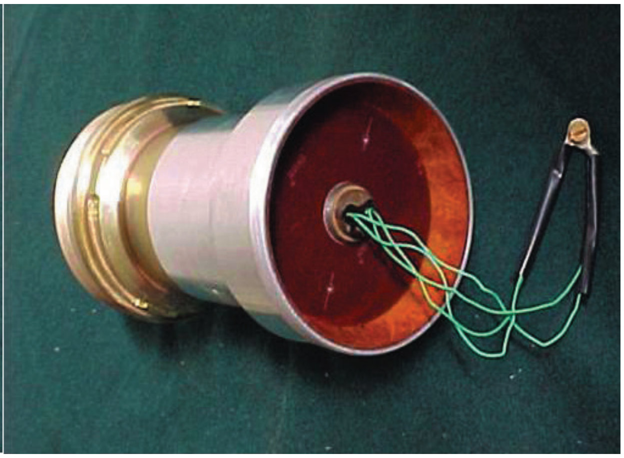
- प्रज्ज्वालक में आपूरित चार्ज के रूप में बारूद, बोरोन पोटैशियम नाइट्रेट ($BKNO_3$) की कणिका एवं टिकिया प्रयोग में लाई जाती हैं जिनमें से प्रत्येक का अपना अलग–अलग प्रयोजन होता है।
- प्रज्ज्वालक की ग्रीवा पर वलयाकार संरचना उपयोग में ला कर ग्रीवा पर अवरोध उत्पन्न किया जाता है।

प्रचालनात्मक विशेषताएं

ग्रीवा आधारित प्रज्ज्वालक एक पलीता (स्क्विब) की सहायता से विस्फोट उत्पन्न की जाने वाली प्रज्ज्वलन प्रणाली है। पलीता के तार प्रज्ज्वालक के पीछे की ओर से ले जाए जाते हैं तथा नोजल अपसारी शीर्ष पर इन्हें कस दिया जाता है जिसके लिए एक टेपरित डिस्क को प्रयोग में लाया जाता है जो पलीता को नोजल शीर्ष पर अपसारित होने से रोकता है। पलीता (स्क्विब) से होकर विद्युत धारा प्रवाहित किए जाने पर प्रज्ज्वालक में प्रयोग में लाए गए बारूद के चूर्ण एवं अन्य टिकिया रूपी सामग्रियां प्रज्ज्वलित होती हैं। बारूद में उत्पन्न दाब प्रभाव के कारण जलती हुई टिकिया का कैनिस्टर से निकलकर मुख्य दहन प्रकोष्ठ में विसर्जन होता है। इसके फलस्वरूप नोदक का पृष्ठ प्रज्ज्वलित होता है और परिणाम स्वरूप पर्याप्त परिमाण में प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ हो जाती है। प्रकोष्ठ के भीतरी भाग में पर्याप्त परिमाण में दाब उत्पन्न हो जाने पर ग्रीवा से होकर प्रज्ज्वालक बहिःक्षेपित होता है और बहिःक्षेपित होते हुए ग्रीवा में यह जिस कॉलर के ऊपर स्थापित था उसे



नोजल युक्त ग्रीवा आधारित प्रज्ज्वालक



नोजल के भीतर लगा ग्रीवा आधारित प्रज्ज्वालक (ग्रीवा दृश्य एवं अपसारी दृश्य)

विरूपित करता जाता है। ग्रीवा से होकर प्रज्ज्वालक का निर्बाध बहिःक्षेपण सुनिश्चित करने के लिए प्रज्ज्वालक के कैनिस्टर के निर्माण हेतु सामग्री के रूप में ऐलुमिनियम जैसी मृदु सामग्री प्रयोग में लाई जाती है।

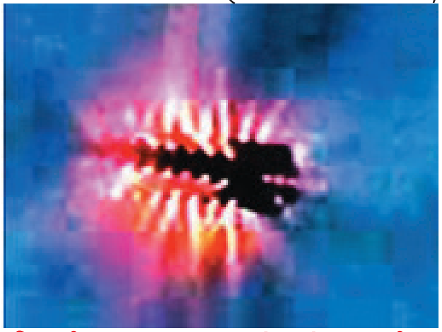
इस संघटन में ग्रीवा आधारित प्रज्ज्वालक को प्रयोग में लाया जाना उच्च एल/डी मान वाले मोटरों के लिए अत्यधिक आवश्यक हो गया है जिनमें यह सुनिश्चित किया जाना होता है कि शीर्ष भाग और साथ ही नोजल वाले सिरे दोनों पर प्रज्ज्वलन एक साथ आरंभ हो। नोजल कैप आधारित प्रज्ज्वालक के समान ही ग्रीवा आधारित प्रज्ज्वालक को प्रयोग में लाए जाने से भी नोदक भार को बढ़ाने में सहायता मिलती है और साथ ही शीर्ष वाले भाग पर एक सरल इंटरफेस भी प्राप्त होता है। यह प्रज्ज्वालक आमतौर पर अधिक लंबाई के ठोस नोदक मोटरों में प्रयोग में लाए जाने के लिए उपयोगी सिद्ध हुआ है।

प्रतिधारणीय प्रज्ज्वालक

अनेक स्थितियों में ऐसे प्रज्ज्वालकों को प्रयोग में लाया जाना अधिक उपयोगी सिद्ध होता है जो बहिःक्षेपित अथवा बाहर आ जाने के बजाय राकेट मोटर की पूर्ण दहन अवधि को सहन कर सकने में सक्षम हों। ऐसे प्रज्ज्वालकों को प्रतिधारणीय प्रज्ज्वालक कहा जाता है। विभिन्न प्रकार के प्रज्ज्वालकों के संबंध में मुख्य बात दहन की संपूर्ण अवधि के दौरान अत्यधिक उच्च मात्रा में तापीय प्रभाव को सहन कर सकने की उनकी क्षमता से संबंधित है। अतः मैराजिंग इस्पात आदि से निर्मित धातु के कैनिस्टर, जिसमें प्रज्वलन सामग्रियां अंतर्निहित होती हैं, को कार्बन फेनोलिक अथवा इस प्रकार की अन्य सामग्रियों का प्रयोग करके पर्याप्त रूप में ताप रोधी बनाया जाता है। इन प्रज्ज्वालकों को आमतौर पर शीर्ष भाग पर आरोहित किया जाता है और कुछ मामलों में इसे नोजल सिरे पर भी आरोहित किया जाता है।

प्रायः प्रतिधारणीय प्रज्ज्वालकों मे प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया पायरो कार्ट्रिजों को प्रयोग में लाकर आरंभ की जाती है। चूंकि पायरो कार्ट्रिजों को सभी असेंबलियों के अंतिम सिरे पर संस्थापित किया जा सकता है, अतः इन्हें बड़े आकार की मिसाइलों के भंडारण,

प्रतिधारणीय प्रज्ज्वालक



प्रतिधारणीय प्रज्ज्वालक का स्वतंत्र एवं एकल परीक्षण

दुलाई तथा परीक्षण के दौरान सुरक्षा दृष्टिकोण से अधिक पसंद किया जाता है। पलितों (स्क्विबों) की तुलना में पायरो कार्ट्रिज का अभिकल्प अधिक सुदृढ़ होता है।

अभिकल्प संबंधी विशेषताएं

- प्रज्वलन की प्रक्रिया पायरो कार्ट्रिजों को प्रयोग में लाकर आरंभ की जाती है।
- इग्निटर के कैनिस्टर को बाह्य भाग से तापीय संरक्षण प्राप्त होता है
- 15 से 25 सेकंड तक की दहन अवधि के दौरान ताप रोधी पदार्थ सुरक्षित बना रहता है।

प्रचालनात्मक विशेषताएं

प्रज्ज्वालक में पूरित विस्फोटक पदार्थों में विस्फोट की प्रक्रिया आरंभ करने के लिए पायरो कार्ट्रिज प्रयोग में लाए जाते हैं। विस्फोटक पदार्थ छोटी टिकिया के रूप में होते हैं

जिनके दहन के पश्चात गैसें निर्मित होती हैं जो अनेक छोटे–छोटे छिद्रों से होकर निर्गत होती हैं। प्रज्ज्वलन अधिक से अधिक मात्र 50 मिलि सेकंड की अवधि तक ही क्रियाशील रहता है जिस दौरान राकेट मोटर के चालू हो जाने के उपरांत प्रज्ज्वालक को मोटर द्वारा सृजित उच्च तापमान एवं बाह्य दाब का सामना करना पड़ता है। प्रज्ज्वालक द्वारा कार्य समाप्त कर दिए जाने तथा उसका अपक्षरण हो जाने के उपरांत भी ताप रोधी सामग्री धातु से निर्मित आंतरिक कैनिस्टर को संरक्षित रखती है।

प्रतिधारणीय प्रज्ज्वालक को अधिक अवधि तक प्रयोग में लाए जाने वाले मोटरों में लगाए जाने की आवश्यकता होती है जिनमें प्रज्ज्वालक को बहिःक्षेपित करना संभव नहीं होता। मोटर की संपूर्ण दहन अवधि के दौरान प्रज्ज्वालक अत्यधिक उच्च तापीय परिवेश को सहन करता है। प्रायः ऐसे प्रज्ज्वालकों को मोटर के ऊपरी सिरे पर संस्थित किया जाता है।

सतत रूप से अनेक भागों से प्रज्ज्वलित होने वाले प्रज्ज्वालक

सतत रूप से अनेक भागों से प्रज्ज्वलित होने वाले प्रज्ज्वालक

उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) ने टोरॉइडल (वृत्ताकार कोर युक्त) मोटर के लिए प्रज्ज्वालक विकसित किया है। इस प्रकार के मोटर की एक विशिष्ट टोरॉइडल (वृत्ताकार कोर युक्त) आकृति होती है जिसका माध्य व्यास लगभग 2 मीटर होता है और इसमें समान दूरी पर 8 नोजल लगाए गए होते हैं। इस मोटर में कुल 22 पोर्टों के 11 युग्मों से युक्त एक सम्मिश्र नोदक प्रयोग में लाया जाता है।

प्रज्ज्वालक की आयोजना में 0.5 मिमी की मोटाई की ऐलुमिनियम निर्मित 8 बेलनाकार नलिकाएं चाप की आकृति में जुड़ी होती हैं जो एक दूसरे से T–आकृति के एडैप्टर से संयोजित होती हैं और ऐसा करके लगभग 2 मीटर व्यास का एक वृत्ताकार वलय निर्मित करती हैं जो नोदक पोर्टों के पी सी डी से हुबहू मेल खाता है। ऐलुमिनियम की नलिकाओं में बोरोन पोटैशियम नाइट्रेट ($BKNO_3$) सम्मिश्रण की 384 ग्राम मात्रा पूरित होती है।

अभिकल्प संबंधी विशेषताएं

- पायरो कार्ट्रिजों का प्रयोग करके अनेक भागों से एक साथ प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ की जा सकती है।
- प्रज्ज्वालक की आकृति टोरॉइडल (वृत्ताकार कोर युक्त) होती है।
- संपूर्ण प्रज्ज्वालक सुविधाजनक संविरचन एवं असेंबली संयोजन की दृष्टि से अनेक खंडों में विभाजित होता है किंतु प्रकार्यात्मक दृष्टि से यह एक सतत प्रज्ज्वालक है।
- कैनिस्टर में प्रयुक्त विस्फोटक सामग्री नोजल के अंतिम सिरे पर स्थित होने के कारण सुविधाजनक रूप में प्रयोग में लाई जा सकती है।

प्रचालनात्मक विशेषताएं

- पायरो होल्डर पर अवस्थित प्रज्ज्वालक में प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया वैद्युत स्त्रोत के माध्यम से आरंभ की जाती है।
- अग्नि की दमक (पायरो फ्लैक्स) मोटर के ऊपरी आवरण (खोल) में एक वलयाकार चैनल के माध्यम से गमन करता है और दो

प्रज्ज्वालक का हार्डवेयर

प्रज्ज्वालक का खुले में परीक्षण

प्रज्ज्वालक खंडों में प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ करने के लिए दो विपरीत दिशाओं में विभाजित हो जाता है।

- ➢ यह एक इंटरफ़ेस है और इसी प्रकार इस प्रज्ज्वालक में प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ करने के लिए प्रज्ज्वालक की परिधि के साथ–साथ समान अंतराल पर अनेक इंटरफ़ेस प्राप्त किए जाते हैं।

इस प्रकार के प्रज्ज्वालक एक बड़े आकार के पीसीडी पर रखे गए विभिन्न पोर्टों में एक साथ प्रज्वलन की प्रक्रिया आरंभ करने के लिए उपयोगी होते हैं। ऐसे प्रज्ज्वालक उच्च मुक्त आयतन के मोटर (100 लीटर तक) के लिए भी उपयोगी सिद्ध होते हैं और इन्हें ऐसे मोटरों में प्रयोग में लाया जाता है जिनमें प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ करने के लिए उच्च अतिरिक्तता की आवश्यकता होती है।

प्रतिधारक दीवार (बल्कहेड) में स्थित आदाता विस्फोटक सामग्रियों में विस्फोट द्वारा प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ करने वाले प्रज्ज्वालक (टीबीआई)

प्रतिधारक दीवार (बल्कहेड) में स्थित आदाता विस्फोटक सामग्रियों में विस्फोट द्वारा प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ करने वाले प्रज्ज्वालकों (टीबीआई) का प्रयोग ठोस राकेट प्रज्ज्वालकों में प्रज्वलन की प्रक्रिया आरंभ करने के लिए प्रयोग में लाई जाने वाली एक नई तकनीक है। इस तकनीक को प्रयोग में लाए जाने से वैद्युत विस्फोटक उपकरणों की सहायता से प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया को आरंभ करने में सुरक्षा से संबंधित उत्पन्न होने वाली कतिपय समस्याओं को दूर किया जा सकता है। इस विधि में आदाता विस्फोटक सामग्री में उत्पन्न अधिविस्फोटक प्रघात तरंग को एक ठोस धात्विक इंटरफ़ेस से एक अभिग्राही विस्फोटक सामग्री तक संचारित किया जाता है जो पायरोटेक्निक (अग्नि क्रीड़ा) हेतु प्रयोग में लाई जाने वाली विस्फोटक सामग्री में प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ करता है। धात्विक इंटरफ़ेस या प्रतिधारक दीवार (बल्कहेड) आमतौर पर प्रज्ज्वालक के संपूर्ण निकाय का एक अभिन्न अंग होता है जो प्रज्ज्वालक से मजबूती से जुड़ा होता है और इस प्रकार संपूर्ण निकाय की अखंडता को बनाए रखता है।

अभिकल्प संबंधी विशेषताएं

- इस प्रज्ज्वालक में अधिस्फोटक सामग्रियों को प्रयोग में लाकर अधिस्फोट द्वारा प्रज्वलन की प्रक्रिया आरंभ की जाती है।
- सुरक्षित एवं भुजा तंत्र (सेफ एंड आर्म मैकेनिज्म) यांत्रिक रूप से प्रज्ज्वालक एवं मुख्य विस्फोटक सामग्री को अलग–अलग करता है।
- न्यूनतम कार्यकारी भागों से युक्त सरल यांत्रिक व्यवस्था होती है और इसे मोटर के आवरण से बाहर स्थापित करने के लिए आसानी से समायोजित किया जा सकता है।

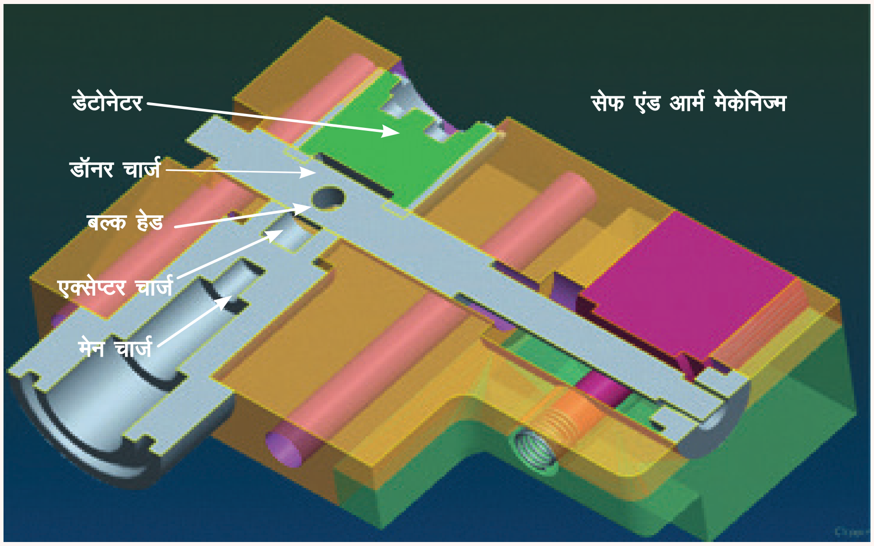
प्रचालनात्मक विशेषताएं

- प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया को आरंभ करने के लिए आवश्यक उद्दीपन उपलब्ध कराने के लिए ऊर्जा स्रोत के रूप में 24 वोल्ट की डीसी बैटरियां प्रयोग में लाई जाती हैं
- विस्फोटक में अधिस्फोटन की प्रक्रिया वैद्युत स्पंद द्वारा आरंभ की जाती है।
- अधिस्फोटक द्वारा एक सीमित मात्रा में आदाता विस्फोटक सामग्री में विस्फोट की प्रक्रिया आरंभ की जाती है ताकि प्रघात सृजित की जा सके।
- प्रघात तरंगों का एक ठोस धात्विक इंटरफ़ेस (बल्कहेड) से होकर एक चैनल युक्त पथ पर आगे संचरण होता है।
- प्रघात तरंगे एक ठोस धात्विक इंटरफ़ेस (बल्कहेड) से होकर आदाता विस्फोटक सामग्री से अभिग्राही विस्फोटक सामग्री तक संचारित होती हैं।
- इसके उपरांत अभिग्राही विस्फोटक सामग्री मुख्य विस्फोटक सामग्री में दहन की प्रक्रिया आरंभ करती है।
- सुरक्षा एवं बाहु तंत्र (सेफ एंड आर्म मेकैनिज्म) मुख्य विस्फोटक सामग्री को युद्धक उपकरण के सज्जित होने से पहले अनपेक्षित रूप से सक्रिय होने पर रोक लगाता है किंतु बाद में उपयुक्त उद्दीपन प्राप्त होने पर विस्फोटक सामग्री के सक्रिय होने में सहायक सिद्ध होता है।
- सुरक्षा एवं भुजा तंत्र (सेफ एंड आर्म मैकेनिज्म)।

प्रतिधारक दीवार (बल्कहेड) में स्थित आदाता विस्फोटक सामग्रियों में विस्फोट द्वारा प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ करने वाले प्रज्ज्वालक (टीबीआई) सभी सामरिक एवं रणनीतिक मिसाइलों में प्रयोग में लाए जाने के लिए उपयोगी हैं और विभिन्न मोटरों में एक साथ प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ करने के लिए सीमित अधिस्फोटक फ्यूजों के साथ प्रयोग में लाए जा सकते हैं।

वायु से होकर प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया को आरंभ करने वाले प्रज्ज्वालक (टी ए आई आई)

वायु से होकर प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया को आरंभ करने वाले प्रज्ज्वालक (टीएआईआई) का प्रारूपी अभिकल्प वैसी स्थिति में उपयोगी सिद्ध होता है जबकि मिशन से संबंधित अपेक्षाओं के कारण प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ



शीर्ष भाग पर प्रज्वलित होने वाले प्रज्ज्वालक (टीबीआई) का परिच्छेदीय चित्र

करने वाली प्रणाली को संस्थापित करने में बाधाएं हों जिनके फलस्वरूप प्रणाली और प्रज्ज्वालक के बीच वायु में अंतर संयोजकता उत्पन्न होती है।

अभिकल्प संबंधी विशेषताएं

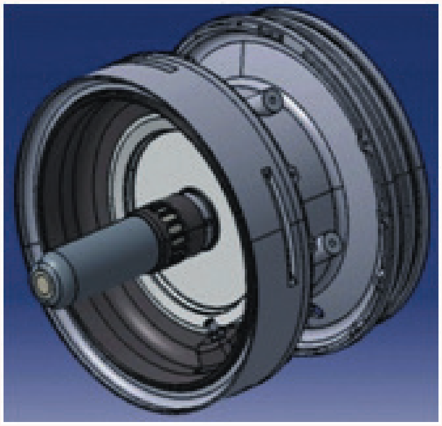
- प्रज्ज्वलन को आरंभ करने की प्रक्रिया पायरो कार्ट्रिज आधारित होती है।
- इस प्रकार के प्रज्ज्वालक को प्रायः दो मोटरों के इंटरफ़ेस वाले स्थान पर अवस्थित किया जाता है।
- पायरो कार्ट्रिज से निकलने वाली दमक (फ्लैश) मुख्य विस्फोटक सामग्री में प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया को आरंभ करने के लिए वायु मार्ग से होकर गमन करती है।
- प्रज्वालक के आधारीय दुर्बल भाग (होल्डर) से होकर अग्नि दमक (पायरो फ्लैश) प्रविष्ट करता है।
- होल्डर को निर्मित करने के लिए विशेष सामग्री को प्रयोग में लाया जाता है क्योंकि होल्डर एक दुर्बल हिस्से और साथ की अग्निरोधी के रूप में भी कार्य करता है।

प्रज्वलन तथा इसके विभिन्न घटकों का परिच्छेदीय परिदृश्य नीचे दिए गए चित्र में दर्शाया गया है।

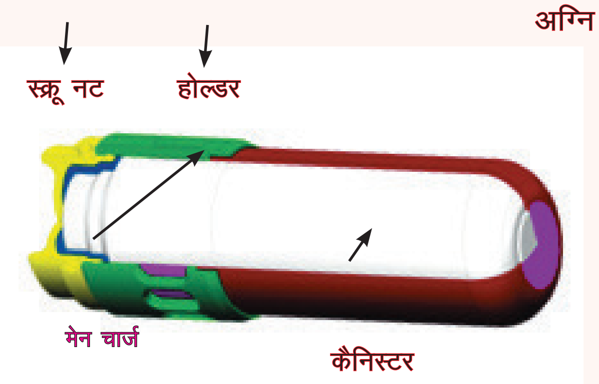
प्रचालनात्मक विशेषताएं

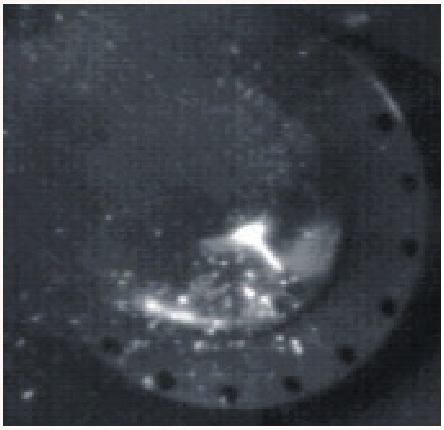
- पायरो कार्ट्रिज का कार्यकरण आरंभ करने के लिए एक वैद्युत स्पंद को प्रयोग में लाया जाता है।
- पायरो कार्ट्रिज से निकलने वाला अग्नि दमक वायु से होकर गमन करता है और प्रज्ज्वालक के दुर्बल हिस्से पर प्रहार करता है।
- यह अग्नि दमक इसके उपरांत मुख्य विस्फोटक सामग्री में दहन की प्रक्रिया आरंभ करता है।

वायु से होकर प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया को आरंभ करने वाले प्रज्ज्वालक (टीएआईआई) हवा से हवा में मार करने वाली



अग्नि दमक का निकास मार्ग





वायु से होकर गमन कर रहा अग्नि दमक

नोजल रहित बूस्टर प्रणाली से युक्त मिसाइलों में प्रयोग में लाए जाने के लिए अत्यधिक उपयोगी सिद्ध हुए हैं। इस प्रज्ज्वालक को ऐसी मिसाइलों के ठोस रॉकेट मोटरों में भी प्रयोग में लाया जाता है जिनमें प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया केवल पार्श्व भाग से ही आरंभ की जा सकती है।

विशेष प्रयोजनार्थ प्रयोग में लाई जाने वाली मशीनें

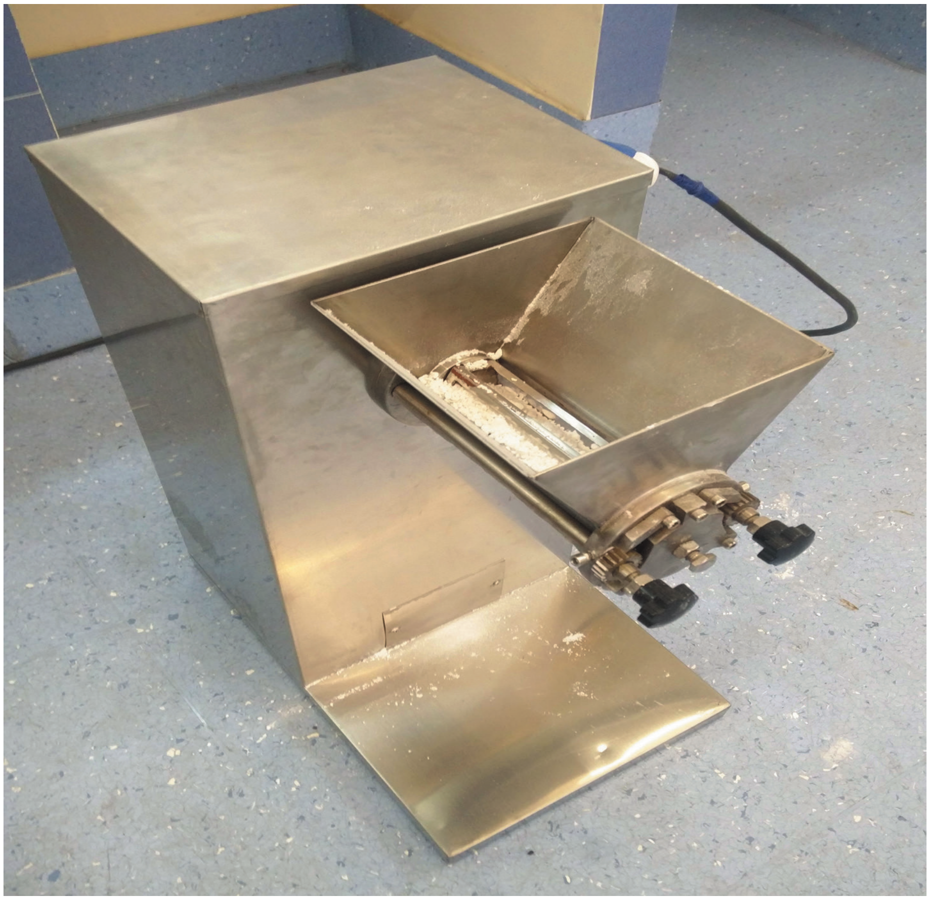
स्वचालित चालनी प्रकंपक (ऑटोमैटिक सीव शेकर)

स्वचालित चालनी प्रकंपक

इस प्रकार के यंत्र को निर्मित करने का उद्देश्य विभिन्न आमापों की चलनियों से होकर उच्च ऊर्जा पदार्थों (एचईएम) को चालना है ताकि एक विशिष्ट आमाप की कणिकामय सामग्री प्राप्त की जा सके और ईंधन एवं ऑक्सीकारक पदार्थों का एक समरूप मिश्रण तैयार किया जा सके। अभी हाल तक अग्नि क्रीड़ा (पायरोटेक्निक) हेतु प्रयुक्त उच्च ऊर्जा पदार्थों (एचईएम) को चालने का कार्य हाथ से किया जाता था। अब सुरक्षा से संबंधित पहलुओं को उन्नत बनाने तथा इस कार्य में शामिल मानव शक्ति के लिए जोखिम समाप्त करने को ध्यान में रखते हुए उच्च ऊर्जा पदार्थों को चालने का कार्य स्वचालित मशीनों द्वारा किया जा रहा है। इस लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए स्वतः कंपन करने वाला चालनी प्रकंपक विकसित किया गया है। इस मशीन को प्रचालक द्वारा दूर से ही प्रचालित किया जा सकता है। मशीन के ऊपर एक से अधिक डेकों को प्रयोग में लाकर सामग्री को एक ही चरण में एक के बाद दूसरे डेक में विभिन्न छिद्र आमाप की जालियों से होकर चाला जा सकता है जिससे प्रचालन समय में पर्याप्त कमी आती है।

स्टोक का दोलन यंत्र (स्टोक्स ओसिलेटिंग मशीन)

इस यंत्र में प्रयोग में लाई जाने वाली ऑक्सीकारक सामग्री उच्च आर्द्रता ग्राही सामग्री होती है और यह सामग्री बहुत तेजी से पिंड (ढेले) के रूप में बदल जाती है। इसे ध्यान में रखते हुए इस यंत्र में प्रयोग में लाए जाने के लिए ऑक्सीकारक सामग्री को पहले वांछित आमाप के कणों के रूप में बदले जाने की आवश्यकता होती है। ऑक्सीकारक सामग्री के ढेलों को तोड़ने और उसे कण रूप में बदले जाने का कार्य एक स्वचालित मशीन का प्रयोग करके किया जाता है जो स्टोक का दोलन यंत्र (स्टोक्स ओसिलेटिंग मशीन) के सिद्धांत पर आधारित मशीन है। इस यंत्र में ऑक्सीकारक सामग्री को विभिन्न आमाप की चालनियों से होकर गुजारा जाता है ताकि विशिष्ट आमाम की कणिकामय सामग्री प्राप्त की जा सके। इस यंत्र का प्रयोग ऑक्सीकारक सामग्रियों को मिश्रित किए जाने के



स्टोक का दोलन यंत्र

बाद प्राप्त अर्ध ठोस सामग्रियों को कणों के रूप में परिवर्तित करने के लिए भी किया जा सकता है।

इस क्षैतिज अक्षीय दोलन कणिकायन प्रणाली को प्रयोग में लाकर शुष्क एवं आर्द्र दोनों ही रूपों में उपलब्ध कराई गई सामग्रियों को कणिका रूप में परिवर्तित किया जा सकता है। इस प्रणाली को प्रयोग में लाए जाने से ऑक्सीकारक सामग्री को कणिका रूप में बदलने में लगने वाले प्रचालन समय में कमी आती है और इससे उत्पादन की दक्षता में भी उल्लेखनीय वृद्धि होती है।

ऊर्ध्वाधर भ्रमणकारी मिश्रक

अग्नि क्रीड़ा (पायरोटेक्निक) हेतु प्रयोग में लाई जाने वाली सामग्री को तैयार करने के लिए पूर्व में जिस यंत्र को प्रयोग में लाया जाता था उसमें ईंधन तथा ऑक्सीकारक सामग्रियों का शुष्क के रूप में मिश्रण किया जाना होता था। ईंधन तथा ऑक्सीकारक सामग्रियों को शुष्क रूप में मिश्रित किए जाने की प्रक्रिया एक जोखिम भरी प्रक्रिया होती थी जिसके स्थान पर स्वचालित एवं सुदूर प्रचालित मशीन को प्रयोग में लाए जाने की आवश्यकता महसूस की गई।

उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) ने अग्नि क्रीड़ा हेतु सामग्रियों को तैयार करने के लिए आर्द्र मिश्रण प्रक्रम को विकसित एवं प्रदर्शित किया है। इस प्रक्रम में ईंधन तथा ऑक्सीकारक सामग्रियों को विभिन्न खेपों में अपेक्षित मात्रा के अनुरूप आबंधक मिश्रण में मिश्रित किया जाता है। मिश्रण चक्र में मिश्रण की अवधि, मिश्रण के घूर्णन प्रति मिनट (आरपीएम) आदि के संबंध में पूर्व निर्धारण किया जाता है। इस प्रक्रिया में प्राप्त हुई सामग्री को तदुपरांत कणिका रूप में परिवर्तित किया जाता है और तत्पश्चात प्राप्त सामग्री का उसके प्राक्षेपिकीय एवं यांत्रिक गुणों को ज्ञात करने के लिए मूल्यांकन किया जाता है।

ऊर्ध्वाधर भ्रमणकारी मिश्रक (वर्टिकल प्लेनेटरी मिक्सर) का प्रयोग विभिन्न संघटक सामग्रियों को मिश्रित करने के लिए किया जाता है। मिश्रण की प्रक्रिया स्वचालित रूप में की जाती है और इसे प्रचालक द्वारा सुरक्षित दूरी पर रहकर प्रचालित किया जाता है जिससे प्रचालन के दौरान इस कार्य से संबंधित मानव शक्ति को संवर्धित सुरक्षा प्राप्त होती है।

ऊर्ध्वाधर भ्रमणकारी मिश्रक

प्रौद्योगिकी विशेष हेतु फीडबैक फार्म

आपका फीडबैक हमारे लिए महत्वपूर्ण है क्योंकि उनसे हमें इस पत्रिका की सामग्री की गुणवत्ता तथा प्रस्तुतीकरण की शैली को और अधिक परिमार्जित एवं संशोधित करने के लिए अधिकाधिक प्रयास करने की प्रेरणा मिलती है । संपादकीय टीम इसके लिए आपसे सहयोग की अपेक्षा रखती है। कृपया नीचे दिया गया फीडबैक प्रपत्र भर कर हमें भेजें। आपके फीडबैक से हमें आपकी संतुष्टि के स्तर को जानने तथा आप भी जिन नई बातों को इस पत्रिका में शामिल करना चाहते हैं उनके संबंध में जानकारी प्राप्त करने का अवसर प्राप्त होगा और हम इस पत्रिका को और अधिक परिमार्जित करने के लिए अधिकाधिक प्रयास करने की दिशा में प्रेरित होंगे।

आप डीआरडीओ द्वारा किए जा रहे प्रौद्योगिकी तथा उत्पाद विकास को उपयुक्त रूप में प्रस्तुत करने के एक माध्यम के रूप में प्रौद्योगिकी विशेष का निम्नलिखित किस रूप में मूल्यांकन करेंगे?

उत्कृष्ट ☐ अच्छा ☐ संतोषजनक ☐ परिमार्जन की आवश्यकता है ☐

आप प्रौद्योगिकी विशेष में दिए गए चित्रों की गुणवत्ता का मूल्यांकन निम्नलिखित किस रूप में करेंगे?

उत्कृष्ट ☐ अच्छा ☐ संतोषजनक ☐ परिमार्जन की आवश्यकता है ☐

आप प्रौद्योगिकी विशेष को उपयुक्त रूप में कितने पृष्ठों की पत्रिका के रूप में देखना चाहते हैं?

16 पृष्ठ ☐ 20 पृष्ठ ☐ 24 पृष्ठ ☐ 28 पृष्ठ ☐

आप प्रौद्योगिकी विशेष को निम्नलिखित किस माध्यम में पसंद करेंगे?

मुद्रित ऑनलाइन (पीडीएफ) ☐ ई–प्रकाशन वीडियो पत्रिका ☐

क्या आपको प्रौद्योगिकी विशेष की प्रति समय से प्राप्त होती है?

हां ☐ नहीं ☐

प्रौद्योगिकी विशेष की आवधिकता क्या होनी चाहिए?

द्विमासिक ☐ त्रैमासिक ☐ अर्ध–वार्षिक ☐ वार्षिक ☐

प्रौद्योगिकी विशेष के नवीनतम संस्करण को प्राप्त करने के लिए कृपया अपना ई–मेल पता दें

ई–मेल पताः ____

प्रौद्योगिकी विशेष में निहित तकनीकी सामग्री में आगे और सुधार लाने के लिए कृपया अपने सुझाव दें:

____

____

नाम :

स्थापना : हस्ताक्षर

स्वचालित कणिकायन यंत्र (ऑटोमेटिक ग्रेन्यूलेशन मशीन)

मिश्रण के उपरांत तैयार की गई अग्नि क्रीड़ा (पायरोटेक्निक) हेतु प्रयोग में लाई जाने वाली सामग्री गारे के रूप में होती है जिसे एक दिन तक स्थिर छोड़ दिए जाने पर वह सामग्री पिंड के रूप में बदल जाती है। इस मृदु पिंड से कणिकायण प्रक्रम के द्वारा पायरोटेक्निक (अग्नि क्रीड़ा) हेतु प्रयोग में लाए जाने के लिए वांछित आमाप के कणों को निर्मित किए जाने की आवश्यकता होती है।

इस कार्य हेतु उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) द्वारा आर्द्र कणिकायण के सामान्य प्रक्रम को प्रयोग में लाया जाता है जो बृहत आमाप के कणों को संपीडक बल के प्रयोग द्वारा उपयुक्त आमाप की चलनी से होकर बहिर्वेधित करके छोटे–छोटे कणों में परिवर्तित किए जाने के सतत विच्छेदन के सिद्धांत पर आधारित है। तथापि कणिकायन के प्रक्रम के लिए निविष्ट सामग्री के रूप में उपयुक्त छोटी आमाप के पिंडों को प्रयोग में लाए जाने की आवश्यकता होती है जिन्हें क्रमिक रूप से छोटे–छोटे कणों में परिवर्तित कर दिया जाता है। इस प्रक्रम हेतु प्रयोग में लाए जाने के लिए उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) द्वारा एक यंत्र अभिकल्पित किया गया है जिसमें हाथ से किए जाने वाले कणिकायन प्रक्रम के स्थान पर प्रयोग में लाए जाने के लिए दो अलग–अलग उप प्रणालियों अर्थात पिंड निर्माण करने वाले उपकरण और कणिकायन उपकरण का प्रयोग किया जाता है।

पिंड निर्माण करने वाले उपकरण में द्रव चालित पिस्टन सिलिंडर मेकनिज्म का प्रयोग करके मृदु पिंड को छोटे–छोटे आकार के पिंडों में परिवर्तित कर दिया जाता है जिसमें सिलिंडर का प्रयोग अग्निक्रीड़ा (पायरोटेक्निक) हेतु प्रयुक्त सामग्री को धारित करने के लिए प्रयोग में लाई जाने वाली युक्ति (मास होल्डर) के रूप में किया जाता है। बहिर्वेधित सामग्री को नियमित अंतराल पर छोटे–छोटे टुकड़ों में काटा जाता है।

कणिकायण उपकरण में मिक्सिंग चैंबर असेंबली (मिश्रण प्रकोष्ठ) और इंपैलर असेंबली अंतर्निहित होते हैं। मिक्सिंग चैंबर असेंबली (मिश्रण प्रकोष्ठ) एक खोखला बेलनाकार धातु निर्मित कंटेनर होता है जिसमें अग्निक्रीड़ा (पायरोटेक्निक) हेतु प्रयुक्त विस्फोटक सामग्रियां पूरित की जाती हैं। सिलेंडर के भीतर चालक टेफ्लॉन सामग्री से निर्मित रोलरों से युक्त स्थिर इंपैलर तथा ब्रश/वाईपर संयोजित होते हैं। धातु से बने सिलेंडर में अपेक्षित आमाप की चलनियां निर्मित होती हैं।

इंपैलर असेंबली इस मशीन का स्थिर भाग है और मशीन की बाह्य संरचना से जुड़ा होता है। बेलनाकार धातु निर्मित कंटेनर एक रिडक्शन गियर बॉक्स से होकर एके ज्वाला रोधी विद्युत चालित मोटर की शक्ति से अपने ही अक्ष के परितः घूर्णन करता है। इंपैलर का कार्य विस्फोटक सामग्री को चलनी से होकर आगे भेजना होता है ताकि

स्वचालित कणिकायन यंत्र

अपेक्षित आमाप के कण निर्मित किए जा सकें। प्रयुक्त दाब के परिमाण में परिवर्तन लाने के लिए इस प्रणाली को इस प्रकार से अभिकल्पित किया गया है कि इसमें रोलरों और चालनी जाल (सीव नेट) के बीच विभिन्न आमाप के अंतराल का प्रावधान हो और इसके लिए स्क्रू थ्रेड–नट मेकनिज्म को प्रयोग में लाया जाता है।

कणिकायन अर्थात कणिकाओं को निर्मित करने का प्रक्रम एक अत्यधिक जोखिम भरा प्रक्रम है। अतः इस प्रणाली के लिए कणिकायन प्रक्रम पर परिशुद्ध नियंत्रण तथा उच्चतम सुरक्षा मानकों को प्रयोग में लाते हुए मानव रहित प्रचालन प्रक्रम विकसित किया गया है जिसकी नितांत आवश्यकता थी।

अग्निक्रीड़ा हेतु प्रयुक्त सामग्री की टिकिया बनाने की स्वचालित मशीन

अग्निक्रीड़ा (पायरोटेक्निक) हेतु प्रयुक्त सामग्री को विभिन्न आमाप के कणों या टिकिया के रूप में प्रयोग में लाया जाता है। उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) ने इस जोखिम भरे प्रक्रम को क्रियान्वित करने के दौरान कार्य कर रहे कार्मिकों की सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए एक सुदूर प्रचालित स्वचालित मशीन को अभिकल्पित एवं विकसित किया है।

इस मशीन की बॉडी मजबूत ढलवॉं लोहे से निर्मित एक सिंगल पीस बॉडी है। इसके मुख्य शैफ्ट को मशीन के पिछले भाग में लगाए गए 2 हॉर्स पावर (2 एचपी) के विद्युत चालित मोटर द्वारा चलाया जाता है। मशीन का प्रचालन एक परिवर्ती गति की घिरनी (वी–बेल्ट) के द्वारा किया जाता है जिसकी गति में कमी 2:1 के अनुपात में होती है और यह उच्च दक्षता के वर्म गियर ड्राइव द्वारा सज्जित मशीन है। मुख्य शैफ्ट कांसे के बेयरिंग पर गति करता है।

इस मशीन में अत्यधिक मशीन दाब उत्पन्न हो जाने की स्थिति में दाब निर्मुक्त करने के लिए एक स्वचालित तथा समंजनीय प्रणाली प्रयोग में

टिकिया बनाने की स्वचालित मशीन

लाई जाती है जिससे सकारात्मक संरचनात्मक संरक्षण प्राप्त होता है। यह मशीन वांछनीय प्रचालन के लिए विभिन्न मैकेनिज्म जैसे कि ऑटोमेटिक रिलीज मेकैनिज्म (दाब निर्मुक्त करने की स्वचालित प्रणाली), वेरिएबल स्पीड एडजेस्टमेंट (परिवर्ती गति समंजन), दाब समंजन (प्रेशर एडजेस्टमेंट), आदि से सज्जित है।

प्रतिरूपण एवं अनुकार सुविधा (मॉडलिंग एंड सिमुलेशन फैसिलिटी)

प्रज्ज्वालक कैनिस्टर के भीतर अग्नि क्रीड़ा (पायरोटेक्निक) हेतु प्रयुक्त विस्फोटक सामग्री का दहन तथा इसके फलस्वरूप उत्पन्न गैसीय एवं ठोस उत्पादों का रॉकेट मोटर प्रकोष्ठ के भीतर प्रवाह अत्यधिक शीघ्रता पूर्वक घटित होने वाली तात्क्षणिक परिघटना है और यह ठोस नोदक पदार्थ के निर्बाध प्रज्ज्वलन हेतु एक अत्यधिक महत्वपूर्ण प्रक्रिया है। आरंभ में पूर्व प्रज्ज्वलित ठोस नोदक पोर्ट के भीतर प्रज्ज्वालक में विभिन्न पदार्थों के दहन के फलस्वरूप उत्पन्न उत्पादों का प्रवाह एवं तदुपरांत चालन, संवाहन तथा विकिरण विधियों द्वारा ऊर्जा का नोदक के पृष्ठीय भाग पर अंतरण अल्पस्थायी प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया को शासित करता है। रॉकेट के प्रकोष्ठ के भीतर दहन गैसों के दाब, तापमान और उनके वेग के संबंध में प्राप्त सूचनाएं नोदक के विश्वसनीय प्रज्वलन को सुनिश्चित करने में सहायक सिद्ध होती हैं और इस प्रकार आरंभिक चरण में प्रज्ज्वालक का अभिकल्प विकसित करने में सहायता प्राप्त होती है।

उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल) ने एक सांख्यिकीय प्रतिरूप विकसित किया है जो किसी निष्क्रिय रॉकेट मोटर प्रकोष्ठ के भीतर अग्नि क्रीड़ा (पायरोटेक्निक) द्वारा प्रज्ज्वलन की प्रक्रिया आरंभ करने वाले प्रज्ज्वालक के कारण उत्पन्न गैसों के प्रवाह को अनुकारित कर सकता है। यह प्रतिरूप प्रज्ज्वालक कैनिस्टर के बाह्य एवं साथ ही आंतरिक भाग में भी गैसों के

प्रवाह का परिकलन करने में सक्षम है।

यह सांख्यिकीय प्रतिरूप त्रिविमीय, असंतत तथा मानक k-ओमेगा प्रतिरूप (k-omega model) द्वारा यथा परिभाषित श्यानता के संबंध में उपलक्ष्य द्वितीय कोटि के अनुरूप है। मोटर की परिसीमा पर नो स्लिप कंडीशन माना जाता है। चूंकि इस प्रकार के साधन में दहन की अवधि कम होती है, अतः परिवेश में ऊष्मा की क्षति को नगण्य माना जाता है। अग्नि क्रीड़ा हेतु प्रयुक्त विस्फोटक सामग्री के द्वारा उत्पन्न किए गए उत्पाद एवं ऊर्जा प्रज्ज्वालक के कैनिस्टर के भीतरी भाग में निर्मुक्त होती है। उत्पाद सृजित करने की दर का परिकलन एक आभासी औसत दहन दर दृष्टिकोण को प्रयोग में लाकर किया जाता है। आभासी औसत दहन दर दृष्टिकोण को प्रयोग में लाए जाने से नियमित और साथ ही अनियमित आकृतियों की विस्फोटक सामग्रियों के उत्पादन के संबंध में पूर्व अनुमान लगाया जा सकता है। ऊर्जा निर्मुक्त होने की दर का परिकलन उत्पादित सामग्री तथा विस्फोटक सामग्री के उष्मीय मान के गुणनफल को प्राप्त करके किया जाता है।

प्रतिरूपण के लिए अंतर्निर्मित प्रयोक्ता निर्धारित कार्य (यूडीएफ) यूटिलिटी का प्रयोग करके वाणिज्यिक रूप में उपलब्ध सीएफडी सॉल्वर–एएनएसवाई एस फ्लुएंट को प्रयोग में लाया जाता है। गैसीय मिश्रण के अपेक्षित गुणों का परिकलन करने के लिए वाणिज्यिक तौर पर उपलब्ध एनएएसए–सीईए सॉफ्टवेयर को प्रयोग में लाया जाता है। प्रवाह का परिकलन विस्फोटक सामग्री के दहन की संपूर्ण अवधि के संबंध में किया जाता है तथा इसमें मोटर के भीतरी भाग में सृजित दाब, तापमान एवं वेग के संबंध में भी जानकारी प्राप्त की जाती है।

5 मिमी की औसत आमाप की कणिकाओं के रूप में बारूद (विस्फोटक सामग्री) के संघटन के संबंध में अनुमानित तथा प्रयोगात्मक दाब–समय प्रोफाइल की तुलना करके प्रतिरूप का वैधीकरण किया जाता है। संवृत नलिका और अनुकारित आयतन निष्क्रिय मोटर प्रयोग किए गए हैं जिनमें निर्धारित मात्रा में विस्फोटक सामग्री का दहन कराया गया और दाब–समय से संबंधित आंकड़े दर्ज किए गए। प्रयोगात्मक एवं अनुमानित दाब–समय प्रोफाइल के बीच एक अत्यधिक उपयुक्त मेल ज्ञात हुआ है।

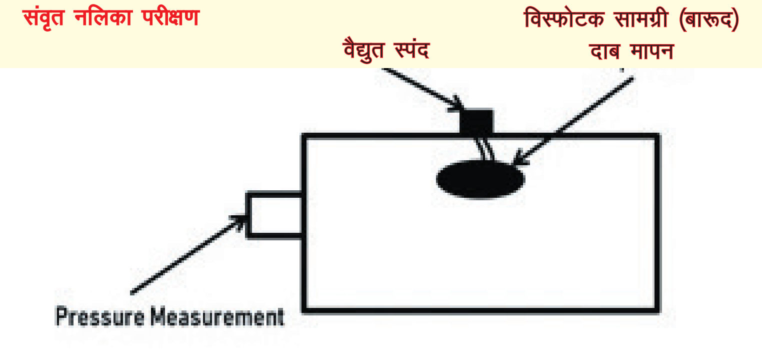
भविष्य में किए जाने वाले कार्य

प्रज्वलित होने वाली विस्फोटक सामग्रियों के दहन से उत्पन्न गैसों के प्रवाह को अनुकारित करने के लिए विकसित किए गए इस सांख्यिकीय प्रतिरूप (न्यूमेरिकल मॉडल) को और अधिक विकसित किया जा सकता है ताकि विस्फोटक सामग्रियों के टिकिया रूप में विक्षेपण और अलग–अलग टिकिया रूप में विस्फोटक सामग्रियों के दहन के संबंध में भी विवरण ज्ञात किया जा सके, हालांकि इस प्रकार के मॉडल को विकसित किए जाने के लिए उच्च संगणनात्मक क्षमता की आवश्यकता होगी। अतः इनके संबंध में प्रतिरूप विकसित किए जाने के लिए एक विवेक सम्मत दृष्टिकोण को अपनाने एवं उपयुक्त अनुमान लगाए जाने की आवश्यकता होगी।

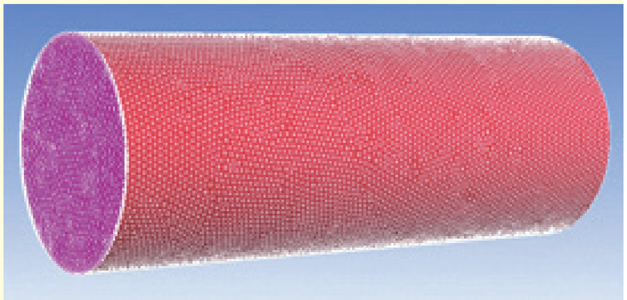
वर्तमान प्रतिरूप में विस्फोटक सामग्री द्वारा घेरे जाने वाला स्थान अर्थात उसका आयतन मोटर के आयतन की तुलना में काफी कम है। इसे ध्यान में रखते हुए संगणनात्मक जटिलताओं से बचने के लिए विस्फोटक सामग्री द्वारा घेरे जाने वाले स्थान अर्थात उसके आयतन को भी मोटर के मुक्त आयतन का एक हिस्सा बनाए जाने के संबंध में विचार किया गया है। भविष्य में इस मॉडल में और अधिक परिशुद्धता लाई जा सकती है तथा मोटर के मुक्त आयतन के संदर्भ में विस्फोटक सामग्री द्वारा घेरे जाने वाले स्थान अर्थात विस्फोटक सामग्री के आयतन के संबंध में परिशुद्ध जानकारी ज्ञात की जा सकती है और विस्फोटक सामग्री के आयतन में वृद्धि होने पर मोटर के मुक्त आयतन में वृद्धि किए जाने की संभावना पर विचार किया जा सकता है।

इसके अतिरिक्त, प्रज्ज्वालक के इस प्रतिरूप (मॉडल) में ठोस नोदक के प्रज्ज्वलन, दहन और प्रत्यावर्तन के संबंध में प्रतिरूपों को शामिल करके तात्क्षणिक प्रज्ज्वलन के संबंध में भी एक प्रतिरूप विकसित किया जा सकता है।

परिणाम



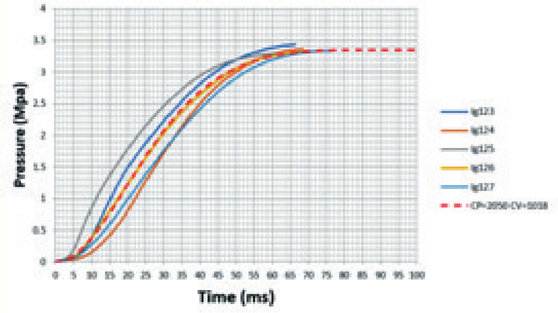
(क)



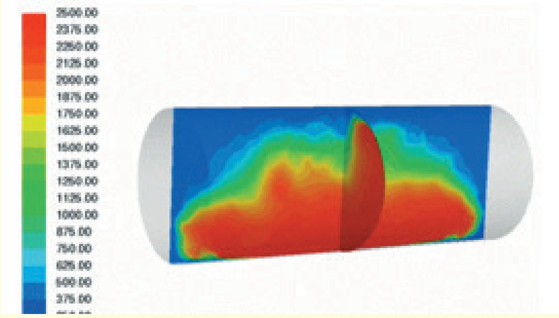
(ख)

(क) संवृत नलिका परीक्षण व्यवस्थापन का आयोजनात्मक चित्र
(ख) 1,99,555 प्रकोष्ठों से युक्त संवृत नलिका अनुकार (700 घन सेंटीमीटर) हेतु तैयार की गई बेलनाकार जाली

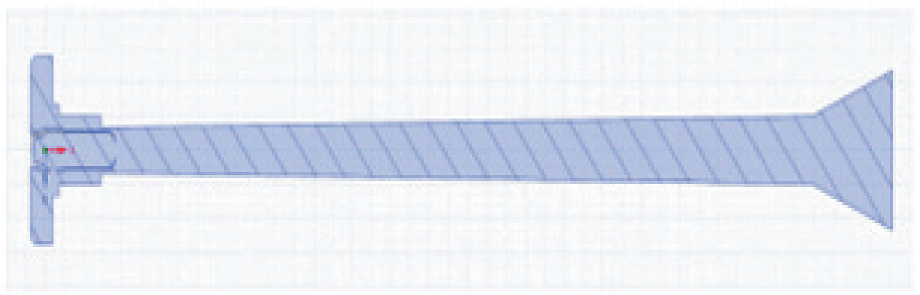
निकास मुख युक्त नलिका परीक्षण



(क)



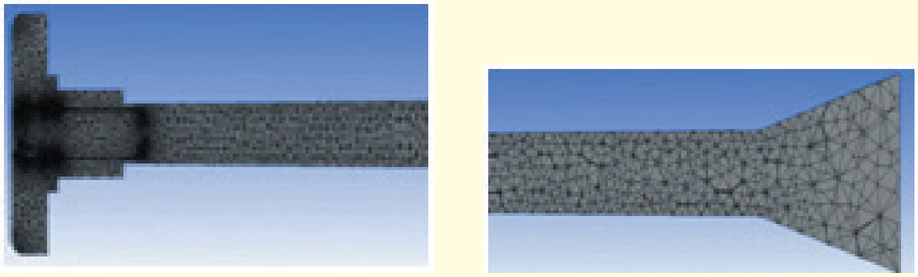
(क) संवृत नलिका के भीतर प्रयोगात्मक एवं अनुमानित दाब – समय प्रोफाइल के बीच तुलनात्मक अध्ययन
(ख) संवृत नलिका के भीतर तात्क्षणिक समय t = 5 मिलि सेकंड पर ताप वितरण



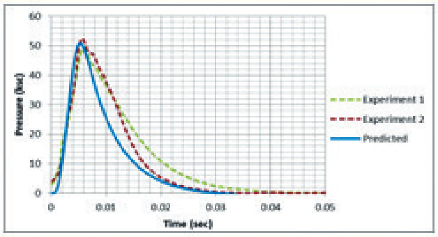
(क)

(ख)

(क) रॉकेट मोटर और प्रज्ज्वालक परीक्षण व्यवस्थापन का आयोजनात्मक चित्र
(ख) निष्क्रिय मोटर परीक्षण के लिए प्रयोगात्मक परीक्षण व्यवस्थापन

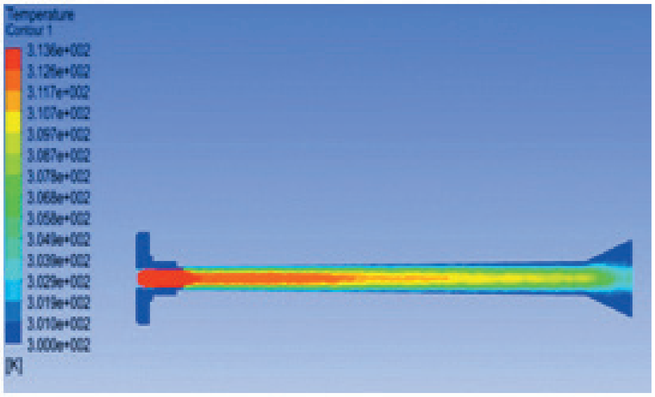


(क)

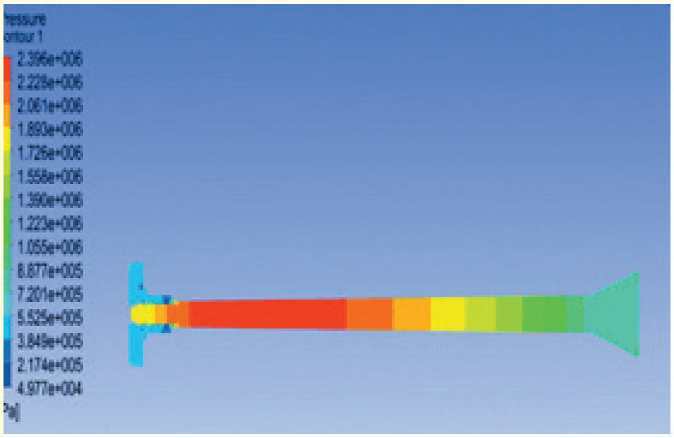


(ख)

(क) रॉकेट मोटर विश्लेषण के लिए तैयार की गई जाली
(ख) निष्क्रिय मोटर परीक्षण के लिए प्रयोगात्मक एवं अनुमानित दाब – समय वक्र के बीच तुलना



(क)



(ख)

(क) 0.2 मिलि सेकंड के पश्चात रॉकेट मोटर के भीतर तापमान में घट–बढ़
(ख) तात्क्षणिक समय t = 1.5 मिलि सेकंड पर रॉकेट मोटर के भीतर दाब के मान में घट–बढ़

j{kk oSKkfud lpuk rFkk çys[ku dæ ¼MslhM,d½ çkS|kfxdh fo'k"k ds bl vad dk çdkf'kr djku s e mPp Åtk inkFk vu|lèkku ç;kx'kkyk ¼,pÃ,evkj,y½ dh M,- ¼Jherh½ ,p- Mh- dkdMs] oSKkfud *th*] lg&funs'kd(Jh Jhdkr ?kkxys] oSKkfud ,Q*] leg funs'kd(M,- ¼Jherh½ o"kk ÇHkxkjdj] oSKkfud *Ã*] Jherh lqdf'kuh jkoy] oSKkfud *Ã*] Jh fot; dkys] oSKkfud *Mh*] vkj Jh uohu fèkoky] oSKkfud *Mh* }kjk fd, x, cgeY; ;kxnku ds fy, mUgs èkU;okn çnku djrk gSA

çkS|kfxdh fo'k"k viu s ikBdk ds fy, [kf'k;k l s ifji.kZ ,o s oHko'kkyh uo o"k 2020 dh 'kHkdkeuk,s 0;ä djrk gSA