इस्पात की सतह का कठोरण (Surface hardening of steel)

उद्देश्य : इस अभ्यास के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
चार प्रकार की सतह कठोरण प्रक्रियाओं के नाम बताना
- **केस हार्डनिंग का प्रयोजन बताना**
- **कार्बुराइजिंग का प्रयोजन बताना**
- **द्रव कार्बुराइजिंग का प्रयोजन बताना**
- **गैस कार्बुराइजिंग प्रक्रिया का वर्णन करना।**

अच्छी सेवा दशाओं (Service conditions) एवं लम्बे जीवन (longer life) के लिए अधिकांश अवयवों (components) में कठोर टूट-फूट रोधी ऊपरी सतह तथा चीमड, फटकारोधी आन्तरिक भाग होनी चाहिए। इन विभिन्न गुणों में से युक्त एक ही टुकड़े को सतह कठोरण से बनाया जा सकता हैं। (Fig 1)

सतह कठोरण के प्रकार (Types of surface hardening)

- केस कठोरण
- नाइट्राइडिंग
- ज्वाला कठोरण
- प्रेरण कठोरण

केस कठोरण (Case hardening)

इस विधि द्वारा कठोर किए जाने वाले पुर्जों (parts) को 0.15% कार्बन वाल इस्पात का बनाया जाता है, ताकि वे सीधे कठोरण से प्रभावति नहीं होती।

उपचार होने वाली इस्पात की सतह की परत (surface layer) में कार्बन की मात्रा 0.9% तक बढ़ जाती हैं।

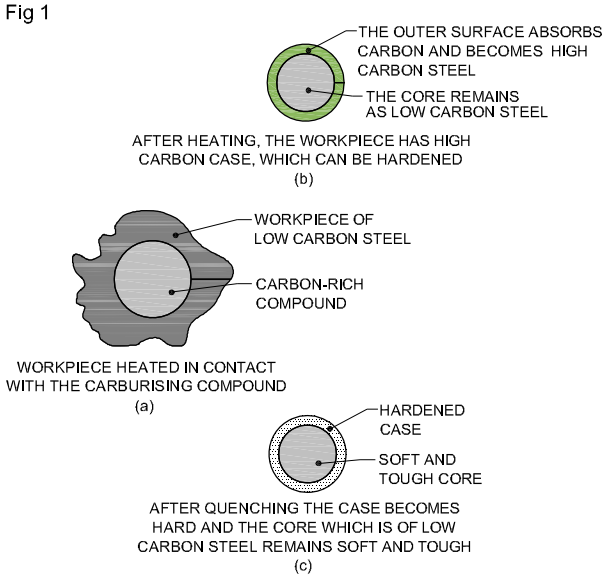
जब कार्बुरीकृत (carburised) इस्पात को तप्त करके बुझाया (quenched) जाता है, तो असकी केवल ऊपरी सतह की प्रतिक्रिया करेंगी तथा उसका आन्तरिक भाग मुलायम (soft) एवं चीमड़ ही बना रहेगा। (Fig 1)

मुलायम बनाये रखे जाने वाली सतह को उचित पेस्ट अथवा तांबे की लेटिंग द्वारा कार्बुराइजिंग से बचाया रखा जाता हैं।

केस कठोरण दो स्तरों (stages) में होता है।

1 कार्बुराइजिंग जिसमें सतह (surface) पर कार्बन की मात्रा बढ़ती हैं।

Fig 1



2 ऊष्मा उपचार जिसमें आन्तरिक भाग शाधित और सतह कठोर होती हैं।

कार्बुराइजिंग (Carburising)

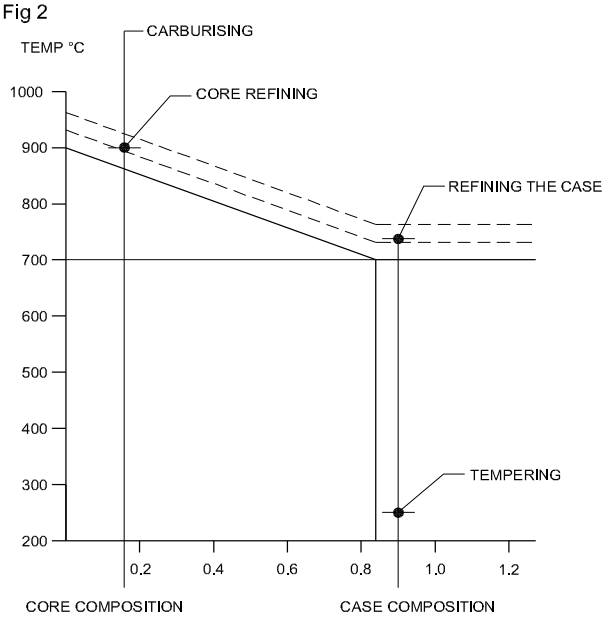
इस संक्रिया (operation) में इस्पात को कार्बन से भरपूर वातावरण (carbonaeous) में उचित तापक्रम तक गर्म किया जाता हैं तथा वांछित गहराई (depth required) तक कार्बन का प्रवेश हो जाने तक उसी तापक्रम पर रखा जाता हैं।

कार्बन को ठोस, द्रव अथवा गैस के रूप में प्रयोग किया जाता हैं

सभी स्थितियों में इन पदार्थों से निकलने वाली कार्बनयुक्त गैसें 880^0-930^0C तक तापक्रम पर कार्यखण्ड की (workpiece) सतह में प्रवेश कर जाती हैं। (Fig 2)

Copyright Free Under CC BY Licence

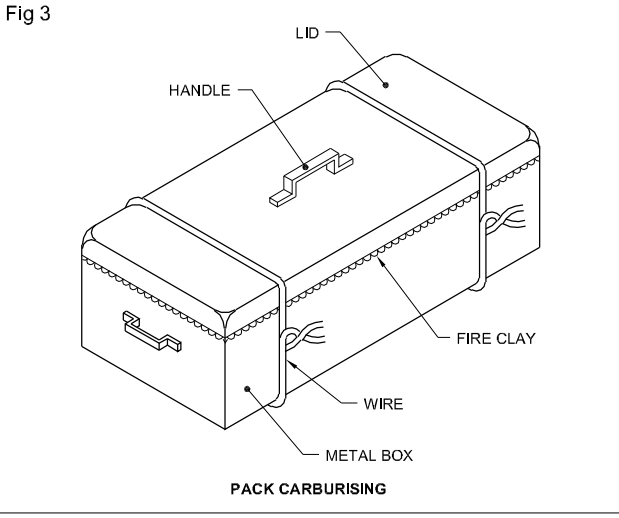
Fig 2



पैक कार्बुराइजिंग (Pack carburising (Fig 3) (solid))

पुर्जों (parts) के चारो ओर कार्बुराइजिंग माध्यम भरकर उसे एक उपयुक्त धातु के बॉक्स में पैक कर दिया जाता हैं।

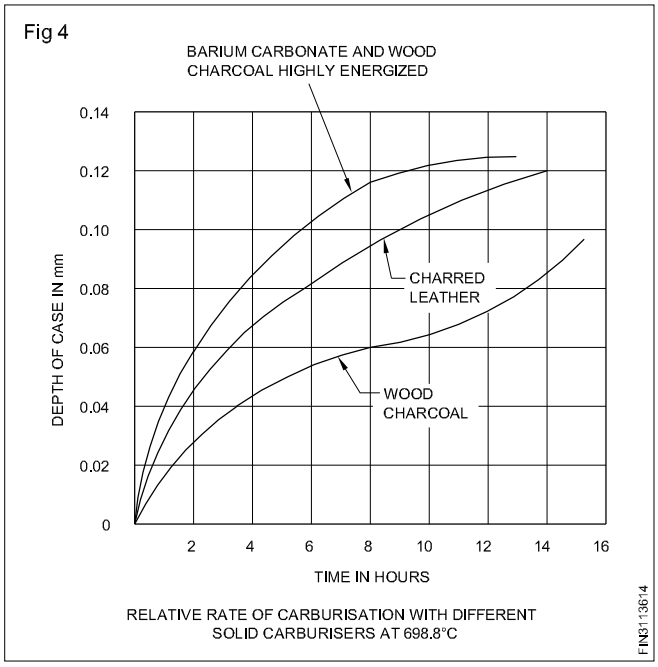
Fig 3



बक्से के ढ़ककन को बन्द करके अग्नि मिट्टी (fire clay) से सील कर दिया जाता है तथा तार के टुकड़े से भली-भांति बांध दिया जाता हैं ताकि बक्से से न तो कोई गैस बाहर आए और न ही कोई हवा भीतर जाएं। इस प्रकार उसे डी-कार्बुराइजिंग से बचाया जाता हैं। (Fig 4)

कार्बुराइजिंग पदार्थ के रूप मे लकड़ी (wood), हड्डी (bone), चमड़ा (leather) अथवा चारकोल हो सकता है तथा प्रक्रम को तेज करने के लिए उसमें बेरियम कार्बोनेट जैसे शक्ति देने वाला तत्व मिलाया जाता हैं।

Fig 4



द्रव कार्बुराइजिंग (Liquid carburising)

तप्त लवण के कुण्ड (heated salt bath) में कार्बुराइजिंग की जा सकती हैं। (साडियम कार्बोनेट, सोडियम सायनाइड तथा बेरियम क्लोराइड कार्बुराइजिंग लवण हैं।) कार्बुराइजिंग के तापक्रम तथा केस की गहराई (depth) उसमें मिले साइनाइड (cyanide) की मात्रा पर निर्भर होती हैं।

लवण कुंड मे कार्बुराइजिंग करना एक तेज विधि है । परन्तु यह सदैव ठीक नहीं होता क्योंकि सतह से कोर की ओर कार्बन की परिवर्तनशील मात्रा असंगत उत्पन्न करता है । यह पेटी (case) भसकने की प्रवृत्ति को बढ़ावा देता है

यह पतले (thin) केस के लिए उपयुक्त (suitable) है, लगभग 0.25mm गहरा। इसका मुख्य लाभ यह है कि यह एक तेज (rapid(विधि है जिसमें तप्तन (heated) शीघ्रता से होती हैं। विरूपण (distortion) कम से कम होता है, तथा यह अधिक (batch) उत्पादन के लिए उपयुक्त हैं।

गैस कार्बुराइजिंग (Gas carburising)

कार्य (job) को किसी गैसरोधी धारक (gastight container) में रखते हैं, जो किसी उपयुक्त भट्टी (suitable furnace) में रखकर तप्त (heated) करते हैं अथवा भट्टी को ही पेटी को रूप में प्रयोग किया जाता हैं।

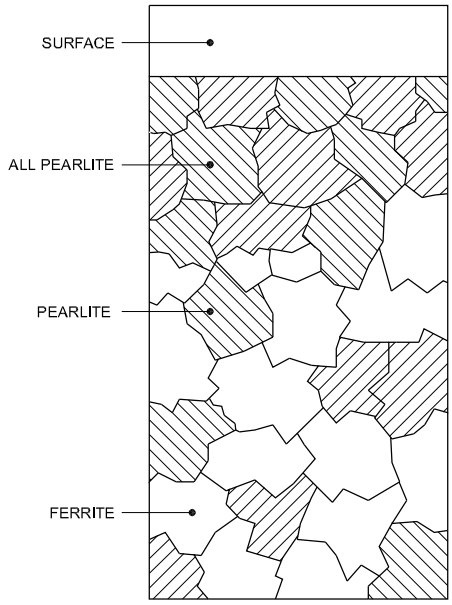
कार्बुराइजिंग गैस मीथेन या प्रोपेन को पेटी में प्रवेश (admitted) कराया जाता है तथा बाहर निकलने वाली गैस (exit gas) का निःसारण (vented) किया जाता हैं।

कार्बुराइजिंग गैसको केस में प्रवेश कराया जाता है तथा बाहर निकलने वाली गैस का निःसारण किया जाता है । कार्य-खंड रखे वाले धारक में सीधे मीथेन अथवा प्रोपेन गैस भेजी जाती है ।

Copyright Free Under CC BY Licence

सतत कार्बुराइजिंग प्रकम में कार्बुराइजिंग, बुझाना quenching तथा टेम्परिंग प्रक्रम एक क्रम में एक ही बन्द भट्टी में होते रहते हैं क्योंकि जॉब एक से क्रिया के बाद दूसरे के लिए कन्वेयर पर आगे बढ़ता है Fig 5 में कार्बुराइजिंग से तैयार काट (section) की संरचना (structure) की प्रतिति (appearance) को प्रदर्शित किया गया हैं।

Fig 5



THE MICROSTRUCTURE OF CARBURISED STEEL

FIN3113615

ऊष्मा उपचार (Heat treatment)

कार्बुराइजिंग समाप्त होने के बाद उसकी सतह पर लगभग 0.9% कार्बन तथा आन्तरिक भाग में लगभग 0.15% ही कार्बन होता हैं।केस से कोर की ओर धीरे-धीरे कार्बन की मात्रा मोटी संरचना (coarse) वाली हो जाती है तथा पर्याप्त चीमड़पन (tougemen) पाने के लिए उसे शोधित करना चाहिए।

केस तथा कोर के मध्य कार्बन की मात्रा धीरे-धीरे बढ़ती हैं। (Fig 2)

लंबे समय तक हीटिंग के कारण, कोर मोटे हो जाएँगे और एक उचित चियडपन का उत्पादन करने में उसे शोधित करना चाहिए

कोर को शोधित (refined) करने के लिए कार्बुराइज्ड इस्पात 870^{0}C को तक पुनः तप्त (reheated) करके काफी समय तक उसी ताप तक रखा जाता है जिससे संरचना की एकरूपता (uniformity of structure) बन सके तथा फिर उसे तेजी से ठण्डा किया जाता है ताकि शीतलन (cooling) के दौरान ग्रेन वृद्धि न होने पाये।

इस तप्तन (heating) में तापक्रम को केस के लिए उपयुक्त (suitable) तापक्रम से काफी ज्यादा रखा जाता है (Fig 2) तथा इसलिए बहुत ज्यादा भंगुर (extremely brittle) मार्टेन्साइट उत्पन्न होगा।

तत्पश्चात केस तथा कोर की बाहरी परतों (outer layers) को शोधित कर लेना चाहिए।

केस के अनुसार 760°C तक इस्पात के पुनः तप्त करके तथा उसे बुझाकर (quenching) शोधन (refining) किया जाता हैं।

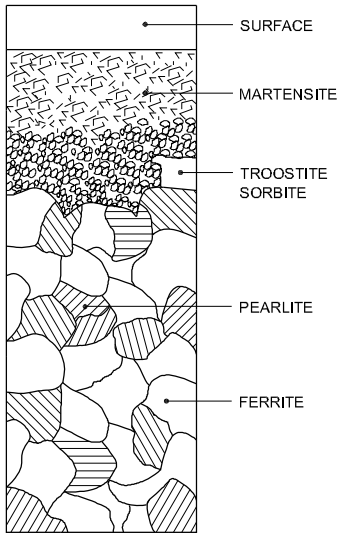
टेम्परिंग (Tempering)

अन्त में केस को 200^{0}C पर टेम्परिंग करके बुझाने से उत्पन्न प्रतिबल (queen ching stresses) दूर (relieve) किया जाता हैं।

यदि पुर्जे को झटका shock नहीं सहना तो क्रोड की सतहों को शोधित करना व्यर्थ होता है । इस परिस्थिति में सतह पर मोटा मार्टेन्साइट कठिनाई नहीं उत्पन्न करता और इस प्रकार पुर्जों को कार्बुराइजिंग के बाद सीधे ही बुझाया जा सकता है

Fig 6 में केस हार्डनिंग से तैयार पुर्जे के अनुप्रस्थ काट (section) की संरचना (structure) की प्रतीति (appearance) प्रदर्शित की गई हैं।

Fig 6



THE MICROSTRUCTURE OF CASEHARDENED STEEL

FIN3113616

Copyright Free Under CC BY Licence

नाइट्राइडिंग (Nitriding)

उद्देश्य : इस अभ्यास के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **गैस नाइट्राइडिंग द्वारा केस हार्डनिंग प्रक्रिया का वर्णन करना**
- **साल्ट बाथ में नाइट्राइडिंग द्वारा केस हार्डनिंग प्रक्रिया समझाना।**

नाइट्राइडिंग प्रक्रम में सतह (surface) को कार्बन की जगह नाइट्रोजन से प्रतिक्रिया (enriched) कराई जाती हैं। दो प्रणालियां (system) प्रयोग में आती हैं- गैस नाइट्राइडिंग तथा लवण कुंड नाइट्राइडिंग।

गैस नाइट्राइडिंग (Gas nitriding)

गैस नाइट्राइडिंग प्रक्रम में पुर्जों (parts) को 100 घण्टे तक अमोनिया गैस के स्थिर प्रवाह (constant circulation) में 500^0C तक तप्त किया जाता हैं।

नाइट्राइड्रिग प्रक्रम के दौरान पुर्जे को तप्त एंव गैस रोधी बक्से (gas tight box) में रखा जाता है । इसमें लगे प्रदेश एवं निकासी द्वार से अमोनिया गैस की आपूर्ति की जाती है जो नाइट्रोजन प्रदान करता है । सोखने की क्रिया पूरा होने पर भी अमोनिया प्रवाहित करते रहते हैं जब तक कि इस्पात का तापक्रम 500^0C तक न गिर जाये । बाक्स खोलकर हवा में ठंडा कर लिया जाता है । नाइट्राइडिंग से सतह पर एक फिल्म बना देता है जिसे हल्की बफिंग (buffing)द्वारा साफ किया जा सकता है ।

साल्ट बाथ में नाइट्राइडिंग (Nitriding in salt bath)

इसके लिए विशेष प्रकार के (special) कुंड बनाए जाते हैं। यह प्रक्रम सभी प्रकार के एलॉय (alloyed) तथा गैर एलॉय (unalloyed) प्रकार के इस्पात के लिए है, जो अनीलिकृत अथवा गैर अनीलिकृत (not annealed) हो सकते हैं इसे ढलवां लोहे (cast iron) के लिए भी उपयोग किया जाता है

प्रक्रिया (Process)

लवण कुंड में (लगभग 520^0-570^0C) रखने से पूर्व कार्यखण्डों (pieces) को लगभग 400^0C ताप तक पूर्वतप्तन कर पूर्ण प्रतिबल मुक्त (completely stress relieved) किया जाता हैं। सतह (surface) पर कार्बन एवं नाइट्रोजन यौगिक की 0.01 से 0.02mm मोटी एक परत(layer) बन जाती हैं। कार्यखण्ड के अनुप्रस्थ (cross section) काट नाइट्राइडिंग की अवधि (duration) आधे घण्टे से तीन घण्टे तक निर्भर करती हैं यह गैस नाइट्राइडिंग की अपेक्षा काफी कम (much shorter) होती हैं कुंड (bath) से निकालने के पश्चात, कार्यखण्डों को पानी में बुझाया (quenched) एवं साफ किया जाता हैं, तत्पश्चात उसे सुखा लिया जाता (dried) हैं।

लाभ (Advantages)

नाइट्राइडिंग से पूर्व पुर्जों (parts) को अंतिम रूप से मशीनिंग कर लेनी चाहिए क्योंकि नाइट्राइडिंग के पश्चात बुझाने (queching) का कार्य नहीं किया जाता और इस प्रकार वे बुझाने से उत्पन्न प्रतिबल के कारण हुई विकृति (quenching distortion) से बच जाते हैं।

इस प्रक्रम (process) में पुर्जों को क्रान्तिक तापमान से अधिक गर्म नहीं किया जाता और इस प्रकार फरन (warping) एवं विरूपण (distortion) उत्पन्न नहीं होगा।

कठोरण (hardness) एवं टूट-फूट रोधकता (wear resistance) कभी कभी (exceptional) होती हैं। संक्षारण प्रतिरोधकता (corrosion resistance) में भी हल्का सुधार होता हैं।

चूंकि उचित ऊष्मा उपचारों से सभी एलॉय इस्पात (alloy steets) स्वभाव से ही मजबूत (inherently strong) होते हैं। इसलिए सामर्थ्य (strength) एवं टूट-फूट रोधकता (wear-resistance) का एक अच्छा संयोग (combination) प्राप्त होता हैं।

ज्वाला कठोरण (Flame hardening)

उद्देश्य : इस अभ्यास के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **ज्वाला का प्रयोग करते हुए सतह कठोरण प्रक्रिया का वर्णन करना**
- **ज्वाला कठोरण के लाभ-हानियां बताना।**

इस प्रकार के कठोरण (hardening) में विशेष प्रकार से बने बर्नरों द्वारा कार्यखण्ड (workpiece) की सतह (surface) बहुत ही तेजी से ऊष्मा दी जाती हैं तथा उस पर जल छिडककर कार्य को तुरंत बुझा (quenced) दिया जाता हैं। (Fig 1 & 2) कठोरण तापक्रम सामान्य कठोरण तापक्रम से लगभग 50^0C ज्यादा होता हैं।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 1

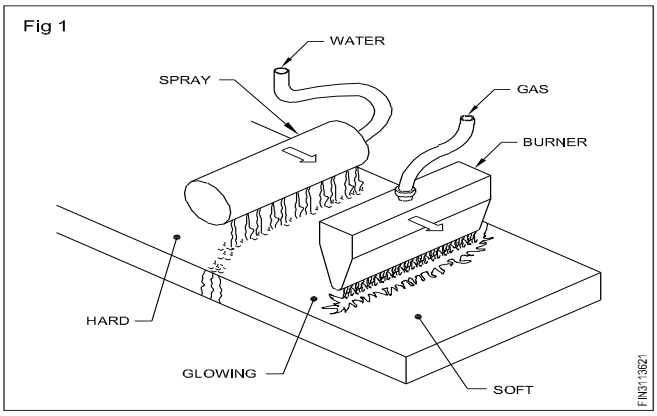
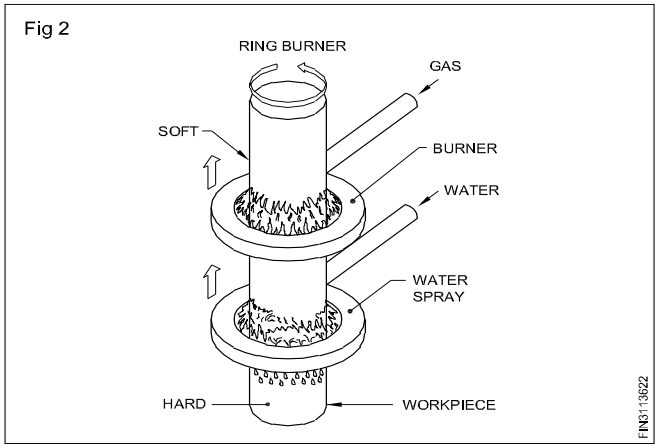


Fig 2



कार्यखण्ड को बहुत थोड़ी देर तक ही कठोरण तापक्रम पर रखा जाता हैं,जि जिससे आवश्यकता से अधिक गर्मी प्रवेश न करें।

सतह कठोरण के लिए प्रयुक्त इस्पात में 0.35% से 0.7% तक कार्बन की मात्रा होती हैं।

इस प्रकार के कठोरण के लाभ निम्नलिखित है।

- यह बडे कार्यखण्ड के लिए लाभप्रद (advantageous) हैं।
- कठोरता समय कम होता है।
- अधिक कठोरण गहराई मिलती हैं
- थोड़ा विरूपण
- ईंधन की खपत कम होती हैं।

इसके निम्नलिखित हानियां (disadvantages) भी हैं।

- छोटे जॉबों के लिए अनुपयुक्त है, क्योंकि पूरा जॉब कठोर हो जाने की आंशका होती हैं।
- कठोरण से पूर्व कार्यखण्ड से प्रतिबल (stress) दूर (relieved) करना पड़ता हैं।

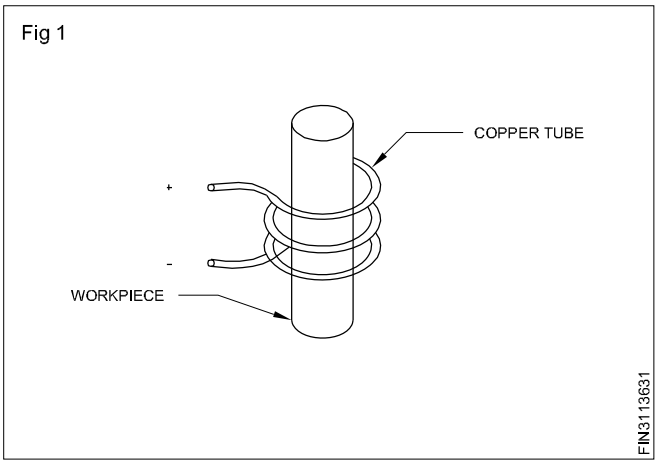
प्रेरण कठोरण (Induction hardening)

उद्देश्य : इस अभ्यास के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **प्रेरण कठोरण प्रक्रिया का वर्णन करना**
- **प्रेरण कठोरण प्रक्रिया के लाभ बताना ।**

यह सतह कठोरण (surface hardening) के उत्पादन (production) की विधि है, जिसमें कठोर की जाने वाली सतह को एक प्रेरण कुण्डली के बीच रखा जाता हैं और उसमें उच्च आवृति की विद्युत धार प्रवाहित की जाती हैं। (Fig 1) जितनी आवृति बढ़ाई जाती है, तप्तन की गहराई उतनी ही कम हो जाती हैं। उच्च आवृत्ति की धारा से प्राप्त कठोरण गहराई प्रायः 0.7 से 1 .0 मिलती हैं मध्यम आवृति की धारा से 1.5 - 2.0 mm कठोरण की गहराई मिलती हैं विशेष प्रकार की इस्पात अथवा 0.35 - 0.7% इस्पात का प्रयोग किया जाता हैं।

Fig 1



कार्यखण्ड पर प्रेरण कठोरण से निम्नलिखित लाभ हैं।

- कठोरण की गहराई, चौड़ाई में वितरण (distribution in width) तथा तापक्रम आसानी से नियंत्रण योग्य हैं।
- लगने वाला समय (time required) तथा कठोरण के कारण विरूपण (distortion due to hardening) बहुत कम हैं।
- सतह पपड़ी (scales) आदि से मुक्त (free) रहती हैं।
- थोक उत्पादन (mass production) के लिए इस विधि को आसानी से लागू (incorporated) किया जा सकता हैं।

Copyright Free Under CC BY Licence