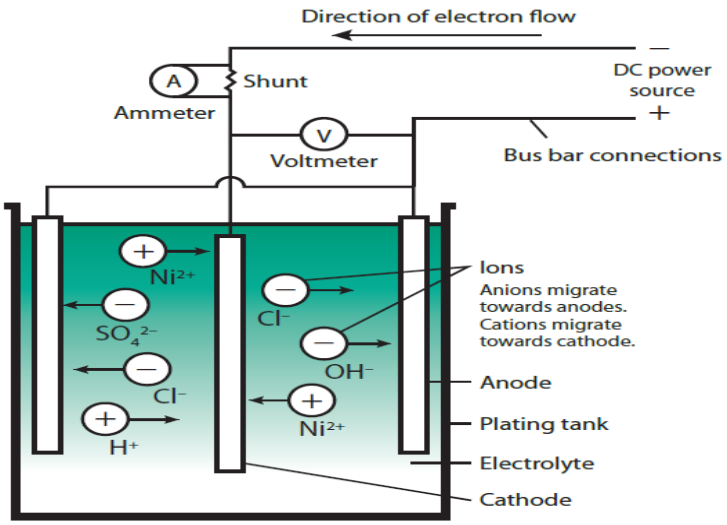
इलेक्ट्रोप्लेटिंग

इलेक्ट्रोप्लेटिंग एक ऐसी प्रक्रिया है जो कम्पोनेंट की उपस्थिति या गुणों को बढ़ाने के लिए एक सब्सट्रेट पर धातु की एक परत जमा करती है। इलेक्ट्रोप्लेटिंग इलेक्ट्रो डिपोजिशन का एक रूप है। यद्यपि धातुओं की एक विस्तृत श्रृंखला को इलेक्ट्रो डिपाज़िट किया जा सकता है, हम इसे निकल प्लेटिंग तक सीमित रखेंगे।

1. इलेक्ट्रो डिपाज़िट की मूल प्रक्रिया

इलेक्ट्रो डिपोजिशन प्रक्रिया में अनिवार्य रूप से इलेक्ट्रोलाइट में डूबे दो इलेक्ट्रोड के बीच एक विद्युत प्रवाह शामिल होता है। पॉज़िटिव चार्ज किए गए इलेक्ट्रोड को एनोड के रूप में जाना जाता है जबकि निगेटिव चार्ज किया गया इलेक्ट्रोड कैथोड है। इलेक्ट्रोलाइट में विद्युत आवेशित कण या आयन होते हैं। जब इलेक्ट्रोड के बीच एक विद्युत क्षमता या वोल्टेज लागू किया जाता है तो ये आयन विपरीत चार्ज के साथ इलेक्ट्रोड की ओर चले जाते हैं - पॉज़िटिव चार्ज आयन कैथोड और निगेटिव चार्ज एनोड। इससे इलेक्ट्रॉनों एक जगह से दूसरी जगह ट्रान्सफर होते हैं, यह करेंट फ्लो है, इस तरह इलेक्ट्रोड के बीच इलैक्ट्रिक सर्किट पूरा होता है। विद्युत ऊर्जा की आपूर्ति एक डीसी विद्युत स्रोत जैसे कि एक रेक्टिफायर द्वारा की जाती है। आम तौर पर इलेक्ट्रोप्लेटिंग में, एनोड धातु से बने होते हैं। इन्हें 'घुलनशील' एनोड्स के रूप में जाना जाता है।



इलेक्ट्रोप्लेटिंग के दौरान, पॉज़िटिव चार्ज मेटल आयन कैथोड की तरफ आकर्षित होते है (जिससे प्लेटिंग की जाती है) और मेटल सतह पर जमा हो जाता है। इसलिए कम्पोनेंट को मेटल से कोट किया जाता है। एनोड पर रिवर्स प्रभाव होता है और, घुलनशील एनोड के साथ, और अंत में मेटल आयन का निर्माण होता है।

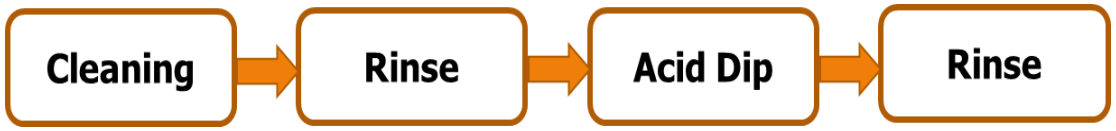
निकल प्लेटिंग के लिए, इलेक्ट्रोलाइट में अन्य घटकों के साथ घुलनशील निकल साल्ट होते हैं, जो 'रसायन विज्ञान के निकेल प्लेटिंग सोल्युशंस' पर चर्चा की जाएगी। घुलने पर, पॉज़िटिव चार्ज किए गए निकल आयनों (नी ++) के साथ निगेटिव चार्ज आयन को निकेल साल्ट अलग कर देता है। जब करेंट फ्लो होता है, तो पॉज़िटिव आयन दो इलेक्ट्रॉन के साथ प्रतिक्रिया करते हैं और कैथोड सतह पर मेटलिक निकल में परिवर्तित हो जाते हैं। एनोड में मेटलिक निकल घुल जाता है, और पॉज़िटिव चार्ज आयन सोल्यूशंस में मिश्रित हो जाता है।

2. इलेक्ट्रोप्लेटिंग की जरूरत

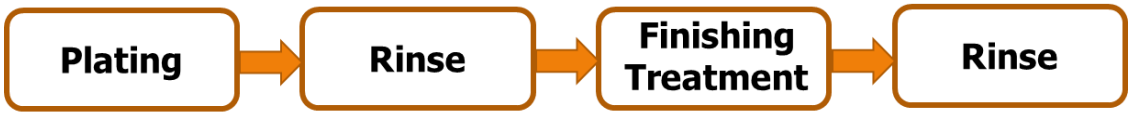
- रासायनिक गुण - संक्षारण प्रतिरोध बढ़ाएँ
- भौतिक गुण - भाग की मोटाई बढ़ाना
- यांत्रिक गुण- तन्य शक्ति और कठोरता बढ़ाएँ

3. फ्लो ऑफ प्लेटिंग की आसान प्रक्रिया

3.1 सतह तैयार करने की प्रक्रिया



3.2 सतह पर काम करने की प्रक्रिया



4. जमा करने की दर

अपने पारंपरिक कार्य में, इलेक्ट्रो डिपोजिशन पर, माइकल फैराडे ने दिखाया कि कैथोड पर धातु की मात्रा और एनोड में घुलने वाली मात्रा सीधे पारित बिजली की मात्रा के आनुपातिक हैं - दूसरे शब्दों में इलेक्ट्रो डिपोजिशन में करेंट और समय।

फैराडे परमाणु भार और इलेक्ट्रोकेमिकल प्रतिक्रिया में शामिल इलेक्ट्रॉनों की संख्या को जमा या घुलना एक विशेष धातु की मात्रा से भी संबंधित है। इसमें शामिल इलेक्ट्रॉनों की संख्या को धातु की वैलेंसी चिन्हित की जाती है। परमाणु भार को वैलेंसी से विभाजित किया जाता है उसे रासायनिक समतुल्य या समकक्ष भार के रूप में जाना जाता है।

फैराडे ने बताया कि एक धातु के बराबर 1 ग्राम को जमा करने या घुलने के लिए आवश्यक बिजली की मात्रा स्थिर है और इसका मूल्य 96,500 कुलम्ब (एम्पीयर-सेकंड) या 26.799 एम्पीयर-घंटे है। इसे फैराडे के कॉन्स्टेंट के रूप में जाना जाता है।

इसका उपयोग करते हुए, यह दिखाया जा सकता है कि कैथोड पर जमा निकेल का वजन और एनोड पर घुलने की मात्रा की गणना निम्नलीखित रूप से की जा सकती है:

$$W = 1.095\ It$$

यहाँ डब्ल्यू ग्राम में कैथोड (या एनोड में भंग) पर जमा निकेल की मात्रा है, आई वह करेंट है जो एम्परेज में प्लेटिंग टैंक से होकर बहता है और टी वह समय है जब करंट घंटों में प्रवाहित होता है।

यह माना गया है कि सभी करेंट को प्रभावी रूप से निकल के विघटन या विघटन में उपयोग किया जाता है (यानी करेंट दक्षता 100% है - इसे आगे नीचे समझाया जाएगा)।

उपरोक्त गणना में फैक्टर 1.095 फैराडे के पिछले पेज पर चर्चा की गई कृति से लिया गया है। निकल के लिए, परमाणु भार 58.70 है और वैलेंसी 2 है, जो 29.35 के बराबर वजन देता है। इसलिए, 26.799 एम्पीयर-घंटे निकल या (घुलना) 29.35 ग्राम निकल या 1.095 ग्राम प्रति एम्पीयर-घंटे जमा करेंगे।

इसलिए यह देखा जाएगा कि 100% करेंट दक्षता पर 1 एम्पीयर-घंटा निकल के 1.095 ग्राम जमा (या भंग) करेगा।

5. करेंट क्षमता

सामान्य तौर पर माध्यमिक विद्युत रासायनिक प्रतिक्रियाएं हो सकती हैं, जो करेंट के एक छोटे प्रतिशत का उपभोग करती हैं। आमतौर पर, पानी से हाइड्रोजन आयनों के निर्वहन में करेंट की थोड़ी मात्रा का उपयोग किया जाता है। डिस्चार्ज किया गया हाइड्रोजन कैथोड सतह पर हाइड्रोजन गैस के बुलबुले बनाता है।

कैथोड करेंट दक्षता बताई जाती है करेंट का प्रतिशत, कैथोड पर जमा किए गए निकल जिस पर पूर्ण करेंट प्रयोग किया गया। इसी तरह, एनोड करेंट दक्षता एनोड पर करेंट उत्पादक निकल आयनों के प्रतिशत को संदर्भित करता है।

अलग-अलग निकल सोल्युशंस की कैथोड करेंट दक्षता 90% से 97% तक हो सकती है। कुछ ब्राइट निकल सोल्युशंस की विशेषता है जो कम मोटाई में अधिकतम स्तर और चमक देने के लिए तैयार किए गए हैं। 96% का मान आमतौर पर एडिटिव-फ्री निकल समाधानों पर प्राप्त किया जाता है। 95.5% का आंकड़ा आमतौर पर सटीक आंकड़ों की अनुपस्थिति में अनुमान लगाने के लिए लागू किया जाता है।

निकल घुलने के लिए एनोड दक्षता लगभग हमेशा 100% है, बशर्ते कि पीएच और क्लोराइड का स्तर सामान्य ऑपरेटिंग रेंज के भीतर बनाए रखा जाता है।

क्योंकि कैथोड की कार्यकुशलता आम तौर पर एनोड की तुलना में कम होती है, निकल आयन एकाग्रता और समाधान का पीएच कार्य के दौरान धीरे-धीरे बढ़ेगा। हालांकि, कई मामलों में, निकल के कान्सन्ट्रेशन में वृद्धि को ड्रैग आउट या लीकेज के माध्यम से सोल्युशंस के नुकसानों से असंतुलित किया जा सकता है।

6. औसत कोटिंग मोटाई

औसत कोटिंग मोटाई निकेल के घनत्व (8.907 ग्राम सेमी -3) के उत्पाद द्वारा जमा किए गए वजन (ग्राम में) को विभाजित करके और सतह क्षेत्र को इलेक्ट्रोप्लेटेड (डीएम 2 में) द्वारा विभाजित किया जा सकता है। फिर माइक्रोमीटर (माइक्रोन) में मोटाई प्राप्त करने के लिए 100 से गुणा करें।
वैकल्पिक रूप से, निम्न गणना का उपयोग करके करेंट और समय से सीधे औसत मोटाई की गणना की जा सकती है:

$$T = \frac{12.294\ It}{A}$$

यहां T औसत मोटाई (µm) है और A वह क्षेत्र है जिसे इलेक्ट्रोप्लेटेड (dm2) किया जा रहा है, I वह धारा है जो एम्पीयर में प्लेटिंग टैंक से होकर गुजरती है और T वह समय है जब करंट घंटों में प्रवाहित होता है।

उपरोक्त गणना 100% कैथोड करेंट दक्षता पर आधारित है।

क्षेत्र I / A के करेंट के अनुपात को करेंट घनत्व के रूप में जाना जाता है। इसलिए, यह देखा जाएगा कि औसत मोटाई करेंट घनत्व और समय पर निर्भर करती है, जबकि निकल जमा (या एनोड पर घुलना) का वजन करेंट और समय पर निर्भर करता है। आमतौर पर निकल प्लेटिंग में, करेंट घनत्व एम्पीयर डीएम -2 के रूप में व्यक्त किया जाएगा।

निश्चित रूप से, एम्पीयर-घंटे या जरूरी मोटाई प्राप्त करने के लिए आवश्यक करेंट और समय का अनुमान लगाने के लिए तालिकाओं को संदर्भित करना सुविधाजनक होगा।

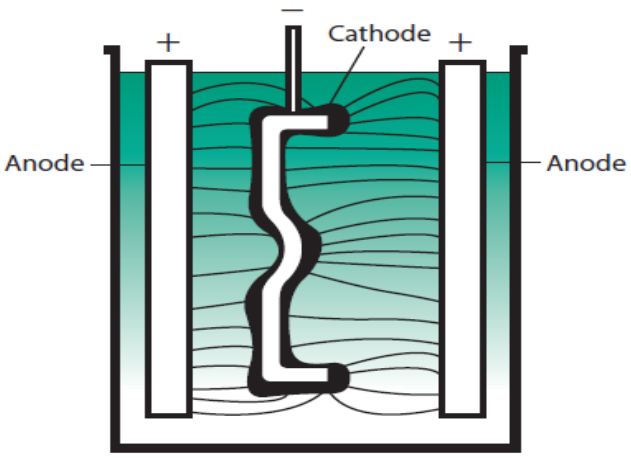
Time in minutes to deposit the indicated average thickness of nickel at various current densities.								
Current Density (A dm^{-2})	5 µm	10 µm	15 µm	20 µm	25 µm	30 µm	40 µm	50 µm
1	26	51	77	100	128	154	200	255
1.5	17	34	51	68	85	102	140	170
2	13	26	39	51	65	78	100	130
2.5	11	22	32	42	53	64	84	105
3	8.5	17	26	34	43	52	68	85
4	6.5	13	20	26	33	40	51	65
5	5	10	15	20	25	30	41	50
6	4.5	8.5	13	17	22	26	34	43

7. जमा मोटाई डिस्ट्रिब्यूशन

विशेष रूप से आकार के कम्पोनेंट्स पर, जमा मोटाई सामान्य रूप से एक समान नहीं होगी। सतह पर किसी भी बिंदु पर वास्तविक मोटाई को आमतौर पर स्थानीय मोटाई कहा जाता है। कोटिंग के लिए एक न्यूनतम स्थानीय मोटाई यह सुनिश्चित करने के लिए निर्दिष्ट की जाती है कि जिस तरह की उपलब्धि चाहते हैं उसे प्राप्त किया जा सके। इसलिए उन कारकों को समझना महत्वपूर्ण है जो जमा मोटाई वितरण को प्रभावित करते हैं। ये कारक करेंट डिस्ट्रिब्यूशन और कोटिंग सोल्युशंस को बाहर करने की शक्ति रखते हैं।

8. करेंट डिस्ट्रिब्यूशन

सतह पर किसी भी बिंदु पर वास्तविक मोटाई मुख्य रूप से उस बिंदु पर करेंट घनत्व पर निर्भर करती है। वर्तमान वितरण काफी हद तक ज्यामितीय कारकों द्वारा निर्धारित किया जाता है जैसे कि भाग का आकार, एनोड के सापेक्ष भाग का स्थान और कोटिंग रैक पर भागों की नियुक्ति। करेंट घनत्व कम एनोड से कैथोड दूरी के साथ करेंट प्रवाह के लिए कम प्रतिरोध के कारण प्रमुखता और एनोड के निकटतम क्षेत्रों पर अधिक होगा। इसके विपरीत, करेंट प्रवाह में वृद्धि के प्रतिरोध के कारण, अवकाशों में और छायांकित क्षेत्रों में एनोड से कम या दूर का सामना करना पड़ेगा। करेंट घनत्व में इन बदलावों का अनिवार्य रूप से मतलब है कि प्रमुखता प्राप्त क्षेत्रों की तुलना में अधिक मोटा कोटिंग प्राप्त करेंगे।



करेंट डिस्ट्रिब्यूशन निकल प्लेटिंग में धातु डिस्ट्रिब्यूशन को प्रभावित करने वाला प्रमुख कारक है। कुछ हद तक इन प्रभावों को भागों की उपयुक्त रैकिंग, एनोड की स्थिति या शील्ड या सहायक एनोड के उपयोग द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। शील्ड को नॉन- कनडकटिव सामग्रियों से निर्मित किया जाता है और करेंट प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए एनोड और कैथोड के बीच रखा जाता है। सहायक एनोड को मोटाई में वृद्धि की आवश्यकता वाले क्षेत्र में करेंट को निर्देशित करने के लिए कैथोड के करीब रखा जाता है। घुलनशील और अघुलनशील एनोड दोनों का उपयोग किया जा सकता है।

9. बाहर निकलने कि क्षमता

जिओमेट्रिक फ़ैक्टर्स के साथ, मेटल डिस्ट्रिब्यूशन कैथोड ध्रुवीकरण, कैथोड दक्षता – करेंट घनत्व संबंध और समाधान की विद्युत चालकता से प्रभावित होता है। इन कारकों और मेटल डिस्ट्रिब्यूशन के बीच जटिल संबंध को बाहर निकलने की क्षमता से मापा जाता है। प्रयोगात्मक रूप से बाहर निकलने की क्षमता निर्धारित की जा सकती है। सकारात्मक मूल्य प्रदर्शित करने वाले सोल्युशंस प्रमुख और पुनर्निर्मित क्षेत्रों के बीच मोटाई में भिन्नता को कम करने में सक्षम होंगे। नकारात्मक मानों के साथ विपरीत सोल्युशंस, जैसे क्रोमियम प्लेटिंग सोल्युशंस, अधिक से अधिक मोटाई भिन्नता प्रदर्शित कर सकते हैं, जो कि विशुद्ध रूप से जिओमेट्रिक कारकों पर आधारित होगा।
निकल प्लेटिंग सोल्युशंस के बाहर निकलने की क्षमता आम तौर पर सकारात्मक सीमा के निचले तरफ में गिरती है। कुछ ब्राइट निकल सोल्युशंस, हालांकि, छोटे नकारात्मक मूल्यों को रिकॉर्ड करते हैं। आम तौर पर करेंट डिस्ट्रिब्यूशन, और परिणामस्वरूप मेटल डिस्ट्रिब्यूशन, मुख्य रूप से जिओमेट्रिक फ़ैक्टर्स द्वारा निर्धारित किया जाएगा। हालांकि, करेंट घनत्व को कम करके, बाहर निकलने कि क्षमता में कुछ सुधार किया जा सकता है, जिससे सोल्युशंस की विद्युत चालकता बढ़ जाती है, एनोड-टू-कैथोड दूरी बढ़ जाती है, और पीएच और तापमान बढ़ जाता है। सोडियम सल्फेट की उच्च सांद्रता में सबसे अच्छी बाहर निकलने की क्षमता होती है ।

आंतरिक तनाव

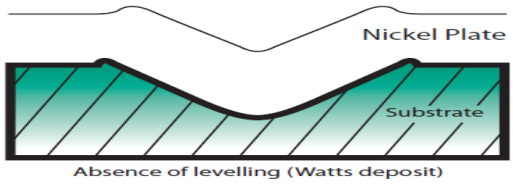
इलेक्ट्रो डिपोज़िशन के दौरान, इलेक्ट्रो क्रिस्टलीकरण प्रक्रिया के प्रभाव या अशुद्धियों, विशेष रूप से हाइड्रोजन और सल्फर के को- डिपोज़िशन के कारण डिपोज़िट में तनाव विकसित हो सकता है। तनाव या तो लचीला या संकुचित हो सकता है। लचीला तनाव के साथ डिपोज़िट करने का प्रयास अनुबंध के तहत होता है और चरम स्थितियों में यह कोटिंग दरार का कारण बन सकता है। संकुचित तनाव का विपरीत प्रभाव पड़ता है, जिसमें डिपोज़िट बढ़ जाता है।
तनाव एक महत्वपूर्ण विचार बन जाता है जब मोटी कोटिंग्स का उत्पादन होता है, विशेष रूप से इलेक्ट्रोफॉर्मिंग में जहां डिपोज़िट और मेनड्रेल के बीच लगाव को जानबूझकर अलग करने की सुविधा के लिए कम रखा जाता है।

इलेक्ट्रोडेपोसिटेड निकल में तनाव सोल्यूशंस संरचना और परिचालन स्थितियों के आधार पर एक विस्तृत श्रृंखला में अलग हो सकता है। आम तौर पर, एडिटिव्स के बिना वाट्स निकल समाधान ठेठ ऑपरेटिंग परिस्थितियों में 125 से 185 एमपीए की सीमा में लचीला तनाव का प्रदर्शन करेंगे। सल्फेट निकल सोल्युशंस के साथ कम तनाव के स्तर को प्राप्त किया जा सकता है।

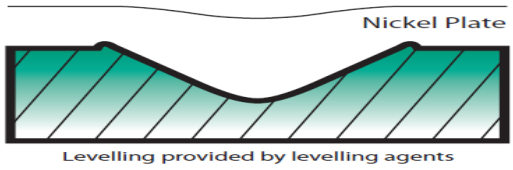
सल्फर युक्त कार्बनिक योजक जैसे सैचरीन या ब्राइट निकेल सोल्युशंस के वाहक में शामिल यौगिकों के उपयोग से पीड़ित तनावपूर्ण निकेल जमा का उत्पादन किया जा सकता है।

10. लेवलिंग और माइक्रोथ्रोइंग पावर

लेवलिंग सतह पर दोषों और खरोंचों में अधिमानतः भरने के लिए एक इलेक्ट्रो प्लेटिंग सोल्यूशंस का उपयोग किया जाता है। सेमी-ब्राइट और ब्राइट निकल प्रक्रियाओं में आम तौर पर उत्कृष्ट समतल गुण होते हैं। ये सोल्यूशंस कार्बनिक योजकों को समाहित करते हैं जो कि सूक्ष्मजीवों पर अधिमानतः अवशोषित होते हैं। इससे अधिकतर करेंट प्रवाह को सीमित करने और माइक्रोग्रॉव में करेंट घनत्व में वृद्धि होती है - जिससे लेवलिंग को बढ़ावा मिलता है।



Absence of levelling (Watts deposit)



Levelling provided by levelling agents

माइक्रोथ्रोइंग शक्ति एक इलेक्ट्रो प्लेटिंग सोल्यूशंस की क्षमता को दर्शाता है जो डीपाज़िट के साथ छोटे दरारें भरने के लिए जो किसी भी स्तर के बिना एक दोष के समोच्च का पालन करता है। एडिटिव-फ्री निकल प्लेटिंग सोल्युशंस उत्कृष्ट माइक्रोथ्रोइंग शक्ति लेकिन थोड़ा समतल करने की क्षमता दिखाते हैं। माइक्रोथ्रोइंग ध्वनि, कम-छिद्रता डीपाज़िट का उत्पादन करने में मदद करता है और आंशिक रूप से इस कारण से, एडिटिव-फ्री निकल सोल्यूशंस का उपयोग अक्सर अन्य धातुओं जैसे सोने के साथ प्लेटिंग के लिए अंडरकोट डीपाज़िट करने में किया जाता है।

11. इलेक्ट्रोप्लेटिंग में ऊर्जा की खपत करने वाले उपकरण

- रेक्टिफायर्स
- इलेक्ट्रिक टैंक हीटिंग
- एयर एजिटेशन
- होइस्ट्स एंड ड्राइव्स
- ओवन हीटिंग
- ब्लोअर या निकास पंखे
- पंप्स
- गर्म पानी जनरेटर

12. इलेक्ट्रोप्लेटिंग में ऊर्जा संरक्षण के अवसर

- एनर्जी एफिशिएंट रेक्टिफायर सिस्टम आईजीबीटी बनाम एससीआर बनाम डायोड आधारित रेक्टिफायर
- इलेक्ट्रोप्लेटिंग के लिए बस बार रेटिंग का चयन
- प्रणाली के स्वचालन का दायरा
- रासायनिक ताप बनाम विद्युत बनाम थर्मल बनाम सौर
- विकिरण के नुकसान को कम करने के लिए टैंकों का इन्सुलेशन
- पंप चयन और नियंत्रण
- ब्लोअर का चयन और नियंत्रण
- एजिटेशन संपीड़ित हवा बनाम ल्यौब ब्लोअर

जीईएफ – यूएनआईडीओ – बीईई प्रोजेक्ट

“भारत में चयनित MSME समूहों में ऊर्जा दक्षता और नवीकरण को बढ़ावा देना”

चयनित ऊर्जा गहन एमएसएमई (MSME) समूहों में प्रोसेस एप्लिकेशन में ऊर्जा दक्षता और नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकी के उपयोग को बढ़ाने के उद्देश्य से, संयुक्त राष्ट्र औद्योगिक विकास संगठन (UNIDO) ब्यूरो ऑफ एनर्जी एफिशिएंसी (बीईई) के सहयोग से, भारत में चयनित एमएसएमई (MSME) क्लस्टर्स में "ऊर्जा दक्षता और नवीकरणीय ऊर्जा को बढ़ावा देने" के नाम से एक परियोजना को चला रहा है, जिसे वैश्विक पर्यावरण सुविधा (GEF) , सूक्ष्म, लघु और मध्यम उद्यम मंत्रालय (Mo MSME) एवं नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय (MNRE) द्वारा वित्तीय सहायता प्रदान की गई है। परियोजना वर्तमान में देश भर में 5 विभिन्न क्षेत्रों में 12 चयनित एमएसएमई (MSME) समूहों में कार्यान्वयन में है ["फाउंड्री" - (कोयम्बटूर, बेलगाम और इंदौर), "डेयरी" - (गुजरात, केरल और सिक्किम), "सिरेमिक" - (थानगढ़) मोरबी और खुर्जा), "हैंडटूल" - (जालंधर और नागौर) और "पीतल" - (जामनगर)])

Contact Details

GEF-UNIDO-BEE, Project Management Unit (PMU)
BEE, 4th Floor, Sewa Bhawan,
Sector-1, R.K. Puram, New Delhi – 110066

Phone : +011-26914770 / 71
Email Id : gubpmu@beenet.in

डिस्क्लेमर

यह मैनुअल सीआईआई द्वारा जीईएफ- यूएनआईडीओ बीईई परियोजना की गतिविधियों के भाग लेने के लिए तैयार किया गया है, इसका मुख्य उद्देश्य लोगों तक यह जानकारी पहुंचाना है। जबकि सीआईआई ने इस मैनुअल में दी गई जानकारी की सटीकता सुनिश्चित करने के लिए हर संभव प्रयास किया है। हालांकि, न तो सीआईआई, जीईएफ - यूएनआईडीओ - बीईई, और न ही उनके किसी कर्मचारी को यहां दी गई जानकारी के उपयोग एवं उसके किसी भी परिणाम के लिए जिम्मेदार नहीं ठहराया जा सकता है। हालांकि, किसी भी विसंगति, त्रुटि आदि के मामले में, कृपया उचित सुधार के लिए पीएमयू से संपर्क किया जा सकता है।