Forging (फोर्जिंग)

परिभाषा :- धातुओं के प्लास्टिक विरुपण को नियन्त्रित कर दाब बलों द्वारा वांछित आकार और साइज में बदलने की क्रिया जिसमें दाब-बल मानव द्वारा, पॉवर हैमर अथवा विशेष प्रकार की फोर्जिंग मशीन द्वारा लगाया जाता है।

इस क्रिया में कार्यखण्ड से ना धातु को हटाया जाता है ना जोड़ा जाता है

फोर्जिंग क्रिया के लिए आवश्यक रॉ-मैटीरियल सामान्यतया एक बार, बिलेट या ब्लैक होते हैं।

फ्रोर्जिंग क्रिया के लिए धातुओं को पर्याप्त उच्च तापमान में गरम किया जाता है एवं दो या दो से अधिक डाइयों का प्रयोग कर दाब-बल लगाया जाता है।

* Classification of Forging

A. ऊर्जा स्रोत के आधार पर

(i) हस्त / ~~मानव~~ फोर्जिंग

(ii) मशीन फोर्जिंग

B. डाई के आधार पर

(i) ओपन-डाई फोर्जिंग / स्मिथ फोर्जिंग

(ii) क्लोजड डाई फोर्जिंग / इम्प्रेसन डाइ फोर्जिंग

C. दाब-बल लगाने की विधि के आधार पर

(i) पात फोर्जन (ii) अपसैट फोर्जन / स्थूलवर्धन फोर्जन

(iii) प्रेस फोर्जन (iv) रोल फोर्जन

(v) स्वेजिंग

D. तापमान के आधार पर

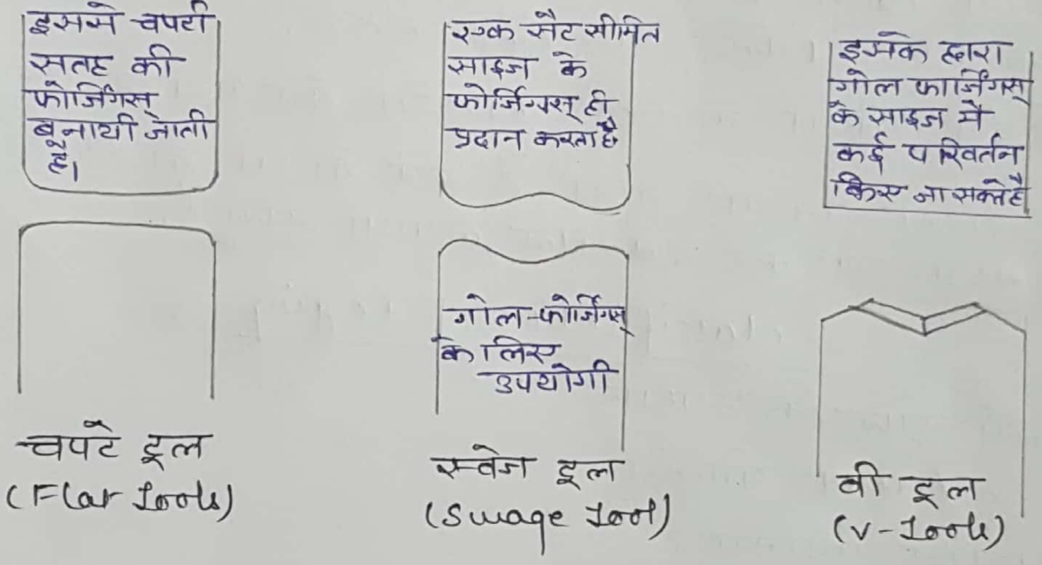
(i) शीत फोर्जन (Generally in metals)

(ii) तप्त फोर्जन: (Generally in alloys, work hardened metal or strong metals like steel & Iron etc)

Scanned by CamScanner

B (i) ओपन डाई फोर्जिंग : ओपन डाइयाँ दो खण्डों में होती हैं जिनके बीच तप्त अवस्था में कार्यखण्ड दबाकर उसके आकार और साइज को बदला जाता है।

धातुखण्ड को डाइयों के बीच उलट पलट कर उसकी शेप शनः शनः (step by step) परिवर्तित की जाती है क्रिया के फलस्वरूप पदार्थ के यान्त्रिक गुणों में सुधार होता है, इसके भीतर के खाली स्थान तथा संरध्रता वाले भाग बन्द हो जाते हैं।



[ओपन - डाई फोर्जिंग टूलस]

ओपन डाई-फार्जिंग द्वारा की जाने वाली क्रियाएं,

(a) कॉगिंग (cogging) /(blocking) ब्लॉकिंग / ड्राइंग (Drawing) धीरे-धीरे कई चक्रों / कई बार धातुखण्ड में बल लगाया जाता है जिससे धातुखण्ड धीरे-धीरे अपना आकार परिवर्तित करता है।

(b) अपसैटिंग (upsetting) :- इस क्रिया में फोर्जिंग की ऊँचाई कम होती है और व्यास बढ़ता है इसमें पूर्णतः ओवरलैपिंग टूल का प्रयोग किया जाता है।

Scanned by CamScanner

(iv) हाई ग्रेड इस्पात के कंटेनर्स, लाइनर्स, प्लांजर्स जो एक्स्ट्रूजन प्रोसस में प्रयोग होते हैं के उत्पादन में,

(v) हैवी रोल्स के आर्बर्स बनाने में,

(vi) इंजन एवं पम्प आदि के पार्ट्स बनाने में

B (ii) 2. क्लोजड डाई फोर्जिंग (closed die forging)

यह छोटे साइज वाले जटिल आकृति के पीस पर फोर्जिंग करने की विधि है, डाई का निचला आधा भाग एन्विल पर और ऊपरी आधा भाग हैमर पर लगा होता है,

फोर्जिंग किया में जब मशीन का दाब तप्त धातुखण्ड पर पड़ता है तब वह डाई पर बनी गुहिकाओं के अन्दर पूर्णतया फैलकर भर जाती है अतिरिक्त धातु पतली फिन या फ्लैश के रुप में गुहिकाओं के बाहर निकलकर डाई में फैल जाती है

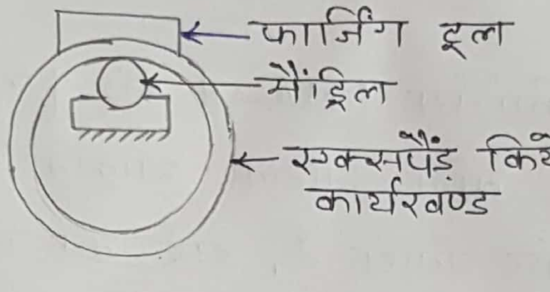
C 4. [DROP-FORGING] – U-Tube link.

पात-फोर्जन हैमर (Drop forging hammers).

यह हैमर गुरुत्वाकर्षण के सिद्धान्त पर कार्य करती है इसका मुख्य अंग एक रैम है जो अपने स्वयं के भार तथा उसके साथ लगी डाई आदि के भार के कारण किसी निश्चित ऊंचाई से स्वतन्त्र रुप से नीचे गिरता है उसे वापस ऊपर उठाने के लिए शक्ति की आवश्यकता होती है, जिसके लिए विद्युत मोटर, सम्पीडित-भाप या सम्पीडित वायु का प्रयोग किया जाता है,

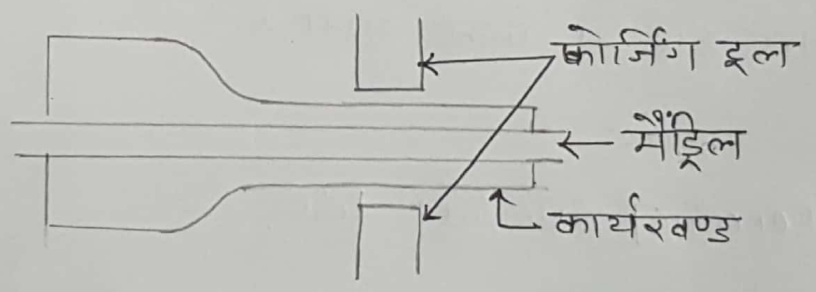
Scanned by CamScanner

(c) एक्सपैंडिंग (Expanding): इस क्रिया में खोखले उत्पादों का व्यास बढ़ाया जाता है फोर्जिंग को एक एक्सपैंडिंग बार पर सहारा जाता है जिसे रोटेट करके धातु पर बेलने की क्रिया की जाती है जॉब की परिधि धीरे-2 पतली हो जाती है और कार्यखण्ड का व्यास अनुपातिक रूप में बढ़ता है।



एक्सपैंडिंग क्रिया

(d) हॉलो फोर्जिंग (Hollow forging): इस क्रिया में कार्यखण्ड के हॉलो भाग को एक मैंड्रिल पर पकड़ा जाता है तथा टॉप टूल और बॉटम टूल के बीच दाब देकर उसकी मोटाई को घटाया जाता है



हॉलो फोर्जिंग क्रिया

ओपन-डाई फोर्जिंग के अनुप्रयोग

(i) विभिन्न शाफ्ट, लोकोमोटिव एक्सल, क्रेंक पिन, पिस्टन रॉड आदि निर्माण में,

(ii) विभिन्न डाई-ब्लाक्स बनाने में

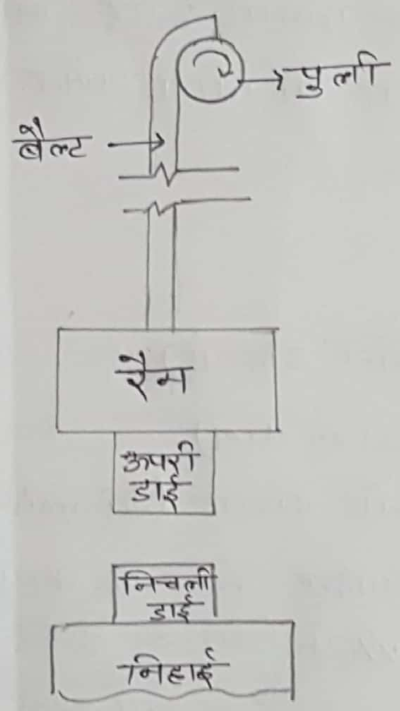
(iii) पंच प्रेसों, मैकेनिकल फॉर्मिंग प्रेसों, नेल मशीनो आदि के पार्टस बनाने में

पात-फोर्जन हैमर निम्न प्रकार के होते हैं।

(i) बेल्ट ड्राप हैमर (Belt drop hammer)

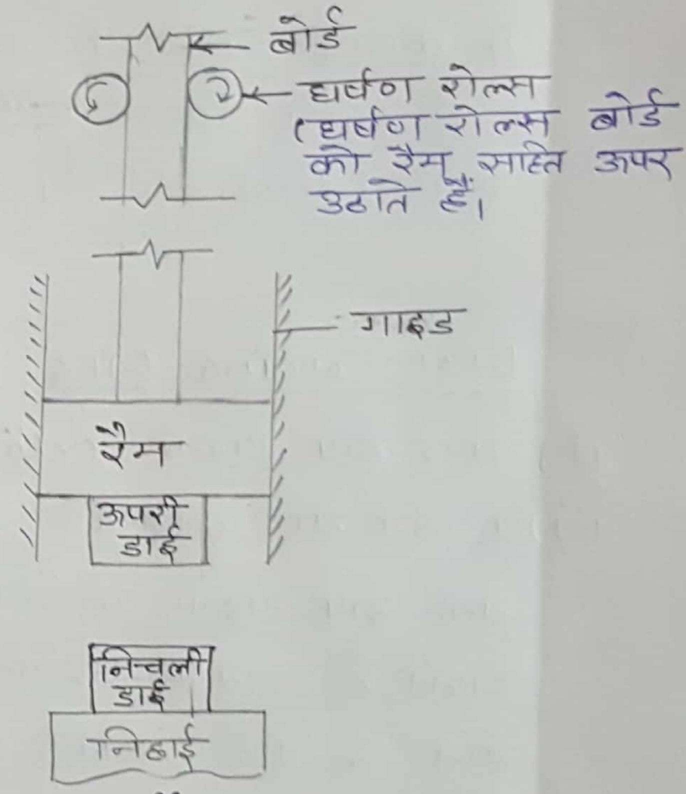
(ii) बोर्ड-ड्राप हैमर (Board drop hammer)

(iii) वायुवीय या भाप हैमर (Pneumatic or steam hammer)



(i)

बेल्ट ड्राप हैमर
(बेल्ट के द्वारा रैम को किसी ऊँचाई तक उठाया एवं सहारा जाता है)



(ii)

बोर्ड ड्राप हैमर
बेल्ट के स्थान पर बोर्ड्स एवं घर्षण युक्ति प्रयोग की जाती है।

(iii) वायुवीय या भाप हैमर → इस प्रकार के हैमरों में रैम का प्रहार गुरुत्वीय बल के साथ-साथ भाप या वायुवीय शक्ति द्वारा भी नियन्त्रित होता है। इसलिए इन हैमरों को विभिन्न परिवर्तनशील शक्तियों पर संचालित करना अपेक्षाकृत सरल होता है, इन हैमरों की कार्यकारी क्षमता अधिक होती है।

Scanned by CamScanner

वायवीय तथा भाप हैमर एकल क्रिया (single acting) अथवा दोहरी क्रिया (double acting) वाले होते हैं। एकल क्रिया वाले हैमरों को आवश्यक ऊँचाई तक वायवीय या भाप की शक्ति द्वारा उठाया जाता है और वह स्वतन्त्र रूप से गुरुत्व बल के कारण नीचे गिरता है दोहरे क्रिया, रैम का ऊपर उठना और नीचे गिरना दोनों भाप या वायवीय शक्ति से नियन्त्रित होते हैं।

DROP FORGING DIES (पात फोर्जन डाइयाँ)

(i) बन्द छाप डाइयाँ (closed impression dies)

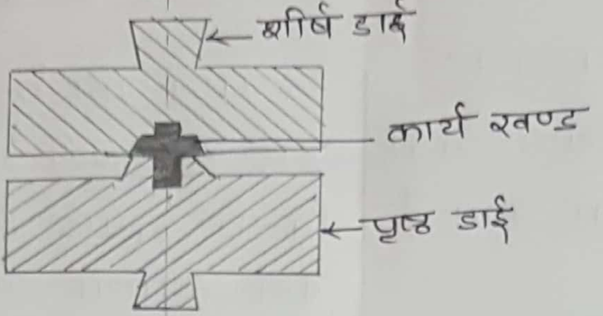
(ii) ट्रिमिंग या काट-छाँट करने वाली डाइयां (Trimming Dies)

बन्द छाप डाइयाँ फोर्जिंग्स का उत्पादन करने के काम आती हैं जबकि ट्रिमिंग डाइयां फोर्जिंग से तैयार होने के बाद उनकी काट-छाँट करने के काम आती हैं।

(i) बन्द छाप डाइयाँ (closed impression dies): इन डाइयों के शीर्ष डाई (top die) तथा पृष्ठ डाई (bottom die) दो हिस्से होते हैं बन्द छाप डाइयां एकल छाप (single impression) तथा बहु-छाप (multiple impression) वाली हो सकती हैं।

(a) Single impression die : शीर्ष तथा पृष्ठ दोनो खण्डो मे फोर्ज की जाने वाली वस्तु की एकल छाप (single impression) होती है।

Scanned by CamScanner



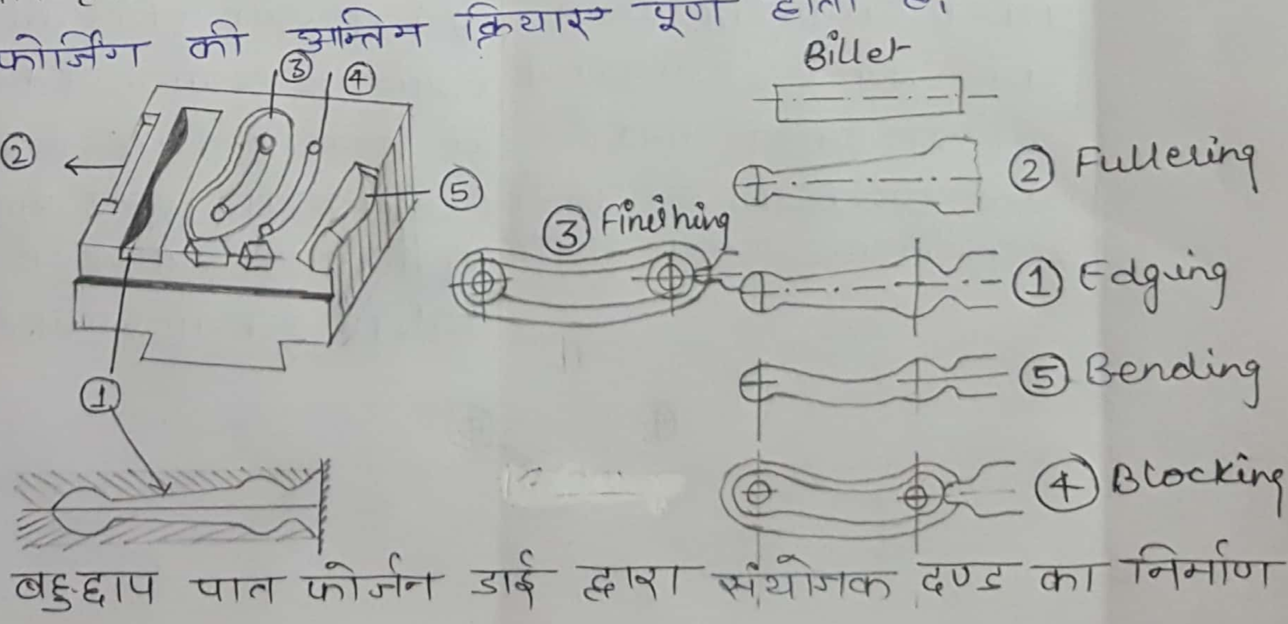
एकल-छाप डाई. (Single impression die)

(b) बहु-छाप डाइयाँ: जब डाई में एक से ज्यादा छापें/खाँचे हो, खाचों के अनुसार अनेक कार्यखण्डों पर एक साथ क्रियाएँ की जाती हैं अथवा फोर्ज की जाने वाली वस्तु की प्रारम्भिक अवस्था से अन्तिम आकार प्रदान करने तक सारी क्रियाएँ की जाती हैं।

डाई पर बने छाप/खाँचे दो प्रकार के होते हैं,

(i) प्रारम्भिक छापे (Preliminary impression): इनमें धातु खण्ड पर अन्तिम फोर्जन क्रिया करने के पहले की तैयारी की जाती है,

(ii) परिष्कृत फोर्जन छापें (Finish Forging impression): इनमें फोर्जिंग की अन्तिम क्रियाएं पूर्ण होती हैं।



बहु-छाप पात फोर्जन डाई द्वारा संयोजक दण्ड का निर्माण

प्रेस फार्जन तथा पात फार्जन (Drop forging) की तुलना

प्रेस फार्जन	पात फोर्जन
(i) कार्यखण्ड में धीमी गति से दाब लगाया जाता है	डाई के ऊपरी भाग को किसी ऊंचाई से गिराकर बल लगाया जाता है।
(ii) कार्यखण्ड में समामित कठोरता मिलती है क्रिया के बाद	कार्यखण्ड का केन्द्र परिधि से कम कठोर होता है
(iii) गिरने वाले अंगों की ऊर्जा का अधिकांश भाग धातु-खण्ड को अन्तरित होता है	गिरने वाले अंगों की ऊर्जा का अधिकांश भाग निहाई तथा हैमर की नींव में शोषित होता है
विनिर्माण लागत कम आती है।	विनिर्माण लागत अधिक आती है।
प्रेस फोर्जिंग्स समामित परिशुद्ध तथा चिकनी होती है	रूक्ष तथा असममित होते हैं।
प्रेस फोर्मिंग प्रक्रमों का प्रयोग सामान्यतः ऐसे अंगो को सही साइज में लाने में किया जाता है जिन्हें अन्य फोर्जिंग प्रक्रमों द्वारा तैयार किया जाता है	पात फोर्जिंग प्रक्रमों का प्रयोग ऐसे अंगों का प्लास्टिक रूपान्तरण करने में होता है जिन्हे सिल्ली (ingot) या बिलेट आदि मूल धातु-खण्डो से निर्मित किया जाता है।

प्रेस-फोर्जन के अनुप्रयोग

(i) धारक (containers)

(ii) लाइनर (Liners)

(iii) शाफ्ट (विभिन्न प्रकार/प्रयोग हेतु)

(iv) डाई - ब्लॉक्स

प्रेस फोर्जन द्वारा हल्की फोर्जिंग्स से लेकर 50 टन तक भार की फोर्जिंग्स निर्मित की जा सकती हैं।

(C). स्थूलवर्धन-फोर्जन (upset forging)

धातु-खण्ड के किनारों पर शीर्ष बनाने की विधि है

स्थूलवर्धन फोर्जन की डाइयाँ: बन्द छाप डाइयाँ प्रयोग की जाती हैं

जिसमे एक स्थिर ग्रिपर डाई (stationary gripper die) तथा दूसरी चल ग्रिपर डाई (movable gripper die) होती है,

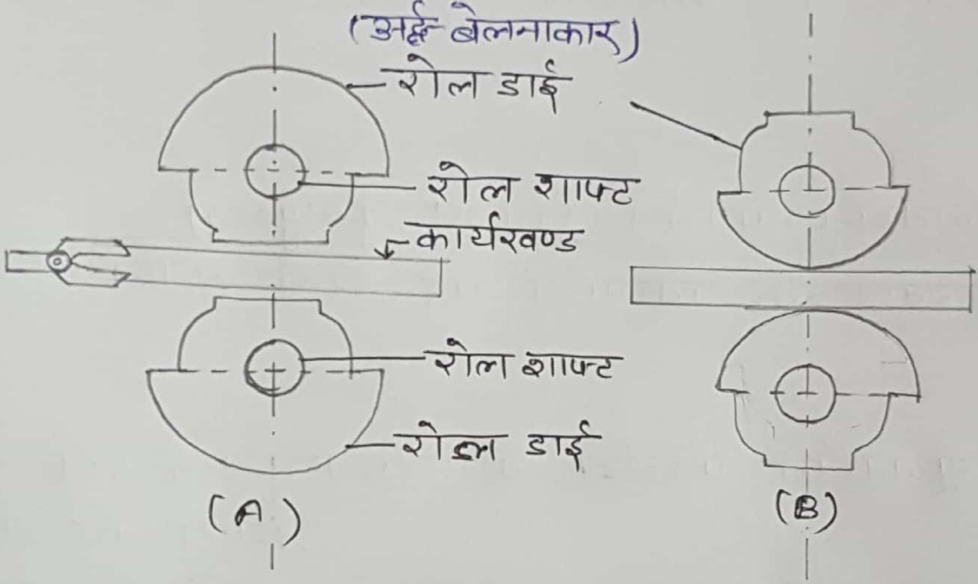
इस क्रिया में फोर्जिंग डाई (moving or stationary) उर्ध्वाधर व्यवस्थित होती है

(D). रोल-फोर्जन (Roll Forging): इसके द्वारा लम्बे व पतले अंगों का फोर्जन किया जाता है जिन्हें लम्बाई में टेपरित अथवा बेलनाकार आकृतियाँ प्रदान करनी हों जैसे एक्सल, चाकू के फलक (knife blades) पत्तीदार स्प्रिंग (leaf springs) etc.

रोल फार्जन की क्रिया के अन्तर्गत प्रारम्भिक धातु-खण्ड को दो रोल-डाइयों या फोर्जिंग रोलर्स के बीच में रखा जाता है जो कि अर्ध-बेलनाकार आकृति के होते हैं।

Scanned by CamScanner

रोल-डाइयों एवं फोर्जन रोल्स में फोर्ज की जाने वाली धातु की आकृति के समान खाँचे बने होते हैं।
धातु खण्ड को वांछित आकार देने के लिए एक से अधिक बार रोल-डाइयों के बीच से गुजरना पड़ता है जिसे पास सं० (No. of Pass) कहते हैं।



रोल फोर्जन का क्रिया सिद्धान्त

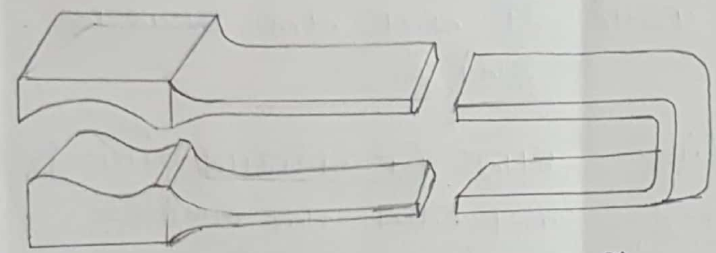
चित्र (A) में रोल खुली स्थिति में हैं इस अवस्था में तप्त कार्यखण्ड को रोल्स के बीच में रखा जाता है, चित्र (B) में रोल्स की बन्द स्थिति दिखाई गयी है जिसमें धातुखण्ड को रोल डाई के खाँचे में जकड़ा गया है रोल्स की घुमाव-गति के कारण धातुखण्ड एक सिरे से दूसरे सिरे तक बलपूर्वक पहुँच जाता है, जब डाइयाँ पुनः अपनी खुली स्थिति में आ जाती है तो धातु खण्ड को दूसरे अनुकूल खाँचे में जकड़ लिया जाता है और वांछित आकार प्राप्त करने तक क्रिया को बार-बार दोहराया जाता है

Scanned by CamScanner

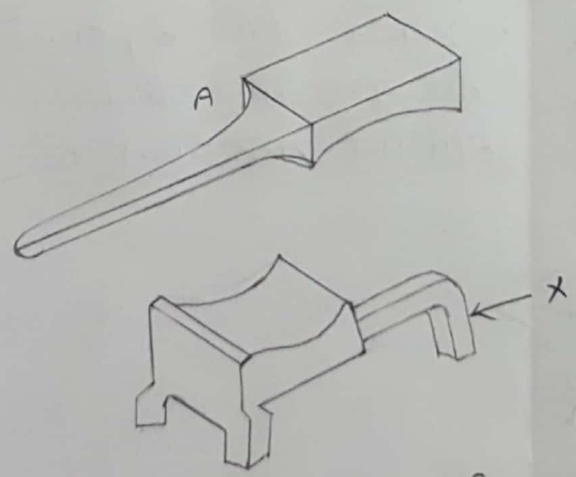
(E) स्वेजिंग (Swaging) : (i) इस क्रिया के द्वारा फोर्जित किये गए पार्टस के उन हिस्सों को स्मूथ किया जाता है, जिन्हें चिकना और स्वच्छ बनाने की आवश्यकता हो,

(ii) फोर्जित पार्ट के सिलिण्ड्रीकल हिस्सों को एक समान गोलाकार बनाने या टेपरित करने हेतु भी इस क्रिया को प्रयोग किया जाता है।

(iii) साधारण कार्यों के लिए हस्त औजार जबकि अधिक शुद्धता के लिए स्वेजिंग डाइयों का प्रयोग किया जाता है।



स्वेजिंग टूल फॉर पॉवर हैमर वर्क



स्वेजिंग टूल फॉर डाई-ब्लाक

Scanned by CamScanner

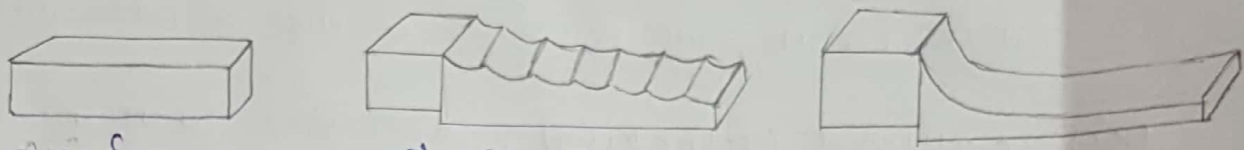
शीत एवं तप्त फोर्जिंग में अन्तर.

(i)	शीत फोर्जिंग मे ग्रेन विकृत (distort) होते हैं. Slip of planes की क्रियाएं होती है	तप्त फोर्जिंग में ग्रेन स्ट्रक्चर परिशुद्ध होता है
(ii)	ग्रेन साइज पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता	ग्रेन साइज कम हो जाता है।
(iii)	उत्पादन की दर अधिक एवं तीव्र होती है।	तप्त धातुओं की हैंडलिंग सोकिंग - पिट व भट्टियों आदि के प्रयोग के कारण उत्पादन दर कम होती है।
(iv)	तप्त फोर्जन की तुलनामें अधिक बल लगाना पड़ताहै	शीत फोर्जन की तुलना में कम बल आवश्यक होता है
(v)	धातु की सामर्थ्य और कठोरता में वृद्धि होती है।	धातु की पराभाव सामर्थ्य कम (कम बल लगाकर प्लास्टिक विरूपण संभव) तन्यता बढ़ जाती है।
(vi)	फिनस् तथा फ्लैश उत्पन्न नही होते	फिनस् तथा फ्लैश उत्पन्न होते हैं
(vii)	सतह पर पपड़ी आदि उत्पन्न नहीं होती कार्यखण्ड को पुनः क्रिस्टलीकरण तापमान के नीचे गरम करते है	पपड़ी आदि सतह पर उत्पन्न होती है, धातुओं को पुनः क्रिस्टलीकरण तापमान तक गरम करते हैं;

Scanned by CamScanner

फोर्जन क्रियायें

(1) ड्रांइग डाउन या स्वजिंग : धातु के फैलाने और उसे पतला करने की क्रिया है, धातुखण्ड की मोटाई कम हो जाती है, क्रिया के लिए चपटी डाइयों का प्रयोग किया जाता है,



(ii) अपसैटिंग : धातुखण्ड का क्रॉस-सेक्शन एरिया बढ़ाया जाता है

(iii) पंचिंग : हाट पंच द्वारा बेलनाकार छिद्र बनाने की प्रक्रिया

(iv) सैटिंग डाउन (setting down) : यह लोकल थिनिंग डाउन क्रिया है और सैट हैमर या सैट से की जाती है,

(v) बेंडिग : दो प्रकार की होती है (i) शार्प कार्नर बेंडस् और (ii) ग्रेजुअल बेडस्

(vi) फार्ज वेल्डिंग : फोर्ज शाप में किया जाने वाला आपरेशन जिसमें धातुखण्ड को गरम कर वेल्ड किया जाता है,

(vii) कटिंग : 850°c से 900°c तक गरम कर धातुखण्ड को काटना अधिक मोटाई वाली धातु को काटने के लिए 180° के अन्तराल पर दो नॉच बनायी जाती हैं,

(viii) फ्लैट-डाई फोर्जिंग : यह फोर्जिंग की सरलतम विधि है कम मात्रा में भारी एवं सरल आकृति वाले कार्यखण्डो के लिए यह विधि अधिक उपयुक्त है

Scanned by CamScanner

(ix) इंप्रेशन डाई या क्लोज डाई फोर्जिंग : पृष्ठ सं - 06 में वर्णित,

(x) फुलरिंग: इंप्रेशन डाई फोर्जिंग आपरेशन के लिए धातुखण्ड तैयार करने के लिए सर्वप्रथम फुलरिंग क्रिया की जाती है,
इस क्रिया में कार्यखण्ड का क्रॉस सेक्शन कम किया जाता है और लम्बाई बढ़ायी जाती है।

(xi) ब्लॉकिंग (Blocking) : ब्लाकिंग क्रिया का उद्देश्य कार्यखण्ड को एक माध्यमिक आकार देना है यह क्रिया फुलरिंग के बाद एवं फाइनल फिनिश इंप्रेशन देने से पूर्व की स्टेज पर की जाती है।

(xii) ट्रिमिंग: फोर्जिंग्स पर चिपके हुए फ्लैश को हटाने की क्रिया को ट्रिमिंग कहते हैं यह क्रिया हैमर द्वारा या प्रेस द्वारा की जाती है इसमें कार्यखण्ड को पुश करके ट्रिमिंग ब्लेड के नीचे से गुजारा जाता है जिस पर एक पंच लगा होता है जो ट्रिमिंग क्रिया करता है।

(xiii) क्वायनिंग और आयरनिंग: इन क्रियाओ द्वारा धातुखण्ड पर क्लोज टॉलरेन्स और स्मूथ सर्फेस प्राप्त होते हैं, इन आपरेशनों के लिए विशेष प्रकार की डाइयों का प्रयोग किया जाता है क्वायनिंग क्रिया मे धातुखण्ड में विशेष आकृति बनायी जाती है। आयरनिंग क्रिया में कार्यखण्ड को एक रिंग में पुश करके उसके बाहरी व्यास को साइज में तैयार किया जाता है।

Scanned by CamScanner

फार्जन क्रिया के लाभ (Advantages of Forging)

(i) फार्जिंग द्वारा निर्मित कंपोनेंट्स में उच्च सामर्थ्य और आघातवर्धनीयता के गुण विकसित होते हैं।

(ii) धातु के ग्रेन-स्ट्रक्चर में सुधार होता है इनमें रेखीय फैलाव होता है जिसके फलस्वरुप आघात (impact) और फटीग-लोड सहने की प्रतिरोधक क्षमता में वृद्धि होती है

(iii) फोर्जिंग से धातु की संरचना में सुधार होता है संरन्ध्रता बहुत कम रह जाती है। यौगिक गुणों में भी सुधार होता है।

(iv) फोर्जिंग क्रिया से पार्ट्स का यूनिफार्म-घनत्व और साथ ही यूनिफार्म-डाइमेंशन प्राप्त होते हैं।

(v) धातुखण्ड का वांछित साइज प्राप्त होता है जिसमें पुनः मशीनन की आवश्यकता नहीं पड़ती,

(vi) विभिन्न प्रकार की आकृतियाँ बनायी जा सकती है,

(vii) इस क्रिया में धातु का फैलाव वहीं होता है जहाँ आवश्यकता होती है अतः फोर्जिंगस का भार और उनकी लागत प्रभावित होती है।

फोर्जिंग की सीमायें (Limitations of forging)

(i). क्लोज टोलरेन्स नहीं प्राप्त होती,

(ii) डाइयों का प्रारम्भिक लागत एवं उनके रखरखाव का खर्चा अधिक होता है

(iii) उच्च तापमान के कारण धातु की सतह पर ऑक्साइड की परत जम जाती है जो डाइयों की टूट-फूट एवं घिसावट का कारण बनती है।

Scanned by CamScanner