



महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई
(स्वायत्त) (ISO 9001:2015) (ISO/IEC 27001:2013)

अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान पदविका

शिक्षण पुस्तिका
(Learning Material)

MANUFACTURING TECHNOLOGY
(312313)

यंत्र अभियांत्रिकी गट

मराठी – इंग्रजी (द्विभाषिक) माध्यम
(अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञान दुसरे सत्र पदविका)

शिक्षण पुस्तिका
(Learning Material)

उत्पादन तंत्रज्ञान
Manufacturing Technology
(312313)

मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यम
(अभियांत्रिकी व तंत्राज्ञानातील दुसरे सत्र पदविका)



महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई
(स्वायत्त) (ISO 9001:2015) (ISO/IEC 27001:2013)

MSBTE Mentor

Mr. S.S. Harip

Selection Grade Lecturer, Mechanical Engineering

Experts

Mrs. S.N.Borade

Lecturer, Mechanical Engineering

Mr. T.S. Hingmire

Lecturer, Mechanical Engineering

Mr. T.S. Ranade

Lecturer, Mechanical Engineering

Mr. D.V. Lohar

Head, Mechanical Engineering

Mr. B.B. Patil

Lecturer, Mechanical Engineering

Reviewers

Mr. C.M. Datir

Lecturer, Mechanical Engineering

Mr. N.S. Salunkhe

Head, Mechanical Engineering

Chief Co-ordinator

Mr. B.S. Tashildar

Principal

Institute Co-ordinator

Mr. N.S. Patil

Head, Mechanical Engineering

Project Institute

Sharad Institute of Technology, Polytechnic, Yadrav- Ichalkaranji (0968)



महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ

(स्वायत्त) (ISO: १००१:२०१५) (ISO/IES: २७००१-२०१३)

शासकीय तंत्रनिकेतन इमारत, चौथा मजला, ४९, खेरवाडी, बांद्रा (पूर्व), मुंबई - ४०० ०५१.

दूरध्वनी क्र.: ०२२-६२५४२१७० / १६१

Email : director@msbte.com

Web : www.msbte.org.in



प्रास्ताविक

महाराष्ट्र राज्यातील पदविका स्तरावरील तंत्रशिक्षणामध्ये विद्यार्थ्यांचे रोजगार कौशल्य विकसित करून विद्यार्थ्यांचा सर्वांगीण विकास घडवून आणण्याकरिता महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळ कटिबद्ध आहे. उद्योगधंद्यातील बदलत्या तंत्रज्ञानाशी संबंधित गरजा लक्षात घेऊन महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळाकडून पदविका अभ्यासक्रम वेळोवेळी अद्यावत करण्यात येतो. अभियांत्रिकी पदविका अभ्यासक्रम शिकत असतांना संकल्पनात्मक ज्ञान, सुसंगत संदर्भ, प्रश्न विचारणे, विश्वसनिय पुरावे, कारणमीमांसा आणि सुस्पष्ट निकष यांचा वापर करून अर्थाची उकल करण्याची, विश्लेषण व मूल्यमापन करण्याची तसेच तर्काने अनुमान काढण्याची क्षमता म्हणजेच चिकित्सक विचार विद्यार्थ्यांमध्ये अधिक दृढ होतील असा मला विश्वास आहे. जेव्हा विद्यार्थी ज्ञान मिळवण्याच्या माध्यमाशी पूर्णपणे परिचित आणि सोयीस्कर असतात, तेव्हा त्यांच्यासाठी वर्गातील चर्चेत भाग घेणे सोपे होते, संकल्पनात्मक व सैद्धांतिक बाबींचे आकलन परिपूर्ण होते, संज्ञानात्मक क्षमता सुधारते आणि त्यांचा आत्मविश्वास देखील वाढतो. या सर्व गोष्टींचा विचार करून मंडळाकडून शैक्षणिक सामुग्रीची निर्मिती करण्यात आलेली आहे. भारत देश हा खेड्यापाड्यातून विकसित झालेला देश असून ग्रामीण भागातील विद्यार्थ्यांना तांत्रिक शिक्षण घेतांना भाषेचा अडसर न येता तांत्रिक बाबींचा आशय समजून घेणे शक्य होईल या दृष्टिकोनातून महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळाने पदविका स्तरावरील तांत्रिक शिक्षणाकरिता विद्यार्थ्यांना मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यमाचा पर्याय शैक्षणिक वर्ष २०२१-२२ पासून उपलब्ध करून दिलेला आहे.

राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण-२०२० प्रादेशिक भाषेतील शिक्षणास प्रोत्साहन देते, ज्यामुळे विद्यार्थ्यांना तांत्रिक अभ्यासक्रमांसाठी प्रादेशिक भाषांतून शिक्षणाचे माध्यम निवडता येते. सदर धोरणामुळे प्रादेशिक भाषांमध्ये तांत्रिक सामग्री आणि अभ्यास सामग्रीचा विकास आणि भाषांतर निर्माण करण्याची आवश्यकता आहे. त्यास अनुसरून मंडळाने मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यमाचा पर्याय द्वितीय व तृतीय वर्षाकरिताही उपलब्ध करून देण्यात आला आहे. तसेच त्याकरिताची शैक्षणिक सामग्रीही संबंधीत भागधारकरांना उपलब्ध करून देण्यात येत आहे.

पदविका स्तरावरील तंत्रशिक्षण अधिक दर्जेदार करण्यासाठी महाराष्ट्रातील अनुभवी व तज्ञ अध्यापकांनी व्यावहारिक मराठी भाषा व इंग्रजी भाषेतील तांत्रिक शब्दावली यांचा वापर करून मराठी - इंग्रजी भाषेचा सुवर्णमध्य साधण्याचा प्रयत्न केलेला आहे. मंडळाच्या स्तरावर गठीत सुकाणू समितीमार्फत सदर शैक्षणिक सामुग्रीचा दर्जा, तसेच इतर बाबींची तपासणी करण्यात आलेली आहे. त्यामुळे सदर शैक्षणिक सामुग्री अधिक सम्पन्न झालेली असून विद्यार्थी त्यांच्या व्यक्तिमत्त्वाचा सुसंवादी आणि सर्वांगीण विकास साधतील. परिणामतः विश्वस्तरीय मनुष्यबळाच्या गरजा पूर्ण करण्यात महाराष्ट्र राज्य अग्रेसर राहील व पर्यायाने राष्ट्रनिर्मिती करीता निश्चितच हातभार लागेल, असा मला विश्वास आहे.

अभियांत्रिकी पदविका अभ्यासक्रमातील प्रमुख विषयांची मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक शैक्षणिक सामुग्री बनविण्यासाठी अध्यापक व सुकाणू समितीचे सदस्य यांनी दर्शविलेले समर्पण व वचनबद्धता कौतुकास पात्र आहे, या सर्वांचे मी मनःपूर्वक अभिनंदन करतो !


(प्रमोद नाईक)

संचालक

म. रा. तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई.

अनुक्रमणिका

अ. क्र	युनिटचे नाव	पान क्र.
1	लेथ आणि ड्रिलिंग मशीनची मूलभूत तत्त्वे (Fundamentals of Lathe and Drilling Machines)	1-31
2	मिलिंग मशीन (Milling Machine)	32-50
3	कास्टिंग प्रक्रिया(Casting Processes)	51-77
4	फॉर्मिंग प्रक्रिया (Forming process)	78-107
5	मेटल जॉईनिंग प्रक्रिया (Metal Joining Processes)	108-127

1. लेथ आणि ड्रिलिंग मशीनची मूलभूत तत्त्वे

(Fundamentals of Lathe and Drilling Machines)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome): दिलेल्या रेखांकनानुसार लेथ आणि ड्रिलिंग मशीन वापरून वेगळे उत्पादन करणे.

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

TLO 1.1: सिंगल पॉइंट कटिंग टूलच्या विविध कोनांची यादी करणे.

TLO 1.2: लेथ मशीनची रचना आणि त्यांचे कार्य सूचीबद्ध करणे.

TLO 1.3: दिलेल्या घटकासाठी मशीनिंग पॅरामीटर्सची गणना करणे.

TLO 1.4: ड्रिलिंग मशीनची रचना आणि तपशील वर्णन करणे.

TLO 1.5: विविध ड्रिलिंग ऑपरेशन्सची यादी करणे.

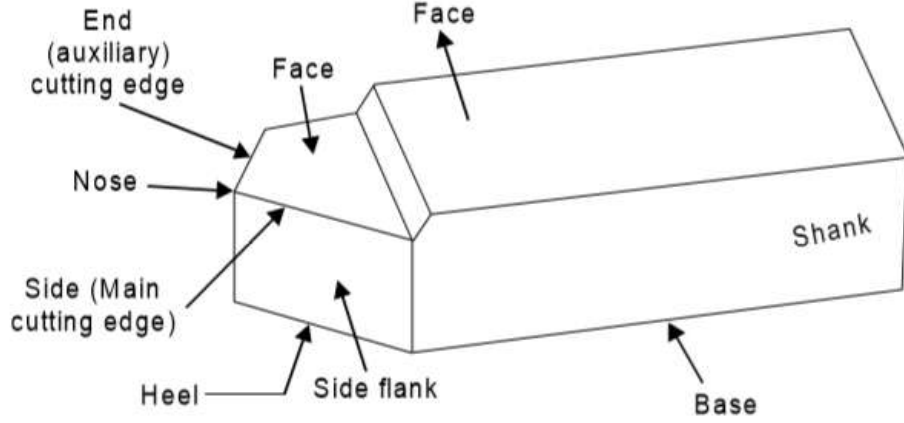
1.1 मशीनिंगची मूलभूत माहिती:

मेटल कटिंग किंवा मशीनिंग प्रक्रिया ही चिप्सच्या स्वरूपात कच्चा माला मधून नको असलेली सामग्री काढून वर्क पीस तयार करण्याची प्रक्रिया आहे. या प्रक्रियेमध्ये सामान्यतः मशीन शॉप्समध्ये किंवा टूल रूममध्ये दंडगोलाकार(cylindrical) किंवा सपाट वर्कपीसला इच्छित आकार देतात आणि वर्कपीसवरील मटेरियल खडबडीत ब्लॉकवर वेज-आकाराच्या टूलच्या (wedge shaped tool) सहाय्याने मशीनिंग करतात. कटिंग टूल हे रोटेटिंग(rotating) वर्क पीस वर फीड(feed) करतात .आणि त्यामुळे चिप्सच्या स्वरूपात धातूचा अतिरिक्त भाग काढून टाकला जातो.

कटिंग टूल:

कटिंग टूलचा मुख्य ऑपरेशन करताना महत्वाचा सहभाग असतो. यात सिंगल पॉइंट कटिंग टूल्स किंवा मल्टीपॉइंट कटिंग टूल्स असतात. कटिंग टूल बॉडी वर टीथ (Teeth) आहेत किंवा त्यावर कटिंग एजेस (cutting edges) असतात. सिंगल पॉइंट कटिंग टूल (जसे की लेथ, शेपर आणि प्लॅनर आणि बोरिंग टूल) मध्ये फक्त एक कटिंग एज असते, तर मल्टी-पॉइंट कटिंग टूल (जसे मिलिंग कटर, ड्रिल, रीमर आणि ब्रोच) मध्ये अनेक टीथ किंवा अनेक कटिंग एजेस परिघावर असतात.

A. सिंगल पॉइंट कटिंग टूल्स:- सिंगल पॉइंट कटिंग टूल त्याच्या भूमितीवरून समजू शकतो (आकृती 1.1.1). भूमितीमध्ये प्रामुख्याने नोज, रेक फेस, फ्लांक, हील आणि शांक इत्यादींचा समावेश असतो. नोजचा आकार वेगवेगळ्या कोनांनी कोनिकल आकाराचा असतो.

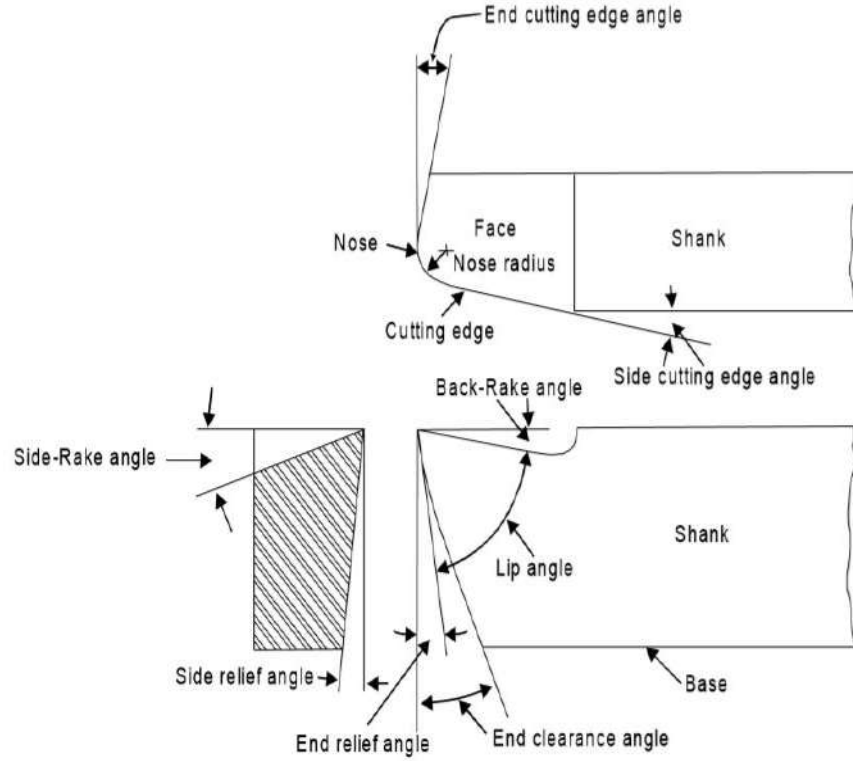


सिंगल पॉइंट कटिंग टूलची भूमिती

आकृती. 1.1.1

कटिंग टूल नामकरण म्हणजे कटिंग टूलचे विविध भाग आणि कोन यांना दिलेली नावे असतात. सिंगल पॉइंट टूलचे तीन दृश्य **आकृती 1.1.2** मध्ये स्पष्ट केले आहे.

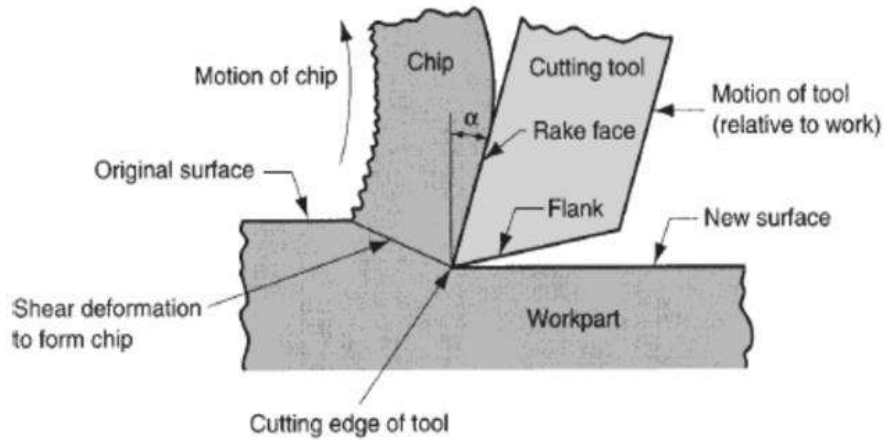
- i) **बॅक रेक अँगल(Back rake angle):** - बॅक रेक अँगल हा कटिंग टूल फेस ज्यावर चिप्स सरकतात आणि नोजच्या बिंदूपासून सुरू होणारी लांबीची दिशा मोजून टूलच्या पायाला समांतर असणारी रेषा यांमधील कोन आहे.
- ii) **साइड रेक अँगल(Side Rack Angle):** - हा रुंदीच्या दिशेने नोज पासून आणि कटिंग टूल फेस पासून सुरू होणाऱ्या हॉरीझॉन्टल प्लेनच्या (Horizontal plane) संदर्भात बनवलेला कोन आहे. हा अँगल चिपला वर्क पीस पासून वर्कपीस पासून दूर दूर नेण्याचे काम करतो करतो.
- iii) **एंड रिलीफ अँगल(End Relief Angle):** - कटिंग एजच्या अगदी खाली असलेल्या टोकाच्या बाजूचा भाग आणि टूलच्या बेस ला लंब असलेली रेषा, फ्लांकच्या काटकोनात मोजली जाणारी रेषा यांमधील कोन अशी त्याची व्याख्या केली जाते.
- iv) **साइड रिलीफ अँगल(Side Relief Angle):** - हा कोन साईड फ्लांक व रेषा जी साईड एज पासून सुरू होते व ती फ्लांक च्या बेसला लंब असते यापासून बनलेला असतो. हा कोण जॉब व टूल घासू नये म्हणून बनवलेला असतो. किंवा साईड फ्लांक व जॉब यांचे घर्षण होऊ नये म्हणून दिलेला असतो.
- v) **एंड कटिंग एज अँगल(Eng Cutting Edge Angle):** - हा कोन एंड कटिंग एज व रेषा जी नोज बिंदूपासून सुरू होते व शांक लांबीला लंब असते यापासून बनलेला असतो. यामुळे टूल कटिंग एज आणि वर्क पीस दरम्यान क्लिअरन्स प्राप्त होतो
- vi) **साइड कटिंग एज अँगल(Side Cutting Edge Angle) :** - हा टूलच्या साइडला असलेला सरळ कटिंग एज आणि शांकच्या बाजूला असलेला कोन आहे. त्याला लीड अँगल असेही म्हणतात. तयार पृष्ठभागापासून चिप दूर करण्यासाठी हे जबाबदार आहे.
- vii) **नोज त्रिज्या(Nose Radius):** - कटिंग टूल ची नोज या त्रिज्येपासून बनलेले असते त्याला नोज त्रिज्या असे म्हणतात. ही लहान त्रिज्या आहे जी वर्क-पीसवर सपाट पृष्ठभाग तयार करते.



सिंगल पॉइंट कटिंग टूलचे तीन व्ह्यू(View) डायग्राम

आकृती. 1.1.2

चिप निर्मितीचे मेकॅनिक्स:- कोणत्याही मशीनिंग ऑपरेशनमध्ये, वर्क पीस चा काही भाग वर्क पीसमधून चिपच्या स्वरूपात काढला जातो. कातरणे(Shearing) आणि फाडणे(Tearing) यामुळे चिप्स तयार होतात. जेव्हा टूल फिरत्या वर्क पीसच्या विरुद्ध दिशेने फीड केले जाते, तेव्हा ते दोन विरुद्ध दिशेने खेचले जाते जेणेकरून जेव्हा कातरणेचा ताण वर्क पीसच्या अंतिम कातरणेच्या ताणापेक्षा जास्त किंवा समान होईल, तेव्हा कातरणे किंवा क्रॅकिंग टूलच्या टोकावर शक्य होते.



चिप फॉर्मेशनचे मेकॅनिक्स

आकृती. 1.1.3

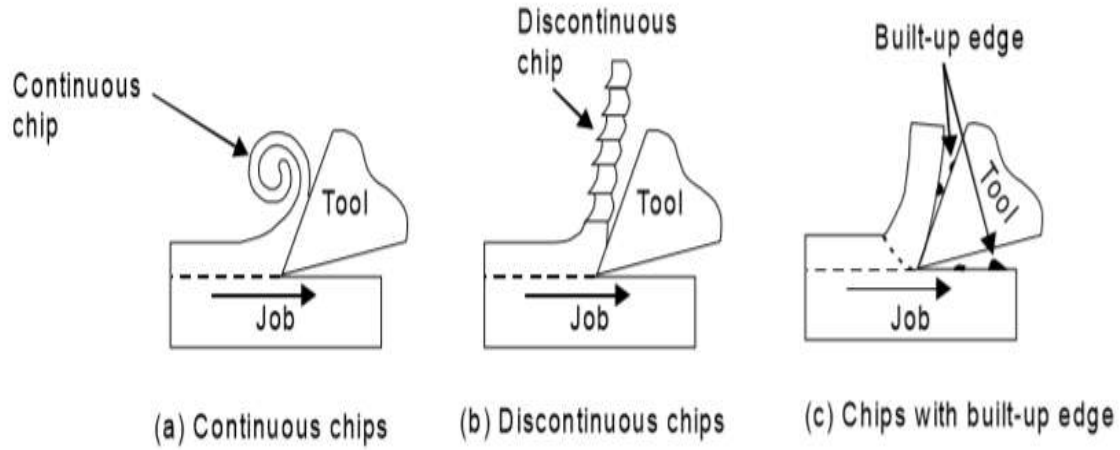
मेटल कटिंगच्या सिद्धांतानुसार ज्याद्वारे चिप तयार होत आहे ती कातरणे आणि फाडणे क्रिया आहे. मऊ आणि लवचिक मटेरिअल मशीनिंग दरम्यान सतत(continuous) चिप तयार होईल. तर कठिण आणि ठिसूळ कामाच्या मटेरिअल मशीनिंग दरम्यान खंडित(discontinuous) चिप्स तयार होतात.

चिप्सचे प्रकार

मेटल कटिंग ऑपरेशन मशीन शॉप मध्ये होते. वर्कपीसला आवश्यक शेप (shape) आणि आकार देण्यासाठी वर्क चा काही भाग चिप्सच्या स्वरूपात वर्कपीस पासून वेगळा केला जातो. चिप्सच्या एजचा प्रकार मुळात वर्क मटेरिअल आणि कटिंगची परिस्थिती यावर अवलंबून आहे. मेटल कटिंग ऑपरेशन्स दरम्यान तयार होणाऱ्या चिप्सचे तीन प्रकारांमध्ये वर्गीकरण केले जाऊ शकते:

1. खंडित चिप्स (Discontinuous chip)
2. सतत चिप्स (Continuous chip)
3. बिल्ट-अप एजसह सतत चिप्स (Continuous chip with built chip)

वरील तीन सामान्य प्रकारच्या चिप्स आकृती 1.1.4 मध्ये दर्शविल्या आहेत.



चिप्सचे सामान्य प्रकार

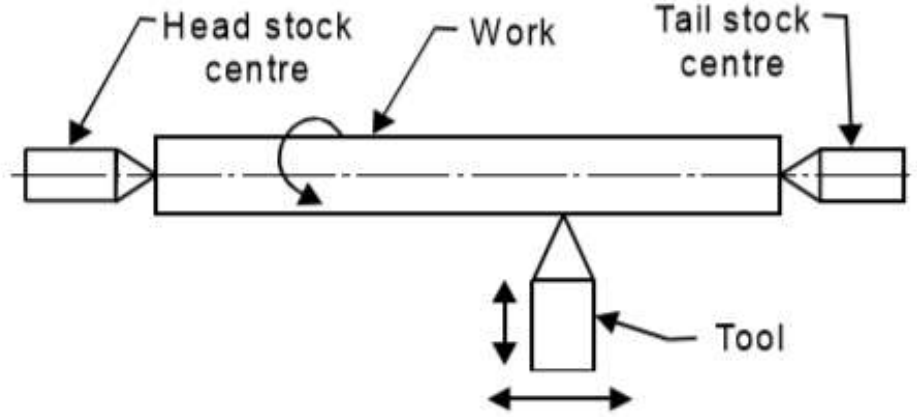
आकृती. 1.1.4

आकृती 1.1.4 (a) दाखविल्याप्रमाणे मशीन शॉपमध्ये मशीनिंग दरम्यान सतत चिप्स बाहेर येत असल्याचे दाखवते. सौम्य स्टील आणि तांबे यांसारख्या लवचिक वर्क मटेरिअलचे मशीनिंग करताना या प्रकारच्या चिप्स प्राप्त होतात. एक सतत चिप कटिंग टूलच्या कटिंग एजमधून सिंगल वन पीस म्हणून येते आणि सुरक्षिततेसाठी किंवा हाताळणीच्या सोयीसाठी हेतुपुरस्सर तोडल्याशिवाय तो एक तुकडा म्हणून राहील. किंवा तो तोडल्याशिवाय बाजूला होत नाही. खूप लांब चिप तयार होणे मशीनिंग प्रक्रियेसाठी आणि मशीन ऑपरेटरसाठी धोकादायक आहे. ते कटिंग टूल, वर्क पीसवर गुंढाळू शकते आणि कटिंग ऑपरेशनमध्ये व्यत्यय आणू शकते. अशा प्रकारे, लांब सतत चिप्सचे लहान तुकडे करणे आवश्यक होते. या ठिकाणी चिप्स ब्रेकर वापरले जातात. चिप ब्रेकर हे टूल डिझाइनचा अविभाज्य भाग किंवा वेगळे उपकरण असू शकते.

आकृती 1.1.4 (b) दाखविल्याप्रमाणे अखंड चिप्स . या प्रकारात चीप लहान तुकड्यांच्या स्वरूपात तयार होते. कास्ट आयर्न, पितळ(brass) आणि कांस्य(bronze) यांसारख्या ठिसूळ वस्तूंचे मशीनिंग करताना या प्रकारच्या चिप्स मिळतात.

आकृती 1.1.4 (c) दाखविल्याप्रमाणे बिल्ट-अप एजसह सतत चिप. कटिंग ऑपरेशन दरम्यान, तापमान वाढते आणि जसजसे गरम चिप टूलच्या फेसवरून जाते, उच्च दाबामुळे मिश्रधातू(Alloying) आणि वेल्डिंग क्रिया होऊ शकते, ज्यामुळे मायक्रोस्ट्रक्चरमध्ये कमकुवत बंध तयार होतात आणि कमकुवत कण बाहेर येऊ शकतात. उच्च उष्णता आणि दाब निर्माण झाल्यामुळे, हे कण उपकरणाच्या कटिंग टीपला जोडले जातात आणि कृत्रिम (False)कटिंग धार(edge) तयार करतात. याला बिल्ट-अप एज म्हणतात.

1.2 लेथ मशीन: - लेथ हे जगभरातील सर्वात महत्वाचे यंत्र आहे आणि मोठ्या प्रमाणावर वापरल्या जाणाऱ्या मशीनपैकी एक आहे. लेथचे मूळ कार्य असे आहे की वर्क-पीस कोणत्याही होलिंग डिक्लाइसमध्ये धरला जातो आणि एका निश्चित आडव्या अक्षाभोवती(horizontal axis) फिरवला जातो, त्याच वेळी कटिंग टूल हळूहळू वर्क पीसच्या अक्षाला समांतर(parallel) दिशेने किंवा उजवीकडे दिशेने हलवले जाते. **आकृती 1.2.1** दाखविल्याप्रमाणे लेथचे कार्य.



लेथचे कार्य

आकृती.1.2.1

A. लेथचे वर्गीकरण:- अचूक कामासाठी वापरल्या जाणाऱ्या अगदी लहान बेंच लेथपासून ते मोठ्या स्टीलच्या रॉड फिरवण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या मोठ्या लेथपर्यंत लेथ विविध प्रकारच्या आकारात तयार केले जातात. लेथचे विविध प्रकार **आकृती 1.2.2** मध्ये दाखवले आहेत.

1. स्पीड लेथ

(a) वूड वर्किंग

(b) स्पिनिंग

(c) सेन्ट्रींग

(d) पॉलिशिंग

2. सेंटर किंवा इंजिन लेथ

(a) बेल्ट ड्राईव्ह

(b) मोटर ड्राईव्ह

(c) गिअर हेड लेथ

3. बेंच लेथ

4. टूल रूम लेथ
5. कॅप्स्टन आणि टर्नेट लेथ
6. विशेष उद्देश(Purpose) लेथ
 - (a) व्हील लेथ
 - (b) गॅप बेड लेथ
 - (c) डुप्लिकेट लेथ
 - (d) टी-लेथ
7. स्वयंचलित(Automatic) लेथ



1. स्पीड लेथ



2. सेंटर किंवा इंजिन लेथ



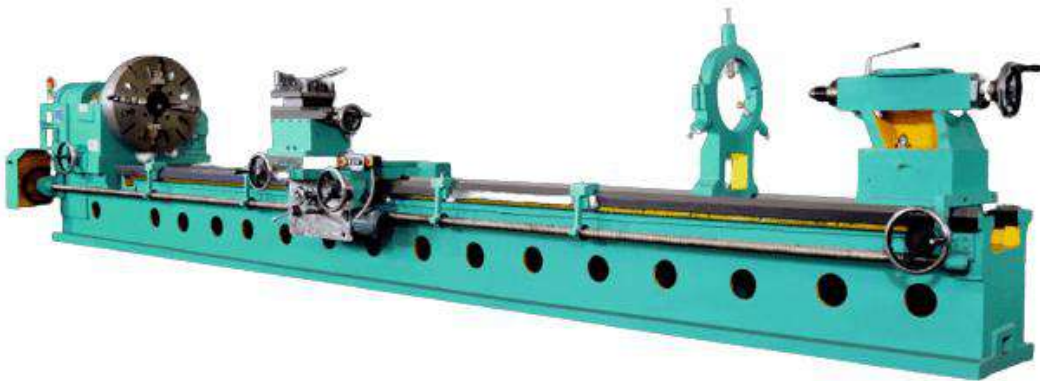
3. बेंच लेथ



4. कॅप्स्टन लेथ



5. टर्नेट



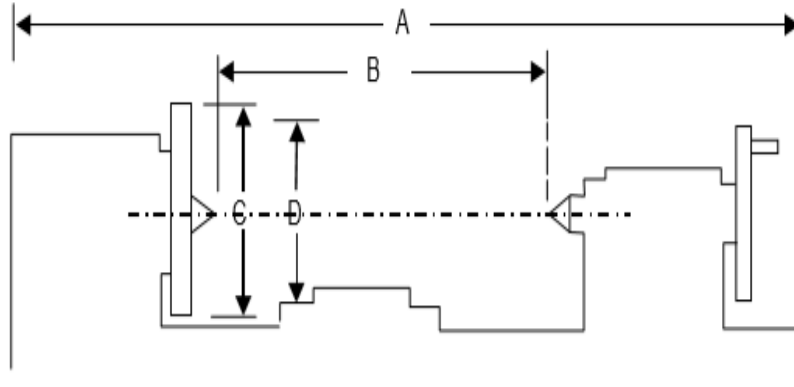
6. विशेष उद्देश लेथ
लेथ मशीनचे विविध प्रकार
आकृती. 1.2.2

B. सेंटर लेथचे तपशील

लेथचा आकार सामान्यतः खालील माध्यमांद्वारे निर्दिष्ट (specified) केला जातो:

- जास्तीत जास्त व्यास जो गाईड वेजच्या (Guide ways) मार्गावर फिरवला जाऊ शकतो (C मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे आकृती.1.2.3)
- वर्क-पीसची कमाल (Maximum) लांबी जी हेड स्टॉक आणि टेल स्टॉक सेंटर दरम्यान ठेवली जाऊ शकते (B मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे आकृती.1.2.3)
- बेडची लांबी, ज्यामध्ये हेड स्टॉकची लांबी देखील समाविष्ट असू शकते (A मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे आकृती. 1.2.3)
- क्रॉस स्लाइडवर फिरवता येणारा कमाल व्यास. (D मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे आकृती. 1.2.3)

आकृती. 1.2.3 लेथच्या वैशिष्ट्यांमध्ये समाविष्ट असलेल्या घटकांचे वर्णन करते. खालील माहिती देखील सेंटर लेथ मशीन निर्दिष्ट करण्यासाठी योगदान देते.



A - Length of bed.

B - Distance between centres.

C - Diameter of the work that can be turned over the ways.

D - Diameter of the work that can be turned over the cross slide.

सेंटर लेथची वैशिष्ट्ये

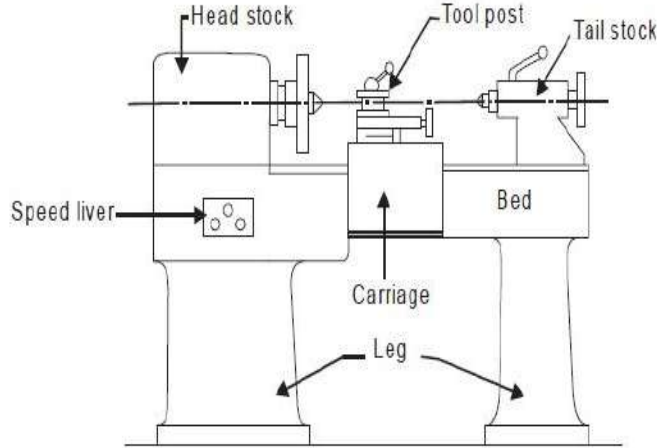
आकृती. 1.2.3

- बेडवर जास्तीत जास्त स्विंग व्यास
- कॅरेजवर जास्तीत जास्त स्विंग व्यास
- बेड वरील सेंटरची उंची
- सेंटरची उंची बेड पासून
- बेडची लांबी
- बेडची रुंदी
- मोर्स टेपर
- कमाल वर्क-पीसचा व्यास
- फेस प्लेटचा व्यास
- टूल पोस्टचा आकार
- स्पिंडल वेगांची संख्या

- (xi) लीड स्कूचा व्यास आणि थ्रेड्सची संख्या प्रति सेमी.
- (xii) इलेक्ट्रिकल मोटरचा आकार
- (xiii) मेट्रिक आणि इंच थ्रेड्सची पिच श्रेणी इ.

C. लेथ मशीनची रचना (Construction of Lathe Machine):- साध्या लेथमध्ये राखाडी कास्ट आयर्नचा बेड असतो ज्यावर हेडस्टॉक, टेलस्टॉक, कॅरेज आणि लेथचे इतर घटक बसवले जातात. आकृती 1.2.4 इंजिन लेथ किंवा सेंटर लेथचे विविध भाग दाखवते. लेथ मशीनचे प्रमुख भाग खालीलप्रमाणे दिले आहेत:

1. बेड
2. हेड स्टॉक
3. टेल स्टॉक
4. कॅरेज
5. फीड यंत्रणा
6. थ्रेड कटिंग यंत्रणा



इंजिन लेथ किंवा सेंटर लेथचे विविध भाग

आकृती. 1.2.4

1. **बेड (Bed)**- लेथ मशीनचा बेड हा पाया आहे ज्यावर लेथचे इतर सर्व भाग बसवले जातात. हे लेथच्या इतर सक्रिय भागांना आधार देण्यासाठी बनवलेले भरीव (massive) आणि कडक (rigid) सिंगल पीस कास्टिंग आहे. बेडच्या डाव्या बाजूला, लेथ मशीनचा हेडस्टॉक आहे तर उजव्या बाजूला टेलस्टॉक आहे. आणि त्यावर सरकते (Sliding) मशीनचे कॅरेज बेड वरती ठेवलेले असते. सामान्यतः निकेल आणि क्रोमियम मटेरियलचे मिश्रित (alloyed) कास्ट आयर्नचा वापर लेथ बेडच्या निर्मितीसाठी केला जातो.
2. **हेड स्टॉक (Head Stock)**- हेडस्टॉकचे मुख्य कार्य म्हणजे लेथच्या वेगवेगळ्या भागांमध्ये शक्ती प्रसारित करणे. यामध्ये हेडस्टॉक कास्टिंग असते ज्यामध्ये गिअर ट्रेनच्या व्यवस्थेसह सर्व भाग

सामावून घेतले जातात. मुख्य स्पिंडल त्यात समायोजित केले आहे, ज्यामध्ये थेट सेंटर आहे त्यात वर्क-पीस संलग्न(attach) केले जाऊ शकते. हे वर्क-पीसला सपोर्ट करते आणि वर्क-पीससह फिरते, हेडस्टॉकच्या मुख्य स्पिंडलमध्ये बसवले जाते. या व्यवस्थेसह कोन(cone) पुली देखील जोडलेली आहे, ज्याचा उपयोग इलेक्ट्रिक मोटरद्वारे स्पिंडल वेग मिळविण्यासाठी केला जातो.

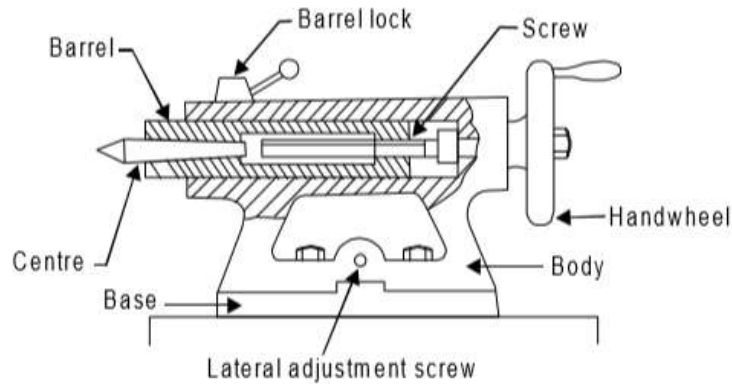
हेडस्टॉकचे मूलभूत कार्य आहे:

1. हे बेअरिंगमधील मुख्य स्पिंडलला आधार देते आणि ते योग्यरित्या संरेखित(Align) करते.
2. हे वर्कपीसला वेगवेगळ्या वेगाने फिरवण्यासाठी आवश्यक शक्ती प्रदान करते.
3. यात ड्रायव्हिंग यंत्रणा आणि वेगवेगळ्या गिअर ट्रेन देखील असतात.

3. **टेल स्टॉक(Tail Stock)** - आकृती 1.2.5 सेंटर लेथचा टेल स्टॉक दाखवला आहे, जो सामान्यतः मुख्यतः बाह्य बेअरिंग देण्याच्या उद्देशाने वापरला जातो आणि सेंटरवर चालू केलेल्या गोलाकार कार्यास आधार देतो. स्पिंडल सेंटरच्या संदर्भात अलाइनमेंट किंवा नॉन-अलाइनमेंटसाठी टेल स्टॉक सहजपणे सेट किंवा समायोजित (Adjust) केला जाऊ शकतो आणि कामाच्या एका टोकाला आधार देण्यासाठी डेड सेंटर नावाचे सेंटर असते.

टेलस्टॉकचे मूलभूत कार्य आहे:

1. मशीनिंग करताना वर्क पीसच्या दुसऱ्या टोकाला आधार देण्यासाठी.
2. ड्रिलिंग, रीमिंग, टॅपिंग इत्यादी ऑपरेशन्स करण्यासाठी एक साधन धारण करणे.

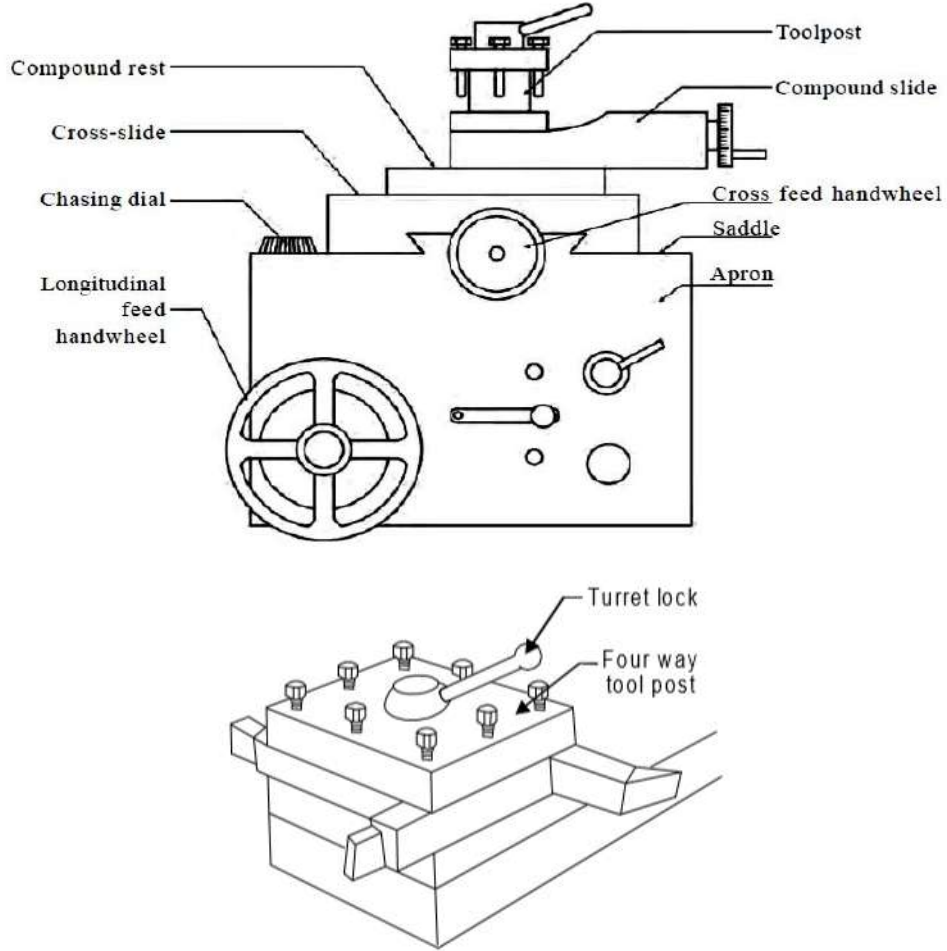


सेंटर लेथचा टेल स्टॉक

आकृती 1.2.5

4. **कॅरेज(Carriage)** - कॅरेज लेथ बेडच्या बाहेरील दोन गाइडवर बसवतात आणि ते स्पिंडल अक्षाच्या समांतर दिशेने सरकते. यात एप्रन, क्रॉस-स्लाइड, सॅडल, कंपाऊंड रेस्ट आणि टूल पोस्ट यासारखे महत्वाचे भाग असतात. कॅरेजच्या खालच्या भागाला एप्रन असे म्हणतात. एप्रन यंत्रणे मध्ये क्लच यंत्रणा वापरून फीडची दिशा समायोजित(adjust) करण्यासाठी गीअर्स असतात आणि स्वयंचलित(Automatic) फीडसाठी स्प्लिट हाफ नट असतात. क्रॉस-स्लाइड मूलतः कॅरेजवर माऊंटेड(mounted)असते, जी साधारणपणे काटकोनात स्पिंडल अक्षावर जाते. क्रॉस-स्लाइडवर,

कंपाऊंड रेस्ट माउंट केले जाते जे कोणत्याही इच्छित कोनात फिरू आणि स्थिर राहू शकते. कंपाऊंड रेस्ट स्लाइड एका स्कूद्वारे कार्यान्वित केली जाते, जी सॅडलला(saddle) स्थिर केलेल्या नटमध्ये फिरते. टूल पोस्ट हा कॅरेजचा एक महत्वाचा भाग आहे, जो कंपाऊंड रेस्टमध्ये टी-स्लॉटमध्ये बसतो आणि टूल पोस्ट स्कूद्वारे टूल होल्डरला त्याच्या जागेवर ठेवतो. आकृती. 1.2.6 सेंटर लेथचे पोस्ट दाखवते.



सेंटर लेथचे टूल पोस्ट

आकृती. 1.2.6

5. फीड यंत्रणा (Feed Mechanism):- फीड मेकॅनिझम हे वेगवेगळ्या युनिट्सचे संयोजन आहे. ज्याद्वारे हेडस्टॉक स्पिंडलची हालचाल लेथ मशीनच्या कॅरेजमध्ये प्रसारित केली जाते. खालील युनिट्स लेथ मशीनच्या फीड मेकॅनिझममध्ये भूमिका बजावतात.

1. कडेचे बेड गियरिंग
2. फीड गिअर बॉक्स

3. लीड स्कू आणि फीड रॉड

4. ऍप्रन यंत्रणा

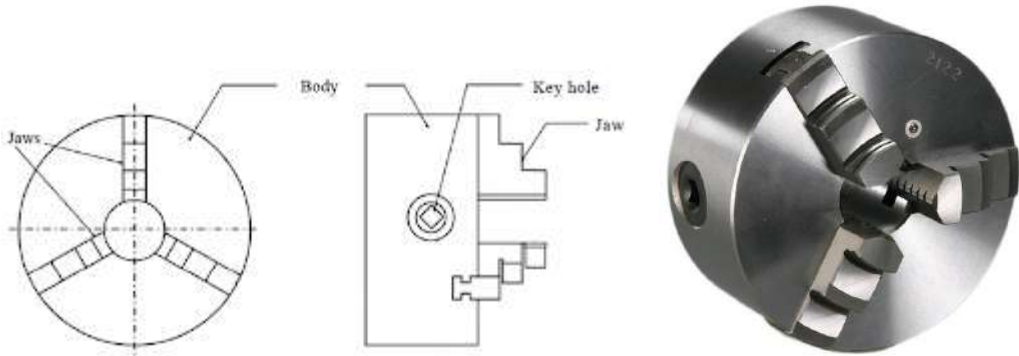
6. थ्रेड कटिंग यंत्रणा(Thread cutting Mechanism) - हाफ नट किंवा स्प्लिट नट लेथमध्ये थ्रेड कापण्यासाठी वापरला जातो. हे लीड स्कूसह कॅरेजला गुंतवून ठेवते किंवा विलग करते जेणेकरून स्कूचे थ्रेड कापण्यासाठी वर्कपीसच्या बाजूने टूल ट्रॅव्हर्स करण्यासाठी लीडस्कूचे रोटेशन वापरले जाते. कॅरेज कोणत्या दिशेने फिरते हे हेडस्टॉकवरील फीड रिव्हर्स लीव्हरच्या स्थितीवर अवलंबून असते.

D. लेथच्या अॅक्सेसरीज(Lathe Accessories):-

1. चक्स(Chucks) : चक हे लेथमध्ये जॉब पकडण्यासाठी आणि फिरवण्याचे सर्वात महत्वाचे उपकरण आहे. हे मुळात लेथच्या हेडस्टॉक स्पिंडलला जोडलेले असते. चकमधील अंतर्गत थ्रेड स्पिंडलच्या बाह्य थ्रेड वर बसतात. लहान, दंडगोलाकार, पोकळ (hollow) वस्तू किंवा अनियमित आकाराच्या, ज्या चक केंद्रांमध्ये सोयीस्करपणे बसवता येत नाहीत, चकमध्ये सहजपणे आणि घट्ट धरल्या जातात. लहान लांबीच्या आणि मोठ्या व्यासाच्या किंवा अनियमित आकाराच्या, ज्या केंद्रांमध्ये सोयीस्करपणे बसवता येत नाहीत, चकमध्ये पटकन आणि घट्ट धरल्या जातात. लेथ चकचे अनेक प्रकार आहेत,

- (i) तीन जबडे किंवा सार्वत्रिक (Three jaws or universal)
- (ii) चार जबडा स्वतंत्र चक(Four jaw independent chuck)
- (iii) चुंबकीय चक(Magnetic chuck)
- (iv) कोलेट चक(Collet chuck)
- (v) हवा किंवा हायड्रॉलिक चक ऑपरेटेड चक(Air or hydraulic chuck operated chuck)
- (vi) कॉम्बिनेशन चक(Combination chuck)
- (vii) ड्रिल चक(Drill chuck.)

i) तीन जबडे किंवा सार्वत्रिक(Three jaws or universal) :-

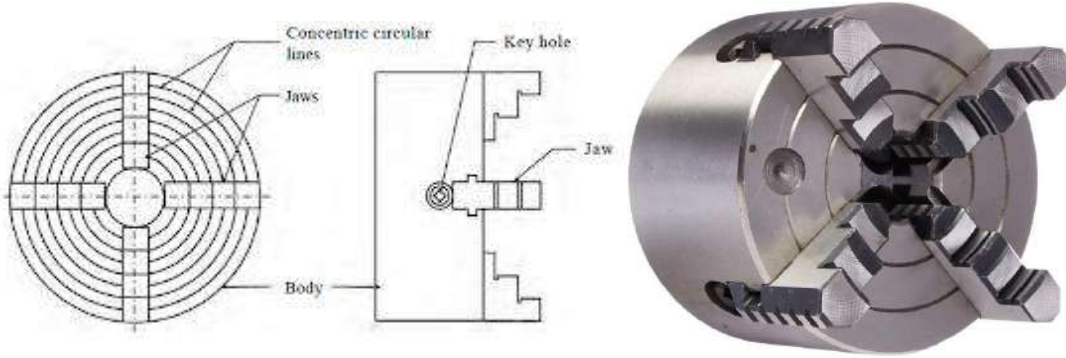


तीन जबडा चक

आकृती. 1.2.7

आकृती.1.2.7 श्री-जॉ किंवा युनिव्हर्सल चक दाखवते. श्री-जॉ युनिव्हर्सल चक गोल आणि षटकोनी वर्क पीस ठेवण्यासाठी वापरला जातो. हे वर्क पीस पटकन केंद्रस्थानी आणतो कारण चक रेंचद्वारे समायोजित (adjust) केल्यावर तीन जबडे एकाच वेळी हलतात व केंद्रस्थानी जातात. ही एकाचवेळी होणारी हालचाल एका स्क्रोल प्लेट (scroll plate) मुळे होते ज्यामध्ये येथे तीन जबडे बसतात. तीन जबड्यांचे चक 1/8-16 इंच व्यासाचे विविध आकारात बनवले जातात.

- ii) **चार जबडा स्वतंत्र चक**(Four jaw independent chuck):- आकृती 1.2.8 मध्ये दर्शविलेल्या या चकमध्ये चार जबडे आहेत. प्रत्येक जबडा चक कीच्या मदतीने स्कू फिरवून स्वतंत्रपणे हलविला जातो. कामाच्या आकारानुसार विशिष्ट जबडा हलविला जाऊ शकतो. म्हणून या प्रकारच्या चकमध्ये अनियमित आकाराचे वर्क पीस असू शकतात. परंतु लेथ अक्षासह(Axis) संरेखित (Align) केलेले वर्क पीस सेट करण्यासाठी अधिक वेळ लागतो



चार जबडा स्वतंत्र चक

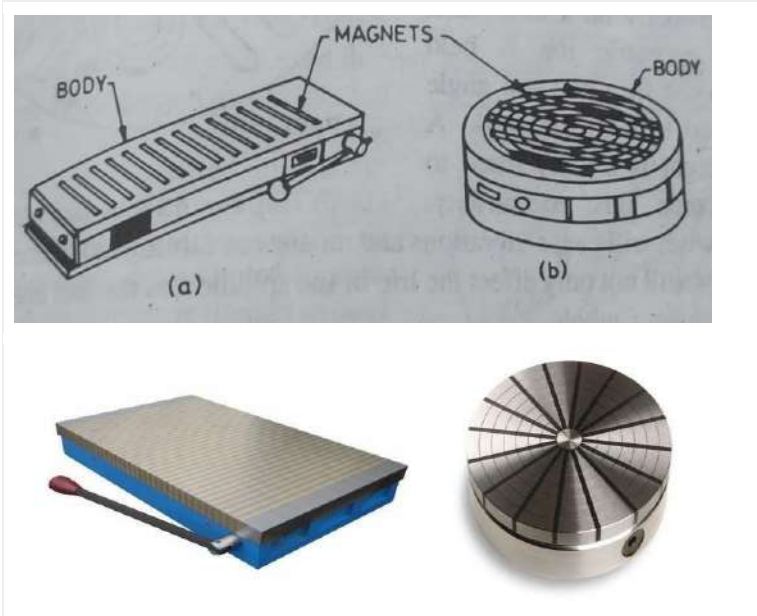
आकृती.1.2.8

तक्ता 1.2.1 तीन जबडे आणि चार- जबडे चक मधील फरक

अ.क्र.	निकष	श्री-जॉ चक्स	फोर-जॉ चक्स
1	जबड्याची संख्या	तीन जबड्यांच्या चकमध्ये एकाच वेळी तीन जबड्यांच्या हालचाली असतात.	चार जबड्यांच्या चकमध्ये चार जबड्या हालचाली असतात.
2	कट खोली	तीन जबड्यांच्या चकमध्ये कटची खोली (depth of cut) तुलनेने कमी असते.	चार जबड्यांच्या चकमध्ये, कटाची जास्त खोली(depth of cut) जास्त केली जाऊ शकते.
3	पिनियनची संख्या	जबड्याची पकड घट्ट करण्यासाठी किंवा सैल करण्यासाठी पिनियनची संख्या एकच पिनियन असते.	फोर-जॉ चक्स मध्ये प्रत्येक जबडा स्वतंत्रपणे नियंत्रित करण्यासाठी पिनियनची संख्या चार आहे.
4	वर्कपीसची स्थापना	तीन-जॉ चकमध्ये, वर्कपीस अगदी मध्यभागी सेट केली जाऊ शकते.	चार जबड्यांच्या चकमध्ये, वर्कपीस अगदी मध्यभागी सेट करणे कठीण आहे.
5	केंद्रीकरण अचूकता	तीन-जॉ चकमध्ये, केंद्रीकरण अचूकता कमी असते.	चार जबड्यांच्या चकमध्ये तीन जबड्यांच्या चकपेक्षा मध्यभागी केंद्रीकरण अचूकता जास्त

			असते.
6	ग्रिपिंग पॉवर	तीन जबड्याच्या चकमध्ये चार जबड्याच्या चकपेक्षा कमी पकडण्याची शक्ती असते.	चार जबड्याच्या चकमध्ये तीन जबड्याच्या चकपेक्षा जास्त पकड घेण्याची शक्ती असते

- iii) **चुंबकीय चक**(Magnetic chuck):- या चकची होल्डिंग पॉवर चकच्या आत ठेवलेल्या इलेक्ट्रोमॅग्नेटमधून निघणाऱ्या चुंबकीय प्रवाहाद्वारे प्राप्त होते. वर्कपीस पकडण्यासाठी किंवा सोडण्यासाठी चुंबक चकच्या आत समायोजित केले जातात. या चकमध्ये केवळ चुंबकीय मटेरिअल पासून बनविलेले कामाचे तुकडे पकडता येतात. या चकमध्ये अगदी लहान, पातळ आणि हलकी वर्क पीस पकडली जातात जी सामान्य चकमध्ये पकडता येत नाहीत. आकृती 1.2.9 (a) आणि (b) आयताकृती प्रकार आणि गोल प्रकार चुंबकीय चक दर्शविते.



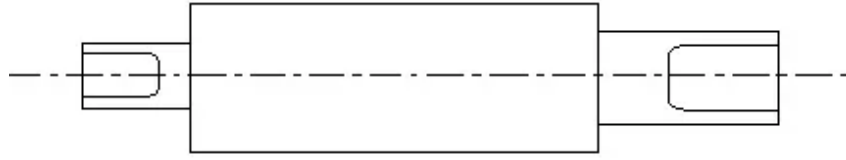
a) आयताकृती प्रकार (Rectangular type) b) गोल प्रकार (Round or circular type)

चुंबकीय चक

आकृती.1.2.9

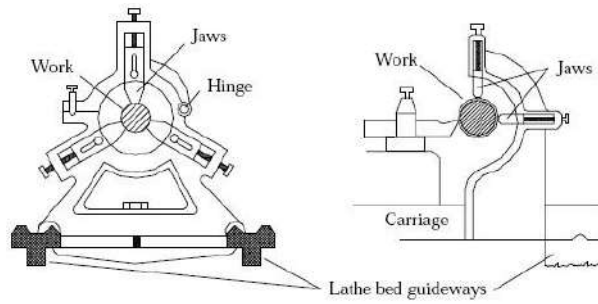
2.मँड्रेल्स(Mandrels)- आकृती.1.2.10 लेथ मँड्रेल्स दाखवते. मँडरेल हे आधीच ड्रिल केलेले पोकळ वर्कपीस धरून ठेवण्यासाठी आणि फिरवण्यासाठी वापरले जाणारे डिव्हाइस(Device) आहे. दोन केंद्रा(centers) मध्ये बसवलेल्या मँड्रेलने फिरते. मँडरेल लेथ डॉग(dog) आणि कॅच प्लेटद्वारे फिरवले जाते. विशिष्ट आवश्यकतांनुसार विविध प्रकारचे मँड्रेल वापरले जातात. हे कठोर (hardened) आणि टेम्पर्ड स्टील शाफ्ट(Tempered steel shaft) किंवा 60° टेपर असलेला बार आहे, जेणेकरून तो सेंटरमध्ये बसवता येईल. मँडरेल वर्कपीसला सेंटर होल(hole)

पासून धरून ठेवते. लेथ डॉगच्या मदतीने मॅन्डरेल नेहमी फिरवले जाते; वर्कपीसला फिरवण्यासाठी मॅन्डरेल कधीही चकमध्ये बसवले जात नाही.



लेथ मॅन्डरेल्स
आकृती.1.2.10

3. रेस्ट (Rest)-.



a) Steady Rest

b) Follower Rest

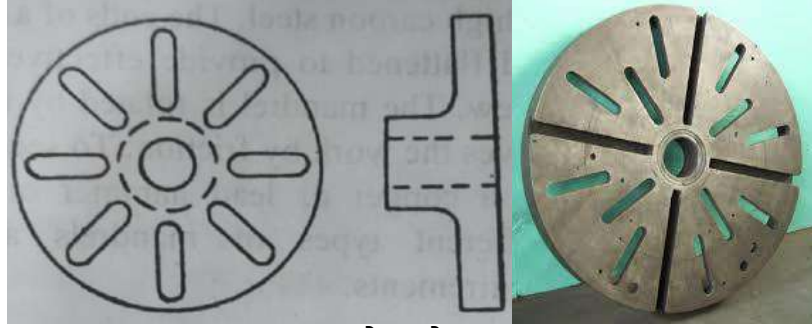


Steady Rest And Follower Rest
Of The Lathe Machine

रेस्ट
आकृती.1.2.11

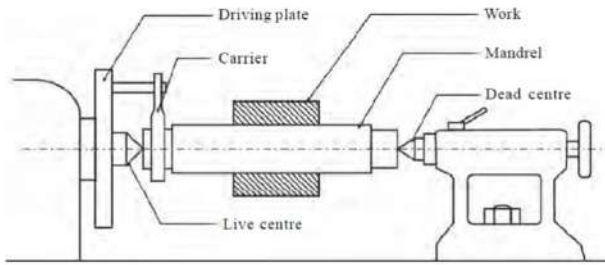
रेस्ट हे एक लेथ उपकरण (accessory) आहे, जे एका लांब सडपातळ वर्कपीसला आधार देते, जेव्हा वर्कपीस चकणे फिरवला जातो त्यावेळी वर्कपीस मध्यभागी त्याच्या वजनामुळे किंवा कंपनामुळे (vibration) वाकला जातो म्हणून ते टाळण्यासाठी वर्क पेजच्या बरोबर मध्ये किंवा काही भागी त्याला रेस्ट च्या साहाय्याने सपोर्ट दिला जातो हेच रेस्ट ठेवण्या मागे महत्वाचे कारण किंवा उद्देश आहे. इंजीन लेथमध्ये लांब वर्कपीसला आधार देण्यासाठी सामान्यतः वापरले जाणारे दोन प्रकारचे रेस्ट म्हणजे स्थिर किंवा सेंटर रेस्ट(Steady or centre lathe) आणि फॉलोवर (follower rest) रेस्ट आकृती.1.2.11. मध्ये दर्शविलेले आहे

4. फेस प्लेट्स(Face plates):- जेव्हा एखादा वर्क पीस चेक किंवा सेंटर मध्ये पकडता येत नाही. अशावेळी फेस प्लेट चा वापर केला जातो. फेस प्लेट वरती खाचे तयार केलेले असतात ज्यामध्ये नटबोल्ट च्या साहाय्याने वर्क पीस घट्ट पकडला जातो. फेस प्लेटच्या दुसऱ्या बाजूला एक पोकळ शाफ्ट (Boared) केलेले असते ज्याला आत मधून थ्रेड असतात. स्पिंडल वरचे बाहेरील थ्रेड व फेस प्लेटचे आतील थ्रेड यामुळे फेस प्लेट स्पिंडलवर मांडता येते. त्यांच्या पाठीवर मजबूत जाड बरगड्या(Ribs) आहेत. त्यांच्यामध्ये स्लॉट्स कापले आहेत, म्हणून फेस प्लेटवर जॉब ठेवण्यासाठी नट, बोल्ट, क्लॅम्प केले जातात. ते अचूकपणे मशीन केलेले आणि ग्राउंड केलेले आहेत. फेस प्लेट आकृती.1.2.12 मध्ये दर्शविली आहे.



फेसप्लेट
आकृती.1.2.12

5. लेथ केंद्रे(Lathe centers):-

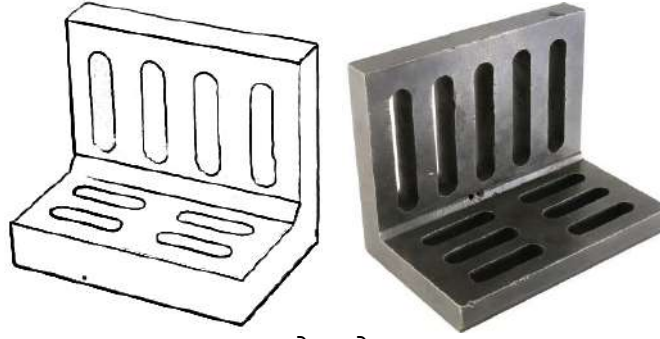


लेथ केंद्रे
आकृती.1.2.13

लेथमध्ये वर्क पीस ठेवण्याची सर्वात सामान्य पद्धत म्हणजे दोन केंद्रांमधली आहे. जी सामान्यतः थेट केंद्र (हेड स्टॉक सेंटर) आणि डेड सेंटर (टेलस्टॉक सेंटर) म्हणून ओळखली जाते. ते विक्षेपण(deflection) आणि प्रतिकार

करण्यासाठी अत्यंत कठीण मटेरिअल पासून बनविलेले असतात आणि ते गोलाकार वर्क पीस ला धरून ठेवण्यासाठी आणि आधार देण्यासाठी वापरले जातात. लेथ केंद्रे आकृती. 1.2.13. मध्ये दर्शविलेले आहे.

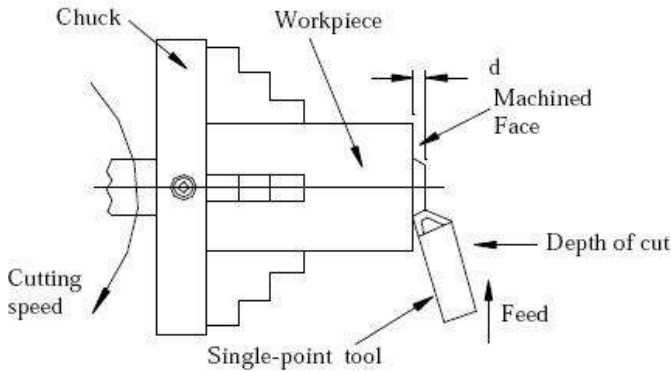
6. कोन प्लेट(Angle Plate):- कोन प्लेट म्हणजे कास्ट स्टीलचा 90 अंश विभाग, ज्यामध्ये दोन अचूकपणे मशीन केलेले पृष्ठभाग असतात. ते वर्क पीस ठेवण्यासाठी वापरले जातात, जे इतर कोणत्याही प्रकारे धरले जाऊ शकत नाहीत (म्हणजे मशीन वाइस). स्लॉट, नट आणि बोल्टसाठी आहेत, जे वर्क पीस सुरक्षित करण्यासाठी व घट्ट पकडण्यासाठी वापरले जातात, उदाहरणार्थ, ड्रिलिंग करताना. कोन प्लेट आकृती. 1.2.14 मध्ये दर्शविलेले आहे.



कोन प्लेट
आकृती.1.2.14

1.3 लेथ ऑपरेशन्स(Lathe Operations)

A. फेसिंग(Facing):- फेसिंग म्हणजे वर्क पीस चा शेवटचा भाग मशीनिंग करणे. वर्कपीसचा शेवटचा भाग मशीनिंग किंवा कापून वर्कपीसची लांबी कमी करण्यासाठी फेसिंगचा वापर केला जातो. फेसिंग ऑपरेशन टर्निंग टूल वापरून केले जाते. ऑपरेशनमध्ये वर्कपीसच्या रोटेशनच्या अक्षाला बाह्य पृष्ठभागापासून मध्यभागी लंब असलेल्या टूलला फीड करणे समाविष्ट आहे. लक्षात घ्या की ऑपरेशनला सामोरे जाण्याच्या बाबतीत, टूल ट्रॅव्हलची लांबी वर्क पीस च्या अर्ध्या व्यासाच्या बरोबरीची असते. फेसिंग ऑपरेशन करताना कट ची खोली वर्कपीसच्या केंद्राच्या दिशेने द्यावी लागते. फेसिंग ऑपरेशन आकृती 1.3.1 मध्ये दर्शविले आहे. फेसिंगमुळे वर्कपीसचा शेवटचा सपाट पृष्ठभाग तयार होतो.

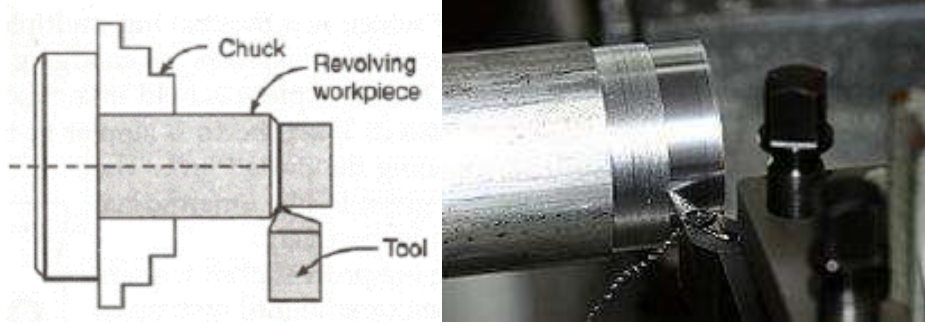


फेसिंग ऑपरेशन
आकृती 1.3.1

B. प्लेन टर्निंग(Plain turning):-

टर्निंग ही एक मशीनिंग प्रक्रिया आहे जी लेथ्सवर एका पॉइंट टूलद्वारे गोल आकारात भाग तयार करते. प्लेन टर्निंग मध्ये, वर्कपीस लेथच्या अक्षाभोवती फिरते आणि कटिंग टूल लेथ मशीनच्या अक्षाला समांतर फीड केला जातो

जेणेकरून वर्क पीस च्या गोलाकार भागाचा व्यास कमी करता येतो, प्लेन टर्निंग करताना कटिंगची प्राथमिक गती म्हणजे वर्कपीसचे फिरणे, आणि कटिंगची दुय्यम गती ही फीड गती आहे. आकृती 1.3.2 मधील ऑपरेशन हे प्लेन टर्निंग ऑपरेशन आहे. या ऑपरेशनचा उपयोग कामाच्या इच्छित लांबीसाठी एखाद्या भागाचा व्यास कमी करण्यासाठी इच्छित आकारात कमी करण्यासाठी केला जातो. परिणामी मशीन केलेली पृष्ठभाग गोलाकार आहे.



प्लेन टर्निंग

आकृती.1.3.2

C. टेपर टर्निंग(Taper Turning)

टेपरची व्याख्या त्याच्या लांबीच्या दिशेने मोजलेल्या वर्क पीस च्या तुकड्याच्या व्यासामध्ये एकसमान वाढ किंवा घट म्हणून केली जाते. लेथ मशीनमध्ये, टेपर टर्निंग म्हणजे दंडगोलाकार वर्क पीस मधून हळूहळू व्यास कमी करून शंकूच्या (conical) आकाराचे पृष्ठभाग तयार करणे. टेपर प्रति मिमी मध्ये व्यक्त केला जातो.

$$\text{टेपर प्रति मिमी} = (D - d)/l$$

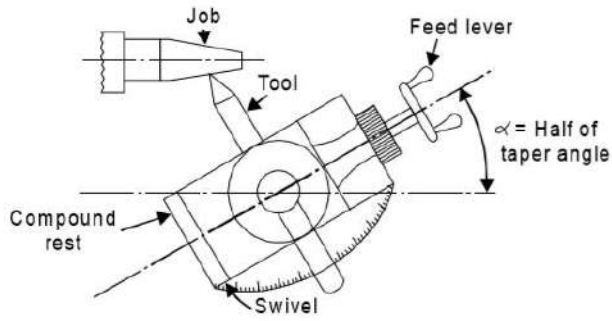
येथे, D = दंडगोलाकार वर्कपीस च्या मोठ्या टोकाचा व्यास आहे,

d = दंडगोलाकार वर्कपीस च्या लहान टोकाचा व्यास आहे,

l = दंडगोलाकार वर्कपीस च्या टेपरची लांबी आहे, सर्व मिलिमीटर (mm) मध्ये व्यक्त करतात,

खालीलपैकी कोणत्याही पद्धतीद्वारे टेपर वर्कपीस केला जातो:

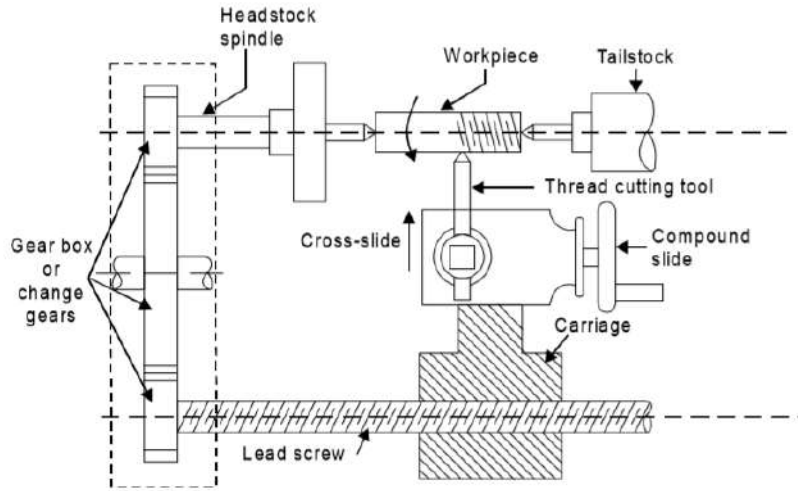
1. कंपाउंड रेस्ट फिरवून (By swiveling the compound rest) आकृती.1.3.3 मध्ये दर्शविलेले.
2. टेलस्टॉक केंद्रावर सेट करून, (By setting over the tailstock centre)
3. रुंद नाक फॉर्म टूलद्वारे, (By a broad nose form tool)
4. टेपर टर्निंग अटॅचमेंटद्वारे, (By a taper turning attachment)
5. एका विशेष लेथमध्ये अनुदैर्घ्य आणि क्रॉस फीड एकत्र करून (By combining longitudinal and cross feed in a special lathe)
6. संख्यात्मक नियंत्रण लेथ वापरून (By using numerical control lathe)



कंपाउंड रेस्ट फिरवून

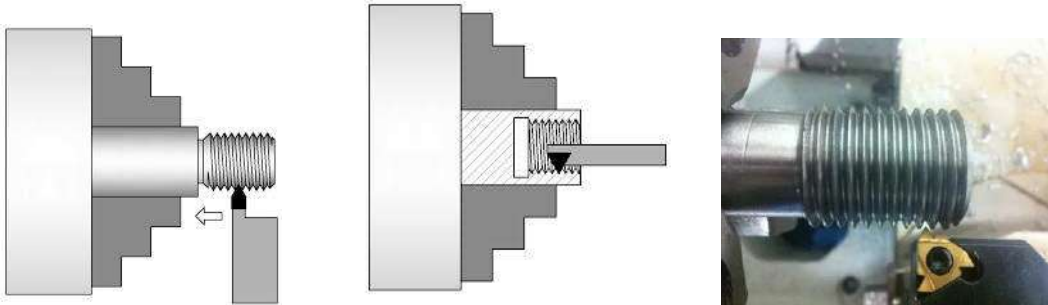
आकृती.1.3.3

D. थ्रेड कटिंग (THREAD CUTTING)



थ्रेड कटिंग

आकृती.1.3.4



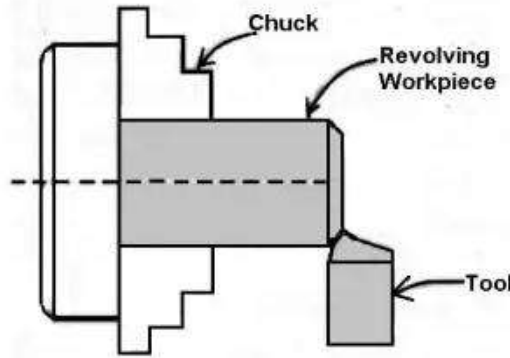
a) बाह्य ट्रेड कटिंग साधन b) अंतर्गत ट्रेड कटिंग टूल

आकृती.1.3.4 (a), (b)

आकृती.1.3.4 लेथवर थ्रेड कटिंगचा सेटअप दर्शवितो. सिंगल पॉइंट कटिंग टूल वापरून कोणत्याही गोलाकार पृष्ठभागावर थ्रेड तयार केला जातो. थ्रेड कटिंग हे गोलाकार पृष्ठभागावर हेलिकल ग्रूव्ह तयार करण्याचे ऑपरेशन आहे. जसे की V थ्रेड कटिंग, चौरस थ्रेड कटिंग. वर्क पीस केंद्रांमध्ये किंवा चकमध्ये धरले जाते आणि कटिंग टूल, टूलपोस्टवर सेट केले जाते. थ्रेड कटिंग ऑपरेशन मध्ये कटिंग टूल फीड रोड च्या पीच जेवढे असेल, तेवढे अंतर काढून पुढे जाते व त्या वेळी वर्क पीस चे एक रोटेशन पूर्ण झालेले असते. जॉब आणि कटिंग टूलमधील निश्चित सापेक्ष रोटरी(rotational) आणि रेखीय (linear) गती लीड स्कू आणि हाफ नट मेकॅनिझमसह कॅरेज मोशन लॉक करून किंवा संलग्न करून आणि हेड स्टॉक स्पिंडल आणि लीड स्कू दरम्यान गिअर रेशो निश्चित करून प्राप्त केली जाते. थ्रेड तयार करण्यासाठी किंवा कापण्यासाठी, कटिंग टूल कामाच्या सुरुवातीस आणले जाते आणि क्रॉस स्लाइड वापरून कटिंग टूलला एक लहान खोली(depth) दिली जाते.. अशाप्रकारे वारंवार खोली देऊन ठरवलेल्या डेपथ एवढे थ्रेड कटिंग होण्याचे काम पूर्ण होते

E. चेम्फरिंग(Chamfering)

आकृती. 1.3.5 चेम्फरिंग ऑपरेशन ही वर्कपीसच्या काठावर बेव्हल्ड (beveled) एज किंवा कोन कट तयार करण्याची प्रक्रिया आहे. हे सामान्यतः तीक्ष्ण कडा काढून टाकण्यासाठी आणि अधिक तयार देखावा तयार करण्यासाठी केले जाते, परंतु ते कार्यात्मक हेतू देखील पूर्ण करू शकते. चेम्फरिंग ऑपरेशनमुळे वेगवेगळे भाग एकत्र जुळवणे किंवा, तुकड्याची एकूण ताकद आणि टिकाऊपणा सुधारणे सोपे होऊ शकते.



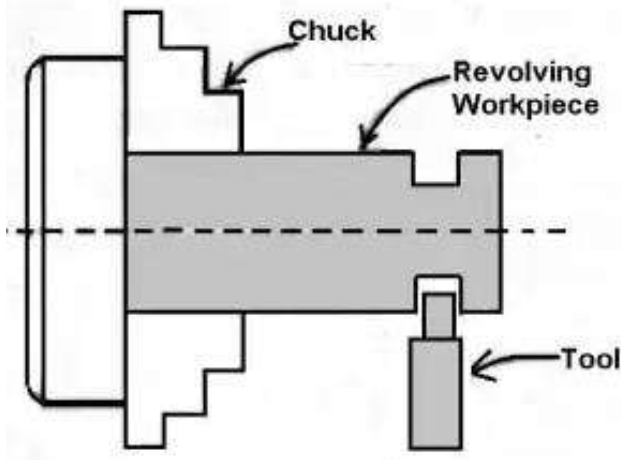
चेम्फरिंग

आकृती.1.3.5

F. ग्रीव्हिंग (Grooving)

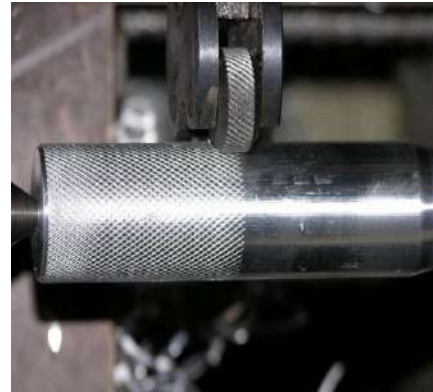
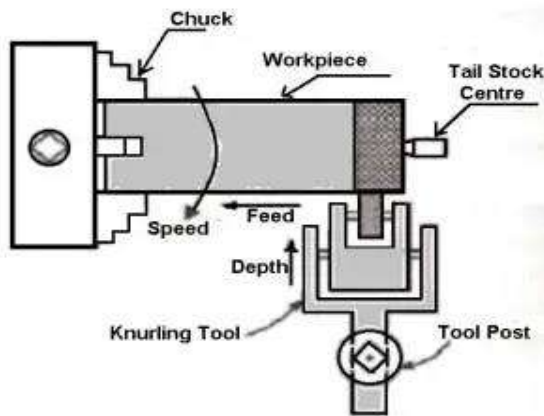
ग्रीव्हिंग हे टर्निंग ऑपरेशन आहे जे वर्कपीसमध्ये एक अरुंद कट, एक "खोबणी" तयार करते. कटचा आकार कटिंग टूलच्या रुंदीवर अवलंबून असतो. मशीन विस्तीर्ण खोबणीसाठी अनेक टूलचे पास वारंवार आवश्यक आहेत. ग्रीव्हिंग ऑपरेशन्सचे दोन प्रकार आहेत, एक्सटर्नल आणि फेस ग्रीव्हिंग. एक्सटर्नल ग्रूव्ह तयार करताना कटिंग टूल वर्कपीस च्या गोलाकार पृष्ठभागावर थोडी खोली देऊन चिप्सच्या स्वरूपात मटेरियल बाहेर काढले जाते. फेस ग्रीव्हिंगमध्ये, टूल मशीन वर्कपीसच्या समोरून

किंवा एंडिंग फेसला खोबणी करतात. ग्रीव्हिंग ऑपरेशन आकृती.1.3.6 मध्ये दाखवले आहे. ग्रीव्हिंग ऑपरेशनचा वापर म्हणजे रेडियल सीलिंग “o” रिंगसाठी ग्रीव्ह तयार करणे.



ग्रीव्हिंग
आकृती.1.3.6

- D. **नरलिंग (Knurling) ऑपरेशन:** हे वर्कपीस पकडण्याच्या उद्देशाने वर्कपीसवर डायमंड आकार तयार करण्याचे ऑपरेशन आहे. आकृती.1.3.7 knurling ऑपरेशन दाखवते. यामुळे हातांनी वर्कपीस उचलताना चांगली पकड असणारा पृष्ठभाग तयार होतो. हे ऑपरेशन नरलिंग टूल वापरून केले जाते. टूलमध्ये कडक स्टील रोलरचा संच असतो आणि तो टूलपोस्टवर घट्टपणे धरला जातो.



नरलिंग (knurling) ऑपरेशन
आकृती.1.3.7

G. कटिंग पॅरामीटर्स:-**1. कटिंग गती (Cutting Speed):-**

कटिंग गतीची व्याख्या म्हणजे ज्यावेळी वर्कपीसचा पृष्ठभाग कटिंग टूलच्या पुढे सरकतो. तेव्हाचा कटिंगचा वेग मीटर प्रति मिनिट असा व्यक्त केला करतात. चांगल्या टूल लाइफ आणि कार्यक्षम कटिंगसाठी योग्य कटिंग वेगाने मशीनिंग करणे अत्यंत महत्वाचे आहे. खूप मंद कटिंग वेग उत्पादकता कमी करतो आणि उत्पादन खर्च वाढवतो तर खूप जास्त कटिंग गतीमुळे टूल जास्त गरम होते आणि टूलची कटिंग एज अकाली अपयशी ठरते.

खालील घटक कटिंग गतीवर परिणाम करतात:

- ज्या प्रकारचे मटेरिअल कापले जात आहे,
- कटिंग टूल मटेरिअल,
- कटिंग टूलचा आकार,
- मशीन टूल आणि वर्कपीसचा कडकपणा आणि
- कटिंग फ्लुइडचा प्रकार वापरला जातो.

मीटर प्रति मिनिट मध्ये कटिंग वेग V ची गणना

$$V = (\pi \times D \times N) / 1000$$

Where, D वर्कपीसचा व्यास मिमी मध्ये आहे.

N प्रति मिनिट रिव्होल्यूशन मध्ये आहे

2. फीड (Feed):- हेडस्टॉक स्पिंडलच्या एका रिव्होल्यूशन दरम्यान कटिंग टूलने वर्कपीसच्या दिशेने कापलेले अंतर अशी फीडची व्याख्या केली जाते. फीड हा नेहमी प्रति रिव्होल्यूशन प्रति मिमी मध्ये दाखवला जातो. सेंट्रल लेथवर जॉब फिरवताना, एका विशिष्ट फीडसाठी सेंट्रल आणि टूल लेथच्या बेडवर फिरतात.

3. डेप्ट कट (Depth of cut) :- कटिंग टूलने किती खोलपर्यंत वर्कपीसचे मटेरिअल काढून टाकले आहे. ती खोली म्हणजे डेप्ट कट. तो मिमी मध्ये व्यक्त केले जातो. डेप्ट कट टूलचा प्रकार आणि वर्कपीसचे मटेरिअल यावर अवलंबून असतो.

गणितीयदृष्ट्या, ते व्यासाच्या फरकाच्या निम्मे आहे.

$$\text{कटची खोली } (t) = (D-d)/2 \text{ mm}$$

where, D = मशीनिंग करण्यापूर्वी वर्कपीसचा व्यास, (mm)

d = मशीन केलेल्या पृष्ठभागाचा व्यास (mm)

4. मशीनिंग वेळ (Machining Time):- लेथ मशीन वरती काम करताना, वर्कपीसचा वेग, टूल फीड आणि वर्कपीसची लांबी दिल्यास, आपण खालीलप्रमाणे मशीनिंग वेळ मोजू शकतो.

$$\text{पूर्ण कट मिनिटासाठी मशीनिंग वेळ} = l / (s \times N) \text{ मिनिटे}$$

where l = कामाची लांबी मिमी मध्ये कापली पाहिजे,

s = मिमी मध्ये फीड / रिव्होल्यूशन,

N = rpm (रिव्होल्यूशन/ मिनिट)

Example: हाय स्पीड स्टील टूल वापरून 4 सेमी व्यासाचा एमएस(M.S.) बार 10 सेमी लांब, एका कटमध्ये 3.5 सेमी व्यासापर्यंत फिरवण्यासाठी लागणाऱ्या मशीनिंग वेळेचा अंदाज(Estimate) लावा. टूलचा कटिंग स्पीड 30m/मिनिट आणि फीड 0.30 mm/rev आहे असे गृहीत धरा.

Solution: Given,

कटिंग स्पीड (V) = 30m/min

बारचा व्यास(D) = 4 cm = 40mm

फीड (s) = 0.30 mm/rev

$$V = (\pi \times D \times N) / 1000$$

$$N = 1000 \times V / \pi \times D$$

$$N = 1000 \times 30 / 3.14 \times 40 = 238.7 \text{ rpm.}$$

$$\text{पूर्ण कट साठी वेळ (T)} = 1 / (s \times N)$$

$$\text{पूर्ण कट साठी वेळ (T)} = 100 / (0.30 \times 238.7)$$

$$T = 1.39 \text{ min.}$$

1.4 ड्रिल मशीन (Drill Machine)

A. वर्गीकरण:

ड्रिलिंग मशीनचे वर्गीकरण त्यांच्या रचनेच्या आधारावर किंवा ते हाताळू शकणाऱ्या वर्कपीसच्या प्रकारावर केले जाते. ड्रिलिंग मशीनचे विविध प्रकार आहेत:

- (1) पोर्टेबल ड्रिलिंग मशीन (Portable drilling machine)
- (2) संवेदनशील ड्रिलिंग मशीन (Sensitive drilling machine)
 - (a) बेंच ड्रिलिंग माउंटिंग (Bench drilling mounting)
 - (b) फ्लोर माउंटिंग (Floor mounting)
- (3) अपराईट ड्रिलिंग मशीन (Upright drilling machine)
 - (a) गोल स्तंभ सेक्शन (Round column section)
 - (b) बॉक्स कॉलम सेक्शन मशीन (Box column section)
- (4) रॅडिअल ड्रिलिंग मशीन (Radial drilling machine)
 - (a) प्लेन (Plain)

- (b) सेमी युनिव्हर्सल (semi universal)
- (c) युनिव्हर्सल (universal)
- (5) गँग ड्रिलिंग मशीन (Gang drilling machine)
- (6) मल्टीपल स्पिंडल ड्रिलिंग मशीन (Multiple spindle drilling machine)
- (7) स्वयंचलित ड्रिलिंग मशीन (Automatic Drilling Machine)
- (8) खोल छिद्र ड्रिलिंग मशीन (Deep hole Drilling Machine)
- (a) उभा (Vertical)
- (b) आडवा (Horizontal)

B. ड्रिलिंग मशीनचे तपशील (Specification of Drilling Machine):

वेगवेगळ्या प्रकारच्या ड्रिलिंग मशीन्सचा आकार निश्चित करण्यासाठी वेगवेगळ्या पॅरामीटर्सचा विचार केला जात आहे. पोर्टेबल ड्रिलिंग मशीनचा आकार ड्रिलच्या जास्तीत जास्त व्यासाद्वारे ठरवला जातो जो तो धारण करू शकतो. संवेदनशील आणि सरळ ड्रिलिंग मशीन सर्वात मोठ्या वर्कपीसच्या व्यासाद्वारे निर्दिष्ट केल्या जातात. रेडियल ड्रिलिंग मशीन आर्मची लांबी आणि स्तंभाच्या व्यासाद्वारे निर्दिष्ट केली जाते. ड्रिलिंग मशीन पूर्णपणे निर्दिष्ट करण्यासाठी, इतर पॅरामीटर्सची देखील आवश्यकता असू शकते:

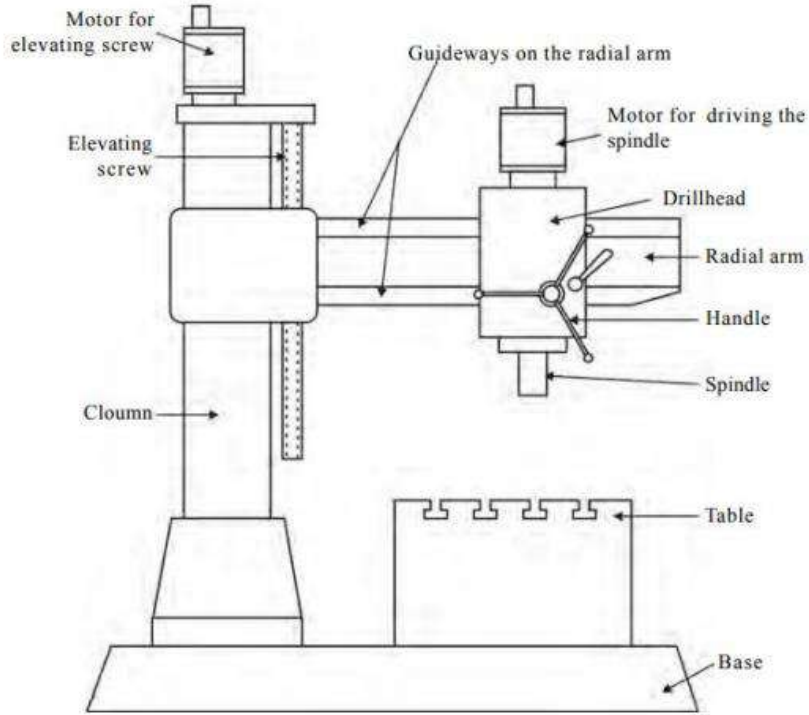
1. टेबल व्यास
2. उपलब्ध स्पिंडलची संख्या आणि फीडची गती
3. जास्तीत जास्त स्पिंडल प्रवास
4. ड्रिल स्पिंडलचा मोर्स टेपर नंबर
5. पावर इनपुट
6. मशीनचे निव्वळ वजन
7. जमीनवरील आवश्यक असणारी जागा

C. रॅडियल ड्रिलिंग मशीनचे मूलभूत भाग (Basic Parts Of Radial Drilling Machine):-

रॅडियल ड्रिलिंग मशीनचे विविध घटक आकृती 1.4.1 मध्ये दाखवले आहेत:

बेस(Base): बळकट बेस हा रॅडियल ड्रिलिंग मशीनच्या तळाचा भाग आहे आणि तो सामान्यतः कास्ट लोहा चा बनलेला असतो. बेस मशीनच्या विविध भागांना आधार देतो.

स्तंभ(Column): स्तंभ हा एक उभा खांब आहे जो बेसच्या एका टोकाला असलेला बसविला जातो, स्तंभाचे मुख्य कार्य रेडियल आर्मला 360-डिग्री फिरण्यासाठी आधार देते.



रॅडिअल ड्रिलिंग मशीन

आकृती.1.4.1

टेबल(Table): टेबल ड्रिलिंग ऑपरेशन मध्ये वर्कपीस ठेवण्यासाठी वापरला जातो. टेबलवर काही टी स्लॉट्स देखील आहेत. हे सहसा टेबल हा गोल किंवा आयताकृती आकाराचा असतो.

रॅडिअल आर्म (Radial Arm): रॅडिअल आर्म स्तंभाला जोडलेले असतात आणि ते 360 अंश फिरतात. रॅडिअल आर्मचा फेस तंतोतंत मशीन केलेला आहे आणि ड्रिलिंग हेड त्यावर सरकते. आर्म स्तंभावरती वर आणि खाली सरकतो, या गतीसाठी मोठ्या मशीन्स अनेकदा हायड्रॉलिकचा वापर करतात.

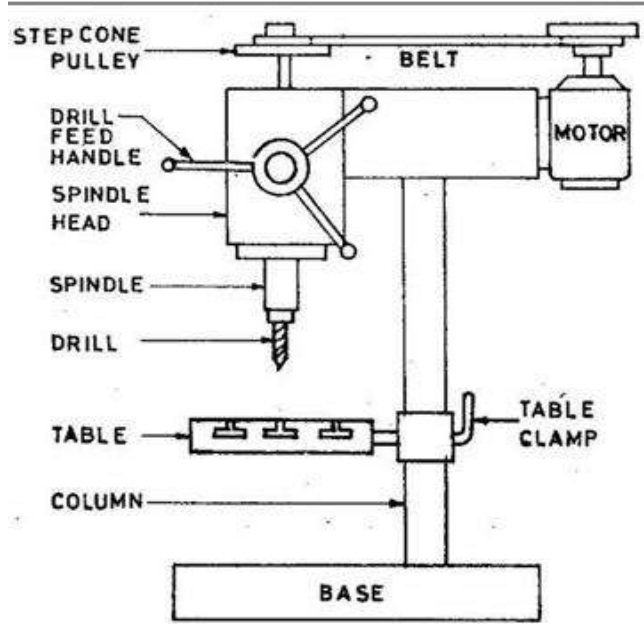
ड्रिल हेड (Drill Head): हे रॅडिअल आर्म वरती बसवलेले असते, ड्रिल हेड ड्रिल स्पिंडल चालवते आणि ड्रिलिंग गती आणि फीडला नियंत्रित करण्यासाठी विविध यंत्रणेसोबत गुंतवून ठेवतात.

स्पिंडल (Spindle): स्पिंडल हा एक फिरणारा शाफ्ट आहे ज्यामध्ये फिक्स्चर असते ज्यामध्ये तुमचे कटिंग टूल असते.

मोटर (Motor): मोटर ड्रिल हेडच्या अगदी वर बसवली जाते, मोटर स्पिंडल ला रोटरी ड्राईव्ह प्रदान करते. **चक (chuck):** चक अक्षाच्या खाली बसवला जातो आणि ड्रिलिंग ऑपरेशन दरम्यान सुरक्षितपणे ड्रिल बिट धरून ठेवतो.

टूल किंवा ड्रिल बिट (Tool or drill bit): वर्कपीसमध्ये छिद्र पाडण्यासाठी ड्रिल बिट्सचा वापर केला जातो, तंतोतंत आणि अचूक छिद्रे तयार करण्यासाठी कार्य करण्यासाठी ड्रिल बिट फिरत वर्कपीसमध्ये प्रवेश करते.

D. संवेदनशील ड्रिलिंग मशीन (Sensitive Drilling Machine)



संवेदनशील ड्रिलिंग मशीन

आकृती.1.4.2.

हे हलके वजनाचे, हाय स्पीड मशीन आहे जे हलक्या वर्कपीसमध्ये लहान छिद्र पाडण्यासाठी डिझाइन केलेले आहे. या मशीनमध्ये वर्कपीसमध्ये टूल फीड करण्यासाठी फक्त हँड फीड यंत्रणा आहे. वर्कपीसमध्ये टूलला हाताने फीड केल्याने ऑपरेटरला टूलची ड्रिलिंग क्रिया जाणवते आणि त्यानुसार तो डाउन फीड दाब नियंत्रित करू शकतो. मूलभूत घटक आकृती.1.4.2 मध्ये दर्शविले आहेत.

बेस (Base): बेस हा एक जड कास्टिंग आहे जो मशीनच्या संरचनेला आधार देतो. हे स्तंभासाठी कठोर माउंटिंग आणि मशीनला स्थिरता देखील प्रदान करते. बेसमध्ये सामान्यतः छिद्रे आणि स्लॉट्स दिले जातात जे बेसला टेबलवर किंवा बेंचवर बोल्ट करण्यास मदत करतात आणि वर्क-होल्डिंग डिव्हाइस किंवा वर्कपीसला बेसवर बसवण्याची परवानगी देतात.

स्तंभ (Column): स्तंभ हा एक उभा खांब आहे जो वर्कटेबल आणि ड्रायव्हिंग यंत्रणा असलेल्या हेड ला धरून ठेवतो. स्तंभ गोल आकाराचा असतो.

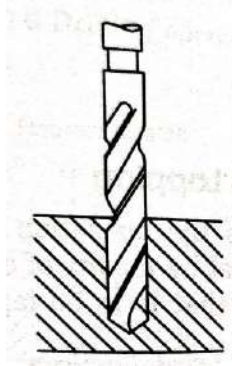
टेबल (Table): टेबल आयताकृती किंवा गोल असू शकते. टेबल वर्कपीसला आधार देतो आणि उभ्या स्तंभा ला सुद्धा आधार देतो. टेबलचा पृष्ठभाग स्तंभाच्या अक्षाला 90-अंश कोन करतो त्यामुळे तो वर, खाली आणि स्तंभाभोवती फिरवला जाऊ शकतो आणि प्रदान केलेल्या विविध लीव्हरद्वारे ते कोणत्याही स्थितीत धरले जाऊ शकते. जिग्स, फिक्स्चर किंवा मोठ्या वर्कपीसेस थेट टेबलवर सुरक्षितपणे निश्चित करता याव्यात यासाठी बहुतेक टेबलांमध्ये स्लॉट दिले जातात.

ड्रिलिंग हेड (Drilling Head): ड्रिलिंग हेड स्तंभाच्या वरच्या बाजूला बसवले जाते आणि त्यात ड्रायव्हिंग व्यवस्था आणि व्हेरिअबल स्पीड पुली असतात. हे युनिट ड्रिल स्पिंडलमध्ये वेगवेगळ्या वेगाने रोटरी गती प्रसारित करते. स्पिंडल स्लीव्ह आणि कटिंग टूलच्या उभ्या हालचाली नियंत्रित करण्यासाठी हँड फीड लीव्हरचा वापर केला जातो. ऑपरेटर हाताने ड्रिलची हालचाल जाणून घेण्यास सक्षम असल्यामुळे या सिस्टमला संवेदनशील ड्रिलिंग मशीन म्हणतात.

1.5 ड्रिलिंग मशीन ऑपरेशन्स (Drilling Machine Operations): -

A. ड्रिलिंग (Drilling)

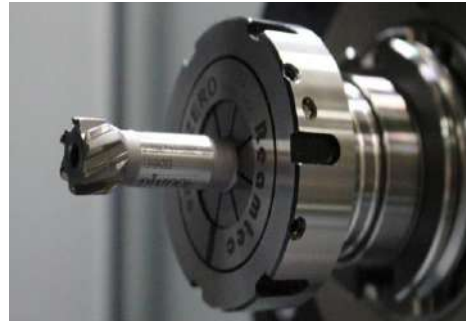
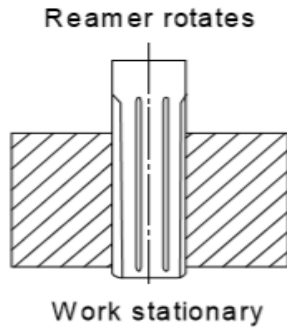
आकृती 1.5.1 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे ड्रिल नावाच्या फिरत्या कटिंग टूलद्वारे वर्कपीसमधून सामग्रीचे प्रमाण काढून गोलाकार छिद्र बनविण्याचे हे ऑपरेशन आहे. ड्रिलिंगमध्ये गोलाकार छिद्र तयार करण्यासाठी वर्कपीसमधून चिप्सच्या स्वरूपात सामग्री काढून टाकतात. ड्रिलिंग करण्यापूर्वी, छिद्राचे स्थान दोन रेषा काटकोनात रेखाटून स्थित करतात आणि मध्यभागी ड्रिल पॉइंटसाठी इंडेंटेशन तयार करण्यासाठी सेंटर पंच वापरला जातो जेणेकरून ड्रिलला सुरुवात करण्यात मदत होईल. ड्रिलिंग ऑपरेशन पूर्ण झाल्यानंतर, ड्रिल छिद्रातून काढले जाते आणि वीज बंद केली जाते.



ड्रिलिंग
आकृती. 1.5.1

B. रीमिंग (Reaming)

ड्रिलद्वारे आधीच बनवलेल्या छिद्राला आकार देण्याचे आणि पूर्ण करण्याचे हे ऑपरेशन आहे. आकृती.1.5.2 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे रीमर नावाच्या कटिंग टूलद्वारे रीमिंग केले जाते. रीमिंग ऑपरेशनमुळे छिद्र गुळगुळीत, सरळ आणि अचूक व्यासाचे बनते. रीमरमध्ये बाह्य परिघावर अनेक कटिंग कडा असतात आणि ते सॉलिड रीमर आणि अडजस्टेबल (adjustable) रीमर म्हणून वर्गीकृत केले जाऊ शकतात.

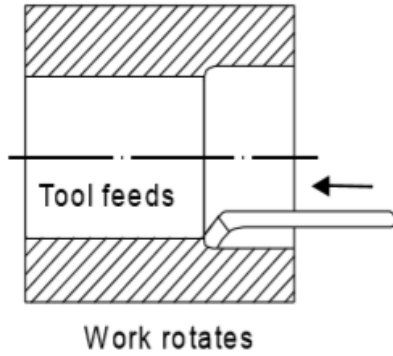


रीमिंग ऑपरेशन
आकृती. 1.5.2

C. बोरिंग (Boring)

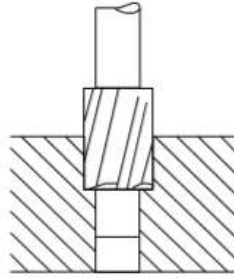
आकृती 1.5.3 हे बोरिंग ऑपरेशन दाखवते जिथे फक्त एक कटिंग एज असलेल्या ऍडजस्टेबल कटिंग टूलच्या सहाय्याने छिद्र मोठे केले जाते. या उद्देशासाठी बोरिंग टूल वापरण्यात आले आहे. ते

सामान्यतः नॉन-स्टॅंडर्ड छिद्र तयार करण्यासाठी वापरले जाणारे ड्रिल व्यावसायिकरित्या उपलब्ध नाहीत. त्यामुळे असे छिद्र तयार करण्यासाठी बोरिंग ऑपरेशनचा वापर होतो



बोरिंग ऑपरेशन
आकृती.1.5.3

D. काउंटर-बोरिंग (Counter-Boring)

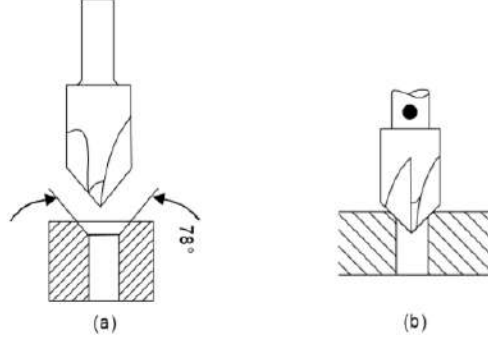


काउंटर-बोरिंग ऑपरेशन
आकृती.1.5.4

काउंटर बोरिंग ऑपरेशन आकृती 1.5.4 मध्ये दर्शविले आहे. हे छिद्राच्या शेवट दंडगोलाकारपणे मोठा केला जातो. वापरलेले टूल काउंटर-बोर म्हणून ओळखले जाते. मोठे केलेले छिद्र मूळ छिद्रासह स्केअर (Square) शोल्डर (shoulder) बनवते. बोल्ट, स्टड आणि पिनचे डोके सामावून घेण्यासाठी हे आवश्यक आहे.

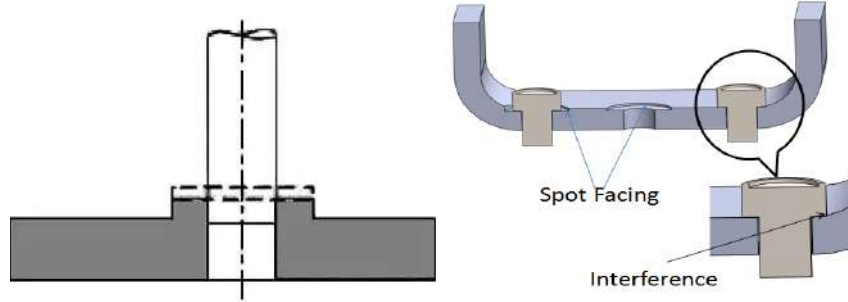
E. काउंटर-सिंकिंग (Counter-Sinking)

काउंटर-सिंकिंग ऑपरेशन आकृती.1.5.5 मध्ये दर्शविले आहे. छिद्राच्या टोकाला शंकूच्या आकाराचा आकार वाढवण्याचे हे ऑपरेशन आहे आणि त्यामध्ये सपाट हेड स्कू बसवतात. छिद्र सपाट हेड स्कूला किंवा काउंटर सिंक रिव्हेटला सपाट आसन प्रदान करते. शंकूच्या पृष्ठभागाचा समाविष्ट केलेला कोन 60° ते 90° च्या श्रेणीत असू शकतो.



काउंटर सिंकिंग ऑपरेशन
आकृती.1.5.5

- E. **स्पॉट-फेसिंग (Spot facing):** हे स्कूच्या डोक्याच्या छिद्राभोवती सपाट पृष्ठभाग प्रदान करण्यासाठी पुरेशी सामग्री काढून टाकण्याचे ऑपरेशन आहे किंवा नटसाठी सीट तयार करण्याचे ऑपरेशन आहे. स्पॉट-फेसिंग टूल जवळजवळ काउंटर-बोरसारखेच असते. आकृती.1.5.6 मध्ये दर्शविलेले ऑपरेशन स्पॉट फेसिंग आहे.



स्पॉट-फेसिंग ऑपरेशन
आकृती.1.5.6

G. कटिंग पॅरामीटर्स (Cutting Parameters)

1. कटिंग गती (Cutting Speed):-

ड्रिलिंग ऑपरेशनमधील कटिंग गती वर्कपीसच्या संपर्कात असलेल्या ड्रिलच्या पृष्ठभागाच्या बिंदूच्या परिधीय गतीचा संदर्भ देते. हे सहसा मीटर/मिनिट मध्ये व्यक्त केले जाते.

कटिंग गती (V):

$$V = (\pi \times D \times N)/1000$$

Where, D ड्रिलचा व्यास मिमी मध्ये आहे आणि N प्रति मिनिट रिव्होल्यूशन मध्ये आहे.

2. फीड (Feed):-

ड्रिलचे फीड म्हणजे स्पिंडलच्या प्रत्येक रिव्होल्यूशनच्या वेळी ड्रिलने वर्कपीसमध्ये प्रवास केलेले अंतर. ते प्रति रिव्होल्यूशन किंवा mm/min मध्ये व्यक्त केले जाते.

प्रति मिनिट फीडची गणना खालीलप्रमाणे केली जाऊ शकते

$$F = Fr \times N \text{ mm/min.}$$

Where, F = फीड प्रति मिनिट मिलीमीटर मध्ये.

Fr = फीड प्रति रिव्होल्यूशन मिलीमीटर मध्ये.

N = गती प्रति मिनिट रिव्होल्यूशन मध्ये आहे.

3. डेपथ कट (Depth of Cut):-

ड्रिलिंगमध्ये डेपथ कट ड्रिल व्यासाच्या अर्ध्या भागाच्या समान आहे. जर 'd' ड्रिलचा व्यास असेल, तर कटची खोली (t) $t = d/2$ मिमी.

4. मशीनिंग वेळ (Machining Time):-

युनिट लांबी ड्रिल करण्यासाठी लागणारा वेळ = $1 / (\text{Feed/min})$

L मिमी लांबीचे ड्रिल करण्यासाठी लागणारा वेळ = $L / (\text{Feed/min})$

$$T = (L / Fr \times N)$$

Where, Fr = फीड प्रति रिव्होल्यूशन मिलीमीटर मध्ये

N = गती प्रति मिनिट रिव्होल्यूशन मध्ये आहे.

ड्रिलने प्रवास केलेले अंतर मिलीमीटर मध्ये $L = l + a$

Where, l = वर्कपीसची जाडी

a = ड्रिल अँप्रोच = $0.3d$

d = वर्कपीसचा व्यास

Example: 18 मिमी जाडीच्या स्टील प्लेटमध्ये प्रवेश करण्यासाठी 10 मिमी व्यासाच्या स्टील ड्रिलसाठी मशीनिंग वेळेची गणना करा. 0.2 मिमी/रेव्होल्यूशनचे फीड आणि स्टीलसाठी कटिंग गती 20 मी/मिनिट गृहीत धरा.

Solution: ड्रिल व्यास(D) = 10mm

स्टील प्लेटची जाडी(l) = 18mm

फीड (Fr) = 0.2 मिमी/रेव्होल्यूशन

कटिंग गती(V) = 20 मी/मिनिट

$$V = (\pi \times D \times N) / 1000$$

$$N = 1000 \times V / \pi \times D$$

$$N = 1000 \times 20 / 3.14 \times 10 = 636.94 \text{ rpm.}$$

पूर्ण कट साठी वेळ (T) = $L / (Fr \times N)$

$$L = l + a \dots \dots \dots (\text{where } a = 0.3d)$$

$$L = 18 + (0.3 \times 10)$$

$$\text{Time } T = (18 + 0.3 \times 10) / (0.2 \times 636.94)$$

$$T = 0.164 \text{ min}$$

Exercise:**TLO 1.1 सिंगल पॉइंट कटिंग टूलच्या विविध कोनांची यादी करणे.**

1. Define various angles used in single point cutting tool with neat sketch. (R)
2. Explain mechanics of chip formation. (U)
3. Draw nomenclature of single point cutting tool. (U)
4. List various types of chips. (U)

TLO 1.2 लेथ मशीनची रचना आणि त्यांचे कार्य सूचीबद्ध करणे.

5. Write down the basic parts of lathe machine with their proper function. (R)
6. List any four accessories used on lathe. (R)
7. Differentiate between three jaw and four jaw chuck on the basis of 1. Number of jaw 2. Depth of cut 3. Number of pinion 4. Setting of work piece. (U)

TLO 1.3 दिलेल्या घटकासाठी मशीनिंग पॅरामीटर्सची गणना करणे.

8. State any four operations performed on lathe machine. (R)
9. Explain with neat sketch thread cutting operation on lathe machine. (U)
10. Explain any two cutting parameter of lathe. (U)

TLO 1.4 ड्रिलिंग मशीनची रचना आणि तपशील वर्णन करणे.

11. Classify of drilling machine. (R)
12. Draw neat sketch of radial machine and label all parts. (U)
13. Explain basic parts of sensitive drilling machine. (U)

TLO 1.5 विविध ड्रिलिंग ऑपरेशन्सची यादी करणे.

14. Explain with neat sketch following drilling operations, (U)
 - a) Reaming
 - b) Boring
15. Explain two cutting parameters of drilling operations. (U)
16. Estimate the machining time for steel drill 10 mm diameter to penetrate a 22 mm thick steel plate with a feed of 0.3 mm/rev and cutting speed for steel as 20 m/min.(A)

Micro project:

1. Prepare a list of various lathe machine operations in the workshop of the institute.
2. Collect specification of lathe machine available in the institute workshop.
3. Prepare a list of various drilling machine operations that can be performed in the workshop of institute.
4. Collect the information about the accessories used to support long work.

2. मिलिंग मशीन (Milling Machine)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome):

दिलेल्या ड्राइंगनुसार मिलिंग मशीन वापरून पार्ट तयार करा.

प्रकरण निष्पत्ती (TLO's)

TLO 2.1 - मिलिंग मशीनच्या कामाचे प्रात्यक्षिक.

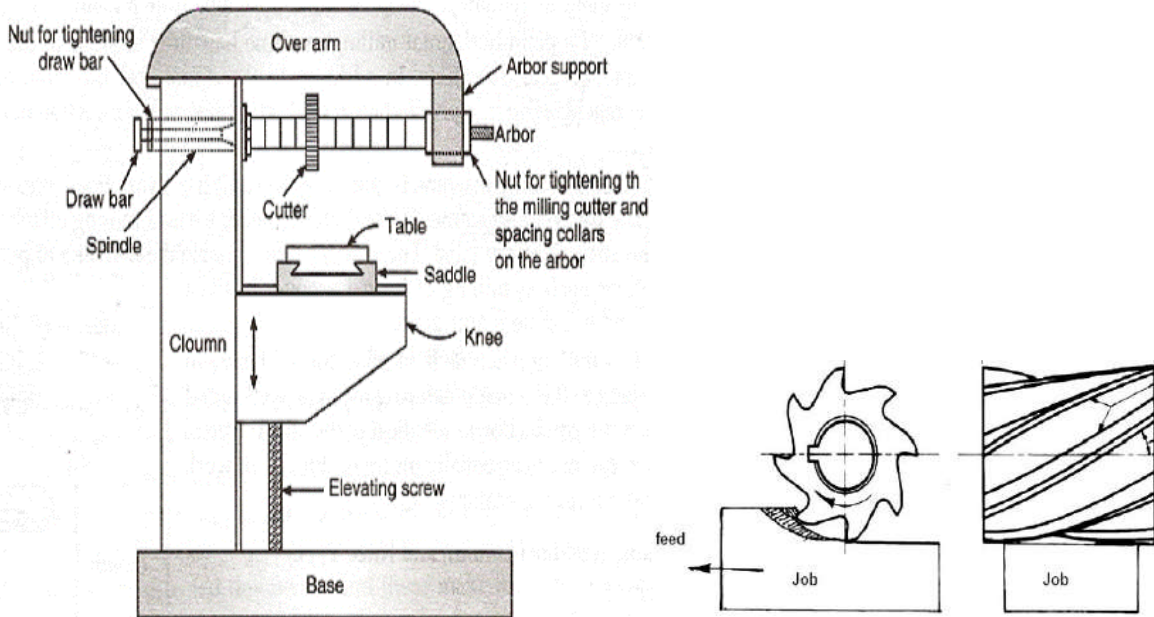
TLO 2.2 - दिलेल्या कॉम्पोनन्टसाठी योग्य मिलिंग कटर निवडा.

TLO 2.3- दिलेल्या कॉम्पोनन्टसाठी मिलिंग ऑपरेशन्सचे वर्णन करा.

TLO 2.4 - इंडेक्सिंग पद्धतींची प्रक्रिया स्पष्ट करा.

2.1.1 मिलिंगचे कार्यतत्त्व (Working principle of Milling)

मिलिंग ही एक मशीनिंग प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये मिलिंग कटर नावाच्या रोटरी मल्टी-पॉइंट टूलद्वारे मेटल काढली जाते. फिरत असलेल्या मल्टीपॉइंट मिलिंग कटरच्या मागे वर्कपीसला फीड करून वर्कपीसमधून नको असलेले मटेरिअल काढून टाकण्यासाठी वापरलेले मशीन टूल. स्पिंडलच्या प्रत्येक रिव्होल्यूशनला प्रत्येक दाताने थोड्या प्रमाणात मटेरिअल काढले जाते. कटरला अनेक एजेस असतात आणि त्यामुळे ते खूप वेगाने मेटल काढून टाकते. मिलिंग मशीनद्वारे मिळविलेली अचूकता आणि सरफेस फिनिश इतर कोणत्याही मशीनपेक्षा श्रेष्ठ आहे. गिअर, कॅम, हेलिक्स इत्यादी क्लिष्ट कामे मिलिंग मशीनवर करता येतात.



मिलिंगचे कार्यतत्त्व

आकृती 2.1.1

मिलिंगमध्ये वापरलेले कार्यतत्त्व वरील आकृती 2.1.1 मध्ये दर्शविले आहे. वर्कपीस बोल्ट आणि टी-स्लॉटच्या मदतीने टेबलवर घट्ट पकडलेला आहे. मिलिंग कटर एका घन शाफ्टवर बसवले जाते ज्याला आर्बर असे म्हणतात. कटर वेगाने फिरतो आणि कटरच्या विरुद्ध दिशेने वर्कपीस हळूहळू भरवले जाते. मेटल कटिंग एजेस मालिकेद्वारे काढला जातो. कटिंग स्पीड, फीड आणि कटची खोली यासारखे योग्य मशीनिंग पॅरामीटर्स निवडून काढलेला मेटल खंडित चिप्सच्या स्वरूपात असतो.

2.1.2 मिलिंग मशीनचा आकार (Size of Milling Machine)

कॉलम आणि नी प्रकारच्या मिलिंग मशीनचा आकार टेबलच्या कार्यरत पृष्ठभागाच्या परिमाणे आणि टेबलच्या लान्जिटूडनल, क्रॉस आणि वर्टिकल प्रवासाच्या (ट्रॅव्हलच्या) जास्तीत जास्त लांबीद्वारे नियुक्त केला जातो. हॉरीझॉन्टल कॉलम आणि नी प्रकारच्या मिलिंग मशीनचे ठराविक आकार खालीलप्रमाणे आहेत:

- टेबल लांबी x रुंदी = 1100 मिमी x 310 मिमी.
- पॉवर ट्रॅव्हर्स: लान्जिटूडनल x क्रॉस x वर्टिकल = 650 मिमी x 235 मिमी x 420 मिमी.
- वरील परिमाणांव्यतिरिक्त, स्पिंडल गतीची संख्या, फीडची संख्या, स्पिंडल नोज टेपर, ताकद उपलब्ध, निव्वळ वजन आणि आवश्यक जागा इत्यादी देखील मशीन पूर्णपणे निर्दिष्ट करण्यासाठी नमूद केल्या पाहिजेत.

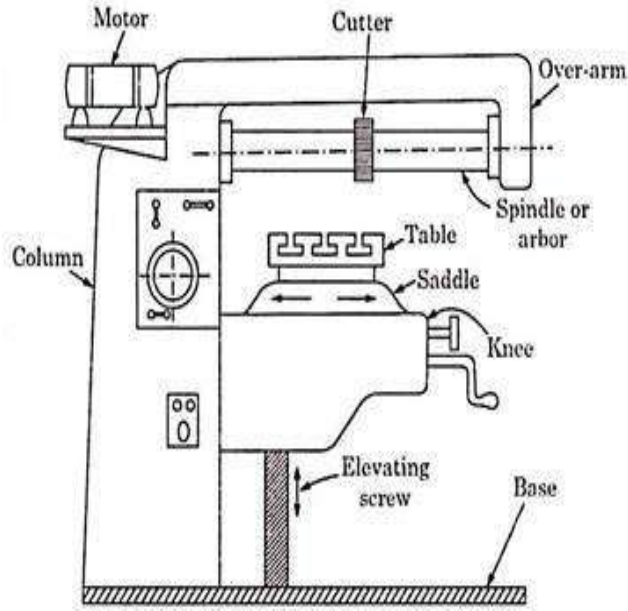
2.1.3 मिलिंग मशीनचे वर्गीकरण: (Classification of Milling Machines)

डिझाइननुसार, विशिष्ट वर्गीकरण खालीलप्रमाणे आहे:

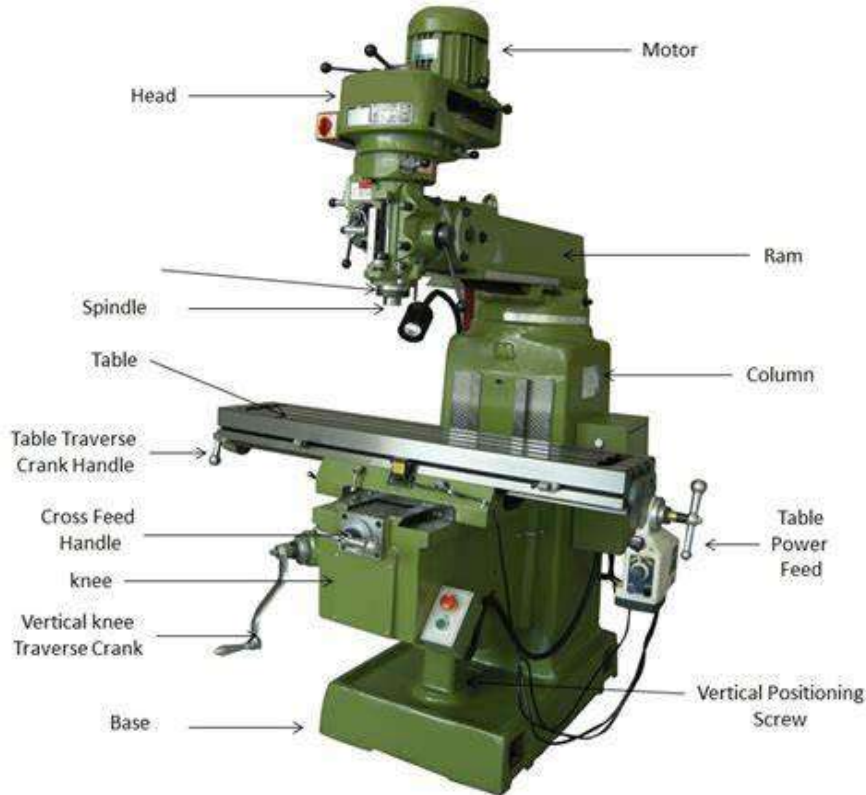
1. कॉलम आणि नी मिलिंग मशीन:
 - (a) हॉरीझॉन्टल मिलिंग मशीन.
 - (b) वर्टिकल मिलिंग मशीन.
 - (c) युनिव्हर्सल मिलिंग मशीन.
 - (d) रॅम-टायप युनिव्हर्सल मिलिंग मशीन.
2. बेड-प्रकार मिलिंग मशीन:
 - (a) सिम्प्लेक्स मिलिंग मशीन.
 - (b) डुप्लेक्स मिलिंग मशीन.
 - (c) ट्रिप्लेक्स मिलिंग मशीन.
3. प्लॅनर-प्रकार मिलिंग मशीन:
4. विशेष उद्देश मिलिंग मशीन:
 - (a) रोटरी टेबल मिलिंग मशीन.
 - (b) ड्रम मिलिंग मशीन.
 - (c) प्रोफाइल मिलिंग मशीन.
 - (d) डुप्लिकेट मिलिंग मशीन.

2.1.4 कॉलम आणि नी प्रकार मिलिंग मशीन: (Column & knee type milling machine)

कॉलम आणि नी मिलिंग मशीनचा मुख्य आकार आकृती 2.1.4 मध्ये दर्शविला आहे. या मिलिंग मशीनमध्ये एक बेस असतो ज्यामध्ये वेगवेगळ्या नियंत्रण यंत्रणा असतात. बेसमध्ये एका टोकाला उभा स्तंभ असतो. मुख्य बेसच्या वर आणखी एक बेस आहे आणि स्तंभाशी जोडलेला आहे जो वर्कपीस ठेवण्यासाठी वेगवेगळ्या संलग्नकांसह सुसज्ज वर्कटेबल म्हणून काम करतो. वर्कटेबल असलेला हा बेस मिलिंग मशीनचा “नी” म्हणून ओळखला जातो. कॉलम आणि नी प्रकार मिलिंग मशीनचे वर्गीकरण टेबलला वीज पुरवण्याच्या विविध पद्धती, टेबलच्या वेगवेगळ्या हालचाली आणि मुख्य स्पिंडलच्या रोटेशनच्या वेगवेगळ्या अक्षानुसार केले जाते.



कॉलम आणि नी प्रकार मिलिंग मशीन
आकृती 2.1.4

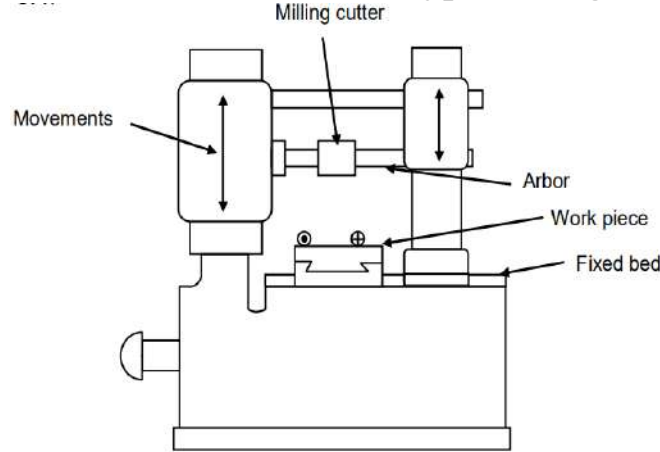


मिलिंग मशीनचे भाग
आकृती 2.1.4.1

•बेस (Base) : मशीनला सपोर्ट करण्यासाठी सर्वात खालचा भाग.

- **कॉलम (Coloumn)** : बेसवर निश्चित केलेला उभा भाग ज्यामध्ये ड्रायव्हिंग यंत्रणा असते.
- **नी (Knee)**: यात फीड यंत्रणा आणि वर्कटेबलची नियंत्रणे असतात.
- **सेडल (Saddle)**: नीवर बसवलेले, वर्कटेबलला समर्थन देणे आणि क्रॉस फीड पुरवणे.
- **वर्कटेबल (Worktable)**: वर्कपीस क्लॅम्प करण्यासाठी हलवता येण्याजोगा टेबल.
- **ओवर-आर्म (Over-arm)**: हॉरीझॉन्टल मिलिंग मशीनमध्ये आर्बरला आधार देण्यासाठी.
- **स्पिंडल (Spindle)**: मिलिंग कटर फिरवण्यासाठी मोटरद्वारे चालवलेला पोकळ शाफ्ट
- **आर्बर (Arbor)**: हॉरीझॉन्टल मिलिंगमध्ये मिलिंग कटर पकडण्यासाठी आणि फिरवण्यासाठी

2.1.5 फिक्स्ड बेड टाईप मिलिंग मशीन (Fixed Bed Type Milling Machine)



फिक्स्ड बेड टाईप मिलिंग मशीन
आकृती 2.1.5



मिलिंग मशीनचे विविध प्रकार
आकृती 2.1.5 (a)

याला मॅन्युफॅक्चरिंग टाईप मिलिंग मशीन असेही म्हणतात. त्याचे टेबल थेट बेड मार्गावर बसवलेले आहे. टेबलची हालचाल केवळ रेसिप्रोकेशन पुरती मर्यादित आहे. स्पिंडल हेडवर कटर बसवले आहे जे स्तंभावर अनुलंब हालवू शकते. डुप्लेक्स मिलिंग मशीनमध्ये डबल स्पिंडल हेड असतात, टेबलच्या प्रत्येक बाजूला एक. ट्रिप्लेक्स मिलिंग मशीनमध्ये टेबलच्या प्रत्येक बाजूला तीन स्पिंडल हेड असतात आणि तिसरे क्रॉस रेलवर बसवले जातात. बेड टाईप मिलिंग मशीन आकृती 2.1.5 मध्ये दर्शविले आहे.

2.2. मिलिंग कटर (Milling Cutters)

2.2.1. स्टँडर्ड मिलिंग कटर: (Standard milling cutters)

1. प्लेन मिलिंग कटर
 - a) लाइट ड्युटी प्लेन मिलिंग कटर.
 - b) हेवी ड्युटी प्लेन मिलिंग कटर.
 - c) हेलिकल प्लेन मिलिंग कटर
2. साइड मिलिंग कटर
 - a) प्लेन साइड मिलिंग कटर.
 - b) स्टँगर्ड टूथ साइड मिलिंग कटर.
 - c) हाफ साइड मिलिंग कटर.
 - d) इंटरलॉकिंग साइड मिलिंग कटर
3. मेटल स्लिटिंग सॉ
 - a) प्लेन मेटल स्लिटिंग सॉ.
 - b) स्टँगर्ड टूथ मेटल स्लिटिंग सॉ
4. कोन मिलिंग कटर
 - a) सिंगल अँगल मिलिंग कटर.
 - b) डबल अँगल मिलिंग कटर
5. एंड मिल
 - a) टेपर शँक एंड मिल.
 - b) स्ट्रेट शँक एंड मिल.
 - c) शेल एंड मिल
6. टी-स्लॉट मिलिंग कटर
7. वुड्रफ की स्लॉट मिलिंग कटर.
8. फ्लाय कटर
9. फॉर्मड मिलिंग कटर
 - a) कॉन्व्हेक्स मिलिंग कटर
 - b) कॉन्केव्ह मिलिंग कटर
 - c) कॉर्नर राउंडिंग मिलिंग कटर.
 - d) गिअर कटर
 - e) थ्रेड मिलिंग कटर

10. टॅप आणि रीमर कटर

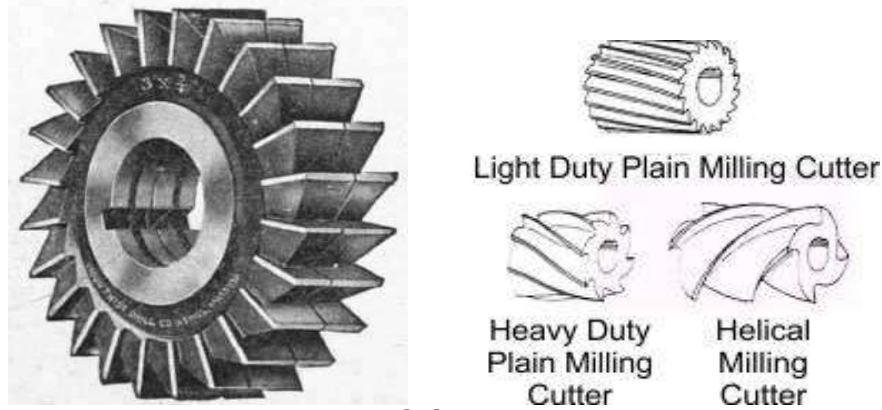
2.2.1.1. प्लेन मिलिंग कटर (Plain Milling Cutter)

हे कटर दंडगोलाकार आकाराचे असतात आणि त्यांच्या परिघाला दात असतात. हे रोटेशन अक्षाच्या समांतर सपाट पृष्ठभाग तयार करण्यासाठी वापरले जातात. साधा मिलिंग कटर आकृती 2.2.1.1 मध्ये दर्शविला आहे. आकार आणि ॲप्लिकेशन्सच्या आधारावर प्लेन मिलिंग कटरचे वर्गीकरण लाइट ड्युटी, हेवी ड्युटी आणि हेलिकल प्लेन मिलिंग कटर म्हणून केले जाते.

लाइट-ड्युटी प्लेन मिलिंग कटरच्या चेहऱ्याची रुंदी 20 मिमीपेक्षा कमी असते आणि अक्षाच्या समांतर सरळ दात असतात. मोठ्या आकाराच्या कटरमध्ये 25° पेक्षा कमी हेलिक्स कोन असलेले पेचदार दात असतात.

हेवी-ड्युटी प्लेन मिलिंग कटरमध्ये हेलिकल दात असतात आणि ते हेवी-ड्युटी कामासाठी डिझाइन केलेले असतात, हेलिक्स कोन 25° ते 45° पर्यंत असतो.

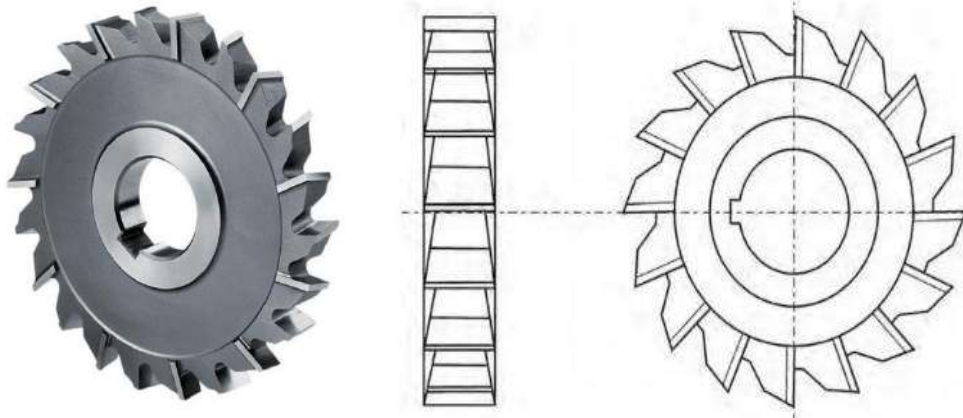
हेलिकल मिलिंग कटरमध्ये खडबडीत पिच आणि दूथ हेलिक्स कोन 45° ते 60° पर्यंत असतो.



प्लेन मिलिंग कटर

आकृती 2.2.1.1

2.2.1.2. साइड मिलिंग कटर (Side Milling Cutter)

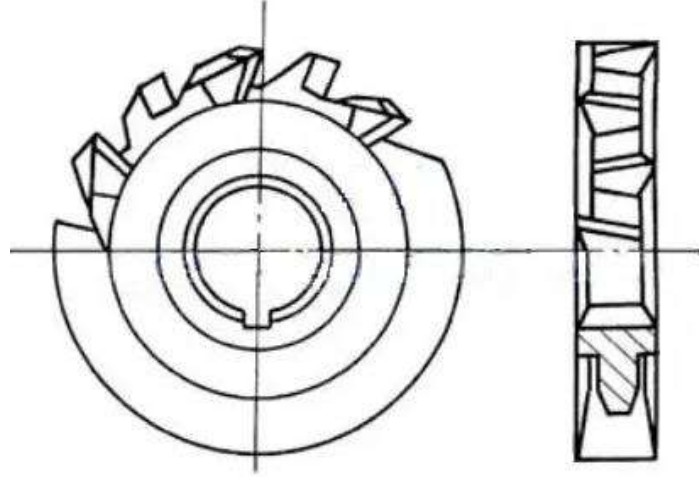


साइड मिलिंग कटर

आकृती 2.2.1.2

आकृती 2.2.1.2 मध्ये दर्शविलेले साइड मिलिंग कटर वर्कपीसच्या बाजूने धातू काढण्यासाठी वापरले जातात. या कटरच्या परिघावर आणि त्याच्या बाजूला दात असतात. हे पुढे सरळ गोलाकार दात असलेले प्लेन साइड मिलिंग कटर म्हणून वर्गीकृत आहेत.

2.2.1.2(a) स्टॅगर्ड टूथ साइड मिलिंग कटर (Staggered Teeth Side Milling Cutter)



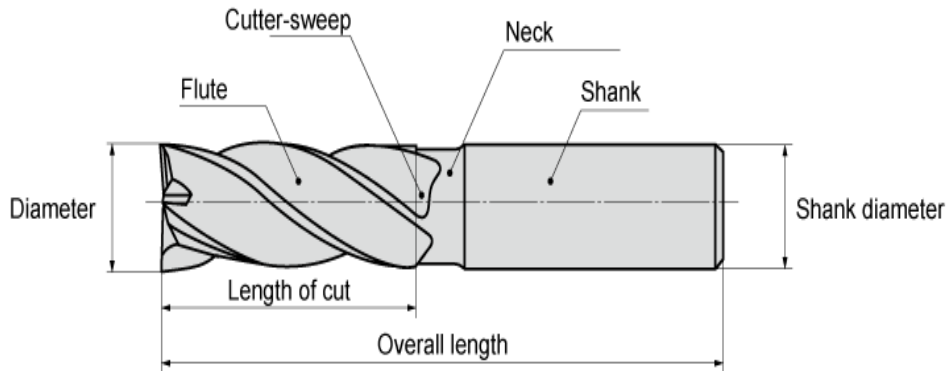
स्टॅगर्ड टूथ साइड मिलिंग कटर

आकृती 2.2.1.2. (a)

या कटरमध्ये हेलिक्स कोन विरुद्ध पर्यायी दात असतात आणि ते दीर्घकाळ टिकण्यासाठी उच्च-गती स्टीलचे (HSS) बनलेले असतात. कटर दातांचे हे डिझाइन चिपची जागा मोठ्या प्रमाणात वाढवते. हे कटर वर्कपीस वर खोल, अरुंद स्लॉट्स किंवा कीवे (Keyway) मिलिंगसाठी योग्य आहे.

2.2.1.3. एंड मिल कटर (End Mill Cutter)

कटिंग स्लॉट्स, लहान छिद्रे आणि लाइट मिलिंग ऑपरेशन्ससाठी एंड मिल्सचा वापर केला जातो. या कटरच्या टोकाला तसेच परिघावर दात असतात. कापण्याचे दात शॅकच्या आकारानुसार सरळ किंवा पेचदार असू शकतात.

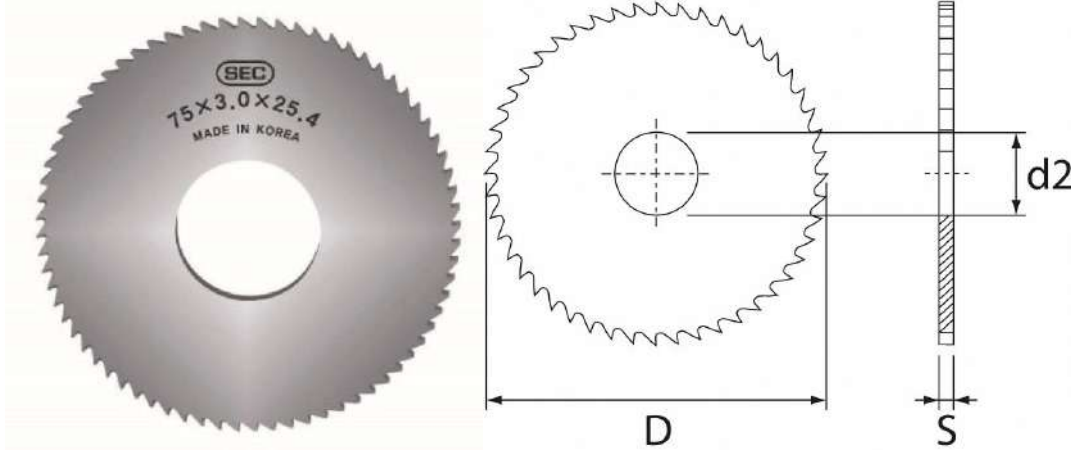


एंड मिल कटर

आकृती 2.2.1.3

2.2.1.4. मेटल स्लिटिंग सॉ (Metal Slitting Saw)

मेटल स्लिटिंग सॉ मिलिंग कटर मूलतः एक अतिशय पातळ साधा मिलिंग कटर आहे. साइड क्लिअरन्स देण्यासाठी ते मध्यभागी थोडेसे पातळ असतात. हे कटर कटऑफ ऑपरेशनसाठी आणि खोल, अरुंद स्लॉट्स मिलिंगसाठी वापरले जातात आणि 5 मिमी पर्यंत रुंदीमध्ये बनवले जातात.



D =बाहेरील व्यास, $d2$ =आतील व्यास, S =जाडी

मेटल स्लिटिंग सॉ

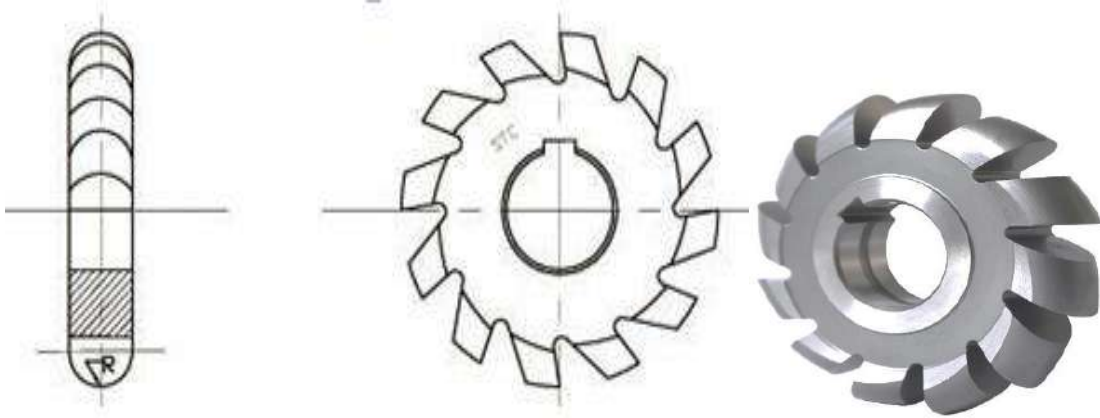
आकृती 2.2.1.4

2.2.1.5 फॉर्मड कटर (Formed Cutters)

कामाची अनियमित रूपरेषा तयार करण्यासाठी फॉर्मड कटरमध्ये कटिंगच्या कडांवर अनियमित प्रोफाइल असतात. विविध प्रकारचे स्टॅंडर्ड फॉर्मड कटर खाली वर्णन केले आहेत.

2.2.1.5(a) कॉन्वेक्स मिलिंग कटर (Convex Milling Cutter)

कॉन्वेक्स मिलिंग कटरचे दात परिधीय पृष्ठभागावर बाहेरून वळलेले असतात आणि अर्धवर्तुळाचा कंटूर (contour) तयार करतात. कटर वर्कपीसवर कॉन्वेक्स अर्धवर्तुळ पृष्ठभाग तयार करतो. कटरचा व्यास 50 मिमी ते 125 मिमी पर्यंत असतो. आणि अर्धवर्तुळाची त्रिज्या 1.6 ते 20 मिमी पर्यंत बदलते.

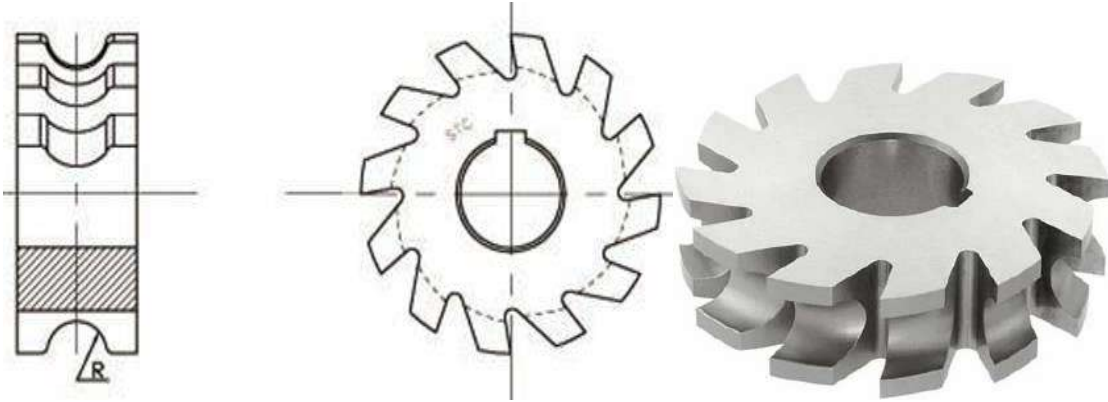


कॉन्वेक्स मिलिंग कटर

आकृती 2.2.1.5(a)

2.2.1.5(b) कॉनकेव्ह मिलिंग कटर (Convex Milling Cutter)

कॉनकेव्ह मिलिंग कटरचे दात परिधीय पृष्ठभागावर आतील बाजूस वक्र केलेले असतात जेणेकरून अर्धवर्तुळाचा कंटूर (contour) तयार होतो. कॉनकेव्ह मिलिंग कटर कामाच्या तुकड्यावर कॉन्वेक्स अर्धवर्तुळ पृष्ठभाग तयार करतात. कटरचा व्यास 56 ते 110 मिमी पर्यंत असतो आणि अर्धवर्तुळाची त्रिज्या 1.5 ते 20 मिमी पर्यंत बदलते.



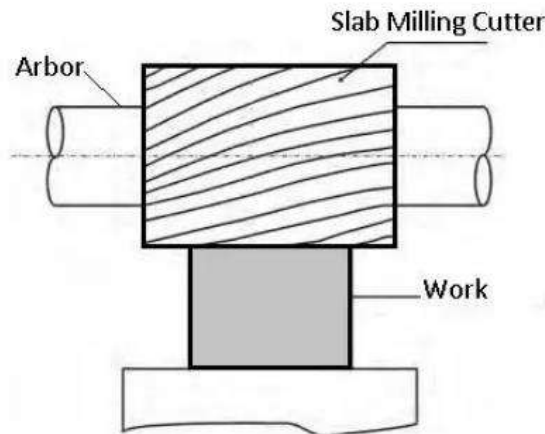
कॉनकेव्ह मिलिंग कटर
आकृती 2.2.1.5(b)

2.3. मिलिंग मशीन ऑपरेशन्स (Milling Machine Operations)

मिलिंग मशीनवर खालील विविध ऑपरेशन्स केल्या जाऊ शकतात:

2.3.1. प्लेन किंवा स्लॅब मिलिंग ऑपरेशन (Plain or Slab milling operation)

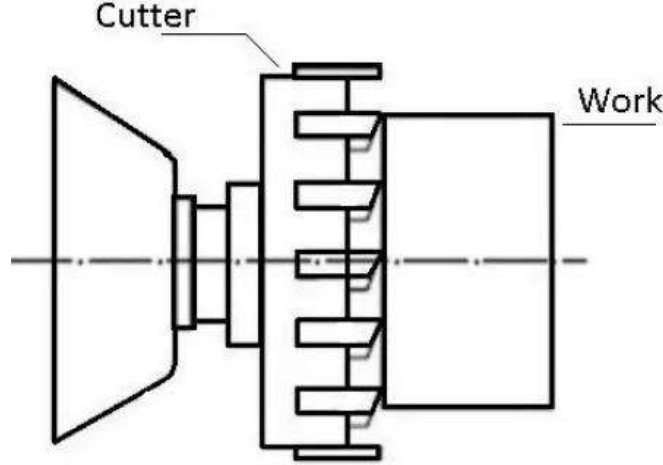
प्लेन किंवा स्लॅब मिलिंग प्लेन मिलिंग कटरच्या रोटेशनल ऍक्सिस समांतर प्लेन, सपाट, आडवा पृष्ठभाग तयार करण्यासाठी केला जातो. या ऑपरेशनला स्लॅब मिलिंग असेही म्हणतात. ऑपरेशन करण्यासाठी मशीनवर वर्कपीस आणि कटर योग्यरित्या सुरक्षित केले जातात. टेबलच्या उभ्या फीड स्कूला फिरवून कटरची खोली सेट केली जाते. आणि योग्य गती आणि फीड निवडल्यानंतर मशीन सुरू केली जाते.



साधा किंवा स्लॅब मिलिंग ऑपरेशन
आकृती 2.3.1

2.3.2. फेस मिलिंग ऑपरेशन (Face milling operation)

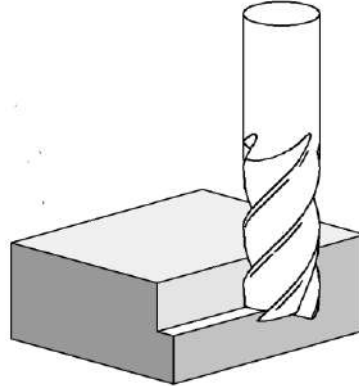
हे ऑपरेशन फेस मिलिंग कटरद्वारे केले जाते जे वर्कपीसच्या पृष्ठभागावर व्हर्टिकल ऍक्सिस भोवती फिरते. ऑपरेशन साध्या मिलिंगमध्ये केले जाते आणि सपाट पृष्ठभाग डिझाइन करण्यासाठी कटर स्टब आर्बरवर बसवले जाते. टेबलच्या क्रॉस फीड स्कूला फिरवून कटची खोली समायोजित केली जाते.



फेस मिलिंग ऑपरेशन
आकृती 2.3.2

2.3.3. साइड मिलिंग ऑपरेशन (Side milling operation)

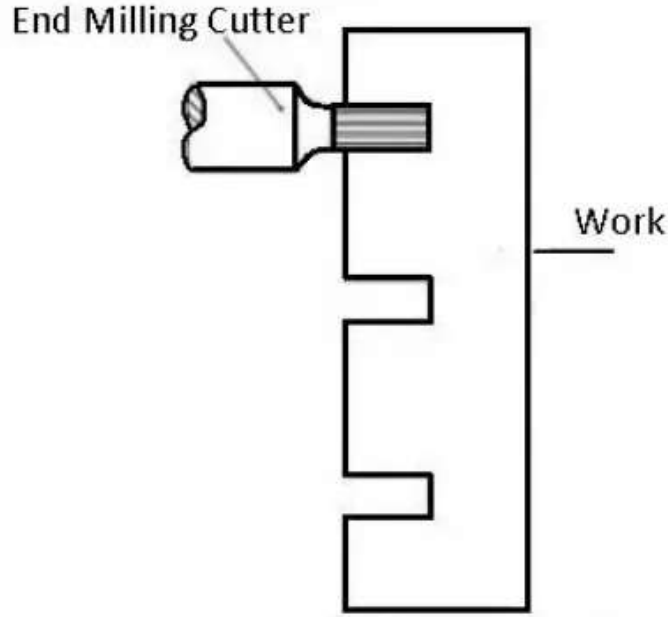
साइड मिलिंग म्हणजे साइड मिलिंग कटर वापरून वर्क पीसच्या बाजूला सपाट उभ्या पृष्ठभागाची निर्मिती करणे. टेबलच्या उभ्या फीड स्कूला फिरवून कटची खोली सेट केली जाते.



साइड मिलिंग ऑपरेशन
आकृती 2.3.3

2.3.4. एंड मिलिंग ऑपरेशन (End milling operation)

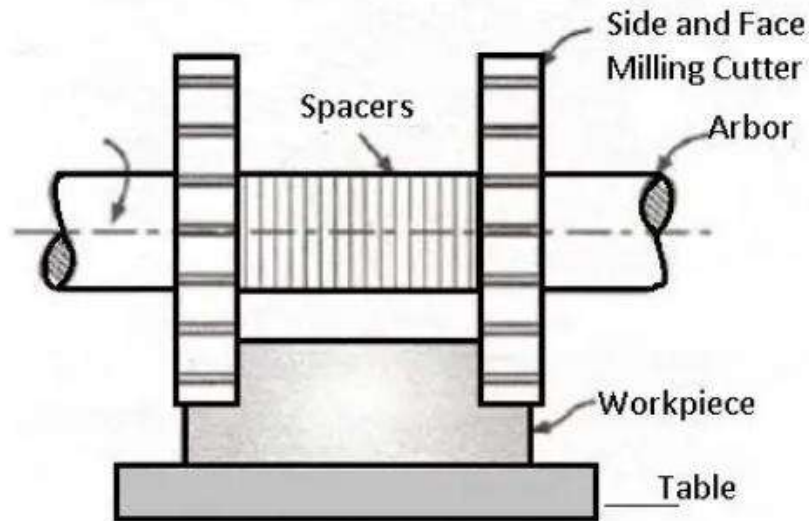
एंड मिलिंग हे सपाट पृष्ठभाग तयार करण्याचे ऑपरेशन आहे जे टेबल पृष्ठभागाच्या संदर्भात उभ्या, आडव्या किंवा कोनात असू शकते. एंड मिलिंग ऑपरेशनसाठी एंड मिल कटर वापरतात. कटिंग, कटरच्या बाजूच्या आणि टोकाच्या कटिंग एजेसनि होते, कारण एजेसना बाजूला आणि शेवटच्या टोकाला देखील प्लूट्स असतात. एंड मिलिंग कटर स्लॉट, गूव्हज किंवा कीवे निर्मितीसाठीही वापरले जातात. व्हर्टिकल मिलिंग मशीन एंड मिलिंग ऑपरेशनसाठी अधिक योग्य आहे.



एंड मिलिंग ऑपरेशन
आकृती 2.3.4

2.3.5. स्ट्रॅडल मिलिंग ऑपरेशन (Straddle milling operation)

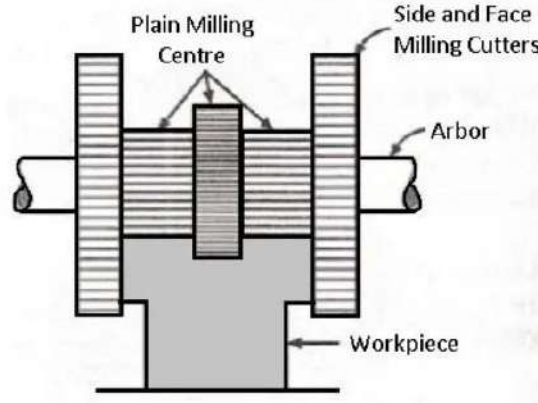
स्ट्रॅडल मिलिंग म्हणजे एकाच आर्बरवर बसवलेले दोन साइड मिलिंग कटर वापरून वर्क पीसच्या दोन्ही बाजूंना सपाट उभ्या पृष्ठभागाची निर्मिती करणे. दोन कटरमधील अंतर योग्य स्पेसिंग कॉलर वापरून समायोजित केले जाते. स्ट्रॅडल मिलिंगचा वापर सामान्यतः चौरस किंवा षटकोनी पृष्ठभाग डिझाइन करण्यासाठी केला जातो.



स्ट्रॅडल मिलिंग ऑपरेशन
आकृती 2.3.5

2.3.6. गँग मिलिंग ऑपरेशन (Gang milling operation)

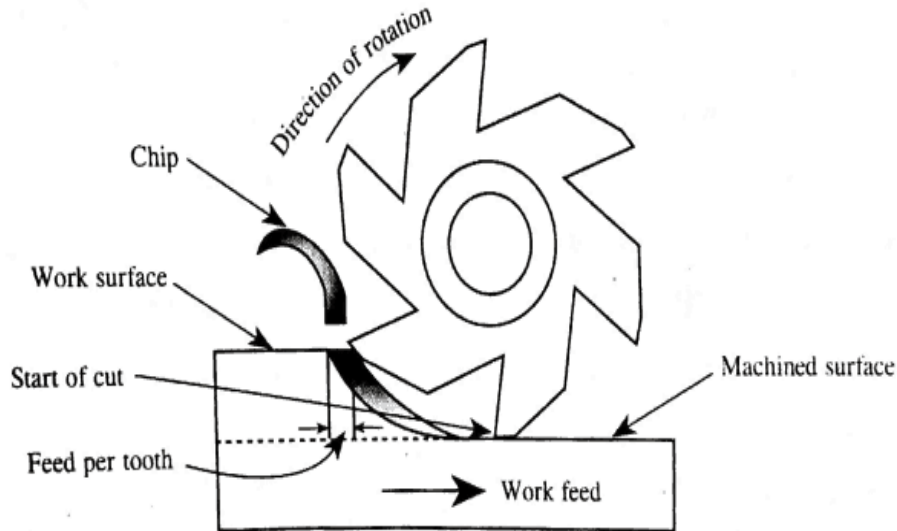
गँग मिलिंग म्हणजे वर्कपीसच्या अनेक पृष्ठभागावर एकाच वेळी मशीनच्या आर्बरवर बसवलेले समान किंवा भिन्न व्यास असलेल्या अनेक कटरच्या विरुद्ध टेबल फीड करून मशीनिंग करणे. ही पद्धत मशीनिंगचा बराच वेळ वाचवते आणि पुनरावृत्ती कामात मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते. गँग कटरसच्या कटिंगचा वेग सर्वात मोठ्या व्यासाच्या कटरमधून मोजला जातो. गँग मिलिंग ऑपरेशन आकृती 2.3.6 मध्ये स्पष्ट केले आहे.



गँग मिलिंग ऑपरेशन
आकृती 2.3.6

2.3.7. अप मिलिंग (Up milling)

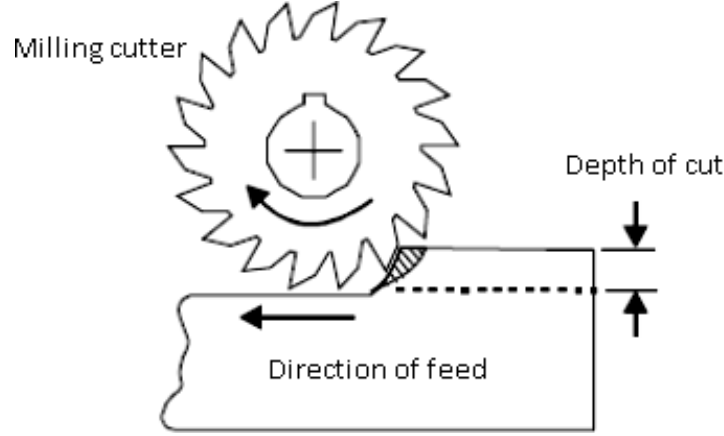
पारंपारिक मिलिंग किंवा अप मिलिंगमध्ये वर्कपीस उजवीकडून डावीकडे कापताना कटर घड्याळाच्या दिशेने फिरवला जातो. या प्रकारच्या मिलिंगमध्ये टूल फीडच्या विरुद्ध दिशेने फिरते. या मिलिंग प्रक्रियेत, कटिंग चिप्स टूलद्वारे वरच्या दिशेने नेल्या जातात.



अप मिलिंग
आकृती 2.3.7

2.3.8. डाउन मिलिंग (Down milling)

डाउन मिलिंग किंवा क्लाईंब मिलिंगमध्ये, वर्कपीस डावीकडून उजवीकडे कापताना कटर घड्याळाच्या दिशेने फिरतो. या मिलिंग ऑपरेशनमध्ये, टूल फीडच्या दिशेने फिरते. कटिंग चिप्स टूलद्वारे खाली वाहून जातात.



डाउन मिलिंग
आकृती 2.3.8

2.3.9. अप मिलिंग आणि डाउन मिलिंगमधील फरक: (Difference between Up milling and Down milling)

तक्ता 2.3.9 अप मिलिंग आणि डाउन मिलिंगमधील फरक

अ. क्र.	पॅरामीटर्स	अप मिलिंग	डाउन मिलिंग
1.	कटरची दिशा	कटर टेबल फीडच्या विरुद्ध दिशेने फिरते.	कटर टेबल फीडच्या दिशेने फिरते
2.	न कापलेली चिप जाडी	प्रत्येक दात संपर्क कालावधी दरम्यान न कापलेल्या चिपची जाडी हळूहळू शून्य ते कमाल पर्यंत वाढते.	प्रत्येक दाताच्या संपर्क कालावधीत न कापलेल्या चिपची जाडी हळूहळू कमाल ते शून्यापर्यंत कमी होते.
3.	कटिंग फोर्स दिशा	अप मिलिंगमध्ये कटिंग फोर्स वरच्या दिशेने निर्देशित केले जाते आणि त्यामुळे ते वर्कटेबलमधून वर्कपीस उचलण्यास प्रवृत्त होते.	कटिंग फोर्स खालच्या दिशेने निर्देशित केले जाते आणि अशा प्रकारे ते उचलण्याऐवजी वर्कपीस दाबण्याकडे झुकते.
4.	बर्चे स्थान	बर्च फक्त टूल फीडच्या पुढे अपूर्ण पृष्ठभागावर तयार होतो; तथापि, त्यानंतरच्या पासमध्ये अशा बर्चे बहुतेक भाग काढून टाकले जातात.	बर्च हे टूल फीडच्या विरुद्ध बाजूस तयार पृष्ठभागावर तयार होते. त्यामुळे हे बर्च आपोआप काढले जात नाहीत. यामुळे कटिंगची गुणवत्ता खालावते.
५.	टिथ वर लोड	येथे टिथ हळूहळू लोड होत असल्याचा अनुभव येतो कारण संपर्क	येथे टिथ अचानक लोड होत असल्याचा अनुभव येतो कारण

		शून्य चिप लोडसह सुरू होतो.	संपर्क जास्तीत जास्त चिप लोडसह सुरू होतो.
6.	बॅकलॅश* एलिमिनेटर	बॅकलॅश एलिमिनेटरची आवश्यकता नाही.	मशीन जुने असल्यास बॅकलॅश एलिमिनेटर आवश्यक आहे.

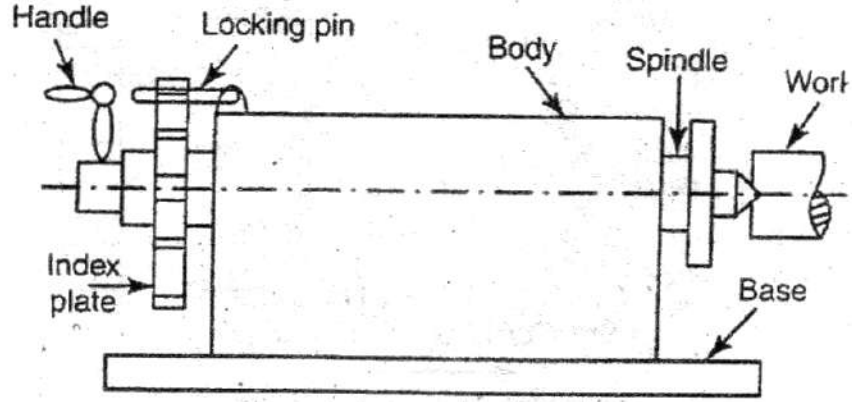
(बॅकलॅश* - बॅकलॅश, ज्याला काहीवेळा लॅश किंवा प्ले म्हटले जाते, हे वीण घटकांमधील क्लिअरन्स असते, काहीवेळा जेव्हा हालचाल उलट केली जाते आणि संपर्क पुन्हा स्थापित केला जातो तेव्हा क्लिअरन्स किंवा ढिलाईमुळे गमावलेल्या गतीचे प्रमाण म्हणून वर्णन केले जाते. उदाहरणार्थ, गीअर्सच्या जोडीमध्ये, बॅकलॅश म्हणजे मेटेड गिअर दातांमधील क्लिअरन्सचे प्रमाण.)

2.4. इंडेक्सिंग आणि डिव्हायडिंग हेड (Indexing and Dividing Heads)

इंडेक्सिंग हे कामाच्या परिघाचे कितीही समान भागांमध्ये विभाजन करण्याचे ऑपरेशन आहे. स्पर गीअर कापताना, गीअर ब्लॉकवर दातांचे समान अंतर इंडेक्सिंगद्वारे केले जाते. इंडेक्सिंग ऑपरेशन्स हेक्सागोनल आणि स्केअर हेडेड बोल्ट तयार करण्यासाठी, शाफ्टवरील स्लाइन्स कापण्यासाठी, फ्लूटिंग ड्रिल्स, टॅप्स आणि रीमर आणि इतर बऱ्याच जॉब्ससाठी देखील केले जाऊ शकतात, या सर्वांसाठी वर्कपीसचा परिघ समान आणि अचूकपणे विभागला जाणे आवश्यक आहे. डिव्हायडिंग हेड किंवा इंडेक्स हेड म्हणून ओळखले जाणारे विशेष अटॅचमेन्ट वापरून इंडेक्सिंग पूर्ण केली जाते. डिव्हायडिंग हेड तीन प्रकारचे असतात: (१) प्लेन किंवा सिम्पल डिव्हायडिंग हेड (२) युनिव्हर्सल डिव्हायडिंग हेड आणि (३) ऑप्टिकल डिव्हायडिंग हेड.

2.4.1. प्लेन किंवा सिम्पल डिव्हायडिंग हेड (Plain or simple dividing head)

प्लेन डिव्हायडिंग हेडमध्ये फ्रेममध्ये असलेला दंडगोलाकार स्पिंडल हा मशीन टेबलला जोडलेला असतो. इंडेक्स क्रॅक स्पिंडलच्या टेलएन्डशी थेट जोडलेला असतो आणि क्रॅक आणि स्पिंडल एक युनिट म्हणून फिरतात. इंडेक्स प्लेट स्पिंडलवर बसविली जाते आणि त्याच्यासह फिरते. स्पिंडलला इच्छित/दिलेल्या अँगलमध्ये फिरवून क्लॅम्पिंग लीव्हर पिन इंडेक्स प्लेटच्या परिघावरील एखाद्या छिद्रांमध्ये किंवा कापलेल्या स्लॉट्सपैकी कोणत्याही एका स्लॉटमध्ये क्लॅम्प केले जाऊ शकते. वर्कपीस स्पिंडलच्या नोजएंडला चकद्वारे बसवले जाते किंवा दोन सेन्टर दरम्यान सपोर्ट दिले जाऊ शकते. लाइव्ह सेंटर स्पिंडलच्या नोजएंडवर बसवलेले असते आणि डेड सेन्टर टेलस्टॉकने धरलेले असते. टेलस्टॉक ही एक वेगळी असेंब्ली आहे जी त्याच्या स्पिंडलच्या (एक्सिसला) अक्षाला डिव्हायडिंग हेड स्पिंडलसह अलाईनिंग (aligning) केल्यानंतर मशीन टेबलला बोल्ट केली जाते. या प्रकारचे डिव्हायडिंग हेड मोठ्या संख्येने वर्कपीस हाताळण्यासाठी वापरले जाते, ज्यासाठी परिघावर फारच कमी विभागांची आवश्यकता असते.



साधे किंवा साधे विभाजन करणारे डोके

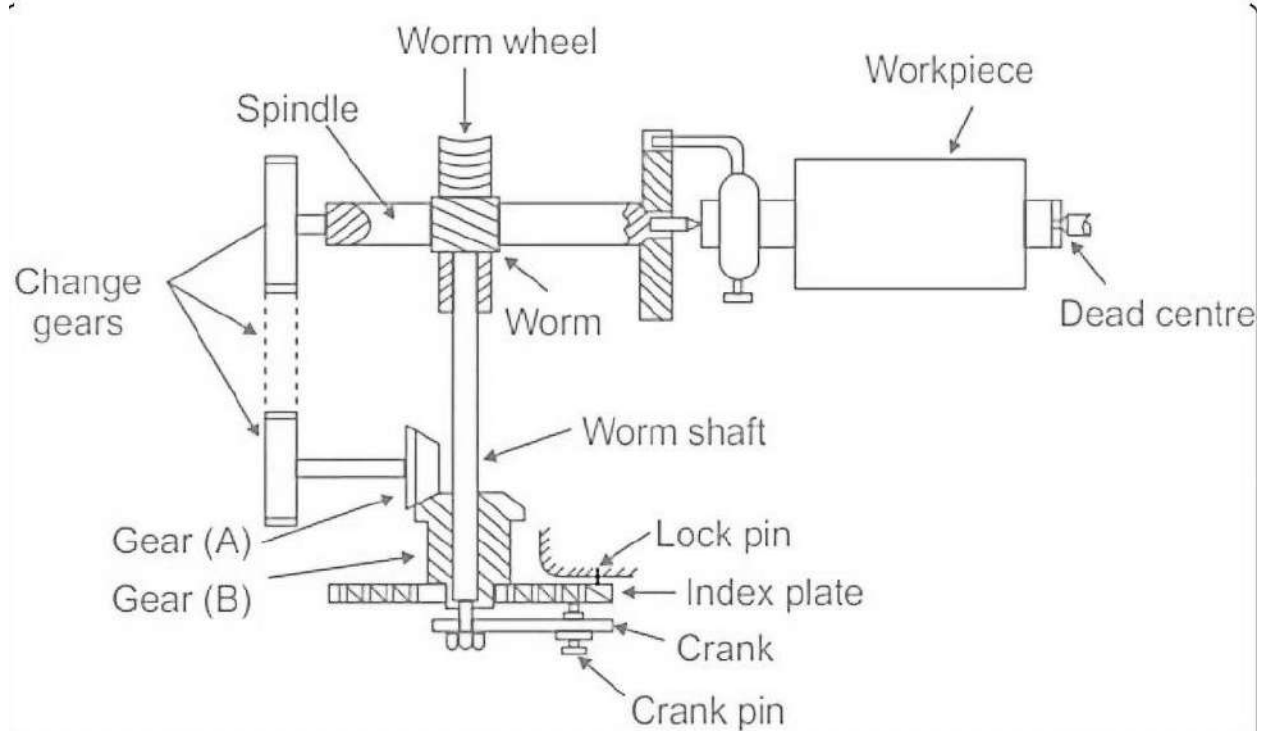
आकृती 2.4.1

2.4.2. युनिव्हर्सल डिव्हायडिंग हेड (Universal dividing head)

आकृती 2.4.2 मध्ये दर्शविलेले युनिव्हर्सल डिव्हायडिंग हेड कार्यशाळेत वापरल्या जाणाऱ्या इंडेक्सिंग व्यवस्थेचा सर्वात सामान्य प्रकार आहे. नावाप्रमाणेच, या प्रकारच्या इंडेक्स हेडचा वापर सर्व प्रकारची इंडेक्सिंग कार्यान्वित करण्यासाठी केला जाऊ शकतो. युनिव्हर्सल डिव्हायडिंग हेड खालील उद्देशांसाठी वापरले जाते:

1. टेबल पृष्ठभागाच्या सापेक्ष उभ्या, आडवा किंवा कललेल्या स्थितीत वर्कपीस सेट करण्यासाठी.
2. इंडेक्सिंग हालचाल प्रदान करण्यासाठी दिलेल्या कोनातून वेळोवेळी वर्कपीस फिरवणे.
3. हेलिकल ग्रूव्ह्स मिलिंगसाठी वर्कपीसला सतत रोटरी गती प्रदान करण्यासाठी.





युनिव्हर्सल डिक्वायडिंग हेड
आकृती 2.4.2

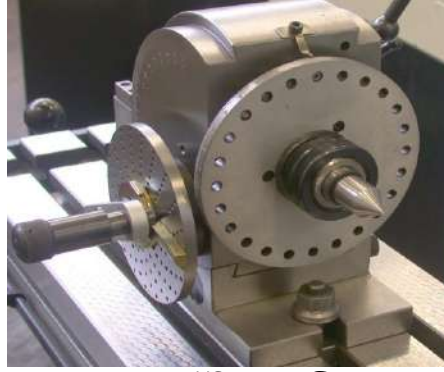
2.4.3 इंडेक्सिंग पद्धती (Indexing Methods)

इंडेक्सिंगच्या अनेक पद्धती आहेत, कोणत्याही पद्धतीची निवड आवश्यक विभागांची संख्या आणि वापरलेल्या विभाजनाचा प्रकार यावर अवलंबून असते. इंडेक्सिंगच्या विविध पद्धती खालीलप्रमाणे आहेत:

1. डायरेक्ट किंवा रॅपिड इंडेक्सिंग
2. प्लेन किंवा सिम्पल इंडेक्सिंग
3. कंपाऊंड इंडेक्सिंग
4. डिफरेंशीएल इंडेक्सिंग
5. अँगुलर इंडेक्सिंग

2.4.3.1 डायरेक्ट इंडेक्सिंग (Direct Indexing)

डायरेक्ट इंडेक्सिंग, ज्याला बऱ्याचदा रॅपिड इंडेक्सिंग म्हणतात, जेव्हा एकसारखे वर्कपीस मोठ्या संख्येने अगदी लहान विभागांद्वारे अनुक्रमित (Indexed) केले जातात तेव्हा डायरेक्ट इंडेक्सिंग वापरले जाते. हे ऑपरेशन सिम्पल आणि युनिव्हर्सल डिक्वायडिंग हेडवर केले जाऊ शकते. युनिव्हर्सल हेड वापरताना, वर्म आणि वर्म व्हील प्रथम विभक्त केले जातात. हे इसेंट्रिक बुशिंग (eccentric bushing) चालवणारे हँडल फिरवून लेथच्या बॅकगिअरमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या रीतीने केले जाते. सामान्यतः स्पिंडल नाकाच्या पुढच्या टोकाला बसवलेल्या रॅपिड इंडेक्स प्लेटद्वारे कामावरील आवश्यक विभागांची संख्या प्राप्त केली जाते.



डायरेक्ट/रॅपिड इंडेक्सिंग

आकृती 2.4.3.1

प्लेटमध्ये चौवीस समान अंतराची छिद्रे आहेत, ज्यापैकी कोणत्याही एका छिद्रामध्ये स्प्रिंग लोडेड पिन फ्रेमसह स्पिंडल लॉक करण्यासाठी ढकलले जाते. अनुक्रमणिका (Indexing) करताना पिन प्रथम बाहेर काढला जातो आणि नंतर स्पिंडल हाताने फिरवला जातो आणि आवश्यक स्थितीत पोहोचल्यानंतर तो पुन्हा पिनद्वारे लॉक केला जातो. जेव्हा प्लेट रेव्होल्यूशनच्या आवश्यक भागातून वळविली जाते, तेव्हा विभाजक हेड स्पिंडल आणि वर्कपीस देखील रेव्होल्यूशनच्या त्याच भागातून वळते. वेगवान इंडेक्स प्लेटमध्ये 24 छिद्रे असतील तर वर्कपीस 2, 3, 4, 6, 8, 12 आणि 24 भागांच्या समान विभागांमध्ये विभागणे शक्य आहे जे 24 चे सर्व घटक आहेत.

➤ **डायरेक्ट इंडेक्सिंग साठी नियम (Rule for direct indexing):**

निर्देशांकाची हालचाल (इंडेक्स मोव्हमेंट index movement) शोधण्यासाठी, डायरेक्ट इंडेक्स प्लेटमधील एकूण छिद्रांची संख्या वर्कपीसवर आवश्यक असलेल्या विभागांच्या संख्येने विभाजित करा. या प्रकरणात, जेव्हा डायरेक्ट इंडेक्स प्लेटमध्ये 24 छिद्रे असतात, तेव्हा इंडेक्सिंगचे सूत्र खाली दिले आहे:

हलवल्या जाणाऱ्या छिद्रांची संख्या = $24/N$ (N= आवश्यक विभागांची संख्या)

उदाहरण: डायरेक्ट इंडेक्सिंग वापरून 6 टीथ (teeth) काढण्यासाठी आवश्यक निर्देशांकाची हालचाल (इंडेक्स मोव्हमेंट) शोधा. रॅपिड इंडेक्स प्लेटमध्ये 24 छिद्रे आहेत.

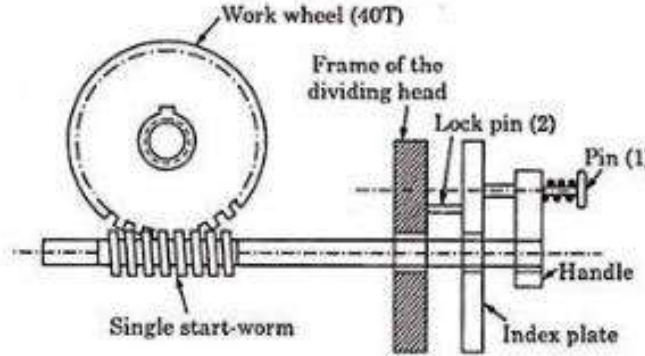
उत्तर: हलवल्या जाणाऱ्या छिद्रांची संख्या = $24/N = 24/6$
= 4

इंडेक्स क्रॅकला 24 होल इंडेक्स प्लेटवर 4 क्रमांकाच्या छिद्रांनी हलवले जावे आणि गोलाकार ब्लॅक (circular blank) वर 6 टीथ (teeth) कापले जातील.

2.4.3.2. सिम्पल इंडेक्सिंग (Simple Indexing)

सिम्पल इंडेक्सिंग, ज्याला काहीवेळा प्लेन इंडेक्सिंग म्हणतात, सिम्पल इंडेक्सिंग, डायरेक्ट इंडेक्सिंगच्या मर्यादितपलीकडे संख्यांसाठी अधिक अचूक आणि योग्य आहे. येथे, आकृती 2.4.3.2 मध्ये दर्शविलेले, इंडेक्स क्रॅक फिरवून डिव्हायडिंग हेड स्पिंडल हलविले (moved) जाते. क्रॅक वाहून नेणाऱ्या शाफ्टमध्ये (पिन 1) एकच थ्रेडेड वर्म असतो जो 40 दात असलेल्या वर्म गिअरला मेशिंग (meshes) करतो, क्रॅकची 40 वळणे इंडेक्स हेड स्पिंडलचा एक रेव्होल्यूशन फिरवण्यासाठी आवश्यक असतात. दुसऱ्या

शब्दांत, इंडेक्स क्रॅकच्या एका पूर्ण वळणामुळे वर्म व्हीलची $1/40$ रेव्होल्यूशन होईल. वळणाचा अंश (fractions of a turn) इंडेक्सिंग सुलभ करण्यासाठी, इंडेक्स प्लेट्सचा वापर व्यावहारिकपणे सर्व संख्यांना कव्हर करण्यासाठी केला जातो.



सिम्पल इंडेक्सिंग
आकृती 2.4.3.2

ब्राउन आणि शार्प मॅन्युफॅक्चरिंग कंपनीने पेटंट केलेल्या छिद्रांच्या वर्तुळांसह इंडेक्स प्लेट्स खालीलप्रमाणे आहेत: प्लेट क्रमांक 1 - 15, 16, 17, 18, 19, 20

प्लेट क्रमांक 2- 21, 23, 27, 29, 31, 33

प्लेट क्रमांक 3- 37, 39, 41, 43, 47, 49

या प्लेट्स भारतीय मशीन टूल उत्पादकांनी मानक (standard) इंडेक्स प्लेट्स म्हणून देखील स्वीकारल्या आहेत. पुरवलेल्या तीन इंडेक्स प्लेट्ससह, 50 पर्यंतच्या सर्व विभागांसाठी, 96 वगळता 100 पर्यंतच्या सम संख्यांसाठी आणि इतर अनेकांसाठी सिम्पल इंडेक्सिंग वापरली जाऊ शकते.

सिनसिनाटी आणि पार्किन्सन डिव्हायडिंग हेडवर वापरलेली इंडेक्स प्लेट ब्राउन आणि शार्प इंडेक्स प्लेट्सपेक्षा मोठ्या व्यासाची आहे. प्लेटच्या प्रत्येक बाजूला छिद्रांच्या वेगवेगळ्या मालिका दिल्या आहेत. प्लेटच्या प्रत्येक बाजूला छिद्रांची संख्या खालीलप्रमाणे आहे:

पहिली बाजू - 24,25,28,30,34,37,38,39,41,42,43

दुसरी बाजू - 46,47,49,51,53,54,57,58,59,62,66

➤ सिम्पल इंडेक्सिंगसाठी नियम (Rule for simple indexing)

इंडेक्स क्रॅक हालचाली शोधण्यासाठी, वर्कपीसवर आवश्यक असलेल्या विभागांच्या संख्येने 40 विभाजित (Devide) करा. इंडेक्स क्रॅक हालचालीचे सूत्र खाली दिले आहे:

$$\text{इंडेक्स क्रॅक हालचाल} = 40/N \quad (N = \text{आवश्यक विभागांची संख्या})$$

सूत्रावरून काढलेली इंडेक्स क्रॅकची हालचाल पूर्ण संख्या असल्यास, साधित (Derived) संपूर्ण संख्येच्या बरोबरीने इंडेक्स क्रॅक पूर्ण संख्येने फिरवावा. समीकरणातून काढलेली इंडेक्स क्रॅकची हालचाल ही पूर्ण संख्या आणि अपूर्णाक असल्यास, सरलीकरणानंतर अपूर्णाकाचा गणक आणि विभाजक योग्य सामान्य संख्येने गुणाकार केला जातो ज्यामुळे अपूर्णाकाच्या भाजक मधील छिद्रांच्या संख्येइतका होईल. इंडेक्स प्लेट वर्तुळ नवीन अंश म्हणजे इंडेक्स क्रॅकच्या संपूर्ण वळणांव्यतिरिक्त, भाजकापासून घेतलेल्या छिद्रांच्या वर्तुळातील इंडेक्स क्रॅकद्वारे हलवल्या जाणाऱ्या छिद्रांची संख्या.

उदाहरण: स्पर गीअर ब्लॅक वर 30 टीथ मिलिंग करण्यासाठी डिव्हायडिंग हेड सेट करा.

उत्तर: इंडेक्स क्रॅक हालचाल = $40/N = 40/30 = 1 \times 1/3 = 1 \times 1/3 \times 7/7$
 $= 1 \times 7/21$

अशा प्रकारे इंडेक्सिंगसाठी, इंडेक्स प्लेट 2 च्या 21 छिद्रांच्या वर्तुळातील एक पूर्ण वळण आणि 7 छिद्रे इंडेक्स क्रॅकद्वारे हलवावी लागतील.

Exercise:

TLO 2.1 - मिलिंग मशीनच्या कामाचे प्रात्यक्षिक.

1. State the function of milling machine (R)
2. Explain Column and Knee type milling machine (U)
3. Identify the type of milling machine where table is mounted directly on the ways of fixed bed (U)

TLO 2.2- दिलेल्या घटकासाठी योग्य मिलिंग कटर निवडा.

1. List different milling cutters.(R)
2. Explain End milling Cutter with neat sketch. (U)
3. Suggest appropriate milling cutter used to create narrow slots. (A)

TLO 2.3- दिलेल्या घटकासाठी मिलिंग ऑपरेशन्सचे वर्णन करा.

1. State different milling operations. (R)
2. Differentiate between Up Milling and Down Milling. (U)
3. Suggest milling operation for forming Keyway in shaft. (A)

TLO 2.4- इंडेक्सिंग पद्धतींची प्रक्रिया स्पष्ट करा.

1. State different indexing methods. (R)
2. State different types of dividing head. (R)
3. Explain working of simple dividing head.(U)
4. Find the indexing movement needed for milling 30 teeth on gear blank. (A)

Micro projects:

1. Collect specifications of milling machines in the industry you have visited.
2. Collect information about operations required for key manufacturing.
3. Collect information about manufacturer of milling cutters.
4. Prepare a list of parts of milling machine available in the workshop of the institute with their specifications.

3. कास्टिंग प्रक्रिया (Casting Processes)

विषय निष्पत्ती (Course outcome):-

दिलेल्या रेखाचित्रानुसार कास्टिंग प्रक्रिया वापरून भाग तयार करा.

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):-

TLO 3.1- पॅटर्न अलाउन्स (allowance) चे महत्त्व वर्णन करा.

TLO 3.2- मोल्डिंग पद्धतींचे वर्णन करा.

TLO 3.3- कास्टिंग प्रक्रियेचे वर्गीकरण करा.

TLO 3.4- फाउंड्री कार्यशाळेसाठी सुरक्षा मार्गदर्शक तत्वे आणि खबरदारीची गणना करा.

3.1 पॅटर्न मेकिंग:-

कास्टिंग प्रक्रियेदरम्यान पॅटर्न हे एक प्रमुख साधन आहे. पॅटर्न हे कास्टिंग प्रक्रियेद्वारे काही बदलांसह बनवल्या जाणाऱ्या ऑब्जेक्टची प्रतिकृती आहे. उत्पादित कास्टिंगची गुणवत्ता सामग्रीवर अवलंबून असते. जेव्हा आवश्यक कास्टिंगचे प्रमाण भरीव असते तेव्हा महागड्या पॅटर्नचा वापर न्याय्य आहे. पॅटर्नची कार्ये आहेत:-

अ) पॅटर्नमध्ये 'कोअर प्रिंट्स' म्हणून ओळखले जाणारे प्रकल्प असू शकतात.

ब) रनर आणि गेट्स पॅटर्नच्या एका भागातून वितळलेल्या धातूला मोल्ड पोकळीत भरण्यासाठी वापरतात.

3.1.1 पॅटर्न बनवण्याच्या मूलभूत पायऱ्या:-

पॅटर्न बनवण्याच्या पायऱ्या पुढीलप्रमाणे आहेत:-

1. साचा तयार करण्यासाठी वाळूमध्ये पॅटर्न ठेवून जागा तयार करा.
2. गेटिंग सिस्टममध्ये पॅटर्न आणि वाळू समाविष्ट करा.
3. पॅटर्न काढा.
4. वितळलेल्या धातूसह पोकळी भरा.
5. धातू थंड होऊ द्या.
6. कास्टिंग काढा.
7. आवश्यक पृष्ठभाग पूर्ण करण्यासाठी कास्टिंग ग्राइंड (grind) करा.

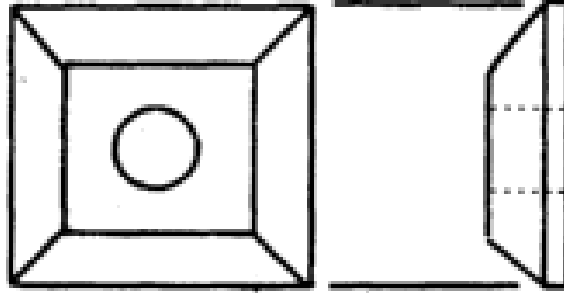
3.1.2 विविध प्रकारचे पॅटर्न:-

विविध प्रकारचे पॅटर्न खालीलप्रमाणे आहेत

- एकल तुकडा पॅटर्न (सिंगल पीस पॅटर्न)
- स्प्लिट(Split) किंवा दोन तुकडा पॅटर्न
- मॅच (Match) प्लेट पॅटर्न (पॅटर्न)
- सैल (Loose) विभाजित पॅटर्न.
- गेट (Gate) पॅटर्न.
- स्वीप (Sweep)पॅटर्न
- कोप (Cope) आणि ड्रॅग (Drag) पॅटर्न.
- कंकाल (स्केलेटन) पॅटर्न
- शेल पॅटर्न.

वरील प्रत्येक पॅटर्नचे खाली वर्णन केले आहे:-

3.1.2(a). सिंगल पीस पॅटर्न:-

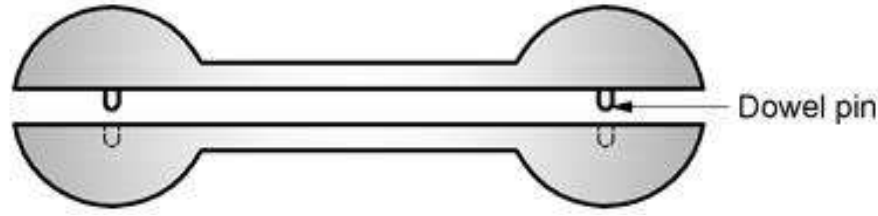


सिंगल पीस पॅटर्न.

आकृती 3.1.2(a)

या प्रकारचा पॅटर्न सर्व प्रकारच्या पॅटर्नपेक्षा सर्वात स्वस्त आहे. आकृती वर. दाखवते एकल तुकडा पॅटर्न. 'ड्रॅग' मध्ये आणि त्यातील एक फ्लॅट आहे जो पार्टिंग प्लेन म्हणून वापरला जातो. हे अगदी इच्छित कास्टिंगसारखे आहे. प्रामुख्याने मोठ्या कास्टिंगसाठी वापरले जाते. साठी उदा. स्टीम इंजिनचा स्टफिंग बॉक्स

3.1.2(b). स्लिट किंवा दोन तुकडा पॅटर्न:-

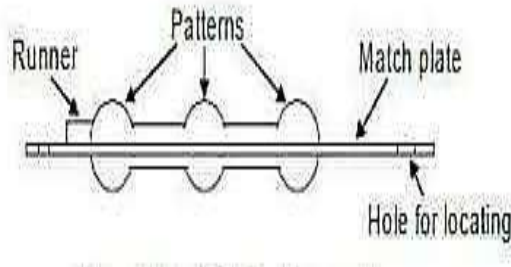


स्लिट किंवा दोन तुकडा पॅटर्न.

आकृती 3.1.2(b)

नावाप्रमाणे स्लिट किंवा टू पीस पॅटर्न दोन भागात विभागलेला आहे. हे पृष्ठभागावर विभाजित केले जाते, ज्याची स्थिती कास्टिंगचा आकार निर्धारित करते. वरच्या अर्ध्या भागाला ड्रॅग म्हणतात आणि अर्ध्या भागाला कोप म्हणतात. पॅटर्नचे दोन भाग डॉवेल(dowel) पिन वापरून योग्यरित्या संरेखित केले जातात. डॉवेल पिन पॅटर्नच्या अर्ध्या भागाशी इतर तंतोतंत जुळतात.

3.1.2(c) मॅच प्लेट पॅटर्न (पॅटर्न):-



मॅच प्लेट पॅटर्न

आकृती 3.1.2(c)

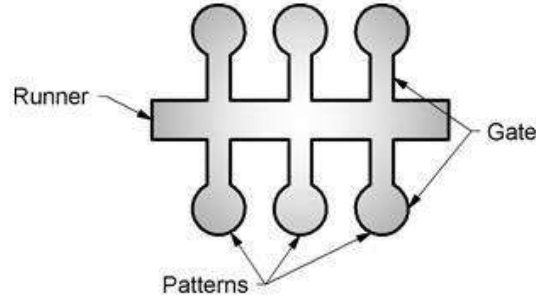
मॅच प्लेट पॅटर्न हा एक स्लिट पॅटर्न आहे ज्यामध्ये वर नमूद केलेल्या प्लेट्सच्या विरुद्ध बाजूस बसविलेल्या प्लेटची कोप आणि ड्रॅग स्थिती असते त्यांना 'मॅच प्लेट्स' म्हणतात. मॅच प्लेटवर गेट्स आणि रनर्स देखील बसवले आहेत, जेणेकरून फार कमी मेहनत करावी लागेल. याचा परिणाम म्हणून उत्पादन जास्त होते.

3.1.2(d). सैल(Loose) तुकडा(piece) पॅटर्न.-

जेव्हा एका तुकड्याच्या घन पॅटर्नमध्ये प्रक्षेपण किंवा बॅक ड्राफ्ट्स असतात जे पार्टिंग प्लेनच्या वर किंवा खाली असतात, तेव्हा ते मोल्डमधून मागे घेणे अशक्य आहे. यावेळी लूज पीस पॅटर्न वापरला जातो. या पॅटर्नमध्ये, एक सैल तुकडा उपस्थित असतो जो वायर किंवा धाग्याने जोडलेला असतो आणि जेव्हा तो मोल्डमधून मागे घ्यावा लागतो तेव्हा आपण तो सैल तुकडा मोल्डमधून सहजपणे वेगळा करू शकतो.

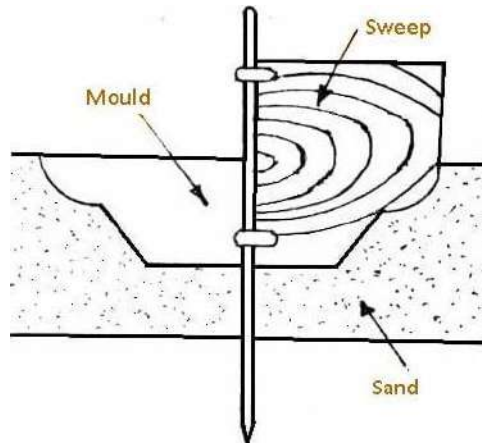
3.1.2(e). गेट पॅटर्न.

गेटेड पॅटर्न म्हणजे गेट्स आणि रनर्ससह जोडलेले एक किंवा अधिक सैल पॅटर्न. ते मोठ्या प्रमाणावर होणाऱ्या उत्पादनासाठी वापरले जातात.



गेट पॅटर्न
आकृती 3.1.2(e)

3.1.2(f). स्वीप पॅटर्न:-



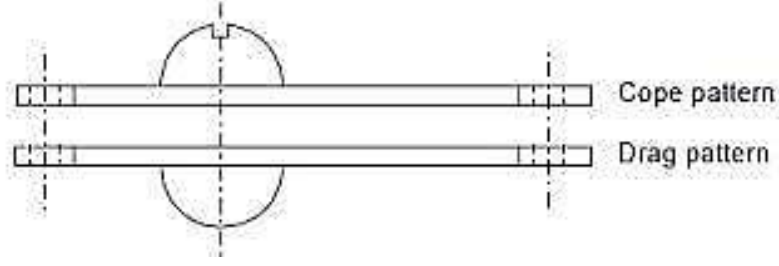
स्वीप पॅटर्न
आकृती 3.1.2(f)

(सौजन्य:-Mariners point pro)

"स्वीप पॅटर्न" हा योग्य समोच्च आकाराचा एक विभाग किंवा बोर्ड (लाकडी) आहे जो एका काठावर फिरवला जातो आणि घूर्णन सममितीचे आकार असलेल्या मोल्ड पोकळी बनवतात. कास्ट आयरन (CI) च्या मोठ्या आकाराच्या कास्टिंगसाठी वापरला जातो.

3.1.2(g). कोप आणि ड्रॅग पॅटर्न-

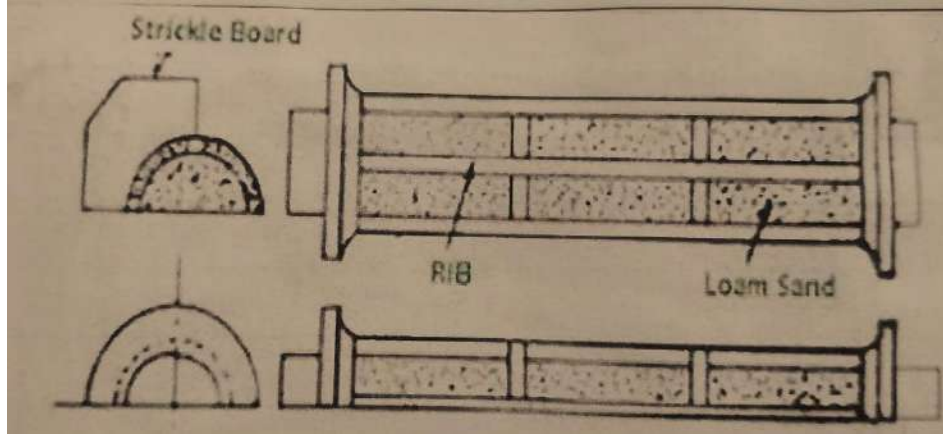
कोप अँड ड्रॅग पॅटर्न हा एक विभाजित पॅटर्न आहे ज्यामध्ये प्रत्येक कोप आणि ड्रॅग वेगळ्या प्लेटमध्ये बसवले जातात. हे नमुने खूप भारी आणि मोठ्या कास्टिंगच्या उत्पादनासाठी वापरले जातात



कोप आणि ड्रॅग पॅटर्न

आकृती 3.1.2(g)

3.1.2(h). कंकाल(स्केलेटन) पॅटर्न-



स्केलेटन पॅटर्न

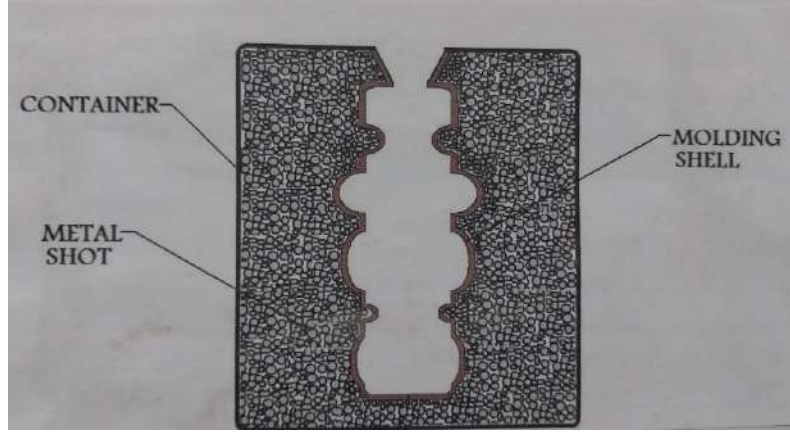
आकृती 3.1.2(h)

हा पॅटर्न एक साधी लाकडी चौकट आहे जी कास्ट करायच्या भागाची रूपरेषा दर्शवते.

साध्या भौमितिक आकारासह मोठ्या कास्टिंगसाठी, हे नमुने वापरले जातात. हा पॅटर्न "खड्डा किंवा मजला" मोल्डिंग प्रक्रियेत वापरला जातो.

3.1.2(i). शेल पॅटर्न:-

जेव्हा पॅटर्न मध्य रेषेतून विभागला जातो आणि दोन भाग एकमेकांशी जोडले जातात तेव्हा त्याला शेल पॅटर्न म्हणतात. शेल पॅटर्नचा वापर लहान ते मध्यम आकाराचे भाग बनवण्यासाठी केला जातो ज्यासाठी उच्च अचूकता आवश्यक असते.



शेल पॅटर्न

आकृती 3.1.2(i)

3.1.3 पॅटर्न साहित्य:-

नमुने खालील सामग्रीद्वारे तयार केले जाऊ शकतात: -

तक्ता 3.1.1 पॅटर्न सामग्रीचे नाव आणि गुणधर्म

अ.क्र.	पॅटर्न सामग्रीचे नाव	वर्णन
1	लाकूड	- पॅटर्न तयार करण्यासाठी लाकूड सर्वात जास्त वापरले जाते. - त्याचे गुणधर्म नमुने म्हणून वापरण्यास योग्य आहेत.
2	धातू	बहुधा कास्ट आयर्न, अल्युमिनियम इत्यादी धातू वापरतात.
3	प्लास्टिक	कमी किमतीच्या प्लॅस्टिकचा वापर पॅटर्न बनवण्यासाठी केला जातो.
4	प्लास्टर ऑफ पॅरिस	'जिप्सम प्लास्टर' म्हणूनही ओळखले जाते आणि मुख्यतः लहान जटिल आकार तयार करण्यासाठी वापरले जाते.
5	मेण	हे मुख्यतः गुंतवणूक कास्टिंगमध्ये वापरले जाते.

3.1.4 पॅटर्न अलाउन्स (allowance):-

पॅटर्न अलाउन्स हा विशिष्ट अलाउन्स आहे जो तयार घटकामध्ये निर्दिष्ट केलेल्या आकारांवर दिला जाणे आवश्यक आहे.

योग्य अलाउन्स ची निवड खर्च कमी करण्यास आणि नकार टाळण्यास मोठ्या प्रमाणात मदत करते.

खालील काही पॅटर्न अलाउन्स आहेत-

- a. संकोचन (Shrinkage) अलाउन्स
- b. ड्राफ्ट (Draft) अलाउन्स
- c. जुळणी (Matching) अलाउन्स
- d. विरूपण अलाउन्स
- e. रॅपिंग (Rapping) अलाउन्स

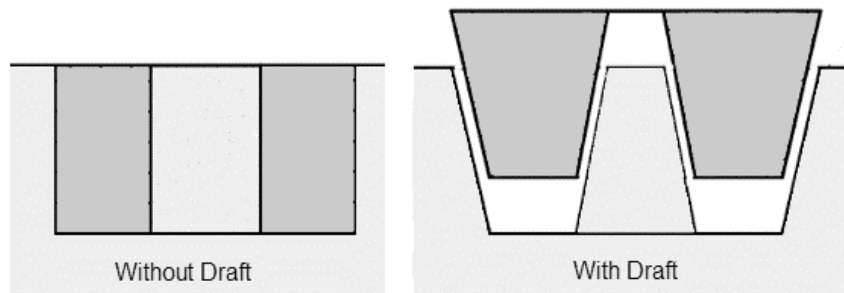
3.1.4(a). संकोचन अलाउन्स (shrinkage allowance)-

'संकोचन' हे घनीकरण किंवा थंड होण्याच्या वेळी कास्टिंगचे 'कमी' परिमाण म्हणून परिभाषित केले जाते. हा सर्व साहित्याचा सामान्य गुणधर्म आहे काही साहित्य 'अधिक' आणि काही 'कमी' प्रमाणात संकुचित होते. याच्यासाठी जो अलाउन्स दिला जातो त्याला संकोचन अलाउन्स म्हणतात.

तक्ता 3.1.2 पॅटर्न सामग्रीचे नाव आणि गुणधर्म

Material	Shrinkage allowance (mm/mm)
Aluminum	0.013
Brass	0.0155
Bronze	0.0155 to 0.022
Cast Iron	0.0104
Cast steel	0.0208
Copper	0.016
Gunmetal	0.01 to 0.016
Lead	0.026
Magnesium	0.013

3.1.4(b). ड्राफ्ट अलाउन्स (draft allowance)-



ड्राफ्ट अलाउन्स

आकृती 3.1.4(b)

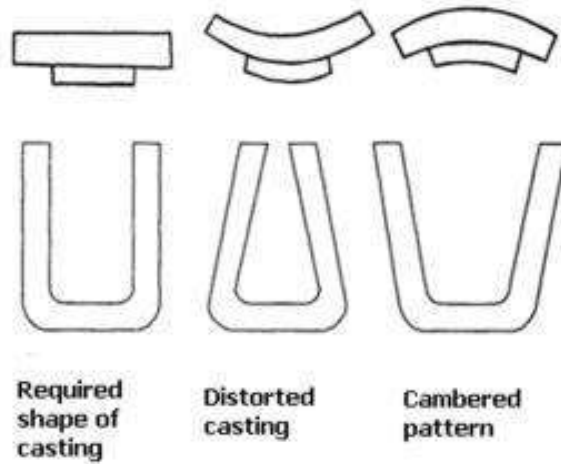
(सौजन्य:- Mecholic)

जेव्हा पॅटर्न मोल्डमधून काढला जातो, तेव्हा पॅटर्न ज्या दिशेला मागे घेतला जातो त्या दिशेने समांतर पृष्ठभाग, किंचित खराब होते आणि किंचित टेपर (taper) पृष्ठभागामध्ये रुपांतरित होते. या बदलांची पूर्तता करण्यासाठी, पॅटर्नवरील हे समांतर पृष्ठभाग किंचित निमुळते (1-2 अंश) केले जातात ज्यांना 'मसुदा अलाउन्स' म्हणून ओळखले जाते. मसुदा अलाउन्स मोल्डमधून पॅटर्न सहजपणे काढण्याची परवानगी देतो.

3.1.4(c) जुळणी (matching) अलाउन्स-

कास्टिंगमध्ये, पॅटर्न मॅन्युअली तयार केला जातो जो अचूक कोन आणि मेटिंग प्लेट्सच्या परिमाणांसह निश्चित केला जात नाही. या समस्या टाळण्यासाठी कास्टिंग थोडे मोठे केले जाते आणि सॉलिडिफिकेशन मॅचिंग केले जाते. कास्टिंगचा हा 'परिमाणातील बदल' मशीनिंग अलाउन्स म्हणून ओळखला जातो.

3.1.4(d). विरूपण (Distortion) अलाउन्स-



विरूपण अलाउन्स

आकृती.3.1.4(d)

जेव्हा कास्टिंग 'V-आकार', U-आकार इ.चे असते तेव्हा ते पॅटर्न काढताना किंवा कास्टिंग दरम्यान विकृत किंवा खराब होईल. ही समस्या टाळण्यासाठी, पॅटर्न काढताना विकृतीची भरपाई करण्यासाठी पॅटर्नवर कॅम्बर प्रदान केला जातो. कास्टिंग आयामातील हा बदल विकृती अलाउन्स म्हणून ओळखला जातो.

3.1.4(e) रॅपिंग(Rapping) अलाउन्स-

जेव्हा पॅटर्न कास्टिंगमधून काढून टाकला जातो तेव्हा ते कास्टिंगचे परिमाण किंचित वाढवते. त्यामुळे या बदलांची भरपाई करण्यासाठी, कास्टिंगपासून पॅटर्न थोडा लहान केला जातो. परिमाणातील हा बदल रॅपिंग अलाउन्स म्हणून ओळखला जातो.

3.1.5 पॅटर्नचे कलर कोडिंग-

खालील तक्त्यामध्ये कास्टिंगसाठी वापरल्या जाणाऱ्या पॅटर्नचे कलर कोडिंग दिले आहे:-

तक्ता 3.1.5 पॅटर्न सामग्रीचे नाव आणि गुणधर्म

अ क्र.	रंग	वर्णन
1	काळा रंग	अपूर्ण पृष्ठभाग
2	लाल रंग	समाप्त पृष्ठभाग
3	पिवळा रंग	कोर प्रिंट्स
4	रंग नाही	पार्टिंग प्लेन

3.2 मोल्डिंग-

मोल्डिंगमध्ये वितळलेल्या धातूसाठी मोल्ड तयार करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या सर्व ऑपरेशन्स असतात. मोल्डिंगमध्ये सहसा सपोर्टिंग फ्रेम असलेल्या पॅटर्नभोवती मोल्डिंग एग्रीगेट ठेवणे, मोल्ड पोकळी सोडण्यासाठी पॅटर्न मागे घेणे, मोल्ड पोकळीमध्ये कोर सेट करणे आणि मोल्ड पूर्ण करणे आणि बंद करणे समाविष्ट असते.

3.2.1 मोल्डिंग वाळूचे प्रकार:-

मोल्डिंग वाळूचे वर्गीकरण खालीलप्रमाणे केले जाऊ शकते:

- हिरवी (Green) वाळू
- कोरडी वाळू (dry sand)
- चिकणमाती वाळू (loam sand)
- पार्टिंग (Parting) वाळू:
- कोर (Core) वाळू
- बॅकिंग (Backing) वाळू
- सिस्टम (System) वाळू
- फेसिंग (Facing) वाळू

3.2.1(a). हिरवी वाळू:- ही वाळू नैसर्गिक आणि कमी-अधिक प्रमाणात ओलसर अवस्थेत आहे. हे 18 ते 30% चिकणमातीसह सिलिका वाळूचे मिश्रण आहे, ज्यामध्ये 6 ते 8 पाण्याचे प्रमाण आहे. ती बारीक, मऊ, हलकी आणि सच्छिद्र आहे. ओलसर असल्याने त्याचा आकार टिकून राहतो. हिरव्या वाळूपासून तयार केलेल्या साच्यांना 'ग्रीन मोल्ड्स' म्हणतात.

3.2.1(b) कोरडी वाळू:- वाळलेल्या हिरव्या वाळूला 'ड्राय वाळू' म्हणतात. मोठ्या कास्टिंगसाठी वापरले जाते.

3.2.1(c) चिकणमाती वाळू:-या वाळूमध्ये 'उच्च चिकणमाती' सामग्री 50% इतकी आहे. विशेषतः 'लोम मोल्डिंग' साठी वापरले जाते

3.2.1(d). पार्टिंग वाळू:-'हिरवी वाळू' पॅटर्नला चिकटू नये या साठी ही वाळू वापरली जाते. हे पृथक्करणावरील वाळूला कोप आणि ड्रॅगच्या पृष्ठभागास चिकटून न ठेवता वेगळे करण्यास अनुमती देते.

3.2.1(e). कोर वाळू:-कोर बनवण्यासाठी वापरले जाते आणि कधीतरी तेल वाळू म्हणतात. हे जवस तेल, राळ, हलके खनिज तेल आणि इतर बंधनकारक सामग्रीसह सिलिका वाळूचे मिश्रण आहे.

3.2.1(f). बॅकिंग वाळू:-त्याला कधीकधी 'काळी वाळू' म्हणतात. कोळशाची धूळ, जळणे किंवा वितळलेल्या धातूच्या संपर्कात येण्यामुळे ती जुनी, वारंवार वापरली जाणारी मोल्डिंग वाळू आहे.

3.2.1(g). सिस्टीम वाळू:-मशीन मोल्डिंगमध्ये संपूर्ण फ्लास्क भरण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या वाळूला 'सिस्टम सॅंड' म्हणतात.

3.2.1(h) फेसिंग वाळू:-हे मोल्डचे भाडे तयार करते. हे पॅटर्नच्या पृष्ठभागाच्या थेट पुढे वापरली जाते आणि जेव्हा साचा ओतला जातो तेव्हा तो वितळलेल्या धातूच्या संपर्कात येतो. ही वापरलेली वाळू सिलिका वाळू आणि चिकणमातीपासून बनविलेले आहे. त्यात उच्च सामर्थ्य आणि अपवर्तकता असणे आवश्यक आहे. मोल्डिंग वाळू थराची जाडी सहसा 20 ते 30 मिमी पर्यंत असते. हे प्रमाण फाऊंड्रीमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या संपूर्ण मोल्डिंग वाळूपैकी सुमारे 10 ते 15 टक्के आहे.

3.2.2 वाळूचे गुणधर्म-

सामान्यतः मोल्डिंग मटेरियलमध्ये आवश्यक असलेले गुणधर्म आहेत -

- अपवर्तकता (Refactoriness)
- पारगम्यता (Permiability)
- ग्रीन (Green) स्ट्रेंथ
- कोरडी (Dry) स्ट्रेंथ (Strength)
- हॉट स्ट्रेंथ (strength)
- संकुचितता (Collapsibility)
- प्रवाहक्षमता (Flowability)
- पृष्ठभागाची चकाकी (Surface finish)
- पुनर्प्राप्ती (Reclamation)
- विविध गुणधर्म.

3.2.2(a). अपवर्तकता (Refractoriness)-

ओतल्या जाणाऱ्या द्रव धातूच्या तपमानाचा प्रतिकार करण्याची वाळू मातृत्वाची मोल्डिंग करण्याची क्षमता आहे जेणेकरून ते धातूमध्ये मिसळू नये. 'सिलिका सॅंड'ची अपवर्तकता सर्वाधिक आहे. खराब रीफ्रॅक्टरीनेस असलेली वाळू कास्टिंग बर्न करू शकते.

3.2.2(b). पारगम्यता (Permiability) -

ओतण्याच्या आणि त्यानंतरच्या कास्टिंगच्या घनतेच्या वेळी, मोठ्या प्रमाणात वायू आणि वाफ तयार होते. जर या वायूंना मोल्डमधून बाहेर पडू दिले नाही तर ते कास्टिंगमध्ये अडकतील आणि दोष निर्माण करतील. त्यामुळे वायूंना सुटण्याचा मार्ग प्रदान करण्याच्या कास्टिंगच्या क्षमतेमुळे कास्टिंगची 'पारगम्यता किंवा सच्छिद्रता' येते.

3.2.2(c) ग्रीन स्ट्रेंथ (green strength)-

ओलावा असलेल्या वाळूला 'हिरवी वाळू' म्हणतात. हिरव्या वाळूच्या कणांच्या एकमेकांना चिकटून राहण्याच्या क्षमतेला 'ग्रीन स्ट्रेंथ' म्हणतात. हे Kg/m^2 क्षेत्रात मोजले जाते.

3.2.2(d). कोरडी स्ट्रेंथ (dry strength)-

जेव्हा मोल्डमध्ये वितळलेला धातू ओतला जातो तेव्हा मोल्ड पोकळीच्या सभोवतालची वाळू त्वरीत कोरड्या वाळूमध्ये बदलते कारण वाळूमधील ओलावा बाष्पीभवन होतो. वाळूचे पाणी (ओलावा) पूर्णपणे काढून टाकल्यानंतर वाळूची ताकद तपासली जाते त्याला वाळूची 'कोरडी ताकद' म्हणतात.

3.2.2(e). हॉट स्ट्रेंथ -

पोकळीचा आकार धारण करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या वाळूच्या ताकदीला 'हॉट स्ट्रेंथ' म्हणतात.

3.2.2(f). संकुचितता (collapsibility)-

घनीकरणाच्या वेळी वाळूच्या आकुंचनाला 'प्रतिरोध न करण्याच्या' क्षमतेला संकुचितता म्हणतात.

3.2.2(g) प्रवाहक्षमता (flowability)-

पॅटर्नच्या सभोवतालचे अरुंद भाग वाहण्यासाठी आणि भरण्यासाठी मोल्डिंग वाळूची मालमत्ता; आणि वाळू चांगली प्रवाहक्षमता असावी

3.2.2(h) पृष्ठभागाची चकाकी (surface finish)-

कास्टिंगमध्ये चांगले सरफेस फिनिश तयार करण्याची क्षमता असणे आवश्यक आहे.

3.2.2(i) पुनर्प्राप्ती (Reclamation)-

वाळूची क्षमता जी 'वाळूचा पुनर्वापर' करण्यास परवानगी देते तिला रिकलेमेशन (Reclamation) म्हणतात.

3.2.2(j). विविध गुणधर्म-

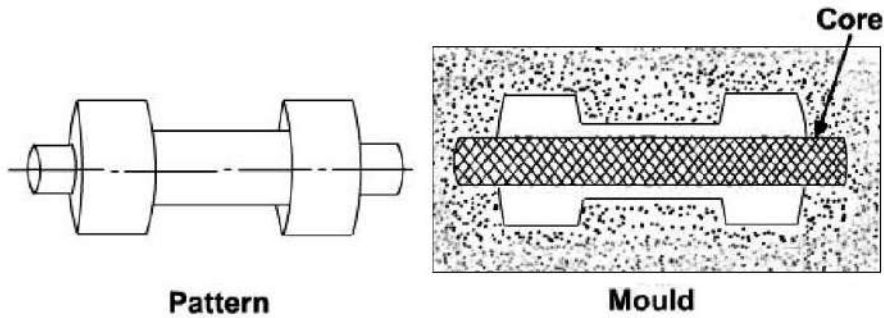
वरील गुणधर्माव्यतिरिक्त, उर्वरित गुणधर्म आहेत, कमी किंमत आणि सहज उपलब्धता चांगली थर्मल चालकता आणि ती कास्टिंगला चिकटू नये.

3.2.3 मोल्डिंग पद्धती:-

मोल्डिंग ही 'मोल्ड किंवा पोकळी किंवा मॅट्रिक्स' नावाच्या कठोर फ्रेमचा वापर करून द्रव किंवा लवचिक कच्च्या मालाला आकार देऊन उत्पादन करण्याची प्रक्रिया आहे. मोल्ड किंवा मोल्ड हे "पोकळलेले ब्लॉक्स" असतात जे द्रव किंवा लवचिक साहित्य जसे की प्लास्टिक, काच, धातू किंवा सिरॅमिक कच्चा माल भरलेले असतात. साचा हा कास्टचा समकक्ष आहे. अतिशय सामान्य द्वि-वाल्ह मोल्डिंग प्रक्रियेत प्रत्येक अर्धा वस्तूसाठी दोन साचे वापरतात. आर्टिक्युलेटेड मोल्ड्समध्ये अनेक तुकडे असतात जे एकत्र येऊन संपूर्ण मोल्ड तयार करतात. पीस-मोल्डिंगमध्ये आपण विविध मोल्ड्स वापरतो. मोल्डिंग पद्धतीचे अनेक प्रकार आहेत:-

1. ब्लो (Blow) मोल्डिंग (Moulding)
2. पावडर (Powder) धातूशास्त्र (Metallurgy)
- 3 कॉम्प्रेसन (Compression) मोल्डिंग
4. एक्सट्रूजन (Extrusion) मोल्डिंग
5. इंजेक्शन (Injection) मोल्डिंग
- 6 लॅमिनेटिंग (Laminating)
7. स्पिन (Spin) कास्टिंग
8. मॅट्रिक्स (Matrix) मोल्डिंग
9. थर्मोफॉर्मिंग (Thermoforming) इ.

3.3. कोर आणि कोर प्रिंट्स-



कोर आणि कोर प्रिंट्स

आकृती 3.3

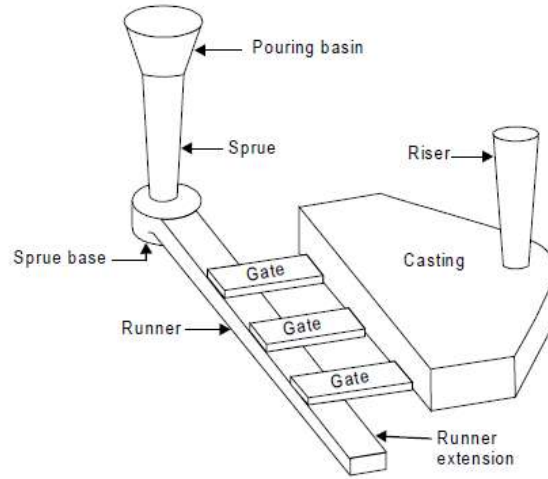
कोर हे एक उपकरण आहे जे कास्टिंग आणि मोल्डिंग प्रक्रियेमध्ये अंतर्गत पोकळी आणि री-एंट्रंट अँगल (180° पेक्षा जास्त आतील कोन) तयार करण्यासाठी वापरले जाते. कोर ही डिस्पोजेबल वस्तू आहे जी तुकड्यातून बाहेर काढण्यासाठी नष्ट केली जाते. ओतण्यापूर्वी कोर मोल्ड पोकळीमध्ये घातला जातो. कास्टिंगच्या बाह्य आणि अंतर्गत पृष्ठभाग तयार करण्यासाठी वितळलेला धातू मोल्ड पोकळी आणि गाभा दरम्यान वाहतो आणि घन होतो. खाली काढलेल्या आकृतीमध्ये कोर आणि कोर प्रिंट्स दिसत आहेत.

(सौजन्य:-Mechanical Technology)

फाउंड्री पॅटर्नचा भाग जो मोल्डमध्ये एक कोर प्राप्त करण्यासाठी आणि धातू ओतला जात असताना त्याला आधार देण्यासाठी उघडतो. जेव्हा कास्टिंगमध्ये छिद्र किंवा आंधळे असणे आवश्यक असते, तेव्हा ते तयार करण्यासाठी साच्यामध्ये कोर वापरला जातो. हे इंप्रेशन तयार करण्यासाठी, पॅटर्न पृष्ठभागावर योग्य ठिकाणी अतिरिक्त अंदाज जोडले जातात. हे प्रक्षेपण 'कोर प्रिंट्स' म्हणून ओळखले जातात.

3.4 गेटिंग आणि राइजरींग सिस्टम(Gating and risering system)-

गेटिंग सिस्टीम हा शब्द त्या सर्व मार्गांना संबोधला जातो ज्याद्वारे वितळलेली धातू मोल्ड पोकळीत प्रवेश करते.



गेटिंग सिस्टमचे घटक

आकृती 3.4

गेटिंग सिस्टीममध्ये उपस्थित घटक आहेत:-

- ओतकाम करणारे कप/बेसिन
- स्पू (Sprew)
- चांगले फुटवा

d. धावपटू (Runner)

e. धावणारा विस्तार

f. गेट

g. रायझर

3.4(a). कप / बेसिन ओतणे:-

ते गोलाकार/आयताकृती आकाराचे आहे. ते वितळलेले धातू गोळा करते, जे ओतले जाते, लाडलमधून. 'प्युअरिंग कप' चे मुख्य कार्य म्हणजे साच्यात वाहणाऱ्या द्रवाचा वेग कमी करणे. चांगल्या कास्टिंगसाठी, ओतण्याचा कप 'खोल' असावा

3.4(b). स्पूर:-

हे क्रॉस विभागात गोलाकार आहे. हे वितळलेल्या धातूला ओतण्याच्या कपातून विहिरीपर्यंत नेते.

3.4(c) चांगले फुटवा-

ते वितळलेल्या धातूच्या प्रवाहाची दिशा काटकोनात बदलते आणि धावपटूकडे जाते. स्पूरच्या तळाशी चांगले स्पूर केल्याने येणाऱ्या पदार्थाचा वेग कमी होण्यास मदत होते.

3.4(d) धावपटू-

धावपटू स्पूपासून वितळलेल्या धातूला कास्टिंगमध्ये घेऊन जातो. रनरमधून वितळलेली धातू मोल्ड पोकळीत प्रवेश करते

3.4(e). गेट-

त्याला इंगेट असेही म्हणतात. हे एक ओपनिंग आहे ज्याद्वारे वितळलेली धातू मोल्ड पोकळीत प्रवेश करते. गेटचा क्रॉस-सेक्शन असा असावा की कास्टिंग सॉलिडिफिकेशन केल्यानंतर ते सहजपणे तोडले जाऊ शकते.

3.4(f). रायझर-

हा मोल्डिंग वाळूचा एक मार्ग आहे जो मोल्डच्या कोप भागामध्ये बनविला जातो. मोल्ड पोकळी पूर्णपणे भरल्यानंतर त्यात वितळलेला धातू उगवतो. रायझरमधील वितळलेला धातू कास्टिंगच्या घनतेच्या वेळी संकोचनाची भरपाई करतो त्यामुळे संकोचन दोष टाळतो.

3.5 कास्टिंग:-

3.5.1 सिंधू संस्कृतीत कास्टिंग (IKS):-

सिंधू खोऱ्याची सभ्यता जगाला हडप्पा संस्कृती म्हणून ओळखली जाते. या सभ्यतेचा प्रथम शोध "हडप्पा" येथे रेल्वे मार्ग बांधणीदरम्यान लागला. पुरातत्वीय पुरावे असे सूचित करतात की ही सभ्यता इतर समकालीन संस्कृतींशी व्यापार करण्यासाठी प्रगत प्राचीन संस्कृतींमध्ये होती. पुरातत्व उत्खननात असे दिसून आले आहे

की हडप्पा धातू स्मिथ, अरावलीच्या टेकड्यांमधून, बलुचिस्तान किंवा त्यापलीकडील तांबे धातू. तांब्यामध्ये कथील जोडून 'कांस्य' तयार होते, हे त्यांनी लवकरच शोधून काढले. कांस्य धातू तांब्यापेक्षा कठिण आहे परंतु कास्ट करणे अधिक सोपे आहे. कांस्यमधील अशुद्धतेमुळे ते पुतळे आणि कांस्य आकृत्यांसाठी योग्य बनले.

हडप्पाच्या धातूच्या कलाकृती :-

हडप्पाचे कांस्य वापरून अनेक कलाकृती तयार केल्या. त्यात भाला, बाण, कुऱ्हाडी, छिन्नी, विळा, ब्लेड, सुया, हुक इत्यादींचा समावेश आहे. त्यांनी भांडी, भांडी, तवा आणि पितळेचे आरसे यांसारख्या वस्तू देखील बनवल्या!

कास्टिंग बनवण्यासाठी हडप्पाचे 'लॉस्ट वॅक्स' पद्धत वापरली. त्याची प्रक्रिया खालीलप्रमाणे आहे. :-

या पद्धतीत सुरुवातीला मेणाचे मॉडेल तयार केले जाते. मग त्यावर चिकणमातीचा घट्ट लेप लावला जातो. मग ते स्ट्रक्चर्सप्रमाणे भट्टीत टाकले जाते. मेण वितळते/हरवले जाते आणि चिकणमाती साचा बनते. मग या साच्यामध्ये 'वितळलेले कांस्य' ओतले जाते. शेवटी, तुटलेला साचा आपल्याला आवश्यकतेनुसार 'कांस्य पुतळा/आकृती' देईल.



लॉस्ट वॅक्स मेथडने तयार केलेला नाचणाऱ्या मुलीचा पुतळा

आकृती 3.5.1

(सौजन्य:- Research Gate)

3.5.2 केंद्रापसारक कास्टिंग पद्धती आणि अनुप्रयोग:-

केंद्रापसारक कास्टिंगला कधीकधी 'रोटो कास्टिंग' असे म्हणतात. ही मेटल कास्टिंग प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये 'बेलनाकार भाग' तयार करण्यासाठी केंद्रापसारक शक्ती वापरली जाते. ही प्रक्रिया बहुतेक मेटल कास्टिंग

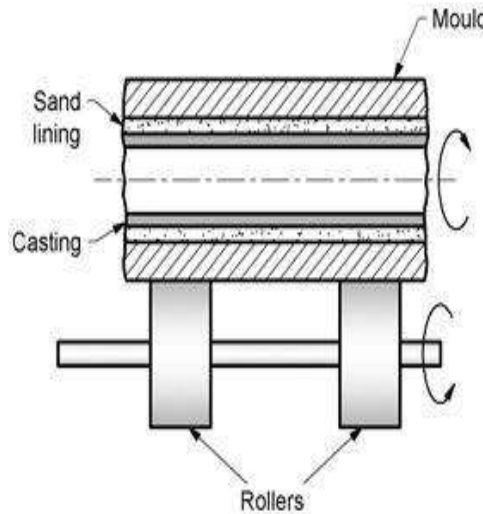
प्रक्रियेपेक्षा वेगळी असते, ज्या मोल्ड भरण्यासाठी गुरुत्वाकर्षण किंवा दाब वापरतात. हे तंत्र 16 व्या शतकात 'बेनवेनुटो सेलिनी' आणि इतरांनी विकसित केले होते. सेंट्रीफ्यूगल कास्टिंगचा वापर अक्षीय सममितीय भाग तयार करण्यासाठी केला जातो, जसे की बेलनाकार भाग किंवा डिस्क, जे विशेषतः पोकळ असतात. एरोस्पेस, औद्योगिक, सागरी आणि पॉवर ट्रान्समिशनसह विविध उद्योगांमध्ये केंद्रापसारक कास्टिंग केले जाते. सेंट्रीफ्यूगल कास्टिंगद्वारे उत्पादित केलेल्या विशिष्ट भागांमध्ये बेअरिंग्ज, बुशिंग्ज, कॉइल, सिलेंडर लाइनर, नोजल, पाईप/ट्यूब, प्रेशर वेसल्स, पुली, रिंग आणि चाके यांचा समावेश होतो. उच्च केंद्रापसारक शक्तींमुळे, या भागांमध्ये बाह्य पृष्ठभागावर खूप बारीक असते आणि तयार केलेल्या भागांपेक्षा सुमारे 30% जास्त यांत्रिक गुणधर्म असतात.

केंद्रापसारक कास्टिंगमधील पायऱ्या खालीलप्रमाणे आहेत:-

1. साचा तयार करा.
2. साच्यात वितळलेला धातू ओता.
3. साचा फिरवा. (केंद्रापसारक शक्ती धातूचे वितरण करतील).
4. साच्यातून घनरूप कास्टिंग काढा

केंद्रापसारक शक्तीच्या वापरासाठी तीन पद्धती आहेत:-

1. खरे केंद्रापसारक कास्टिंग
2. अर्ध-केंद्रापसारक कास्टिंग
3. सेंट्रीफ्यूज किंवा प्रेशर कास्टिंग.



केंद्रापसारक कास्टिंग

आकृती 3.5.2

3.5.3 इन्व्हेस्टमेंट (गुंतवणूक) कास्टिंग:-

इन्व्हेस्टमेंट कास्टिंग ही लॉस्ट-वॅक्स कास्टिंगवर आधारित औद्योगिक प्रक्रिया आहे, जी सर्वात जुनी ज्ञात धातू-निर्मिती तंत्रांपैकी एक आहे. "लॉस्ट-वॅक्स कास्टिंग" हा शब्द आधुनिक गुंतवणूक कास्टिंग प्रक्रियेचा देखील संदर्भ घेऊ शकतो.

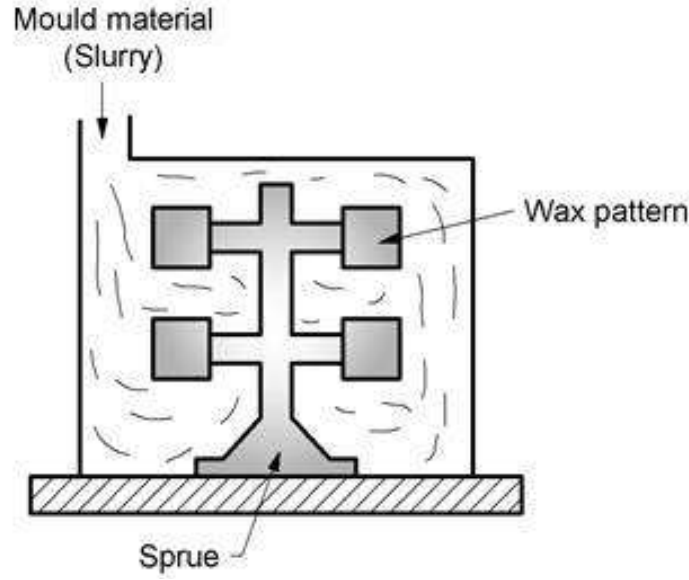
गेल्या 5,000 वर्षांपासून विविध स्वरूपात गुंतवणूक कास्टिंगचा वापर केला जात आहे. त्याच्या सुरुवातीच्या स्वरूपात, कास्टिंग प्रक्रियेसाठी आवश्यक नमुने तयार करण्यासाठी मेणाचा वापर केला जात असे.

गुंतवणूक कास्टिंग प्रक्रिया

खालील चरणांच्या माध्यमातून गुंतवणूक कास्टिंग प्रक्रियेचे उत्पादन देतात:

1. **वॅक्स पॅटर्न तयार करणे:** तयार भाग भूमितीची प्रतिकृती करणारा पॅटर्न दोन प्राथमिक पद्धतींपैकी एक वापरून तयार केला जातो:
 - a. एक मेण इंजेक्शन ड्राई तयार करा
 - b. 3D प्रिंट पॅटर्न
2. **वॅक्स असेम्ब्ली (Wax assembly):** पुढे, मेणाचे नमुने रनर्सवर आणि तयार भागावर एकत्र केले जातात जे बुडविण्यास तयार आहेत.
3. **स्लरी कोटिंग (Slurry Coating):** मेणाच्या भागावर सिरॅमिक कवच तयार करण्यासाठी असेम्ब्लीला (Assembly) उच्च दर्जाच्या सिरॅमिक स्लरीमध्ये बुडवले जाते.
4. **स्टुकोइंग (Stuccoing):** स्लरी कोटिंग केल्यानंतर, वाळूचे कण ओल्या झाडाच्या असेंबलीच्या पृष्ठभागावर सोडले जातात. हे मेण असेंब्लीच्या पृष्ठभागावर कोटिंगचा थर घट्ट आणि मजबूत करण्यास मदत करते.
5. **चरण 3 आणि 4 पुन्हा करा:** असेंब्लीने इच्छित शेलची जाडी प्राप्त होईपर्यंत चरण 3 आणि 4 ची पुनरावृत्ती करा. नंतर असेम्ब्ली सेट आणि कोरडे करण्याची परवानगी आहे.
6. **डीवॅक्सिंग (Dewaxing):** नव्याने बांधलेल्या कवचातील मेण आता काढून टाकले आहे. स्टीम-डीवॅक्सिंग ऑटोक्लेव्ह किंवा फ्लॅश फायर फर्नेस वापरून डीवॅक्सिंग केले जाते.
7. **कास्टिंग:** आता इच्छित वितळलेला धातू प्री-हीटेड मोल्ड कॅव्हिटीमध्ये ओतला जातो.
8. **थंड करणे:** मोल्ड नंतर वितळलेल्या धातूला थंड होण्यासाठी आणि घट्ट होण्यासाठी बसते जे नंतर अंतिम कास्टिंग बनते.
9. **शेल काढणे:** शेल मटेरियल नंतर हॅमर नॉकआउट, कंपन आणि स्टील ग्रिट ब्लास्टिंग प्रक्रियेद्वारे काढून टाकले जाते.
10. **कट ऑफ (Cut-off):** तयार झालेले भाग नंतर गेटिंग आणि रनर सिस्टममधून मुक्त केले जातात.

11. **फिनिशिंग:** आवश्यक अंतिम पृष्ठभाग साध्य करण्यासाठी नंतर विविध फिनिशिंग तंत्रांचा वापर केला जातो ज्यामध्ये ग्राइंडिंग, सॅन्ड ब्लास्टिंग आणि कोटिंग समाविष्ट आहे.
12. **चाचणी:** फिनिशिंग ऑपरेशन्स पूर्ण झाल्यावर, भागांची पृष्ठभाग आणि उप-पृष्ठभागातील दोषांसाठी तपासणी केली जाते. पृष्ठभागांसाठी व्हिज्युअल आणि फ्लोरोसेंट भेदक तपासणी केली जाते आणि उप-पृष्ठभाग दोष ओळखण्यासाठी एक्स-रे वापरला जातो.



गुंतवणूक कास्टिंग

आकृती.3.5.3

(सौजन्य:-[Degarmo 2003](#), पृ. 308)

3.5.4 शेल मोल्डिंग (Shell Moulding):-

शेल मोल्डिंग, ज्याला शेल-मोल्ड कास्टिंग असेही म्हणतात, ही एक खर्च करण्यायोग्य मोल्ड कास्टिंग प्रक्रिया आहे जी मोल्ड तयार करण्यासाठी राळ झाकलेली वाळू वापरते. वाळूच्या कास्टिंगच्या तुलनेत, या प्रक्रियेत अधिक चांगली मितीय अचूकता, उच्च उत्पादकता दर आणि कमी कामगार आवश्यकता आहेत. हे लहान ते मध्यम भागांसाठी वापरले जाते ज्यांना उच्च परिशुद्धता आवश्यक आहे.

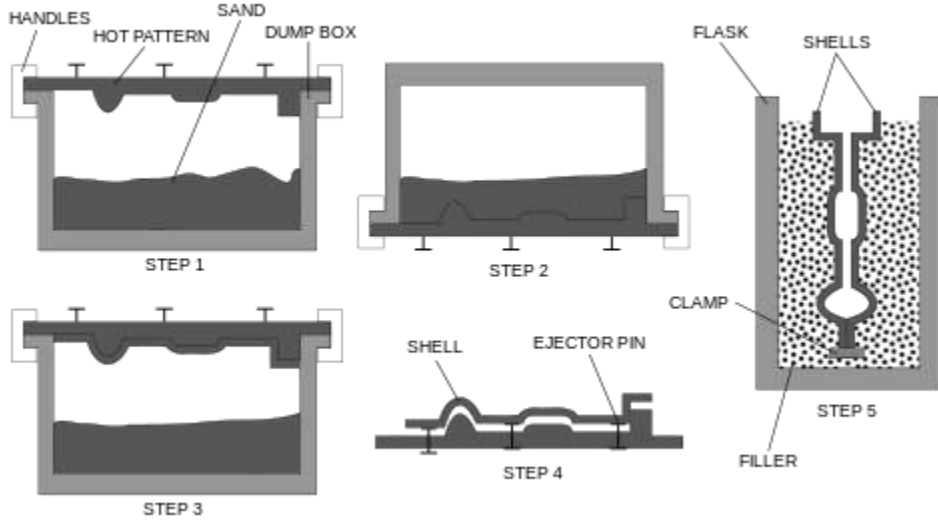
शेल मोल्डिंग प्रक्रिया:-

शेल मोल्ड तयार करण्याच्या प्रक्रियेत सहा चरण असतात:

1. बारीक सिलिका वाळू जी पातळ (3-6%) थर्मोसेटिंगमध्ये झाकलेली असते फेनोलिक राळ आणि द्रव उत्प्रेरक गरम पॅटर्नवर टाकले जाते, उडवले जाते किंवा शूट केले जाते. पॅटर्न सामान्यतः कास्ट लोहापासून बनविला जातो आणि 230 ते 260 °C (450 ते 600 °F) पर्यंत गरम केला जातो. वाळू अंशतः बरा होण्यासाठी वाळूला काही मिनिटे पॅटर्नवर बसण्याची परवानगी आहे.

2. पॅटर्न आणि वाळू नंतर उलटे केले जातात त्यामुळे अतिरिक्त वाळू पॅटर्नपासून मुक्त होते, फक्त "शेल" सोडून. पॅटर्नची वेळ आणि तापमानानुसार शेलची जाडी 10 ते 20 मिमी (0.4 ते 0.8 इंच) असते.
3. पॅटर्न आणि कवच एकत्र ओव्हनमध्ये ठेवल्या जातात ज्यामुळे वाळू पूर्ण होते. शेलमध्ये आता 350 ते 450 psi (2.4 ते 3.1 MPa) तन्य शक्ती आहे.
4. कडक झालेले शेल नंतर पॅटर्नमधून काढून टाकले जाते.
5. थर्मोसेट अँडेसिव्ह वापरून क्लॅम्पिंग किंवा ग्लूइंगद्वारे दोन किंवा अधिक शेल एकत्र केले जातात, एक साचा तयार करतात. हे तयार झालेले मोल्ड नंतर लगेच वापरले जाऊ शकते किंवा जवळजवळ अनिश्चित काळासाठी साठवले जाऊ शकते.
6. कास्टिंगसाठी, शेल मोल्ड फ्लास्कच्या आत ठेवला जातो आणि शेल मजबूत करण्यासाठी शॉट, वाळू किंवा रेवने वेढलेला असतो.

या प्रक्रियेसाठी वापरल्या जाणाऱ्या मशीनला शेल मोल्डिंग मशीन म्हणतात. ते पॅटर्न गरम करते, वाळूचे मिश्रण लावते आणि शेल बेक करते.



शेल मोल्डिंग प्रक्रिया

आकृती 3.5.4

(सौजन्य:-[Todd, Allen & Altling 1994](#), पी. 267.)

शेल मोल्डिंगचे उपयोग:-

शेल मोल्डिंग 20 किलो आकाराच्या कोणत्याही धातूमध्ये पातळ-भिंतीच्या कास्टिंगच्या मोठ्या प्रमाणात उत्पादनासाठी योग्य आहे. सर्वाधिक वापरल्या जाणाऱ्यामध्ये लोह, कांस्य आणि अॅल्युमिनियम मिश्र धातु कास्टिंगचा समावेश होतो. लहान यांत्रिक भागांचे कास्टिंग ज्यासाठी उच्च पातळीची अचूकता आवश्यक आहे. उदा., सिलेंडर हेड, कनेक्टिंग रोड, गिअर हाउसिंग. उच्च परिशुद्धता मोल्डिंग कोरचे उत्पादन. उदा., इंजिन ब्लॉक वॉटर जॅकेट.

3.5.5 कास्टिंग दोष, कारणे आणि उपाय:-

प्रमुख कास्टिंग दोष खालीलप्रमाणे वर्गीकृत केले आहेत-

- a. ब्लो होल
- b. संकोचन
- c. गरम अश्रू/विवरे
- d. लॅमिनेशन.
- e. गुठळ्या
- f. वाळूचा समावेश
- g. चमकणे
- h जुळत नाही
- i. मिसरून
- j. दोषपूर्ण पृष्ठभाग

3.5.5(a). ब्लो होल-

ब्लोहोल हा द्रव धातू ओतताना हवा अडकल्यामुळे होणारा कास्टिंग दोषाचा प्रकार आहे कारणे-

- i) उच्च आर्द्रता
- ii) वाळूची कमी पारगम्यता
- iii) उच्च बाईंडर सामग्री
- iv) अपुरी छिद्रे

उपाय :-

- i) वाळूचा अतिरेक टाळा
- ii) फक्त कोरड्या थंडीचा वापर करा
- iii) अॅल्युमिनियम पातळीचे नियंत्रण
- iv) वापरलेल्या पाण्यावर आधारित झिरकॉन कोटिंग्ज.

3.5.5(b). संकोचन-

संकोचन हा एक प्रकारचा निर्णायक दोष आहे, जो घनतेच्या वेळी गतीसाठी बंद लूपमुळे होतो.

कारणे:-

- i) थंडी वाजून येणे योग्यरित्या ठेवलेले नाही.
- ii) असमानपणे वाळलेल्या आणि कमी दाबी शक्तीसह.
- iii) खूप जास्त तीक्ष्ण अंतर्गत कोपरे.

उपाय :-

- i) इंकोलुएंट्स(Incoluents)चा वापर.
- ii) हॉट स्पॉट्स(Hot spots) टाळण्यासाठी तीक्ष्ण कोपऱ्यांना आकार देणे.
- iii) राइजर योग्यरित्या स्थित असणे.
- iv) चिल्स (Chills) योग्य स्थितीत वापरणे.

3.5.5(c) गरम अश्रू/विवर:-

घनीकरणाच्या वेळी तापमानाच्या असंतुलनामुळे गरम अश्रू तयार होतात.

कारणे-

- i) भरड आकाराच्या वाळूच्या कणांचा वापर.
- ii) अपूर्ण राइजर स्थान.
- iii) उच्च बाइंडर आणि रॅमिंग घनता.
- iv) धान्याच्या सीमेवर 'युटेक्टिक पेशी' कमी प्रमाणात.
- v) हायड्रोजनचे प्रमाण खूप जास्त आहे.

उपाय-

- i) तीक्ष्ण वळणे/कोपरे टाळा
- ii) साचा पुरेसा थंड करणे.
- iii) बारीक वाळूच्या कणांचा वापर.
- iv) कोळशाची धूळ घालणे म्हणजे युटेक्टिक पेशी वाढवणे ज्यामुळे घनीकरण होते.
- v) काढताना मसुद्याची तरतूद.

3.5.5(d). लॅमिनेशन(Lamination) दोष:-

ते मुख्यतः केंद्रापसारक कास्टिंगमुळे उद्भवतात.

कारणे-

- i) कमी दर्जाच्या साहित्याचा वापर
- ii) कमी आरपीएम किंवा अत्यंत उच्च आरपीएम
- iii) दरम्यान घर्षण, पाईप डाई सामग्री कमी आहे.

उपाय :-

- i) पाईप 500rpm च्या इष्टतम वेगाने फिरवायचे
- ii) चार्जिंगसाठी उत्तम दर्जाच्या साहित्याचा वापर.
- iii) पाईप डायला योग्य फ्लॅज आकाराने लॉक करणे.
- iv) पॅकिंगसाठी एस्बेस्टोस शीट चांगल्या दर्जाची असावी.

3.5.5(e). गुठळ्या-

गुठळ्या हा केंद्रापसारक कास्टिंगमुळे येणारा दोष आहे.

कारणे-

- i) एअर व्हॉईड्सची उपस्थिती
- ii) पाईप डायचे योग्य प्रीहीट.

उपाय-

- i) रोटेशनचा वेग 475 ते 600 rpm पर्यंत वाढवा.
- ii) पाईप डायचे योग्य प्रीहीट.
- iii) कोणत्याही परदेशी कणांपासून मुक्त होण्यासाठी लाडू आणि डाई ओतणे.
- iv) पाईप डायच्या आत मोल्डेड कास्टिंगची संख्या वाढवा.

3.5.5(f). वाळूचा समावेश:-

मोल्ड विभाग तयार करताना वाळू फाटल्यामुळे हा दोष उद्भवतो.

कारण-

- i) धातूचा प्रवाह थेट कोर केसिंग इरोशनकडे झुकणे.
- ii) असमान संकुचित वाळूचा वापर.
- iii) असेंब्ली दरम्यान साचा फुटणे.
- iv) असमान वाळू मिसळणे.

उपाय-

i) उच्च बेंटोनाइट सामग्रीचा वापर. (बेंटोनाइट चिकणमाती ही एक बारीक, मऊ पोत असलेली नैसर्गिक चिकणमाती आहे जी पाण्यात मिसळल्यावर पेस्ट बनवते.)

ii) योग्य पोशाख केलेल्या कोरचा वापर.

iii) ओतण्याची योग्य वेळ.

iv) इष्टतम ओतण्याची उंची

3.5.5(g). फ्लॅश -

फ्लॅश हे कास्टिंगमधून प्रक्षेपित होणारी अतिरिक्त सामग्री आहे.

कारणे-

i) उच्च ओतण्याचा दाब.

ii) खराब पॅटर्न डिझाइनसह मोल्डचा वापर.

iii) शेवटी पोकळी असलेले नमुने.

iv) वरच्या आणि खालच्या भागांचे अयोग्य क्लॅम्पिंग.

उपाय :-

i) परिमाण नियंत्रित करणे

ii) योग्य कोर सेटिंग

iii) पार्टिंग लाईनजवळ मोल्ड बॉक्सचे सील करणे.

3.5.5(h). जुळत नाही (mismatch)

न जुळणे हा एक दोष आहे ज्यामध्ये मध्यवर्ती रेषेच्या वर किंवा खाली मोल्डच्या वरच्या आणि खालच्या भागांचे स्थलांतर होते ज्यामुळे दोष निर्माण होतो

कारणे-

i) जीर्ण झालेले डोवल्स वापरून क्लॅम्पिंग कोप आणि ड्रॅग

ii) वरच्या आणि खालच्या भागांचे दोषपूर्ण पॅटर्न डिझाइन

iii) कोप पार्टवर वजनाची अपुरी मात्रा.

उपाय-

i) योग्य गेटिंग सिस्टमचा वापर

ii) कास्टिंगच्या वर जड वजन ठेवावे.

iii) वरचे आणि खालचे भाग सरेखित गुणधर्म असल्याची खात्री करा

iv) जीर्ण झालेल्या डॉवेल पिन बदला.

v) मोल्ड बॉक्स क्लॅम्प करण्यासाठी c-clamps वापरा

3.5.5(i). मिसरन(Misrun)-

मिसरन दोष सामान्यतः वितळलेल्या धातूच्या कमी प्रवाहीपणामुळे होतो.

कारणे-

i) कमी ओतण्याचे तापमान

ii) अधूनमधून ओतणे

iii) ओतण्यास विलंब.

iv) ओतताना पाठीचा दाब

v) अपुरा वायुवीजन

उपाय-

i) योग्य गेटिंग सिस्टम डिझाइन करा

ii) तरलता सुनिश्चित करण्यासाठी पुरेसे ओतण्याचे तापमान

iii) ओतण्यापूर्वी साचा साफ करणे

3.5.5(j). दोषपूर्ण पृष्ठभाग-

वितळलेल्या धातूच्या प्रवाहामुळे निर्माण होणाऱ्या 'स्ट्रीकी लाईन्स'चा परिणाम पॅटर्न लाईन्समध्ये होतो ज्या लहान वाहिन्यांच्या मालिका म्हणून दिसतात त्यांना 'दोषयुक्त पृष्ठभाग' असे म्हणतात.

कारण-

i) ऑक्साईड (Oxide) फिल्मची निर्मिती

ii) कास्टिंग पृष्ठभागावर वाहणारी अशुद्धता

iii) साच्याचे कमी तापमान

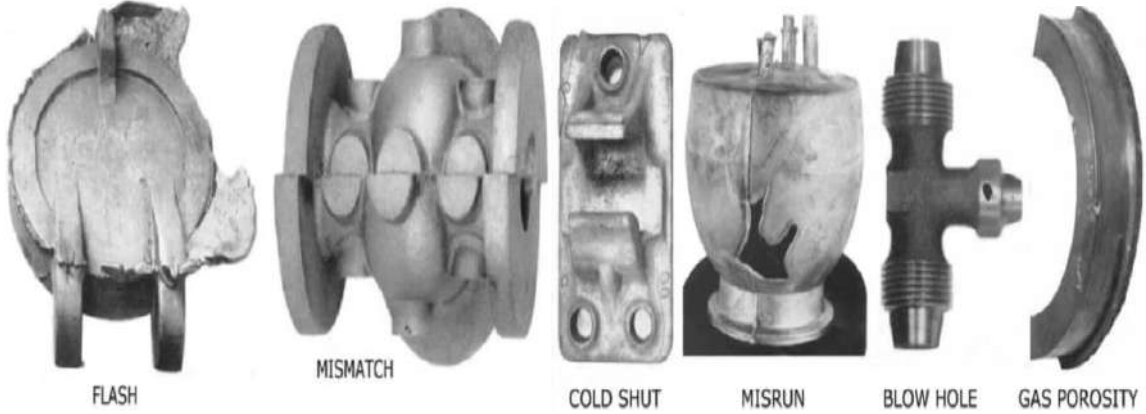
iv) उच्च स्लॉग सामग्री

उपाय-

i) साचा ओतण्यापूर्वी गरम करा.

ii) चार्ज दरम्यान स्लॉग निर्मिती तपासा.

iii) ओतण्याचे तापमान कमी करणे.



कास्टिंग मधील विविध दोष

आकृती 3.5.5

(सौजन्य:- Institute of British Foundrymen)

3.6 फाउंड्री शॉपमधील सुरक्षितता पद्धती:-

(सौजन्य:- अलाबामा विद्यापीठ)

मेटल कास्टिंग ऑपरेशनच्या कोणत्याही प्रकारात समाविष्ट असलेल्या पद्धती आणि साहित्य अतिशय घातक आहेत. कोणत्याही मेटल कास्टिंगचा प्रयत्न करण्यापूर्वी योग्य सुरक्षा खबरदारीबद्दल स्वतःला शिक्षित करा. आम्ही योग्य सुरक्षा खबरदारी घेऊ, लक्षात ठेवण्यासारख्या गोष्टी आहेत:

1. ओलावा आणि वितळलेल्या धातूचे ट्रेस प्रमाण देखील मिसळत नाही!!! वाफेचे स्फोट हे फाउंड्रीमध्ये मृत्यूचे कारण आहे.
2. धातूच्या आगीवर कधीही पाणी घालू नका. यामुळे मोठा स्फोट होऊ शकतो!
3. आग विझवण्यासाठी किंवा धातू गळती नियंत्रित करण्यासाठी वाळूचा कोरडा ढीग आणि फावडे तयार ठेवा.
4. सर्व क्षेत्राखाली वाळूचा पलंग ठेवा. वाळूचा पलंग किमान 3 इंच जाडीचा असावा. हे मेटल स्पिल्स ठेवण्यास मदत करेल आणि फ्लोअरिंगचे संरक्षण करण्यास मदत करेल.
5. ओल्या जमिनीवर कधीही ओतू नका. लक्षात ठेवा, आर्द्रतेचे ट्रेस प्रमाण देखील स्फोट होऊ शकते.
6. काँक्रीटवर वितळलेल्या धातूमुळे काँक्रीटचा स्फोट होईल. काँक्रीटवर जाड वाळूचा पलंग वापरा.
7. फीडस्टॉक म्हणून नेहमी स्वच्छ धातू वापरा. काही वंगण आणि पेंट्सचे ज्वलन अवशेष खूप विषारी असू शकतात.
8. नेहमी हवेशीर क्षेत्रात काम करा. ज्वलन आणि इतर फाउंड्री रसायने, प्रक्रिया आणि धातूपासून धुके आणि धूळ विषारी असू शकतात.

9. डस्ट मास्क वापरा. वाळू, विभक्त धूळ आणि रसायने पासून धूळ घातक किंवा कर्करोग होऊ शकते. आपल्या फुफ्फुसांचे रक्षण करा!
10. नेहमी सुरक्षा चष्मा वापरा. किरकोळ अपघातांमुळेही अंधत्व येऊ शकते.
11. खराब झालेले किंवा खाली पडलेले कूसिबल कधीही वापरू नका. तो फक्त जोखीम वाचतो नाही. तुम्ही वाहन नेत असताना पितळेचे पांढरे-गरम कूसिबल तुटले तर काय होईल याची कल्पना करा!
12. थंड असताना नेहमी कूसिबल चार्ज करा. गरम कूसिबलमध्ये धातू जोडणे खरोखर धोकादायक आहे. जर धातूवर ओलावा असेल, अगदी धुके देखील असेल तर, धातूमुळे कूसिबलच्या संपूर्ण सामग्रीचा स्फोट होऊ शकतो.
13. सांडलेली वितळलेली धातू खूप अंतरापर्यंत प्रवास करू शकते. स्पष्ट कार्य क्षेत्रात कार्य करा.
14. तुम्ही नेहमी काय करत आहात याचा विचार करा. हातात असलेल्या कामावर आणि पुढच्या टप्प्यावर लक्ष केंद्रित करा. कोणत्याही ऑपरेशनपूर्वी सर्व हालचालींचे नियोजन करा आणि तालीम करा.
15. आधीच स्वतःला शिक्षित करा आणि नेहमी आपल्या स्वतःच्या आणि जवळच्या लोकांच्या सुरक्षिततेची काळजी घ्या.

Exercise:

TLO 3.1 पॅटर्न अलाउन्स (allowance) चे महत्त्व वर्णन करा.

1. State basic steps in pattern making. (R)
2. Explain any 2 types of pattern allowance. (U)
3. Explain colour coding for patterns. (R).

TLO 3.2 मोल्डिंग पद्धतींचे वर्णन करा.

1. List different types of moulding sands. (Any 4) (R)
2. Explain any 4/ any 6 properties of moulding sand. (U)
3. Define core and core prints. (R)
4. Explain components in gating system with Fig. (U)

TLO 3.3 कास्टिंग प्रक्रियेचे वर्गीकरण करा.

1. State about casting method used by Indus Valley civilization (IKS). (U)
2. Name different casting defects. (Any 4) (U)
3. Explain shell moulding method and write applications of shell moulding. (A)

TLO 3.4 फाउंड्री कार्यशाळेसाठी सुरक्षा मार्गदर्शक तत्त्वे आणि खबरदारीची गणना करा.

1. State safety practices for ensuring safety in Foundry. (A)
2. Suggest safety measures in following cases. (A)

Situation-a) Sneha is pouring hot metal in cup with bare hands. At the same time Nitin is observing the process of pouring by naked eyes and Drishti is facing issue due to fine particles of sand.

Situation-b) Amol observes flames from a section of foundry. Savita mistakenly poured some of liquefied hot metal on ground. Rahul is facing breathing problem during working.

Microprojects:

1. Collect samples of different types of Moulding sands.
2. Collect different defective samples made during casting.
3. Develop safety practice rules by imagining you are working in casting Industry.
4. Create any simple pattern.
5. Create simple casting using any one casting processes.

4. फॉर्मिंग प्रक्रिया (Forming process)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome): दिलेल्या रेखाचित्रा (Drawing) नुसार फॉर्मिंग प्रक्रिया वापरून भाग तयार करणे.

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcome):

TLO4.1: फॉर्मिंग प्रक्रिया दिलेल्या संबंधित उपयोगासाठी निवड करणे.

TLO4.2: रोलिंग आणि फोर्जिंग प्रक्रियेतील फरक स्पष्ट करणे.

TLO4.3: दिलेल्या उपयोगासाठी विविध प्रेस टूल ऑपरेशन्सची यादी करणे.

TLO4.4: फोर्जिंग/प्रेस शॉपसाठी सुरक्षा मार्गदर्शक तत्वे आणि खबरदारीची गणना (यादी) करणे.

4.0 परिचय:

आपल्याला माहित आहे की, विविध क्षेत्रांमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या प्रॉडक्ट्स आणि कॉम्पोनन्ट्स (सुटे भाग) उत्पादनासाठी विविध प्रकारच्या उत्पादन पद्धती वापरल्या जातात. खालील सारणी मूलभूत उत्पादन प्रक्रियांचा सारांश दर्शविते.

तक्ता 4.0 मूलभूत उत्पादन प्रक्रियांचा सारांश

अ.क्र	उत्पादन प्रक्रियेचा प्रकार	उत्पादने (Applications)	मशीन्स/ उपकरणे
1	मेटल कटिंग आणि मशीनिंग (कटिंग टूल वापरून नको असलेली सामग्री (material) काढून टाकली जाते)	साधा, स्टेप्ड, टॅपर्ड (Conical), स्लाइन शाफ्ट, विविध प्रकारचे गियर्स, स्कू थ्रेड्स, फ्लँज इ.	लेथ, ड्रिलिंग, मिलिंग, शेपिंग, स्लॉटिंग मशीन्स , इ.
2	मेटल कास्टिंग (पॅटर्न आणि वाळूचा साचा वापरून तयार केलेल्या पोकळीत वितळलेला धातू ओतला जातो)	मशीन फ्रेम्स, बॉडीज, पंप केसिंग, मोठी चाके, लेथ मशीन बेड, मशीन टेबल, फ्लायव्हील्स इ.	Pattern(नमुने) , भट्टी, साचे, कोर(core)चे प्रकार, फाउंड्री/कास्टिंग उपकरणे
3	फॉर्मिंग करणे (धातू न जोडता किंवा काढल्याशिवाय मोठ्या शक्तीचा वापर करून इच्छित मापानुसार आकार दिला जातो)	शीट मेटल उत्पादने जसे वॉश बेसिन, वॉशर्स, कार बॉडी, पातळ/पन्हळी पत्रे, कनेक्टिंग रॉड्स, स्पॅन्स, बोल्ट हेड्स, मोठे क्रेन हुक इ.	फोर्जिंग प्रेस, रोलिंग मिल्स, पंच अँड डायज, हायड्रोलिक आणि न्यूमॅटिक प्रेस मशीन्स, फॉर्मिंग डायज इ.
4	वेल्डिंग (धातू जोडण्याची प्रक्रिया) (फिलर मेटलसह किंवा त्याशिवाय उष्णता आणि दाब लागू करून दोन	कार बॉडी, प्रेशर वेसल्स, गॅस सिलिंडर, विंडो ग्रिल, सेफ्टी डोअर्स, मेटल फ्रेम्स आणि	वेल्डिंग ट्रान्सफॉर्मर / मशीन, गॅस वेल्डिंग सेटअप, टीआयजी

	समान किंवा भिन्न धातू कायमचे जोडले जातात)	स्ट्रक्चर्स इ.	/एमआयजी वेल्डिंग ब्रेझिंग, सोल्डरिंग इ.
--	---	----------------	---

हे युनिट(Chapter) मेटल फॉर्मिंग प्रक्रियेशी संबंधित आहे ज्यामध्ये आपण फॉर्मिंग प्रक्रियेचे तत्त्व, ऑपरेशन्सचे प्रकार आणि फोर्जिंग, रोलिंग, प्रेस टूल्स आणि वरील प्रक्रियेदरम्यान पाळल्या जाणाऱ्या सुरक्षा पद्धती यासारख्या विविध फॉर्मिंग प्रक्रियेचे अनुप्रयोग (Applications) शिकणार आहोत.

फॉर्मिंग प्रक्रियेची संकल्पना:

दैनंदिन जीवनात, आम्हाला स्पॅनर, ऑटोमोबाईल सर्व्हिस स्टेशनवर वापरले जाणारे कनेक्टिंग रॉड, विविध प्रकारचे बोल्ट, छताच्या उद्देशाने वापरल्या जाणाऱ्या पातळ आणि नालीदार पत्रे, अनेक छिद्रे असलेले संगणक कॅबिनेट, वॉशर्स, शीट मेटल कॅबिनेट आणि सुरक्षा धातूचे आवरण, यांसारखी विविध उत्पादने बघतो.

वरील सर्व उत्पादने फॉर्मिंग प्रक्रियेद्वारे उत्पादित केली जातात, ज्यामध्ये कच्चा माल थंड किंवा गरम स्थितीत मोठ्या शक्तीचा वापर करून योग्य पंच आणि डाई यंत्रणा वापरून इच्छित आकार आणि आकारात रूपांतरित केला जातो.



स्पॅनर

नालीदार शीट पत्रे

शीट मेटल कॅबिनेट

फॉर्मिंग प्रक्रियेच्या उत्पादनांची उदाहरणे

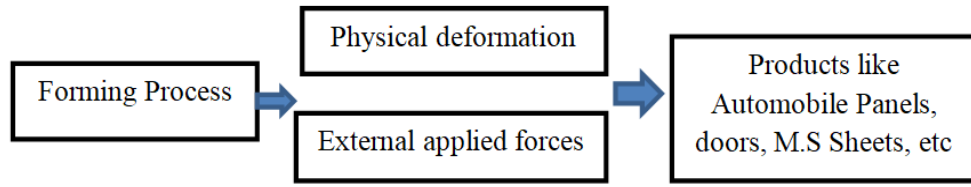
आकृती 4.0.1

फॉर्मिंगचा अर्थ: फॉर्म म्हणजे आकार आणि कच्चा मालाला इच्छित आकार किंवा फॉर्म देणारी क्रिया किंवा प्रक्रिया फॉर्मिंग म्हणून ओळखली जाते.

फॉर्मिंग प्रक्रियेची व्याख्या:

ज्या प्रक्रियेमध्ये विविध तंत्रांचा वापर करून सामग्री न जोडता किंवा काढून टाकल्याशिवाय प्लॅस्टिकच्या डिफॉर्मेशनमुळे (संकुचित, कातरणे किंवा वाकणे, तन्य किंवा संयोजन) कायमस्वरूपी डिफॉर्मेशनमुळे अंशतः तयार झालेल्या उत्पादनाचा आकार बदलला जातो तिला फॉर्म देणारी प्रक्रिया म्हणतात.

दुसरी व्याख्या: फॉर्मिंग ही अशी प्रक्रिया म्हणून परिभाषित केली जाते ज्यामध्ये बाह्यरित्या लागू केलेल्या शक्तीच्या कृती अंतर्गत धातूच्या कायमस्वरूपी डिफॉर्मेशनद्वारे इच्छित मापानुसार आकार प्राप्त केला जातो.



निर्मिती प्रक्रियेची ब्लॉक आकृती (Block diagram)
आकृती 4.0.2

फॉर्मिंग प्रक्रियेची उदाहरणे (Forming process Examples)

1. पंचिंग प्रेस मशीन वापरून अल्युमिनियम किंवा माईल्ड स्टील वॉशर शीट मेटलच्या स्वरूपात तयार केले जातात.
2. अल्युमिनियम किंवा तांबे, गॅल्वनाइज्ड लोह (Galvanised Iron) च्या पातळ पत्रे रोलिंग मिल्सद्वारे तयार केल्या जातात.
3. जेसीबी किंवा हेवी ड्युटी क्रेनमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या मोठ्या क्रेन हुकला आकार देण्यासाठी फोर्जिंग प्रेस मशीन वापरली जाते.

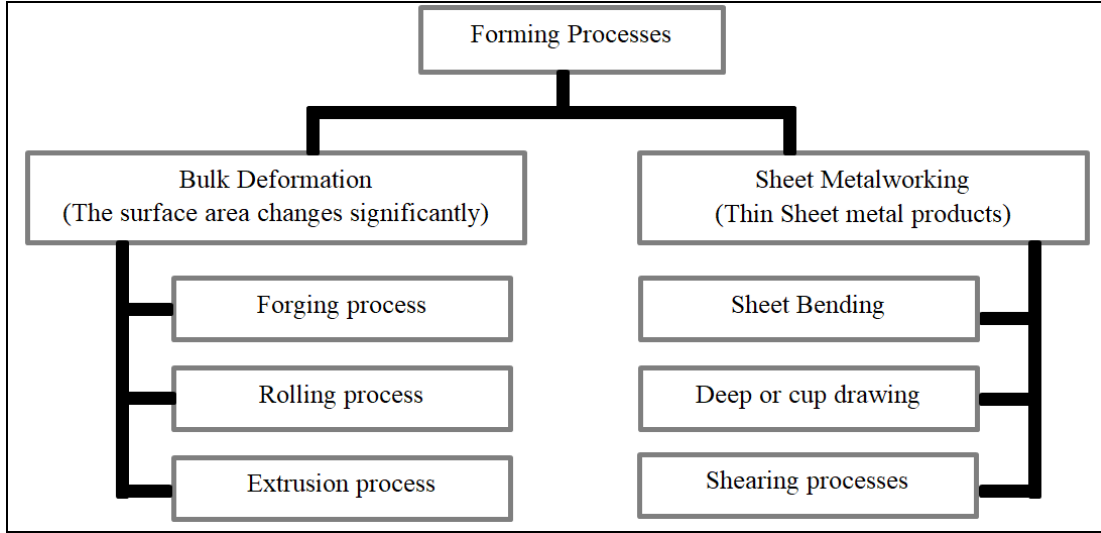


(a) वॉशर (b) क्रेन हुक (c) पातळ(कमी जाडीचे) पत्रे
आकृती 4.0.3 फॉर्मिंग प्रक्रियेचे उत्पादने उदाहरणे

फॉर्मिंग प्रक्रियेचे वर्गीकरण (Classification)

A. फॉर्मिंग प्रक्रियेदरम्यान कार्यरत तापमानानुसार फॉर्मिंग प्रक्रियेचे दोन प्रकारांमध्ये वर्गीकरण केले जाते:

1. **कोल्ड वर्किंग किंवा फॉर्मिंग:** हि फॉर्मिंग प्रक्रिया खोलीच्या तापमानावर किंवा मेटलच्या रीक्रिस्टलायझेशनच्या (recrystallisation) कमी तापमानात केली जाते.
 2. **हॉट वर्किंग किंवा फॉर्मिंग:** हि फॉर्मिंग बनवण्याची प्रक्रिया उच्च किंवा अतिउष्ण तापमानात किंवा मेटलच्या रीक्रिस्टलायझेशन (recrystallisation) तापमानावर केली जाते.
- B. फॉर्मिंग प्रक्रियांचे प्रक्रियेदरम्यान वापरत असलेल्या यंत्रणा किंवा कृतीनुसार वर्गीकरण केले जाते.



फोर्जिंग प्रक्रियेचे वर्गीकरण

आकृती 4.0.3.

4.1 ड्रॉप फोर्जिंग: फोर्जिंगचा परिचय, अपसेट फोर्जिंग, प्रेस फोर्जिंग, ओपन डाय आणि क्लोज्ड डाय फोर्जिंग ऑपरेशन्स

4.1.1 फोर्जिंगचा परिचय (Forging Introduction) :

आपल्याला माहीत आहे की, पारंपारिकपणे लोहार यांच्याकडून ब्लोअर प्रकारच्या भट्टीचा वापर धातू गरम करण्यासाठी केला जात असे आणि इच्छित तापमानाला गरम केल्यानंतर हुक, कुन्हाडीला धारदार धार, हातोडीचे वारंवार वार करून रिंग तयार करणे, कृषी उत्पादने तयार करणे, ही प्रामुख्याने हँड फोर्जिंग म्हणून ओळखली जाणारी पद्धत आहे.



पारंपारिक ब्लॉक स्मिथी फोर्जिंग प्रक्रिया

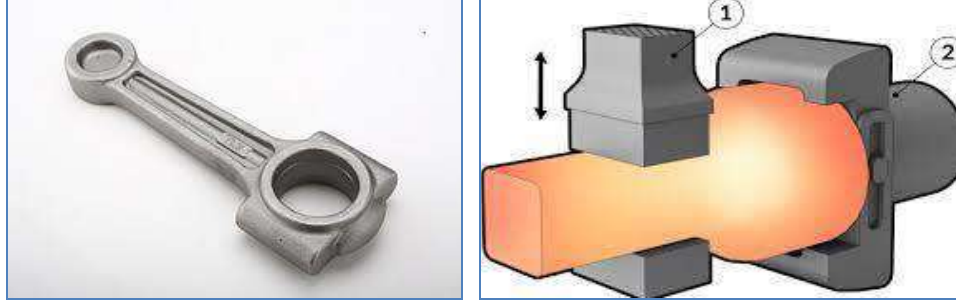
Fig.4.1.1(a)

फोर्जिंगची व्याख्या (Forging Definition)

फोर्जिंग ही एक धातू गरम करून आकारात तयार करण्याची प्रक्रिया आहे आणि योग्य यंत्रणा वापरून आवश्यक आकार आणि मापात हॅमरिंग करून सामान्यतः मोठ्या हॅमर किंवा पॉवर ऑपरेटेड प्रेस मशीन

वापरतात. फोर्जिंग ही हॅमरिंग, डाय किंवा हातोडा, डाय वापरून धातूला आकारात आणण्याची निर्मिती प्रक्रिया आहे.

उदाहरणे: ड्रॉप फोर्जिंग प्रक्रिया स्पॅनर बनवण्यासाठी वापरली जाते; क्लोज्ड डाय फोर्जिंगचा वापर कनेक्टिंग रॉड्सच्या निर्मितीसाठी केला जातो, ओपन डाय फोर्जिंगचा वापर बोल्टच्या गोल/चौरस/षटकोनी हेड्सच्या उत्पादनासाठी केला जातो.

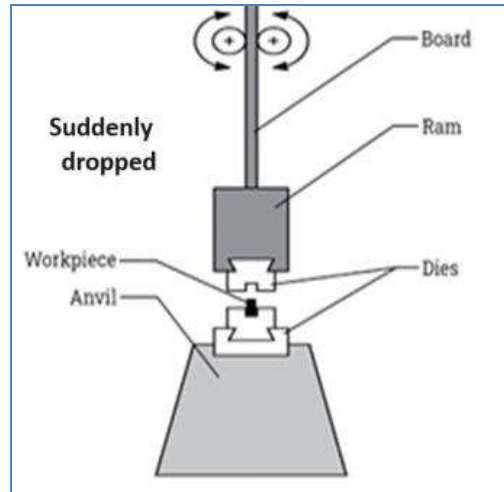


फोर्जिंग प्रक्रियेची उदाहरणे (अ) कनेक्टिंग रॉड (ब) फोर्जिंगसाठी सपाट आकारचे (फ्लॅट) डाय
Fig.4.1.1(b)

फोर्जिंग प्रक्रियेचे प्रकार:

4.1.2 ड्रॉप फोर्जिंग (Drop Forging)

व्याख्या: नाव दर्शविल्याप्रमाणे ड्रॉप फोर्जिंग ही एक प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये जड हातोडा (हॅमर)ला इंप्रेशन डाईजच्या जोडीवर अचानकपणे उंचीवरून सोडला जातो आणि मेटल बार किंवा बिलेट्सला (चौकोनी किंवा गोल लोखंडाचा मोठा तुकडा) कॉम्प्रेस करण्यासाठी आणि क्लिष्ट (Complex) आकारात तयार करण्यासाठी वापरतात.



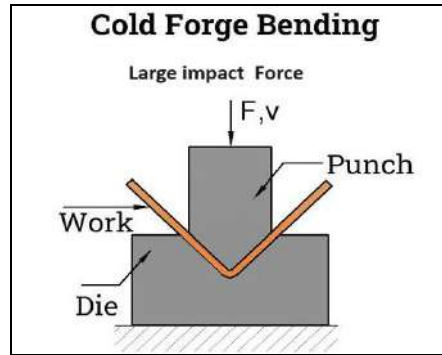
ड्रॉप फोर्जिंग सेट अप
आकृती 4.1.2

इंप्रेशन किंवा डाय कॅव्हिटीला फोर्जिंगचा अंतिम इच्छित आकार प्रदान केला जातो. पॉवर किंवा ड्रॉप हॅमर उपकरणे ड्रॉप फोर्जिंग प्रक्रियेत वापरली जातात. ड्रॉप हॅमरमध्ये वरच्या डायसह जड वजन जोडलेले असते आणि ते यांत्रिक पद्धतीने बेल्ट किंवा साखळी वापरून उचलले जातात आणि प्रभाव (impact force) पाडण्यासाठी अचानक खाली पडतात. जड उत्पादनासाठी हवा किंवा हायड्रॉलिक पद्धतीने चालणारे पॉवर हॅमर वापरले जातात.

4.1.3 कोल्ड फोर्जिंग:

कोल्ड फोर्जिंग खोलीच्या तापमानावर किंवा खोलीच्या तापमानापेक्षा किंचित जास्त धातूचे आकार, डिफॉर्मेशन प्रक्रिया करण्यास मदत करते. कोल्ड फोर्जिंगमध्ये ड्रॉइंग, हेडिंग, कॉइनिंग, पंचिंग आणि थ्रेड रोलिंग यासारख्या विविध ऑपरेशन्सचा समावेश होतो.

अॅल्युमिनियम आणि तांबे यांसारख्या मऊ धातूंना आकार देण्यासाठी कोल्ड फोर्जिंग ही पसंतीची पद्धत आहे. कोल्ड फोर्जिंगच्या फायद्यांमध्ये तयार भागांची (Finished Products) प्रक्रिया कमी करणे, पृष्ठभागाची चांगली गुणवत्ता (surface finish), सुधारित आकार कायम ठेवणे आणि कमी खर्च यांचा समावेश होतो.



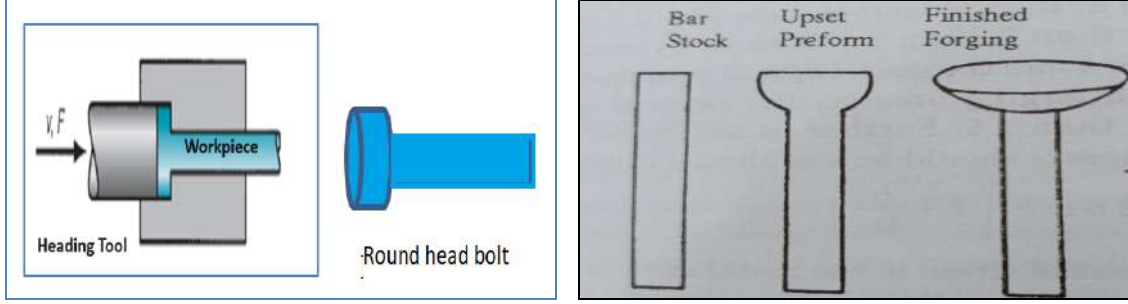
कोल्ड फोर्जिंग (बेंडिंग-Bending)

आकृती 4.1.3

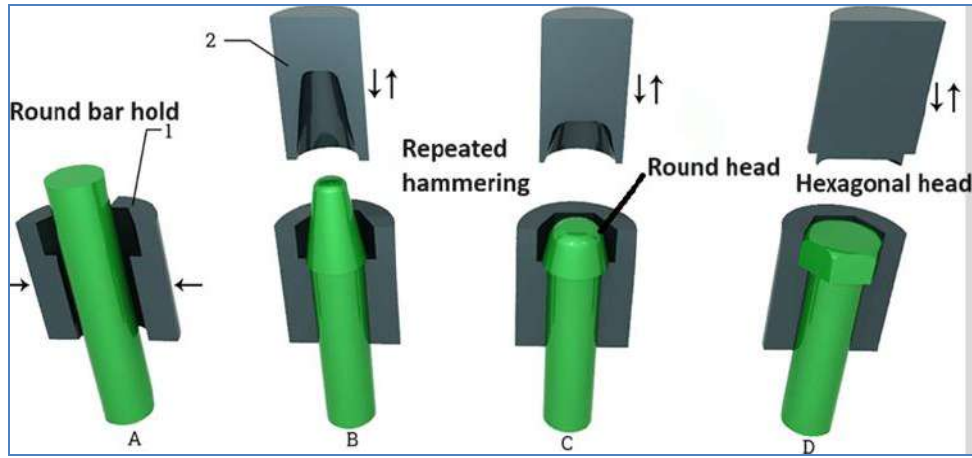
4.1.4 अपसेट फोर्जिंग (Upset Forging):

व्याख्या: वर्कपीसच्या एका टोकाला हॅमरिंग प्रक्रियेद्वारे त्याची लांबी कमी केल्यानंतर त्याची जाडी किंवा व्यास वाढवण्यासाठी हे ऑपरेशन केले जाते. अपसेट फोर्जिंग, ज्याला हेडिंग ऑपरेशन देखील म्हणतात जे गरम किंवा थंड स्थितीत केले जाऊ शकते.

वर्कपीस त्याच्या क्रॉस सेक्शन वाढविण्यासाठी त्याच्या शेवटी टोकावर अपसेट ऑपरेशन केले आहे. हे सामान्यतः सरळ बार वर्कपीसवर पूर्ण केले जाते आणि सामान्यतः खिळे, स्कू, नट आणि बोल्ट तयार करण्यासाठी वापरले जाते. वर्कपीसवर आकार तयार करणे पंच किंवा डार्ईने पूर्ण केले जाऊ शकते. काही प्रकरणांमध्ये, दोन्ही प्रक्रिया आवश्यक आकार प्राप्त करण्यासाठी वापरल्या जातात.



अपसेट फोर्जिंगची संकल्पना



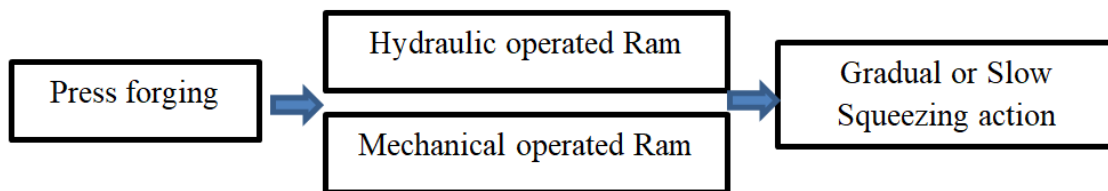
अपसेट फोर्जिंग टप्पे आकृती. 4.1.4

अपसेट फोर्जिंगचे अनुप्रयोग (Applications):

ही प्रक्रिया स्कू, नट, बोल्ट आणि वाल्व्हच्या उत्पादन निर्मितीमध्ये वापरली जाते.

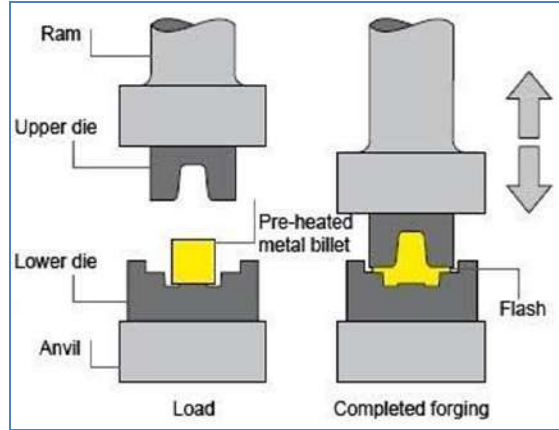
4.1.5(a) प्रेस फोर्जिंग: (Press forging)

व्याख्या: जेव्हा यांत्रिकरित्या किंवा हायड्रॉलिक पॉवरवर चालणाऱ्या रॅमचा वापर डायसह मोठ्या प्रमाणात शक्ती वापरून सामग्रीला (Material) इच्छित माप (Size) आणि आकार (Shape) हळूहळू देण्यासाठी केला जातो तेव्हा त्याला प्रेस फोर्जिंग म्हणतात.



प्रेस फोर्जिंगचा ब्लॉक आकृती (block diagram) आकृती 4.1.5(a)

पॉवर ऑपरेटेड प्रेस मशिनसचा वापर हातोडा न वापरता धातूला आवश्यक दाब देऊन (Squeezing) आकार देण्यासाठी किंवा आघाताचे (hammering) वारंवार वार न करता वापरतात. धातूचा समावेश असलेल्या आकाराच्या डायवर हळूहळू दाब टाकून धातूच्या (Metal)तु कड्याला इच्छित आकार देण्याचे हे तंत्र आहे, त्याला प्रेस फोर्जिंग म्हणतात. याला क्लोज-डाय प्रेस फोर्जिंग असेही म्हणतात. प्रेस फोर्जिंग दरम्यान, मेटल डायने वेढलेला(enclosed)असतो, ज्यावर दबाव येतो. डिफॉर्मेशन डाय (साचा)चा आकार उत्पादनाच्या आकारावर अवलंबून असतो.



प्रेस फोर्जिंग सेट
आकृती 4.1.5(b)

प्रेस फोर्जिंगचे फायदे

1. हळूहळू लागू केलेल्या शक्तीमुळे या प्रक्रियेत वर्कपीसचे पूर्णपणे डिफॉर्मेशन (आकार प्राप्त) होतो.
2. उपलब्ध असलेल्या आकारांनुसार कोणत्याही आकाराचे आणि आकाराचे भाग तयार केले जाऊ शकतात.
3. या प्रक्रियेत स्कॅप (scrap) कमीत कमी आहे.
4. संपूर्ण प्रक्रियेत मितिय (Geometrical) अचूकता अधिक आहे

प्रेस फोर्जिंगचे तोटे(Disadvantages)

1. प्रेस सेटअपची प्रारंभिक किंमत जास्त असते. त्याला हायड्रॉलिक सिस्टमची आवश्यकता असू शकते.
2. हि प्रोसेस किफायतशीर नाही , कारण देखभाल (maintainance) आणि बदली खर्च(replacement) जास्त आहे.

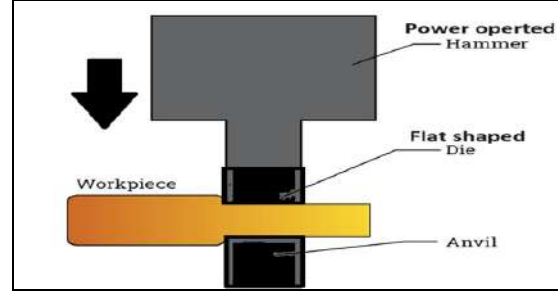
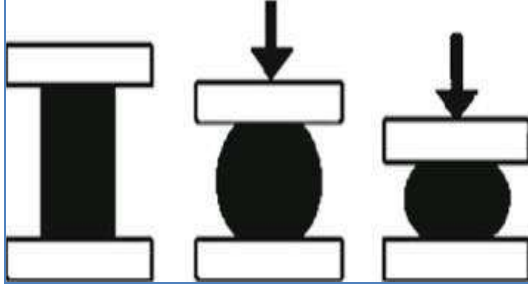
प्रेस फोर्जिंगचे अनुप्रयोग(Applications):

हे नट, बोल्ट, रिवेट्स, स्कू, ब्रेक लीव्हर्स आणि व्हॉल्व्हच्या वस्तुमान (मोठ्या प्रमाणात) उत्पादनात वापरले जाते.

4.1.6 ओपन डाय फोर्जिंग आणि क्लोज्ड डाय फोर्जिंग ऑपरेशन्स

4.1.6.a)ओपन डाय फोर्जिंग व्याख्या: जेव्हा गोल पट्टी किंवा चौकोनी पट्टीचा आकार कमी करणे, अस्वस्थ करणे (एका टोकाला व्यास वाढवणे) अशा साध्या ऑपरेशनसाठी साध्या आकाराचे फ्लॅट डाय आणि पंच वापरले जातात तेव्हा त्याला ओपन डाय फोर्जिंग असे म्हणतात.

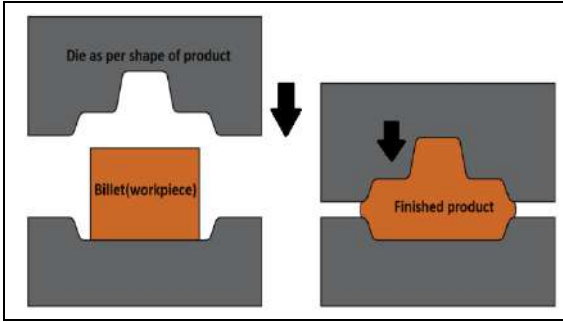
ओपन डाय फोर्जिंग, ज्याला काहीवेळा ड्रॉप फोर्जिंग म्हणून संबोधले जाते, डायमध्ये मेटल सामग्री पूर्णपणे बंद न करता वर्कपीसचे रूपांतर करते. ओपन डाय फोर्जिंग वर्कपीसला डायच्या सहाय्याने हॅमरिंग करून जोपर्यंत वर्कपीस डायचा आकार घेत नाही तोपर्यंत केले जाते. वर्कपीस गरम केला जातो आणि सपाट आकाराच्या डाईजमध्ये ठेवली जाते आणि इच्छित आकार येईपर्यंत हॅमर केला जातो. हे गोल, चौकोनी, षटकोनी, चौकोनी इत्यादी साध्या आकारांसाठी योग्य आहे.



1. फ्लॅट डाय 2. ओपन डाय फोर्जिंगसाठी सेट
आकृती 4.1.6 (a)

4.1.6 (b) क्लोज्ड डाय फोर्जिंग:

व्याख्या: जेव्हा वर्कपीस साठी आवश्यक असलेल्या इम्प्रेशननुसार इच्छित आकाराचा डाय (साचा) वापरला जातो आणि अंतिम माप आणि आकार मिळविण्यासाठी मोठ्या दाबाच्या (force/pressure) अधीन असलेल्या या डाईजच्या जोडीमध्ये धातू (Metal) ठेवला जातो, तेव्हा त्याला क्लोज्ड डाय फोर्जिंग म्हणतात.



(सौजन्य: <https://www.forgedproduct.com/tool-die.>)

क्लोज्ड डाय फोर्जिंगची संकल्पना

आकृती 4.1.6 (b)

हे गिअर ब्लॉक्स, रिंग्ज, फ्लायव्हील्स, डिस्कस् इत्यादी जटिल (Complex) आकाराच्या घटकांसाठी योग्य आहे. क्लोज्ड डाय फोर्जिंग, ज्याला इम्प्रेशन डाय फोर्जिंग असेही म्हणतात आणि ही एक अशी प्रक्रिया आहे जिथे डायचे दोन भाग (वरचे आणि खालचे) वर्कपीस किंवा बिलेट बंद करण्यासाठी एकमेकांकडे जातात. गरम केलेले बिलेट (वर्कपीस) तळाशी असलेल्या डाईमध्ये ठेवलेले असते आणि ते पूर्ण भागाच्या (Component) अंदाजे आकाराचे असते. साचा (डाय) बंद केल्या नंतर फोर्स लावला जातो आणि बिलेटला कॉम्प्रेस करून इच्छित आकार फोर्जिंगने देतो.

इतर प्रकारच्या फोर्जिंगच्या तुलनेत ही प्रक्रिया सुरुवातीला जास्त खर्चिक असते कारण डाय (साचे) विविध आकाराचे असतात परंतु पूर्ण झालेल्या भागांची अचूकता, गुणवत्ता आणि मजबुतीद्वारे गुंतवणूक वसूल केली जाते.

ओपन आणि क्लोज्ड डाय फोर्जिंग फरक

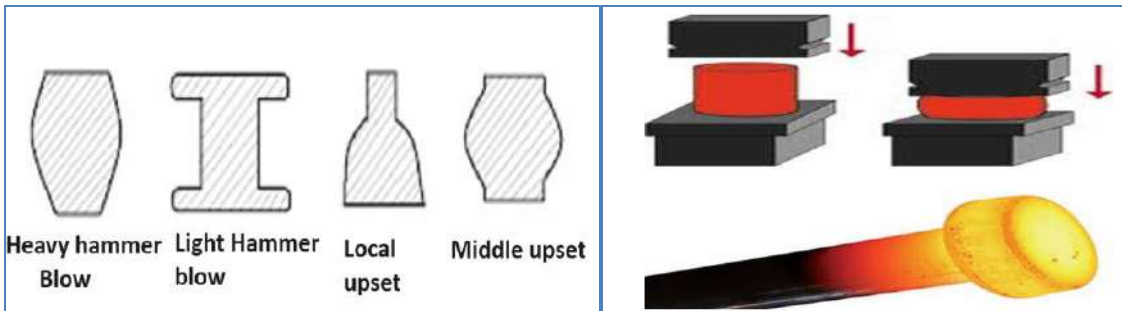
तक्ता 4.1.6 ओपन आणि क्लोज्ड डाय फोर्जिंग फरक

मुद्दा	ओपन डाय फोर्जिंग	क्लोज्ड डाय फोर्जिंग
डायचा प्रकार	साधे आणि सपाट आकाराचे डाय वापरले जातात	डायचा आकार जटील (Complex) आहे आणि उत्पादनाच्या आकारानुसार आवश्यक आहे.
काम करण्याची पद्धत	वर्कपीस आकार घेईपर्यंत वर्कपीसला डायने हातोडा मारून हे केले जाते	अंतिम आकार आणि आकार मिळविण्यासाठी मोठ्या दाबाच्या अधीन असलेल्या आकाराच्या डायजच्या जोडीमध्ये धातू (metal Job) ठेवतात.
जॉबचा आकार	सपाट, गोल, चौरस आणि षटकोनीसारख्या साध्या आकाराच्या जॉब साठी	गीअर ब्लॉक्स, रिंग, फ्लायव्हील्स, डिस्कस इत्यादी जटील (Complex) आकाराच्या जॉब साठी
खर्च (कॉस्ट)	साध्या आकारामुळे ही प्रक्रिया कमी खर्चिक आहे.	डायच्या जटील (Complex) आकारामुळे ही प्रक्रिया सुरुवातीला अधिक महाग असते.

4.1.6 (c) फोर्जिंग ऑपरेशन्स: फोर्जिंग ऑपरेशन्सचे विविध प्रकार खालीलप्रमाणे आहेत:

1. कटिंग ऑपरेशन: कटिंग हे एक फोर्जिंग ऑपरेशन आहे जे जेव्हा धातू कटिंग (वेगळे) करणे आवश्यक असते तेव्हा केले जाते. छिन्नी (chisel) आणि हातोडा वापरून धातू लाल गरम स्थितीत असताना ऑपरेशन केले जाते. ही लांब धातूच्या रॉड्स आणि प्लेट्सची लांबी कमी करण्याची प्रक्रिया आहे; हे थंड किंवा गरम धातू करिता केले जाऊ शकते आणि कटिंग अँगलसह छिन्नी वापरणे आवश्यक आहे. 20 मिमी पेक्षा जाड धातू गरम झाल्यानंतरच कापले पाहिजेत.

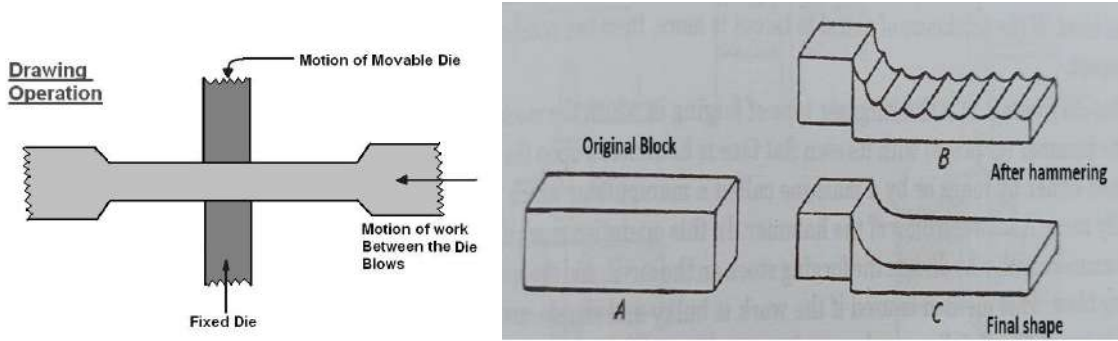
2. अपसेटींग ऑपरेशन:



अपसेटींग प्रकार आणि सेट अप
आकृती 4.1.6(c2)

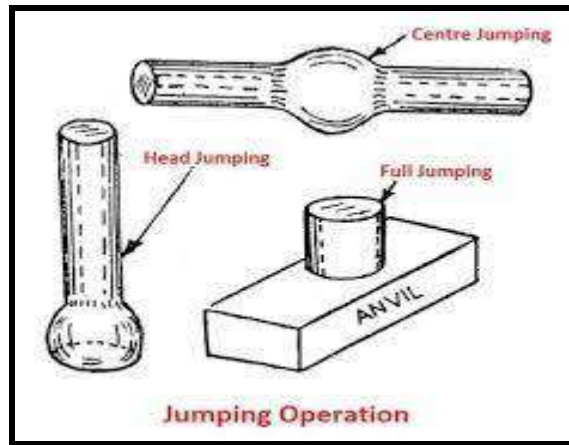
हे ऑपरेशन लांबीच्या विस्तारापेक्षा स्टॉकचे (job) क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र वाढवण्यासाठी वापरतात. लांबी साध्य करण्यासाठी अपसेटींग फोर्सचा वापर लांब अक्षाच्या समांतर दिशेने केला जातो, उदाहरणार्थ: बोल्ट हेड तयार करणे.

3. ड्रॉइंग आउट(Drawing Out) ऑपरेशन: या प्रकारच्या फोर्जिंग ऑपरेशन्स क्रॉस-सेक्शनल एरियामध्ये खेचून आणि ताणून धातूला लांब करण्यासाठी करतात. बल (force) लांबीच्या अक्षावर लंब दिशेने लागू केले जाते. धातूची लांबी वाढवणे याला ड्रॉइंग आउट म्हणतात. हे चित्रात दर्शविले गेले आहे. धातू तापमानात गरम केला जातो आणि हातोडाच्या साहाय्याने एनव्हीलच्या चोचीवर (टोकावर) मारला जातो. या कारणासाठी फुलर देखील वापरला जातो.



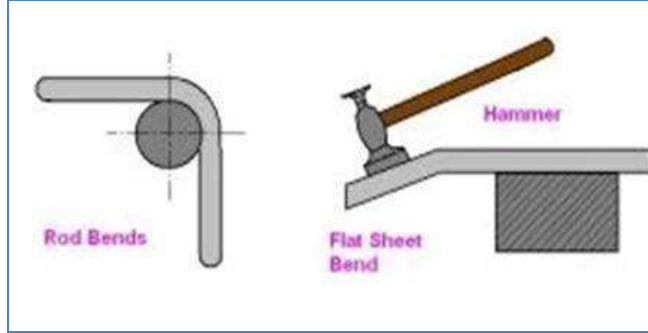
ड्रॉइंग आउट ऑपरेशन , डाउन ड्रॉइंग स्टेप्स
आकृती 4.1.6(c3)

4. जंपिंग ऑपरेशन: जंपिंग हे अपसेटींग सारखे ऑपरेशन आहे. हे धातूला आखूड आणि जाड करण्यासाठी गरम करण्याच्या प्रक्रियेचा संदर्भ देते. या प्रक्रियेद्वारे धातूची लांबी जवळजवळ अर्धी कमी होऊ शकते. यात हेड जंपिंग, सेंटर जंपिंग आणि फुल जंपिंग असे तीन प्रकार आहेत.



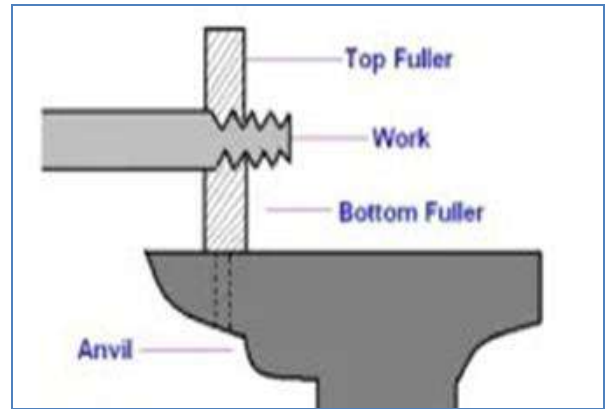
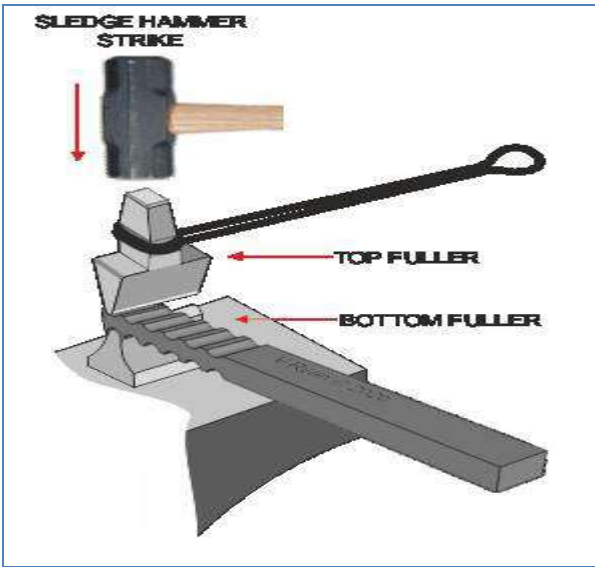
जंपिंग ऑपरेशन प्रकार
आकृती 4.1.6(c4)

5. बेंडिंग ऑपरेशन: बेंडिंग म्हणजे गोल किंवा टोकदार आकारात धातूचा तुकडा वळवणे किंवा वाकवणे. खालील आकृती 4.1.3(c5) हे ऑपरेशन स्पष्ट करतो. ही प्रक्रिया गोल रिंग आणि इतर आकार तयार करण्यासाठी वापरली जाते. बेंडिंग ऑपरेशन हे सर्वात सामान्य आणि सर्वात सोपे फोर्जिंग आहे. हे मेटल रॉड किंवा प्लेटला वळण आकार देण्यासाठी केले जाते.



बेंडिंग ऑपरेशन
आकृती 4.1.6(c5)

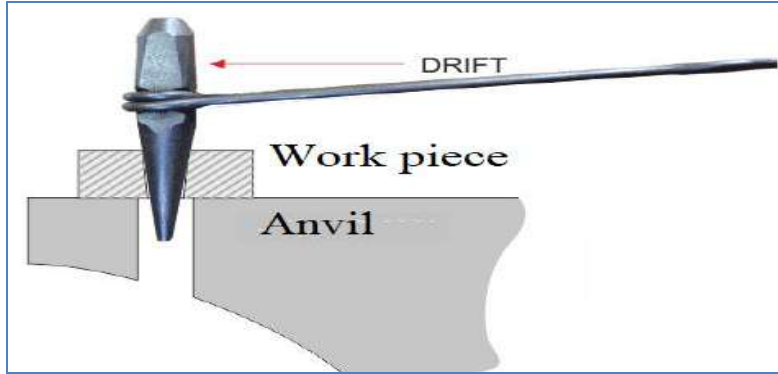
6. फुलरिंग ऑपरेशन: फुलरिंग हे फोर्जिंग ऑपरेशन आहे ज्यामध्ये तळाशी फुलर एका कोनाच्या छिद्रात ठेवून त्यावर गरम केलेला धातू ठेवला जातो, वरचा फिलर नंतर धातूच्या वर ठेवला जातो आणि स्लेजहॅमर वापरून वरच्या फिलरद्वारे जोर लावला जातो. फुलरिंगमध्ये, वर्क पीस डिफॉर्मेशन करण्यासाठी बहिर्वक्र पृष्ठभागांसह ओपन डाय वापरला जातो. याचा परिणाम म्हणजे धातू एका किंवा दोन्ही बाजूने प्रसरण पावतो.



फुलरिंग ऑपरेशन (अ) कोनिकल (निमुळते) आकाराच्या फुलर्सचा वापर (ब) फुलरिंग प्रक्रिया
आकृती 4.1.6 (c6)

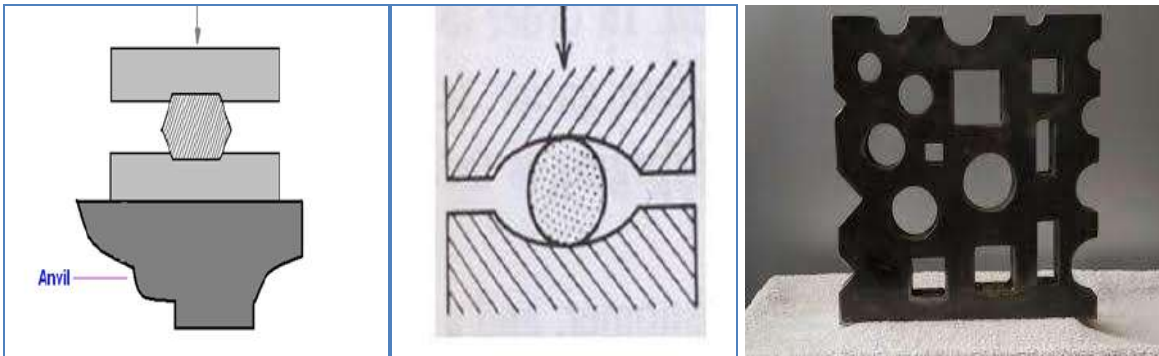
7. एजिंग ऑपरेशन : हे फोर्जिंग ऑपरेशन मेटल प्लेटला इच्छित आकारात आघात करून किंवा दाब देऊन केले जाते. दोन डाय च्या कडांमध्ये वर्कपीस दाबले जाते.

8. पंचिंग किंवा ड्रिफ्टिंग ऑपरेशन: हे फोर्जिंग ऑपरेशन वर्क पीसमध्ये छिद्र निर्माण करण्यासाठी केले जाते. कामाचा तुकडा एका पोकळ दंडगोलाकार डाय वर ठेवला जातो, जेथे छिद्र आवश्यक आहे त्या ठिकाणी पंच ठेवतो. या प्रक्रियेमध्ये, तापलेल्या धातूमध्ये छिद्र तयार करण्यासाठी पंचाचा वापर केला जातो. पंचिंगसाठी हे प्रथम पंच एनव्हील नट इत्यादींच्या छिद्रावर ठेवले जातो, त्यानंतर छिद्र एकतर पंचाने केले जाते किंवा ड्रिफ्टने आधीच केलेले छिद्र रुंद केले जातात.



पंचिंग ऑपरेशन
आकृती 4.1.3 (c8)

9. स्वेजिंग ऑपरेशन: हे फोर्जिंग ऑपरेशन पूर्ण झालेले काम इच्छित मापाप्रमाणे आणि आकारात कमी करण्यासाठी केले जाते, सामान्यतः एकतर गोल किंवा षटकोनी बॉटम स्वेजचा वापर लहान जॉब साठी साठी केला जातो तर मोठ्या जॉब साठी स्वेज ब्लॉकद्वारे केल्या जातात.



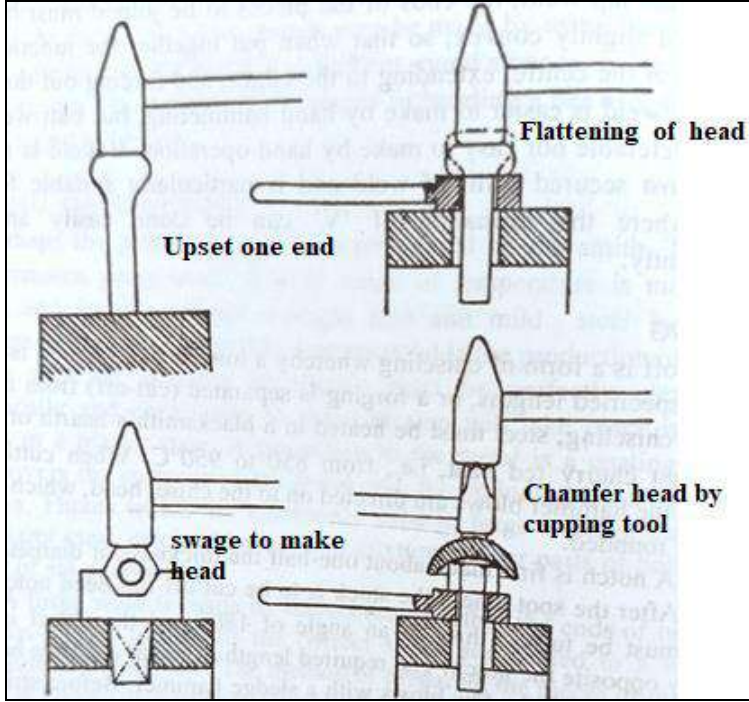
1. षटकोनी b. गोल क. स्वेज ब्लॉक
स्वेजिंग ऑपरेशन

आकृती 4.1.6 (c9)

प्रात्यक्षिक उदाहरण 1. फोर्जिंग प्रक्रियेचा वापर करून बोल्ट हेड बनवणे

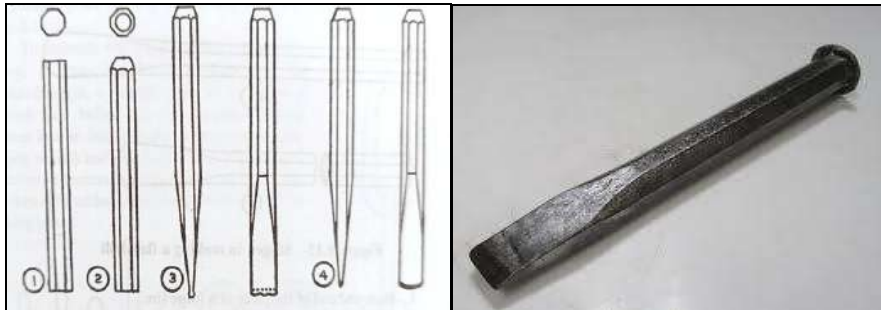
षटकोनी बोल्ट तयार करण्यासाठी खालील पायऱ्या वापरल्या गेल्या. त्यात प्रामुख्याने समावेश होतो

1. डोके बनवण्यासाठी बारचे एक टोक गरम करा.
2. एव्हीलवर जंपिंग किंवा अपसेटींग बारचे टोक करणे
3. हातोडा मारून डोके सपाट करणे
4. डोक्याचा आकार करण्यासाठी स्वेजचा वापर करणे
5. कर्पिंग टूलद्वारे चॅम्फर हेड फोर्ज करा.



बोल्ट हेड बनवणे
आकृती 4.1.6 (प्रात्यक्षिक 1)

प्रात्यक्षिक उदाहरण 2. फोर्जिंग प्रक्रियेचा वापर करून चिझेल (Chisel) बनवणे

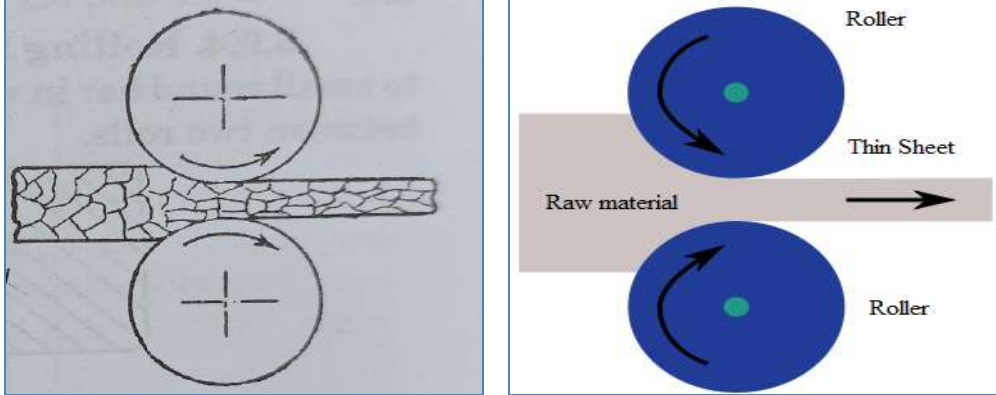


चिझेल (Chisel) बनवणे
आकृती 4.1.6 (प्रात्यक्षिक 2)

चिझेल (Chisel) तयार करण्यासाठी खालील पायऱ्या वापरल्या गेल्या. यात प्रामुख्याने 1. अष्टकोनी स्टील बारचे एक टोक गरम करा 2. डोक्यावर फोर्ज चॅम्फर करा 3. दुसरे टोक सपाट टेपरपर्यंत गरम करा 4. छिन्नी (चिझेल) हातोडा अरुंद बाजूंना समांतर करण्यासाठी वळवा 5. हिट ट्रीटमेंट आणि ग्राइंडिंग करा.

4.2 रोलिंग: रोलिंग, हॉट आणि कोल्ड रोलिंग आणि अलिकेशनस, रोलिंग मिलचे तत्त्व (Principle).

4.2.1 रोलिंग: परिचय: रोलिंग ही धातूची डिफॉर्मेशन प्रक्रिया आहे जी धातू तयार करण्याच्या प्रक्रियेत मोठ्या प्रमाणात वापरली जाते. ह्या प्रोसेस दरम्यान मेटल स्ट्रीप दोन रोलर्स मधून पुढे ढकलली जाते. ही प्रक्रिया सामान्यतः सपाट पत्रे, बार आणि इतर आकार तयार करण्यासाठी वापरली जाते. रोलिंग ही एक प्रक्रिया आहे जी मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते आणि उत्पादन दर खूप जास्त आहे.



रोलिंग प्रक्रियेची संकल्पना

आकृती 4.2.1

रोलिंग प्रक्रियेची व्याख्या: रोलिंगची व्याख्या धातू तयार करण्याची प्रक्रिया म्हणून केली जाते जिथे धातूची पट्टी दोन किंवा अनेक रोलर्सने दाबून पुढे ढकलली जाते त्यामुळे एकसमान जाडीची शीट तयार केली जाते.

रोलिंग प्रक्रियेचे कार्यतत्त्व (Working Principle):

रोलिंग प्रक्रिया ही एक धातू बनवण्याची प्रक्रिया आहे, ज्यामध्ये एकसमान जाडी कमी करण्यासाठी आणि राखण्यासाठी रोलर्सच्या एक किंवा अधिक जोड्यांमधून सामग्रीचा (metal) साठा पास केला जातो. ही प्रक्रिया प्रामुख्याने धातूचा मोठा भाग (Ingot) किंवा धातूच्या (metal) क्रॉस-सेक्शनवर केंद्रित असते. या प्रक्रियेचा वापर करून, रोलर्सच्या गॅप मधील जागा कमी करून धातूची पट्टी दाबून पुढे ढकलली जाते. या क्रिया द्वारे मेटल वर्क पीसची जाडी कमी करू शकतो. दोन रोलमधील अंतर तयार करावयाच्या सामग्रीच्या (metal) वर्क पीसच्या जाडीपेक्षा लहान असावे. जेव्हा धातूचा तुकडा रोलर्समध्ये ठेवला जातो तेव्हा रोलर्समधून घर्षण आणि कॉम्प्रेसनच्या शक्तींचा अनुभव येतो ज्यामुळे तो पातळ आणि वाढलेला किंवा त्याच्या मूळ लांबीपेक्षा जास्त लांब होतो. रोलिंग प्रक्रिया प्रामुख्याने रुंदी ना बदलता वर्कपीस ची लांबी आणि जाडी (थिकनेस) कमी करते.

4.2.2 रोलिंग प्रक्रियेचे प्रकार: प्रक्रियेचे दोन मुख्य प्रकार आहेत.

हॉट रोलिंग प्रक्रिया: री-क्रिस्टलायझेशन तापमानाच्या वर पट्टी गरम केल्यानंतर जर कमी जाडीची पातळ पट्टी तयार केली गेली गेली तर त्याला हॉट रोल्ड असे म्हणतात. गरम रोलिंग प्रक्रियेत, धातूला त्याच्या इष्ट तापमानापर्यंत गरम केले जाते. जेव्हा धातू योग्य प्रकारे गरम केले जाते तेव्हा योग्य आकार प्राप्त करण्यासाठी एक किंवा अधिक रोलिंग मिल्समधून धातू पास केली जाते. मेटल रिक्रिस्टलायझेशन तापमानाच्या वर गरम केले जाते. गरम कार्य प्रक्रियेत, धातू उष्णतेमुळे मेटलच्या अंतर्गत अणुरचना (molecular structure) रचना बदलते.

कोल्ड रोलिंग प्रक्रिया: जर खोलीच्या तपमानावर रोलिंग केले असेल तर त्याला कोल्ड रोल्ड असे म्हणतात. कोल्ड रोलिंग प्रक्रिया धातूच्या रीक्रिस्टलायझेशन तापमानाच्या खाली केली जाते. या प्रक्रियेत, रोलर्समधून धातू पास करण्यासाठी हॉट रोल्ड प्रक्रियेपेक्षा बलाची (force) आवश्यकता जास्त असते. ही प्रक्रिया पृष्ठभागाची चांगली चकाकी (Surface finish) देते.

4.2.3 हॉट रोलिंग आणि कोल्ड रोलिंगमधील फरक

तक्ता 4.2.3 हॉट रोलिंग आणि कोल्ड रोलिंगमधील फरक

मुद्दा	हॉट रोलिंग	कोल्ड रोलिंग
तापमान	मेटलच्या री-क्रिस्टलायझेशन तापमानाच्या वर पट्टी गरम केल्यानंतर हॉट रोलिंग केले जाते.	धातू खोलीच्या तापमानावर (पुनर्क्रियीकरण तापमानाच्या खाली) धातूचे रोलिंग केले जाते.
रोल मधील घर्षण	रोल आणि स्टॉकमधील घर्षण जास्त असते.	रोल आणि स्टॉकमधील घर्षण कमी असते.
क्रॉस-सेक्शनल एरियामध्ये घट	क्रॉस-सेक्शनल एरियामध्ये मोठी घट शक्य आहे कारण सामग्री (material) गरम झाल्यानंतर मऊ होते.	खोलीच्या तपमानावर सामग्री (material) खूप टणक (Hard) असल्याने मोठ्या प्रमाणात क्रॉस-सेक्शन कमी करणे शक्य नाही.
अचूकता	थर्मल डिफॉर्मेशन मुळे क्लोज डायमेंशनल टॉलरन्स मिळू शकत नाहीत.	वर्कपीस अचूक सेक्शन मापात तयार होऊ शकतात.
उत्पादन जाडी	खूप पातळ (Thin) पट्टी प्राप्त होते.	0.02 मिमी पर्यंत अल्युमिनियम फॉइल बनवता येतात.
पृष्ठभाग चकाकी	पृष्ठभाग वर स्केल (थरसाचून) खराब पृष्ठभाग दिसतो.	गुळगुळीत आणि ऑक्साईड मुक्त पृष्ठभाग मिळू शकतो.
रोलचा आकार	रोल त्रिज्या मोठी असते.	रोल त्रिज्या लहान असते.

4.2.4 रोलिंग मिल्सचे प्रकार:

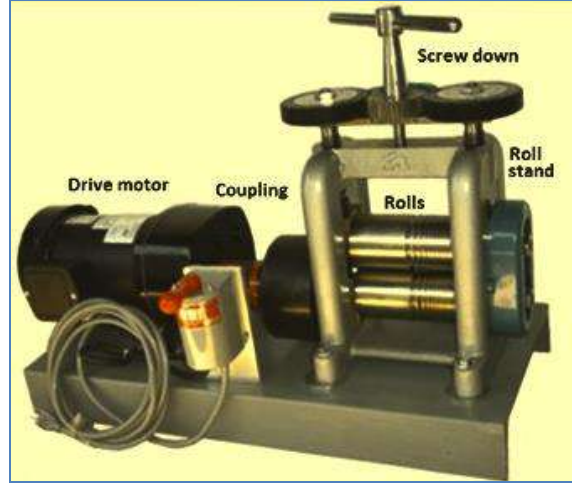
रोलिंग मिलच्या सर्वात सोप्या स्वरूपात, रोलिंग मिलमध्ये स्कू खाली असलेल्या मिल स्टॅंडमध्ये दोन फिरणारे रोल असतात. रोल करायच्या कामाचा तुकडा (Workpiece) इच्छित आकार मिळविण्यासाठी फिरत्या रोलमधून जातो

रोलिंग मिल्सची रचना वेगवेगळ्या प्रकारच्या रोल कॉन्फिगरेशनने केली जाते आणि म्हणून रोलिंग मिल्सचे वर्गीकरण रोल कॉन्फिगरेशनच्या आधारे केले जाते.

रोलिंग मिल्स पाच प्रकारच्या आहेत, ज्या सामान्यतः रोलिंग मेटलसाठी वापरल्या जातात:

- ट्र हाय रोलिंग मिल्स
- थ्री हाय रोलिंग मिल्स
- फोर हाय रोलिंग मिल
- टँडम रोलिंग मिल्स

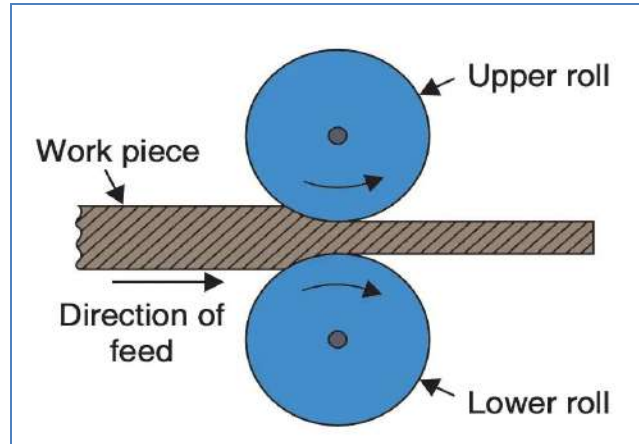
5. क्लस्टर रोलिंग मिल्स



रोलिंग मिल
आकृती 4.2.4

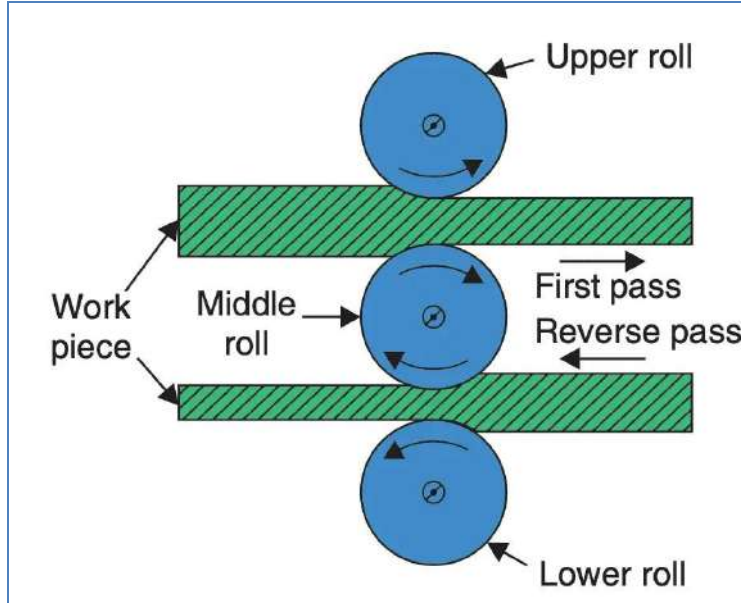
4.2.4(a). टू हाय रोलिंग मिल्स: या कॉन्फिगरेशनमध्ये, दोन आडवे जमिनीला समांतर रोल बसविले (माउंट) केलेले असतात. रोलिंग मिल मोटर दोन्ही रोल चालवते (वर आणि खालच्या). या प्रकारच्या मिलमध्ये, दोन्ही रोलर्स समायोज्य (Adjustable) असतात. त्या दोन रोलर्सचे रोटेशन दोन विरुद्ध दिशेने केले जाते. धातू दोन रोलर्समधून जातो जे एकाच वेगाने फिरतात परंतु ते विरुद्ध दिशेने फिरतात. रोलर्स रोटेशनच्या दिशेनुसार, मिल एकतर नॉन-रिव्हर्सिंग (युनिडायरेक्शनल) मिल किंवा रिव्हर्सिंग मिल असू शकते.

अनुप्रयोग(Applications): हे स्लॅबिंग, प्लॅबिंग, रेल्वे, प्लेट रफिंग काम आणि इतर अनेक क्षेत्रांमध्ये वापरले जाते. रिव्हर्सिबल ड्राईव्हची गरज असल्याने ही मिल इतरांच्या तुलनेत स्वस्त आहे.



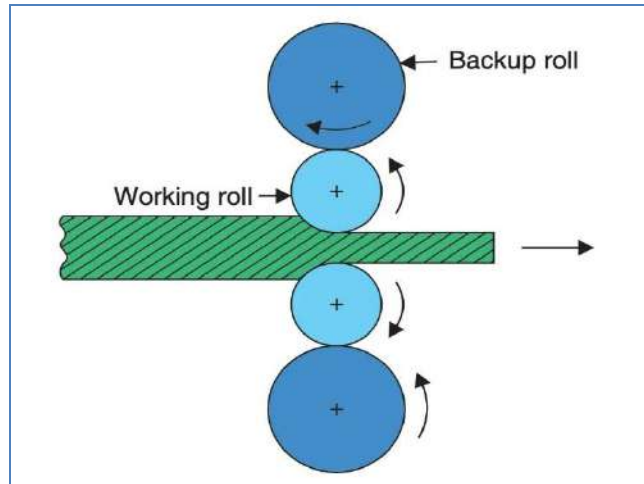
टू हाय रोलिंग मिल
आकृती 4.2.4(b)

4.2.4(b). श्री हाय रोलिंग मिल्स: या मिलमध्ये तीन रोल एकमेकांना समांतर उभे असतात. रोल उलट दिशेने फिरत आहेत. या मिलमध्ये, पहिल्या आणि दुसऱ्या रोलच्या दरम्यान, सामग्री (material) पास होते. जर दुसरा रोल एका दिशेने फिरला तर खालचा रोल दुसऱ्या दिशेने फिरतो. कामाचा तुकडा (workpiece) तळाशी आणि मध्यवर्ती रोलच्या दरम्यान एका दिशेने आणि नंतर मध्यवर्ती आणि वरच्या रोलमध्ये विरुद्ध दिशेने आणला जातो. श्री हाय-रोलिंग मिल्समध्ये सामग्री (material) पुढे आणली जाते आणि परत येते. सामग्रीची जाडी कमी होते. या मिलचा फायदा असा आहे की पहिल्या आणि दुसऱ्या रोलमध्ये कामाचे साहित्य एका दिशेने दिले जाऊ शकते आणि रिटर्न पास दुसऱ्या आणि तिसऱ्या रोलमध्ये दिले जाऊ शकते.



श्री हाय रोलिंग मिल
आकृती 4.2.4(b)

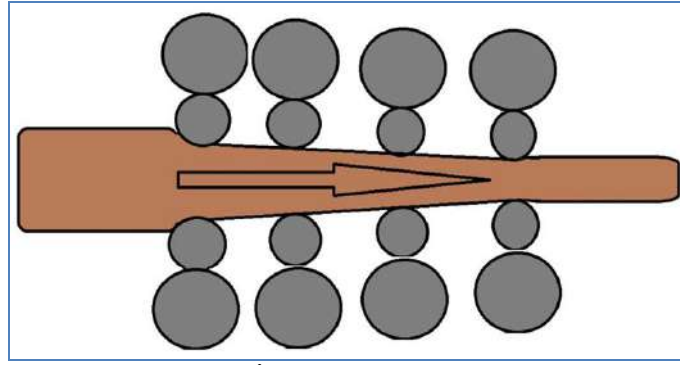
4.2.4(c) फोर हाय रोलिंग मिल्स:



फोर हाय रोलिंग मिल
आकृती 4.2.4(c)

वरील आकृतीमध्ये दाखवल्याप्रमाणे, या मिल्स मध्ये दोन लहान व्यासाचे आणि दोन जास्त व्यासाचे मोठे असे चार आडवे रोल असतात. मोठ्या रोलला बॅकअप रोल म्हणतात. लहान रोल हे कार्यरत रोल्स(working Roll) असतात, परंतु बॅकअप रोल नसतील तर, स्टँडमधील रोलच्या विक्षेपणामुळे(डिफ्लेक्शन), रोल केलेले साहित्य (metal strip) मध्यभागी जाड आणि दोन्ही टोकांना पातळ होईल. बॅकअप रोल्स कार्यरत रोल्स (working roll) यांना दाबून ठेवतात(आधार देतात) आणि सामग्री(material) रोल केली जात असताना विक्षेपण (डिफ्लेक्शन) प्रतिबंधित करतात. या मिल्सची नेहमीची उत्पादने म्हणजे गरम आणि कोल्ड-रोल्ड प्लेट्स आणि शीट्स.

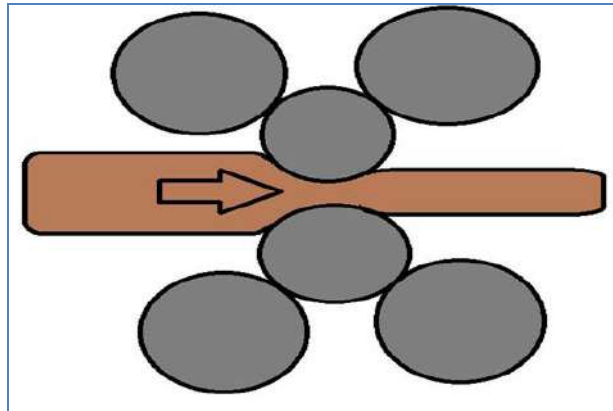
4.2.4(d) टँडम रोलिंग मिल्स: या प्रकारच्या रोलिंग मिलमध्ये, समांतर सररेखना(Alignment)मध्ये रोलचे दोन किंवा अधिक संच असतात. ते सतत मटेरीअल पास होण्यास मदत करते आणि जाडी कमी करून ते एकसमान बनवते.



टँडम रोलिंग मिल

आकृती 4.2.4(d)

4.2.4(e). क्लस्टर रोलिंग मिल्स: या प्रकारच्या रोलिंग मिलमध्ये, दोन मूलभूत रोल दोन किंवा अधिक मोठे रोल्सद्वारे आधार देणारे (Back up or supported) असतात. हे बॅक-अप रोल्स स्ट्रिपला जोरदारपणे दाबण्यासाठी मूलभूत रोलसना अधिक दाब देतात. यात लहान व्यासाचे दोन कार्यरत (working) रोल आणि चार किंवा अधिक बॅकिंग रोल असतात. यामिलचा वापर स्टेनलेस स्टील आणि पातळ गेजच्या इतर उच्च ताकदीच्या स्टील शीटसाठी केला जातो.



क्लस्टर रोलिंग मिल

आकृती 4.2.4(e)

4.2.5 रोलिंग प्रक्रियेचे अनुप्रयोग(Applications)

- रोलिंग प्रक्रिया विविध औद्योगिक अनुप्रयोगांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते, जसे की: बांधकाम जगतात, कोल्ड रोल्ड स्टीलचा वापर सामान्यतः बीम, स्ट्रक्चर्स, कॉलम आणि सेक्शन यांसारख्या रचना तयार करण्यासाठी केला जातो.
- हे स्टील शेड, औद्योगिक इमारती आणि गॅरेजच्या बांधकामात देखील वापरले जाते शाफ्ट, रॉड्स, ट्यूब्स, एक्सल आणि स्पिंडल्सचे उत्पादन. I, L आणि चॅनल क्रॉस-सेक्शनसह तुकडे तयार करणे. गिअर ब्लॅक्स पासून गिअर उत्पादन.
- थ्रेड केलेले भाग, बोल्ट आणि स्कूसाठी थ्रेड रोलिंग. रिंग रोलिंगद्वारे बियरिंग्ज आणि टर्बाइन रिंग्जचे उत्पादन. मेटल शीट्स, प्लेट्स आणि पॅनल्सचे उत्पादन.

4.2.6 रोलिंग आणि फोर्जिंगमधील फरक

तक्ता 4.2.6 रोलिंग आणि फोर्जिंगमधील फरक

मुद्दा	रोलिंग	फोर्जिंग
तत्त्व	एकसमान जाडी कमी करण्यासाठी आणि राखण्यासाठी सामग्रीचा स्टॉक रोलर्सच्या एक किंवा अधिक जोड्यांमधून पार केला जातो	सामान्यतः मोठ्या हॅमर किंवा पॉवर ऑपरेटेड प्रेस मशीन्स वापरून धातू गरम करून आणि आवश्यक आकार आणि आकारात हॅमरिंग करून तयार करणे
सेट उपचा वापर	यात कठोर(Rigid) स्टँडसह आरोहित (mounted) रोलर्स असतात	यात डाय, पंच आणि प्रेस मशीनचा संच असतो.
गुणधर्म	रोलिंगच्या तुलनेत उत्पादन कमी मजबूत आहे. अल्युमिनियम, कूपर, सौम्य पोलाद इत्यादीसारख्या लवचिक पदार्थांच्या पातळ पत्र्या बनवण्यासाठी ते योग्य आहे	रोलिंगच्या तुलनेत उत्पादन अधिक मजबूत आहे अर्ज. सामग्रीचा कमी स्ट्रॅप असलेल्या जटिल (Complex) आकाराच्या उत्पादनांच्या निर्मितीसाठी हे योग्य आहे
खर्च	कमी पार्ट्स असल्याने सेटअपमुळे रोलिंगची किंमत कमी आहे.	भट्टीसह आवश्यक मोठ्या प्रेस मशीन रोलिंगची किंमत मुळे फोर्जिंगची किंमत जास्त आहे

4.3 प्रेस टूलः,प्रेस, प्रेस टूल, साधे, प्रोग्रेसिव्ह आणि फॉर्मिंग डाय आणि ऑप्लिकेशन्स

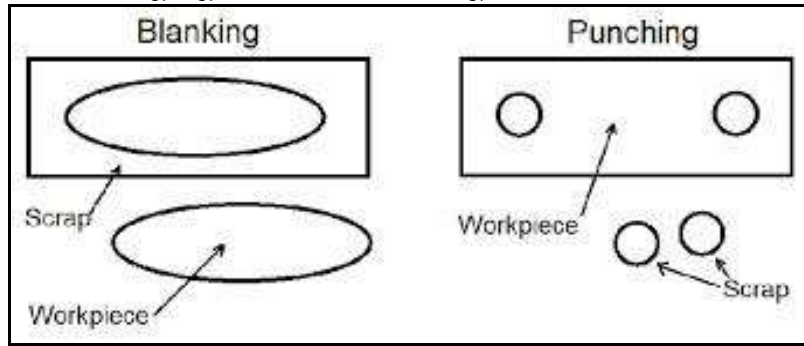
4.3.1 परिचय: प्रेसच्या कामासाठी वापरल्या जाणाऱ्या मशीनला प्रेस म्हणतात. प्रेस वर्किंग ऑपरेशन्स, ज्याला शीट मेटल ऑपरेशन्स देखील म्हणतात; इच्छित आकार प्राप्त करण्यासाठी प्रक्रियांची मालिका(series of operations) मेटल शीटवर केली जाते. शीट मेटल इंडस्ट्रीमध्ये ही ऑपरेशन्स महत्त्वपूर्ण आहेत आणि मेटल शीट तयार करण्यासाठी आणि हाताळण्यासाठी विविध तंत्रांचा समावेश आहे.

4.3.2 प्रेस वर्किंग ऑपरेशन्सचे प्रकार

प्रेस वर्किंग ऑपरेशन्स, ज्यांना शीट मेटल ऑपरेशन्स देखील म्हणतात, मेटल शीट्सला आकार देण्यासाठी विविध तंत्रांचा समावेश करतात. या ऑपरेशन्सचे स्थूलमानाने दोन वर्गांमध्ये विभाजन केले आहे: शीट मेटल कटिंग ऑपरेशन्स शीट मेटल फॉर्मिंग ऑपरेशन्स

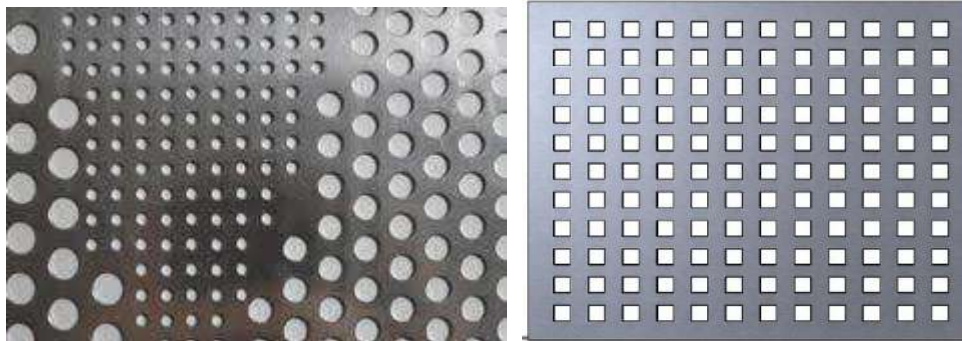
a. पंचिंग(Punching) ऑपरेशन: पंचिंग हे शीट मेटल कटिंगचे मूलभूत ऑपरेशन आहे ज्यामध्ये मेकॅनिकल किंवा हायड्रॉलिक प्रेसचा वापर करून धातूच्या शीटमध्ये छिद्र किंवा इतर भौमितिक आकार तयार करणे समाविष्ट आहे. यात पंच चालवून वेगवेगळ्या आकार आणि आकारांमध्ये छिद्र आणि कटआउट्स तयार करण्यासाठी कातरणे बल (shearing force) वापरणे समाविष्ट आहे. मेटल शीटद्वारे अचूक कटआउटसह जॉब/ कंपोनेंट (component) तयार करण्यासाठी ही प्रक्रिया उत्पादन, ऑटोमोटिव्ह, एरोस्पेस आणि इलेक्ट्रॉनिक्ससह विविध उद्योगांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते.

b. ब्लँकिंग(Blanking) ऑपरेशन: शीट मेटल तयार करणे आणि उत्पादन प्रक्रियेमध्ये ब्लँकिंग हे एक सामान्य (common) ऑपरेशन आहे. शीट मेटल स्टॉकपासून सपाट भाग तयार करण्यासाठी ही एक कटिंग प्रक्रिया आहे. प्रक्रियेमध्ये सामग्रीच्या मोठ्या शीटमधून इच्छित आकार किंवा प्रोफाइल कापून घेणे समाविष्ट आहे. प्रक्रियेमध्ये शीट मेटलमधून पूर्व-परिभाषित भाग काढून टाकणे समाविष्ट आहे.



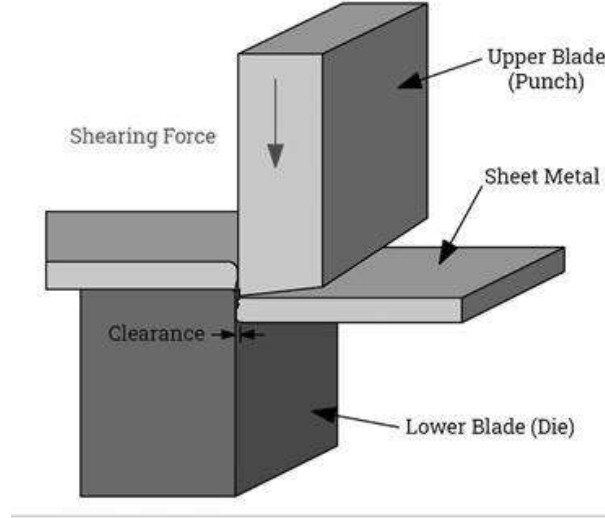
ब्लँकिंग ऑपरेशन
आकृती 4.3.2(b)

(c) अनेक छिद्र पाडण्याचे (Perforating) ऑपरेशन: अनेक छिद्र पाडणे ही शीट मेटल तयार करण्याची प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये धातूच्या शीटमध्ये छिद्र किंवा छिद्र तयार करणे समाविष्ट असते. हे छिद्र वायुवीजन, सजावट, ड्रेनेज किंवा असेंब्ली सुलभ करणे यासारख्या विविध उद्देशांसाठी काम करू शकतात. छिद्र पाडण्याची प्रक्रिया सामान्यतः ऑटोमोटिव्ह, बांधकाम, इलेक्ट्रॉनिक्स आणि उत्पादन यांसारख्या उद्योगांमध्ये वापरली जाते. थोडक्यात, यात कमीत कमी साहित्याचा अपव्यय असलेल्या पॅटर्नमध्ये छिद्र पाडणे किंवा स्टॅम्पिंग स्लॉट किंवा छिद्रे यांचा समावेश होतो.



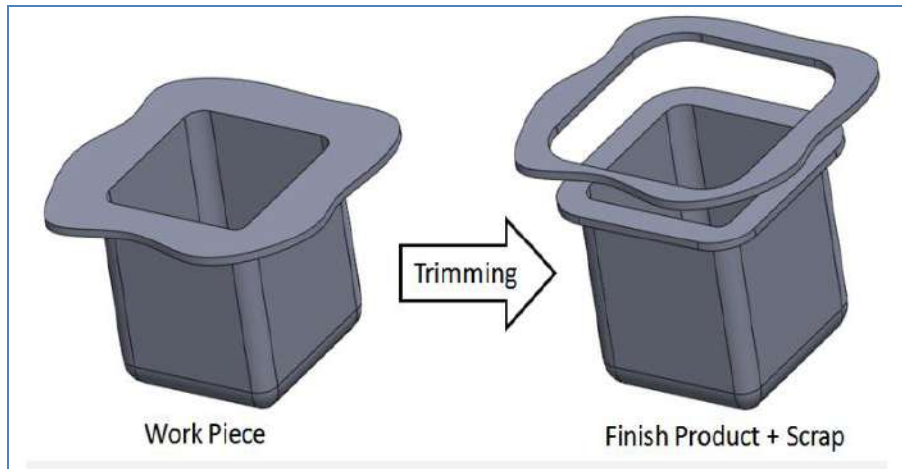
छिद्र पाडण्याचे ऑपरेशन a. गोलाकार छिद्रे b. चौरस छिद्र
आकृती 4.3.2(c)

d. शियरिंग (Shearing) ऑपरेशन: शियरिंग ही शीट मेटल बनवण्याची मूलभूत प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये शीट मेटलला सरळ रेषेत कापणे किंवा ट्रिम करणे समाविष्ट आहे. या प्रक्रियेचा उपयोग शीट मेटलच्या मोठ्या तुकड्याला लहान विभागांमध्ये वेगळे करण्यासाठी, इच्छित आकार आणि आकार तयार करण्यासाठी केला जातो. उत्पादन, ऑटोमोटिव्ह, एरोस्पेस, बांधकाम आणि बरेच काही यासह विविध उद्योगांमध्ये कातरणे सामान्यतः वापरली जाते.



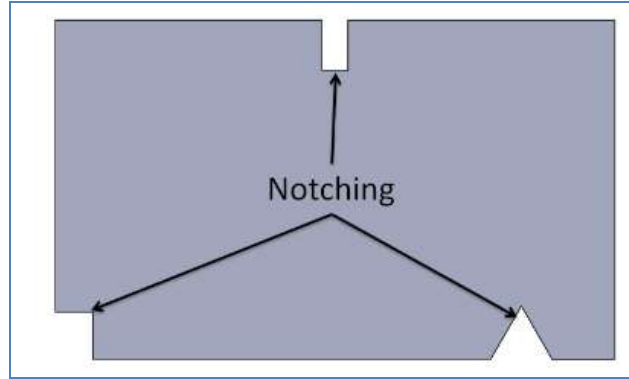
शियरिंग ऑपरेशन
आकृती 4.3.2(d)

e. ट्रिमिंग (Trimming) ऑपरेशन : ट्रिमिंग ही शीट मेटल बनवण्याची प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये स्टॅम्पिंग, पंचिंग किंवा डीप ड्रॉइंग यांसारख्या दुसऱ्या फॉर्मिंग ऑपरेशनमधून गेलेल्या भागातून, बहुतेक वेळा फ्लॅश, बर्स किंवा नको असलेल्या कडांच्या स्वरूपात जादा सामग्री काढून टाकणे समाविष्ट असते. ट्रिमिंग हे सुनिश्चित करते. अंतिम भाग आवश्यक परिमाणे, सहनशीलता आणि पृष्ठभागाची गुणवत्ता पूर्ण करतो. शीट मेटल घटकाची इच्छित कार्यात्मक आणि सौंदर्यात्मक वैशिष्ट्ये साध्य करण्यासाठी हे एक महत्वाचे पाऊल आहे.



ट्रिमिंग ऑपरेशन
आकृती 4.3.2(e)

f. नॉचिंग (Notching) ऑपरेशन : नॉचिंग हे शीट मेटल फॉर्मिंग ऑपरेशन आहे ज्यामध्ये विशिष्ट आकार किंवा प्रोफाइल तयार करण्यासाठी शीट मेटल वर्क पीसचा काही भाग कापला जातो. या प्रक्रियेचा वापर सामान्यतः शीट मेटल नंतरच्या फॉर्मिंग ऑपरेशन्ससाठी तयार करण्यासाठी किंवा सामग्रीमध्ये छिद्र, स्लॉट किंवा अनियमित आकार यासारखी वैशिष्ट्ये तयार करण्यासाठी केला जातो.



नॉचिंग ऑपरेशन
आकृती 4.3.2(f)

g. स्लिटिंग (Slitting) ऑपरेशन: शीट मेटल फॉर्मिंगमध्ये स्लिटिंग ऑपरेशन ही एक प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये सामग्रीची विस्तृत शीट अरुंद पट्ट्यांमध्ये कापली जाते. हे ऑपरेशन सामान्यतः उत्पादन, बांधकाम, ऑटोमोटिव्ह आणि बरेच काही यासारख्या उद्योगांमध्ये वापरले जाते, जेथे विविध अनुप्रयोगांसाठी शीट मेटलच्या अरुंद पट्ट्या आवश्यक असतात. स्टील, अ‍ॅल्युमिनियम आणि तांबे यांसारख्या धातूंसह विविध सामग्रीवर स्लिटिंग केले जाऊ शकते.

4.3.3 प्रेस टूल:

प्रेस टूल किंवा प्रेस मशीनमध्ये मुख्यतः पंच आणि आवश्यक उत्पादनाच्या आकारानुसार डाय वापरले जाते. शीट मेटल उत्पादनांचा/घटकांचा इच्छित मापानुसार आणि आकार तयार करण्यासाठी पंचला फोर्स देऊन डायमध्ये दाब देऊन केला जातो. मोठ्या प्रमाणात शीट मेटल घटक(Component) तयार करण्यासाठी प्रेस टूलसचा वापर सामान्यतः हायड्रॉलिक, एअर प्रेशर आणि यांत्रिक दाबांमध्ये केला जातो. सामान्यपणे प्रेस टूलसचे वर्गीकरण टूल वापरून केलेल्या ऑपरेशनच्या प्रकारानुसार केले जाते, जसे की ब्लॉकिंग, पिअर्सिंग, बेंडिंग, फॉर्मिंग, फोर्जिंग, ट्रिमिंग इ.

4.3.3(a) साधे, प्रोग्रेसिव्ह आणि फॉर्मिंग डाय संकल्पना

डाय हे एक विशिष्ट साधन आहे जे विविध उद्योगांमध्ये धातू, प्लास्टिक आणि कागद यांसारख्या वस्तू कापण्यासाठी, आकार देण्यासाठी किंवा तयार करण्यासाठी वापरले जाते. उत्पादन, क्राफ्टिंग किंवा डिझाइनमध्ये गुंतलेल्यांसाठी विविध प्रकारचे डाय समजून घेणे आवश्यक आहे, कारण ते अचूक घटक आणि उत्पादने तयार करण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात. डाय हे एक मशीन टूल आहे जे सामान्यतः धातूला इच्छित आकारात कापून तयार करण्यासाठी वापरण्यात येते. पाईप्स आणि गोल रॉड्स सारख्या वस्तूवर बाह्य थ्रेड्स तयार करणे. थ्रेड्सची सुरुवात सुलभ करण्यासाठी डायजची रचना एका बाजूला चेम्फर्ड कडांनी केली जाते. डाय स्टॉक्स, सामान्यतः मॅन्युअली चालवले जातात, हे हाय-कार्बन स्टील, हाय-स्पीड स्टील आणि अ‍ॅलॉय स्टील सारख्या सामग्रीपासून बनवले जातात आणि ते वर्तुळाकार आणि चौरस

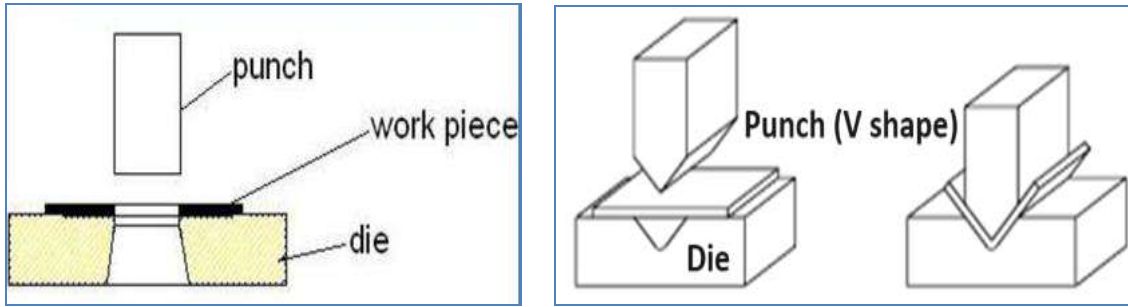
अशा दोन्ही आकारात येतात. त्यांच्या विशिष्ट अ‍ॅप्लिकेशन्सच्या आधारावर डायजचे वर्गीकरण केले जाते, ज्यामध्ये स्टॅम्पिंग डायजचा समावेश आहे. प्रेस वर्क, मोल्डिंग प्रक्रियेसाठी कास्टिंगडाय आणि वायर उत्पादनासाठी ड्रॉइंगडाय.

डायचे विविध प्रकार:

शीट मेटल ऑपरेशन्समध्ये वापरल्या जाणाऱ्या विविध प्रकारचे डाय खालीलप्रमाणे आहेत:

- साधे डाय
- कंपाऊंड डाय
- प्रोग्रेसिव्ह डाय
- ट्रान्सफर डाय
- कॉम्बिनेशन डाय

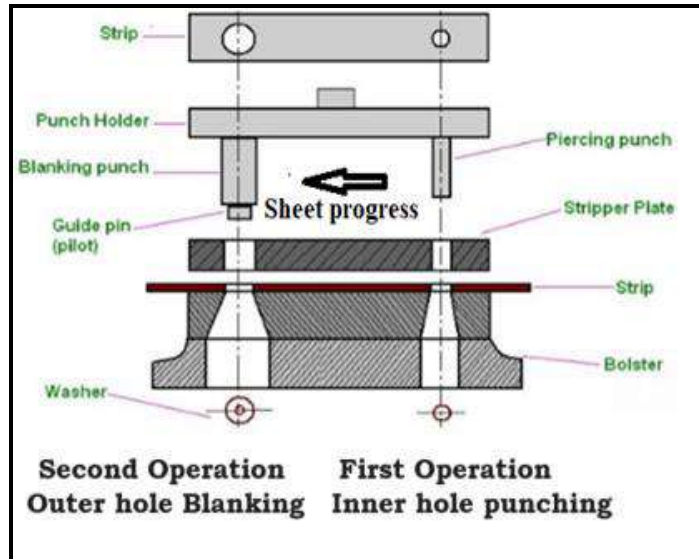
1. **साधे डाय:** जेव्हा एका टप्प्यावर एकच ऑपरेशन एकाच स्ट्रोकमध्ये केले जाते तेव्हा एक साधा डाय वापरला जातो. हे सरळ आकार देणे किंवा कटिंग कार्यासाठी आदर्श आहे.



सिंपल डाय आणि व्ही बेंड डाय

आकृती 4.3.3(a1)

2. प्रोग्रेसिव्ह डाय व्याख्या:



प्रोग्रेसिव्ह डाय द्वारे वॉशर मॅन्युफॅक्चरिंग

आकृती 4.3.3(a2)

जेव्हा शीट मेटल स्ट्रिप एक ऑपरेशन पूर्ण झाल्यानंतर एक स्टेशन ऑपरेशन पूर्ण करून आणि दुसरे ऑपरेशन पूर्ण करण्यासाठी दुसऱ्या स्टेशनवर प्रगती (पुढे सरकते) तेव्हा त्याला प्रोग्रेसिव्ह डाय म्हणून ओळखले जाते. प्रोग्रेसिव्ह डायमध्ये एकामागून एक ऑपरेशन्सची शृंखला असते कारण शीट मेटल एका स्टेशनवर दुसऱ्या स्थानावर जाते. प्रत्येक स्टेशनवर, प्रेसच्या स्ट्रोक दरम्यान वर्क पीसवर ऑपरेशन केले जाते. पुढील ऑपरेशन दरम्यान वर्कपीस प्रगतीपथावर असल्याने त्याला प्रोग्रेसिव्ह डाय म्हणून ओळखले जाते. स्ट्रोक दरम्यान मेटल स्ट्रिपमधील तुकडा पुढील स्टेशनवर हस्तांतरित केला जातो.

प्रोग्रेसिव्ह डाय वापरून वॉशर उत्पादन:

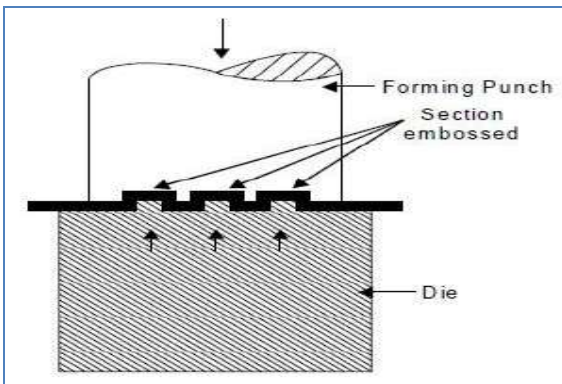
1. शीट डाय पृष्ठभागाच्या वर ठेवली जाते आणि लहान आत छिद्र पंचिंगचे पहिले ऑपरेशन लहान व्यासाच्या पंचाने केले जाते. 2. लहान छिद्र पाडल्यानंतर शीट मेटल दुसऱ्या स्टेशनकडे पुढे सरकते आणि या दुसऱ्या स्टेशनवर प्रदान केलेल्या मोठ्या व्यासाचा पंच वापरून बाह्य व्यासाचा रिक्त तयार करते. 3. दुसऱ्या स्टेशनच्या शेवटी वॉशर तयार केले जाते आणि वॉशरच्या उत्पादनासाठी ही प्रक्रिया पुन्हा केली जाते.

रचना:

दोन किंवा अधिक स्टेशन्स: दोन किंवा अधिक स्टेशन्स एका क्रमाने मांडून प्रोग्रेसिव्ह डायज तयार केले जातात. प्रत्येक स्टेशन वर्कपीसवर ऑपरेशन करते, किंवा एक निष्क्रिय (मध्यवर्ती) स्टेशन प्रदान करते, जेणेकरून शेवटचे ऑपरेशन पूर्ण झाल्यावर वर्कपीस पूर्ण होईल. त्यानंतर जड पंच (रॅम) प्रत्येक स्ट्रोक एक पूर्ण झालेला भाग तयार करतो. प्रोग्रेसिव्ह डायमध्ये केल्या जाणाऱ्या ऑपरेशन्सची संख्या आणि प्रकार हे उत्पादनांच्या उत्पादनासाठी आवश्यक असलेल्या ऑपरेशन्सच्या प्रकारावर आणि त्यांचे अनुसरण करण्याच्या क्रमावर अवलंबून असतात. जेथे उच्च उत्पादन दर हवे असतात आणि सामग्री (material) खूप जाड किंवा पातळ नसते तेथे प्रोग्रेसिव्ह डायज वापरले जातात. त्यांच्या वापरामुळे साहित्य हाताळणीचा खर्च कमी होण्यास मदत होते.

3. फॉर्मिंग डायज:

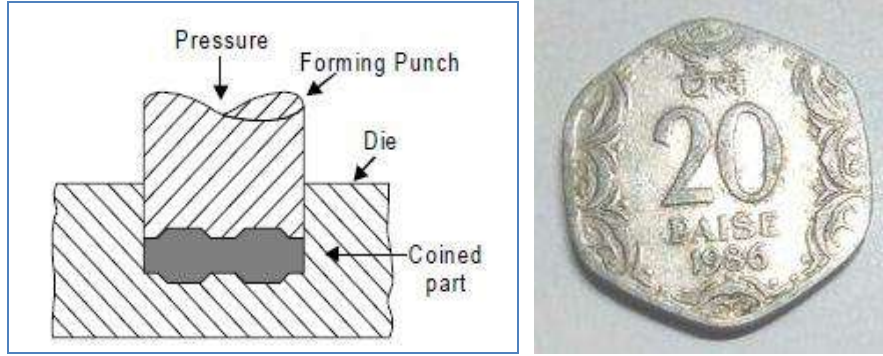
a) **एम्बॉसिंग (Embossing) डाय:** एम्बॉसिंग डायज धातूला (Metal) जागीच उंचपणा देण्यासाठी वापरतात. डाय सेट प्रामुख्याने पंच आणि पोकळीने बनलेला असतो. धातूची जाडी आणि यांत्रिक गुणधर्म, पंच भूमितीसह, साध्य करता येणारी खोली निर्धारित करतात.



एम्बॉसिंग ऑपरेशन डाय आणि उदाहरण
आकृती 4.3.3(3a)

b) कॉइनिंग (Coining) डाय

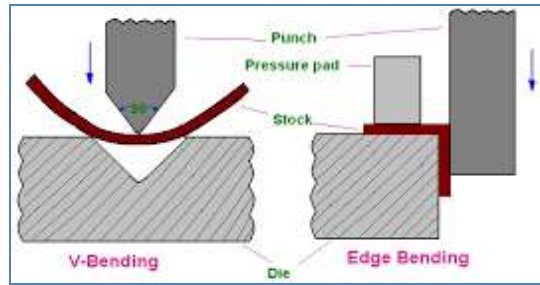
कॉइनिंग डायज अत्यंत दाबाखाली धातू प्रसरण करून भागाचा आकार तयार करतो. कॉइनिंगमुळे धातूची जाडी देखील कमी होऊ शकते. नाणी (धातूचे चलन) नाणे तयार करण्याच्या प्रक्रियेने तयार केले जातात.



कॉइनिंग डाय सेटअप आणि उदाहरण

आकृती 4.3.3(3b)

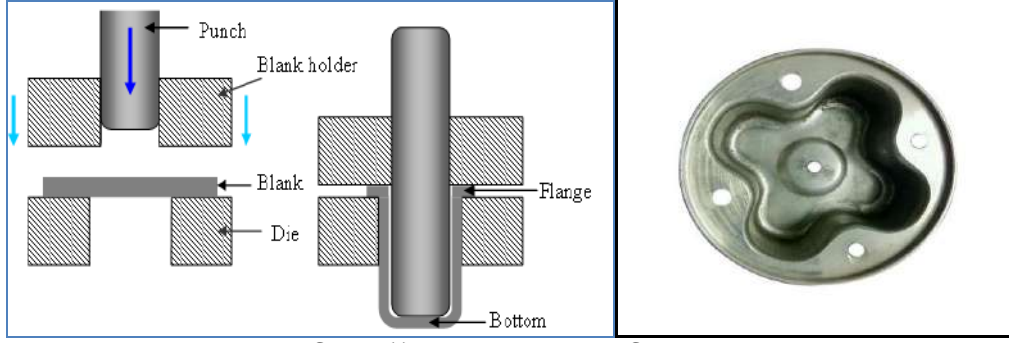
d) बेंडिंग (Bending) डाय : बेंडिंग डायची व्याख्या फक्त फॉर्मिंग ऑपरेशन म्हणून केली जाऊ शकते ज्यामध्ये धातू सरळ अक्षावर वाकतो. बेंडिंग प्रक्रिया वापरून ट्यूब आणि चॅनेलसारख्या वस्तू तयार केल्या जातात.



बेंडिंग डाय

आकृती 4.3.3(3c)

e) ड्रॉइंग (Drawing) डाय : ड्रॉइंग डाय हे सर्वात जास्त वापरले जाणारे फॉर्मिंग डायज आहेत. तेलाचे भांडे, ऑटोमोबाईलचे दरवाजे आणि फेंडर्स, कुकवेअर आणि डोअर नॉब हे ड्रॉइंगडाय द्वारे तयार केलेले काही भाग आहेत. ड्रॉ डायज पोकळीमध्ये (die cavity) धातूचा प्रवाह नियंत्रित करून फॉर्मिंग पंच आकार तयार करतो. ड्रॉ डायज पोकळीमध्ये (die cavity) धातूचा प्रवाह नियंत्रित करण्यासाठी ड्रॉ पॅड किंवा ब्लॉक होल्डर नावाची विशेष दाब-लोड प्लेट किंवा रिंग वापरते.



रेखाचित्र ऑपरेशन सेट अप आणि उत्पादन

आकृती 4.3.3(3d)

फॉर्मिंगचे अनुप्रयोग (Applications)

तक्ता 4.3.3 फॉर्मिंग डायजच्या उपयोग सारांश

अ. क्र	डाय प्रकार	उपयोग(Applications)
1	एम्बॉसिंग डाय	मोठ्या संख्येने सजावटीच्या वस्तू, जसे की प्लेट्स, शीट मेटल तयार केले जातात.
2	कॉईनिंग डाय	पदक यांसारख्या महत्वाच्या अनेक वस्तू निर्मितीसाठी वापरला जातो, नाणी, स्टिकर्स आणि इतर तत्सम अनेक वस्तू
3	वाकणे डाय	धातूच्या खुर्च्या आणि चॅनेलसाठी वक्र पाईप्स/ट्यूब
4	ड्रॉईंग डाय	तेलाचे भांडे, ऑटोमोबाईलचे दरवाजे आणि फेंडर, कुकवेअर आणि दरवाजाचे नॉब

4.4 फोर्जिंग आणि प्रेस शॉपमधील सुरक्षा पद्धती/सावधगिरी

- डोळ्यांचे संरक्षण:** ऑपरेटर हॅमरिंग करत असताना डोळ्यांचे संरक्षण घाला.
- कानांचे संरक्षण:** जेव्हा आवाजाची पातळी खूप जास्त असते, विशेषतः मोठ्या प्रभावाची किंवा हवेवर चालणारी मशीन असते तेव्हा कानांचे श्रवण संरक्षण आवश्यक असते.
- थकवा कमी करण्यासाठी शरीराची स्थिती:** ऑपरेशनच्या आवश्यकतेनुसार तुमची मुद्रा आणि कामाची उंची बदला.
- योग्य कपडे घाला:** सैल कापड वापरू नका आणि कामाच्या दरम्यान सुरक्षा ऍप्रन घाला. मनगटावर घड्याळ, दागिने वापरणे टाळावे, लांब केस बांधावेत.



सुरक्षा हातमोजे वापरणे

आकृती 4.4.1

5.फोर्जिंगमध्ये PPE (वैयक्तिक संरक्षणात्मक उपकरणे) चा वापर: हॉट फोर्जिंग दरम्यान आणि सर्वसाधारणपणे हॅमरिंग करताना सुरक्षा चष्मा घाला. हॉट फोर्जिंगसाठी संरक्षणात्मक कपडे (लांब बाही, चामड्याचे शूज, फेस शील्ड) गरम फोर्जिंगसाठी देखील शिफारसीय आहे. पीपीईमध्ये हातमोजे, सुरक्षा हेल्मेट, डोळा संरक्षण कवच, सुरक्षा हार्नेस आणि विविध प्रकारचे सुरक्षा पादत्राणे यांसारखी सुरक्षा उपकरणे असतात.



वैयक्तिक संरक्षणात्मक उपकरणे प्रकार

(सौजन्य:स्रोत:<https://www.vecteezy.com/free-vector/personal-protective-equipment>)

आकृती 4.4.2

6.प्रेस शॉपमध्ये पीपीई (वैयक्तिक संरक्षणात्मक उपकरणे)चा वापर:

प्रेस शॉपमध्ये, मेटल शीट फॅब्रिकेटर्सने नेहमी जखमांचा धोका कमी करण्यासाठी योग्य संरक्षणात्मक कपडे घालावेत. शीट मेटल हातमोजे/हात लेदर वापरून हाताळले पाहिजे किंवा शीटच्या टोकदार कडा आणि कोपरे तयार होऊ नयेत म्हणून मेटल इन्सर्टसह हातमोजे वापरावेत.

7. साधनांचा योग्य वापर:

ऑपरेटरने मशीन/उपकरणे चालवण्यापूर्वी मशीन आणि टूलस चांगल्या स्थितीत असल्याची खात्री करावी. उत्पादकता आणि सुरक्षितता राखण्यासाठी उपकरणांची नियमित देखभाल आणि तपासणी आवश्यक आहे.

8.उचलण्याचे योग्य तंत्र/उपकरणे वापरा(Material Handling Equipments):

मोठ्या आकाराच्या आणि जड वस्तू हाताळताना योग्य मटेरियल हँडलिंग सिस्टीम वापरण्याची सूचना केली जाते, प्रेस किंवा फोर्जिंग शॉपच्या बाबतीत अयोग्य साहित्य हाताळणीमुळे पाठ आणि मानेला दुखापत होऊ शकते.

8.आगीचे धोके (Fire Hazards):

आगीच्या धोक्याच्या बाबतीत योग्य अग्निशामक यंत्रे वापरण्यासाठी ऑपरेटरना प्रशिक्षित करा. आगीच्या धोक्याच्या वेळी लोकांच्या सहज सुटकेसाठी फायर मॉक ड्रिल आयोजित केल्या जाऊ शकतात.



अग्निशामक यंत्रे

आकृती 4.4.3

9.साहित्याचा संचय (storage of materials): फोर्जिंग, शीट मेटलची अर्ध-तयार किंवा तयार उत्पादने घसरणे किंवा पडणे टाळण्यासाठी पद्धतशीरपणे स्टॉक (store) करणे आवश्यक आहे. सहज ओळखण्यासाठी योग्य लेबलिंग करणे आवश्यक आहे.

10.प्रेस मशीनमधील सुरक्षिततेसाठी नियंत्रण प्रणाली: एक मशीन हाताळणाऱ्या दोन ऑपरेटर्सच्या सुरक्षेसाठी लिमिट स्विच आणि सुरक्षा नियंत्रण प्रणालीचा वापर आवश्यक आहे.

Exercises:

TLO4.1: फॉर्मिंग प्रक्रिया दिलेल्या संबंधित उपयोगासाठी निवड करणे.

1. Define forging process (R)
2. List types of forging process as per temperature used (U)
3. State Upset forging with suitable sketch. (U)
4. Differentiate between Open and Closed die forging.(U)
5. Suggest process for manufacturing of 1. Heads of bolts 2. Spanners (A)

TLO4.2: रोलिंग आणि फोर्जिंग प्रक्रियेतील फरक स्पष्ट करणे.

1. Draw sketch of three high rolling mill. (R)
2. Compare hot rolling and cold rolling on the basis of a. Temperature b. friction c. Accuracy and d. Surface finish (U)
3. Differentiate between rolling and forging (Any four points) (U)
4. Write practical applications of Rolling process (U)
5. Suggest process for manufacturing of 1. Thin sheets 2. Connecting rods (A)

TLO4.3: दिलेल्या उपयोगासाठी विविध प्रेस टूल ऑपरेशन्सची यादी करणे.

1. List any four press operations (R)
2. State punching and blanking operation.(U)
3. Draw labeled sketch of progressive die (U)
4. Suggest operation in sheet metal to produce a. Washer d. multiple holes for ventilation (A)

TLO4.4: फोर्जिंग/प्रेस शॉपसाठी सुरक्षा मार्गदर्शक तत्त्वे आणि खबरदारीची गणना (यादी) करणे.

1. List any four safety precautions in forging shop (R)
2. State use of PPE for safety of operator. (U)
3. Select suitable safety device a. handling of hot object during forging b. Fire hazards in press shop (A)

Micro projects/ Assignment

1. Prepare report of sheet metal products by collecting samples from scrap
2. Prepare report of sheet metal manufacturers using internet.
3. Prepare display board of Spanners, Connecting rod, Forged bolt, M.S. Hook manufactured by forging and prepare report.
4. Prepare model of rolling mills using circular caps of large bottles
5. Prepare report by visiting nearby blacksmith or smithy shop in workshop to collect information of forging tools , operations and products with their images

5. मेटल जॉइनिंग प्रक्रिया (Metal Joining Processes)

विषय निष्पत्ती (Course Outcomes): - दिलेल्या रेखाचित्रानुसार सामील होण्याच्या प्रक्रियेचा वापर करून भाग तयार करा.

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes) :

TLO 5.1: दिलेल्या घटकासाठी योग्य वेल्डिंग प्रक्रिया निवडा.

TLO 5.2: गॅस वेल्डिंग प्रक्रियेचे वर्णन करा.

TLO 5.3: विविध आर्क वेल्डिंग प्रक्रियांमध्ये फरक करा.

TLO 5.4: सोल्डरिंग आणि ब्रेझिंग प्रक्रियेची तुलना करा.

TLO 5.5: वेल्डिंग दोषांची कारणे सूचीबद्ध करा आणि उपाय सुचवा.

TLO 5.6: वेल्डिंग शॉपसाठी सुरक्षा मार्गदर्शक तत्वे आणि खबरदारीची गणना करा.

5.1.1 परिचय (Introduction):

एक भाग बनवण्यासाठी दोन किंवा अधिक घटक जोडणे याला फॅब्रिकेशन प्रक्रिया म्हणतात. विविध फॅब्रिकेशनप्रक्रियांचे खालील प्रमाणे वर्गीकरण केले जाऊ शकते:

- बोल्ट, स्कू आणि रिवेट्सच्या सहाय्याने यांत्रिक जोडणी (Mechanical Joining).

- सिंथेटिक गोंद (Synthetic Glues) वापरून चिकट बॉन्डिंग.

- वेल्डिंग, ब्रेझिंग आणि सोल्डरिंग

हे युनिट फॅब्रिकेशन प्रक्रियेशी संबंधित आहे, म्हणजे वेल्डिंग, ब्रेझिंग आणि सोल्डरिंगद्वारे दोन भाग जोडणे. वेल्डिंग ही सर्वात मोठ्या प्रमाणात वापरल्या जाणाऱ्या फॅब्रिकेशन पद्धतींपैकी एक आहे.

5.1.2 a. वेल्डिंग (Welding):

वेल्डिंग ही एकसमान धातू (Similar Metals) जोडण्याची प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये दाब (Pressure) आणि फिलर सामग्रीचा वापर न करता उष्णता (Heat) लागू केली जाते. याचा परिणाम म्हणजे दोन भागांची रचना आणि वैशिष्ट्यांमधील एकसंध सामग्रीची (Homogeneous Materials) निरंतरता (Continuity) जी एकत्र जोडली जात आहे.

b. वेल्डेबिलिटी (Weldability):

वेल्डेबिलिटी या शब्दाची व्याख्या अविभाज्य जोड्यांमध्ये (inseparable joints) वेल्डेड होण्याची क्षमता म्हणून केली गेली आहे ज्यामध्ये विशिष्ट वेल्ड ताकद, योग्य रचना इ.

c. वेल्डिंगचे फायदे (Advantages of welding):

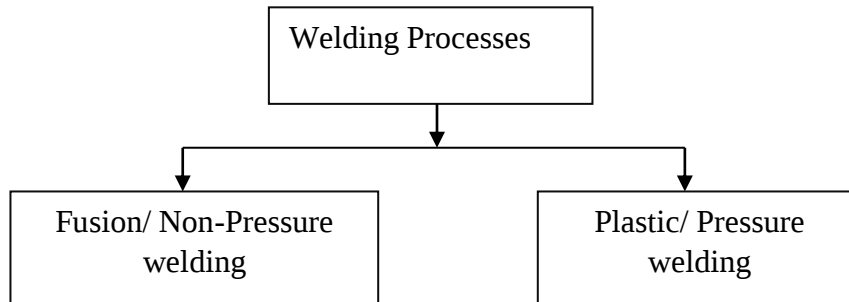
1. वेल्डिंग मजबूत, टिकाऊ आणि कायमसंयुक्त स्थापित करते.
2. हे कोणत्याही ठिकाणी केले जाऊ शकते.
3. ही एक आर्थिक आणि परवडणारी प्रक्रिया आहे.
4. ही एक सोपी प्रक्रिया आहे ज्याचा परिणाम उत्कृष्ट होतो.
5. वेल्डेड जोडांमध्ये उच्च गंज प्रतिकार क्षमता असते.

d. वेल्डिंगचे तोटे (Disadvantages of welding):

1. कुशल मजुरांची आवश्यकता आहे.
2. जोडलेली सामग्री वेल्डिंगद्वारे काढून टाकणे कठीण आहे.
3. वीज जास्त लागते.
4. वेल्डिंगसुरक्षा मार्गदर्शक तत्वांनुसार केले पाहिजे.

e. वेल्डिंगचे वापर (Applications of welding):

1. ऑटोमोटिव्हची दुरुस्ती.
2. पाइपलाइनचे वेल्डिंग.
3. शीटमेटल वेल्डिंग.
4. ऑटोमोबाईल उद्योग.
5. जडबांधकाम जसे की बांधकामसाहित्य आणि पूल.

5.1.3 वेल्डिंग प्रक्रियेचे वर्गीकरण (Classification of welding processes)-

वेल्डिंगचे दोन मोठ्या शीर्षकांखाली वर्गीकरण केले जाऊ शकते-

- 1) प्लास्टिक वेल्डिंग (प्रेसरवेल्डिंग)
- 2) फ्यूजन वेल्डिंग (नॉन-प्रेसरवेल्डिंग)

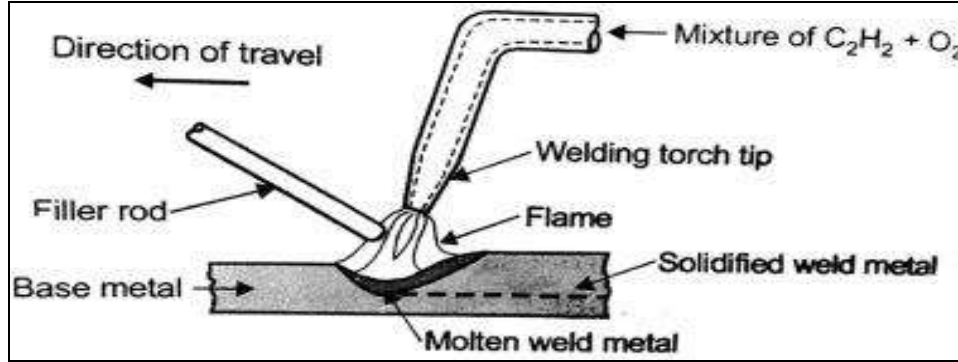
मुख्य प्रक्रियांचे वर्गीकरण तक्ता 5.1.3 मध्ये सादर केले आहे

तक्ता 5.1.3 वेल्डिंगप्रक्रिया (Welding Processes)

1. गॅस वेल्डिंग (Gas welding):		
i ऑक्सी-एसिटिलीन (Oxy-acetylene)	ii. एअर-एसिटिलीन(Air-acetylene)	iii. ऑक्सि-हायड्रोजन (Oxy-hydrogen)
2. आर्क वेल्डिंग (Arc welding):		
i कार्बनआर्क(Carbon arc)	iv. धातू आर्क(Metal arc)	vii. गॅसमेटलआर्क (एमआयजी) (Gas Metal Arc (MIG))
ii प्लाझ्माआर्क(Plasma arc)	v. इलेक्ट्रो-स्लॅग(Electro-slag)	viii. गॅसटंगस्टनआर्क (TIG) (Gas Tungsten Arc (TIG))
iii sabamarjD आर्क (Submerged arc)	vi. फ्लक्स-कोर्डआर्क(Flux-cored arc)	ix. अणु-हायड्रोजनआर्क (Atomic-hydrogen Arc)
3. प्रतिरोध वेल्डिंग (Resistance welding):		
i बट(Butt)	iii. स्पॉट (Spot)	
ii प्रक्षेपण(Projection)	iv. सिम(Seam)	
4. सॉलिड स्टेट वेल्डिंग (Solid state welding):		
i घर्षण (Friction)	iii. प्रचंड कंपनसंख्या असलेल्या (ध्वनिलहरी)(Ultrasonic)	
ii स्फोटक(Explosive)	iv. प्रसार(Diffusion)	
5. नवीन वेल्डिंग(Newer welding):		
i इलेक्ट्रॉन बीम वेल्डिंग (Electron beam welding)	ii. लेसर बीम वेल्डिंग (Laser beam welding)	

5.2. गॅस वेल्डिंग (Gas welding):

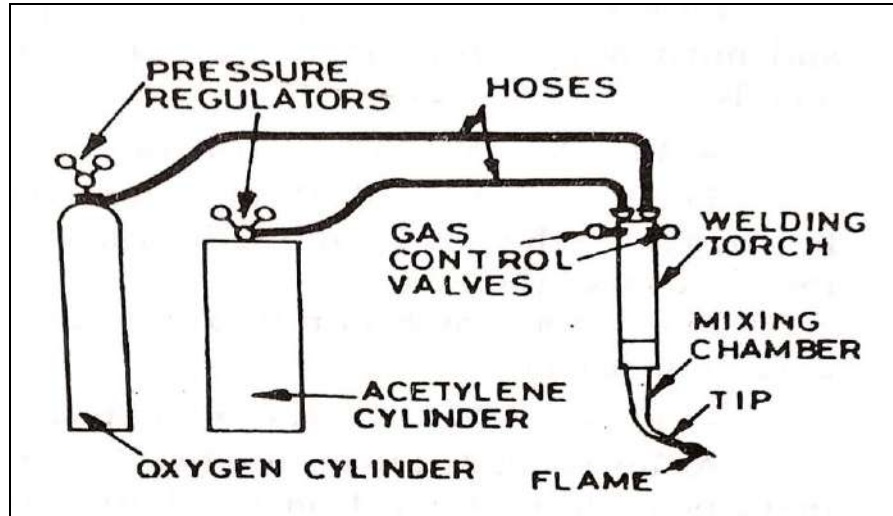
गॅसवेल्डिंग उच्च तापमानाच्या एकाग्र ज्वालामध्ये (concentrated flame) हवा किंवा ऑक्सिजनसह ज्वलनशील वायू (combustible gas) जाळून केले जाते. ही एक फ्यूजन किंवा नॉन-प्रेसर वेल्डिंग पद्धत आहे. त्याला ऑक्सी-फ्यूल गॅस वेल्डिंग (OFGW) असेही म्हणतात.



गॅस वेल्डिंग

आकृती 5.2

5.2.1 गॅस वेल्डिंग उपकरण (Gas welding Equipment):



गॅस वेल्डिंग उपकरण

आकृती 5.2.1

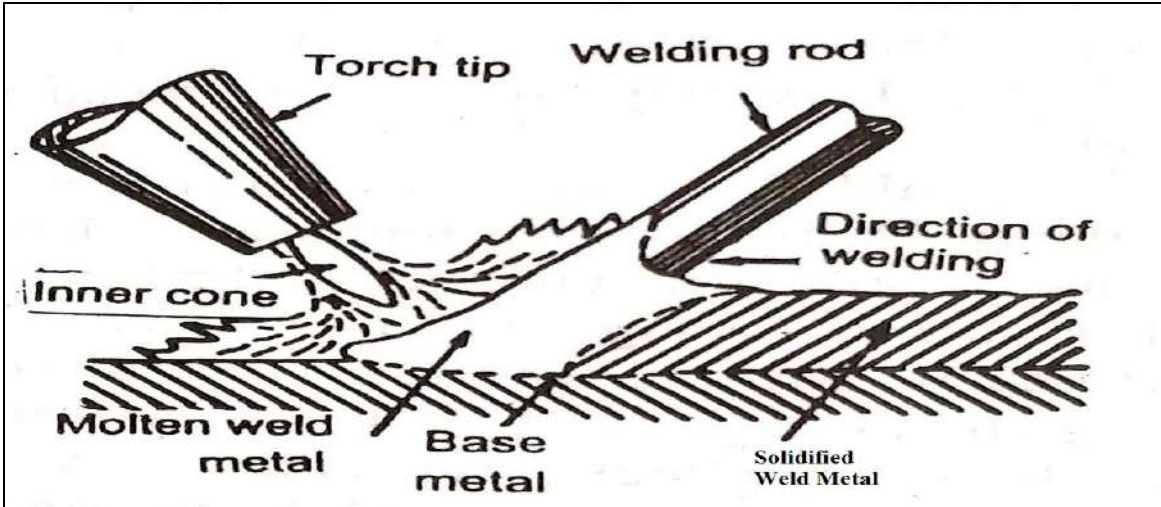
गॅस वेल्डिंग करण्यासाठी वापरलेली मूलभूत उपकरणे आहेत:

1. ऑक्सिजन गॅस सिलेंडर
2. एसिटिलीन गॅस सिलेंडर

3. ऑक्सिजन दाब नियामक
4. एसिटिलीन प्रेशर रेग्युलेटर
5. ऑक्सिजन गॅस नळी (निळा)
6. एसिटिलीन गॅस नळी (लाल)
7. नोजल आणि गॅस लाइटरच्या सेटसह वेल्डिंग टॉर्च किंवा ब्लोपाइप.

5.2.1 (a) ऑक्सी-एसिटिलीन गॅस वेल्डिंग (Oxy-acetylene gas welding)-

ऑक्सी-एसिटिलीन गॅस वेल्डिंगमध्ये, ऑक्सिजनसह ज्वलनात एसिटिलीनसारख्या इंधन वायूच्या ज्वलनातून उष्णता (Heat) प्राप्त होते. वायूच्या ज्वालाने जोडल्या जाणाऱ्या कडा किंवा पृष्ठभागाला भेटून आणि वितळलेल्या धातूला एकत्र वाहू देऊन प्रक्रिया पूर्ण केली जाते, अशा प्रकारे थंड झाल्यावर एक घन निरंतर जोड तयार होतो. ऑक्सि-एसिटिलीन गॅस वेल्डिंगमध्ये दोन मोठे स्टील सिलेंडर असतात: एक उच्च दाबाने (High Pressure) ऑक्सिजन आणि दुसरा विरघळलेला (Dissolved) एसिटिलीन उच्च दाबाने देखील असतो.



ऑक्सी-एसिटिलीन गॅस वेल्डिंग

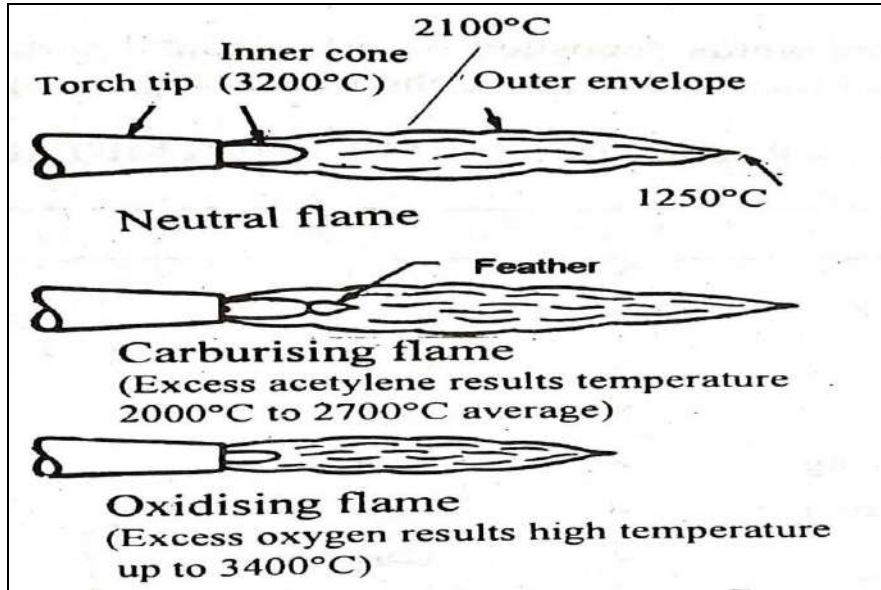
आकृती 5.2.1(a)

ऑक्सी-एसिटिलीन वेल्डिंगचे फायदे (Advantages of Oxy-acetylene welding) :

1. ऑक्सि-एसिटिलीन वेल्डिंगमुळे वेल्डेड केलेल्या धातूचे विरूपीकरण (distortion) होण्याची शक्यता कमी असते.
2. हे घराबाहेर सह विविध क्षेत्रात वापरले जाऊ शकते.
3. इतर प्रक्रियांच्या तुलनेत प्रक्रिया महाग आहे.
4. ते कसे वापरायचे हे शिकण्यासाठी विशेष प्रशिक्षणाची आवश्यकता नाही.

ऑक्सी-एसिटिलीन वेल्डिंग मर्यादा (Limitations Oxy-acetylene welding) :

1. प्रक्रिया जमा करण्याचे दर कमी आहेत किंवा प्रक्रिया मंद आहे.
2. दुरुस्तीचे काम वगळता जाड विभाग वेल्डिंग करणे किफायतशीर नाही.

5.2.2 ज्योत प्रकार (Types of Flames):

ज्योत प्रकार

आकृती 5.2.2

गॅसच्या ज्वालाचा ऑक्सि-ऑसिटिलीन वजनावर जास्तीत जास्त प्रभाव पडतो आणि ज्योतचे योग्य समायोजन यशस्वी आणि कार्यक्षम वेल्डिंगकडे नेतो. तीन प्रकारच्या ज्योत, ज्या अभियांत्रिकी क्षेत्रात (Engineering works) वापरल्या जातात.

- a. निष्पक्ष ज्योत (Neutral flame)
- b. ऑक्सिडायझिंग ज्योत (Oxidising flame)
- c. कार्ब्युरिझिंग ज्योत (Carburising flame)

a. तटस्थ ज्योत (Neutral flame):

जर ऑक्सिजन आणि एसिटिलीन समान प्रमाणात मिसळले तर ते पांढरे कोर (White core) परिभाषित (Defined) करून तटस्थ ज्वाला निर्माण करतात. या प्रकारच्या ज्योतीचा जास्तीत जास्त वापर आहे आणि या ज्योतीद्वारे अनेक धातू यशस्वीपणे वेल्डिंग केले जाऊ शकतात.

b. ऑक्सिडायझिंग ज्योत (Oxidising flame):

ऑक्सिजनचा पुरवठा वाढवून ते मिळवता येते. (म्हणजे एसिटिलीनपेक्षा जास्त ऑक्सिजन असणे). अशी ज्योत सामान्यतः पितळेच्या (Brass) बाबतीत आवश्यक नसते.

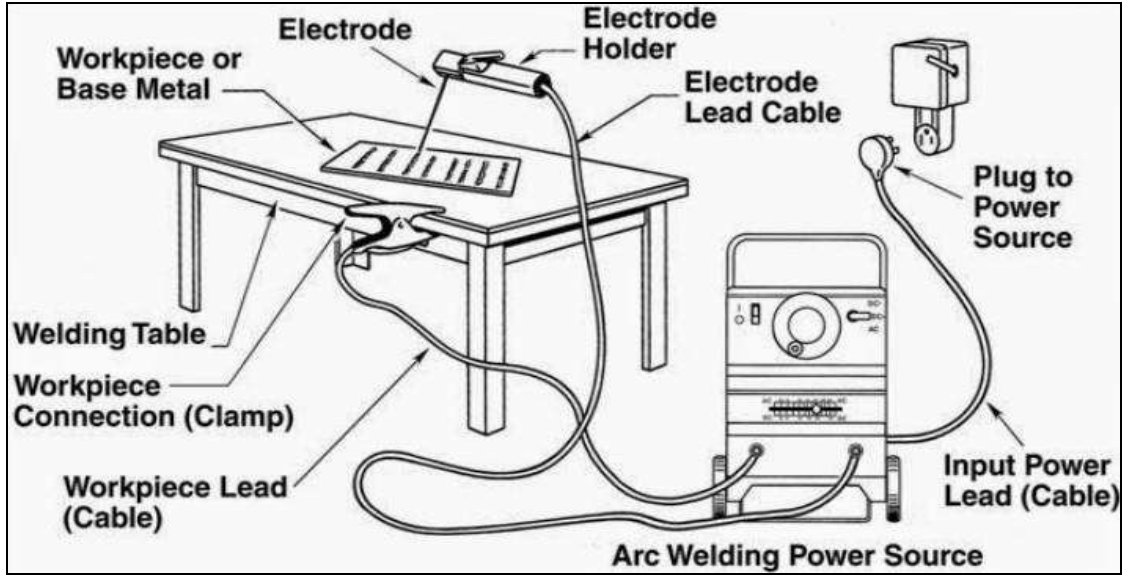
c. कार्बुरिझिंग ज्योत (Carburising flame):

ज्योत ज्यामध्ये एसिटिलीनचा पुरवठा ऑक्सिजनच्या तुलनेत जास्त असतो. या ज्योतनी प्राप्त केलेले तापमान 3100°C ते 3500°C पर्यंत बदलते.

5.3. आर्क वेल्डिंग (Arc Welding)-

आर्क वेल्डिंग ही धातूचे भाग जोडण्याची सर्वात व्यापकपणे वापरली जाणारी पद्धत आहे. येथे उष्णतेचा स्त्रोत विद्युत चाप (Electric arc) आहे.

या प्रक्रियांमध्ये वर्कपीस वीज पुरवठ्याच्या एका टर्मिनलशी जोडलेले असते आणि मेटल इलेक्ट्रोड (metal electrode) इतर टर्मिनलशी जोडलेले असते

5.3.1 आर्क वेल्डिंग उपकरणे (Arc welding equipment) :

आर्क वेल्डिंग उपकरणे

आकृती 5.3.1

आर्क वेल्डिंगसाठी सर्वात सामान्यपणे वापरल्या जाणाऱ्या उपकरणांमध्ये खालील गोष्टींचा समावेश आहे:

1. AC किंवा DC मशीन
2. इलेक्ट्रोड
3. इलेक्ट्रोड धारक (Electrode holder)

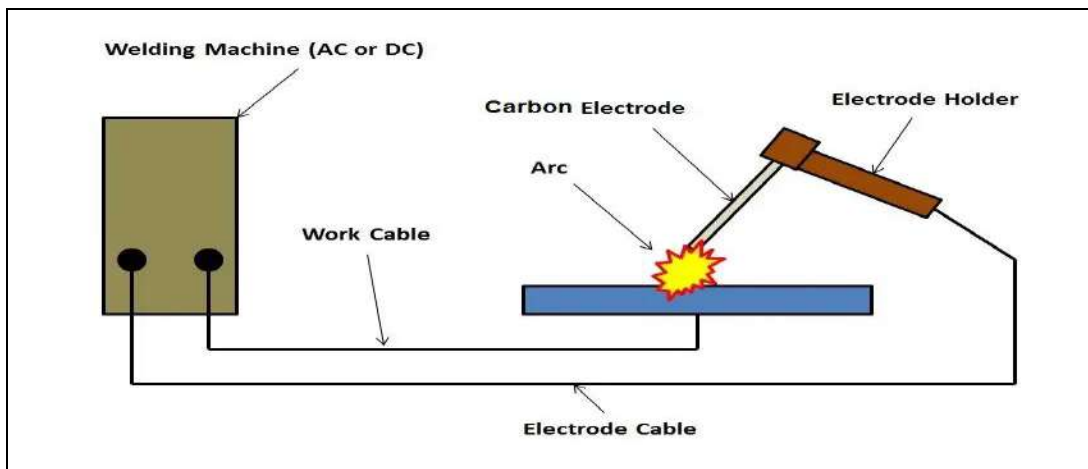
4. केबल्स, केबल कनेक्टर
5. चिपिंग हातोडा (Chipping hammer)
6. अर्थिंग क्लॅम्प्स आणि वायर ब्रश

5.3.2 आर्क वेल्डिंगचे प्रकार (Types of Arc welding)-

- a. कार्बन आर्क वेल्डिंग
- b. शील्ड मेटल आर्क वेल्डिंग
- c. गॅस शील्ड आर्क वेल्डिंग
- d. टंगस्टन इनर्ट गॅस वेल्डिंग (TIG)
- e. मेटल इनर्ट गॅस वेल्डिंग (MIG)
- f. प्लाझ्मा आर्क वेल्डिंग (PAW)

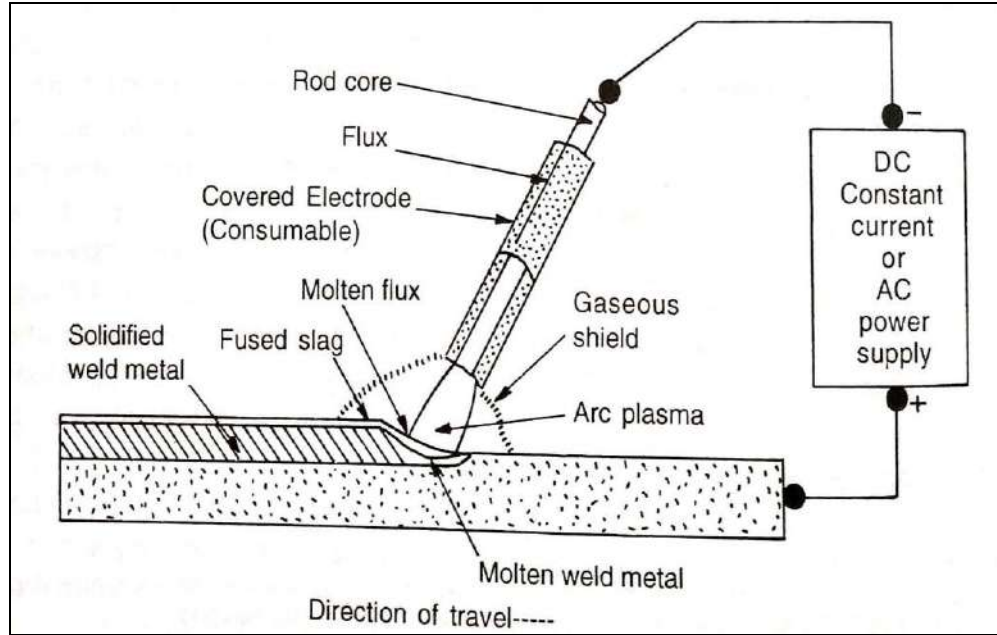
5.3.2(a) कार्बन आर्क वेल्डिंग (Carbon Arc Welding):

या पद्धतीत, कार्बनची रॉड नकारात्मक (Negative) इलेक्ट्रोड म्हणून वापरली जाते आणि काम सकारात्मक (Positive) म्हणून वेल्डेड केले जाते. या दोन इलेक्ट्रोड्समध्ये निर्माण होणारा चाप धातूला वितळण्याच्या तापमानाला गरम करतो. हे नकारात्मक इलेक्ट्रोडवर सुमारे 3200°C आणि सकारात्मक इलेक्ट्रोडवर 3900°C आहे. कार्बन आर्क वेल्डिंगमध्ये फक्त डीसी वीज पुरवठा वापरला जातो. फिलर मेटल न जोडता फक्त वितळणे आवश्यक असलेल्या सांध्यावर ही प्रक्रिया उत्तम प्रकारे लागू केली जाते. ही प्रक्रिया वेल्डिंग शीट, तांबे मिश्र धातु, पितळ, कांस्य आणि अॅल्युमिनियमसाठी वापरली जाते.



कार्बन आर्क वेल्डिंग

आकृती 5.3.2(a)

5.3.2(b). शील्डेड मेटल आर्क वेल्डिंग (Shielded Metal Arc Welding):

शील्डेड मेटल आर्क वेल्डिंग

आकृती 5.3.2(b)

शील्डेड मेटल आर्क वेल्डिंगच्या तत्त्वामध्ये (Principle) मेटल इलेक्ट्रोड आणि वेल्डेड केल्या जाणाऱ्या वर्कपीस दरम्यान इलेक्ट्रिक आर्क स्थापित करणे समाविष्ट आहे. वर्कपीस (Workpiece) च्या जोडणीच्या धातूला बेस मेटल किंवा पॅरेंट मेटल म्हणतात आणि इलेक्ट्रोडद्वारे फिलर मेटल म्हणून प्रदान केले जाते.

मेटल इलेक्ट्रोड फ्लक्ससह लेपित आहे. इलेक्ट्रोड स्वतःला भेटतो आणि फिलर मेटल म्हणून काम करतो. सभोवतालचा प्रवाह देखील वितळतो आणि वेल्ड मेटलवर संरक्षणात्मक कवच बनवतो.

शील्डेड मेटल आर्क वेल्डिंगचे फायदे (Advantages of Shielded Metal Arc Welding):

1. धातूची विस्तृत श्रेणी वेल्ड करण्याची क्षमता
2. जाड धातू वेल्डेड केले जाऊ शकते.
3. बाह्य आणि दूरस्थ कामासाठी (Outdoor and remote work) पोर्टेबिलिटी.
4. ही सोपी प्रक्रिया आहे.

शील्डेड मेटल आर्क वेल्डिंगची मर्यादा (Limitations of Shielded Metal Arc Welding) :

1. वेल्डिंगची गती कमी
2. उच्च इलेक्ट्रोड वापर

शील्डेड मेटल आर्क वेल्डिंगचे वापर (Applications of Shielded Metal Arc Welding) :

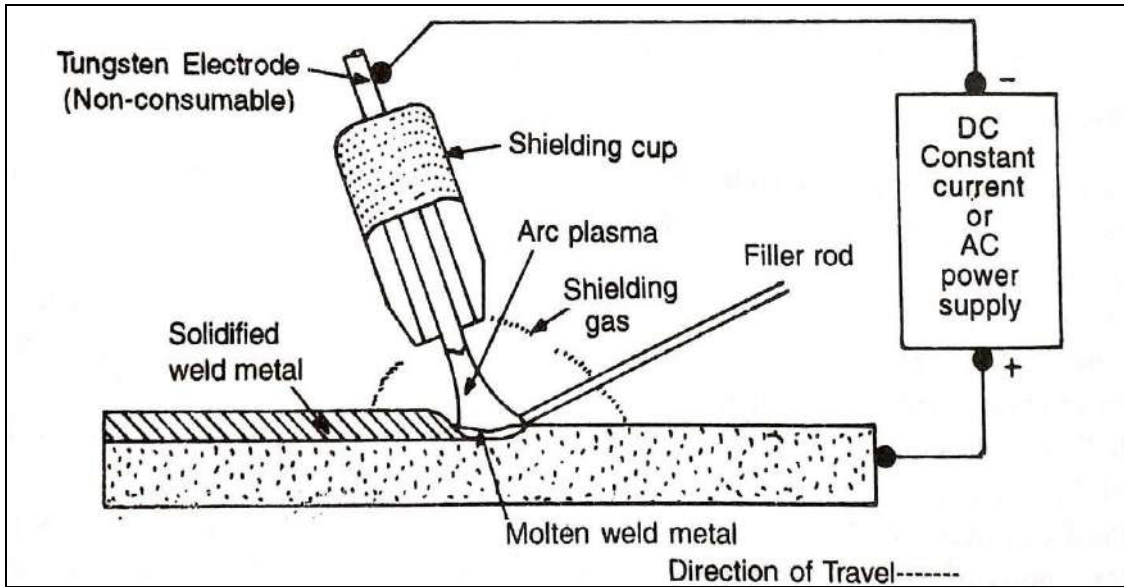
1. औद्योगिक लोखंड आणि स्टीलचा समावेश असलेल्या हेवी ड्युटी कामासाठी वापरला जातो.
2. बांधकाम, पाइपलाइन इत्यादीसाठी वापरले जाते.
3. विमान आणि ऑटोमोबाईल उद्योग

5.3.2 (c) गॅस शील्ड आर्क वेल्डिंग (Gas Shielded Arc Welding):

या प्रक्रियेत, वेल्डिंग क्षेत्र गॅसने भरले आहे (एक निष्क्रिय वायू) जे धातूसह एकत्र होणार नाही. (In this process, welding area is flooded with a gas (an inert gas) which will not combine with the metal).

5.3.2 (d) टंगस्टन इनर्ट गॅस वेल्डिंग (TIG) (Tungsten Inert Gas Welding):

या प्रक्रियेस नेहमी TIG (टंगस्टन इनर्ट गॅस) वेल्डिंग म्हणतात. हे संरक्षणासाठी वायूंचा वापर करते (It uses the gases for the shielding). ही प्रक्रिया अ-उपभोग्य (non-consumable) टंगस्टन इलेक्ट्रोड आणि वेल्डेड सामग्री दरम्यान इलेक्ट्रिक आर्कची उष्णता वापरते. हेलियम किंवा आर्गॉन सारख्या अक्रिय वायूपासून किंवा दोनच्या मिश्रणातून शिल्डिंग मिळते. फिलर मेटल वापरले जाऊ शकते किंवा नाही. या प्रक्रियेत वापरलेले इलेक्ट्रोड टंगस्टनपासून बनलेले असतात



टंगस्टन इनर्ट गॅस वेल्डिंग (TIG)

आकृती 5.3.2(d)

फायदे (Advantages):

1. नॉन-फेरस धातूंमध्ये वेल्डची उच्च दर्जाची निर्मिती करते.
2. वेल्ड साफ करणे आवश्यक नाही.

3. चाप आणि वेल्ड पूल (arc and weld pool) वेल्डरला स्पष्टपणे दृश्यमान आहे.

मर्यादा (Limitations):

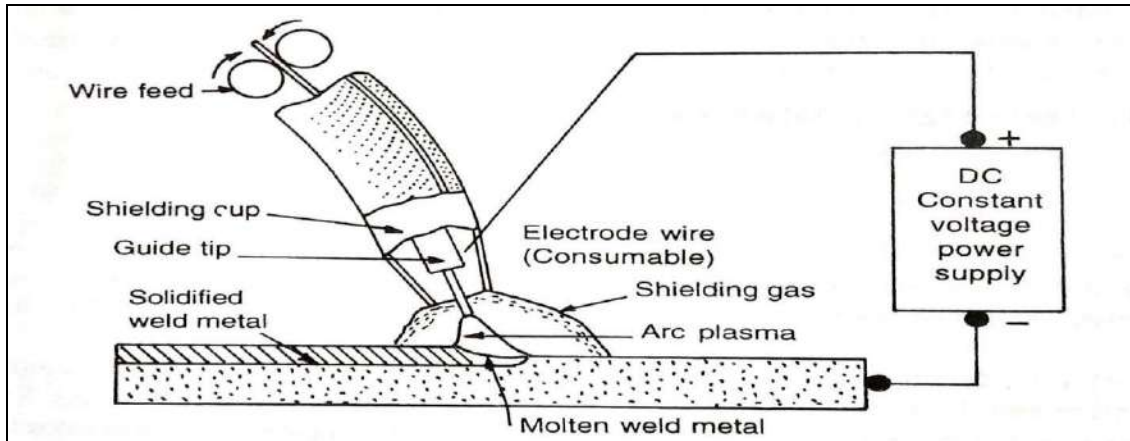
1. वेल्डची किंमत जास्त आहे.
2. कुशल कामगार आवश्यक
3. प्रक्रिया सहज स्वयंचलित नाही

वापर (Applications):

1. पाइपलाइन आणि पाईप वेल्डिंगसाठी
2. विमानचालन आणि एरोस्पेस कार्य
3. शीट मेटल उद्योग

5.3.2 (e) मेटल इनर्ट गॅस वेल्डिंग (एमआयजी) (Metal Inert Gas Welding) MIG:

ही गॅस शील्ड मेटल आर्क वेल्डिंग प्रक्रिया आहे जी सतत फेड (continuous fed), उपभोग्य इलेक्ट्रोड (consumable electrode) वायर आणि वेल्डेड सामग्री दरम्यान इलेक्ट्रिक आर्कची उष्णता वापरते. या प्रक्रियेत तार एका रीलमधून बंदुकीच्या माध्यमातून सतत पृष्ठभागापर्यंत पोसली जाते. मेटल इनर्ट गॅस वेल्डिंगमध्ये, वेल्डिंग क्षेत्र गॅसने भरलेले असते (अक्रिय वायू (an inert gas)) जो धातूसह एकत्र होणार नाही. वेल्डिंग टॉर्च गॅस पुरवठा सिलेंडरशी जोडलेले आहे. एमआयजी वेल्डिंगसाठी वापरता येणारे वायू म्हणजे कार्बन डायऑक्साइड, आर्गॉन, हेलियम, नायट्रोजन इ.



मेटल इनर्ट गॅस वेल्डिंग (MIG)

आकृती 5.3.2(e)

फायदे (Advantages) :

1. फ्लक्स आवश्यक नाही

2. उच्च वेल्डिंग गती
3. वाढलेली गंज प्रतिकार
4. अल्युमिनियम आणि स्टेनलेस स्टीलसह सर्व धातू वेल्ड करते.
5. आर्थिकदृष्ट्या परवडणारे (High Economical)

मर्यादा (Limitations):

1. वेल्डिंग उपकरणे अधिक जटिल (complex) आणि कमी पोर्टेबल आहेत
2. अधिक महाग प्रक्रिया.

वापर (Applications):

1. शीट (Sheet) मेटल वेल्डिंग
2. प्रेशर वेसल्स आणि स्टील स्ट्रक्चर्सचे फॅब्रिकेशन काम.
3. पाइपलाइनचे वेल्डिंग.
4. ऑटोमोटिव्हची दुरुस्ती.

5.3.2.1 TIG आणि MIG वेल्डिंग मधील तुलना (Comparison between TIG and MIG Welding):

तक्ता 5.3.2.1 TIG आणि MIG वेल्डिंग मधील तुलना

पॅरामीटर	TIG	MIG
इलेक्ट्रोड	टंगस्टन इनर्ट गॅस (टीआयजी) वेल्डिंगमध्ये न वापरता येणारा इलेक्ट्रोड वापरला जातो	मेटल इनर्ट गॅस (एमआयजी) वेल्डिंगमध्ये उपभोग्य (consumable) इलेक्ट्रोडचा वापर केला जातो.
फिलर साहित्य	फिलर मेटल स्वतंत्रपणे पुरवले जाते	इलेक्ट्रोड फिलर मेटल म्हणून कार्य करते (कोणत्याही अतिरिक्त फिलरची आवश्यकता नाही).
प्रक्रिया गती	फिलर जमा करण्याचे प्रमाण कमी आहे. या अर्थाने ते फारसे फलदायी नाही.	फिलर डिपॉझिशन रेट खूप जास्त आहे, त्यामुळे प्रक्रिया अत्यंत उत्पादक आहे.
वेल्ड देखावा (appearance)	हे सहजपणे चांगल्या देखाव्यासह (appearance) दोषमुक्त विश्वसनीय सांधे (defect-free reliable joint) तयार करू शकते.	वेल्ड बीडची गुणवत्ता आणि देखावा फारसा चांगला नाही.

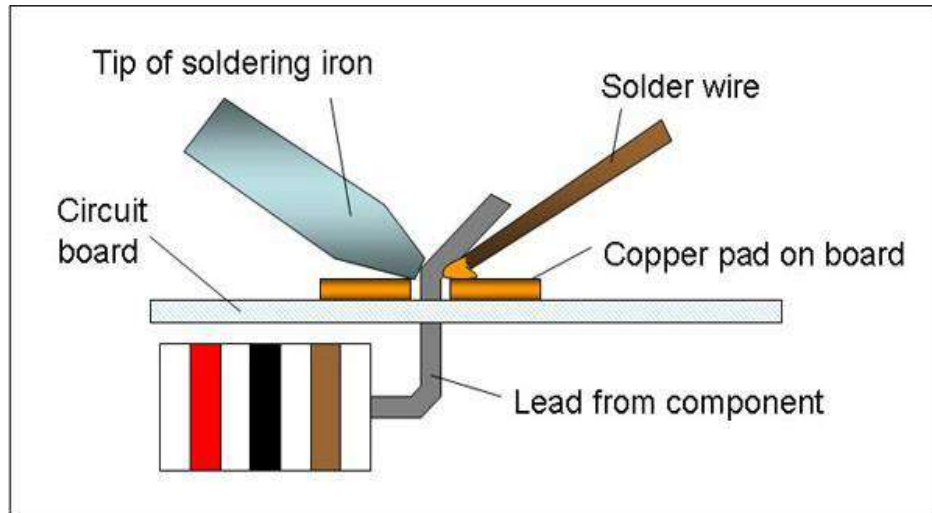
वापर	पातळ (thin) प्लेट्ससाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते	($\geq$) 4 मिमी जाडीच्या प्लेट्सच्या समान किंवा त्याहून अधिक वेळेड केले जाऊ शकते.
------	--	---

5.4 सोल्डरिंग (Soldering) :

सोल्डरिंग ही वितळलेल्या अवस्थेत लागू केलेल्या सोल्डर नावाच्या फ्युसिबल मिश्र धातु किंवा धातूच्या सहाय्याने दोन किंवा अधिक तुकडे जोडण्याची पद्धत आहे.

5.4.1 प्रक्रिया (Process) :

ऑपरेशन सुरू करण्यापूर्वी धातूचे तुकडे व्यवस्थित स्वच्छ करून एकमेकांवर ठेवावेत. सामान्यतः वापरल्या जाणाऱ्या सोल्डरिंग लोखंडाच्या टोकाला एक धार तयार करण्यासाठी एक तांब्याचा तुकडा असतो. जेव्हा ते गरम केले जाते तेव्हा धातूच्या पृष्ठभागावर ऑक्साईड तयार होण्यापासून रोखण्यासाठी फ्लक्सचा वापर केला जातो. वापरण्यासाठी योग्य सोल्डर सामग्री निवडा. योग्य गरम पद्धत निवडा. दूषित पदार्थ काढून टाकण्यासाठी कामाचा तुकडा स्वच्छ करा.



सोल्डरिंग प्रक्रिया

आकृती 5.4

5.4.2 फिलर (Filler)-

वापरल्या जाणाऱ्या फिलर धातूंना सामान्यतः सोल्डर म्हणतात, जे मूलतः उष्णता आणि कथील (Tin) यांचे मिश्र धातु असतात. लोह आणि कथील मिश्रधातूंमध्ये द्रव तापमान कमी असते.

सोल्डरिंगमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या काही फिलर धातू आहेत:

1. कथील (Tin)
2. शिसे धातू (Lead)

3. चांदी

4. कॅडमियम (Cadmium)

5. जस्त (Zinc)

5.5 ब्रेझिंग (Brazing) :

ब्रेझिंग हे मूलतः सोल्डरिंगसारखेच असते, परंतु ते सोल्डरिंगपेक्षा खूप मजबूत सांधे (stronger joint) देते.

फरक म्हणजे कठिण (harder) फिलर मटेरियलचा वापर, ज्याला व्यावसायिकरित्या (commercially) स्पेल्टर म्हणून ओळखले जाते, जे लाल उष्णतेच्या वर काही तापमानात फ्यूज करते परंतु जोडल्या जाणाऱ्या भागांच्या वितळण्याच्या (melting) तापमानापेक्षा कमी असते.

5.5.1 प्रक्रिया (Process) :

ब्रेझिंगने जोडले जाणारे भाग काळजीपूर्वक साफ केले जातात. फ्लक्स लावले जाते आणि भाग एकत्र जोडण्यासाठी घट्ट पकडले जातात (The flux applied and parts clamped in position for joining). फिलर मटेरियल (स्पेल्टर) वितळण्याच्या (melting) बिंदूपेक्षा जास्त तापमानाला गरम केले जाते आणि वितळलेल्या स्पेल्टरला भागांमधील जागेत वाहू दिले जाते आणि ते हळूहळू थंड होऊ देते. सॉलिडिफिकेशननंतर, ब्रेझिंग प्रक्रिया पूर्ण होते.

5.6 ब्रेझिंग आणि सोल्डरिंगमधील फरक (Difference between Brazing and Soldering) :

तक्ता 5.6 ब्रेझिंग आणि सोल्डरिंग मधील फरक

पैलू	ब्रेझिंग	सोल्डरिंग
तापमान	उच्च तापमान)450(च्या वर C°	कमी तापमान)450(खाली C°
फिलर साहित्य	उच्च वितळण्याच्या बिंदूसह फिलर धातू	कमी हळुवार बिंदूसह सोल्डर
संयुक्त शक्ती	मजबूत सांधे) Stronger joints(	कमकुवत सांधे) Weaker Joints(
कौशल्य आवश्यक	बऱ्याचदा कुशल कामगारांची आवश्यकता असते	कमी कौशल्य आवश्यक आहे
वेगळे करणे	सांधे सहजासहजी नष्ट होत नाहीत	सांधे सहजपणे विघटित केले जाऊ शकतात
खर्च	सर्वसाधारणपणे अधिक महाग	आर्थिकदृष्ट्या स्वस्त आहे
वापर	जड किंवा जाड भागांसाठी वापरले जाते	सामान्यतः लहान सांध्यांसाठी

5.7 जोडणीच्या सांध्यातील दोष: कारणे आणि उपाय (Defects in Welding Joints: Cause and Remedies):

वेल्डिंग प्रक्रियेत सामान्य दोष आढळतात:

1. स्लॅग समावेश (Slag Inclusions)
2. क्रॅक (Cracks)
3. विरूपीकरण (Distortion)
4. भेदन्यास कठीण (Poor Penetration)
5. अपूर्ण संलयन (Incomplete fusion)
6. सच्छिद्रता (Porosity)
7. ओव्हरलॅपिंग (Overlapping)

a) स्लॅग समावेश (Slag Inclusion)

कारणे (Causes):

1. चुकीचा इलेक्ट्रोड कोन (electrode angle)
2. अगदी लहान वेल्डिंग वर्तमान घनता वापरणे
3. वेल्डला खूप वेगाने थंड (cool too fast) होऊ देणे
4. मागील वेल्ड लेयर्सची अयोग्य स्वच्छता

उपाय (Remedies):

1. इलेक्ट्रोड कोन आणि वेग मर्यादा (travel rate) समायोजित करा.
2. वर्तमान घनता (current density) योग्य मूल्यापर्यंत वाढवा.
3. जलद थंड (Rapid cooling) होण्यास प्रतिबंध करा.
4. पुढील स्तर जमा करण्यापूर्वी वेल्ड बेड पृष्ठभाग स्वच्छ करा.

b) क्रॅक (Cracks):

कारणे (Causes):

1. कमी प्रवाहासह उच्च वेल्डिंग गती एकत्र करणे
2. संकोचन पासून उच्च अवशिष्ट ताण घनीकरण (High residual stress solidification from shrinkage)
3. वेल्डिंग सुरू करण्यापूर्वी प्रीहीटिंगचा अभाव (Lack of preheating).

उपाय (Remedies):

1. योग्य वेल्डिंग गती आणि वर्तमान वापरा.
2. बेस मेटल प्रीहीट करा आणि कूलिंग स्पीड जॉइंट कमी करा.
3. योग्य सल्फर आणि कार्बन मिश्रण वापरा.

c) विकृती (Distortion):**कारणे (Causes):**

1. वेल्डिंग दरम्यान बदलणारे तापमान ग्रेडियंट (Varying temperature gradients)
2. चुकीचा वेल्डिंग ऑर्डर वापरणे
3. मंद चाप (Slow arc) प्रवास गती

उपाय (Remedies):

1. वेल्डिंगसाठी योग्य तापमान ग्रेडियंटला चिकटवा.
2. योग्य वेल्डिंग ऑर्डर वापरा.
3. इष्टतम चाप (optimal arc) प्रवास गती राखा.

d) खराब प्रवेश (Poor Penetration):**कारणे (Causes):**

1. अयोग्य संयुक्त संरेखन (Improper joint alignment)
2. वेल्ड दरम्यान खूप जागा असणे
3. वेल्डिंग मणी (bead) खूप वेगाने हलवल्याने, धातूचा स्वभाव कमी होतो

उपाय (Remedies):

1. योग्य संयुक्त भूमिती आणि योग्य संरेखन वापरा (correct joint geometry and proper alignment).
2. पुरेसा वेल्ड मेटल डिपॉझिशन सुनिश्चित करा.
3. चाप प्रवास गती (Arc travel speed) कमी करा.

e) अपूर्ण संलयन (Incomplete Fusion):**कारणे (Causes):**

1. कमी उष्णता इनपुट
2. धातूच्या पृष्ठभागाची दूषितता

3. विशिष्ट सामग्रीच्या जाडीसाठी चुकीचे इलेक्ट्रोड व्यास वापरणे
4. खूप वेगवान प्रवासाचा वेग

उपाय (Remedies):

1. योग्य उष्णता इनपुट वापरा.
2. वेल्डिंग करण्यापूर्वी वेल्डिंग क्षेत्र आणि धातूची पृष्ठभाग स्वच्छ करा.
3. योग्य इलेक्ट्रोड व्यास (diameter) निवडा जो सामग्रीच्या जाडीशी जुळतो.
4. प्रवासाचा वेग ऑप्टिमाइझ (जास्तीत जास्त अनुकूल) (Optimize) करा.

f) सच्छिद्रता (Porosity):

कारणे(Causes):

1. इलेक्ट्रोडची अपुरी कोटिंग किंवा गंजलेल्या इलेक्ट्रोडचा वापर
2. वेल्ड पृष्ठभागावर वंगण, तेल, पाणी, गंज किंवा हायड्रोकार्बनची उपस्थिती.

उपाय (Remedies):

1. योग्य इलेक्ट्रोड आणि फिलर सामग्री निवडा.
2. बेस मेटलची योग्य स्वच्छता सुनिश्चित करा आणि प्रदूषकांना (pollutants) वेल्डिंग क्षेत्रात प्रवेश करण्यापासून प्रतिबंधित करा.

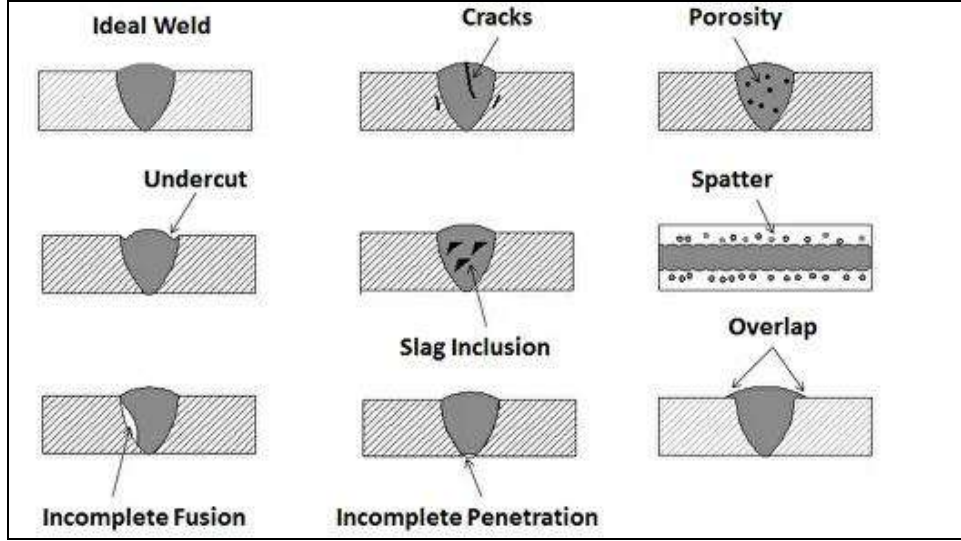
g) ओव्हरलॅपिंग (Overlapping):

कारणे(Causes):

1. चुकीचे वेल्डिंग तंत्र वापरणे
2. भिन्न इलेक्ट्रोड कोन
3. मोठ्या आकाराच्या इलेक्ट्रोडचा वापर करणे.

उपाय (Remedies):

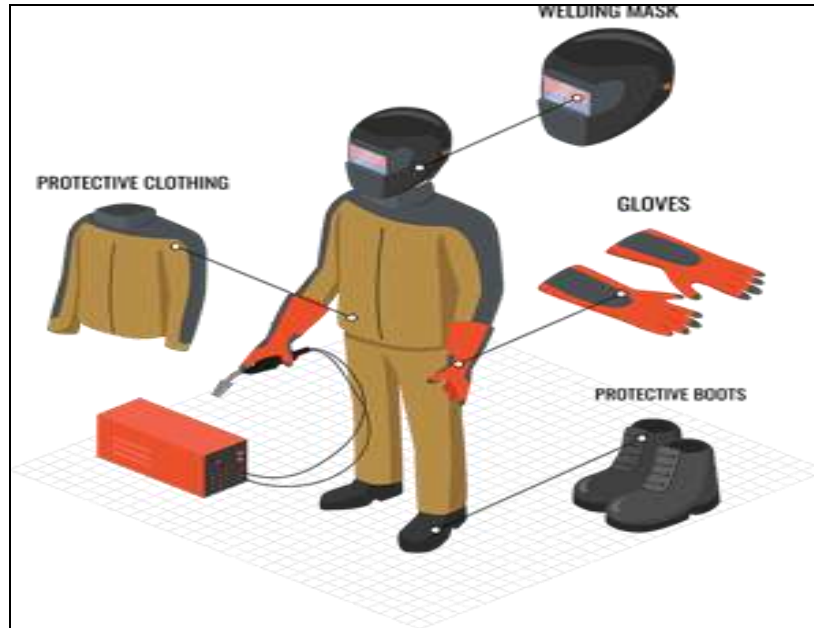
1. इष्टतम चाप (optimal arc) लांबीसाठी योग्य वेल्डिंग तंत्र निवडा
2. योग्य इलेक्ट्रोड कोन (electrode angle) राखा
3. मोठ्या आकाराचे इलेक्ट्रोड वापरणे टाळा.



वेल्डिंग दोष

आकृती 5.7

5.8 वेल्डिंग कार्यशाळेतील सुरक्षितता पद्धती/सावधानी (Safety practices/ precautions in welding shop):



वेल्डिंग सुरक्षा सामग्री

आकृती 5.8

वेल्डिंग हे आरोग्य आणि सुरक्षिततेसाठी अनेक प्रकारच्या धोक्यांशी संबंधित आहे. वेल्डिंग दरम्यान निर्माण होणारा धूर आणि घातक वायू कमी करण्यासाठी कार्यशाळा/वेल्डिंगचे दुकान हवेशीर असावे.

सामान्य खबरदारी (Common Precautions):

1. वेल्डिंग करताना योग्य संरक्षणात्मक कपडे घाला, उदा., एप्रन, हातमोजे इ.
2. वेल्डिंग करताना योग्य ढाल (proper shield) देखील वापरा.
3. सांधे साफ करताना डोळ्यांच्या सुरक्षेसाठी गॉगल वापरा.
4. संपूर्ण वेल्डिंगमध्ये आघात करा आणि योग्य आर्क राखा (Strike and maintain proper arc throughout welding).
5. नेहमी योग्य विद्युत प्रवाह आणि योग्य इलेक्ट्रोड आकार निवडा आणि वापरा.
6. गरम वर्कपीस ठेवण्यासाठी नेहमी चिमटे वापरा (Always use tongs to hold the hot workpieces)

Exercises:**TLO 5.1: दिलेल्या घटकासाठी योग्य वेल्डिंग प्रक्रिया निवडा.**

1. List various fabrication processes. (R)
2. Define weldability. (R)
3. Classify welding processes based on various applications. (A)
4. List applications of welding. (R)

TLO 5.2: गॅस वेल्डिंग प्रक्रियेचे वर्णन करा.

1. List different types of flames. (R)
2. Explain Oxy-acetylene gas welding process with neat sketch. (U)
3. List advantages of Oxy-acetylene gas welding process. (R)

TLO 5.3: विविध आर्क वेल्डिंग प्रक्रियांमध्ये फरक करा.

1. Classify Arc welding processes. (U)
2. Explain Tungsten Inert Gas Welding (TIG) process with neat sketch. (U)
3. Explain Metal Inert Gas Welding (MIG) process with neat sketch. (U)
4. Compare TIG and MIG welding process. (A)

TLO 5.4: सोल्डरिंग आणि ब्रेझिंग प्रक्रियेची तुलना करा.

1. Define Soldering and Brazing process. (R)
2. List filler metals used in soldering. (R)
3. Give difference between Soldering and Brazing. (A)

TLO 5.5: वेल्डिंग दोषांची कारणे सूचीबद्ध करा आणि उपाय सुचवा.

1. List common defects occurred in welding process. (R)
2. Explain any four welding defects with cause and remedial action. (U)
3. Explain the causes of occurring crack in welding? (U)

TLO 5.6: वेल्डिंग शॉपसाठी सुरक्षा मार्गदर्शक तत्त्वे आणि खबरदारीची गणना करा.

1. Explain common hazards occur in welding. (U)
2. Prove that eye protection is essential for welders. (A)
3. List precautions are required in welding process. (R)

Micro Projects:

1. Prepare various types of welding joints (with metal components).
2. Collect information regarding different welding equipments required for welding shop.
3. Collect different filler materials required for metal joining processes.
4. Make a chart/poster showing safety precautions in welding shop.

Bibliography:

Sr. No	Author	Title	Publisher with ISBN Number
1	S. K. Hajra Choudhury, A. K. Hajra Choudhury, Nirjhar Roy	Workshop Technology Volume- I	Media Promoters & Publishers Pvt. Ltd. ISBN:81-85099-14-6
2	P. N. Rao	Manufacturing Technology Volume-I	Mc Graw Hill Education ISBN-13:978-1-25-906257-5
3	B. S. Raghuwanshi	Workshop Technology	Dhanapat Rai & Co.
4	M. Radhakrishnan	Welding Technology and Design	New Age International Publishers ISBN: 81-224-1672-1
5	R.K.Jain	Production Technology	Khanna Publishers, Delhi ISBN:81-7409-099-1
6	S.K.Hazara Chaudhary, A.K.Hazara Chaudhary and Nirjhar Roy	Elements of Workshop Technology Volume II	Media promoters and publishers Pvt.Ltd, Mumbai. ISBN : 81- 85099-14-6
7	P N RAO	Manufacturing Technology Volume-2	McGraw Hill, New Delhi, ISBN:9789353160524
8	D. P. Agarwal	Ancient Metal Technology and Archaeology of South Asia:- a Pan-Asian perspective	Aditya Prakashan, New Delhi. ISBN : 978-8-185-09915-6