प्रौद्योगिकी विशेष

खंड 7 अंक 04, जुलाई - अगस्त 2019 | डी आर डी ओ की द्विमासिक पत्रिका | ISSN: 2319-5568

वायुयान में प्रयोग में लाए जाने वाले ब्रेक पैडों और बैटरियों का प्रमाणन

अतिथि संपादक की कलम से

प्रिय पाठकों,

सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक), बेंगलूरू अपने 14 क्षेत्रीय सैन्य उड़नयोग्यता केंद्रों (आर सी एम ए), जिनमें से प्रत्येक केंद्र को अपने विशिष्ट क्षेत्र में प्रमुख सक्षमता हासिल है, के साथ मिलकर डी आर डी ओ की प्रयोगशालाओं, आयुध निर्माणियों तथा हिंदुस्तान वैमानिकी लिमिटेड (एच ए एल), भारत इलेक्ट्रोनिक्स लिमिटेड (बी ई एल), एवं मिश्र धातु निगम लिमिटेड (मिधानि), आदि जैसे सार्वजनिक क्षेत्र के उपक्रमों एवं अनेक निजी क्षेत्र की कंपनियों द्वारा अभिकल्पित एवं विकसित किए जा रहे सैन्य वायुयानों, एरो इंजनों तथा वायुयानों में प्रयोग में लाई जाने वाली अन्य सामग्रियों को उड़नयोग्यता प्रमाणपत्र प्रदान करने का कार्य करता है। सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक) को विमान निर्माण हेतु प्रयोग में लाई जाने वाली प्रणालियों तथा उपकरणों के संबंध में टाईप अनुमोदन करने का उत्तरदायित्व भी सौंपा गया है। 14 क्षेत्रीय सैन्य उड़नयोग्यता केंद्रों (आर सी एम ए) में से फ़ॉन्ड्री तथा फोर्ज–फ्यूल ऑयल लुब्रिकेंट्स अर्थात आर सी एम ए (एफ एंड एफ–एफ ओ एल) लौह एवं आलौह संचकन, फोर्जन, वायुयान ब्रेक पैडों जैसे चूर्ण धातुकर्म द्वारा निर्मित किए जाने वाले वायुयान संघटकों, स्मार्ट सामग्रियों, सतह लेपन सामग्रियों, रबर के संघटकों, वायुयान के टरबाइनों में प्रयोग में लाए जाने वाले ईंधन, भारतीय सेना द्वारा प्रयोग में लाई जाने वाली सभी प्रकार की वायुवाहित प्रणालियों (वायुयान, हेलीकॉप्टर, इंजन, मिसाइलों) के लिए आवश्यक, तेल एवं स्नेहक पदार्थों के योग्यता–निर्धारण एवं प्रमाणीकरण से संबंधित क्रियाकलापों में जुटा है।

वायुयान को तैयार करने के लिए विभिन्न प्रकार की सामग्रियों से बने व्यापक किस्म के संघटकों को प्रयोग में लाया जाता है। वायुयान उद्योग में प्रयोग में लाए जाने के लिए अनेक महत्वपूर्ण संघटकों एवं कुछ अन्य प्रकार से उपयोगी संघटकों को भी निर्मित करने के लिए अनेक प्रक्रमण प्रौद्योगिकियां प्रयोग में लाई जाती हैं। ब्रेक पैड वायुयान की सुरक्षा के लिए अत्यधिक महत्वपूर्ण संघटक होता है जिसे चूर्ण धातुकर्म प्रक्रम द्वारा निर्मित किया जाता है। पहले कुछ प्रकार के सैन्य वायुयानों में प्रयोग में लाए जाने के लिए ब्रेक पैड द्विधात्विक संचकन विधि द्वारा निर्मित किए जाते थे। चूर्ण धातुकर्म तकनीक में हुई प्रगति, चूर्ण प्रक्रमित उत्पादों के क्षेत्र में किए गए विकासात्मक क्रियाकलापों एवं ब्रेक पैड जैसे संघटकों को उपलब्ध कराने के संबंध में उत्पन्न हुई विविध मांगों को देखते हुए चूर्ण धातुकर्म का क्षेत्र एक अत्यधिक आकर्षक क्षेत्र बना है तथा इसे अत्यधिक विशिष्ट एवं अद्वितीय महत्व प्राप्त हुआ है।

ऊर्जा स्तर के अपरूपण परिमाण, तापीय क्षमता, तापीय चालकता एवं वायुयान को काफी कम स्थान के भीतर घुमाने से संबंधित आवश्यकता जो अत्यधिक अनिवार्य और परस्पर विरोधी है, को ध्यान में रखते हुए ब्रेक पैडों को विकसित करना आवश्यक है। इसके कारण वायुयान उद्योग में जटिलता अत्यधिक महत्वपूर्ण स्थान ग्रहण करने लगी है। ऐसी विविध अनिवार्य बातों को ध्यान में रखते हुए ब्रेक पैडों के विनिर्माण में घर्षण पदार्थों, स्नेहक योजकों, स्थूल सामर्थ्य एवं वांछित तापीय गुणों से युक्त आधार सामग्रियों में कणों के बीच आबंधकारी एजेंटों जैसे कार्यात्मक एजेंटों के संबंध में समग्रतः जानकारी प्राप्त करना अत्यधिक आवश्यक हो गया है। जबकि ब्रेक पैड जैसे संघटकों को संहनन द्वारा तैयार किया जाता है वहीं इनमें घनत्व, सामर्थ्य तथा कणों के बीच आबंध जैसे गुण सिंटरन की प्रक्रिया के द्वारा उपलब्ध कराए जाते हैं। अतः संबद्ध ऊर्जा स्तर के आधार पर विभिन्न प्रकार के वायुयानों के लिए चूर्ण धातु कर्म द्वारा निर्मित सामग्रियां बहुलक आधारित मैट्रिक्स सामग्रियों या धातु आधारित चूर्ण मैट्रिक्स में कार्यात्मक योजक पदार्थों के रूप में कार्य करते हैं। प्रोद्योगिकी विशेष के इस अंक में विभिन्न प्रकार के ब्रेक पैडों और हमारे देश में प्रचालित किए जा रहे सैन्य वायुयानों में प्रयोग में लाए जा रहे ब्रेक पैडों के योग्यता–निर्धारण एवं प्रमाणीकरण के लिए प्रयोग में लाई जाने वाली विभिन्न विधियों का एक संकलित किया गया है। मैं आशा करता हूं कि प्रौद्योगिकी विशेष का यह अंक प्रौद्योगिकी को विकसित करने के क्षेत्र में कार्य कर रहे विभिन्न अनुसंधान कर्ताओं, प्रयोक्ताओं तथा साथ ही विमानन उद्योग के लिए भी उपयोगी सिद्ध होगा।

सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक) डॉक्टर (श्रीमती) टेसी थॉमस, विशिष्ट वैज्ञानिक, महानिदेशक (विमानन प्रणाली), डी आर डी ओ के प्रति अपना हार्दिक आभार प्रकट करता है जिन्होंने हमें यह से अंक को प्रकाशित करने तथा प्रौद्योगिकी विशेष के पाठकों को तत्काल संदर्भ उपलब्ध कराने के लिए सेवा प्रदान करने हेतु प्रेरणा एवं अपना भरपूर मार्गदर्शन प्रदान किया है।

जय हिंद,

ए वी पी एस प्रसाद

मुख्य कार्यपालक अधिकारी (उड़नयोग्यता)
सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक)

सैन्य वायुयानों के ब्रेक पैडों में प्रयोग में लाए जाने के लिए स्वदेश में विकसित किए गए घर्षण पदार्थों तथा इन वायुयानों के लिए प्रयोग में लाई जाने वाली स्वदेश में विकसित की गई बैटरियों का उड़न योग्यता प्रमाणन

वायुयानों में प्रयोग में लाए जाने वाले ब्रेकों में ब्रेक पैडोंऔर डिस्कों के रूप में प्रयुक्त घर्षण पदार्थ सावधानीपूर्वक तैयार किए गए मानव निर्मित पदार्थ हैं। इन सम्मिश्र पदार्थों को वायुयान में ब्रेक लगाने के लिए अत्यधिक गंभीर और विविध प्रचालन दशाओं का सहन करने को ध्यान में रखते हुए अभिकल्पित एवं विकसित किया जाता है क्योंकि इन्हें वायुयान की लैंडिंग के बाद के 10–12 सेकंडों के अत्यधिक कम समय अंतराल के भीतर विशाल परिमाण में ऊर्जा (3–16 मेगा जूल) को अवशोषित करना होता है।

इन सामग्रियों को विकसित करने से संबंधित प्रक्रिया में विनिर्माण प्रक्रम को स्थापित करने के लिए आवश्यक धातु चूर्ण के अभिलक्षण निर्धारण से लेकर प्रत्येक वायुयान के कार्य–निष्पादन से संबंधित आवश्यकताओं के अनुरूप इनकी क्षमताओं के सत्यापन के लिए व्यापक प्रमाणन परीक्षणों को निर्धारित करना शामिल है। ब्रेक पैडों को विकसित करने से संबंधित कार्य अनिवार्य रूप से वायुयान की यांत्रिक उप प्रणालियों में गतिज ऊर्जा के तापीय ऊर्जा में परिवर्तन को समझने पर आधारित है। वायुयान के ब्रेक पैडों की प्रचालनात्मक आवश्यकताओं से संबंधित कड़े मानदंडों जैसे कि उच्च गतिज ऊर्जा (3–16 मेगा जूल), उच्च ऊर्जा भारन दर, प्रतिबंधित ऊष्मा अभिगम दर, उग्र ताप सृजन, शोर, कंपन और पर्यावरण की विशिष्ट दशाओं के कारण उत्पन्न संक्षारण परिस्थितियों के कारण ब्रेक पैडों को विभिन्न व्यापक प्रकार के अभिलक्षणों से युक्त होने की आवश्यकता है। ये अभिलक्षण निम्नलिखित हैं:

- उच्च सामर्थ्य
- विमंदक घर्षण गुणांक
- तापमान के एक विशिष्ट रेंज के दौरान स्थायित्व
- आसंजन तथा वायुयान के पहियों के अचानक रूक जाने की स्थितियों में सक्षम बने रहने की क्षमता
- तीव्र गति से ऊष्मा क्षय को सुकर बनाने के लिए उत्तम तापीय चालकता
- उच्च विशिष्ट ऊष्मा तथा तापीय स्थायित्व
- निम्न अपघर्षण दर
- संपर्क सतह को न्यूनतम क्षति पहुंचाना

एक बार विकसित कर दिए जाने के बाद ब्रेक पैड की सामग्रियों को अधिक कड़े तथा बार–बार परीक्षण के दौर से गुजारा जाता पड़ता है ताकि वास्तविक सेवा के समय इसके कार्य निष्पादन की विश्वसनीयता एवं पुनरूत्पादनीयता को प्रमाणित किया जा सके। ब्रेक पैड को वास्तविक वायुयान ब्रेक के ऊपर आरोहित किया जाता है तथा उन्हें विशिष्ट समय के दौरान ब्रेक डायनेमोमीटर परीक्षण से गुजारा जाता है तथा वायुयान की ब्रेक प्रणाली से संबंधित विभिन्न प्रचालन दशाओं जैसे कि सामान्य लैंडिंग, आपात लैंडिंग एवं निराकृत उड़ान प्रक्रम जैसी प्रक्रियाओं के अधीन उत्पन्न होने वाली वास्तविक गतिज ऊर्जा को अनुकारित किया जाता है।

डायनेमोमीटर परीक्षण के पश्चात वायुयान में प्रयोग में लाए गए ब्रेक पैडों का वास्तविक टैक्सी परीक्षण किया जाता है ताकि वास्तविक फील्ड निष्पादन, लैंडिंग अभिलक्षणों तथा नव विकसित ब्रेक पैडों में प्रयोग में लाई गई सामग्रियों के संबंध में पायलट से प्राप्त फीडबैक का मूल्यांकन किया जा सके।

वायुयान में प्रयोग में लाए जाने वाले विभिन्न प्रकार के ब्रेक पैड

अवशोषित की जाने वाली गतिज ऊर्जा के स्तर तथा ब्रेक पैड की सतह पर उत्पन्न होने वाले तापमान की सीमा के अनुसार वर्तमान में वायुयान

जैविक रोधक पदार्थ तथा ब्रेक पैड

में ब्रेक हेतु प्रयोग में लाए जाने के लिए निम्नलिखित चार प्रकार के आधारभूत घर्षण पदार्थों को प्रयोग में लाया जा रहा है:

- जैविक घर्षण पदार्थ
- द्वि धात्विक घर्षण पदार्थ
- धातु सिरामिक घर्षण पदार्थ
- कार्बन–कार्बन सम्मिश्रण घर्षण पदार्थ

जैविक घर्षण पदार्थ

जैविक ब्रेक संस्तर आरंभ में विकसित किए गए घर्षण पदार्थ हैं जिन्हें हल्के भार के कम गति वाले ट्रेनर एयरक्राफ्ट तथा हेलीकॉप्टर के रोटर ब्रेकों में व्यापक रूप से प्रयोग में लाया जाता था। जैविक ब्रेक पैड पदार्थ अभी भी हल्के से लेकर मध्यम श्रेणी के ब्रेक हेतु प्रयोग में लाए जाते हैं जिनमें गतिज ऊर्जा अवशोषण की आवश्यकता, ब्रेक तापमान तथा गति अपेक्षाकृत कम होती है। जैविक प्रकार के ब्रेक पैड पदार्थों में फेनोलिक रेजिन को आबंधक पदार्थ या मैट्रिक्स के रूप में प्रयोग में लाया जाता है। इसके प्रत्येक संघटक को विभिन्न भौतिक यांत्रिक तथा तापीय अभिलक्षणों को संवर्धित करने के लिए प्रयोग में लाया जाता है। इन संघटकों का प्रायः एक हाइड्रॉलिक प्रेस का प्रयोग करके संहनन किया जाता है जिसके पश्चात इनका ऊष्मा भट्टी में ऊष्मा उपचार किया जाता है। सामान्यतः जैविक घर्षण पदार्थ में लगभग 600 डिग्री सेल्सियस का कार्यकारी पृष्ठीय प्रतिरोध तापमान अंतर्निहित होता है तथा इसमें तापीय चालकता तथा विशिष्ट ऊष्मा का मान कम होता है। रेजिन आबद्ध ब्रेक पैड पदार्थ 400 डिग्री सेल्सियस तापमान पर विघटित होने लगते हैं तथा इस कारण इन्हें उच्च गति वाले युद्धक वायुयान में ब्रेक हेतु प्रयोग में नहीं लाया जा सकता है।

द्वि धात्विक घर्षण पदार्थ

आरंभ में द्वि धात्विक घर्षण पदार्थ धूसर पिटवां लोहे से निर्मित किए जाते थे। द्वि धात्विक पिटवां लोहे से बने पैडों के स्थान पर अब चूर्ण धातु कर्म द्वारा विकसित किए गए पदार्थ प्रयोग में लाए जाते हैं जिसका कारण है कि इन ठोस अकार्बनिक यौगिक पदार्थों को तैयार करने के लिए इनके अवयवों को सर्वथा पूर्णांक अनुपात

द्वि धात्विक घर्षण पदार्थ से बने ब्रेक पैड

(स्टॉइकियोमीट्री अनुपात) में संयोजित करने की समस्या नहीं आती है। इनमें बेहतर अंतरापृष्ठीय आबंधन, स्वच्छ पृष्ठीय आकृति प्रक्रमण, स्वच्छ निर्माण परिवेश, वर्धित उत्पादकता तथा अन्य तकनीकी–आर्थिक लाभ अंतर्निहित हैं। द्वि धात्विक पिटवां ब्रेक पैड को तैयार करने के प्रक्रम में अनिवार्यतः परंपरागत धूसर पिटवां लौह संधान तकनीक प्रयोग में लाई जाती है।

धातु सिरामिक घर्षण पदार्थ

धातु मैट्रिक्स सम्मिश्र पदार्थों (एम एम सी) के धातु आधारित सिंटरित

धातु सिरामिक पदार्थ वायुयान हेतु ब्रेक पैड को तैयार करने के लिए सर्वाधिक व्यापक रूप में प्रयोग में लाए जाने वाला घर्षण पदार्थ है। ऐसे पदार्थ अत्यधिक सुदृढ़ और उच्च ऊष्मा प्रतिरोधी होते हैं और इन्हें ऊर्जा इनपुट एवं तापमान के विरुद्ध प्रयोग में लाया जाता है जिससे जैविक घर्षण पदार्थों की क्षमता में वृद्धि होती है। धातु सिरामिक घर्षण पदार्थ अधिकांश सैन्य एवं सिविलियन विमानों में गति अवरोधक के रूप में प्रयोग में लाए जाते हैं। इस्पाती ब्रेक ऊष्मा सिंक में एक सिंटरित धातु – सिरैमिक घर्षण पदार्थ प्रयोग में लाया जाता है जो एक इस्पात से बने एकब्लू फिल्म की सपोर्टिंग बैकिंग प्लेट से जुड़ा होता है। ब्रेक पैड हेतु प्रयोग में लाए जाने वाले इस श्रेणी के पदार्थ आधुनिक चूर्ण धातु कर्म की विधि को प्रयोग में लाकर निर्मित किए जाते हैं तथा इन्हें इनमें प्रयोग में लाए जाने वाले पदार्थों को धातु मैट्रिक्स पदार्थों के आधार पर दो श्रेणियों में वर्गीकृत किया गया है। इन घर्षण पदार्थों में आम तौर पर लोहा और तांबे से बने धातु के मैट्रिक्स आधार सामग्री के रूप में प्रयोग में लाए जाते हैं।

लौह आधारित घर्षण पदार्थ

लौह आधारित घर्षण पदार्थ में सिरैमिक के योजक पदार्थ, ठोस स्नेहक पदार्थ तथा लौह समृद्ध धात्विक मैट्रिक्स में आशोधक पदार्थ प्रयोग में लाए जाते हैं। लौह आधारित सिंटरित घर्षण पदार्थों को चरम प्रचालन दशाओं के अंतर्गत प्रयोग में लाया जाता है क्योंकि ये पदार्थ 900 डिग्री सेल्सियस तक के उच्च प्रचालन तापमान तथा कुछ आपात स्थितियों में इससे भी अधिक प्रचालनात्क तापमान को सहन कर सकते हैं। घर्षण पदार्थ मैट्रिक्स के रूप में लोहा को इस कारण प्रयोग में लाया जाता है क्योंकि इसमें उच्च गलनांक और उच्च सामर्थ्य होता है तथा साथ ही इसमें कठोरता, ऊष्मा प्रतिरोधकता तथा स्थायित्व के गुण भी काफी उच्च होते हैं तथा इसके विशिष्ट गुण धर्मों को संवर्धित करने के लिए

लौह आधारित घर्षण पदार्थ से बने ब्रेक पैड

अन्य धातुओं के साथ धातु मिश्रण के रुप में प्रयोग में लाकर नियंत्रित भी किया जा सकता है। लोहे का एक विशिष्ट गुण धर्म ब्रेक लगाए जाने की क्रिया के समय प्रदर्शित होता है जबकि घर्षण सतह पर स्थित ऑक्साइड पदार्थ एक पतली परत बनाकर ब्रेक की अचानक संघट्ट या आघात पहुंचने से सुरक्षा करता है और साथ ही फिसलन को भी रोकता है। ये घर्षण पदार्थ आमतौर पर हाइड्रोलिक दाब के अधीन पावर मेटलर्जी अर्थात शक्ति धातुकर्म तकनीक का प्रयोग करके संहत रूप में विकसित किए जाते हैं तथा यह कार्य बेल टाइप सिंटरन भट्टी में दाब सिंटरन की प्रक्रिया को प्रयोग में लाकर किया जाता है।

तांबा आधारित घर्षण पदार्थ

तांबा आधारित घर्षण पदार्थ में सिरैमिक, ठोस स्नेहक तथा तांबा समृद्ध मैट्रिक्स में घर्षण आशोधक

तांबा आधारित घर्षण पदार्थ से बने ब्रेक पैड

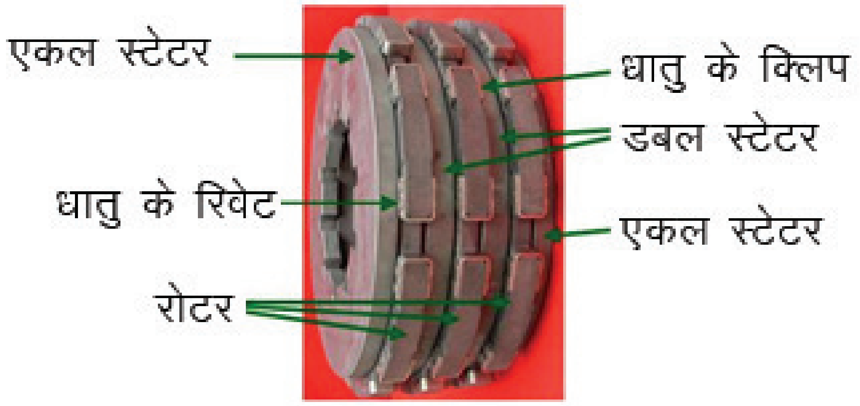
पदार्थ निहित होते हैं। तांबा आधारित घर्षण पदार्थ के अनेक लाभ हैं जैसे कि इनमें तीव्र गति से ऊष्मा क्षय के लिए बेहतर ऊष्मा चालकता तथा लौह आधारित घर्षण पदार्थों की तुलना में अधिक उच्च अपघर्षण रोधी गुण विद्यमान होते हैं। इन घर्षण पदार्थों को पावर मेटलर्जी अर्थात शक्ति धातुकर्म तकनीक का प्रयोग करके संहत रूप में विकसित किया जाता है और इसके पश्चात बेल टाइप या पुशर टाइप की सिंटरन भट्टी में इन्हें सिंटरित किया जाता है।

कार्बन - कार्बन सम्मिश्रण घर्षण पदार्थ

कार्बन–कार्बन फाइबर सम्मिश्रण घर्षण पदार्थ घर्षण पदार्थों के क्षेत्र में नवीनतम पदार्थ हैं तथा इन्हें मुख्य रूप से आधुनिक दौर में प्रयोग में लाए जा रहे सुपरसोनिक जेट फाइटरों तथा विशाल आकार के भारी वाणिज्यिक जेट विमानों के परिचालन में सामने आने वाली कठिन परिस्थितियों का सामना करने के लिए प्रयोग में लाया जाता है। कार्बनिक पदार्थ से बने ब्रेक हल्के होते हैं तथा इनमें उच्च ताप की स्थिति में उत्तम कार्य निष्पादन क्षमता निहित होती है तथा इनमें अपघर्षण दर का मान कम एवं प्रति ब्रेक लैंडिंग लागत कार्य–निष्पादन की दर उच्च होती है।

धातु सिरैमिक ब्रेक अधिक वजन के होते हैं तथा इनमें अपघर्षण दर का मान उच्च एवं कार्बन ब्रेकों की तुलना में प्रति ब्रेक लैंडिंग लागत कार्य निष्पादन दर निम्न होती है। कार्बन–कार्बन घर्षण पदार्थ बहुलक मैट्रिक्स सम्मिश्रण पदार्थ (पी एम सी) होते हैं जिनमें कार्बन मैट्रिक्स के भीतर उच्च घनत्व के कार्बन फाइबर अंतर्निहित होते हैं। कार्बन कार्बनीकरण में प्रयुक्त कार्बन फाइबर दो प्रक्रियाओं द्वारा निर्मित किए जाते हैं अर्थात पॉलि एक्रेलो नाइट्राइल (पी ए एन) और पिच प्रक्रिया द्वारा। फाइबर गुणों को आमतौर पर फाइबरों के विनिर्माण प्रक्रम द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

ब्रेकों में अंतर्निहित फैब्रिक, छोटी लंबाई के धागों, टुकड़ों में काटे गए फैब्रिकों तथा अंतर्ग्रंथित त्रिविमीय पूर्व निर्मित पदार्थ प्रयोग में लाए जाते हैं। इन्हें तैयार करने के लिए प्रायः प्रयोग में लाए जाने वाले प्रक्रम में पॉलि एक्रेलो नाइट्राइल (पी ए एन) फैब्रिक का 1000 डिग्री सेल्सियस ताप पर कार्बनीकरण, फैब्रिक को एक विशिष्ट आकृति में काटना, इनका पॉलिमर रेजिन से अंतर्भरण तथा निम्न ताप पर प्राकृतिक गैस के विघटन द्वारा रासायनिक वाष्प निक्षेपण (सी वी डी) प्रक्रम की सहायता से इनका कार्बनीकरण एवं सघनीकरण अंतर्निहित है।



कार्बन –कार्बन फाइबर सम्मिश्रण घर्षण पदार्थ से बने ब्रेक पैड

वायुयान के ब्रेक पैड को विकसित करने के मार्ग में आने वाली चुनौतियां

ऊपर जिन विभिन्न प्रकारों के ब्रेकों के संबंध में चर्चा की गई है उनमें धातु सिरेमिक के ब्रेक पैड को भारतीय सेना के वायुयानों में व्यापक रूप से प्रयोग में लाया जाता है।

एकल समांग पदार्थ ब्रेक पैडों के लिए आवश्यक विविध गुणों को उपलब्ध नहीं करा सकते हैं। इसे ध्यान में रखते हुए ब्रेक पैडों में विविध गुणों को विकसित करने के लिए सम्मिश्र पदार्थों को प्रयोग में लाया जाना एकमात्र व्यवहारिक विकल्प है। किसी भी वायुयान के ब्रेक के लिए विशिष्ट प्रकार के ब्रेक पैड पदार्थ को विकसित करने की विधि ब्रेक अभिकल्प से संबंधित विनिर्दिष्टियों के संबंध में एक गहन एवं तथ्यात्मक अध्ययन करने की प्रक्रिया के साथ शुरू होती है। इसके पश्चात चरणबद्ध दृष्टिकोण अपनाते हुए ब्रेक के संबंध में निर्धारित की गई विनिर्दिष्टियों के अनुसार विशिष्ट ब्रेक पैड सामग्री के भौतिक तथा धातुकर्मीय गुणों को ज्ञात किया जाता है।

इस प्रकार ब्रेक के अभिकल्प से संबंधित पैरामीटरों जैसे कि ब्रेक ऊर्जा तथा अनुमेय ऊष्मा अभिगम द्रव्यमान की सहायता से ब्रेक पैड सामग्री के घनत्व, विशिष्ट ऊष्मा तथा गलनांक जैसे गुणों के आधार पर प्रयोग में लाए जाने वाले प्रमुख आधार मैट्रिक्स पदार्थों के संबंध में निर्णय लिए जाते हैं।

क्षेत्र ऊर्जा भारन, भारन दर तथा ब्रेक आघूर्ण संबंधी अपेक्षाएं ब्रेक सामग्री के घर्षण गुणांक, तापीय चालकता एवं स्थायित्व से संबंधित गुणों का निर्धारण करती है।

मैट्रिक्स पदार्थ का चयन

वायुयान के ब्रेक के अभिकल्प के संबंध में निर्धारित की गई विनिर्दिष्टयां, ब्रेक के निष्पादन अभिलक्षण तथा लौह एवं तांबे की आधार सामग्रियों के सापेक्षिक अभिलक्षण मैट्रिक्स पदार्थों के चयन के लिए आधार का कार्य करते हैं।

ब्रेक पैडों के संघटन के अभिकल्प में अगला चरण निम्नलिखित द्वितीयक संघटक अवयवों का चयन करना अंतर्निहित है:

अपघर्षण / घर्षण संघटक पदार्थ

ब्रेक पैडों को विकसित करने में अपघर्षण/घर्षण संघटक पदार्थ अगला सर्वाधिक महत्वपूर्ण संघटक है क्योंकि इससे ब्रेक के दौरान घर्षण उत्पन्न होता है तथा सतह से स्पर्श करने वाले हिस्से पर मैट्रिक्स पदार्थों का धातु अंतरण होता है। सिलिका एवं मलाइट निम्न तथा मध्यम ऊर्जा घर्षण पदार्थों के संबंध में सर्वाधिक उपयुक्त पदार्थ सिद्ध हुए हैं जबकि सिलिकॉन कार्बाईड और सिलिकॉन नाइट्राइड उच्च ऊष्मा अभिगम भारन के उच्च ऊर्जा ब्रेकों के लिए सर्वाधिक उपयुक्त पाए गए हैं।

शुष्क स्नेहक पदार्थ/ अभिग्रहण रोधी योजक पदार्थ

घर्षण संघटक तथा सतह को स्पर्श करने वाले हिस्से के बीच अत्यधिक गंभीर प्रकार की अभिग्रहण की स्थिति को उत्पन्न होने से रोकने के लिए विकसित किए गए शुष्क स्नेहक पदार्थ प्रयोग में लाए जाते हैं। ये शुष्क स्नेहक पदार्थ ब्रेक लगाए जाने के दौरान घर्षण सतहों पर एक स्वतः नियंत्रक चिकनी फिल्म को निर्मित करके वायुयान के पहियों को अचानक रोकने के बजाय उनकी गति को क्रमिक रूप से अवमंदित करने का कार्य करते हैं।

निम्न ब्रेक तापमान और उच्च तापीय चालकता के लिए ग्रेफाइट को उच्च मात्रा में प्रयोग में लाया जाना उपयुक्त होता है। किंतु ग्रेफाइट 600 डिग्री सेल्सियस से अधिक तापमान पर प्रयोग में लाए जाने के लिए उपयुक्त नहीं होता, अतः इसके लिए एक द्वितीयक सामग्री के रूप में उच्च तापमान के स्नेहक पदार्थ को भी प्रयोग में लाए जाने की आवश्यकता होती है। द्वितीयक स्नेहक पदार्थ को प्रायः कम मात्रा में प्रयोग में लाया जाता है क्योंकि अधिक मात्रा में प्रयोग में लाए जाने से घर्षण पदार्थ के अपघर्षण में अत्यधिक वृद्धि हो सकती है।

घर्षण तथा अपघर्षण स्थिरीकारक के रूप में प्रयुक्त आशोधक पदार्थ

किसी भी उच्च ऊर्जा वाले घर्षण पदार्थ के लिए जिस अत्यधिक महत्वपूर्ण अपेक्षा को पूरा करना आवश्यक होता है वह है उसकी तापीय स्थिरता अर्थात उसकी सामग्री के आधारभूत सामर्थ्य, घर्षण तथा अपघर्षण दर में वाहन की गति में वृद्धि और ब्रेक तापमान में वृद्धि के साथ काफी तेजी से वृद्धि नहीं होनी चाहिए। इस प्रयोजनार्थ बेरियम, कैल्शियम, मैंग्नीज या लौह के सल्फेटों को प्रभावी स्थिरीकारक पदार्थ के रूप में प्रयोग में लाया जाता है। इस प्रयोजन के लिए बोरोन, मॉलिब्डेनम और टंग्स्टन भी प्रयोग में लाए जाते हैं। बेरियम सल्फेट को प्रायः लौह आधार सामग्रियों में प्रयोग में लाया जाता है। किसी प्ररूपी उच्च ऊर्जा युक्त वायुयान ब्रेक पैड के लिए लौह आधारित घर्षण पदार्थ के परिणामी संघटकों का नीचे दी गई सारणी के अनुसार अनंतिम रूप से निर्धारण किया जा सकता है।

उच्च ऊर्जा को सहन करने वाले वायुयान ब्रेक पैडों के लिए घर्षण पदार्थों का निर्धारण

संघटक सामग्री	भार (%)
बेरियम सल्फेट	8 से 12
ग्रेफाइट	6 से 8
सिलिकॉन कार्बाईड	7 से 10
उच्च ताप युक्त स्नेहक पदार्थ	1 से 12
तांबा	5 से 7

अन्य प्रकार्यात्मक कार्यकारी संस्तरों का अभिकल्प एवं चयन

लौह आधारित घर्षण संघटक अवयवों में घर्षण पदार्थ तथा निकल के प्लेट युक्त इस्पात के आधार फ्रेम में एक विशेष अभिलक्षण उपलब्ध कराते हुए बहु स्तरीय संहत संरचना निर्मित करके 0.5 से 2.0 मिमी मोटाई का एक शुद्ध स्पंज के रूप में लौह चूर्ण संस्तर प्रयोग में लाया जाता है। स्पंज लौह संस्तर एक कंपन मंदक संस्तर के रूप में कार्य करता है। इस संस्तर

को प्रयोग में लाए जाने से ब्रेक लगाए जाने के दौरान भाई और कंपन में होने वाली कमी – बेशी को प्रभावी रूप मैं नियंत्रित किया जा सकता है तथा यह संस्तर घर्षण पदार्थ एवं इस्पात के आधार प्लेट के बीच मजबूत आबंध सुनिश्चित करने के एक माध्यम के रूप में कार्य करता है।

ब्रेक पैडों को तैयार करने के लिए चूर्ण धातुकर्म प्रक्रम का विकास

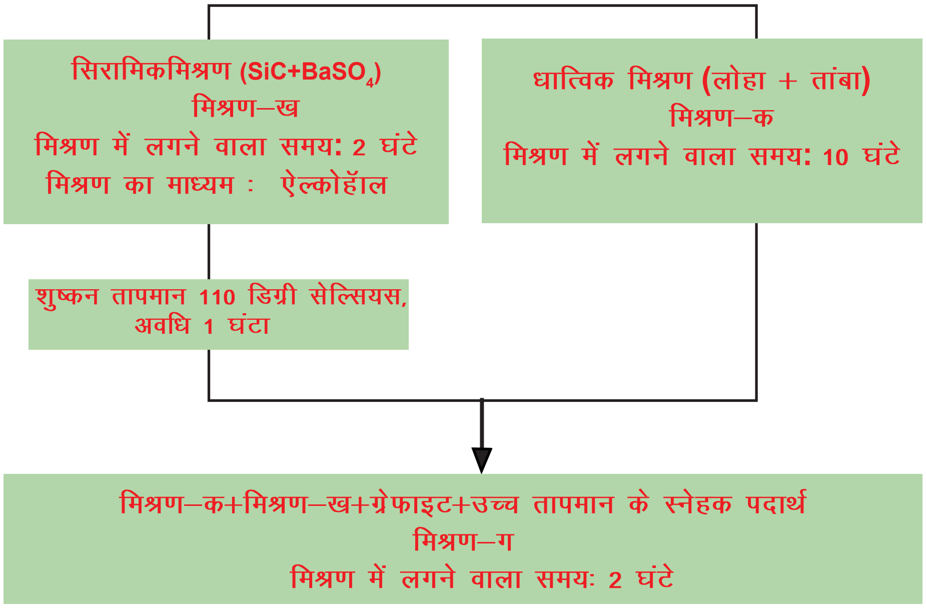
अगला चरण ब्रेक पैड/ब्रेक संघटकों में नियंत्रित प्रयोग द्वारा घर्षण पदार्थों को तैयार करने के लिए उपयुक्त चूर्ण धातुकर्म प्रक्रम को विकसित करने का चरण है।

ब्रेक पैडों/ब्रेक संघटकों में प्रयोग में लाए जाने वाले घर्षण पदार्थों को तैयार करने के लिए उपयुक्त चूर्ण धातुकर्म प्रक्रम को विकसित करने में अंतर्निहित विभिन्न चरण निम्नवत हैं:

- संघटन के आधार पर कच्ची सामग्री का चयन एवं इष्टतमीकरण
- चूर्ण का मिश्रण तैयार करना
- चूर्ण का संहनन
- आधार प्लेट ढांचे से संबंधित प्रक्रम
- ब्रेक पैडों का दाब सिंटरन

संघटन के आधार पर कच्ची सामग्री का चयन एवं इष्टतमीकरण

कुछ वैकल्पिक कच्ची सामग्रियों से तैयार किए गए प्रोटोटाइप ब्रेक पैड नमूनों की उनके बुनियादी अभिलक्षणों जैसे कि घर्षण, अपघर्षण आदि के संबंध में जांच की जाती है। इन प्रयोगों से प्राप्त परिणामों के आधार पर उसके पश्चात प्रत्येक कच्ची सामग्री की किस्म तथा विनिर्दिष्टियां निर्धारित की जाती हैं और उनका सर्वाधिक उपयुक्त प्रयोग निर्धारित किया जाता है।



सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक) द्वारा सेना में प्रयोग में लाए जाने वाले परिवहन वायुयान के ब्रेकों हेतु प्रयुक्त पदार्थ को तैयार करने की प्रक्रिया का निर्धारण करने के लिए प्रयोग मेंलाया जाने वाला धातु चूर्ण मिश्रण प्रक्रम

चूर्ण का मिश्रण तैयार करना

मिश्रण के विभिन्न अनुक्रमों तथा मिश्रण की विधि, मिश्रण को तैयार करने में लगने वाले समय तथा मिश्रण के माध्यम में परिवर्तन लाकर इष्टतम मिश्रण प्रक्रम निर्धारित किया जाता है ताकि सर्वोत्तम आयतन घनत्व एवं प्रवाह दर अभिलक्षणों के संबंध में इष्टतम मिश्रण प्रक्रिया स्थापित की जा सके।

चूर्ण का संहनन

ब्रेक पैड को अंतिम रूप देने के लिए घर्षण पदार्थों को वांछित आकृति में लाने के लिए संहनन दाब का चयन किया जाता है तथा प्रयोगों के आधार पर इसे इष्टतम रूप में निर्धारित किया जाता है जिसका प्रयोग करके परिणामी संहत दाब के संबंध में सर्वाधिक अनुकूल घनत्व मान प्राप्त किया जा सके।

उच्च दाब के कारण सर्वाधिक अनुकूल घनत्व के मान में मामूली वृद्धि होती है किंतु इससे उच्च अवशिष्ट प्रतिबल के कारण संघटन पदार्थ में विदारण उत्पन्न हो सकता है।

आधार प्लेट ढांचे से संबंधित प्रक्रम

एकल अथवा बहुसंस्तरित संहत घर्षण पदार्थ एक सम्मिश्र पदार्थ होता है जिसमें आयतन माप से लगभग 40: अधात्विक पदार्थ उपस्थित होते हैं तथा इनमें काफी निम्न सामर्थ्य होता है।

इन्हें उपयोग में लाए जाने से संबंधित अत्यधिक प्रतिकूल परिस्थितियों में इन पदार्थों के उपयोगी बने रहने को ध्यान

में रखते हुए तथा साथ ही रिवेटिंग की प्रक्रिया द्वारा ब्रेक रोटर और स्टेटर को परस्पर संबंधित करने के लिए घर्षण पदार्थ को या तो इस्पात से बने आधार कंटेनर में या फिर दाब सिंटरन प्रक्रिया के दौरान समान आकृति और उच्चावच वाले इस्पात से बने आधार प्लेट ढांचे के ऊपर रखा जाता है। प्रयोग में लाए जाने वाले इस्पात आमतौर पर ए आई एस आई–4340, बी एस–एस155 और एम–300 श्रेणी के होते हैं।

आधार प्लेट के विभिन्न खंडों को दाब उपकरणों का प्रयोग करके अपरूपण प्रक्रिया द्वारा जोड़ा जाता है। उसके पश्चात इस्पात के आधार खंडों पर लौह आधारित और तांबा आधारित घर्षण सामग्रियों के लिए क्रमशः निकल या तांबे की कलई चढ़ाई जाती है। कलई चढ़ाए जाने के पश्चात आधार प्लेट का विरूपण तापानुशीतन उपचार किया जाता है ताकि अंतर्निहित इस्पात की प्लेट के साथ उपयुक्त रूप में धातु जोड़ सुनिश्चित हो सके

ब्रेक पैडों का दाब सिंटरन

इस कार्य के लिए प्रेशर सिंटरिंग बेल प्रकार की भट्टी प्रयोग में लाई जाती है जिसमें दाब सिंटरन के लिए एक द्रव चालित (हाइड्रॉलिक) आवेश कर्षण व्यवस्था प्रयोग में लाई जाती है। सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक) ने सैन्य वायुयानों में प्रयोग में लाए जाने वाले घर्षण पदार्थों के सिंटरन तापमान, दबाव, समय तथा सिंटरन परिवेश का सर्वाधिक उपयोगी मान निर्धारित किया है।

प्रोटोटाइप ब्रेक पैडों के योग्यता निर्धारण तथा उड़नयोग्यता परीक्षण के मार्ग की चुनौतियां

सभी प्रकार के सैन्य वायुयानों के ब्रेक पैडों में प्रयोग में लाई जाने वाली सामग्रियों तथा अन्य संघटकों के संबंध में उड़न योग्यता परीक्षण फेडरल एविएशन एडमिनिस्ट्रेशन, यू एस ए द्वारा जारी किए गए सैन्य मानक डब्लू–5013 और तकनीकी मानक आदेश–26 द्वारा शासित होते हैं। सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक वायुवाहित प्रणालियों से संबंधित उड़नयोग्यता प्रमाणन के लिए विभिन्न प्रकार के परीक्षणों हेतु परीक्षण अनुसूची तैयार करता है। इन परीक्षणों का चयन विभिन्न अंतरराष्ट्रीय मानकों, विनिर्दिष्टयों, प्रचालन की दशाओं, पर्यावरण तथा प्रयोक्ता अपेक्षाओं के आधार पर किया जाता है।

बहुसंस्तरीय धातु मैट्रिक्स सम्मिश्र पदार्थ से निर्मित ब्रेक पैडों के लिए निर्धारित की गई परीक्षण अनुसूची में शामिल किए गए संपूर्ण परीक्षण क्रियाकलापों को प्रयोग में आने वाले परीक्षणों के आधार पर निम्नलिखित तीन चरणों में विभाजित किया गया है:

- प्रयोगशाला में योग्यता निर्धारण परीक्षण
- ब्रेक डायनेमो मीटर परीक्षण
- वायुयान परीक्षण

प्रयोगशाला में योग्यता निर्धारण परीक्षण

प्रतिदर्श ब्रेक पैडों की गुणवत्ता से संबंधित अभिलक्षणों तथा उनकी विशेषताओं के संबंध में निर्धारित की गई अपेक्षाओं की तुलना में कार्य – निष्पादन का मूल्यांकन करने के लिए प्रयोगशाला में योग्यता निर्धारण हेतु कड़े परीक्षण किए जाते हैं। परीक्षण के इस चरण में आधारभूत भौतिक एवं धातुकर्मीय गुणों का मूल्यांकन एवं प्रमाणन किया जाता है। ब्रेक पैडों के लिए प्रयोगशाला परीक्षण के संबंध में निर्धारित की गई अपेक्षाएं निम्नलिखित हैं:

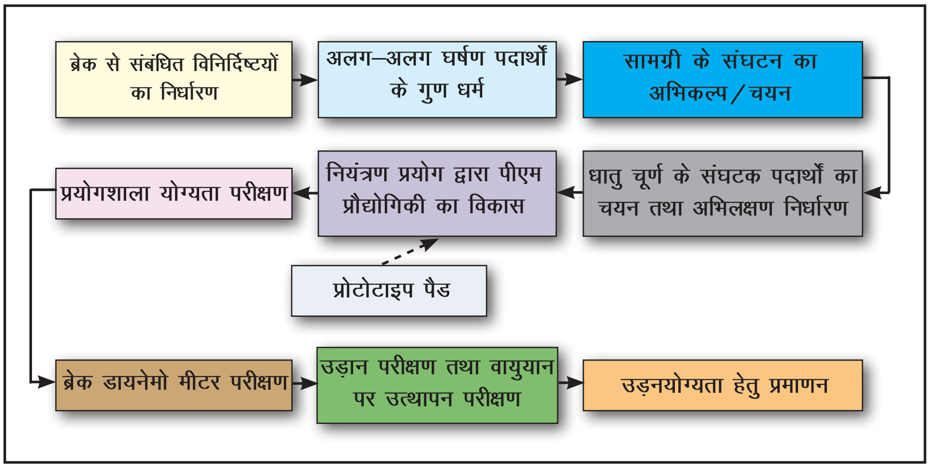
कठोरता

- घर्षण संस्तर
- इस्पाती आधार प्लेट
- घर्षण पदार्थ का घनत्व
- सूक्ष्म संरचना
- घर्षण परीक्षण (दो प्रोटोटाइप पैडों के संबंध में)
  - औसत घर्षण गुणांक
  - ब्रेक लगाए जाने पर वायुयान के रुकने में लगने वाला समय (सेकंडों में)
  - भार में क्षति द्वारा अपघर्षण
  - मोटाई के अनुसार अपघर्षण

ब्रेक डायनेमोमीटर परीक्षण

वास्तविक फील्ड निष्पादन अनुकारित करने के लिए ब्रेक डायनेमो मीटर परीक्षण किया जाता है

जिसमें नव विकसित ब्रेक पैडों से युक्त वायुयान ब्रेक यूनिट का वास्तव में वायुयान की सामान्य तथा निराकृत



ब्रेक पैड प्रमाणन के विभिन्न चरण

उड़ान (आर टी ओ) के अधीन ब्रेक ऊर्जा दशाओं को अनुकारित करने वाले ब्रेक डायनेमोमीटर के ऊपर वास्तविक समय अवधि के दौरान बार बार उड़ान परीक्षण किए जाते हैं। धातु सिरामिक घर्षण पदार्थों से बने ब्रेक पैडों पर ब्रेक डायनमोमीटर परीक्षण के लिए अनुकारित दशाएं वायुयान के संबंध में निर्धारित की गई ब्रेक विनिर्दिष्टयों से व्युत्पन्न की जाती हैं।

वायुयान परीक्षण

परीक्षण संस्तर के रूप में वास्तविक वायुयान का प्रयोग करके डायनेमोमीटर परीक्षण के सफलतापूर्वक पूरा हो जाने के पश्चात ब्रेक पैडों का अनुरूपता फील्ड मूल्यांकन सेवा निष्पादन परीक्षण किया जाता है। इसके लिए परीक्षण वायुयान में प्रोटोटाइप ब्रेक पैडों से बने परीक्षण ब्रेकों को लगाया जाता है।

इस दौरान वायुयान के भार में निरंतर वृद्धि करते हुए तथा साथ ही इसकी गति और ब्रेक लगाने के प्रयास को सर्वाधिक नाजुक स्तर तक उत्तरोत्तर बढ़ाते हुए वायुयान की गति .को बढ़ाने तथा रोकने, वायुयान को लैंडिंग कराने तथा उसमें ब्रेक लगाने और वायुयान को चलाने एवं घुमाने से संबंधित अनेक परीक्षण किए जाते हैं। ये परीक्षण अनुभवी पायलटों द्वारा किए गए तथा उनके द्वारा प्राप्त किए गए अनुभवों को दर्ज किया गया। प्रत्येक परीक्षण के संबंध में निम्नलिखित आंकड़े प्राप्त हुए :

- ब्रेक लगाए जाने पर वायुयान द्वारा रुकने से पहले तय की गई दूरी और समय:
- प्रत्येक बार ब्रेक लगाने पर ब्रेक के तापमान में हुई अधिकतम वृद्धि,
- वायुयान को घुमाने में लगने वाला समय
- वायुयान से बाहर पवन वेग की दशाएं तथा वायु तापमान
- ब्रेक की प्रभावकारिता, ब्रेक में उत्पन्न होने वाला कंपन, वायुयान में उत्पन्न दोलन, ब्रेक की बंधनकारी प्रवृत्ति तथा ऐसी किसी भी अन्य अप्रत्याशित घटना या प्रेक्षण के संबंध में पायलट द्वारा प्राप्त किया गया अनुभव
- ब्रेक पैडों की भौतिक स्थिति जैसे कि उसके टुकड़े–टुकड़े हो जाने, उसमें छिलके उतर जाने, आदि के संबंध में ऐसे प्रत्येक परीक्षण के दौरान ज्ञात जानकारी

उपर्युक्त सभी परीक्षणों के सफलतापूर्वक पूरा हो जाने और संतोषजनक कार्य निष्पादन प्राप्त होने के पश्चात ब्रेक के व्यापक परीक्षण रिपोर्ट, जिसमें ब्रेक के संबंध में विनिर्दिष्ट उसकी ड्राइंग और विनिर्माण प्रक्रिया एवं परीक्षण परिणामों को बताया जाता है, के आधार पर इन्हें वायु उड़नयोग्यता से संबंधित क्लीयरेंस प्रदान किया जाता है।

अन्य विशेषताएं

- टोही क्रियाकलापों को करने के लिए छह व्यक्तियों का दल
- अग्नि शमन सक्षमता के लिए 30 मिमी का टरेट
- बिना किसी विशेष तैयारी के जल एवं स्थल दोनों पर गति करने में सक्षम
- एन.बी.सी. फिल्ट्रेशन यूनिट द्वारा अति दाब सुविधा का प्रयोग करके एक तरह से सील किया गया वाहन
- चालक दल के सदस्यों के लिए पेयजल की सुविधा
- संकट का पूर्वानुमान लगाने के लिए सॉफ्टवेयर

हालांकि, भारतीय विमानन उद्योग ने सहयोगी कंपनियों के साथ लाइसेंस करार के अंतर्गत विभिन्न प्रकार के वायुयानों और हेलीकॉप्टरों के उत्पादन एवं संपूर्णतः मरम्मत करने का काम शुरू किया गया किंतु उस समय भारतीय उद्योग वायुयान में प्रयोग में लाए जाने वाले ब्रेक पैडों को प्राप्त करने के लिए पूरी तरह से सहयोगी कंपनियों पर निर्भर था। वायुयान मे प्रयोग में लाए जाने वाले ब्रेक पैडों के संबंध में आत्मनिर्भरता प्राप्त करने के लिए इन्हें स्वदेश में निर्मित करने पर अत्यधिक ध्यान केंद्रित किया गया।

विगत वर्षों के दौरान देश में आरंभ से क्रियान्वित की गईं परियोजनाएं जैसे कि हल्के युद्धक विमान (एल सी ए), एच जे टी, उन्नत हल्के हेलीकॉप्टर (ए एल एच), एल यू एच, पायलट रहित लक्ष्यभेदी वायुयान (पी टी ए), आदि परियोजनाओं को भारत में सफलतापूर्वक पूरा किया गया है। देश में इन वायुयानों के उत्पादन का कार्य आरंभ हो जाने पर विभिन्न लाइसेंस प्राप्त वायुयानों और हेलीकॉप्टरों में प्रयोग में लाए जाने के लिए व्यापक श्रेणी के वायुयान ब्रेक पैडों को स्वदेश में निर्मित करने तथा उनकी उड़नयोग्यता के प्रमाणीकरण का महत्व काफी अधिक बढ़ गया है।

संपादक मंडल प्रौद्योगिकी विशेष के इस अंक हेतु सामग्रियों को तैयार करने में सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक) के श्री जी गौड़ा, उत्कृष्ट वैज्ञानिक; डॉ शिरीष एस काले, वैज्ञानिक 'एफ'; श्री एस के झा, वैज्ञानिक 'एफ'; श्रीमती सी एम भुवनेश्वरी, वैज्ञानिक 'ई'; तथा डॉ टी राम प्रभु, वैज्ञानिक 'डी' द्वारा किए गए योगदान के लिए उनके प्रति अपना आभार व्यक्त करता है।

ब्रेक डयनेमोमीटर परीक्षण के लिए अनुकारित दशाएं

पैरामीटर	सामान्य	अतिभारत	निराकृत उड़ान
प्रति ब्रेक गतिज ऊर्जा (मेगा जूल में)	3.48	4.09	5.92
ब्रेक अनुप्रयोग गति (के डब्ल्यू एम /घंटा)	227	217	261
वायुयान द्वारा रुकने से पहले तय की गई दूरी (मीटर)	653.8	597.5	864.2
वायुयान को रुकने में लगने वाला समय (सेकंड)	20.7	19.8	23.8
ब्रेक का दाब (साई)	602.0	774.2	774.7

ब्रेक डायनेमोमीटर परीक्षण के दौरान जिन पैरामीटरों का मूल्यांकन किया गया

सामान्य ऊर्जा परीक्षण	वायुयान के रुकने में लगने वाला अनुमानित औसत समय वायुयान द्वारा रुकने से पहले तय की गई अनुमानित औसत दूरी भार में कमी के रूप में उत्पन्न अपघर्षण (ग्राम) मोटाई में कमी के रूप में उत्पन्न अपघर्षण औसत घर्षण गुणांक डबल स्टेटर के ब्रेक तापमान में वृद्धि (डिग्री सेल्सियस में)

ब्रेक पैडों के प्रमाणीकरण से संबंधित कुछ उल्लेखनीय योगदान

मिग–29

परियोजना: मिग–29
टाइप : लौह आधारित

अभिलक्षण

अधिकतम ब्रेक ऊर्जा: 9 मेगा जूल
अपघर्षण आय : 250 लैंडिंग

ए एन 32

ए एन 32 रोटर पैड

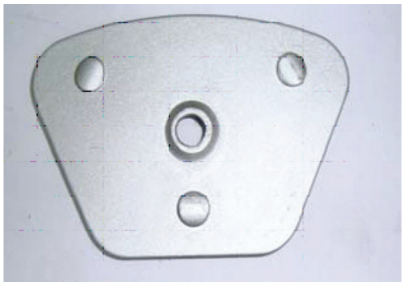
ए एन 32 स्टेटर पैड

परियोजना: ए एन 32
टाइप : लौह आधारित

अभिलक्षण

अधिकतम ब्रेक ऊर्जा: 15 मेगा जूल
अपघर्षण आय : 250 लैंडिंग

जगुआर



जगुआर ब्रेक पैड

जगुआर इंसुलेटर पैड

परियोजना: जगुआर
टाइप : लौह आधारित और ऑर्गेनिक आधारित

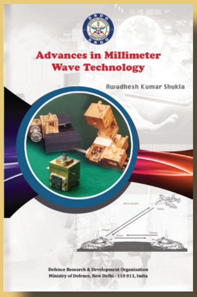
अभिलक्षण

अधिकतम ब्रेक ऊर्जा: 8 मेगा जूल
अपघर्षण आयु : 250 लैंडिंग

संपादक मंडल प्रौद्योगिकी विशेष के इस अंक हेतु सामग्रियों को तैयार करने में सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक) के श्री जी गौड़, उत्कृष्ट वैज्ञानिक; डॉ शिरीष एस काले, वैज्ञानिक 'एफ' ; श्री एस के झा, वैज्ञानिक 'एफ' ; श्रीमती सी एम भुवनेश्वरी, वैज्ञानिक 'ई' ; तथा डॉ टी राम प्रभु, वैज्ञानिक 'डी' द्वारा किए गए योगदान के लिए उनके प्रति अपना आभार व्यक्त करता है।

डी आर डी ओ की मोनोग्राफ श्रृंखला

मिलिमीटर तरंग प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हुई प्रगति



मूल्य भारतीय रुपए ₹1340
अमेरिकी डॉलर $32
ब्रिटिश पाउंड £29
आईएसबीएन 978–81–86514–63–4;
पृष्ठों की कुल संख्या 376

व्यापक बैंड विस्तृति से संबंधित अत्युच्च डेटा दर अंतरण, जो 10 गीगाबाइट प्रति सेकंड और इससे अधिक की गति पर किया जाता है, जैसे व्यापक बैंड विस्तृति अनुप्रयोगों द्वारा वायरलेस स्पेक्ट्रम की बढ़ती हुई आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए मिलिमीटर तरंग विश्वसनीय स्पेक्ट्रम समाधान उपलब्ध कराने में अत्यधिक महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वहन करते हैं। विश्व भर में मिलिमीटर तरंग क्षेत्र में किए गए अनुसंधान एवं विकास क्रियाकलापों के संबंध में अनेक सफल परीक्षण किए गए हैं और इस प्रकार भविष्य के रक्षा एवं सुरक्षा उद्योगों के लिए अत्यधिक सक्षम समाधान क्षमता से युक्त प्रौद्योगिकी स्थापित की जा सकी है।

इस मोनोग्राफ में तरंग पथक एम एम आई सी (मोनोलिथिक माइक्रोवेव इंटीग्रेटेड सर्किट) और समतलीय तरंग पथक प्रौद्योगिकी का प्रयोग करके मिलीमीटर तरंग सक्रिय/निष्क्रिय परिपथों और प्रणालियों के अभिकल्प और उनके क्रियान्वयन का उल्लेख किया गया है। इसमें विभिन्न प्रणालियों को दर्शाने वाले चित्रों, विभिन्न तकनीकों तथा महत्वपूर्ण प्रणाली अभिलक्षणों को दर्शाने वाले रैखिक आरेखों को व्यापक प्रयोग में लाया गया है।

मोनोग्राफ का प्रारंभ आवृत्ति बैंडों, संचार के क्षेत्र में प्रयोग में लाए जाने वाले विशिष्ट मिलिमीटर तरंग अनुप्रयोगों के संबंध में प्रस्तावना के साथ किया गया है। इस मोनोग्राफ में मिलिमीटर तरंग उपकरणों तथा परिपथों, तरंग उत्पादक उपकरणों जैसे कि आई एम पी ए टी टी ओसिलेटरों एवं गन ओसिलेटरों में अंतःक्षेपण अभिबंधन परिघटनाओं और विद्युत संयोजक तकनीकों आदि पर प्रकाश डाला गया है। रिसीवर अवयवों, मिलिमीटर तरंग ट्रान्सीवर संविन्यास तथा रक्षा सेवाओं के लिए उपयोगी मिलिमीटर तरंग प्रौद्योगिकी के विकास पर व्यापक प्रकाश डाला गया है। इस मोनोग्राफ में भविष्य के उन रुझानों तथा प्रौद्योगिकीय चुनौतियों का भी उल्लेख किया गया है जो भविष्य के सैन्य अनुप्रयोगों जैसे कि ब्रॉडबैंड संचार प्रौद्योगिकी, इमेजिंग तथा प्रावस्थागत व्यूह रडार प्रणालियों में प्रयोग में लाए जाने के लिए निम्न प्रावस्था शोर सिग्नल से युक्त मिलिमीटर तरंग सृजन के संबंध में ऑप्टिकल तकनीक एवं मोबाइल सेल फोन में प्रयोग में लाए जाने के लिए मिलिमीटर तरंग विकल्प मिलि मीटर तरंग आवृत्ति स्पेक्ट्रम के संबंध में व्यापक जानकारियों तथा चुनौतियों आदि के संबंध में जानकारी उपलब्ध कराई गई है।

इस मोनोग्राफ को लिखते समय वैज्ञानिक संस्थाओं/विश्वविद्यालयों में मिलिमीटर तरंग तथा उप प्रणालियों/प्रणाली से संबंधित जानकारियां उपलब्ध कराने को ध्यान में रखा गया है तथा साथ ही इस अत्यधिक महत्वपूर्ण मिलिमीटर तरंग प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में कार्य कर रहे अनुसंधानकर्ताओं, व्यवसायिकों तथा उच्च रेडियो आवृत्ति अभिकल्प के क्षेत्र में कार्य कर रहे इंजीनियरों के लिए संदर्भ के रूप में उपयोगी भूमिका का निर्वहन करने को भी ध्यान में रखा गया है।

सैन्य वायुयानों में प्रयुक्त बैटरियों के लिए प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरी प्रौद्योगिकी तथा योग्यता निर्धारण

बैटरी एक ऐसा उपकरण है जो सक्रिय पदार्थों में निहित रासायनिक ऊर्जा को वैद्युत रासायनिक उपापचयन अभिक्रिया द्वारा वैद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करता है। रिचार्ज की जाने योग्य प्रणालियों में बैटरी को उपर्युक्त प्रक्रिया की उत्क्रम अभिक्रिया द्वारा रिचार्ज किया जाता है। वायुयान में प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरी भूमि पर वायुयान के इंजन को स्टार्ट करने तथा साथ ही उड़ान के दौरान इंजन को आपात दशाओं में रीस्टार्ट करने के लिए भी प्रयोग में लाई जाती है। आपात उड्डयानिकी प्रणाली के लिए भी विद्युत की आपूर्ति ऑनबोर्ड बैटरियों द्वारा की जाती है। इन अपेक्षाओं को ध्यान में रखते हुए वायुयान में प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरियों को स्पष्ट तौर पर उड़ान के दौरान विशिष्ट प्रयोग वाली प्रणाली के रूप में वर्गीकृत किया गया है। वायुयानों में मुख्य रूप से निम्नलिखित तीन प्रकार की बैटरियां प्रयोग में लाई जाती हैं अर्थात सिल्वर जिंक बैटरी, लेड ऐसिड बैटरी तथा निकल कैडमियम बैटरी।

वर्तमान में क्षेत्रीय सैन्य उड़न योग्यता केंद्र (आर सी एम ए), हैदराबाद लेड ऐसिड और निकल कैडमियम बैटरी के प्रमाणीकरण से संबंधित कार्य कर रहा है। ये बैटरियां हॉक इंजन–ए जे टी प्रशिक्षण विमानों और बोइंग पी–81 इंजनों जैसी वायुवाहित प्रणालियों में प्रयोग में लाई जा रही आयातित बैटरियों के स्थान पर प्रयोग में लाए जाने के लिए विकसित की जा रही रही हैं। वायुयान में प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरियों के अभिकल्प, विकास तथा विनिर्माण से संबंधित कार्यों को कर रहे भारतीय वेंडरों में हिंदुस्तान वैमानिकी लिमिटेड (एच ए एल), हैदराबाद, एच बी एल, हैदराबाद और एच ई बी, त्रिचि के नाम उल्लेखनीय हैं। वायुयान में प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरियां सुरक्षा की दृष्टि से अत्यधिक महत्वपूर्ण होती हैं तथा इन्हें प्रमाणीकरण के एक हिस्से के रूप में कड़े परीक्षणों से होकर गुजरना पड़ता है। वायुयान में प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरियां वाणिज्यिक बैटरियों की तुलना में हाई रेट बैटरियां होती हैं। उदाहरण के लिए, 15 ऐंपियर–घंटा अनुमतांक वाली वायुयान बैटरी इंजन को स्टार्ट किए जाने के दौरान बैटरी के विभव में बिना कोई कमी लाए 15सी या 225 एंपियर धारा की आपूर्ति करने में सक्षम होती है जबकि वाणिज्यिक प्रयोजनों के लिए प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरी इतने उच्च मान की धारा की आपूर्ति करने में सक्षम नहीं होती हैं। इसके अतिरिक्त, वायुयान में प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरियों के लिए उड़ान के दौरान सामने आने वाली चरम पर्यावरण दशाओं में भी कार्य करने में सक्षम होना आवश्यक है। वायुयान हेतु बैटरियों को अभिकल्पित एवं विनियंत्रित करने के मार्ग में ये सभी चुनौतियां सामने आती हैं। आरंभ में सभी वायुयानों में सिल्वर – जिंक बैटरियां प्रयोग में लाई जाती थीं क्योंकि ये बैटरियां उच्च परिमाण में धारा का विसर्जन करने में सक्षम थीं तथा छोटे आकार की होती थीं। किंतु इनकी उपयोगी आयु कम होने (9– 12 महीने) तथा लागत उच्च होने के कारण इन बैटरियों के स्थान पर बाद में निकल–कैडमियम बैटरियों को प्रयोग में लाया जाने लगा। निकल–कैडमियम बैटरी की उपयोगी सेवा अवधि 5 वर्षों की या 700 विसर्जन चक्रों की होती है तथा इन बैटरियों के लिए समय–समय पर अनुरक्षण की आवश्यकता होती है, फिर भी इनके दीर्घावधिक कार्य–निष्पादन को देखते

निकल कैडमियम बैटरी तथा सेल

हुए वायुयानों में प्रयोग में लाए जाने के लिए इन बैटरियों को सर्वाधिक पसंद किया जाता है। लेड–ऐसिड बैटरी कुछ वायुयानों में प्रयोग में लाए जाने के लिए पसंद की जाती है जैसे कि हॉक तथा हेलीकॉप्टरों में क्योंकि इन बैटरियों की कीमत कम होती है और इन्हें विनिर्मित करना आसान होता है तथा इन्हें देखभाल करने की भी आवश्यकता कम पड़ती है।

हालांकि इस प्रकार की यूनिट के लिए बैटरी शब्द को प्रायः प्रयोग में लाया जाता है, किंतु बुनियादी वैद्युत रासायनिक यूनिट को सेल के नाम से जाना जाता है। बैटरी में वांछित आउटपुट वोल्टता और क्षमता के दृष्टिगत इनमें से कोई एक या एक से अधिक सेलों को श्रेणी या पार्श्व संयोजन में संयोजित किया जाता है या फिर दोनों प्रकार के संयोजनों में प्रयोग में लाया जाता है।

सिल्वर–जिंक(Ag-Zn) बैटरी

वायुयान में प्रयोग में लाए जाने के लिए सिल्वर–जिंक (Ag-Zn) बैटरी में 15 सेल संयोजित किए जाते हैं जिनमें से प्रत्येक सेल की विवृत परिपथ वोल्टता (ओ सी वी) 1.8 वोल्ट होती है।

हल्के युद्धक विमान (एल सी ए) के लिए सिल्वर जिंक (Ag-Zn) बैटरी

लेड ऐसिड (एल ए) बैटरी

लेड ऐसिड (एल ए) बैटरी के द्वितीयक सेल की विवृत परिपथ वोल्टता (ओ सी वी) बैटरी के पूरी तरह से चार्ज होने की स्थिति में 2.1 वोल्ट होती है। संपूर्ण भार से संयोजित करने पर इसकी वोल्टता 2 वोल्ट के सन्निकट ज्ञात हुई है। लेड ऐसिड (एल ए) प्रकार की वायुयान स्टोरेज बैटरियों के अनुमतांक प्रायः 12 वोल्ट या 24 वोल्ट निर्धारित किए गए हैं अर्थात उनमें 6 या 12 सेल श्रेणी क्रम में संयोजित किए जाते हैं। वर्तमान में उड्डयानिकी के क्षेत्र में दो प्रकार की लेड ऐसिड (एल ए) बैटरियां प्रयोग में लाई जा रही हैं अर्थात

एम आई 8 एम आई–17 हेलीकॉप्टर के लिए प्रयोग में लाई जाने वाली 28 ऐंपियर घंटे 24 वोल्ट की सील की गई वाल्व नियंत्रित लेड एसिड (वी आर एल ए बैटरी)

- संवातन युक्त (वेन्टेड) सेल, और
- सील की गई (गैस पुनर्संयोजन युक्त) बैटरी

आधुनिक समय में उड्डयानिकी के क्षेत्र में प्रयोग में लाई जा रही सील की गई (गैस पुनर्संयोजन युक्त) लेड ऐसिड (एल ए) बैटरियां अधिक शक्तिशाली होती हैं तथा इनके लिए उड्डयानिकी के क्षेत्र में पहले प्रयोग में लाई जा रही संवातन युक्त (वेन्टेड) लेड ऐसिड (एल ए) बैटरियों की तुलना में कम अनुरक्षण की आवश्यकता होती है। इस कारण से टरबाइन द्वारा चालित कुछ वायुयानों में तुलनात्मक रूप से अधिक महंगी निकल–कैडमियम बैटरियों के स्थान पर लेड ऐसिड (एल ए) बैटरियां प्रयोग में लाई जा रही है।

निकल–कैडमियम (Ni-Cd) बैटरियां

निकल–कैडमियम (Ni-Cd) सेल एक वैद्युत–रासायनिक प्रणाली है जिसमें सक्रिय पदार्थों से युक्त इलेक्ट्रोड में उनके भौतिक दशा में कोई परिवर्तन आए बिना उपचयन की स्थिति में परिवर्तन होता है। ऐसा इस कारण होता है कि इनमें निहित सक्रिय पदार्थ क्षारीय वैद्युत अपघट्य में अत्यधिक विलयशील होते हैं, वे वैद्युत अपघट्य में ठोस अवस्था में बने रहते हैं तथा उपचयन होने की स्थिति में भी उनमें कोई परिवर्तन नहीं होता और वैद्युत अपघट्य में उनका विलय नहीं होता है। यही कारण है कि विद्युत विसर्जन की संपूर्ण अवधि के दौरान निकल–

मिग–21, मिग–27, एस यू–30 वायुयानों के लिए 27 एंपियर घंटे, 24 वोल्ट की निकल कैडमियम बैटरी

कैडमियम सेल की वोल्टता निश्चित रूप से स्थिर बनी रहती है।

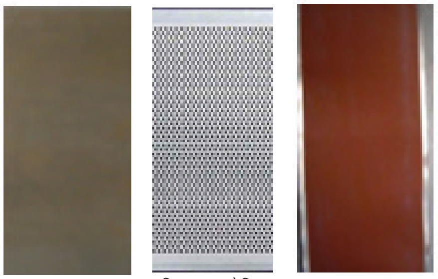
निकल–कैडमियम (Ni-Cd) बैटरियों का यदि उपयुक्त रूप में अनुरक्षण न किया जाए तो इनमें तापीय परिस्थितियों के कारण विकृति उत्पन्न होने की संभावना बनी रहती है जिसके कारण इस प्रकार की बैटरियां वायुयान की सुरक्षा के लिए प्रतिकूल दशाएं उत्पन्न कर सकती हैं। इन समस्याओं का समाधान करने के लिए निकल–कैडमियम बैटरियां तापीय सेंसरों के साथ अभिकल्पित की जा रही हैं जो पायलट को अति तापन की दशाओं के बारे में सूचित करती हैं ताकि पायलट इन बैटरियों को ऑन बोर्ड चार्जिंग से हटा दे।

निकल–कैडमियम बैटरियों से संबंधित प्रौद्योगिकी

निकल–कैडमियम बैटरियों का लगभग लेड ऐसिड (एल ए) बैटरियों को प्रयोग में लाए जाने के समय से ही उद्योग द्वारा उत्पादन किया जाता रहा है। वायुयान में प्रयोग में लाई जाने वाली निकल–कैडमियम बैटरियों में सिंटरित इलेक्ट्रोडों को प्रयोग में लाया जाता है। इसके परिणाम स्वरूप इस प्रकार की बैटरियों से उत्तम श्रेणी के वैद्युत तथा यांत्रिक अभिलक्षण प्राप्त होते हैं। उच्च वोल्टता दर वाले अनुप्रयोगों में परिशुद्ध तनु परिच्छेद के काफी सन्निकट अंतराल वाले इलेक्ट्रोडों को प्रयोग में लाए जाने की आवश्यकता होती है और चूंकि सक्रिय पदार्थ धारा संग्राहक के काफी निकट होते हैं, अतः सेल द्वारा उत्पन्न किया जाने वाला प्रतिरोध धारा विसर्जन के समय तक पर्याप्त स्थिर बना रहता है। सिंटरित प्लेट सब्स्ट्रेटों को दाबन की क्रिया को प्रयोग में लाकर और उसके पश्चात हाइड्रोजन निकल पाउडर में 800–1000 डिग्री सेल्सियस तापमान पर सिंटरित करके तैयार किया जाता है। इसके लिए हाइड्रोजन निकल पाउडर को प्रायः निकल टेट्राकार्बोनिल $[Ni(CO)_4]$ के तापीय विघटन द्वारा निर्मित किया जाता है जिसके लिए सहायक के रूप में निकल छिद्रित फॅवाइल या तार की जाली प्रयोग में लाई जाती है।

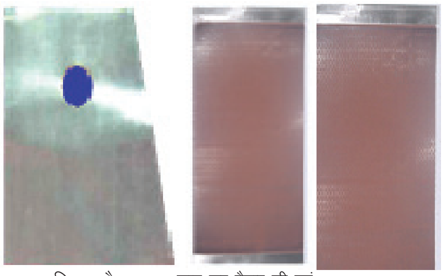
सिंटरन से पहले निकल पाउडर में अमोनियम कार्बोनेट $[(NH4)_2CO_3]$ जैसी गैस निर्मित करने वाली सामग्रियों को मिलाकर एक उच्च रंध्र युक्त तथा यांत्रिक दृष्टि से स्थिर मैट्रिक्स तैयार किया जाता है। इसके 75–80 प्रतिशत स्थान में रिक्ति होती है तथा आरंभिक पदार्थों और तापीय उपचार पर सावधानीपूर्वक नियंत्रण स्थापित करके पट्टिका में एकसमान त्रिज्या (≈ 5.30) के रंध्र निर्मित किए जा सकते हैं। यह वायुयान भंडारण बैटरियों के लिए सर्वाधिक प्रयोग में लाई जाने वाली प्रौद्योगिकी है।

सरंध्र पट्टिका में धनात्मक प्लेट बनाने के लिए निकल लवण तथा ऋणात्मक प्लेट बनाने के लिए कैडमियम लवण अंतर्भरित किया जाता है पट्टिकाओं द्वारा अपेक्षित क्षमता उपलब्ध कराने के लिए पर्याप्त मात्रा में सक्रिय पदार्थ को अवशोषित कर लिए जाने के पश्चात इन पट्टिकाओं को वैद्युत अपघट्य में रख दिया जाता है और इनसे होकर विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है जिसके परिणाम स्वरूप निकल तथा कैडमियम



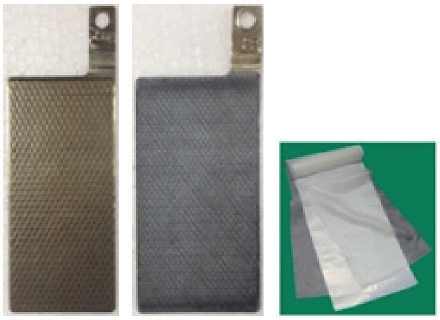
सीआरसीए सब्स्ट्रेट | निकल आलेपित सरंध्र सब्स्ट्रेट | सिंटरित पट्टिका

इलेक्ट्रोडों को तैयार करने की प्रक्रिया



निकल टैब | काट कर तैयार की गई छोटी–छोटी प्लेटें | टैब वेल्डित प्लेट

टैब वेल्डित करने की प्रक्रिया



धनात्मक इलेक्ट्रोड | ऋणात्मक इलेक्ट्रोड | पृथक्कारक

सेल असेंबली के लिए पृथक्कारक से युक्त तैयार इलेक्ट्रोड

लवण अंतिम रूप में परिवर्तित हो जाते हैं। इसके उपरांत पट्टिकाओं को धो कर सुखा लिया जाता है और उन्हें काट कर उनसे छोटी–छोटी प्लेटें तैयार की जाती हैं। इन प्लेटों को टैब के साथ वेल्डित करके अंतिम रूप से इलेक्ट्रोडों को तैयार कर लिया जाता है। प्रयोग में लाए जाने वाला पृथक्कारक एक अर्ध–पारगम्य झिल्ली के रूप में होता है जो बैटरी के ऐनोड और कैथोड के बीच रखा जाता है। पृथक्कारक का मुख्य कार्य दोनों इलेक्ट्रोडों को अलग

स्टैक असेंबली और तैयार किया गया सेल

– अलग रखना है ताकि शार्ट सर्किट उत्पन्न होने से रोका जा सके और साथ ही विद्युत रासायनिक सेल के भीतर धारा के प्रवाहित होने के दौरान एक बंद परिपथ को निर्मित करने के लिए आवश्यक आयनिक आवेश वाहकों का संचरण होता रहे।

पृथक्कारक किसी भी द्रव वैद्युत अपघट्य बैटरियों के महत्वपूर्ण संघटक होते हैं। पृथक्कारक में आमतौर पर एक बहुलकीय झिल्ली लगी होती है जो एक सूक्ष्म सरंध्र संस्तर निर्मित करती है। इसे वैद्युत अपघट्य और इसकी सामग्रियों के संदर्भ में रासायनिक तथा वैद्युत रासायनिक दृष्टि से स्थिर होना आवश्यक है तथा साथ ही इसे यांत्रिक रूप से इतना मजबूत होने की आवश्यकता है ताकि यह बैटरी के निर्माण के दौरान उत्पन्न होने वाले उच्च तनन बल को सहन कर सके। यह बैटरियों के लिए इस दृष्टि से महत्वपूर्ण है क्योंकि इसकी संरचना और गुणों का बैटरी के कार्य निष्पादन तथा साथ ही इसके ऊर्जा स्तर एवं शक्ति घनत्व, चक्र आयु एवं सुरक्षा पर उल्लेखनीय प्रभाव पड़ता है।

इलेक्ट्रोड, इलेक्ट्रोड पुंज एवं सेल को तैयार करने से संबंधित प्रक्रम

बैटरी के अभिकल्प से संबंधित पैरामीटर

बैटरी को उसके अभिकल्प से संबंधित निम्नलिखित पैरामीटरों को ध्यान में रखते हुए अभिकल्पित किया जाता है:

शक्ति सीमांक (वाट घंटा या ऐंपियर घंटा)

इससे संबंधित पैरामीटर का निर्धारण आपातकालीन लोड धारा एवं उसकी अवधि तथा साथ ही इंजन को चालू करने से संबंधित प्रोफाइल के आधार पर किया जाता है। वायुयान में प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरियां उच्च निष्पादन करने वाली बैटरियां होती हैं तथा इन्हें इंजन को चालू करते समय आवश्यक 40C (यहां C से बैटरी की घोषित क्षमता सूचित होती है) तक की धारा की आपूर्ति करने को ध्यान में रखते हुए अभिकल्पित किया जाता है।

अधिकतम वोल्टता (24 वोल्ट)

वायुयानों में प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरियों के लिए मानक वोल्टता का मान 24 वोल्ट निर्धारित किया गया है। पूरी तरह से चार्ज किए गए सिल्वर–जिंक सेल के संबंध में विवृत परिपथ वोल्टता (ओ सी वी) का वोल्टता मान 1.8 वोल्ट होता है तथा 27 वोल्ट की वोल्टता सृजित करने वाली बैटरी को तैयार करने के लिए 15 सेलों की आवश्यकता होती है। लोड आरोपित किए जाने पर वोल्टता का मान घटकर लगभग 24 वोल्ट हो जाता है। लेड ऐसिड बैट्री को तैयार करने के लिए दो मोनो ब्लॉकों की आवश्यकता होती है जिनमें से प्रत्येक में छह सेल निहित होते हैं। पूरी तरह से चार्ज किए गए लेड ऐसिड (एल ए) बैटरियों के संबंध में विवृत परिपथ वोल्टता (ओसीवी) का मान 2.1 वोल्ट है तथा खुले परिपथ की स्थिति में बैटरी की कुल वोल्टता का मान बढ़कर 25.2 हो जाता है। निकल–कैडमियम बैटरियों में एक बैटरी के भीतर 20 सेलों को प्रयोग में लाया जाता है तथा पूरी तरह से चार्ज किए गए निकल – कैडमियम बैटरियों के संबंध में विवृत परिपथ वोल्टता (ओ सी वी) का मान 1.2 वोल्ट होता है तथा बैटरी द्वारा 24 वोल्ट की वोल्टता सृजित की जाती है।

वायुयान की विद्युत प्रणाली उड्डयानिकी प्रणालियों के लिए 28 वोल्ट की वोल्टता का उत्पादन करती है तथा ऑनबोर्ड बैटरी को चार्ज करने के लिए इसी विद्युत आपूर्ति को प्रयोग में लाया जाता है। 24 वोल्ट की अधिकतम अभिकल्प वोल्टता का प्रयोग करके उड़ान के दौरान बैटरी को दक्षतापूर्वक चार्ज किया जा सकता है।

न्यूनतम वोल्टता (20 वोल्ट)

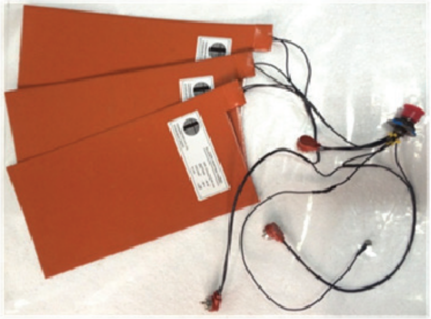
बैटरी के लिए निर्धारित की गई न्यूनतम वोल्टता का मान 20 वोल्ट होता है क्योंकि अधिकांश उड्डयानिकी प्रणालियां इस वोल्टता तक कोई धारा के मान में कोई भी क्षति उत्पन्न किए बिना कार्य करने में सक्षम होती हैं। (सैन्य मानक–704 ई/एफ)

सेलों की संख्या

किसी भी बैटरी में अपेक्षित सेलों की संख्या का निर्धारण उसके अंत्य सेल की वोल्टता के आधार पर किया जाता है। निकल–कैडमियम सेल के संबंध में इसके अंत्य सेल की वोल्टता 1 वोल्ट होती है जबकि लेड ऐसिड बैटरियों के संबंध में अंत्य सेल की वोल्टता का मान 1.8 वोल्ट और सिल्वर–जिंक बैटरियों के संबंध में अंत्य सेल की वोल्टता का मान 1.4 वोल्ट होता है। वायुयानों में प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरी के लिए निर्धारित की गई न्यूनतम तापमान 20 वोल्ट है जिसके लिए निकल–कैडमियम बैटरी में 20 सेलों की आवश्यकता होती है तथा लेड ऐसिड (एल ए) बैटरी में 12 सेलों एवं सिल्वर–जिंक बैटरी में 15 सेलों की आवश्यकता होती है।

न्यूनतम प्रचालन तापमान

न्यूनतम प्रचालन तापमान निविष्टि से संबंधित एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है क्योंकि बैटरी जो एक वैद्युत रासायनिक



तापीय सेंसर और तापन एलिमेंट

प्रणाली है, निम्न प्रचालन तापमान से कम तापमान पर कार्य करने में सक्षम नहीं होगी। यदि न्यूनतम प्रचालन तापमान बैटरी के न्यूनतम प्रचालन ताप से कम हो तो इसके लिए एक न्यूनतम विनिर्दिष्ट तापमान पर बैटरी का प्रचालन सुनिश्चित करने के लिए इसकी अभिकल्पना में तापीय सेंसर और तापन एलिमेंट को शामिल किए जाने की आवश्यकता होगी।

काल प्रभाव गुणांक

बैटरी का कार्य निष्पादन इसके संपूर्ण उपयोगी आयु के दौरान अपेक्षाकृत स्थिर बना रहता है। बैटरी अपनी संपूर्ण उपयोगी आयु के दौरान अभिकल्प में निर्धारित की गई अपेक्षाओं को पूरा कर सके इसे सुनिश्चित करने के लिए मानक के द्वारा यह निर्धारित किया गया है कि इसकी आरंभिक क्षमता अभिकल्प में निर्धारित की गई क्षमता का 125ः हो। इस अभिकल्प में प्रयुक्त काल प्रभाव गुणांक 1.25 है।

ऊर्जा घनत्व

ऊर्जा घनत्व दी गई प्रणाली या अंतराल क्षेत्र में प्रति इकाई आयतन या द्रव्यमान में भंडारित ऊर्जा की मात्रा को कहते हैं। हालांकि, परवर्ती अर्थात प्रति इकाई द्रव्यमान में भंडारित ऊर्जा को अधिक परिशुद्ध रूप में विशिष्ट ऊर्जा के रूप में परिभाषित किया जाता है। विशिष्ट ऊर्जा या भारात्मक ऊर्जा घनत्व से भार के अनुसार बैटरी की क्षमता (वाट घंटा प्रति किलोग्राम) परिभाषित होती है; जबकि ऊर्जा घनत्व या आयतन के अनुसार ऊर्जा घनत्व (वाट घंटा प्रति लीटर) लीटर में बैटरी केआयतन को प्रदर्शित करता है।

विभिन्न प्रकार के बैटरी संयोजक

वायुयान में प्रयुक्त बैटरी के संयोजकों (कनेक्टरों) का चयन धारा के अनुमतांक (करंट रेटिंग) तथा वायुयान की संस्थापन संबंधी अपेक्षाओं के आधार पर किया जाता है। चयनित या अभिकल्पित कनेक्टर द्वारा सैन्य मानक 3509, सैन्य मानक पी–18148 और सैन्य मानक पी आर एफ–18148 से संबंधित अपेक्षाओं को पूरा किया जाना आवश्यक है।

बैटरी का भौतिक भार

बैटरी का विनिर्दिष्ट भार तथा उसकी क्षमता से संबंधित अपेक्षाएं बैटरी के अभिकल्प के लिए प्रयोग में लाई गई आधारभूत प्रौद्योगिकी (अर्थात सिल्वर – जिंक, निकल – कैडमियम या लेड – एसिड बैटरी) को निर्धारित करती है।

बैटरी का ट्रे और इसका कंटेनर

बैटरी को आरोहित करने से संबंधित अपेक्षाएं इसके कंटेनर के यांत्रिक अभिकल्प और समग्र रूप गुणांक (फॉर्म फैक्टर) को शासित करती हैं।

पर्यावरण से संबंधित विनिर्दिष्टयां

वायुयान में प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरियां पर्यावरण की पूर्व निर्धारित दशाओं के अंतर्गत कार्य निष्पादन से संबंधित अपेक्षाओं को पूरा करने को ध्यान में रखते हुए अभिकल्पित की जाती हैं। निर्धारित की गई प्रचालन दशाएं बैटरी को अभिकल्पित करने में एक महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वहन करती हैं। सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक) स्वदेश में विकसित की गई विभिन्न प्रकार की वायुयान बैटरियों के अभिकल्प मूल्यांकन से संबंधित कार्य करता है

प्रौद्योगिकी विशेष हेतु फीडबैक फार्म

प्रौद्योगिकी विशेष अपने सम्मानित पाठकों से प्रौद्योगिकी विशेष की सामग्री तथा इसके विस्तार (कवरेज) की गुणवत्ता के बारे में फीडबैक देने का अनुरोध करता है। आपके द्वारा भेजा गया फीडबैक हमारे लिए महत्वपूर्ण है क्योंकि इससे हमें इस पत्रिका में संशोधन तथा परिवर्धन करने एवं बेहतर रूप में सेवा उपलब्ध कराने का अवसर प्राप्त होगा।

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 ☐

क्या प्रौद्योगिकी विशेष डी आर डी ओ के क्रियाकलापों को उपर्युक्त रूप में दर्शा रहा है? यदि नहीं, तो कृपया अपने सुझाव दें

हां ☐ नहीं ☐

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

सर्वोत्कृष्ट ☐ अच्छा ☐ संतोषजनक ☐ परिमार्जन की आवश्यकता है ☐

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

6 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 ☐

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

कृपया अपने सुझाव निम्नलिखित पते पर भेजें

निदेशक
डेसीडॉक, मेटकॉफ हाउस, दिल्ली–110054
दूरभाष : 011–23812252 फैक्स : 011–23819151
ई–मेल : director@desidoc.drdo.in

स्थानीय संवाददाता

आगरा : **श्री एस एम जैन :** हवाई वितरण अनुसंधान तथा विकास स्थापना (ए डी आर डी ई)

अहमदनगर : **श्री एस मुथुकृष्णन :** वाहन अनुसंधान तथा विकास स्थापना (वी आर डी ई)

अंबरनाथ : **डॉ. सुसन टाइटस**, नौसेना सामग्री अनुसंधान प्रयोगशाला (एन एम आर एल);

बेंगलूरू : **श्री एस सुब्बुकुट्टी,** वैमानिकी विकास स्थापना (ए डी ई); **श्रीमती एम आर भुवनेश्वरी,** वायुवाहित प्रणाली केन्द्र (कैब्स); **श्रीमती ए जी जे फहीमा :** कृत्रिम ज्ञान तथा रोबोटिकी केंद्र (केयर); **श्री आर कमलाकन्नण,** सैन्य उड़न योग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक); **श्रीमती जोसेफिन निर्मला**, रक्षा उड्डयानिकी अनुसंधान स्थापना (डेयर); **श्री बी के नागेश,** गैस टर्बाइन अनुसंधान स्थापना (जी टी आर ई); **डॉ. सुशांत क्षत्रे,** सूक्ष्म तरंग नलिका अनुसंधान तथा विकास केंद्र (एम टी आर डी सी)।

चंडीगढ़ : **श्री नीरज श्रीवास्तव,** चरम प्राक्षेपिकी अनुसंधान प्रयोगशाला (टी बी आर एल); **श्री एच एस गुसाईं**, हिम तथा अवधाव अध्ययन स्थापना (सासे)।

चेन्नई : **श्री पी डी जयराम,** संग्राम वाहन अनुसंधान तथा विकास स्थापना (सी वी आर डी ई)।

देहरादून : **श्री अभय मिश्रा,** रक्षा इलेक्ट्रॉनिक्स प्रयोज्यता प्रयोगशाला (डील); **श्री जे पी सिंह,** यंत्र अनुसंधान तथा विकास स्थापना (आई आर डी ई)।

दिल्ली : **डॉ. राजेन्द्र सिंह,** अग्नि, पर्यावरण तथा विस्फोटक सुरक्षा केंद्र (सीफीस); **डॉ. दीप्ति प्रसाद,** रक्षा शरीरक्रिया एवं संबद्ध विज्ञान संस्थान (डिपास); डॉ. डॉली बंसल, रक्षा मनोवैज्ञानिक अनुसंधान संस्थान (डी आई पी आर); **श्री राम प्रकाश,** रक्षा भूभाग अनुसंधान प्रयोगशाला (डी टी आर एल); **डॉ. अंजनी तिवारी,** नाभिकीय औषधि तथा संबद्ध विज्ञान संस्थान (इनमास); **श्रीमती अंजना शर्मा,** पद्धति अध्ययन तथा विश्लेषण संस्थान (ईसा); **डॉ. डी पी घई,** लेजर विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी केंद्र (लेसटेक); **सुश्री नूपुर श्रोतिय**, वैज्ञानिक विश्लेषण समूह (एस ए जी); **डॉ. ममता खनेजा,** ठोसावस्था भौतिक प्रयोगशाला (एस एस पी एल)।

ग्वालियर : **श्री आर के श्रीवास्तव,** रक्षा अनुसंधान तथा विकास स्थापना (डी आर डी ई)।

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 (डी एल आर एल); **डॉ. मनोज कुमार जैन,** रक्षा धातुकर्मीय अनुसंधान प्रयोगशाला (डी एम आर एल); **डॉ. के नागेश्वर राव**, रक्षा अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशाला (डी आर डी एल)

जोधपुर : **श्री रवींद्र कुमार,** रक्षा प्रयोगशाला (डी एल)

कानपुर : **श्री ए के सिंह**, रक्षा सामग्री तथा भंडार अनुसंधान तथा विकास स्थापना (डी एम एस आर डी ई);

कोच्चि : **सुश्री एम एम लता,** नौसेना भौतिक तथा समुद्र विज्ञान प्रयोगशाला (एन पी ओ एल)

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

पुणे : **श्री अजय कुमार पांडेय, डॉ. (श्रीमती) जे ए कनेटकर,** आयुध अनुसंधान तथा विकास स्थापना (ए आर डी ई); **डॉ. हिमांशु शेखर,** उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एच ई एम आर एल), **डॉ अनूप आनंद,** अनुसंधान तथा विकास स्थापना (इंजी.) ।

तेजपुर : **डॉ. एस एन दत्ता, डॉ सोनिका शर्मा** रक्षा अनुसंधान प्रयोगशाला (डी आर एल);

विशाखापत्तनम : **डॉ. (श्रीमती) वी विजय सुधा**, नौसेना विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी प्रयोगशाला (एन एस टी एल)।

संपादक मंडल प्रौद्योगिकी विशेष के इस अंक को तैयार करने में वाहन अनुसंधान एवं विकास स्थापना (वी आर डी ई), अहमदनगर के श्री के कामराज, वैज्ञानिक 'जी' द्वारा किए गए योगदान के लिए उनके प्रति अपना आभार व्यक्त करता है।

मुख्य सम्पादक	सह मुख्य सम्पादक	सम्पादक	सह सम्पादक	संपादकीय सहायता	विपणन
डॉ अलका सूरी	सुमति शर्मा	अजय कुमार	(1) राकेश कुमार (2) सुभाष नारायण	श्रीमती दिप्ती अरोड़ा	तपेश सिन्हा आर पी सिंह

डॉ अलका सूरी, निदेशक, डेसीडॉक द्वारा डी आर डी ओ की ओर से मुद्रित एवं प्रकाशित
प्रकाशक : डेसीडॉक, मेटकॉफ हाउस, दिल्ली–110054, दूरभाष : 011–23812252
फैक्स : 011–23819151, ई–मेल : director@desidoc.drdo.in

तथा इसने विभिन्न प्रकार के प्लेटफॉर्मों में प्रयोग में लाए जाने के लिए लगभग 22 प्रकार की बैटरियों का प्रमाणन किया है।

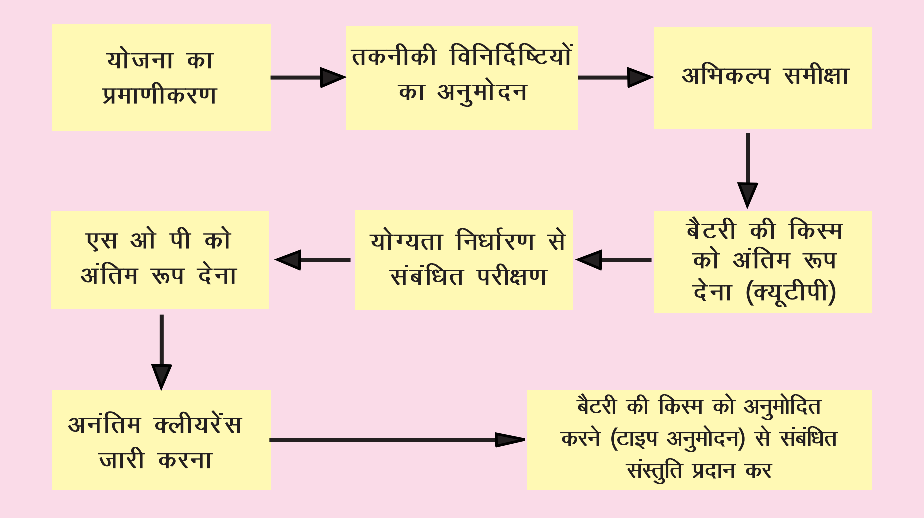
बैटरी से संबंधित योग्यता निर्धारण

इस बात को ध्यान में रखते हुए कि बैटरी एक मरम्मत नहीं की जा सकने वाली प्रणाली है, इसका योग्यता निर्धारण 4 से 5 बैटरियों के प्रतिदर्श आकार को ध्यान में रखते हुए किया जाता है। चूंकि बैटरी एक वैद्युत – रासायनिक प्रणाली है, अतः बैटरी के संबंध में किए गए वैद्युत परीक्षणों से बैटरी की उपयोगी आयु में कमी आती है। बैटरियों के योग्यता निर्धारण के दौरान किए जाने वाले वैद्युत परीक्षण तथा पर्यावरण परीक्षण को इनके प्रतिदर्श आकार के अनुसार संवितरित किया जाता है तथा सीमित पर्यावरण परीक्षण (उड़ान सुरक्षा परीक्षण) के पश्चात विकासात्मक उड़ान परीक्षणों के लिए दो बैटरियों को प्रमाणित किया जाता है। बैटरी के योग्यता निर्धारण के लिए निम्नलिखित विभिन्न मानकों का अनुपालन किया जा रहा है:

- सैन्य मानक–पी आर एफ–81757डी
- जे एस एस – 6410–2013
- आर टी सी ए – डी ओ–293 ए
- बी एस ई एन – 2570:1996
- आई एस 13300:1992

वैद्युत परीक्षण

बैटरियों के योग्यता निर्धारण के हिस्से के रूप में किए जाने वाले वैद्युत परीक्षणों में निम्नलिखित प्रक्रियाएं शामिल हैं :



वायुयानों में प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरियों के लिए योग्यता निर्धारण से संबंधित प्रक्रिया

क्षमता परीक्षण: परिवेशी निम्न और उच्च प्रचालन तापमान पर बैटरी का क्षमता परीक्षण 1सी उसके अनुमतांक के अनुसार भार आरोपित करके किया जाता है। इस परीक्षण के लिए प्रयोग में लाई गई बैटरी के लिए यह आवश्यक है कि उसके द्वारा निर्धारित अवधि के दौरान निर्धारित परिमाण में धारा की आपूर्ति की जाए।

परिवेशी निम्न एवं उच्च प्रचालन तापमान पर स्थिर वोल्टता की धारा का विसर्जन: यह परीक्षण कठोर स्वरूप का होता है जिसके लिए कड़े मानक प्रयोग में लाए जाते हैं तथा बैटरी से निष्कर्षित की जाने वाली आरंभिक धारा इसकी अनुमत धारा का लगभग 30 गुना होती है।

परिवेशी तथा निम्न तापमान पर तेजी से विसर्जन क्षमता: बैटरी द्वारा 10 सी अनुमतांक के अनुरूप धारा का विसर्जन किया जाना आवश्यक है

आवेश का प्रतिधारण: एक बार पूरी तरह से चार्ज की गई बैटरी 28 दिनों तक भंडारण में रखी जाती है। भंडारण के पश्चात इस बैटरी की क्षमता जांच द्वारा बैटरी के भंडारण की अवधि के दौरान उसकी क्षमता में आई किसी भी कमी को ज्ञात किया जाता है।

शॉर्ट सर्किट से संबंधित परीक्षण: यह जांच बैटरी के विफल होने की सर्वाधिक प्रतिकूल परिस्थिति में जबकि विफलता बैटरी के आवरण के भीतर निहित हो, तो उसकी जांच करने के लिए किया जाता है। इस परीक्षण से यह भी ज्ञात होता है कि विफलता पर रोक लगाने के लिए कितनी मात्रा में आउटपुट धारा बैटरी में प्रवाहित की जा सकती है।

–18 डिग्री सेल्सियस और –40 डिग्री सेल्सियस तापमान पर बैटरी के आवेशित रहने और उसके अनावेशित हो जाने से संबंधित परीक्षण: बैटरी को –18 डिग्री सेल्सियस और –40 डिग्री सेल्सियस तापमान पर चार्ज और डिस्चार्ज किया जाता है और यह प्रक्रिया इन ताप दशाओं के दौरान निर्दिष्ट अनुमतांक के अनुरूप क्रियान्वित की जाती है।

विद्युत रोधन प्रतिरोध: विद्युत रोधन प्रतिरोध का आशय बैटरी में प्रयुक्त विद्युत रोधी पदार्थों से होकर धारा के क्षरण के विरुद्ध प्रतिरोध की

मेगाओम में माप करने से है। विद्युत रोधन प्रतिरोध की माप 500 वोल्ट 250 वोल्ट दिष्ट धारा को प्रयोग में लाकर की जाती है। विद्युत रोधन का मान 10 मेगा ओम से अधिक होना चाहिए।

परावैद्युत सामर्थ्य परीक्षणः बैटरी में धारा को संवाहित करने वाले हिस्सों तथा इसके कंटेनर के बीच 1 मिनट की अवधि तक वाणिज्यिक आवृत्ति पर 1500 (आर एम एस) विभव की धारा प्रवाहित की जाती है। इस परीक्षण के दौरान यह आवश्यक है कि बैटरी में किसी भी प्रकार से भंग उत्पन्न न हो और न ही इसके विद्युत रोधी पदार्थों में किसी भी प्रकार की त्रुटि उत्पन्न हो।

इंजन को चालू करने से संबंधित प्रोफाइल परीक्षणः यह परीक्षण वायुयान के संबंध में निर्धारित की गई विनिर्दिष्टयों के अनुसार किया जाता है। यह प्रयास किया जाता है कि इस दौरान इंजन को चालू करने से संबंधित प्रोफाइल की माप कर ली जाए। इस परीक्षण को करना संभव होने की स्थिति में 20 सेकंड का स्पंद विसर्जन परीक्षण किया जाता है।

निकल–कैडमियम बैटरी के लिए जल खपत परीक्षणः इस परीक्षण को करने के लिए बैटरी पर 28.5 वोल्ट ‘ 0.1 वोल्ट की स्थिर वोल्टता का आवेश 23 ± 5 डिग्री सेल्सियस तापमान पर 2000 घंटे तक या बैटरी में अधिकतम भार क्षति होने तक आरोपित किया जाता है। बैटरी में इस प्रकार की क्षति निर्माता द्वारा घोषित सुरक्षित प्रचालन की स्थिति के अनुरूप क्षति के पहुंच जाने तक आरोपित की जाती है। बैटरी के भार में होने वाली क्षति से इसमें प्रयुक्त जल की मात्रा की माप होती है।

चक्र सह्यता परीक्षणः यह परीक्षण निकल–कैडमियम बैटरी पर अनुरक्षण से संबंधित कोई भी कार्य किए बिना में लाए जा सकने वाले आवेश विसर्जन चक्रों की संख्या को ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

गहन विसर्जन परीक्षणः यह परीक्षण यह ज्ञात करने के लिए किया जाता है कि बैटरी में गहन विसर्जन अवस्था से वापस आने की क्षमता उपलब्ध है अथवा नहीं। इस परीक्षण को करने के लिए बैटरी को पूरी तरह से अनावेशित कर दिया जाता है और उसके पश्चात 2 सप्ताह की अवधि तक इसके धनात्मक और ऋणात्मक टर्मिनलों के बीच 1 ओम का प्रतिरोधक संयोजित कर दिया जाता है। तत्पश्चात बैटरी पुनः आवेशित हुआ है अथवा नहीं, इसकी जांच करने के लिए चार्जिंग–डिसचार्जिंग से संबंधित परीक्षण किया जाता है।

प्रेरित विनाशी अति आवेशन (ओवर चार्जिंग) परीक्षणः यह परीक्षण तापीय दृष्टि से विघटित होने की दिशा में जा रही बैटरी के प्रभाव की जांच करने के लिए किया जाता है। इस परीक्षण से बैटरी की सुरक्षा निर्धारित की जाती है।

बैटरी की जांच करने के लिए परीक्षण व्यवस्थापन

वायुयान में प्रयोग में लाई जाने वाली बैटरियों के आवेशित एवं अनावेशित (चार्जिंग और डिसचार्जिंग) होने के संबंध में जांच करने के लिए विशेष प्रकार के उपकरणों की आवश्यकता

मैसर्स एच बी एल पावर सिस्टम, हैदराबाद में आवश्यकता के अनुरूप परिवर्तनशील उच्च दर की विसर्जन प्रणाली

आवश्यकता के अनुरूप परिवर्तनशील स्थिर धारा/स्थिर विभव चार्जर

होती है। लेड ऐसिड बैटरी प्राय:एक स्थिर विभव पर आवेशित की जाती है जबकि निकल–कैडमियम और सिल्वर–जिंक बैटरी प्राय: नियत धारा पर चार्ज की जाती है। योग्यताता निर्धारण के दौरान बैटरियों को उनके कार्य निष्पादन के संबंध में की जाने वाली जांच के हिस्से के रूप में विभिन्न दरों और विभिन्न पर्यावरण दशाओं के अंतर्गत आवेशित एवं अनावेशित (चार्जिंग और डिसचार्जिंग) किया जाता है। इसके लिए परिशुद्ध एवं अंशांकित आवेशित एवं अनावेशित (चार्जिंग और डिसचार्जिंग) उपकरणों की आवश्यकता होती है। यहां दिए गए चित्र में विभिन्न प्रकार की बैटरियों के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले सी पी/सी आई चार्जर को दर्शाया गया है। बैटरियों के योग्यता निर्धारण से संबंधित परीक्षण के लिए उच्च दर की डिसचार्जिंग प्रणाली प्रयोग में लाई जाती है। इस डिसचार्जिंग प्रणाली से नियंत्रित और विभिन्न उच्च दरों अर्थात 1सी, 5सी, 10सी दरों पर बैटरी को डिस्चार्ज करने, इंजन को चालू करने से संबंधित प्रोफाइल और सी वी डिसचार्जिंग से संबंधित परीक्षण किए जा सकते हैं। यह प्रणाली 2000 ऐंपियर की धारा को अनावेशित करने में सक्षम है।

पर्यावरण से संबंधित परीक्षण

बैटरी पर उसके योग्यता निर्धारण से संबंधित परीक्षणों के हिस्से के रूप में पर्यावरण से संबंधित परीक्षण किए जाते हैं जो निम्नलिखित हैं:

भौतिक जांच: इस परीक्षण के दौरान बैटरी की विमा, उसके भार और उसकी परिसज्जा आदि के संबंध में जानकारी प्राप्त की जाती है ताकि अलग–अलग विमानों में प्रयोग में लाए जाने के संबंध में निर्धारित की गई विनिर्दिष्टयों से संबंधित अपेक्षाएं ज्ञात की जा सकें।

कंपन परीक्षण: बैटरियों का कंपन परीक्षण सैन्य मानक 810 जी विधि 514.6 के अनुसार किया जाता है। इस परीक्षण में एक अनुनाद जांच और एक त्वरित उपयोगी आयु परीक्षण शामिल है।

अनुनाद जांच: अनुनाद जांच 50 हट्र्ज से 500 हट्र्ज तक की आवृत्ति के संबंध में 0.5 ग्राम भार पर की जाती है तथा इस दौरान अनुनाद आवृत्तियों का मान निर्धारित की गई सीमा से 2 गुना से अधिक रखी जाता है। घूर्णी पंख वाले वायुयानों के लिए कंपन प्रोफाइल का निर्धारण साइन ओवर रेंडम मानक के अनुरूप किया जाता है। कंपन की अत्यधिक मात्रा में उपस्थिति का आकलन वायुयान में प्रयुक्त ब्लडों की संख्या, इसके मुख्य रोटर और पुच्छ रोटर की गति एवं बैटरी संस्थापित किए जाने वाले स्थान की अवस्थिति के आधार पर किया जाता है।

स्थिर पंख वाले वायुयानों जैसे कि जेट विमानों और प्रोपेलर्स विमानों के लिए निर्धारित किए गए मानक के अनुसार कंपन विनिर्दिष्ट जेट विमानों के लिए विनिर्दिष्ट 'रेंडम वाइब्रेशन यादृच्छिक कपन' तथा प्रोपेलर वायुयानों के लिए 'रेंडम ऑन रेंडम' निर्धारित किया गया है। बैटरी पर परीक्षण के उपरांत यह 5 मिनट की अवधि के दौरान 9सी दर पर डिस्चार्ज होता है।

प्रचालनात्मक प्रघात एवं क्रैश सुरक्षा: आर टी सी ए–डी ओ–160, सेक्शन–7 के अनुसार प्रचालनात्मक आपात (11 मिलि सेकंड तक अधिकतम 6 ग्राम, प्रत्येक अक्ष पर 3 प्रघात) और क्रैश सुरक्षा परीक्षण (11 मिलि सेकंड की अवधि तक अधिकतम 20 ग्राम, प्रत्येक अक्ष पर 3 प्रघात) परीक्षण किए जाते हैं। परीक्षण के उपरांत बैटरी 5 मिनट के दौरान 9 सी दर पर विसर्जित हो जाती है।

ताप और तुंगता परीक्षण: यह परीक्षण आर टी सी ए/डी ओ 293 ए सेक्शन 3.5 के अनुसार किया जाता है। इस परीक्षण को करने का उद्देश्य प्रचालन के दौरान सामने आने वाली दशाओं के अंतर्गत बैटरी की सुरक्षा को सत्यापित करना है। इस परीक्षण की संपूर्ण अवधि के दौरान आवश्यक है कि बैटरी को जिस कंटेनर में रखा गया है उसे और अन्य उपकरणों में किसी प्रकार का विदारण उत्पन्न न हो तथा साथ ही कनेक्टर के आसपास के क्षेत्रों में भी तापन की स्थिति उत्पन्न न हो।

ताप प्रघात परीक्षण: यह परीक्षण आर टी सी ए/डी ओ–160 सेक्शन 3.6 के अनुसार किया जाता है। इस परीक्षण को करने का उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि परीक्षण के दौरान किसी भी समय बैटरी के किसी भी भाग में किसी भी प्रकार की यांत्रिक विफलता या वैद्युत अपघट्य में किसी प्रकार का क्षरण या उसमें बिखराव की घटना उत्पन्न न हो।

कवक प्रतिरोध परीक्षण: यह परीक्षण सैन्य मानक–810जी विधि 508.6 के अनुसार किया जाता है। इस परीक्षण को करने का उद्देश्य बैटरी के सभी अवयवों की कवक के विरुद्ध

प्रतिरोधकता का आकलन करना है।

आर्द्रता परीक्षण: यह परीक्षण सैन्य मानक–810 जी विधि 507.5 के अनुसार किया जाता है। इस परीक्षण को करने का उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि बैटरी के किसी भी भाग में संक्षारण उत्पन्न न हो तथा इसके किसी भी भाग में किसी भी प्रकार की भौतिक/यांत्रिक विफलता या किसी भी सेल या बैटरी के आवरण या ऊपरी भाग में किसी भी प्रकार का विदारण उत्पन्न न हो तथा बैटरी में प्रयुक्त विद्युत रोधी पदार्थ में कोई भी विदारण की स्थिति तथा बैटरी के किसी भी भाग के संरक्षी आवरण में किसी भी प्रकार की क्षति उत्पन्न हो।

तरल संदूषण परीक्षण: यह परीक्षण सैन्य मानक–810जी विधि 504.1 के अनुसार किया जाता है। इस परीक्षण को करने का उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि बैटरी के संपूर्ण पृष्ठीय क्षेत्र में विमान इंधन, हाइड्रोलिक आयल, स्नेहक तेल, विलायक/मार्जक तरल, विहिमन तरल पदार्थ, शीतलक तरल को प्रयोग में लाया गया है।

साल्ट स्प्रे परीक्षण: यह परीक्षण आर टी सी ए/डी ओ–160 सेक्शन 14 के अनुसार किया जाता है। इस परीक्षण को करने का उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि परीक्षण के उपरांत बैटरी के किसी भी भाग में संक्षारण की स्थिति उत्पन्न न हो।

85 डिग्री सेल्सियस ताप पर बैटरी की भौतिक रूप में संपूर्णता परीक्षण: यह परीक्षण आर टी सी ए/डी ओ–293ए सेक्शन 3.11 के अनुसार किया जाता है। इस परीक्षण के लिए बैटरी को उसके हैंडल से पकड़कर किसी समतल सतह पर रखा जाता है। इसके पश्चात इसे इसके वेन्ट ट्यूब से पकड़कर किसी समतल सतह पर रखा जाता है और यह सुनिश्चित किया जाता है कि बैटरी में किसी प्रकार का अपरूपण, विदारण, वंकन या वेन्ट ट्यूब के संयोजन बिंदु पर किसी भी प्रकार की क्षति उत्पन्न न हो तथा उसके आवरण में किसी प्रकार की टूट–फूट न हो।

वैद्युत अपघट्य प्रतिरोध परीक्षण: यह परीक्षण आर टी सी ए/डी ओ–293ए सेक्शन 3.12 के अनुसार किया जाता है। इस परीक्षण को करने का उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि की बैटरी में परीक्षण के दौरान या उसके पश्चात विदारण, गर्त निर्माण, स्केलिंग, संक्षारण, या किसी प्रकार का अन्य क्षतिकारक प्रभाव उत्पन्न न हो। पहचान हेतु बैटरी पर लगाए जाने वाले चिह्न से यह प्रदर्शित हो कि बैटरी में किसी भी प्रकार का मैल, गंदगी, चिप निर्माण या आकुंचन अथवा किसी प्रकार का हानिकारक पदार्थ उत्पन्न नहीं हो रहा है।

निकास वाल्व परीक्षण: यह परीक्षण आर टी सी ए/डी ओ–293ए सेक्शन 3.14 के अनुसार किया जाता है। इस परीक्षण के दौरान बैटरी सेल को नल के जल में डूबा दिया जाता है और जिस स्थान से गैस निकल रही हो उसकी अवस्थिति ज्ञात की जाती है। निर्धारित मानकों के अनुसार आवश्यक है कि फिलर कैप वेन्ट को छोड़कर सेल के किसी भी भाग से गैसें बाहर न निकलें।

सेल के कंटेनर का परीक्षण: यह परीक्षण आर टी सी ए/डी ओ –293ए सेक्शन 3.14.13 के अनुसार किया जाता है। सेल के कंटेनर का परीक्षण यह सुनिश्चित करने के उद्देश्य से किया जाता है कि सेल के बाहरी आवरण में वेन्ट ट्यूब के संपूर्ण दाब रेंज के दौरान किसी भी प्रकार का विदारण उत्पन्न हुए बिना तथा बैटरी में प्रयुक्त विद्युत रोधी पदार्थ की प्रतिरोधकता में किसी भी प्रकार की क्षति या विफलता उत्पन्न हुए बिना बैटरी सफलतापूर्वक कार्य करेगा।

सेल के कनेक्टर पात्र का सामर्थ्य परीक्षण: यह परीक्षण आर टी सी ए/डी ओ–293ए सेक्शन 3.15 के अनुसार किया जाता है। सेल के कनेक्टर पात्र का सामर्थ्य परीक्षण यह सुनिश्चित करने के उद्देश्य से किया जाता है कि सेल का कनेक्टर पात्र वायुयान के गति की अवस्था में होने के दौरान डिस्कनेक्ट न हो।

हैंडल सामर्थ्य परीक्षण: यह परीक्षण आर टी सी ए/डी ओ –293ए सेक्शन 3.16 के अनुसार किया जाता है। इस परीक्षण के दौरान प्रत्येक बैटरी के हैंडल पर बैटरी के भार का 1.5 गुना तनन भार आरोपित किया जाता है। यह परीक्षण यह सुनिश्चित करने के उद्देश्य से किया जाता है कि हैंडल सही रूप में काम कर रहा है अथवा नहीं। यदि बैटरी में तापमान को ज्ञात करने के लिए तथा बैटरी को अति तापित या अति आवेशित होने से बचाने के लिए कोई तापीय सेंसर लगा हुआ हो तो इस प्रकार की बैटरी के योग्यता निर्धारण के लिए कुछ अतिरिक्त परीक्षण किए जाने की आवश्यकता होगी।

बैटरियों के उड़ान परीक्षण और योग्यता निर्धारण के लिए संगामी

प्रक्रिया अपनाई जाती है। इसके लिए दो प्रतिदर्श बैटरियों का एस ओ एफ परीक्षण करने के उपरांत भूमि पर वायुयान में बैटरी को संस्थापित करने, इंजन को चालू करने और आपात स्थिति में भार परीक्षण के लिए क्लीयरेंस प्रमाण पत्र प्रदान किया गया है। वायु उड़नयोग्यता से संबंधित मूल्यांकन का कार्य सफलतापूर्वक पूरा होने के पश्चात आर सी एम ए, हैदराबाद द्वारा इन बैटरियों के उत्पादन के लिए अनंतिम प्रमाण पत्र प्रदान किया गया है जो 1 वर्ष की अवधि के लिए वैध है। बाद में सैन्य उड़नयोग्यता प्रमाणीकरण केन्द्र (सेमीलेक) द्वारा टाइप अनुमोदन प्रमाण पत्र प्रदान किया जाता है जो 5 वर्षों की अवधि के लिए वैध होता है।

कनेक्टर का योग्यता निर्धारण

बैटरियों के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले कनेक्टर के योग्यता निर्धारण के लिए अतिरिक्त परीक्षण किए जाने की आवश्यकता होती है। इन परीक्षणों में निम्नलिखित शामिल है

भौतिक निरीक्षण: इस परीक्षण द्वारा यह सुनिश्चित किया जाता है कि कनेक्टर की विमाएं, भार तथा परिसज्जा निर्धारित की गई विनिर्दिष्टियों के अनुरूप है।

परावैद्युत सामर्थ्य परीक्षण: यह परीक्षण बैटरी के परावैद्युत विभंग की जांच करने के लिए किया जाता है। इस परीक्षण के लिए कनेक्टर के विद्युत कनेक्शनों के बीच 611 सेकंड की अवधि तक 600 हट्‌र्ज तक की किसी भी आवृत्ति पर 2500 500 वोल्ट का विभव आरोपित किया जाता है। ऐसा करके यह जांच किया जाता है कि इस दौरान बैटरी से परावैद्युत विभंग को प्रदर्शित करने वाला कोई स्फुलिंग न निकले।

विद्युत रोधी पदार्थ का प्रतिरोध परीक्षण: यह परीक्षण बैटरी में प्रयुक्त विद्युत रोधी पदार्थों के प्रतिरोध की जांच करने के लिए किया जाता है। इस परीक्षण के लिए कनेक्टर के विद्युत कनेक्शनों के बीच 611 सेकंड की अवधि तक 600 हट्‌र्ज तक की किसी भी आवृत्ति पर 500 100 वोल्ट के प्रभावी मान का विभव आरोपित किया जाता है तथा इस दौरान प्रवाहित होने वाली अधिकतम धारा की माप की जाती है तथा उत्पन्न प्रतिरोध का परिकलन किया जाता है।

प्रचालक बलाघूर्ण की माप: प्लग को उसके समनुरूप आधान में पूरी तरह से प्रविष्ट कराते हुए प्लग के हैंडल को घुमाया जाता है तथा इस दौरान उत्पन्न अधिकतम बलाघूर्ण के मान की माप की जाती है। तत्पश्चात एक बार फिर से प्लग को उसके आधान से बाहर निकालने के लिए घुमाया जाता है तथा इस दौरान भी उत्पन्न अधिकतम बलाघूर्ण के मान की माप की जाती है। इन दोनों ही स्थितियों में बलाघूर्ण के प्राप्त मानों को दर्ज करके प्लग का निरीक्षण किया जाता है।।

संपर्क प्रतिरोध परीक्षण: आधान के पिनों को तांबे के ऐसे प्लेटों के निकट लाया जाता है जिनके अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल इन पिनों के अनुप्रस्थ परिच्छेद के क्षेत्रफल से अधिक हो। आधान में उसके समनुरूप कनेक्टर को प्रविष्ट कराया जाता है और 50.1 मिनट की अवधि तक 75015 ऐंपियर की धारा प्रवाहित जाती है तथा एक उपयुक्त उपकरण का प्रयोग कर कनेक्टरों के बीच वोल्टता पात की माप की जाती है। मापित अधिकतम वोल्टता पात का प्रयोग करके संपर्क प्रतिरोध का परिकलन किया जाता है।

उपयोगी आयु परीक्षण: प्लग पर 5000 चक्र और आधान पर 1500 चक्र आरोपित किए जाते हैं जिनकी दर 30 चक्र प्रति मिनट से अधिक नहीं होती है। प्लग को आधान में एक बार प्रविष्ट कराए जाने और एक बार बाहर निकाले जाने पर एक चक्र पूरा होता है। पर्यावरण से संबंधित अन्य परीक्षण जैसे कि ताप प्रघात परीक्षण, यांत्रिक प्रघात परीक्षण, आर्द्रता परीक्षण, निलंबन परीक्षण, लवण कुहरा परीक्षण तथा कंपन परीक्षण के साथ ही बैटरी के योग्यता निर्धारण से संबंधित परीक्षण भी किए जाते हैं।

निकल - कैडमियम बैटरी के संबंध में उपयोगी आयु चक्र के संबंध में नीति

सभी निर्माताओं द्वारा निर्मित की गई बैटरियों की उपयोगी आयु से संबंधित आयु चक्र नीति में एकरूपता लाने के लिए क्षेत्रीय सैन्य उड़नयोग्यता केंद्र (आर सी एम ए), हैदराबाद ने प्रयोक्ताओं के साथ मिलकर एक पहल की है तथा निकल कैडमियम बैटरियों की उपयोगी आयु चक्र से संबंधित नीति का मानकीकरण किया जो निम्नानुसार है :

निकल कैडमियम बैटरियों से संबंधित उपयोगी आयु चक्र संबंधी नीति

पैरामीटर	पूरा किए जाने वाले अनिवार्य मानदंड
कुल तकनीकी आयु (भंडारण आयु +प्रचालन आयु)	विनिर्माण की तारीख से अधिकतम 5 वर्ष
भंडारण आयु	विनिर्माण की तारीख से अधिकतम 3 वर्ष बशर्ते कि बैटरियां मूल निर्माता द्वारा ओ ई एम पैक की गई स्थिति में भंडार में रखी गई हों
प्रचालन आयु	विनिर्माण की तारीख से अधिकतम 5 वर्ष बशर्ते कि भंडारण आयु+प्रचालन आयु का कुल योग 5 वर्षों से कम या बराबर हो तथा साथ ही भंडारण आयु 3 वर्षों से अधिक न हो।
क्षमता परीक्षण मान	अनुमत क्षमता के 85: के बराबर या अधिक
बैटरी के आधान की उपयोगी आयु	विनिर्माण की तारीख से अधिकतम 5 वर्ष

सैन्य उड़नयोग्यता प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक) द्वारा अनुमोदित की गई विभिन्न प्रकार की बैटरियां

बैटरियां	प्लेटफॉर्म	टी ए संख्या
3.5 ऐंपियर–घंटा, निकल–कैडमियम	किरण–I	1096
40 ऐंपियर–घंटा, निकल–कैडमियम	जगुआर, चीता, चेतक, मिराज, किरण–II	1033
25 ऐंपियर–घंटा, निकल–कैडमियम	ए एन–32	1049
25 ऐंपियर–घंटा, निकल–कैडमियम	आई एल–76,एस यू–30, के ए–28, के एम–31	1048
25 ऐंपियर–घंटा, निकल–कैडमियम	एम आई–8/एम आई–17	1041
16 ऐंपियर–घंटा, निकल–कैडमियम	एच पी टी–32	1070
45 ऐंपियर –घंटा, सिलवर–जिंक	मिग–21	900R
45 ऐंपियर –घंटा, सिलवर–जिंक	मिग–21	605R
23 ऐंपियर–घंटा, निकल–कैडमियम	एच एस–748(चित्रा)	726R
18 ऐंपियर–घंटा, निकल–कैडमियम	किरण/प्ए	1132
14.4 लिथियम थायोनिल क्लोराइड बैटरी टाइप 4/10 और 4/27	कार्मिकों को आपात की स्थिति से बचाव हेतु प्रयोग में लाए जाने वाले प्रकाश स्तंभ	968

संपादक मंडल प्रौद्योगिकी विशेष के इस अंक को तैयार करने में क्षेत्रीय सैन्य उड़नयोग्यता केंद्र (आर सी एम ए), हैदराबाद के श्री के बी एस राव, वैज्ञानिक 'जी' तथा क्षेत्रीय निदेशक; श्री राम सिंह, वैज्ञानिक 'एफ'; तथा श्री डी रविंद्र, एस टी ए, 'बी' द्वारा किए गए योगदान के लिए उनके प्रति अपना आभार व्यक्त करता है।