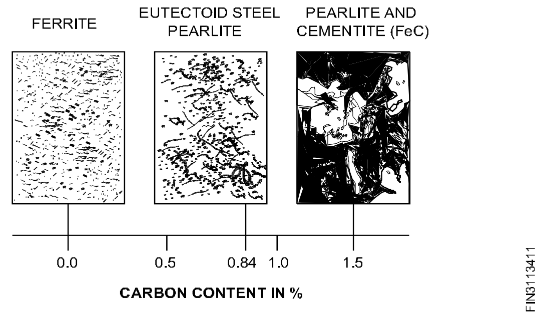
सादे कार्बन इस्पात का ऊष्मा उपचार (Heat treatment of plain carbon steels)

उद्देश्य : इस अभ्यास के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **स्टील के ऊष्मा उपचार का प्रयोजन बताना**
- **सादा कार्बन इस्पात की संरचना के प्रकार, संघटक तथा गुण बताना।**

ऊष्मा उपचार एवं उसका प्रयोजन (Heat treatment and its purpose)

इस्पात के गुण (propertion) उसके संघटकों (composition) एवं संरचना (stucture) पर निर्भर करती हैं। इस प्रकार उसके संघटकों एवं संरचना में परिवर्तन करके उसको गुणों को काफी अधिक बदला जा सकता हैं। इस्पात को एक निश्चित तापक्रम तक तप्त (heating) करके तथा फिर एक निश्चित दर से ठण्डा करके उसकी संरचना को बदला जा सकता हैं। संरचना में परिवर्तन एवं इस प्रकार इस्पात के तप्तन व शीतलन (cooling) द्वारा उसके गुणों में परिवर्तन को इस्पात का ऊष्मा उपचार कहते हैं।

Fig 1



इस्पात की संरचना के प्रकार (Types of structure of steel) (Fig 1)

धातु के टुकड़े को तोड़ने पर इस्पात की संरचना (structure) दिखने लगता हैं सूक्ष्मदर्शी (microscope) की सहायता से संरचना को वास्तविक ग्रेज साइज देखा जा सकता हैं। इस्पात का वर्गीकरण उसकी संरचना के आधार पर किया जाता हैं।

इस्पात लोहा (iron) तथा कार्बन का मिश्रण (alloy) है, किन्तु इस्पात (steel) में कार्बन की मात्रा 1.7% से अधिक नहीं होती हैं।

फेराइट (ferrite)

कच्चा लोहा (pig iron) या स्टील जिसमें 0% कार्बन होता है, फेराइट कहलाता हैं, जो मुलायम (soft) व तन्य (ductive) होता हैं, किन्तु अपेक्षाकृत कमजोर (weak) होता हैं।

सिमेन्टाइट (cementite)

जब इस्पात में कार्बन, लोहे एवं कार्बन के रासायनिक यौगिक के रूप में रहता हैं, तो उसे आयरन कार्बाइड अथवा सिमेन्टाइट कहते हैं। ये एलॉय बहुत कठोर तथा भंगुर होता हैं, परन्तु मजबुत नहीं होता।

द्रवणाक्रांतिक/पियरलाइट इस्पात (Eitectoid/pearlite steel)

A 0.84% कार्बन इस्पात अथवा द्रवणाक्रांतिक इस्पात को पियरलाइट कहते हैं। यह फेराइट तथा सिमेन्टाइट से काफी मजबूत होता हैं।

अतिद्रवधाक्रांतिक इस्पात (Hypereutectoid steel)

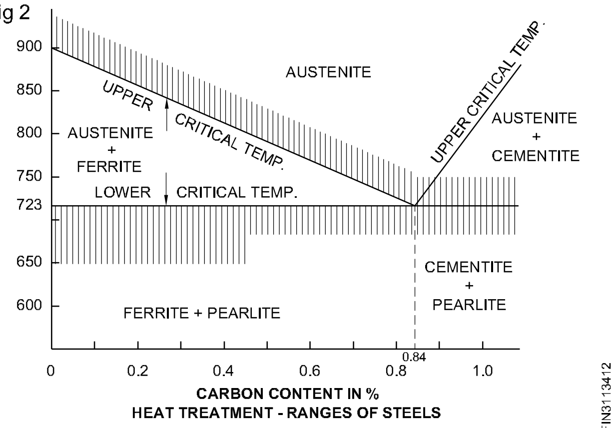
0.84% से अधिक कार्बन वाले इस्पात अथवा अतिद्रवणाक्रांतिक इस्पात में पियरलाइट तथा सिमेन्टाइट होता हैं।

अधोद्रवधाक्रांतिक इस्पात (hypoeutectoid steel)

0.84% से कम कार्बन वाले इस्पात अथवा अधोद्रवणाक्रांतिक इस्पात में पियरलाइट तथा फेराइट होता हैं।

तप्त करते समय इस्पात की संरचना (Structure of steel when heated) (Fig 2)

Fig 2



यदि इस्पात को तप्त किया जाए तो 723^{0}C से उसकी संरचना में परिवर्तन होने लगता हैं। नई बनी हुई संरचना ऑस्टेनाइट कहलाती हैं। आस्टेनाइट अचुम्बकीय (non-magnetic) होता है यदि तप्त इस्पात को धीरे-धीरे ठण्डा किया जाए तो उसकी ग्रेन मटीम (fine) हो जाते हैं, जो उसे आसानी से मशीनिंग योग्य बनाते हैं।

यदि तप्त इस्पात (hot steel) को तीब्रता (rapidly) से ठण्डा किया जाए, तो आस्टेनाइट एक नई संरचना, जो मार्टेन्साइट कहलाती हैं, में परिवर्तित हो जाता हैं। यह संरचना बहुत महीन (very fine) ग्रेन वाली परिष्कृत तथा बहुत कठोर (very hard) और चुम्बकीय होती हैं यह अत्यन्त टूट-फूट रोधी (wear resistant) होती है तथा यह दूसरी धातुओं को काट सकती हैं।

Copyright Free Under CC BY Licence

ऊष्मा उपचार प्रक्रम तथा प्रयोजन (Heat treatment processes and purpose)

चुंकि तप्तन (heating) एवं शीतलन (cooling) से इस्पात की संरचना में परिवर्तन होता है, इसलिए उचित उपचार से उसके गुणों (properties) को काफी हद तक बदला जा सकता हैं।

विभिन्न प्रकार के ऊष्मा उपचार एवं उनके प्रयोजन (prupose) निम्नलिखित हैं।

कठोरीकरण (Hardening): कर्तन योग्यता (cutting ability) बढ़ाना।

टूट-फूट रोधकता बढ़ाना।

पायनीकरण (Tempering): कठोरण से उत्पन्न अत्यधिक भंगुरता को किसी सीमा तक हटाना।

चीमड़पन (toughness) पैदा करना एवं झटकारोधी (shock resistance) बनाना।

अनीलिंग (Annealing): प्रतिबल (stress) एवं विकृति (strain) दूर करना।

विकृति/कठोरता (hardness) समाप्त करना।

मशीनन योग्यता (machinability) सुधारना।

इस्पात का मुलायम (soft) बनाना।

सामान्यीकरण (Normalising): इस्पात की ग्रेन संरचना को शोधित करना।

ऊष्मा उपचार के लिए इस्पात को तप्त करना/बुझाना (Heating/quenching steel for heat treatment)

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

- **निचले महत्वपूर्ण तापक्रम तथा ऊपरी महत्वपूर्ण तापक्रम में अन्तर स्पष्ट करना**
- **ऊष्मा उपचार प्रक्रम के तीन स्तरों को बताना**
- **आरेख से विभिन्न सादे कार्बन इस्पात के लिए ऊपरी महत्वपूर्ण तापक्रम निर्धारित करना।**

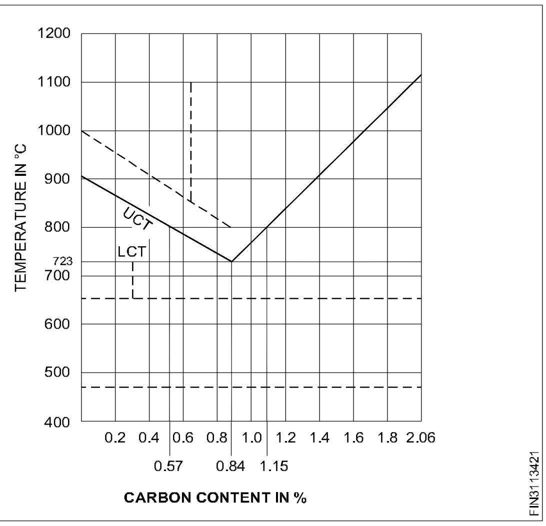
महत्वपूर्ण तापक्रम (Critical temperatures)

Lower critical temperature

जिस तापमान पर जिस पर आस्टेनाइट (Austenite) के लिए परिवर्तन आरंभ होता है (-723^{0}C) वह सभी सादा (plain) कार्बन स्टील का निचला महत्वपूर्ण तापमान कहलाता हैं।

ऊपरी क्रान्तिक तापक्रम (Upper critical temperature)

Fig 1



जिस तापमान पर स्टील की संरचना (structure) पूर्णतः आस्टेनाइट (AUSTENITE) में परिवर्तित हो जाती है, उसे ऊपरी क्रान्तिक तापक्रम कहा जाता है। इस्पात में कार्बन की प्रतिशत मात्रा पर निर्भर होकर यह घटता व बढ़ता है। (Fig 1)

उदाहरण

0.57% तथा 1.15% कार्बन स्टील इसके लिए निचला महत्वपूर्ण तापक्रम (LCT) 723^{0}C तथा ऊपरी क्रान्तिक (LCT) 800^{0}C तापक्रम हैं।

0.84% कार्बन स्टील के लिए तथा दोनों हैं। इस स्टील को सुद्रवणाभ (eutected) स्टील कहते हैं।

ऊष्मा उपचार की तीन अवस्थाएं (Three stages of heat treatment)

- तपाना ,
- सोखना
- बुझाना

जब इस्पात को गर्म करने पर वह वांछित (required) तापक्रम पर पहुंचता है, तो असे एक निश्चित समय के लिए उसी तापक्रम पर रखा जाता हैं। इससे इस्पात के पूरे काट क्षेत्र (section) में भली भांति समानरूप से (uniformly) ऊष्मा पहुंच जाती हैं। इस प्रक्रम को सोखना (soaking) कहा जाता हैं।

इस्पात को तपाना (Heating steel)

यह भट्टी (furnace) के चयन (selection) तप्तन के लिए प्रयुक्त ईंधन (fuel) समय अन्तराल (time interval) तथा पुर्जे का वांछित तापक्रम तक लाने के नियंत्रण (regulation) पर निर्भर होता हैं। तप्तन दर

Copyright Free Under CC BY Licence

(heating time) एवं तप्तन समय इस्पात के संघटक उसकी संरचना तथा ऊष्मा उपचार किए जाने वाले पुर्जे के आकार (shape) एवं साईज पर भी निर्भर होता हैं।

सोखने का समय (Soaking time)

यह इस्पात के अनुप्रस्थ काट (cross section) तथा रासायनिक संघटन (chemical composition), भट्टी में चार्ज की मात्रा (volume) तथा भट्टी में चार्ज की व्यवस्था (arrangement) आदि पर निर्भर करता हैं। सामान्य स्थिति में यह जानने कि बात है कि कार्बन तथा निम्न एलॉय स्टील के लिए प्रति 10mm मोटाई के लिए मिनट तथा उच्च एलॉय इस्पात के प्रति 10mm मोटाई के लिए 10 मिनट रखा जाए।

प्रतितप्तन (Preheating)

इस्पात को कम तापक्रत पर 600^0C तक जहां तक संभव हो सके धीरे-धीरे प्रतितप्तन करना चाहिए।

ठंडा करना (Quenching)

वांछित शीतलन (requied cooling) की गंभीरता (serverity) के आधार पर ठंडा करने के विभिन्न माध्यमों (quenching media) का प्रयोग किया जाता हैं।

सबसे अधिक प्रचलित बुझाने का माध्यम हैं:

- ब्राइन घोल
- जल
- तेल
- वायु

ब्राइन घोल सर्वाधिक (faster) शीतलन दर (cooling rate) प्रदान करता हैं जबकि वायु सबसे कम।

ब्राइन घोल (सोडियम क्लोराइड) अधिक गंभीरता से बुझाता है, क्योंकि इसका उबलांक (boiling point) शुद्ध जल (pure water) से अधिक होता हैं तथा तप्तन (heating) के कारण धातु की सतह पर जमी परत (scales) नमक (salt) के कारण हट जाती है इससे ऊष्मा उपचारित होने वाली धातु की सतह बुझाने वाले माध्यम के अधिक सम्पर्क (better contact) में बनी रहती हैं ।

सादा कार्बन इस्पात के लिए जल का प्रयोग सामान्यतः किया जाता हैं जल को बुझाने के माध्यम के रूप में प्रयोग करते समय कार्य को हिलाते रहना चाहिए। इससे शीतलन दर (rate of cooling) में वृद्धि हो सकती हैं।

बुझाने वाले तेल (quen ching oil) की श्यानता (viscocity) कम होनी चाहिए। इस उद्देश्य के लिए साधारण स्नेहक तेल (ordinary lubricating oil) का प्रयोग नहीं करना चाहिए। व्यावसायिक रूप से (commercially) विशेष प्रकार के बुझाने वाल तेल उपलब्ध (available) हैं जो तेज से व सामनरूप से शीतलन कम धुएं व आग की कम संभावना के साथ उपलब्ध हैं। एलॉय इस्पात के लिए ज्यादातर तेल का प्रयोग किया जाता हैं, जहा सादा (plain) कार्बन इस्पात की अपेक्षा शीतलन दर (cooling rate) कम होती हैं।

कुछ विशेष प्रकार के एलॉय इस्पात के कठोरण (harding) के लिए ठण्डी वायु (cold air) का प्रयोग किया जाता हैं।

कार्बन इस्पात का कठोरण (Hardening of carbon steel)

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

- **इस्पात के कठोरण का अर्थ बताना**
- **इस्पात के कठोरण का प्रयोजन बताना**
- **इस्पात के कठोरण की प्रक्रिया बताना।**

कठोरण क्या है (What is hardening?)

कठोरण एक ऊष्मा उपचार की विधि है, जिसमें इस्पात को ऊपरी क्रान्तिक तापक्रम (UCT) सीमा में 30^0-50^0C ऊपर तक गर्म किया जाता हैं। पूरे काट-क्षेत्र में एक समान तापक्रम बनाए रखने के लिए सोखने का समय दिया जाता हैं तप्पश्चात इस्पात को तेजी से शीतलन माध्यम (cooling media) में ठण्डा कर लिया जाता हैं।

कठोरण का प्रयोजन (Purpose of hardening)

उच्च कठोरता (high hardness) एवं टूट-फूट रोधकता के गुणों का विकास करना।

कठोरण से इस्पात के अन्य यांत्रिक गुण जैसे-सामर्थ्य, चीमड़पन तथा तन्यता आदि प्रभावित होते हैं।

कठोरण से कर्तन योग्यता बढ़ती हैं।

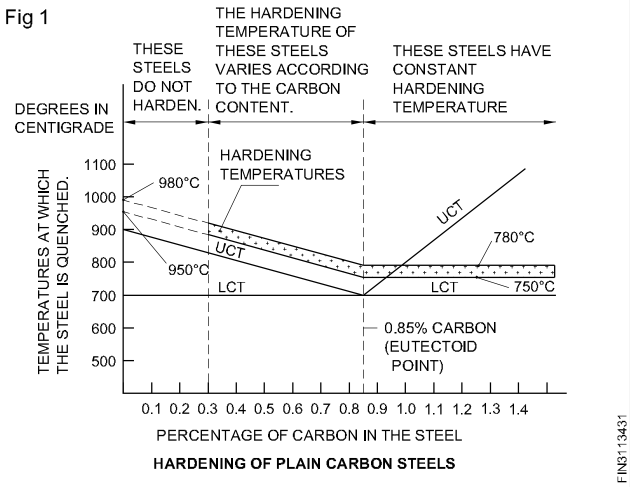
Copyright Free Under CC BY Licence

कठोरण की प्रक्रिया (Process of hardening)

0.4% से अधिक कार्बन मात्रा वाले इस्पात को ऊपरी क्रान्तिंक तापक्रम (UCT) से लगभग 30-60°C ऊपर तक तप्त किया जाता हैं। (Fig 1) 10 mm इस्पात की मोटाई के लिए 5 मिनट का सोखने का समय दिया जाता हैं।

इसके पश्चात इस्पात को उसकी संरचना तथा अपेक्षित कठोरण के आधार पर किसी उचित माध्यम जैसे- तेल, ब्राइन अथा वायु में तेजी से (rapidly) ठण्डा किया जाता हैं।

Fig 1



HARDENING OF PLAIN CARBON STEELS

कठोर इस्पात का टेम्परिंग करना (Tempering the hardened steel)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप यह जानने के योग्य होंगे
- **टेम्परिंग क्या है बताओ**
- **टेम्परिंग का उद्देश्य क्या है**
- **औजार जिसे टेम्पर करते है उनको टेम्परड रेज और तापमान से सबंधित करो**
- **इस्पात को टेम्परिंग करने की आवश्यकताएँ बताइएँ**

टेम्परिंग क्या है (What is tempering?)

टेम्परिंग एक ऊष्मा उपचार विधि है, जिसमें कठोरीक्रत इस्पात (hardened steel) को 400°C से नीचे तापक्रम तक पुनः तप्त करके ठण्डा किया जाता हैं।

इस्पात की टेम्परिंग का उद्देश्य/प्रयोजन (Purpose of tempering the steel)

कठोरीकृत इस्पात इतना भंगुर (brittle) होता हैं, कि उसे कुछ कार्यों में उपयोग नहीं किया जा सकता हैं। इसलिए उसकी टेम्परिंग की जाती हैं।

टेम्परिंग के उद्देश्य हैं:

- आन्तरिक प्रतिबल (internal stresses) निकालना (relieve)
- कठोरण एवं चीमड़पन (toughness) को नियंत्रित करना
- भंगुरता को कम करना
- कुछ तन्यता (ductility) को पुनः प्राप्त करना
- झटकारोधकता (shock resistance) उत्पन्न करना।

इस्पात को टेम्परिंग करने की विधि (Process of tempering the steel)

टेम्परिंग प्रक्रम (process) में कठोरीकृत इस्पात को उचित (appropriate) टेम्परिंग ताप तक गर्म करके उसी ताप पर निश्चित समय तक ऊष्मा सोखने (socking) के लिए छोड दिया जाता हैं।

यह अवधि अनुभव से निश्चित की जाती हैं। काफी लम्बे समय तक टेम्परिंग अवधि रखकर टेम्परिंग का पूरा लाभ प्राप्त किया जा सकता हैं। तालिका (Table 1) में विभिन्न औजारों के लिए टेम्परिंग तापमान तथा रंग दर्शाए गए हैं।

टेबल 1

औजार अथवा वस्तु	तापक्रम सेन्टीग्रेड में (C)	रंग
खराद औजार	230	भूसे के रंग का पीला
ड्रिल तथा मिलिंग कटर	240	गहरे भुसे का रंग
टैप तथा शियर ब्लेड	250	भूरा
पंच, रीमर, ट्विस्ट ड्रिल	260	लाल भूरा
रिवट, स्नेप	270	भूरा रंग बैंगनी
प्रेस टूल्स, ठण्डी छैनी	280	गहरा बैंगनी
स्टील काटने के लिए कोल्ड सेट	290	हल्का नीला
स्प्रिंग, पेचकस	300	गहरा नीला
	320	अति गहरा नीला
	340	भूरापन लिए हुए नीला
बिना आवश्यक कठोरता के चीमड़पन के लिए	450-700	रंगहीन

Copyright Free Under CC BY Licence

इस्पात का अनीलन (Annealing of steel)

उद्देश्य : इस अभ्यास के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **इस्पात के अनीलन का अर्थ बताना**
- **अनीलन का प्रयोजन बताना**
- **अनीलन प्रक्रिया समझाना।**

इस प्रक्रम में स्टील को क्रान्तिक सीमा (critical range) के ऊपर गर्म करके पर्याप्त (sufficient) समय तक सोखने देने (socking) के लिए छोड़ा जाता है जिससे वांछित बदलाव हो सके तथा फिर एक पूर्व निर्धारित दर (predetemind rate) से सामान्यतः बहुत धीरे-धीरे भट्टी (furnace) में ही ठण्डा होने दिया जाता हैं।

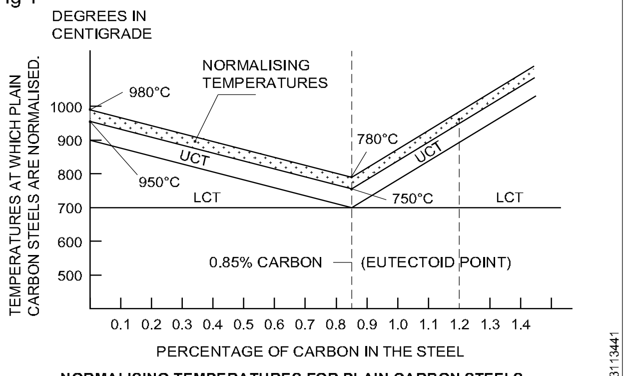
प्रयोजन (purpose)

- इस्पात को मृदुता (sotfness) प्रदान करने के लिए।
- मशीनन योग्यता (machinability) सुधारने (improve) के लिए।
- तन्यता (ductility) बढ़ाने (improve) के लिए।
- आन्तरिक प्रतिबलों (internal stresses) को मुक्त करने के लिए।
- ग्रेन साइज को सुधारने (refine) तथा आगामी/अनुवर्ती (subequent) ऊष्मा उपचार प्रक्रमों के लिए तैयार करने के लिए।

अनीलन प्रक्रिया (Annealing process)

अनीलन के लिए अतिद्रवणाक्रान्तिक (hypoeutectoid) इस्पात को निचले क्रान्तिक तापक्रम (UCT) से 30-50°C ऊपर तथा अद्यद्रवणाक्रान्तिक इस्पात को निचले क्रान्तिक तापक्रम से 50°C ऊपर तक तप्त किया जाता हैं। (Fig 1)

Fig 1



NORMALISING TEMPERATURES FOR PLAIN CARBON STEELS

कार्बन स्टील की मोटाई के अनुसार तापक्रम पर सोखने का समय 5 मिनट./10 mm तक रखा जा सकता हैं।

कार्बन इस्पात को ठण्डा करने की दर 100 - 150°C/hr. प्रतिघण्टा होती है।

अनीलिंग के लिए या तो जॉब को भट्टी में ही स्विच ऑफ करके रखा जाता हैं, अथवा उसे सूखी मिट्टी, बाल या सूखी राख से ढ़का जा सकता हैं।

इस्पात का सामान्यीकरण (Normalising steel)

उद्देश्य : इस अभ्यास के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **इस्पात के सामान्यीकरण का अर्थ बताना तथा उसका प्रयोजन बताना**
- **इस्पात के सामान्यीकरण प्रक्रिया का वर्णन करना**
- **इस्पात का सामान्यीकरण करते समय बरती जाने वाली सावधानिया स्पष्ट करना।**

इस्पात के अवयवों (Components) की संरचना (Struture) का शोधन (refine) करने अथवा उसके आन्तरिक दोषों (internal defects) को दूर करने (removing) की प्रक्रिया का सामान्यीकरण कहा जाता हैं।

प्रयोजन (Purpose)

- धातु में महीन (fine) ग्रेज साइज उत्पन्न करना।
- बार बार तप्तन (repeated heating) एवं असामान्य शीतलन (uneven cooling) व हैमरिंग के कारण आन्तरिक संरचना में उत्पन्न प्रतिबलो को हटाना।
- तन्यता को कम करना।
- फटने से बचाना।
- मुडने को रोकने के लिए

प्रक्रिया (Process)

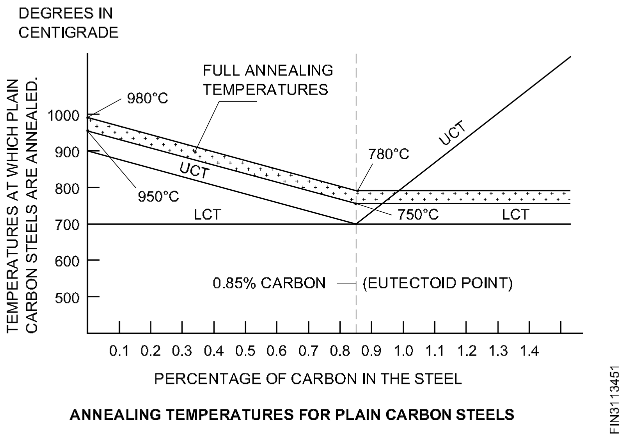
सामान्यीकरण का अच्छा परिणाम प्राप्त करने के लिए पुर्जो (parts) को समरूप ढ़ग (unformly) से ऊपरी क्रान्तिक तापमान (UCT) के 30^0-40^0 ऊपर तक तप्त करना चाहिए। (Fig 1) इसके पश्चात उसे स्थिर वायु (still air) में कक्ष तापक्रम पर ठण्डा किया जाता हैं। सभी फोर्जिंग,कास्टिंग तथा कार्य-कठोरीकृत (work hardened) पुर्तो का सामान्यीकरण किया जाना चाहिए।

Copyright Free Under CC BY Licence

सावधानियाँ (Precautions)

अवयवों (Components) को नमस्थान (wet place) या नम हवा में रखने से बचनें। इस प्रकार अवयवों के चारों ओर वायु प्राकृतिक संचरण (natural circulation) को रोकना चाहिए। अवयवों को ऐसी सतहों पर न रखें, जो इन्हें ठण्डा (chill) कर दें।

Fig 1



ANNEALING TEMPERATURES FOR PLAIN CARBON STEELS

Copyright Free Under CC BY Licence