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

अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान पदविका

शिक्षण पुस्तिका
(Learning Material)

Production Processes
(314340)

यंत्र अभियांत्रिकी गट

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

MAHARASHTRA STATE BOARD OF TECHNICAL EDUCATION * MUMBAI

शिक्षण पुस्तिका

(Learning Material)

प्रोडक्शन प्रोसेसेस

Production Processes

(314340)

मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यम

(अभियांत्रिकी व तंत्राज्ञानातील चतुर्थ सत्र पदविका)

महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई

(स्वायत्त) (ISO 9001:2015) (ISO/IEC 27001:2013)

MAHARASHTRA STATE BOARD OF TECHNICAL EDUCATION MUMBAI

एम.एस. बी. टी. ई.
मार्गदर्शक

श्री. एस. एस. हरीप

निवड श्रेणी अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

संकलक

श्री. डब्ल्यू. आय. शेख

अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

श्री. बी. ए. मगदूम

अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

श्री. टी. एस. रानडे

अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

श्री. एस. बी. पाटील

अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

सौ. एस. एन. बोराडे

अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

समीक्षक

श्री. व्ही. जे. देशपांडे

अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

मुख्य समन्वयक

श्री. बी. एस. ताशिलदार

प्राचार्य

संस्था समन्वयक

श्री. एन. एस. पाटील

विभागप्रमुख, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ

(स्वायत्त) (ISO: ९००१:२०१५) (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 शिक्षणाकरीता 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 भाषांतुन 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 व्यवहारिक 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 मनः पूवक अभिनंदन करतो !

(प्रमोद नाईक)
संचालक
म. रा. तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई.

अनुक्रमणिका

अ. क्र	युनिटचे नाव	पान क्र.
1	सीएनसी मशीनची मूलभूत तत्त्वे (Fundamentals of CNC Machine)	1
2	ग्राइंडिंग आणि सुपर फिनिशिंग (Grinding and Super Finishing)	17
3	गियर निर्माण पद्धती (Gear Manufacturing Process)	33
4	प्रेस आणि ॲक्सेसरीज (Press and Accessories)	45
5	नॉन ट्रॅडिशनल मशीनिंग प्रोसेसेस (Non-Traditional Machining Processes)	65

MAHARASHTRA STATE BOARD OF TECHNICAL EDUCATION * MUMBAI

MAHARASHTRA STATE BOARD OF TECHNICAL EDUCATION
MUMBAI

युनिट 1. सीएनसी मशीनची मूलभूत तत्त्वे
(Fundamentals of CNC Machine)

विषय निष्पत्ती (**Course Outcome)**:- दिलेल्या अनुप्रयोगानुसार योग्य CNC मशीनचा वापर करा. (Use appropriate CNC machine as per given application.)

घटक निष्पत्ती (**Theory Learning Outcomes):**

TLO 1.1: CNC मशीनचे वर्गीकरण करा. (Classify CNC machines).
TLO 1.2: CNC मशीनचा मूलभूत योजनामूलक आकृती रेखाट करा आणि प्रमुख घटकांना लेबल करा. (Draw a basic schematic diagram of a CNC machine, labeling key components).
TLO 1.3: CNC मशीनच्या विविध बांधकामात्मक तपशीलांचे स्पष्टीकरण द्या. (Explain the different constructional details of CNC machine).

TLO 1.4: CNC मशीनमध्ये वापरले जाणारे विविध इन्सर्ट्स स्पष्ट करा. (Explain the various inserts used in CNC machine).

1.1 परिचय

सीएनसी (कॉम्प्युटर न्यूमेरिकल कंट्रोल) मशीन्स ही संगणकांद्वारे नियंत्रित केलेली स्वयंचलित साधने आहेत जी अचूक मशीनिंग ऑपरेशन्स अंमलात आणतात. ही उत्पादन आणि ऑटोमेशन क्षेत्रात एक क्रांतिकारी प्रगती दर्शवते.

1.1.1 व्याख्या:

कॉम्प्युटर न्यूमेरिकल कंट्रोल (CNC) म्हणजे ज्यामध्ये मशीन टूलची कार्ये आणि हालचाली कोडेड अल्फान्यूमेरिक डेटा (Coded alpha-numeric data)असलेल्या तयार प्रोग्रामद्वारे नियंत्रित केल्या जातात.

1.1.2 फायदे :

सीएनसीचे फायदे असे आहेत

(1) उत्पादनात उच्च अचूकता.

(2) कमी उत्पादन वेळ.

(3) अधिक उत्पादन लवचिकता.

(4) सोपी फिक्स्चरिंग.

(5) कंटूर मशीनिंग (2 ते 5-अक्ष मशीनिंग),

(6) मानवी चुका कमी झालेल्या आहेत

तोटे म्हणजे उच्च खर्च, देखभाल आणि कुशल पार्ट प्रोग्रामरची आवश्यकता लागते.

1.1.3 सीएनसीचे उपयोग खालीलप्रमाणे आहेत.

1. मशीन टूल श्रेणीत, CNCचा व्यापक वापर लेथ, ड्रिल प्रेस, मिलिंग मशीन, ग्राइंडिंग युनिट, लेसर, शीट मेटल प्रेस-वर्किंग मशीन, ट्यूब बेंडिंग मशीन इत्यादींसाठी केला जातो.

2. CNC नियंत्रणाखाली स्वयंचलितपणे कटिंग टूल्स बदलणारी हायली ऑटोमेटेड मशीन टूल्स जसे की टर्निंग सेंटर आणि मशीनिंग सेंटर विकसित करण्यात आले आहेत.
3. नॉन-मशीन टूल श्रेणीत, CNC अनुप्रयोगांमध्ये वेल्डिंग मशीन (आर्क आणि रेसिस्टन्स), कोऑर्डिनेट मेजरिंग मशीन, इलेक्ट्रॉनिक असेंब्ली, टेप लेइंग आणि कंपोझिटसाठी फिलामेंट वायनडिंग मशीन यांचा समावेश आहे.

1.2 सीएनसीचे वर्गीकरण:

सीएनसी मशीन्सचे वर्गीकरण त्यांच्या कार्य, गती प्रकार, अक्षांची संख्या आणि नियंत्रण लूपनुसार केले जाते.

a. पॉइंट-टू-पॉइंट:-

पॉइंट-टू-पॉइंट सिस्टीम म्हणजे असे सिस्टीम जे टूल किंवा वर्कपीस एका पॉइंटवरून दुसऱ्या पॉइंटवर हलवतात आणि नंतर टूल आवश्यक कार्य करते. पूर्ण झाल्यावर, टूल (किंवा वर्कपीस) पुढील स्थितीत जाते आणि सायकलची पुनरावृत्ती होते. या प्रकारच्या सिस्टीमसाठी Figure 1.1 मध्ये दाखवलेले सर्वात सोपे उदाहरण म्हणजे ड्रिलिंग मशीन जिथे टूल O पॉइंट पासून 1-2-3-4 पॉइंटवर जातो.

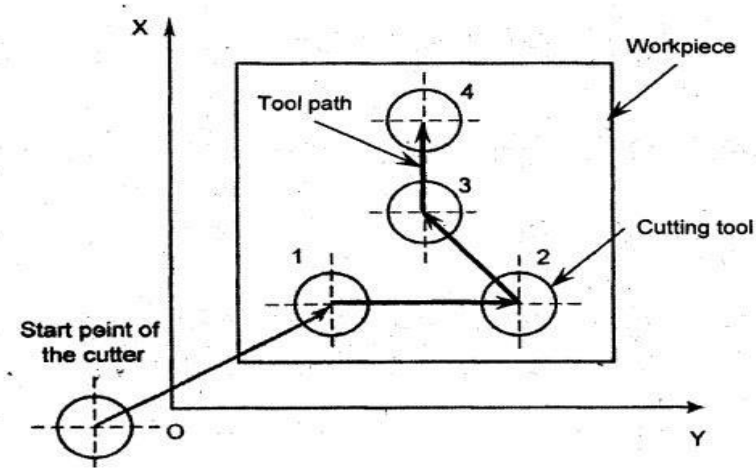


Figure 1.1 पॉइंट-टू-पॉइंट

b. कंटीन्युअस पाथ कंट्रोल:

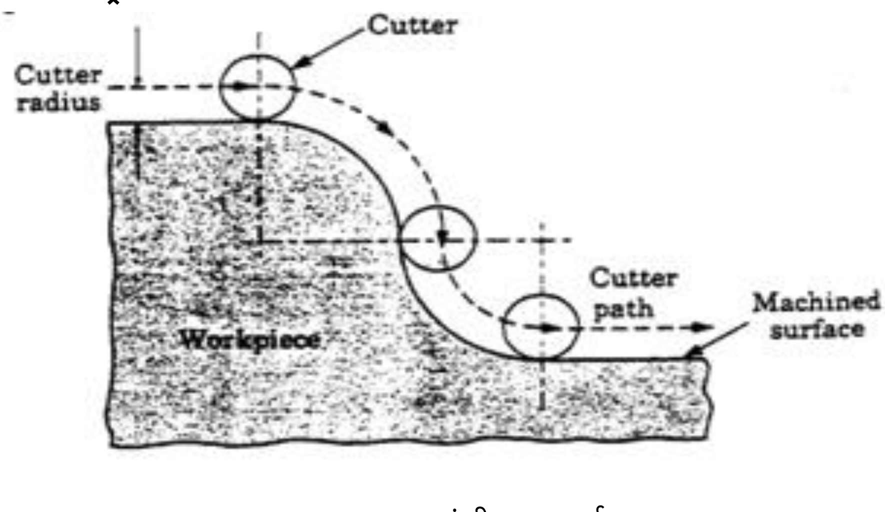


Figure 1.2 कंटीन्युअस मार्ग

कंटीन्युअस पाथ कंट्रोल (CPC) ही उत्पादन आणि ऑटोमेशनमधील एक तंत्र आहे जी मशीन टूल्सना कंटीन्युअस (सलग) मार्गाचा अवलंब करण्यास अनुमती देते, ज्यामुळे जटिल हालचाली आणि मशीनिंग ऑपरेशन्स शक्य होतात. हे तंत्र सामान्यतः CNC (संगणकीकृत संख्यात्मक नियंत्रण) मशीनमध्ये विविध पदार्थांमध्ये जटिल आकार अचूकपणे कापण्यासाठी, ड्रिल करण्यासाठी किंवा मिल करण्यासाठी वापरले जाते. कंटीन्युअस पाथ सामान्यतः अशा प्रणालींचा संदर्भ घेतात ज्या दोन किंवा अधिक अक्षांचे सतत एकाच वेळी नियंत्रण करण्यास सक्षम असतात.

c. स्ट्रेट पाथ:-

जेव्हा कंटीन्युअस पाथ कंट्रोल (CPC) चा वापर करून टूलला मशीन टूल वर्कटेबलच्या मुख्य अक्षांपैकी फक्त एका अक्षाच्या समांतर हलवले जाते, तेव्हा त्याला Figure 1.3 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे स्ट्रेट-कट NC प्रणाली म्हणतात. हे मिलिंग ऑपरेशन्ससाठी प्राधान्याने वापरले जाते. येथे एका पेक्षा जास्त अक्षांची एकत्रिकरण शक्य नसल्यामुळे, कोनीय कट्स (angular cuts) करणे शक्य होत नाही.

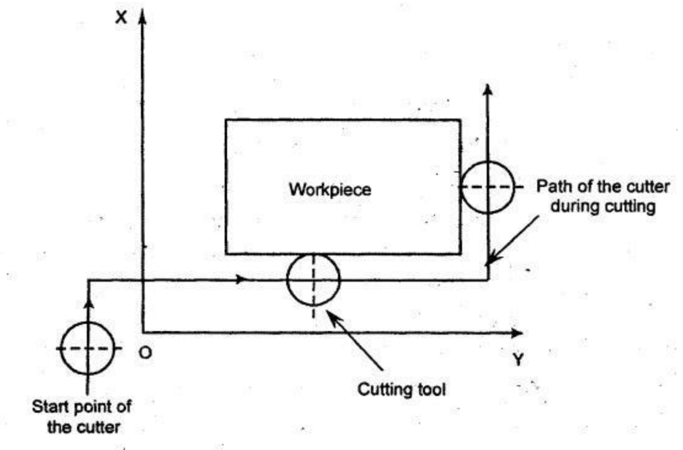


Figure 1.3 सरळ मार्ग

d. अँब्सोलुट अँड इन्क्रिमेंटल कॉ-ऑर्डीनेट सिस्टिम (Absolute and Incremental Co-ordinated System) :-

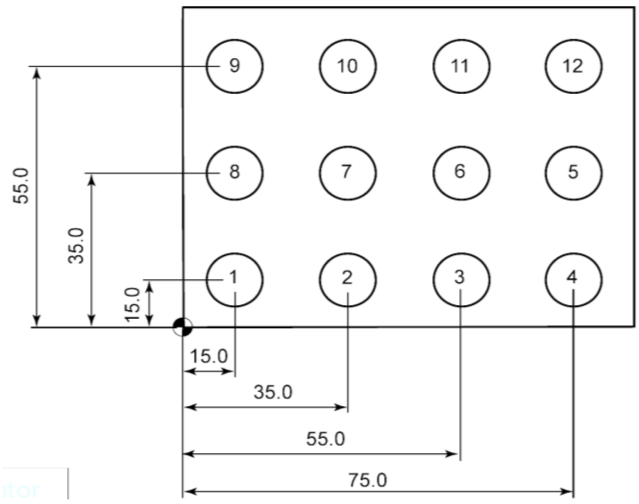


Figure 1.4 अँब्सोलुट कॉ-ऑर्डीनेट

अँब्सोलुट अँड इन्क्रिमेंटल कॉ-ऑर्डीनेट सिस्टिम ही मशीनच्या मूळ किंवा वर्कपीसच्या सापेक्ष उपकरणाची स्थिती माहिती करण्याचे मार्ग आहेत. अँब्सोलुट कॉ-ऑर्डीनेट एका निश्चित बिंदूवर आधारित असतात, तर इनक्रेमेंटल कॉ-ऑर्डीनेट मागील स्थितीवर आधारित असतात.

- **अँब्सोलुट कॉ-ऑर्डीनेट:-**

याला G90 मोड असेही म्हणतात. एक अँब्सोलुट सिस्टीम तुमच्या शून्य बिंदूवर आधारित निर्देशांकाकडे (zero point) जाते. टूलचे निर्देशांक नेहमीच एका निश्चित बिंदूकडे संदर्भित केले जातात. ही प्रणाली विमानाचे घटक आणि वैद्यकीय उपकरणे यांसारख्या अचूक मशीन केलेल्या भागांसाठी वापरली जातात. प्रोग्राम अंमलबजावणी दरम्यान टूलची स्थिती निश्चित करण्यासाठी मशीन नियंत्रण भाग मूळचा संदर्भ बिंदू म्हणून वापरते. Figure 1.4 अँब्सोलुट कॉ-ऑर्डीनेट वापरून परिमाणे दर्शविते. सर्व परिमाणे ओरिजिन (शून्य बिंदू/मूळ) वरून घेतली आहेत.

- **इन्क्रिमेंटल कॉ-ऑर्डीनेट :-**

  याला G91 असेही म्हणतात. इन्क्रिमेंटल मूव्हमेंट सध्याच्या स्थितीच्या संदर्भात दिलेल्या अंतराने टूल हलवते. इन्क्रिमेंटल हालचाल तुमचा भाग शून्य बिंदू विचारात घेत नाही. टूलचे निर्देशांक टूलच्या मागील स्थितीवर आधारित असतात.

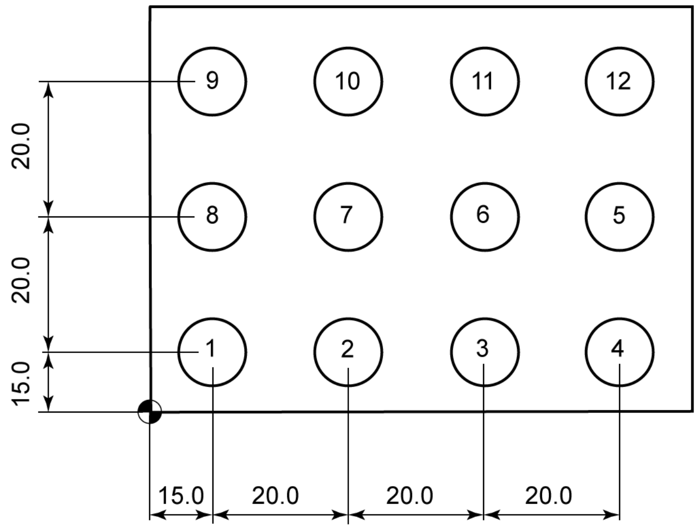


Figure 1.5 इन्क्रिमेंटल कॉ-ऑर्डीनेट

प्प्रत्येक मूव्हमेंट हे मागील टूल पोझिशनच्या संदर्भात ठराविक अंतराने केले जाते. ही पद्धत मल्टीपल होल ड्रिलिंगसाठी प्रभावी ठरते, जिथे प्रत्येक होलमधील इंटरव्हेनिंग डिस्टन्स निर्दिष्ट करणे आवश्यक असते. Figure 1.5 इन्क्रिमेंटल कोऑर्डिनेट सिस्टमचा वापर करून परिमाणे दर्शवते. येथे सर्व डायमेंशन्स टूलच्या वर्तमान स्थितीपासून मोजले जातात आणि ते डेटम ओरिजिनच्या संदर्भात नसतात.

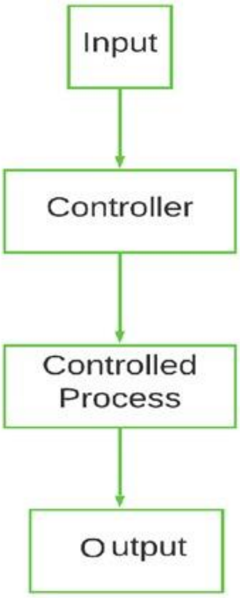
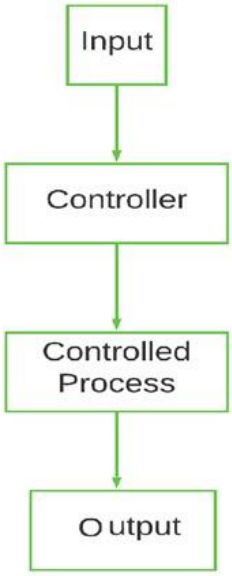
e. ओपन लूप आणि क्लोज्ड लूप कंट्रोल सिस्टम: - कंट्रोल सिस्टम ही अशी प्रणाली आहे जिथे प्रणालीचे वर्तन एका डिफरेंशियल समीकरणाद्वारे निर्धारित केले जाते. ही प्रणाली कंट्रोल लूप्सच्या मदतीने विविध उपकरणे आणि प्रणालींचे नियमन व व्यवस्थापन करते. कंट्रोल सिस्टीम मुख्यतः दोन प्रकारात विभागली जाते: **ओपन-लूप कंट्रोल सिस्टम** आणि **क्लोज्ड-लूप कंट्रोल सिस्टम**.

- **ओपन-लूप कंट्रोल सिस्टम** अशा अनुप्रयोगांसाठी वापरली जाते जिथे फीडबॅक आणि एरर हँडलिंगची आवश्यकता नसते. ही प्रणाली रचनेने साधी आणि किफायतशीर असते, परंतु ऑप्टिमायझेशन शक्य नसते.

- **क्लोज्ड-लूप कंट्रोल सिस्टम (CLCS)** अशा अनुप्रयोगांसाठी वापरली जाते जिथे फीडबॅक आणि एरर हँडलिंग आवश्यक असते. ही प्रणाली संरचनेने जटिल आणि खर्चिक असते, परंतु ऑप्टिमायझेशन शक्य होते. तथापि, CLCS चे मेंटेनन्स कठीण आणि खर्चिक असते.

Table 1.1ओपन लूप आणि क्लोज लूप कंट्रोल सिस्टीममधील तुलना

पॅरामीटर्स.	**ओपन-लूप कंट्रोल सिस्टम**	**क्लोज्ड-लूप कंट्रोल सिस्टम**
रचना	सोपे	कठीण
विश्वसनीयता	कमी	अधिक
देखभाल	कमी.	अधिक
स्थिरता	अधिक	कमी
ऑपट्टीमायझेशन	कठीण.	अगदी सहज.
फीड बॅक	अनुपस्थित	उपस्थित.
वेग	हळू.	जलद.
किंमत	किफायतशीर.	महाग
इंस्टालेशन	सोपे	गुंतागुंतीचे

पॅरामीटर्स.	ओपन-लूप कंट्रोल सिस्टम	क्लोज्ड-लूप कंट्रोल सिस्टम
Figure		

1.3 सीएनसीचे रचनात्मक घटक

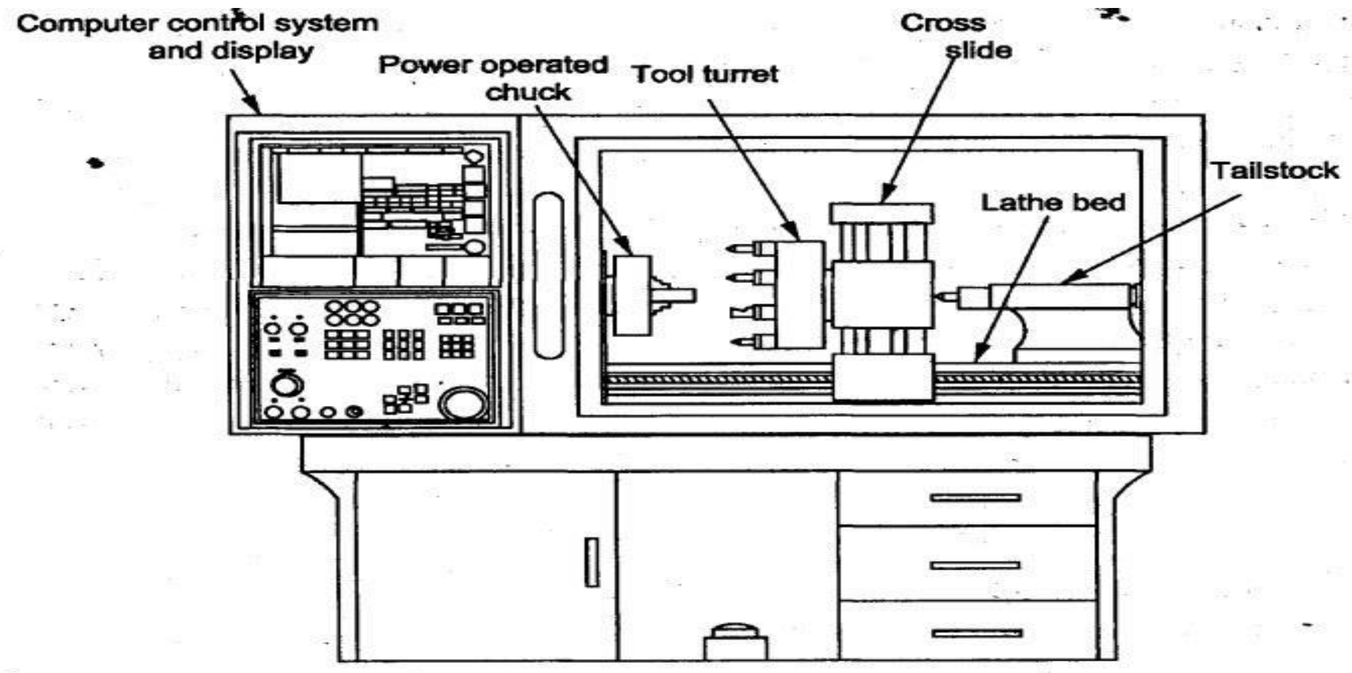


Figure 1.6 सीएनसी टर्निंग

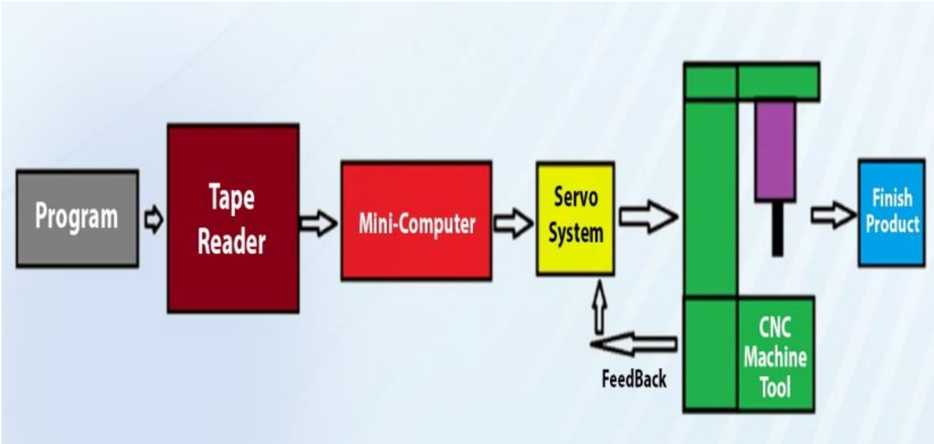


Figure 1.7 सीएनसी घटक

1.3.1 यंत्राची रचना:-

i) बेड **:-** बेड हा यंत्रांचा आधार आहे. तो कास्ट आयर्नपासून बनलेला असतो ज्यावर विविध स्थिर आणि कार्यरत भाग बसवलेले असतात. त्याच्या डाव्या टोकाला हेडस्टॉक आणि उजव्या टोकाला टेलस्टॉक असतो. तसेच, तो हेडस्टॉकपासून टेलस्टॉकपर्यंतचे अंतर व्यापतो. तो कार्यक्षेत्राखाली स्थित असतो.

ii) स्लाईड वे:- स्लाइडवे हा मशीन टूलमध्ये टेबल किंवा कॅरेजच्या ट्रान्सलेशन मोशनसाठी गाइडिंग एलिमेंट म्हणून कार्य करतो. तो कार्यसाधन (टूल) किंवा वर्कपीस धारण करणाऱ्या घटकाच्या हालचालीच्या निश्चित मार्गदर्शनासाठी वापरला जातो, ज्यामुळे गतीची अचूकता आणि स्थिरता सुनिश्चित केली जाते.

iii) कॉलम आणि टेबल:- कॉलम किंवा टेबल Z-अक्ष नियंत्रित करते आणि वर-खाली हलवते. टेबल म्हणजे ज्या पृष्ठभागावर मटेरियल (वर्कपीस) ठेवले जाते. मशीन टूलखाली वर्कपीस योग्यरित्या ठेवण्यासाठी टेबल वेगवेगळ्या अक्षांवर, सहसा X, Y आणि Z वर हलू शकते.

1.3.2 स्पिंडल ड्राइव्हस्:-

सीएनसी मशीनचे मूलभूत कार्य म्हणजे त्याच्या घटकांना जसे की वर्क टेबल, टूल स्पिंडल इत्यादींना स्वयंचलित आणि अचूक गती नियंत्रण प्रदान करणे. सीएनसी मशीन टूलच्या घटकांना अशा प्रकारच्या नियंत्रित गती प्रदान करण्यासाठी ड्राइव्हचा वापर केला जातो. ड्राइव्ह सिस्टममध्ये ड्राइव्ह मोटर्स आणि बॉल लीड-स्क्रू असतात. कंट्रोल युनिट ड्राइव्ह मोटर्स सक्रिय करण्यासाठी ॲम्प्लीफाइड कंट्रोल सिग्नल पाठवते जे मशीन टेबलला ठेवण्यासाठी किंवा स्पिंडलला फिरवण्यासाठी बॉल लीड-स्क्रू फिरवतात. (Figure 1.8) स्पिंडल ड्राइव्हचा वापर वर्कपीस किंवा कटिंग टूलला अंग्युलर गती देण्यासाठी केला जातो.

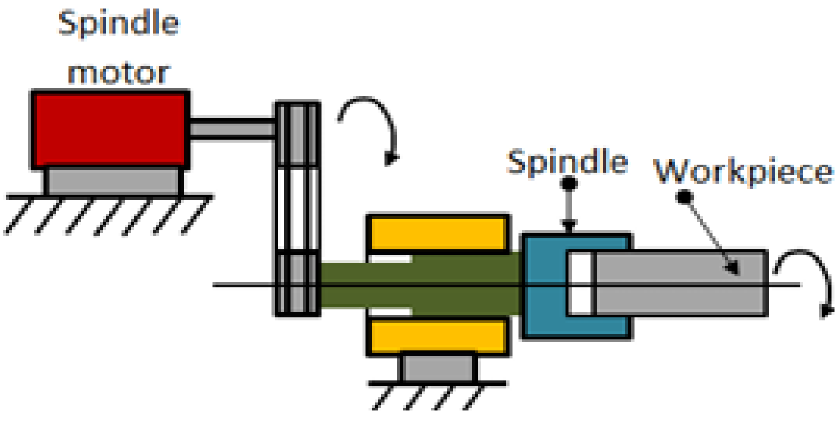


Figure 1.8 स्पिंडल ड्राइव्हस्

स्टेपर मोटर्स: -

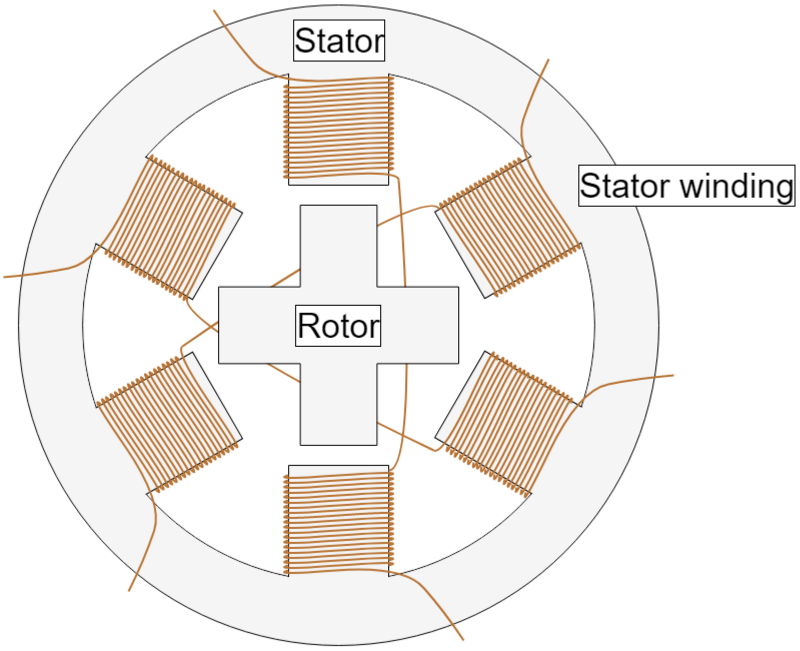


Figure 1.9 स्टेपर मोटर्स

स्टेपर मोटर ही एक प्रकारची CNC मशीनमध्ये हालचाल निर्माण करण्यासाठी वापरणारी इलेक्ट्रोमेकॅनिकल उपकरणे आहेत. (Figure 1.9). या प्रकारच्या मशीन इलेक्ट्रॉनिक सर्किटद्वारे नियंत्रित केल्या जातात, ज्या एका विशिष्ट क्रमाने स्विचेसच्या मालिकेद्वारे सर्किट तोडतात आणि पुन्हा जोडतात. स्टेपर मोटर ही एक विद्युत मोटर आहे, ज्याचे प्रमुख वैशिष्ट्य म्हणजे शाफ्ट ठराविक अंशांमध्ये (डिग्री) चरणबद्ध पद्धतीने फिरतो. इतर इलेक्ट्रिक मोटर्सप्रमाणेच स्टेपर मोटरमध्ये देखील स्टेटर (स्थिर भाग) आणि रोटर (गतीशील भाग) असतो. स्टेटरमध्ये दात असतात, ज्यावर कॉइल्स गुंडाळल्या जातात, तर रोटर हा स्थायी चुंबक (Permanent Magnet) किंवा व्हेरिएबल रिलक्टन्स लोखंडी कोर (Variable Reluctance Iron Core) असतो. स्टेपर मोटरचे मूलभूत कार्यप्रणाली: जेव्हा स्टेटरच्या एका किंवा अधिक फेजेसला उर्जा पुरवली जाते, तेव्हा कॉइलमधून वाहणाऱ्या विद्युत प्रवाहामुळे चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field) निर्माण होते, आणि रोटर त्या क्षेत्राशी संरेखित (Align)होतो. वेगवेगळ्या फेजेसला अनुक्रमे उर्जा पुरवून, रोटरला विशिष्ट कोनात फिरवता येते, ज्यामुळे तो इच्छित अंतिम स्थितीपर्यंत पोहोचतो.

सर्वोमोटर :-सर्वोमोटर्स ही विशेष इलेक्ट्रोमेकॅनिकल उपकरणे आहेत जी अचूक रोटेशन चे अंश निर्माण करतात.

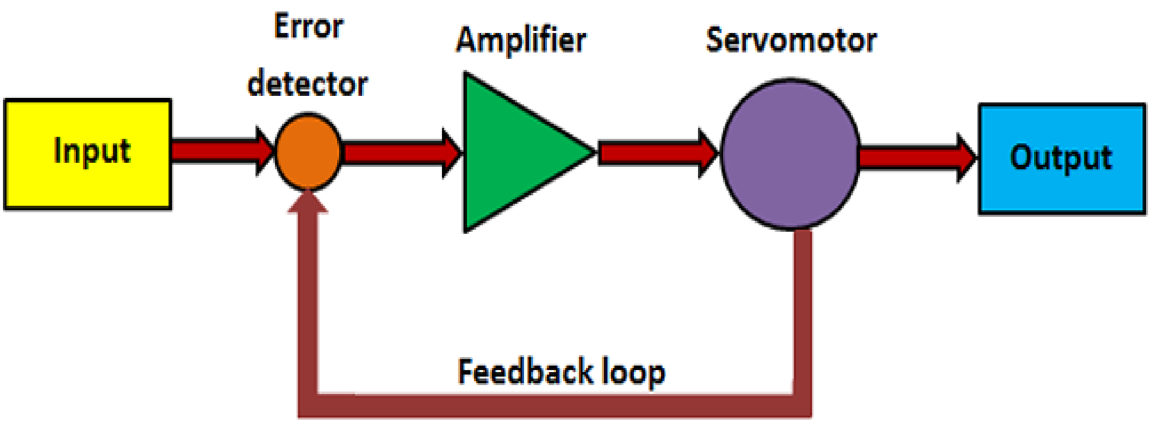


Figure 1.10 सर्वोमोटर

सर्वो मोटर म्हणजे डीसी किंवा एसी किंवा ब्रशलेस डीसी मोटर ज्याला पोझिशन सेन्सिंग डिव्हाइस असते. सर्वोमोटर्सना कंट्रोल मोटर्स असेही म्हणतात कारण ते मेकॅनिकल सिस्टम नियंत्रित करण्यात गुंतलेले असतात. Figure 1.10 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे सर्वोमोटर्स क्लोज्ड-लूप सर्वो सिस्टममध्ये वापरले जातात. सर्वोमोटर्स सर्वोमोटरचा वेग नियंत्रित करणाऱ्या सर्वो ॲम्प्लिफायरला एक रेफरन्स इनपुट पाठवला जातो. मशीनवर एक फीडबॅक डिव्हाइस बसवले जाते, जे एकतर एन्कोडर किंवा रिझोल्व्हर असते. हे डिव्हाइस मेकॅनिकल मोशनला इलेक्ट्रिकल सिग्नलमध्ये बदलते आणि फीडबॅक म्हणून वापरले जाते. हा फीडबॅक एरर डिटेक्टरला पाठवला जातो, जो रेफरन्स इनपुटच्या प्रत्यक्ष ऑपरेशनची तुलना करतो. जर एरर असेल, तर ती एरर थेट ॲम्प्लिफायरला दिली जाते, जी कंट्रोल ॲक्शनमध्ये आवश्यक सुधारणा करण्यासाठी वापरली जाईल. अनेक सर्वो सिस्टीममध्ये, वेग आणि स्थिती दोन्हीचे निरीक्षण केले जाते. सर्वोमोटर्स अचूक वेग, टॉर्क प्रदान करतात आणि दिशा नियंत्रण करण्याची क्षमता देतात.

हायड्रॉलिक मोटर:- हायड्रॉलिक मोटर द्रव दाबाला फिरणाऱ्या गतीमध्ये बदलते. (Figure 1.11) हायड्रॉलिक पंपातून येणारा दाबयुक्त द्रव मोटरमधील गिअर, पिस्टन किंवा वेन्स वर दाब टाकतो, ज्यामुळे मोटरचा आउटपुट शाफ्ट फिरतो. हायड्रॉलिक मोटरची कार्यप्रणाली: हायड्रॉलिक मोटर ही एक यांत्रिक घटक (Mechanical Actuator) आहे, जी हायड्रॉलिक दाब आणि प्रवाहाला (Flow) टॉर्क आणि कोनीय फिरवणाऱ्या गतीत बदलते. हायड्रॉलिक सिलिंडर जसा सरळ रेषेत हालचाल करतो, तसाच हायड्रॉलिक मोटर फिरणारी हालचाल करते. हायड्रॉलिक मोटरचे प्रकार: वेन मोटर (Vane Motor), गिअर मोटर (Gear Motor), रेडियल पिस्टन मोटर (Radial Piston Motor), ॲक्सियल पिस्टन मोटर (Axial Piston Motor), पिस्टन मोटर (Piston Motor), ऑर्बिटल मोटर (Orbital Motor), हायड्रॉलिक मोटरचा वापर: पूर्वी हायड्रॉलिक मोटर्स पाण्यावर (Hydropower) चालणाऱ्या वॉटर इंजिन आणि वॉटर मोटर्स मध्ये वापरल्या जात.आधुनिक काळात, हायड्रॉलिक मोटर्स मुख्यतः क्लोज-लूप हायड्रॉलिक सिस्टिममध्ये वापरल्या जातात.

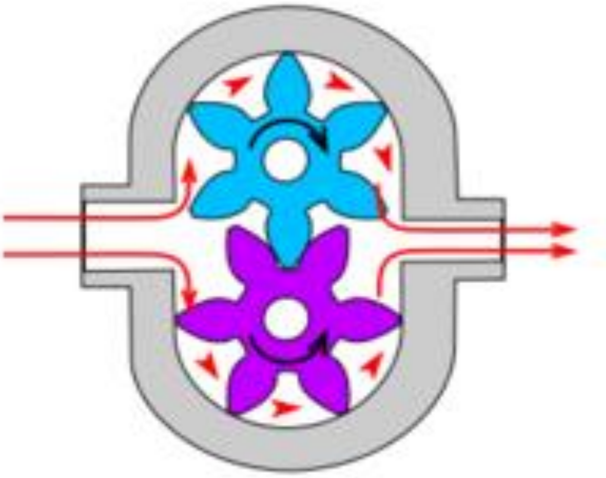


Figure 1.11 हायड्रॉलिक गियर मोटर

1.3.3 मुव्हमेंट ॲकच्युएटर : ॲकच्युएटर हे एक यंत्र आहे जे उर्जेचे भौतिक गतीमध्ये रूपांतर करून सिस्टममधील घटकांना हलवते किंवा नियंत्रित करते. ॲकच्युएटर म्हणजे एक मशीन, किंवा त्याऐवजी मशीनचा एक तुकडा जो नियंत्रण सिग्नल दिल्यास दूरस्थपणे उपलब्ध असलेल्या ऊर्जेचे हालचालीत रूपांतर करण्यासाठी वापरला जातो.सीएनसी मशीनमध्ये, हालचालीसाठी जबाबदार असलेले ॲकच्युएटर प्रामुख्याने रेषीय ॲकच्युएटर असतात जे सरळ रेषेत हालचाल निर्माण करतात, ज्यामुळे कटिंग टूलच्या X, Y आणि Z अक्षांसह स्थितीचे अचूक नियंत्रण करता येते, तर रोटरी ॲकच्युएटर स्पिंडल रोटेशनसाठी वापरले जाऊ शकतात, ज्यामुळे कटिंग टूलसाठीच रोटेशनल हालचाल मिळते.

a. री-सर्कुलेटेड बॉल स्क्रू

री-सर्कुलेटेड बॉल स्क्रू हा एक यांत्रिक घटक आहे जो रोटेशनल मोशनला लिनिअर मोशन मध्ये रूपांतरित करतो. त्याला बॉल स्क्रू किंवा बॉल बेअरिंग स्क्रू असेही म्हणतात. रीक्रिक्युलेटिंग बॉल स्क्रूमध्ये स्क्रू शाफ्ट, नट आणि बॉल बेअरिंग्ज असतात. स्क्रू शाफ्टमध्ये बॉल बेअरिंग्ज सामावून घेणारे थ्रेड्स असतात. नटमध्ये स्क्रू शाफ्टशी जुळणारे अंतर्गत थ्रेड असतात. बॉल बेअरिंग्ज स्क्रू शाफ्ट आणि नटमध्ये फिरतात. रिटर्न सिस्टम बॉल बेअरिंग्जना थ्रेड रेसवेच्या सुरुवातीच्या बिंदूपर्यंत परत मार्गदर्शन करते.

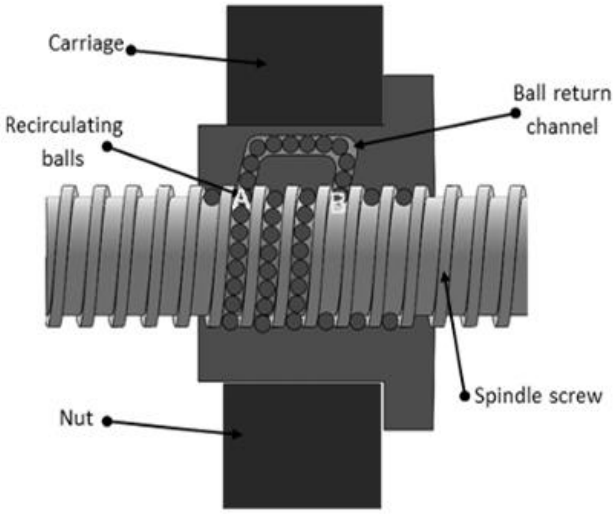


Figure 1.12 री-सर्कुलेटेड बॉल स्क्रू

b. लिनिअर मोशन बेअरिंग्ज: -

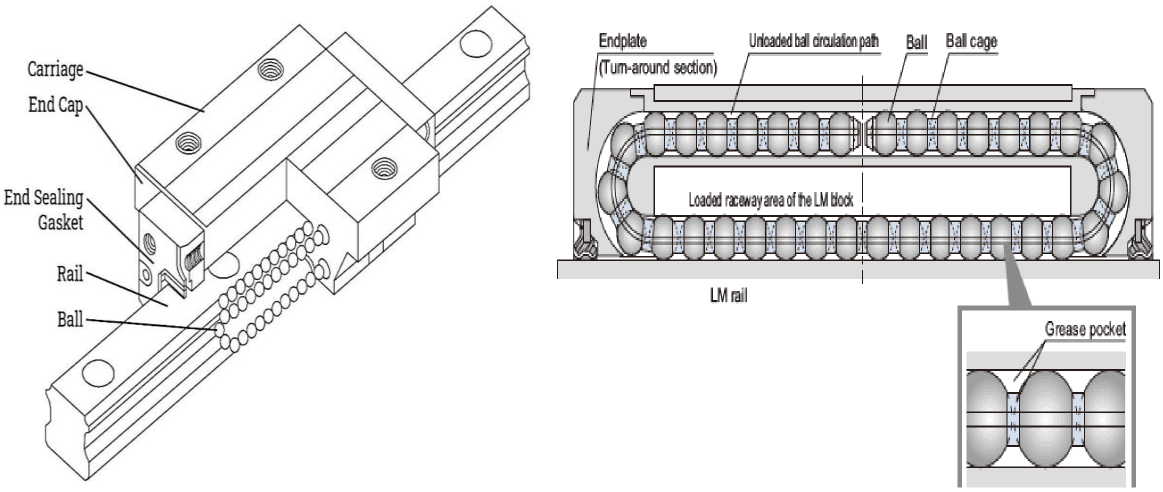


Figure 1.13 लिनिअर मोशन बेअरिंग्ज

लिनिअर बेअरिंग, ज्याला लिनिअर बॉल बुश किंवा बुशिंग असेही म्हणतात, हे एक बेअरिंग आहे जे एका हार्डनड लिनिअर शाफ्टवर चालते जे घटकाच्या हालचालीला लिनिअर पद्धतीने मार्गदर्शन करण्यास किंवा आधार देण्यास मदत करते. लिनिअर बेअरिंग्ज एका अक्षावर हालचाली दरम्यान कॅरेजच्या भाराला आधार देण्यासाठी डिझाइन केलेले असतात, ज्यामुळे गाईड रेलवर आरामात सरकण्यासाठी कमी-घर्षण पृष्ठभाग मिळतो. लिनिअर मार्गदर्शक प्रणालीमध्ये, कॅरेज गाईड रेलच्या बाजूने सरळ किंवा वक्र मार्गाने फिरते, जे लिनिअर बेअरिंगमध्ये एकत्रित केले जाते. घर्षण कमी करण्यासाठी हे बेअरिंग्ज रोलिंग घटक आणि द्रव-आधारित उपकरणांसह विविध स्वरूपात येतात. ते उच्च अचूकता,

स्थिरता सुनिश्चित करतात. लिनिअर बेअरिंग्सचा वापर 3D प्रिंटर, स्लायडिंग दरवाजे आणि इतर स्वयंचलित प्रणालींमध्ये केला जातो, जिथे अचूक रेल हालचालीची आवश्यकता असते.

1.3.4 फीडबॅक इलेमेंट : - फीडबॅक सिस्टम ज्याला मोजमाप प्रणाली म्हणून देखील ओळखले जाते, त्यात ट्रान्सड्यूसर असतात जे मशीनचे सेन्सर असतात. हे गती आणि स्थिती सेन्सर कटिंग टूलच्या हालचाली आणि स्थानाचे सतत निरीक्षण करतात, संगणकाने दिलेल्या सूचनांनुसार टूल योग्यरित्या कट करत आहे याची खात्री करतात. ही फीडबॅक सिस्टम एका लूपमध्ये चालते

a. पोझिशनल फीडबॅक: - पोझिशनल सीएनसी मशीन्समध्ये फीडबॅक ही एक प्रक्रिया आहे जी मशीनची स्थिती, वेग आणि दिशा याबद्दल रिअल-टाइम डेटा प्रदान करण्यासाठी एन्कोडर वापरते. हा डेटा मशीनच्या हालचाली समायोजित करण्यासाठी वापरला जातो जेणेकरून ते त्याचे कार्य अचूकपणे करू शकेल.त्यामध्ये एन्कोडर मशीनच्या हलणाऱ्या भागांची स्थिती मोजतो, जसे की कटिंग टूल, स्पिंडल किंवा वर्कपीस. एन्कोडर पोझिशन डेटाला इलेक्ट्रिकल सिग्नलमध्ये रूपांतरित करतो. सीएनसी कंट्रोलर सिग्नल प्राप्त करतो आणि मशीनच्या हालचाली समायोजित करण्यासाठी त्याचा वापर करतो.

b. वेलोसिटी फीडबॅक:- वेलोसिटी फीडबॅक हे सीएनसी मशीन्सचे एक वैशिष्ट्य आहे जे मशीनच्या वेलोसिटीचे निरीक्षण करते आणि कोणत्याही विसंगती दुरुस्त करते. हे मशीन अचूक आणि अचूकपणे कार्य करते याची खात्री करण्यास मदत करते. त्यामध्ये मशीनचा वेग आणि स्थिती फीडबॅक प्रणालीद्वारे मोजली जाते. फीडबॅक सिस्टम मशीनच्या नियंत्रण युनिट (एमसीयू) ला पाठवते. एमसीयू मोजमापांची तुलना संदर्भ सिग्नलशी करते. जर काही फरक असतील तर एमसीयू त्यांना दुरुस्त करते आणि मशीनला नवीन सिग्नल पाठवते.

1.3.5. ऑटोमेटिक टूल चेंजर: ऑटोमॅटिक टूल चेंजर (ATC) हे असे उपकरण आहे जे मानवी हस्तक्षेपाशिवाय मशीनवरील टूल्स जलद बदलू शकते. उत्पादकता वाढवण्यासाठी आणि डाउनटाइम कमी करण्यासाठी CNC मशीनमध्ये ATC चा वापर केला जातो. मशीनिंगमध्ये, मशीनची उत्पादन आणि टूल वहन क्षमता सुधारण्यासाठी CNC मशीन टूल्समध्ये ATC वापरला जातो. ATCs वेगाने टूल बदलतात, ज्यामुळे उत्पादन न होणारा वेळ कमी होतो.

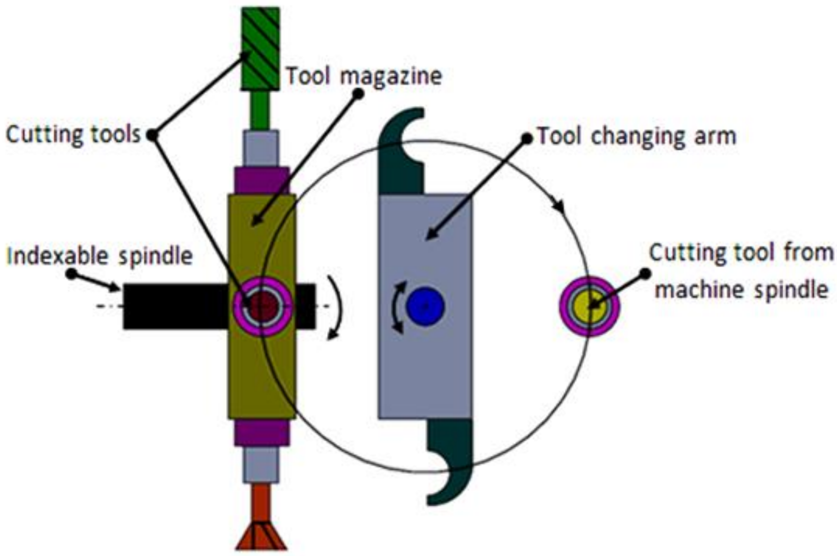


Figure 1.14 ऑटोमेटिक टूल चेंजर

a. टूल मॅगझिन: - टूल मॅगझिन हे एक उपकरण आहे जे सीएनसी मशीनिंग सेंटरमध्ये टूल्स साठवते आणि बदलते. हे टूल मॅगझिन सिस्टमचा एक महत्त्वाचा भाग आहे, जे संगणक प्रोग्रामद्वारे नियंत्रित केले जाते. टूल मॅगझिन अनेक टूल्स

साठवते. एक संगणक प्रोग्राम टूल मॅगझिन सिस्टम नियंत्रित करतो. टूल मॅगझिन स्पिंडलला आवश्यक टूल सादर करण्यासाठी फिरते. स्पिंडल खाली सरकते जेणेकरून टूल स्पिंडल टेपर होलमध्ये प्रवेश करू शकेल. टूल क्लॅम्प केले जाते. मॅगझिन त्याच्या मूळ स्थितीत परत येते. याचे फायदे पुढीलप्रमाणे आहेत - प्रक्रिया वेळ कमी करते, उत्पादन खर्च कमी करते आणि विविध मशीनिंग आवश्यकता पूर्ण करू शकते.

टूल मॅगझिन्सचे प्रकार

ड्रम-प्रकार: सर्वात सामान्य प्रकार म्हणजे फिरणारा ड्रम, ज्याच्या कडेला टूल पॉकेट्स किंवा स्लॉट्स असतात. डिस्क प्रकार टूल मॅगझीन फिरून टूल चेंज आर्मच्या मदतीने इच्छित टूल योग्य स्थितीत आणतो. ड्रम/डिस्कचा व्यास जसा मोठा असेल, तितकी अधिक टूल्स साठवता येतात. यात पॉकेट्स असतात, जिथे टूल्स घालता येतात. ड्रम प्रकार टूल मॅगझीन मोठ्या प्रमाणात टूल्स साठवू शकते. यामध्ये टूल पॉकेट्स ड्रमच्या लांबीसह पृष्ठभागावर असतात.

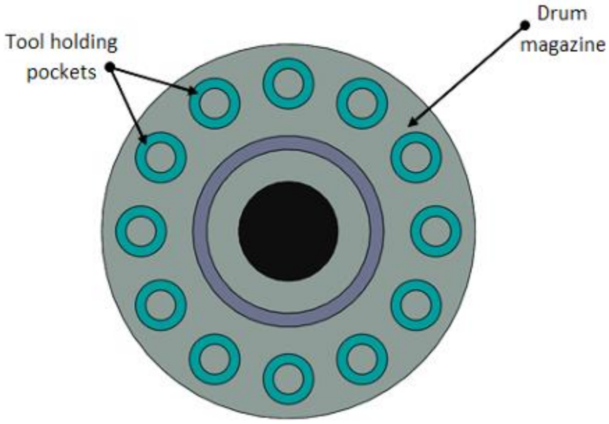


Figure 1.15 ड्रम-प्रकारची मॅगझिन्स

चेन -प्रकार: मोठ्या संख्येने टूल्स हाताळू शकते. जेव्हा टूल्सची संख्या 50 पेक्षा जास्त असते, तेव्हा चेन प्रकारची मॅगझिन्स वापरली जातात. हे मॅगझिन्स ओवर हेड किंवा वेगळ्या कॉलम स्वरूपात बसवले जाते. चेन -प्रकारमध्ये, साधनांची ओळख टूल होल्डरमधील त्यांच्या स्थानावरून किंवा टूल होल्डरवरील काही कोडिंगद्वारे केली जाते. या प्रकारच्या मॅगझिन्सची डुप्लिकेट करता येते.

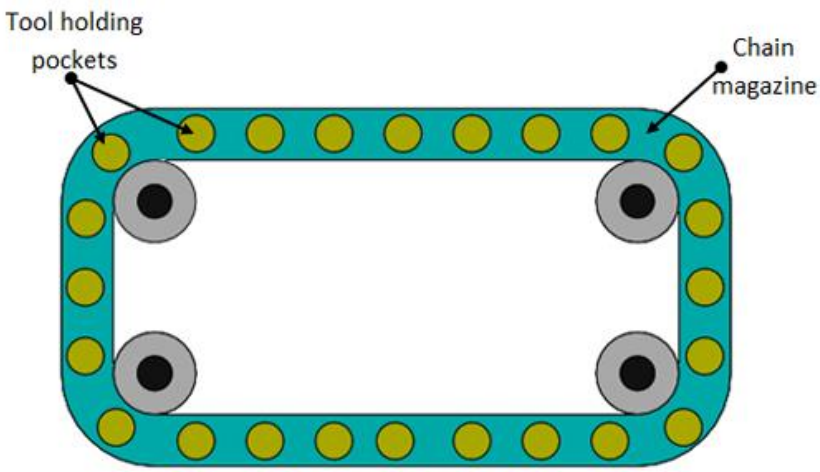


Figure 1.16 चेन -प्रकार

b टरेट हेड :- टरेट हेड हे एक उभे, सिलीड्रीकॅल टूल होल्डर आहे जे मशीनमध्ये विविध साधने वापरण्यासाठी फिरवू शकते. हे टरेट लेथचा एक घटक आहे, जे टर्निंग, बोरिंग आणि नर्लिंग सारख्या मशीनिंग ऑपरेशन्ससाठी वापरले जाणारे उत्पादन लेथ आहे. टरेट हेड लेथच्या रॅमवर बसवलेले असते. टरेट हेडमध्ये सहा बाजू असलेला षटकोनी ब्लॉक असतो,

प्रत्येक बाजूला माउंटिंग टूल्ससाठी थ्रेडेड होल असतो. वेगवेगळ्या टूल्स वापरात आणण्यासाठी बुर्ज उभ्या फिरू शकतो. कटिंग टूलला वर्कपीसकडे नेण्यासाठी सॅडल हॉरीझॉन्टल हलू शकते.

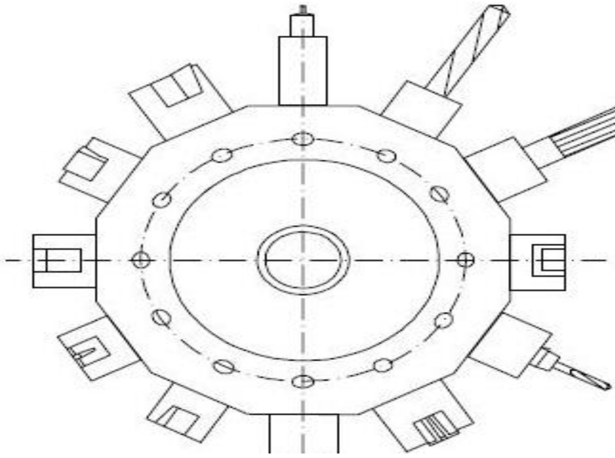


Figure 1.17 टरेट हेड

c. पॅलेट चेंजर: - सीएनसी मशीनमधील पॅलेट चेंजर हा एक यंत्रणा आहे, जी वर्कपीस असलेल्या पॅलेट्स मशीनमध्ये आत आणि बाहेर हलवते. पॅलेट चेंजर मॅन्युअल, स्वयंचलित किंवा रोबोटिक असू शकतो. पॅलेट चेंजर वापरल्याने भाग लोड आणि अनलोड करण्यासाठी लागणारा वेळ कमी होतो, ज्यामुळे उत्पादकता आणि कार्यक्षमता सुधारते. पॅलेट चेंजर अधिक भाग एकाचवेळी प्रक्रिया करण्यास अनुमती देतो, ज्यामुळे उत्पादन क्षमता वाढते. तसेच, ऑपरेटरला मशीनच्या बाहेर भाग लोड आणि तपासणी करण्याची सुविधा मिळते, ज्यामुळे एर्गोनॉमिक्स सुधारतो.

- **लिनियर पॅलेट चेंजर:**-खालील Figure मध्ये लिनियर पॅलेट चेंजर दाखवले आहे, योग्य मशीनिंगसाठी पॅलेट रोटेशन सुविधेसह पॅलेट रेषीयपणे हलवले जातात.

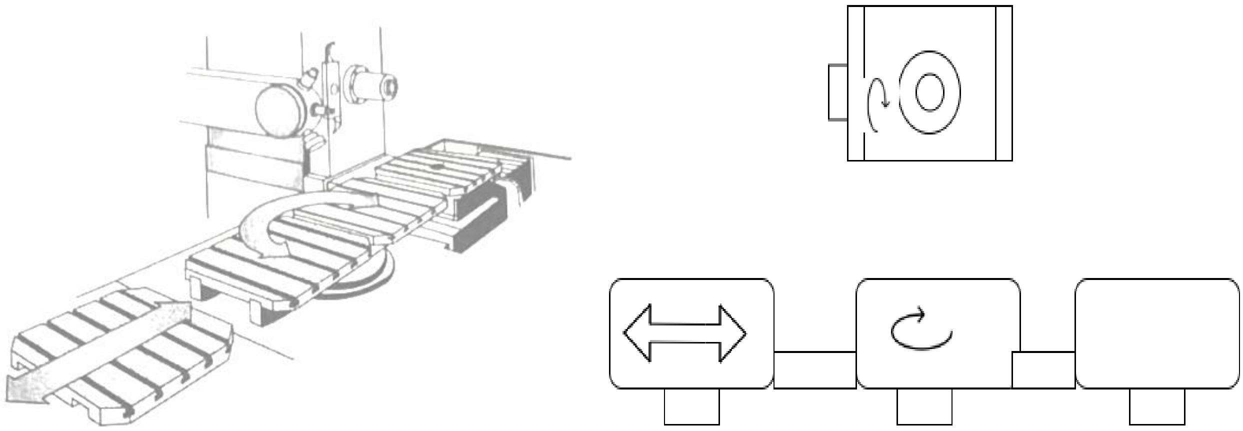


Figure 1.18 लिनियर पॅलेट चेंजर

रोटरी पॅलेट चेंजर: -पुढील Figure रोटरी पॅलेट चेंजर दाखवते, त्या पॅलेटमध्ये प्रत्येक पॅलेटवर बसवलेल्या वर्कपिस मशीनिंग ऑपरेशनसाठी घड्याळाच्या दिशेने किंवा घड्याळाच्या उलट दिशेने फिरवण्यासाठी एक-एक करून अनुक्रमित केले जातात.

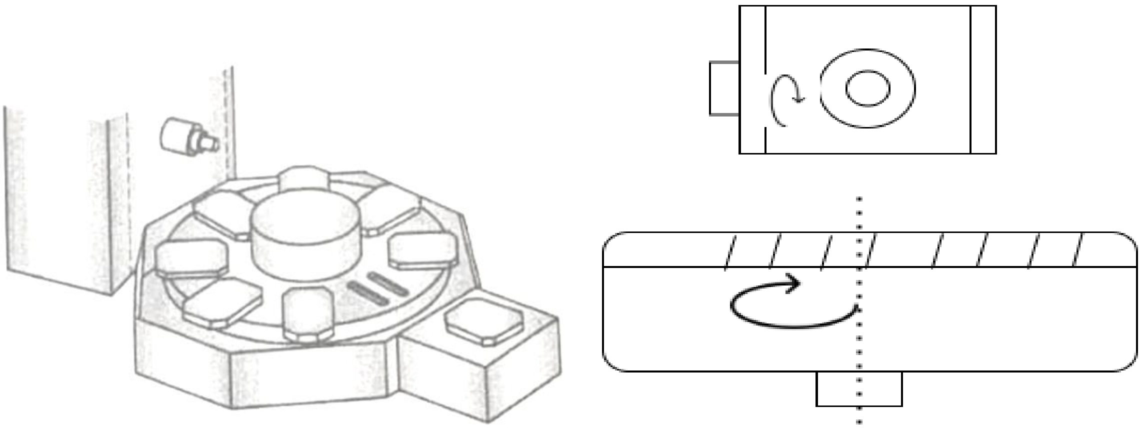


Figure 1.19 रोटरी पॅलेट चेंजर

1.4 टूलिंग: इंडेक्सेबल इन्सर्ट

1.4.1 इंडेक्सेबल इन्सर्ट:-

इंडेक्सेबल इन्सर्ट हे एक कटिंग टूल आहे जे वर्कपीसला एक नवीन कटिंग एज देण्यासाठी काढले जाऊ शकते, फिरवले जाऊ शकते किंवा फ्लिप केले जाऊ शकते. हे इन्सर्ट सामान्यत: कार्बाइड, सिरेमिक, सेर्मेट किंवा पॉलीक्रिस्टलाइन डायमंड (पीसीडी) सारख्या कठीण पदार्थांपासून बनवले जातात, ज्यामुळे ते मशीनिंग प्रक्रियेदरम्यान येणाऱ्या उच्च दाब आणि तापमानाचा सामना करू शकतात.

इंडेक्सेबल इन्सर्ट चे प्राथमिक कार्य एक तीक्ष्ण, टिकाऊ कटिंग एज प्रदान करते जे वर्कपिस चे मटेरिअल काढू शकते. ते सामान्यतः टर्निंग, मिलिंग, ड्रिलिंग आणि थ्रेडिंगसह विविध मशीनिंग ऑपरेशन्समध्ये वापरले जातात. कटिंग दरम्यान स्थिरता आणि अचूकता सुनिश्चित करण्यासाठी अचूक क्लॅम्पिंग यंत्रणेसह डिझाइन केलेल्या टूल होल्डर्सद्वारे इन्सर्ट जागी धरले जातात.

1.4.1.2 इंडेक्सेबल इन्सर्टचे प्रकार

इंडेक्सेबल इन्सर्ट विविध आकार, आकार आणि साहित्यात येतात, प्रत्येक वेगवेगळ्या ॲप्लिकेशनसाठी योग्य आहे:

आकार: सामान्य आकारांमध्ये चौरस, त्रिकोणी, हिरा, गोल आणि अष्टकोनी यांचा समावेश होतो. आकाराची निवड विशिष्ट मशीनिंग ऑपरेशन आणि आवश्यक कटिंग भूमितीवर अवलंबून असते.

मटेरीअल:

कार्बाइड: कडकपणा आणि विअर प्रतिरोधकतेसाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाणारे कार्बाइड इन्सर्ट हाय-स्पीड मशीनिंग आणि कठीण सामग्रीसाठी आदर्श आहेत.

सिरेमिक:उच्च-तापमान ॲप्लिकेशनसाठी योग्य, सिरेमिक इन्सर्ट उत्कृष्ट थर्मल स्थिरता आणि पोशाख प्रतिरोधकता देतात.

प्रमाणपत्र: सिरेमिक आणि धातू घटकांचे मिश्रण असलेले एक संमिश्र साहित्य, सेर्मेट इन्सर्ट कडकपणा आणि विअर प्रतिरोधकतेसाठी संतुलन प्रदान करतात.

PCD आणि CBN: पॉलीक्रिस्टलाइन डायमंड (पीसीडी) आणि क्यूबिक बोरॉन नायट्राइड (सीबीएन) इन्सर्ट अति-हार्ड मटेरियलसाठी वापरले जातात आणि अपवादात्मक कटिंग कामगिरी आणि टूल लाइफ प्रदान करतात.

कोटिंग :अनेक इन्सर्ट टीटॅनियम नायट्राइड (TiN), टीटॅनियम कार्बोनिट्राइड (TiCN), किंवा ॲल्युमिनियम ऑक्साईड (Al2O3) सारख्या पदार्थांनी कोटिंग केले जातात जेणेकरून विअर प्रतिरोधक वाढेल, घर्षण कमी होईल आणि उष्णता नष्ट होईल.

① Insert Shape		
Symbol	Insert Shape	
H	Hexagonal	
O	Octagonal	
P	Pentagonal	
S	Square	
T	Triangular	
C	Rhombic 80°	
D	Rhombic 55°	
E	Rhombic 75°	
F	Rhombic 50°	
M	Rhombic 86°	
V	Rhombic 35°	
W	Trigon	
L	Rectangular	
A	Parallelogram 85°	
B	Parallelogram 82°	
K	Parallelogram 55°	
R	Round	
X	Special Design	

Figure 1.20 आकार

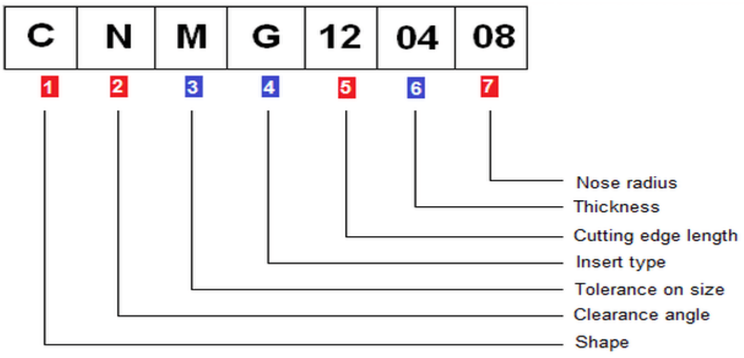
1.4.2 आयएसओ कोड आणि नॉमेनक्लेचर

इंडेक्सेबल इन्सर्टसाठी आयएसओ डेझिगेशन सिस्टम (आयएसओ 1832) ही इंडेक्सेबल इन्सर्टला नाव देण्यासाठी एक प्रमाणित सिस्टम आहे. सिस्टम अशा प्रकारे डिझाइन केली आहे की इन्सर्टचे प्रत्येक महत्त्वाचे वैशिष्ट्य आणि **आयएसओ** कोड सिस्टम वापरून दर्शविले जातात. हे इन्सर्टचे नाव बनते.

या प्रणालीचे अनेक फायदे आहेत:

इंडेक्सेबल इन्सर्टचे युनिक नाव सर्व महत्त्वाची वैशिष्ट्ये आणि परिमाणे नावात स्पष्टपणे नमूद केली आहेत. काही कोड पोझिशन्स इन्सर्ट कॅरियरशी संबंधित आहेत ज्यामध्ये इन्सर्ट बसवता येतो.

नॉमेनक्लेचर



Inserts - ISO nomeclature

Figure 1.21 सीएनसी टूल नामकरण

Exercise:

TLO 1.1 Classify CNC machines.

1. Define CNC and state any two advantages and applications. (R)
2. Classify CNC machines on the basis of motion conrtol (R)
3. Compare open loop and closed loop control system in CNC on the basis of Reliable, Maintenance, Stability, Optimization, Figure ure (U)
4. Explain with suitable example absolute and incremental co-ordinate system (U)
5. Describe Point-to-point, continuous path, straight path control system in CNC.(U)

TLO 1.2 List functions of different elements of CNC machine.

1. Enlist spindle drives with their functions.(R)
2. Enlist Movement’s actuators and explain re-circulating ball screw actuator.(R)
3. Explain linear motion bearings with simple sketch.(U)
4. Explain the function of feedback elements in CNC.(U)

TLO 1.3 Draw a basic schematic diagram of a CNC machine, labeling key components.

1. Draw a basic schematic diagram of a CNC machine.(A)
2. Draw and explain various types of Tool magazine (A)
3. Explain two types of Pallet changer with neat sketch (U)
4. Draw the 1)linear motion bearings 2) turret head 3) hydraulic motor (U)

TLO 1.4 Explain the different constructional details of CNC machine.

1. Explain construction of CNC machine parts like bed, table and slide (U)
2. Explain Positional and velocity feed backs in CNC (U)
3. Explain Turret Head with neat sketch.(U)

TLO 1.5 Explain the various inserts used in CNC machine.

1. Explain indexble inserts used in CNC. (U)
2. List the types of indexable inserts (R)
3. Explain ISO coding and nomenclature with suitable example. (U)

युनिट 2. ग्राइंडिंग आणि सुपर फिनिशिंग

(Grinding and Super Finishing)

विषय निष्पत्ती (Course outcomes) ग्राइंडिंग आणि विविध फिनिशिंग प्रक्रियांचा वापर करून घटक तयार करा. (Prepare the components using grinding and various finishing operation).

घटक निष्पत्ती (**Theory learning outcomes)**
TLO 2.1 सरफेस फिनिशाची व्याख्या करा. (Define the surface finish)
TLO 2.2 ग्राइंडिंग चाकांचे नामांकन करा. (Designate the grinding wheels)
TLO 2.3 ग्राइंडिंग चाकांचे ड्रेसिंग आणि ट्रुईंग प्रक्रियेचे स्पष्टीकरण द्या. (Explain process of grinding wheels dressing and truing)
TLO 2.4 विविध ग्राइंडिंग मशीनची रचना आणि कार्य स्पष्ट करा. (Explain construction and working of different grinding machines)
TLO 2.5 विविध सुपरफिनिशिंग प्रक्रिया स्पष्ट करा. (Explain the different superfinishing processes)

2.1 प्रस्तावना

सरफेस फिनिश ही पृष्ठभागाची पोत असते, जी त्याच्या खडबडीतपणा, लहरीपणा आणि थराने परिभाषित केली जाते. ते पृष्ठभागाची पोत बदलण्याच्या प्रक्रियेचा देखील संदर्भ घेऊ शकते. सरफेस फिनिश उत्पादनाचे स्वरूप सुधारण्यासाठी वापरली जाते. ते उत्पादनाची कार्यक्षमता देखील सुधारू शकते, जसे की त्याचा गंज प्रतिकार, झीज प्रतिकार किंवा इलेक्ट्रिकल कंडक्टिव्हिटी. सरफेस फिनिश सरासरी मूल्य (Ra) आणि मूळ सरासरी वर्ग मूल्य (RMS) सारख्या पॅरामीटर्स वापरून मोजली जाते.

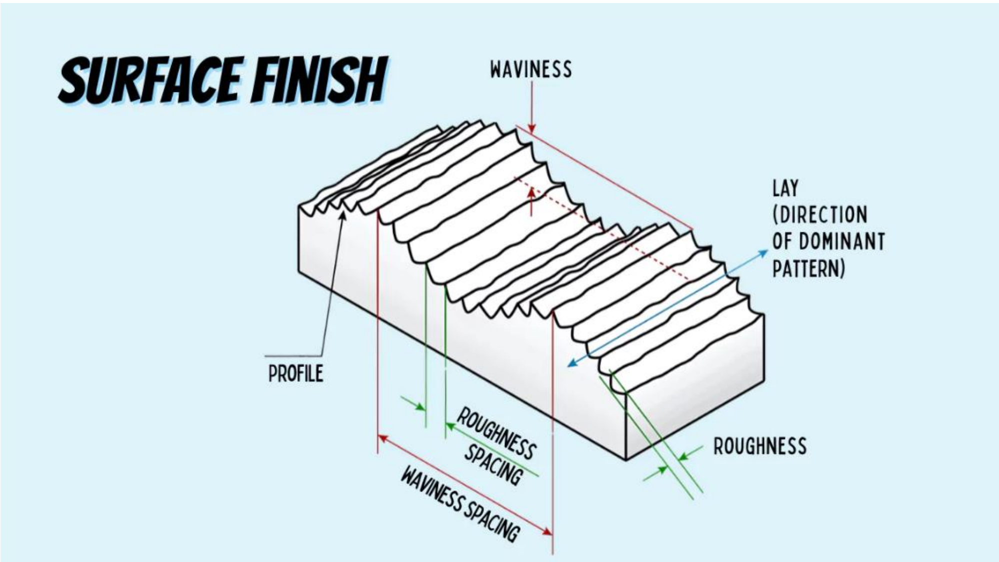


Figure 2.1 सरफेस फिनिश

उत्पादनात ग्राइंडिंगची आवश्यकता -

ग्राइंडिंग ही एक आवश्यक उत्पादन प्रक्रिया आहे जी मशीन केलेल्या भागांची गुणवत्ता वाढविण्यात लक्षणीय योगदान देते.

1. अचूकता: ग्राइंडिंग प्रक्रियेमुळे अत्यंत उच्च स्तराची परिमाणात्मक अचूकता साध्य करता येते, ज्यामध्ये काही पद्धती 0.000025 मिमी पर्यंतची अचूकता प्राप्त करू शकतात. हा अचूकतेचा स्तर अशा क्षेत्रांसाठी अत्यंत महत्त्वाचा आहे,

जेथे त्रुटीसाठी अत्यल्प सहनशीलता आवश्यक असते, यामध्ये एरोस्पेस, वैद्यकीय उपकरण निर्मिती आणि वैज्ञानिक उपकरण निर्मिती यांचा समावेश होतो.

2. सरफेस फिनिश: ग्राइंडिंग प्रक्रियेमुळे पृष्ठभाग गुळगुळीत आणि निर्दोष बनतो, ज्यामुळे अंतिम उत्पादनाचे दृश्य आकर्षण सुधारते.
3. मटेरियल काढून टाकणे: मोठ्या प्रमाणात मटेरियल काढून टाकण्यासाठी ग्राइंडिंग प्रभावी आहे, ज्यामुळे ते साहित्याच्या सुरुवातीच्या आकारासाठी फायदेशीर ठरते.

2.2 ग्राइंडिंग व्हीलचे पदनाम -

ग्राइंडिंग व्हील हे ग्राइंडिंगसाठी महत्त्वाचे साधन आहेत, ही एक प्रक्रिया आहे जिथे ॲब्रेसिव्हचा वापर सरफेस गुळगुळीत करण्यासाठी किंवा आकार देण्यासाठी केला जातो. ही चाके राळ (resin), धातू किंवा रबर सारख्या पदार्थांनी एकत्र धरलेल्या लहान ॲब्रेसिव्ह कणांपासून बनवलेल्या गोल डिस्क असतात.

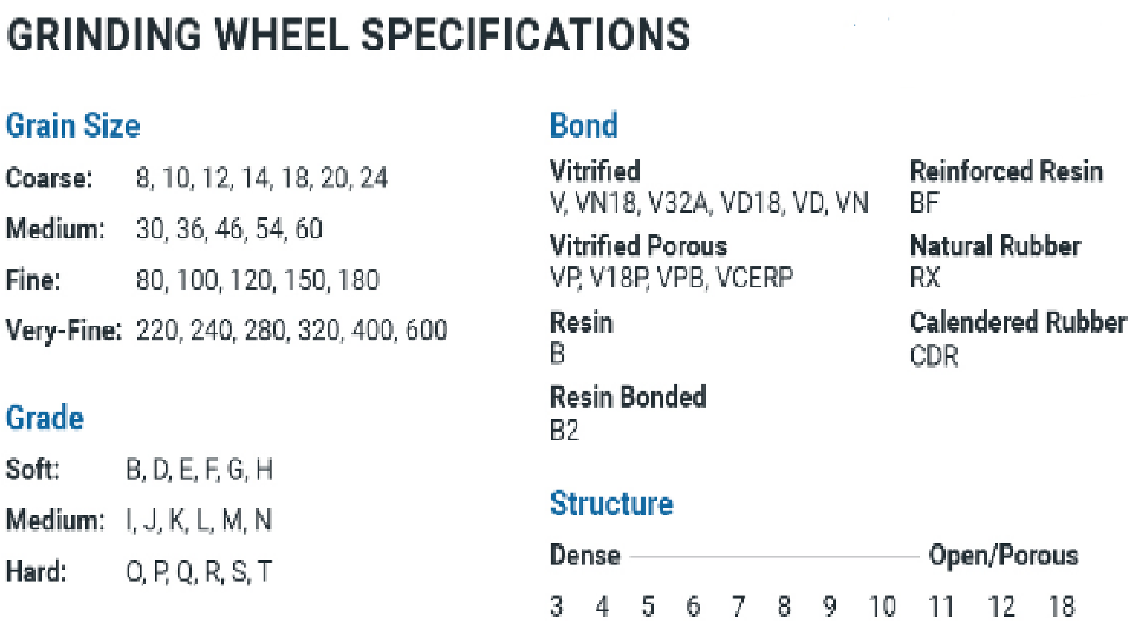


Figure 2.2.1 ग्राइंडिंग व्हीलची निवड

ग्राइंडिंग व्हीलची योग्य निवड करणे हे इष्टतम ग्राइंडिंग कार्यक्षमता प्राप्त करण्यासाठी खूप महत्वाचे आहे.

भारतीय मानकांनुसार व्हील निवडीसाठी खालील घटक मार्गदर्शक म्हणून काम करू शकतात.

1. स्थिर घटक

a. ग्राइंडिंगसाठी वापरले जाणारे वर्कपीस मटेरियलचे गुणधर्म आणि कडकपणा
b. काढल्या जाणाऱ्या स्टॉकची जाडी आणि आवश्यक पृष्ठभाग समाप्ती (Surface Finish)
c. ग्राइंडिंग व्हील आणि वर्कपीस यांच्यातील संपर्क क्षेत्र (Contact Area)
d. ग्राइंडिंग मशीनचा प्रकार आणि त्याची कार्यक्षमता

2. परिवर्तनशील घटक

a. चाकाचा वेग

b. कामाचा वेग

c. यंत्राची स्थिती

d. पर्सनल फॅक्टर

ग्राइंडिंग व्हील्सचे भाग:

अॅब्रसिव्ह सामग्री: ग्राइंडिंग किंवा कटिंग प्रक्रिया ग्राइंडिंग व्हीलमध्ये असलेल्या सूक्ष्म अॅब्रसिव्ह कणांमुळे घडून येते. खालील काही सामान्य अॅब्रसिव्ह सामग्री प्रकार आहेत:

1. अॅल्युमिनियम ऑक्साईड (Al_2O_3): रेग्युलर ग्राइंडिंग कामांसाठी उत्तम.

2. सिलिकॉन कार्बाइड (SiC): सिरेमिक आणि कार्बाइड सारख्या कठीण मटेरियल ग्राइंडिंगसाठी सर्वोत्तम.

3. हिरा: खूप कठीण मटेरियल अचूकपणे ग्राइंडिंगसाठी योग्य.

4. क्यूबिक बोरॉन नायट्राइड (CBN): लोखंडावर आधारित मटेरियल ग्राइंडिंगसाठी वापरले जाते.

ग्रिट (कणांचा आकार) –

ग्राइंडिंग व्हीलचा ग्रिट आकार हा चाक बनवणाऱ्या लहान कणांच्या आकारावर अवलंबून असतो. हा आकार खूप महत्वाचा आहे कारण तो चाक किती चांगले कापू शकते, पृष्ठभाग किती गुळगुळीत असेल आणि ग्राइंडिंग किती अग्रेसीव वाटेल यावर परिणाम करतो. तुम्ही सामान्यतः ग्रिटचा आकार एका संख्येने सांगू शकता, जिथे मोठ्या संख्येचा अर्थ ग्रिट अधिक बारीक आहे.

ग्रेड आणि रचना-

ग्रेड-ग्राइंडिंग व्हीलचा ग्रेड आपल्याला सांगतो की त्याच्या आत असलेल्या लहान अपघर्षक तुकड्यांमधील कनेक्शन किती मजबूत आहेत. हे आपल्याला दर्शवते की हे तुकडे किती घट्टपणे एकत्र धरलेले आहेत. जर ग्रेड जास्त असेल तर याचा अर्थ असा की तुकडे खरोखरच घट्ट जोडलेले आहेत, तर कमी ग्रेड म्हणजे ते अधिक सैलपणे धरलेले आहेत.

1. उच्च ग्रेड (कठीण चाके): या चाकांमध्ये मजबूत बंध असतात, ज्यामुळे अपघर्षक तुकडे एकत्र घट्ट राहतात. कठीण पदार्थ पीसण्यासाठी किंवा जेव्हा तुम्हाला आक्रमकपणे पीसण्याची आवश्यकता असते तेव्हा ते उत्तम असतात.

2. कमी ग्रेड (मऊ चाके): या चाकांमध्ये कमकुवत बंध असतात, त्यामुळे अपघर्षक तुकडे अधिक सैलपणे धरले जातात. कारण तुकडे लवकर झिजतात, ते नवीन चाकांनी बदलले जातात, ज्यामुळे ही चाके मऊ पदार्थ पीसण्यासाठी परिपूर्ण होतात.

ग्रेड स्केल: ग्राइंडिंग व्हील ग्रेड सहसा A ते Z पर्यंत अक्षरांनी चिन्हांकित केले जातात, जिथे A सर्वात मऊ आहे आणि Z सर्वात कठीण आहे. तुम्हाला दिसणारे सर्वात सामान्य ग्रेड A ते H पर्यंत आहेत, जे मऊ ते मध्यम पर्यंत असतात.

रचना- ग्राइंडिंग व्हीलची रचना अपघर्षक धान्यांच्या व्यवस्थेशी संबंधित असते आणि चाकाच्या आत या धान्यांमधील रिक्त जागा (जागा) किती आहेत हे दर्शवते.

1. उघडी रचना: या कॉन्फिगरेशनमध्ये अ‍ॅब्रेसिव्ह ग्रेनमध्ये लक्षणीय प्रमाणात रिक्त जागा आहे, ज्यामुळे शीतलक प्रवाह सुधारतो आणि चाक लोडिंग (क्लोजिंग) होण्याचा धोका कमी होतो. खुल्या संरचना विशेषतः भरपूर उष्णता निर्माण करणाऱ्या सामग्री पीसण्यासाठी किंवा उच्च अचूकतेची आवश्यकता असलेल्या ऑपरेशन्ससाठी फायदेशीर आहेत.

2. बंद (दाट) रचना: या व्यवस्थेमध्ये, ग्रेन एकमेकांशी अधिक जवळून स्थित असतात. यामुळे एक बारीक फिनिश मिळते आणि उच्च स्टॉक काढण्याची आवश्यकता असलेल्या कामासाठी ते योग्य आहे, जिथे वाढीव कटिंग पॉवर आवश्यक आहे.

ग्राइंडिंग व्हील बॉण्ड्स - ग्राइंडिंग व्हील बॉण्ड्स ग्राइंडिंग व्हील बॉण्ड्स त्याच्या अपघर्षक कणांना किती प्रभावीपणे एकत्र ठेवतात आणि ग्राइंडिंग करताना ते कसे कार्य करते यामध्ये महत्त्वाची भूमिका बजावतात. बाँडचा प्रकार चाकाच्या ताकदीवर, ते किती चांगल्या प्रकारे झीज होण्यास प्रतिकार करते आणि ग्राइंडिंग किती गुळगुळीत वाटते यावर परिणाम करतो. ग्राइंडिंग व्हील बॉण्ड्सचे मुख्य प्रकार येथे आहेत:

1. विट्रिफाइड बॉण्ड (V):- विट्रिफाइड बॉण्ड्स माती आणि इतर खनिजांच्या मिश्रणापासून तयार केले जातात जे खूप उच्च तापमानाला गरम केले जातात, ज्यामुळे ते काचेसारख्या पदार्थात बदलतात. हे बॉण्ड्स कठीण, दीर्घकाळ टिकणारे आणि टणक असतात. ते चाकाच्या आकारावर उत्तम नियंत्रण ठेवतात आणि बहुतेकदा अचूक ग्राइंडिंगमध्ये वापरले जातात.

2. रेझिनॉइड बॉण्ड (B):- या प्रकारचे बॉण्ड सिंथेटिक रेझिन वापरून तयार केले जातात, ज्यामुळे ते विट्रिफाइड बॉण्ड्सच्या तुलनेत अधिक लवचिक बनते. रेझिनॉइड बॉण्ड्स स्वतःला तीक्ष्ण करू शकतात, जे उच्च वेगाने ग्राइंडिंगसाठी खरोखर उपयुक्त आहे. ते मजबूत आणि लवचिक असण्यामध्ये चांगले संतुलन साधतात.

3. रबर बॉण्ड (R):- रबर बॉण्ड वेगवेगळ्या प्रकारच्या रबरापासून बनवले जातात, ज्यामुळे त्यांना ताण आणि कुशन मिळते. ही चाके मऊ असतात, जी पॉलिशिंग आणि फिनिशिंग कामांसाठी उत्तम असतात. शिवाय, ते काम करताना कमी कंपन निर्माण करतात.

4. मेटल बॉण्ड (M):- मेटल बॉण्ड कांस्य, पितळ किंवा स्टील सारख्या धातूंपासून बनवले जातात, जे अ‍ॅब्रेसिव्हसह एकत्र केले जातात. हे बॉण्ड खूप मजबूत असतात आणि खूप झीज सहन करू शकतात, ज्यामुळे ते हेवी-ड्युटी ग्राइंडिंग कामांसाठी परिपूर्ण बनतात. इतर प्रकारच्या बॉण्डच्या तुलनेत ते अधिक कडक असतात आणि बहुतेकदा खूप कठीण पदार्थ ग्राइंडिंगसाठी वापरले जातात.

5. सिलिकॉन बॉण्ड (S):- सिलिकॉन बॉण्ड सिलिकॉन संयुगांपासून तयार केले जातात आणि सामान्यतः विशेष ग्राइंडिंग व्हील्समध्ये आढळतात. ही चाके कठीण, ठिसूळ पदार्थ ग्राइंडिंगसाठी उत्तम आहेत. ते बॉण्ड किती मजबूत आहे आणि ते अ‍ॅब्रेसिव्ह कणांना किती चांगले धरून ठेवते यामध्ये एक चांगला समतोल साधतात.

6. क्ले बॉण्ड (C):- या प्रकारचे बॉण्ड सहसा नैसर्गिक चिकणमातीपासून बनवले जाते आणि बहुतेकदा परवडणाऱ्या, दररोज ग्राइंडिंग व्हील्ससाठी वापरले जाते. जरी ही चाके इतर चाकांइतकी जास्त काळ टिकू शकत नाहीत, तरी ती कठीण पीसण्याच्या कामांसाठी उत्तम आहेत.

वेगवेगळ्या प्रकारचे बाँडिंग मटेरियल आहेत जे अ‍ॅब्रेसिव्ह एकत्र ठेवतात. येथे काही उदाहरणे आहेत:

1. विट्रिफाइड बॉन्ड: हे काचेपासून बनवलेले एक कठीण आणि घन बॉन्ड आहे.

2. रेझिनॉइड बॉन्ड: हा प्रकार काही लवचिकता देतो.

3. रबर बॉन्ड: हे सामान्यतः चाकांमध्ये पॉलिशिंग आणि फिनिशिंगसाठी वापरले जाते.

4. मेटल बॉन्ड: हे ग्राइंडिंगसाठी वापरले जाते ज्याला उच्च कार्यक्षमता आवश्यक असते.

भारतीय मानक ग्राइंडिंग व्हील मार्किंग प्रणाली ही ग्राइंडिंग व्हीलच्या विविध वैशिष्ट्यांचे नियुक्तीकरण करण्यासाठी एकसंध आणि प्रमाणित प्रणाली स्थापन करण्याच्या दृष्टीने विकसित करण्यात आली आहे.

ग्राइंडिंग व्हील वरील मार्किंगचा अर्थ

पहिला घटक (अक्षर) अपघर्षकाचा प्रकार

दुसरा घटक (संख्या) अपघर्षकाचा आकार

तिसरा घटक (अक्षर) बंधाचा दर्जा

चौथा घटक (संख्या) ग्राइंडिंग व्हील्सची रचना

पाचवा घटक (अक्षर) बंधाचा प्रकार

The meaning of the given marking on a grinding wheel

w A 54 M 7 V 20

w	-	Manufacturer's abrasive type symbol	
A	-	Type of abrasive	- Aluminium oxide
54	-	Size of abrasive	- Medium
M	-	Grade of bond	- Medium
7	-	Structure of the grinding wheel	- Dense
V	-	Type of bond	- Vitrified
20	-	Manufacturer's symbol	

2.3 ग्राइंडिंग व्हील ड्रेसिंग आणि ट्रूइंग (Truing)-

2.3.1 ग्राइंडिंग व्हील ड्रेसिंग-

ग्राइंडिंग व्हील ड्रेसिंग म्हणजे ग्राइंडिंग व्हीलची तीक्ष्णता पुनर्संचयित करण्यासाठी आणि त्याची कार्यक्षमता वाढविण्यासाठी साफसफाई आणि कंडिशनिंग करण्याची प्रक्रिया. सतत वापरल्याने, ग्राइंडिंग व्हीलमध्ये कचरा जमा होतो, ज्यामुळे पृष्ठभाग खराब होते आणि जास्त उष्णता निर्माण होते. चाकाला ड्रेसिंग केल्याने जीर्ण झालेले साहित्य प्रभावीपणे काढून टाकले जाते, ताजे अपघर्षक कण उघड होतात आणि चाकाची कटिंग कार्यक्षमता पुनर्संचयित होते.

ग्राइंडिंग व्हील ड्रेसिंगचा उद्देश-

1. तीक्ष्णता पुनर्संचयित करते: ते एम्बेडेड कचरा काढून टाकते आणि नवीन अपघर्षक कण उघड करते, ज्यामुळे कटिंग कार्यक्षमता वाढते.

2. लोडिंग प्रतिबंधित करते: ही प्रक्रिया ग्राइंडिंग व्हीलच्या छिद्रांमध्ये अडथळा आणू शकणारे साहित्य संचय ("लोडिंग" म्हणून ओळखले जाते) काढून टाकते.

3. उष्णता निर्मिती कमी करते: ते जास्त घर्षण आणि उष्णता कमी करते जे वर्कपीस किंवा चाकालाच हानी पोहोचवू शकते.

4. पृष्ठभागाचे फिनिश सुधारते: चांगले ड्रेसिंग केलेले चाक वर्कपीसवर गुळगुळीत पृष्ठभाग तयार करू शकते.

5. चाकाचे आयुष्य वाढवते: चाकाचा आकार आणि तीक्ष्णता टिकवून ठेवून, कालांतराने त्याचे दीर्घायुष्य आणि कार्यक्षमता लक्षणीयरीत्या सुधारता येते.

ग्राइंडिंग व्हील ड्रेसिंगच्या पद्धती:

1. मेकॅनिकल ड्रेसिंग (ड्रेसिंग टूल वापरणे): -

ड्रेसिंग स्टिक: ड्रेसिंग व्हील ड्रेसिंगसाठी मोठ्या प्रमाणात वापरले जाणारे साधन म्हणजे ड्रेसिंग स्टिक, जे सामान्यत: सिलिकॉन कार्बाइड किंवा तत्सम अपघर्षक पदार्थांपासून बनलेले असते. ते फिरत्या चाकावर स्वच्छ करण्यासाठी आणि ताजे अपघर्षक पदार्थ उघड करण्यासाठी वापरले जाते.

डायमंड ड्रेसर: या साधनांमध्ये हँडल किंवा टूल होल्डरला चिकटवलेला हिरा असतो. ते ग्राइंडिंग व्हीलला आकार देण्यासाठी आणि अडकलेले अपघर्षक कण काढून टाकण्यासाठी प्रभावी आहेत. त्यांच्या अपवादात्मक कडकपणामुळे, डायमंड ड्रेसरचा वापर वारंवार अचूक ड्रेसिंगसाठी केला जातो, ज्यामुळे उत्कृष्ट फिनिश मिळते.

रोटरी ड्रेसर: रोटरी ड्रेसरमध्ये हिरे एम्बेड केलेले फिरणारे साधन असते. ही पद्धत लार्ज स्केल कार्यांसाठी विशेषतः कार्यक्षम आहे.

2. विट्रिफाइड बॉन्ड ड्रेसिंग: काही ग्राइंडिंग व्हील्स विट्रिफाइड बॉन्डने बनवल्या जातात ज्याला रोटरी ड्रेसर वापरून ड्रेसिंग करता येते. हे ड्रेसिंग तंत्र सामान्यतः उच्च मटेरियल रिमूव्हल रेट मिळविण्यासाठी वापरले जाते.

3. फेल्ट किंवा रबर व्हील ड्रेसर: हे मऊ ड्रेसिंग टूल्स बारीक फिनिशिंग मिळविण्यासाठी किंवा नाजूक वर्कपीससह काम करण्यासाठी आदर्श आहेत. ते ग्राइंडिंग पृष्ठभागाची खडबडीतपणा कमी करण्यात प्रभावी आहेत.

2.3.2 ग्राइंडिंग व्हील टूइंग-

ग्राइंडिंग व्हील टूइंग ही ग्राइंडिंग व्हीलचा मूळ आकार आणि पृष्ठभागाची गुणवत्ता पुनर्संचयित करण्याच्या उद्देशाने एक प्रक्रिया आहे. जसजसा वेळ जातो तसतसे ग्राइंडिंग व्हील झीज होतात, ज्यामुळे गुळगुळीत आणि प्रभावी ग्राइंडिंग परिणाम देण्याची त्यांची क्षमता कमी होते. चाक योग्य आकार, कटिंग वैशिष्ट्ये आणि पृष्ठभागाची फिनिश राखतो याची खात्री करून त्यांची ऑपरेशनल कार्यक्षमता टिकवून ठेवण्यासाठी टूइंग प्रक्रिया आवश्यक आहे.

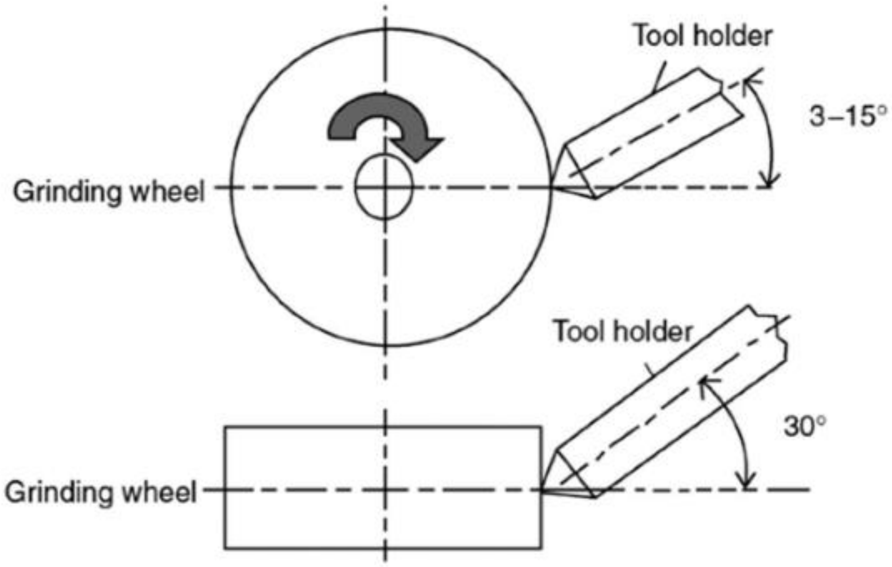


Figure 2.3.1 ग्राइंडिंग व्हील ट्रूइंग

ग्राइंडिंग व्हील ट्रूइंगचा (Truing) उद्देश:

1. चाकाचा आकार पुनर्संचयित करा: ग्राइंडिंग व्हील अनियमित पद्धतीने खराब होऊ शकतात, ज्यामुळे गोलाकार किंवा शंकूच्या आकाराचे प्रोफाइल तयार होते जे ग्राइंडिंग गुणवत्तेला बाधा पोहोचवते. ट्रूइंग चाकाला सपाट किंवा विशेषतः इच्छित समोच्च बनवण्यासाठी वापरले जाते.

2. पृष्ठभाग रेस्टॅब्लीश करा: ट्रूइंगमुळे कोणत्याही ग्लेझिंगचा नाश होतो, ज्यामुळे चाकाच्या पृष्ठभागावर कचरा जमा होतो, ज्यामुळे चाक त्याची कटिंग प्रभावीता टिकवून ठेवते.

3. ग्राइंडिंग कार्यक्षमता वाढवा: चाकाचा आकार आणि पृष्ठभागाची अखंडता टिकवून ठेवून, ट्रूइंग ग्राइंडिंग प्रक्रियेची कार्यक्षमता आणि सातत्यता जास्तीत जास्त करण्यास हातभार लावते.

4. कंपन कमी करा: असमान ग्राइंडिंग व्हील कंपनांना कारणीभूत ठरू शकते, ज्यामुळे ग्राइंडिंग ऑपरेशनच्या स्थिरतेवर आणि अचूकतेवर नकारात्मक परिणाम होतो. ट्रूइंग चाकाचे संतुलन पुनर्संचयित करून या कंपनांना कमी करते.

ट्रूइंग (Truing) पद्धती:

1. डायमंड ट्रूइंग टूल्स: ट्रूइंग ग्राइंडिंग व्हील्ससाठी मुख्य तंत्र डायमंड-लेपित ट्रूइंग टूल वापरते. हे उपकरण ग्राइंडिंग व्हीलच्या पृष्ठभागावरून कमी प्रमाणात सामग्री प्रभावीपणे काढून टाकते, ज्यामुळे ते त्याच्या इच्छित आकारात परत येते.

2. कप-स्टाईल ट्रूइंग डिव्हाइसेस: कप-आकाराचे ट्रूइंग डिव्हाइस ग्राइंडिंग मशीनच्या स्पिंडलला जोडले जाते, ज्यामध्ये चाक समाविष्ट केले जाते. कप-स्टाईल ट्रूइंग डिव्हाइसेस चाकाच्या पृष्ठभागावरून पद्धतशीरपणे सामग्री काढून टाकते.

3. मेकॅनिकल ट्रूइंग: ही पद्धत ट्रूइंग बारसारख्या यांत्रिक उपकरणांचा वापर करते, जे कोणत्याही अनियमितता दूर करण्यासाठी चाकाच्या पृष्ठभागाशी संपर्क साधतात.

4. व्हील बॅलन्सिंग: कंपनाची क्षमता कमी करण्यासाठी ट्रूइंगमध्ये चाकाचे संतुलन देखील समाविष्ट असू शकते. या प्रक्रियेत चाकाभोवती वजनाचे वितरण समायोजित करणे समाविष्ट असू शकते.

2.4 ग्राइंडिंग मशीनचे प्रकार

2.4.1 सरफेस ग्राइंडिंग मशीन

सरफेस ग्राइंडिंग मशीन हे एक विशेष उपकरण आहे जे वर्कपीसवर गुळगुळीत आणि सपाट पृष्ठभाग तयार करण्यासाठी डिझाइन केलेले आहे. ते एक ग्राइंडिंग व्हील वापरते, ज्यामुळे उच्च पातळीची अचूकता सुनिश्चित होते. विविध वर्कपीसवर गुळगुळीत, सपाट आणि परिमाणात्मकदृष्ट्या अचूक पृष्ठभाग तयार करण्यासाठी या प्रक्रियेचा वापर वारंवार केला जातो. खाली पृष्ठभाग ग्राइंडिंग मशीनच्या डिझाइन आणि ऑपरेशनचा आढावा दिला आहे.

सरफेस ग्राइंडिंग मशीनची रचना

सरफेस ग्राइंडिंग मशीनच्या प्राथमिक घटकांमध्ये हे समाविष्ट आहे:
बेस-
बेस मशीनचा पाया म्हणून काम करतो, जो सामान्यतः कास्ट आयर्नपासून बनवला जातो ज्यामुळे स्थिरता मिळते आणि कंपन कमी होते. ते मशीनच्या संपूर्ण असेंब्लीला आधार देते.
कॉलम -
कॉलम बेसला उभ्या पद्धतीने जोडलेला असतो. त्यात ड्राइव्ह यंत्रणा असते आणि ग्राइंडिंग ऑपरेशन दरम्यान ग्राइंडिंग व्हीलला मार्गदर्शन करण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. याव्यतिरिक्त, कॉलम टेबल आणि इतर घटकांना आधार देतो.
टेबल-
हे टेबल वर्कपीस धरण्यासाठी डिझाइन केलेले आहे आणि ते क्षैतिजरित्या ठेवलेले आहे. ते उभ्या आणि आडव्या हालचाली करण्यास सक्षम आहे, ज्यामुळे ग्राइंडिंग व्हीलच्या खाली वर्कपीसची अचूक जागा शक्य होते.
सामान्यतः, टेबल मोटरद्वारे चालवले जाते, ज्यामुळे ते X आणि Y दोन्ही अक्षांमध्ये फिरते, जे वर्कपीसच्या विविध भागांना ग्राइंडिंग करण्यास मदत करते.
ग्राइंडिंग व्हील-
ग्राइंडिंग व्हील वर्कपीसच्या पृष्ठभागावर क्लीनिंग करण्यासाठी प्राथमिक साधन म्हणून काम करते. ते स्पिंडलवर फिट केले जाते, जे मोटरद्वारे चालवले जाते. एकत्र बांधलेल्या अपघर्षक कणांपासून बनलेले, ग्राइंडिंग ऑपरेशन करताना चाक उच्च वेगाने फिरते.
व्हील हेड-
व्हील हेड ग्राइंडिंग व्हील सुरक्षित करण्यासाठी जबाबदार आहे आणि कॉलमशी जोडलेले आहे. ग्राइंडिंगची खोली सुधारण्यासाठी उभ्या हालचालीची क्षमता त्यात आहे आणि चाकाचे फिरणे सुलभ करण्यासाठी मोटरद्वारे चालवले जाते.
क्रॉस फीड-
क्रॉस फीड यंत्रणा टेबलच्या क्षैतिज हालचाली नियंत्रित करते, जी चाकाच्या अक्षाला लंब असते. हे ग्राइंडिंग प्रक्रियेदरम्यान वर्कपीसची अचूक स्थिती निश्चित करण्यास अनुमती देते.
व्हर्टिकल फीड-
काही मशीन्समध्ये, व्हर्टिकल फीड ग्राइंडिंग व्हील वर आणि खाली हलवण्यासाठी जबाबदार असते, जे ग्राइंडिंग किती खोलवर जाते हे समायोजित करण्यास मदत करते. अचूक ग्राइंडिंग परिणाम मिळविण्यासाठी हे वैशिष्ट्य खरोखर महत्वाचे आहे.
कूलंट सिस्टम-

ग्राइंडिंग व्हील आणि वर्कपीसचे तापमान राखण्यासाठी, उष्णता संचय कमी करण्यासाठी आणि संभाव्य नुकसान रोखण्यासाठी शीतलक सिस्टम वापरली जाते. याव्यतिरिक्त, ते कचरा काढून टाकण्यास मदत करते आणि वर्कपीसच्या पृष्ठभागावरील फिनिशिंग वाढवते.

नियंत्रण प्रणाली-

मशीनचे वेगवेगळे भाग कसे हलतात हे नियंत्रित करते. मॅन्युअल मशीन्ससाठी, त्यात सहसा हँडव्हील किंवा लीव्हर असतात जे तुम्ही हाताने चालवता. तथापि, स्वयंचलित आणि सीएनसी पृष्ठभाग ग्राइंडरमध्ये, नियंत्रण प्रणाली डिजिटल असते, ज्यामुळे वेग, फीड रेट आणि खोली यासारख्या विशिष्ट ग्राइंडिंग सेटिंग्ज अगदी अचूकपणे प्रोग्राम करणे शक्य होते.

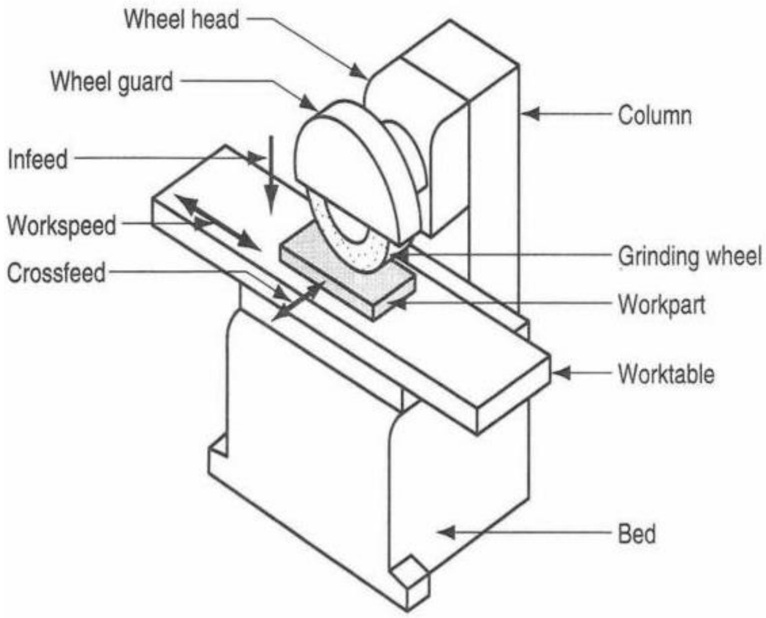


Figure 2.2 सरफेस ग्राइंडिंग मशीन

सरफेस ग्राइंडिंग मशीनचे कार्य

स्टेप 1: तयारी वर्कपीस सरफेस ग्राइंडिंग मशीनच्या मॅग्नेटिक चकवर सुरक्षितपणे धरले जाते (हे फेरस मटेरियलसाठी उपयुक्त आहे)किंवा इतर यांत्रिक क्लॅम्पिंग तंत्रांचा वापर केला जातो. ग्राइंडिंग व्हील स्पिंडलला जोडले जाते, जे मोटरशी संलग्न असते. ग्राइंडिंग व्हीलसाठी योग्य गती निश्चित केली जाते.

स्टेप 2: टेबलची हालचाल टेबलला आडव्या (लॉन्गिट्युडिनल फीड) आणि उभ्या (क्रॉस फीड) दिशेने समायोजित केले जाते, जेणेकरून ते ग्राइंडिंग व्हीलखाली योग्य स्थितीत येईल. कटिंगची खोली व्हील हेडच्या उभ्या स्थितीत समायोजन करून नियंत्रित केली जाते.

स्टेप 3:ग्राइंडिंग प्रक्रिया ग्राइंडिंग व्हील उच्च वेगाने फिरते आणि वर्कपीसच्या पृष्ठभागाशी संपर्क साधते. ग्राइंडिंग व्हीलवरील ॲब्रसिव्ह कण वर्कपीसवरील अतिरिक्त सामग्री काढून टाकतात, परिणामी गुळगुळीत आणि समतल पृष्ठभाग मिळतो.

स्टेप 4:कूलंटचावापरग्राइंडिंग प्रक्रियेच्या दरम्यान, कूलंट सतत कार्यक्षेत्रात पुरवला जातो जेणेकरून ओव्हरहीटिंग टाळता येईल, चिप्स काढता येतील आणि ग्राइंडिंग प्रक्रियेची गुणवत्ता सुधारली जाईल.

स्टेप 5: ग्राइंडिंग पूर्ण करणे

प्रोसेस पुढे चालू असताना टेबल ग्राइंडिंग व्हीलच्या खाली हलते. मशीन ऑपरेटर खात्री करतो की वर्कपीस त्याच्या संपूर्ण पृष्ठभागावर एकसमानपणे ग्राइंड झाला आहे.

इच्छित फिनिश प्राप्त झाल्यानंतर, ग्राइंडिंग प्रक्रिया थांबवली जाते.

2.4.2 सिलिंड्रिकल ग्राइंडिंग मशीन

सिलिंड्रिकल ग्राइंडर हे विशेष मशीन टूल्स आहेत जे शाफ्ट, रॉड्स आणि इतर विविध वर्कपीसेससह सिलिंड्रिकल घटकांना अचूक परिमाण आणि पॉलिश केलेल्या पृष्ठभागांपर्यंत पीसण्यासाठी डिझाइन केलेले आहेत. या ऑपरेशनमध्ये वर्कपीस फिरवणे समाविष्ट आहे तर पृष्ठभागावरील सामग्री काढून टाकण्यासाठी ग्राइंडिंग व्हील वापरला जातो. गोल आकार, अचूक सहनशीलता आणि गुळगुळीत फिनिशिंग द्वारे वैशिष्ट्यीकृत भागांच्या उत्पादनासाठी उत्पादन क्षेत्रात या मशीन्सचा मोठ्या प्रमाणात वापर केला जातो.

सिलिंड्रिकल ग्राइंडरचे बांधकाम-

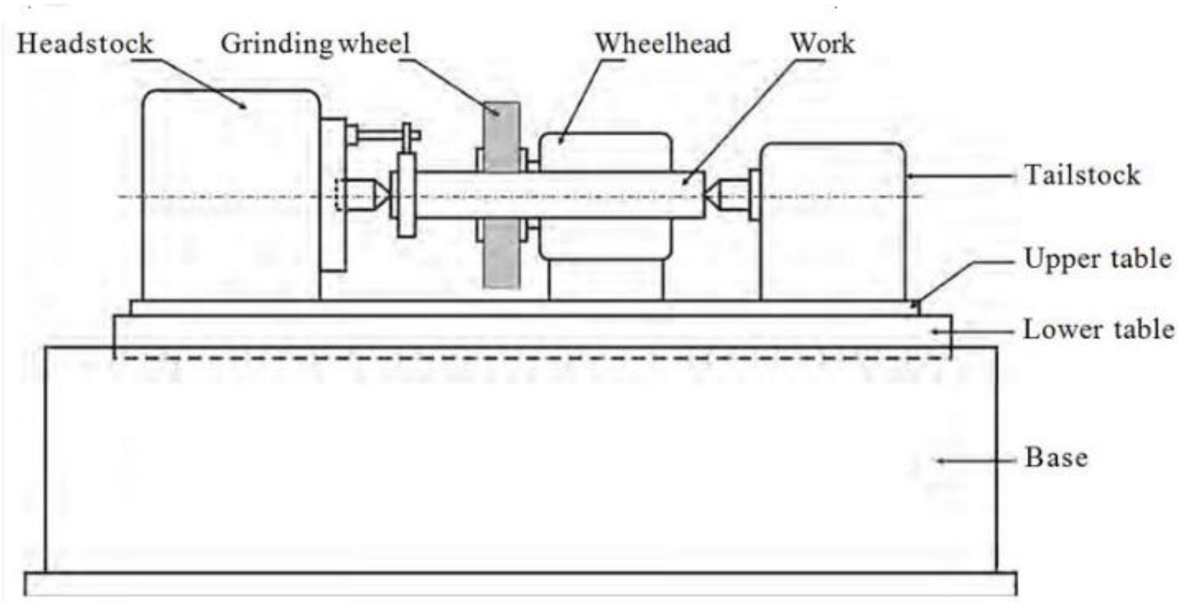


Figure 2.3 सिलिंड्रिकल ग्राइंडिंग मशीन

सिलिंड्रिकल ग्राइंडरचे मुख्य घटक हे आहेत:

हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक प्रणाली:

काही सिलिंड्रिकल ग्राइंडरमध्ये हायड्रॉलिक किंवा न्यूमॅटिक प्रणालींचा समावेश असतो ज्यामुळे ग्राइंडिंग व्हील किंवा वर्कपीसचे स्वयंचलित फीडिंग आणि समायोजन यासारख्या प्रगत कार्यक्षमता सुलभ होतात. ही प्रणाली अधिक निर्बाध ऑपरेशनला प्रोत्साहन देते आणि संपूर्ण ग्राइंडिंग प्रक्रियेदरम्यान अचूक नियंत्रण सक्षम करते.

ग्राइंडिंग व्हील: ग्राइंडिंग व्हील सिलिंड्रिकल ग्राइंडरचा सर्वात महत्वाचा घटक आहे. ते वर्कपीसमधून सामग्री काढून टाकण्यासाठी वापरले जाते आणि विशिष्ट परिणाम साध्य करण्यासाठी तयार केलेले विविध आकार, आकार आणि सामग्रीमध्ये उपलब्ध आहे.

फीड यंत्रणा: फीड यंत्रणा संपूर्ण ग्राइंडिंग प्रक्रियेदरम्यान वर्कपीसच्या हालचाली नियंत्रित करते. साधारणपणे, फीड सिस्टमचे दोन प्राथमिक प्रकार आहेत:

- क्रॉस फीड: ही प्रणाली वर्कपीसच्या पृष्ठभागावर वर्कपीस किंवा व्हील हेडची हालचाल सुलभ करते.

नियंत्रण पॅनेल: नियंत्रण पॅनेल ऑपरेटरला ग्राइंडिंग व्हीलचा वेग, फीड रेट आणि वर्कपीसच्या रोटेशनल स्पीड यासारखे विविध पॅरामीटर्स समायोजित आणि निरीक्षण करण्याची क्षमता प्रदान करते.

सिलिंड्रिकल ग्राइंडरचे ऑपरेशन -

सिलिंड्रिकल ग्राइंडरच्या कार्यामध्ये अनेक प्रमुख टप्पे समाविष्ट आहेत:

1. सेटअप: - ऑपरेटर वर्कपीसला वर्क हेडवर ठेवतो, ग्राइंडिंग प्रक्रियेदरम्यान इष्टतम रोटेशनसाठी ते योग्यरित्या संरेखित केले आहे याची खात्री करतो. नंतर टेलस्टॉक वर्कपीसच्या विरुद्ध टोकाला आधार देण्यासाठी समायोजित केला जातो. - ग्राइंडिंग व्हील व्हील हेडवर बसवले जाते आणि इच्छित कार्यरत कोन साध्य करण्यासाठी कॅलिब्रेट केले जाते.

2. ग्राइंडिंग प्रक्रिया: - मोटर ग्राइंडिंग व्हीलला पॉवर देते, ज्यामुळे ते उच्च वेगाने फिरते, तर वर्कपीस वर्क हेडद्वारे निर्दिष्ट वेगाने फिरवले जाते. - वर्कपीस फिरताना, ग्राइंडिंग व्हील त्याच्या पृष्ठभागाशी संपर्क साधते, हळूहळू सामग्री काढून टाकते आणि परिणामी एक गुळगुळीत, अचूक फिनिशिंग होते.

3. फीड मेकॅनिझम: - अनुदैर्ध्य फीड मेकॅनिझम वर्कपीसला त्याच्या रोटेशनच्या अक्षावर एका दिशेने पुढे नेतो, ज्यामुळे संपूर्ण पृष्ठभाग एकसमानपणे ग्राउंड होतो. - क्रॉस फीड मेकॅनिझम व्हील हेड किंवा वर्कपीस पृष्ठभागावर हलविण्यास अनुमती देते, ग्राइंडिंग प्रक्रियेचे समान वितरण सुलभ करते.

4. फिनिशिंग: - ग्राइंडिंग ऑपरेशन पूर्ण झाल्यानंतर, मशीन थांबते आणि तयार वर्कपीस वर्क हेड आणि टेलस्टॉक दोन्हीमधून काळजीपूर्वक काढून टाकले जाते. - अनेक सिलिंड्रिकल ग्राइंडर स्वयंचलित नियंत्रणांनी सुसज्ज असतात जे चाकांची स्थिती आणि फीड रेट समायोजित करतात, ज्यामुळे ऑपरेशनल स्मूथनेस आणि सुसंगतता वाढते.

2.4.3 इंटर्नल ग्राइंडिंग मशीन

इंटर्नल ग्राइंडिंग मशीन हे एक प्रकारचे मशीन टूल आहे जे वर्कपीसच्या आतील पृष्ठभागावर ग्राइंडिंग ऑपरेशन्स करण्यासाठी वापरले जाते. एक्सटर्नल ग्राइंडिंगच्या विपरीत, जे बाह्य पृष्ठभागावर लक्ष केंद्रित करते, इंटर्नल ग्राइंडिंग विशेषतः आतील व्यास किंवा भागाच्या बोअरवर गुळगुळीत आणि अचूक फिनिशिंग मिळविण्यासाठी डिझाइन केलेले आहे.

इंटर्नल ग्राइंडिंग मशीनची रचना-

इंटर्नल ग्राइंडिंग मशीन हे एक प्रकारचे सिलिंड्रिकल ग्राइंडर आहे आणि ते एखाद्या वस्तूच्या अंतर्गत पृष्ठभागावर ग्राइंडिंग करण्यासाठी वापरले जाते.
पाया: ग्राइंडिंग प्रक्रियेदरम्यान कंपन शोषण्यासाठी बेस कास्ट आयर्न किंवा इतर मजबूत पदार्थांपासून बनलेला असतो. ते इतर सर्व घटकांसाठी एक स्थिर प्लॅटफॉर्म प्रदान करते.
कॉलम: हा भाग बेसवर बसवला जातो आणि व्हील हेड धरतो. स्तंभ व्हील हेड उभ्या आणि आडव्या हलविण्यास अनुमती देतो.
व्हील हेड: व्हील हेड ग्राइंडिंग व्हील धरते. त्यात चाक फिरवणारा स्पिंडल असतो. व्हील हेड समायोज्य असते, ज्यामुळे ग्राइंडिंग व्हील वेगवेगळ्या दिशेने हलू शकते आणि अंतर्गत पृष्ठभागाचे वेगवेगळे भाग ग्राइंड करू शकते.
टेबल: टेबल वर्कपीस धरते आणि ग्राइंडिंग व्हीलच्या सापेक्षतेनुसार ते वेगवेगळ्या दिशेने (सामान्यत: हॉरीझॉन्टल आणि व्हर्टिकल) हलवते. ते मॅन्युअली किंवा स्वयंचलितपणे चालवता येते.

हेडस्टॉक: हेडस्टॉक वर्कपीस धरून ठेवण्यासाठी आणि ग्राइंडिंग दरम्यान ते फिरवण्यासाठी जबाबदार असतो. वर्कपीस बहुतेकदा हेडस्टॉकच्या मध्यभागी बसवले जाते.

टेलस्टॉक: टेलस्टॉक हेडस्टॉकच्या विरुद्ध बाजूस असलेल्या वर्कपीसला आधार देण्यास मदत करते. ते विविध लांबीच्या वर्कपीसमध्ये बसवता येते.

वर्क स्पिंडल: वर्क स्पिंडल वर्कपीसला धरून ठेवते आणि ग्राइंडिंग दरम्यान ते फिरवू शकते. ते हेडस्टॉकमध्ये असते.

ग्राइंडिंग व्हील: ग्राइंडिंग व्हील हे वर्कपीसच्या आतील पृष्ठभागावर कापण्यासाठी आणि ग्राइंडिंग करण्यासाठी प्राथमिक साधन आहे. चाकासाठी वापरलेली सामग्री आवश्यक असलेल्या ग्राइंडिंगच्या प्रकारावर अवलंबून असते (उदा., डायमंड, सीबीएन, सिलिकॉन कार्बाइड).

कूलंट सिस्टम: ग्राइंडिंग प्रक्रियेदरम्यान जास्त गरम होण्यापासून रोखण्यासाठी ग्राइंडिंग व्हील आणि वर्कपीस थंड करण्यासाठी कूलंट वापरला जातो.

कंट्रोल पॅनल: कंट्रोल पॅनल ऑपरेटरला मशीनचे विविध पॅरामीटर्स सेट अप आणि समायोजित करण्यास अनुमती देते, ज्यामध्ये वेग, फीड आणि पोझिशनिंग समाविष्ट आहे.

इंटर्नल ग्राइंडिंग मशीनचे कार्य

इंटर्नल ग्राइंडिंग प्रक्रियेत खालील चरणानचा समावेश आहे:

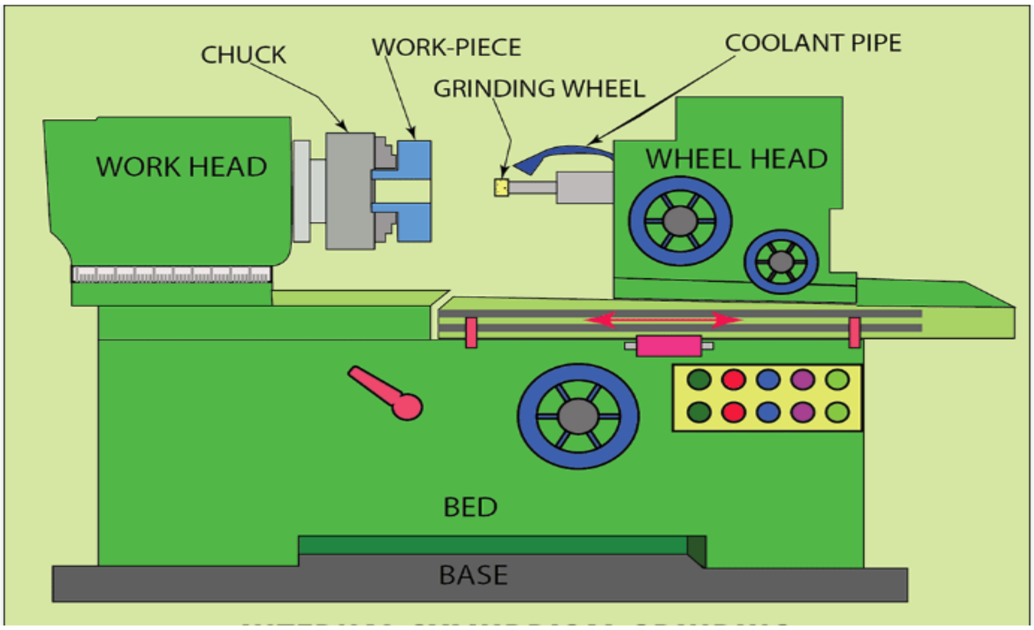


Figure 2.4 इंटर्नल ग्राइंडिंग मशीन

वर्कपीस सेटअप: वर्कपीस हेडस्टॉकवर बसवले जाते आणि त्याची आतील पृष्ठभाग ग्राइंडिंग व्हीलशी संरेखित केली जाते. वर्कपीस केंद्रांमध्ये बसवता येते किंवा चक ते जागी धरू शकते.

वर्कपीसचे फिरणे: ग्राइंडिंग व्हील स्थिर असताना हेडस्टॉक वर्कपीसला स्थिर वेगाने फिरवण्यासाठी जबाबदार असतो.

ग्राइंडिंग प्रक्रिया: ग्राइंडिंग व्हील उच्च वेगाने फिरते आणि वर्कपीसच्या पृष्ठभागाच्या संपर्कात येते. चाक वर्कपीसच्या पृष्ठभागावर फिरत असताना, ते बारीक धूळ किंवा चिप्सच्या स्वरूपात सामग्री काढून टाकते, हळूहळू पृष्ठभाग गुळगुळीत करते आणि आकार देते.

टेबल/स्तंभाची हालचाल: टेबल किंवा स्तंभ वर्कपीसला वेगवेगळ्या दिशेने (उभ्या, आडव्या किंवा दोन्ही) हलवतात जेणेकरून संपूर्ण आतील पृष्ठभाग ग्राउंड होऊ शकेल. काही मशीनमध्ये, आतील पृष्ठभागाच्या विविध भागांवर ग्राइंडिंग सुलभ करण्यासाठी व्हील हेड देखील हलवू शकते.

कूलंटचा वापर: ग्राइंडिंग दरम्यान, चाक आणि वर्कपीस थंड ठेवण्यासाठी आणि ग्राइंडिंग स्क्रॅप वाहून नेण्यासाठी ग्राइंडिंग झोनमध्ये कूलंट पुरवले जाते. हे जास्त गरम होण्यापासून रोखण्यास मदत करते आणि चांगले फिनिशिंग सुनिश्चित करते.
फिनिशिंग: इच्छित सहनशीलता आणि पृष्ठभाग फिनिश प्राप्त होईपर्यंत ग्राइंडिंग प्रक्रिया चालू राहते. मशीन ऑपरेटर मटेरियल आणि स्पेसिफिकेशन्सनुसार वेग आणि फीड दर समायोजित करू शकतो.
प्रक्रियेचा शेवट: एकदा आतील पृष्ठभाग आवश्यक वैशिष्ट्यांनुसार ग्राइंड केल्यानंतर, ग्राइंडिंग व्हील मागे घेतले जाते आणि वर्कपीस मशीनमधून काढून टाकले जाते.

2.5 सुपर फिनिशिंग प्रक्रिया

2.5.1 लॅपिंग-

लॅपिंग ही पृष्ठभाग गुळगुळीत आणि सपाट करण्यासाठी वापरली जाणारी एक पद्धत आहे. ही एक विशेष प्रकारची मशीनिंग आहे ज्यामध्ये द्रवामध्ये लहान अपघर्षक कणांचे फिरणारे मिश्रण वापरून एखाद्या पदार्थाच्या पृष्ठभागावर बारीक करणे किंवा पॉलिश करणे समाविष्ट असते. ही तंत्रे बहुतेकदा धातू, सिरेमिक, काच आणि इतर कठीण पदार्थांना सर्वोत्तम दिसण्यासाठी पूर्ण करण्यासाठी वापरली जातात.

लॅपिंग प्रक्रियेतील पायऱ्या:

1. तयारी: वर्कपीस आणि लॅपिंग प्लेट सेट केली जातात, सामान्यत: प्लेटच्या पृष्ठभागावर पसरलेल्या विशेष अपघर्षक स्लरी किंवा पेस्टचा वापर केला जातो.
2. इम्पलेमेंटेशन: वर्कपीस फिरत्या लॅपिंग प्लेटवर ठेवली जाते, जिथे हलका दाब दिला जातो जेव्हा ती Figure -आठ पॅटर्नमध्ये (किंवा पर्यायी कॉन्फिगरेशनमध्ये) फिरते जेणेकरून घर्षण समान प्रमाणात वाढेल.
3. मटेरियल काढून टाकणे: प्रक्रिया चालू राहिल्याने, अपघर्षक स्लरी हळूहळू वर्कपीसच्या पृष्ठभागावरील मटेरियलला क्षीण करते, इच्छित फिनिश साध्य करण्यासाठी कमी प्रमाणात मटेरियल काढून टाकते.

मशीनिंग ऑपरेशनमध्ये लॅपिंग बहुतेकदा अंतिम टप्प्यात काम करते, विशेषतः जेव्हा अपवादात्मकपणे फाईन फिनिशिंग किंवा प्रिसाईझ डायमेनसिनल टोलरन्स आवश्यक असते.

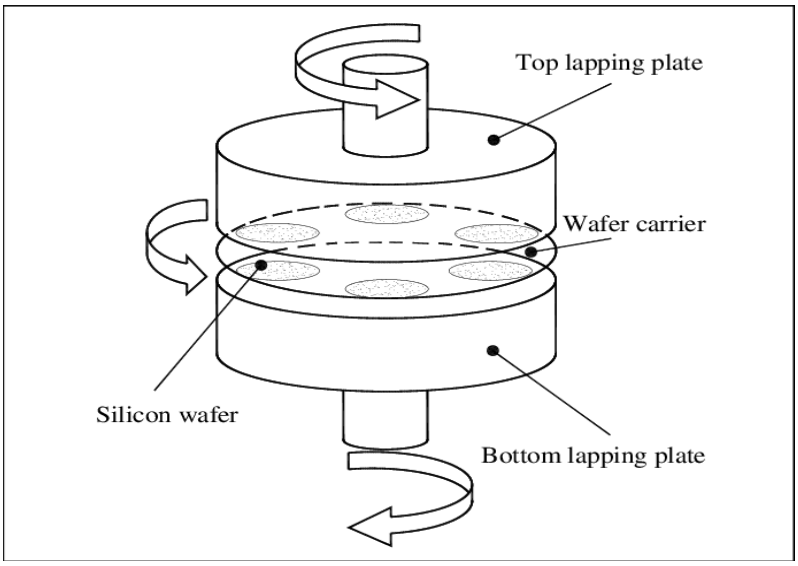


Figure 2.5.1 लॅपिंग

2.5.2 होनिंग-

होनिंग ही एक विशेष मशीनिंग पद्धत आहे जी वर्कपीसचा आकार, पृष्ठभागाची गुणवत्ता आणि आकार अधिक अचूक बनविण्यास मदत करते, विशेषतः छिद्रांसारख्या गोल पृष्ठभागांसाठी. या प्रक्रियेत दगड किंवा काठ्यांसारख्या अपघर्षक

साधनांचा वापर केला जातो, ज्यामुळे पृष्ठभागावरील थोडेसे साहित्य काळजीपूर्वक काढून टाकले जाते. हे प्रामुख्याने गुळगुळीत फिनिश मिळविण्यासाठी किंवा छिद्राचा आकार सुधारण्यासाठी केले जाते.

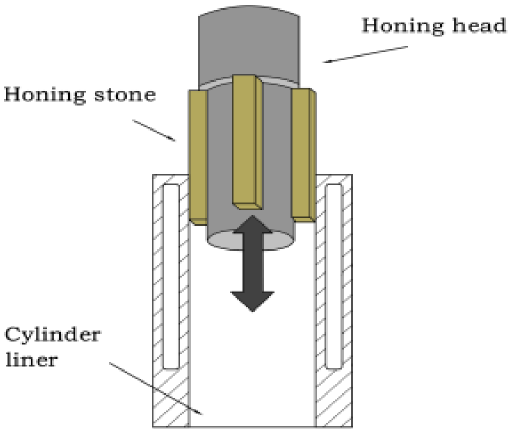


Figure 2.5.2 होनिंग

2.5.3 बफिंग

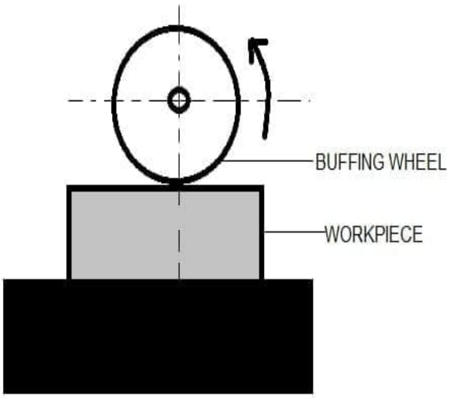


Figure 2.5.3 बफिंग

बफिंग ही पृष्ठभाग चमकदार आणि गुळगुळीत करण्यासाठी वापरली जाणारी एक पद्धत आहे. यामध्ये सहसा कापड, फेल्ट किंवा चामड्यासारख्या मऊ पदार्थांचा वापर आणि विशेष पॉलिशिंग पदार्थ यांचा समावेश असतो. ही पद्धत अनेक क्षेत्रात लोकप्रिय आहे.

बफिंग प्रक्रियेतील पायऱ्या:

1. पृष्ठभाग तयार करणे: - बफिंग सुरू करण्यापूर्वी, पृष्ठभाग स्वच्छ करणे आवश्यक आहे. ओरखडे, गंज किंवा ऑक्सिडेशन सारख्या कोणत्याही दोषांची काळजी सहसा बारीक अपघर्षक किंवा सॅंडपेपर वापरून घेतली जाते.
2. पॉलिशिंग कंपाऊंड लावणे: - लहान दोष दूर करण्यासाठी आणि ते गुळगुळीत करण्यासाठी पृष्ठभागावर पॉलिशिंग कंपाऊंड किंवा अपघर्षक पेस्ट पसरवली जाते. वापरल्या जाणाऱ्या कंपाऊंडचा प्रकार धातू, प्लास्टिक किंवा वूड यासारख्या मऊ पदार्थांवर अवलंबून असू शकतो.
3. रोटरी टूलसह बफिंग: - कापड किंवा फेल्टसारख्या मऊ पदार्थांपासून बनवलेले बफिंग व्हील, बफर किंवा पॉलिशिंग मशीनसारख्या फिरत्या साधनाशी जोडलेले असते. चाक फिरत असताना, ते पृष्ठभागावर हळूवारपणे काम करते, ज्यामुळे उरलेले दोष दूर होण्यास मदत होते आणि त्याला चमकदार फिनिश मिळते.

4. बफिंग तंत्र: - बफिंग करणारी व्यक्ती चाक गोलाकार किंवा पुढे-मागे हलवताना हलका दाब देते. या प्रक्रियेदरम्यान निर्माण होणारी उष्णता पॉलिशिंग कंपाऊंडला चांगले काम करण्यास मदत करते.
5. फायनल इन्स्पेक्शन आणि साफसफाई: - बफिंग पूर्ण झाल्यानंतर, पृष्ठभाग पुसून टाकला जातो जेणेकरून उरलेले पॉलिशिंग कंपाऊंड काढून टाकले जाईल आणि अंतिम परिणाम तपासला जाईल जेणेकरून ते एकसमान आणि चमकदार दिसेल.

2.5.4 पॉलिशिंग प्रक्रिया-

पॉलिशिंग प्रक्रिया म्हणजे एखाद्या वस्तूचा पृष्ठभाग गुळगुळीत आणि चमकदार बनवणे. हे तंत्र उत्पादन, कार, धातूकाम, दागिने आणि अगदी इलेक्ट्रॉनिक्स अशा अनेक क्षेत्रात वापरले जाते. एखादी वस्तू पॉलिश करण्यासाठी, लोक सहसा ॲब्रेसिव्ह किंवा पॉलिशिंग कंपाऊंड नावाच्या विशेष पदार्थांचा वापर करतात, बहुतेकदा मशीन वापरून, अडथळे दूर करण्यासाठी आणि पृष्ठभाग अधिक चांगला दिसावा.
पॉलिशिंग प्रक्रियेतील पायऱ्या:
1.पृष्ठभाग तयार करणे
अ. क्लीनिंग: पॉलिश करण्यापूर्वी, पृष्ठभाग स्वच्छ आणि कोणत्याही घाण, धूळ किंवा ग्रीसपासून मुक्त असणे आवश्यक आहे. जर त्यावर काही कचरा असेल तर पॉलिश चांगले निघणार नाही.
ब. सँडिंग किंवा ग्राइंडिंग: जर पृष्ठभाग खरोखरच खडबडीत असेल, तर मोठे दोष, ओरखडे किंवा अतिरिक्त थर काढण्यासाठी प्रथम ते सँडिंग किंवा ग्राउंड डाउन करावे लागेल. हे पाऊल पॉलिशिंग प्रभावीपणे कार्य करण्यासाठी पृष्ठभाग पुरेसे गुळगुळीत असल्याची खात्री करते.
2. अपघर्षक साहित्य निवडणे
पॉलिशिंगसाठी तुम्ही कोणत्या प्रकारचे अपघर्षक वापरता हे तुम्ही धातू, लाकूड, प्लास्टिक किंवा काच यासारख्या पॉलिशिंगवर आणि तुम्हाला कोणत्या प्रकारचे फिनिश हवे आहे यावर अवलंबून असते. काही सामान्य अपघर्षक आहेत:
- डायमंड पेस्ट किंवा ग्रिट: धातू किंवा दगडासारख्या कठीण पृष्ठभागांसाठी उत्तम.
- पॉलिशिंग कंपाऊंड्स: हे पेस्ट, पावडर किंवा द्रव स्वरूपात येतात जे पृष्ठभाग गुळगुळीत आणि चमकदार बनविण्यास मदत करतात. उदाहरणे म्हणजे सेरियम ऑक्साईड (काचेसाठी चांगले), प्युमिस.
टूल्ससह पॉलिशिंग-
1.पॉलिशिंग पॅड किंवा चाके: तुम्ही सहसा फेल्ट, कापड किंवा फोम सारख्या साहित्यापासून बनवलेले स्पिनिंग पॅड किंवा चाके वापरून पॉलिश करता. हे पॅड बहुतेकदा पॉलिशिंग कंपाऊंडने झाकलेले असतात.
2.मशीन किंवा हँड टूल्स: काम किती मोठे आहे यावर अवलंबून, तुम्ही हँडहेल्ड बफरने हाताने पॉलिश करू शकता किंवा रोटरी पॉलिशर, व्हायब्रेटरी टम्बलर किंवा पॉलिशिंग स्टेशन सारख्या मशीन वापरू शकता.
3.पॉलिशिंग प्रक्रिया: पॉलिशिंग टूल अपघर्षक कंपाऊंड पसरवताना पृष्ठभागावर खाली ढकलते आणि घासते. हे लहान ओरखडे गुळगुळीत करण्यास मदत करते आणि चमकदार फिनिश देते.

Exercise:

TLO 2.1 Define the surface finish.

1. Define surface finish and state it’s unit. (R)
2. State the necessity of surface finish. (U)

TLO 2.2 Designate the grinding wheels.

1. Explain the necessity of grinding. (U)
2. Enlist different abrasive materials used in grinding wheel. (U)
3. Define following terms in grinding wheel- (R)

a. Bond

b. Grit size

c. Grade and structure

4. Enlist various factors that are considered in grinding wheel selection. (U)

TLO 2.3 Explain process of grinding wheels dressing and truing.

1. Describe grinding wheel dressing. (U)
2. Explain with neat sketch grinding wheel truing. (U)
3. Enlist various truing methods. (R)
4. State the necessity of grinding wheel dressing. (U)
5. State the necessity of grinding wheel truing. (U)

TLO 2.4 Explain construction and working of different grinding machines.

1. Explain with neat sketch construction and working of surface grinding machine. (U)
2. Explain the working of surface grinding machine with block diagram. (U)
3. Explain with neat sketch cylindrical grinding. (U)
4. Explain with neat sketch internal grinding machine. (U)

TLO 2.5 Explain the different superfinishing process.

1. Enlist various superfinishing operations. (R)
2. Explain with sketch lapping process. (U)
3. Explain with sketch honing process. (U)
4. Explain with sketch buffing process. (U)
5. Explain with sketch polishing process. (U)

युनिट 3. गियर निर्माण पद्धती

(Gear Manufacturing Process)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome):- विविध गियर उत्पादन पद्धतींचा वापर करून गियर तयार करा. (Produce gears using various gear manufacturing methods)

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

TLO 3.1 विविध गियर कटिंग पद्धतींची यादी करा. (List different gear cutting methods.)

TLO 3.2 गियर कटिंग पद्धतींच्या कार्य करण्याच्या तत्त्वांचे स्पष्टीकरण द्या. (Explain the working principle of gear cutting methods).

TLO 3.3 विविध गियर कटिंग पद्धतींचे अंतर स्पष्ट करा. (Differentiate amongst different gear cutting methods).

TLO 3.4 विविध प्रकारच्या गियरसाठी गियर शेपिंगच्या सामान्य अनुप्रयोगांची ओळख करा. (Identify typical applications of gear shaping for different gear types.)

TLO 3.5 विविध गियर उत्पादन पद्धतींचे कार्य करण्याचे तत्त्व स्पष्ट करा. (Explain the working principle of various gear manufacturing methods).

TLO 3.6 विविध गियर फिनिशिंग पद्धतींची यादी करा. (List different gear finishing methods).

TLO 3.7 गियर फिनिशिंगचे महत्त्व नमूद करा. (State the importance of gear finishing)

3.1 परिचय (Introduction)

गियर हे दात असलेले घटक आहेत जे दोन शाफ्ट दरम्यान शक्ती किंवा वेग विना-स्लिपिंगने हस्तांतरित करतात. त्यामुळे गियर ड्राइव्हला पॉझिटिव्ह ड्राइव्ह असेही म्हणतात. कोणत्याही गियर जोडीत, लहान गियरला पिनियन आणि मोठ्या गियरला गियर म्हणतात.

गियर कटिंगचे महत्त्व:

1. शक्ती हस्तांतरण:(पॉवर ट्रान्समिशन)-गियर यंत्रांमध्ये गती व टॉर्क कार्यक्षमतेने हस्तांतरित करतात. अचूक गियर कटिंग केल्याने गियरची योग्य जुळवणी होते आणि शक्ती हानी कमी होते.

2. कार्यक्षमता व कामगिरी वाढते:-व्यवस्थित कट झालेल्या गियर मुळे घर्षण आणि झिज कमी होते, परिणामी इंधन कार्यक्षमता सुधारते आणि औद्योगिक उपकरणांची उत्पादकता वाढते.

3. टिकाऊपणा:खराब गियर वेगाने झिजतात व सतत बदलण्याची गरज लागते. अचूक गियर कटिंग केल्यास यंत्राची आयुष्यकाल वाढते आणि देखभालीचा खर्च कमी होतो.

4. नॉइज आणि व्हायब्रेशन कमी करणे:-योग्य गियर कटिंगमुळे गियरच्या दातांची अचूक जुळवणी होते, त्यामुळे आवाज आणि कंप कमी होतात. विशेषतः ऑटोमोबाईल आणि एरोस्पेस उद्योगांमध्ये याचा महत्त्वाचा उपयोग होतो.

5. भार वितरण आणि मजबुती:-अचूक कटिंग केलेले गियर भार समान रीतीने वितरित करतात, ज्यामुळे अचानक गियर तुटणे टाळता येते. मजबूत गियर उच्च टॉर्क आणि ताण सहन करू शकतात, ज्यामुळे सुरक्षा आणि विश्वासार्हता वाढते.

गियर निर्माण पद्धती:

1. **कास्टिंग:**
    - गियर उत्पादनासाठी सर्वात स्वस्त पद्धत.
    - मोठ्या आकाराच्या गियरसाठी वापरली जाते.
    - अचूकतेत कमी व कमी गतीच्या अनुप्रयोगांसाठी उपयुक्त.
2. **स्टॅम्पिंग:**
    - 3 मिमी जाडीपर्यंतचे लहान गियर मोठ्या प्रमाणावर तयार करण्यासाठी वापरले जाते.
    - उच्च अचूकता आणि उत्तम पृष्ठभाग फिनिश मिळतो.
3. **रोलिंग:**
    - गरम किंवा थंड रोलिंग प्रक्रियेने गियरच्या दातांची निर्मिती केली जाते.
4. **पावडर मेटलर्जी:**
    - लहान आकाराचे उच्च-गुणवत्तेचे गियर तयार करण्यासाठी वापरली जाते.
    - अधिक फिनिशिंगची गरज नसते.
5. **एक्सट्रूजन:**
    - ॲल्युमिनियम, ब्रास आणि ब्राँझसारख्या धातूंपासून मोठ्या प्रमाणावर उत्पादनासाठी उपयुक्त.
6. **प्लास्टिक मोल्डिंग:**
    - हलक्या लोडसाठी प्लास्टिक किंवा अलौह धातूंपासून तयार केलेले गियर.
    - इंजेक्शन किंवा कंप्रेशन मोल्डिंगचा वापर केला जातो.
7. **मशिनिंग:**
    - सर्वात अचूक गियर उत्पादन प्रक्रिया आहे.
    - यात गियर हॉबिंग आणि गियर शेपिंग यांचा समावेश होतो.

3.2 गियर मिलिंग:-गियर मिलिंग ही एक यांत्रिक प्रक्रिया आहे जी मिलिंग कटरच्या मदतीने गियर तयार करण्यासाठी वापरली जाते. ही पद्धत विविध प्रकारचे गियर जसे की स्पर गियर, हेलिकल गियर, बेव्हल गियर आणि वर्म गियर तयार करण्यासाठी वापरली जाते.

गियर कटिंग प्रक्रियेचे कार्य तत्त्व:

- गियर कटिंग करण्यासाठी डिस्क कटर वापरला जातो, जो हॉरिझोंटल मिलिंग मशीन वर बसवला जातो.
- गियर ब्लँक डिव्हायडिंग हेड स्पिंडल च्या टोकाला बसवला जातो, जो मशीनच्या टेबलावर ठेवला जातो.
- ब्लँकला डिस्क कटरच्या मागे पुरवले जाते आणि कटर गतीने फिरतो.
- एकदा दातांचे अंतर तयार झाल्यावर, ब्लँक इंडेक्सिंग यंत्रणेद्वारे हलवला जातो आणि पुढील दात कापले जातात.
- डिस्क कटरचा प्रोफाइल तयार होणाऱ्या दातांच्या मध्ये असलेल्या स्पेसच्या प्रोफाइलशी जुळतो.

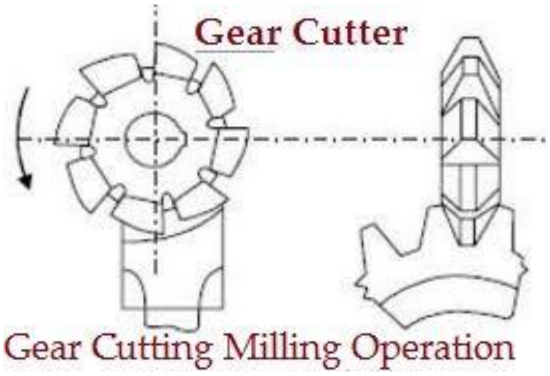


Figure 3.2.1 स्पर गियर कटिंग हॉरिझोंटल मिलिंग मशीनवर.

गियर मिलिंगचे प्रकार

1. फॉर्म मिलिंग:

- फॉर्म-रिलीव्हड कटरचा वापर केला जातो, जो गियरच्या दातांच्या प्रोफाइलशी जुळतो.
- लहान प्रमाणात उत्पादन किंवा कस्टम गियरसाठी उपयुक्त.
- विशिष्ट गियर प्रोफाइलपुरते मर्यादित.

2. जनरेटिंग पद्धत:

- हॉबिंग कटरसारख्या फिरणाऱ्या बहुधारी कटरचा वापर केला जातो, जो गियर ब्लँकच्या तुलनेत समकालिक आणि नियंत्रित गतीने हालचाल करत गियर दातांची अचूक प्रोफाइल निर्मिती करतो.
- उच्च अचूकता प्रदान करते आणि मोठ्या प्रमाणात उत्पादनासाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते.
- उदाहरणे: हॉबिंग, शेपिंग आणि ग्राइंडिंग.

3. एंड मिल पद्धत:

- मानक एंड मिल किंवा विशेष गियर-आकाराचे एंड मिल CNC मिलिंग मध्ये वापरले जातात.
- प्रोटोटाइप गियर किंवा जटिल कस्टम गियरसाठी आदर्श.

गियर मिलिंग मशीनचे प्रकार

A. हॉरिझोंटल मिलिंग मशीन: सामान्यतः स्पर गियर आणि रॅकसाठी वापरली जाते.
B. व्हर्टिकल मिलिंग मशीन: हेलिकल आणि बेव्हल गियरसाठी वापरली जाते.

गियर मिलिंगसाठी वापरले जाणारे कटर प्रकार

A. **इन्व्हॉल्यूट गियर कटर:** पारंपरिक मिलिंग मशीनसाठी.
B. **हॉब कटर:** गियर हॉबिंगसाठी वापरले जातात.
C. **फ्लाय कटर:** मोठ्या किंवा कस्टम गियरसाठी.
D. **एंड मिल:** CNC-आधारित गियर मशिनिंगसाठी.

गियर मिलिंगचे फायदे:

A. उच्च अचूकता आणि सुस्पष्टता.
B. विविध प्रकारचे आणि आकाराचे गियर तयार करण्यासाठी उपयुक्त आहे.

C. लहान आणि मध्यम प्रमाणात उत्पादनासाठी खर्च-प्रभावी.
D. योग्य साधनांचा वापर करून पारंपरिक मिलिंग मशीनवरदेखील करता येते.

मर्यादा:

A. मोठ्या प्रमाणावर उत्पादनासाठी गियर हॉबिंगच्या तुलनेत संथ प्रक्रिया.
B. अचूकतेसाठी कुशल ऑपरेटरची आवश्यकता असते.
C. अतिशय मोठ्या प्रमाणात उत्पादनासाठी आदर्श नाही.

उपयोग क्षेत्रे:

A. ऑटोमोबाईल आणि एरोस्पेस उद्योग.
B. औद्योगिक यंत्रसामग्री आणि रोबोटिक्स.
C. पॉवर ट्रान्समिशन प्रणाली.
D. कस्टम आणि प्रोटोटाइप गियर उत्पादन.

3.3 गियर शेपिंग प्रक्रिया
गियर शेपिंग प्रक्रिया प्रकार:

1. रॅक कटर गियर शेपिंग
2. पिनियन कटर गियर शेपिंग

रॅक कटरद्वारे गियर शेपिंग प्रक्रिया:

- रॅक कटर जनरेटिंग प्रक्रिया गियर शेपिंग प्रक्रिया म्हणूनही ओळखली जाते.
- या पद्धतीत, कटिंग करणाऱ्या साधनाचा आकार तयार होणाऱ्या गियरच्या मूलभूत रॅकसारखा असतो.
- ही प्रक्रिया शेपिंग मशीन प्रमाणे कार्य करते.

कार्य पद्धती:

1. कटर वेगाने परस्पर क्रियाशील (reciprocating) होतो आणि कटिंग स्ट्रोक दरम्यानच धातू काढला जातो.
2. गियर ब्लँक त्याच्या अक्षाभोवती हळूहळू आणि समान गतीने फिरतो.
3. प्रत्येक कटिंग स्ट्रोक नंतर, कटर त्याच्या लांबीच्या दिशेने पुढे सरकतो, ही गती पिच लाईनच्या रोलिंग स्पीडइतकीच असते.
4. जेव्हा कटर आणि ब्लँक एका पिचइतके फिरतात, तेव्हा ब्लँकची गती थांबवली जाते.
5. कटर ब्लँकपासून मागे घेतला जातो आणि कटिंग एजला आराम दिला जातो.
6. कटर परत सुरुवातीच्या स्थितीत आणला जातो आणि ब्लँक इंडेक्स केला जातो, त्यानंतर पुढील कट सुरू होतो.

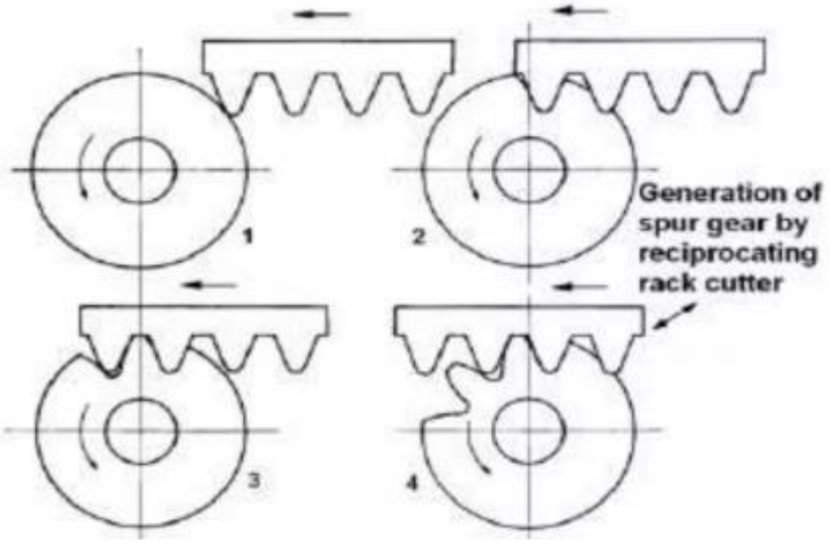


Figure 3.3.1 रॅक कटरद्वारे गियर शेपिंग प्रक्रिया

पिनियन कटरद्वारे गियर शेपिंग प्रक्रिया

पिनियन कटर जनरेटिंग प्रक्रिया ही मूलत: रॅक कटर जनरेटिंग प्रक्रियेसारखीच असते, परंतु रॅक कटरच्या ऐवजी पिनियन वापरला जातो.

कार्यपद्धती:

1. कटरला गियर ब्लँकमध्ये आवश्यक दातांच्या खोलीइतके रेडियल फीड दिल्यानंतर कटिंग सुरू होते.
2. त्यानंतर कटर त्याच्या अक्षाच्या समांतर परस्पर क्रियाशील (reciprocating) गतीने चालतो, जसे रॅक कटरप्रक्रियेत होते.
3. गियर ब्लँक आणि कटर हळूहळू फिरतात आणि त्यांची गती मॅचिंग पिच पृष्ठभागावर समान असते.
4. या रोलिंग गतीमुळे गियर ब्लँकवरील दात कापले जातात.
5. गियर शेपिंग मशीनमध्ये पिनियन कटरला उभ्या किंवा आडव्या अक्षावर फिरवता येते.

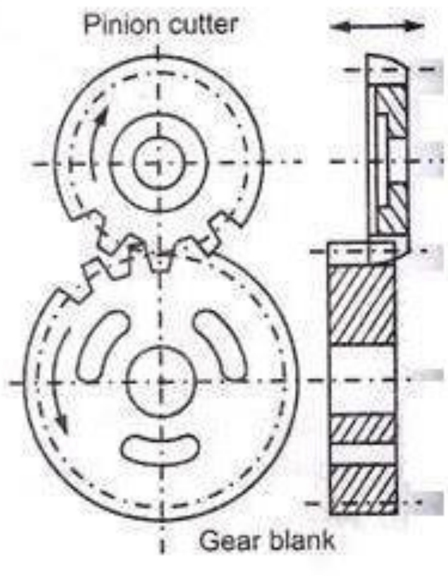


Figure 3.3.2 पिनियन कटरद्वारे गियर शेपिंग प्रक्रिया

पिनियन कटरद्वारे गियर शेपिंगचे फायदे:

1. आंतर व बाह्य गियर, तसेच स्पर, हेलिकल आणि स्प्लाइन गियर तयार करण्यासाठी उपयुक्त.
2. अत्यंत अचूक दातांचा आकार निर्माण करतो, त्यामुळे अचूकतेची गरज असलेल्या ॲप्लिकेशनसाठी योग्य.
3. हॉबिंगप्रमाणे विशेष इंडेक्सिंग यंत्रणांची आवश्यकता नसते.
4. शोल्डर असलेले गियर किंवा हॉबिंगला न पोहोचणाऱ्या भागात कटिंगसाठी उपयुक्त.
5. चांगल्या दर्जाचे व गुळगुळीत पृष्ठभाग फिनिशिंग मिळते.
6. गियरच्या अचूक मिती राखतो, त्यामुळे एरोस्पेस आणि ऑटोमोटिव्ह उद्योगासाठी उपयुक्त.
7. ऑटोमेशनद्वारे मोठ्या प्रमाणावर उत्पादनासाठी वापरता येतो.

मर्यादा:

1. हॉबिंगच्या तुलनेत प्रक्रिया संथ असते कारण कटर परस्पर क्रियाशील (reciprocating) गती करतो.
2. मोठ्या व्यासाच्या गियरसाठी कमी कार्यक्षम, हॉबिंग किंवा मिलिंग अधिक चांगले परिणाम देऊ शकतात.
3. शेपर कटर कालांतराने झिजतात, त्यामुळे वारंवार शार्पनिंग किंवा बदल करावा लागतो.
4. फार मोठ्या मॉड्यूल गियर किंवा बेव्हल गियरसाठी प्रभावी नाही.
5. शेपर कटर महाग असतात, आणि गियर शेपिंग मशीन सेटअप करणे खर्चिक असते.
6. मोठ्या प्रमाणात उत्पादनासाठी हॉबिंग तुलनेने अधिक वेगवान पर्याय आहे.

3.4 गियर ब्रॉचिंग प्रक्रिया

कार्यपद्धती:

ब्रॉचिंग ही एक सामान्य यांत्रिक प्रक्रिया आहे जिथे कटिंग टूल (ब्रॉच) वर्कपीसच्या माध्यमातून ओढले जाते.

- जसे ब्रॉच ओढले जाते, त्याच्या दातांची जाडी हळूहळू वाढत जाते, त्यामुळे इच्छित आकार तयार होतो.
- प्रत्येक भागासाठी विशिष्ट ब्रॉच वापरणे आवश्यक असते, जेणेकरून अचूक परिणाम मिळू शकेल.
- ही प्रक्रिया प्रामुख्याने आंतरिक गियर आणि स्प्लाइन तयार करण्यासाठी वापरली जाते.

प्रक्रियेची स्टेप्स:

1. ब्रॉच, जो लांब आणि दातेरी असतो, वर्कपीसच्या माध्यमातून ओढला जातो.
2. ब्रॉचच्या दातांचा आकार हळूहळू वाढतो, त्यामुळे गियर दात तयार होतात.
3. ब्रॉचिंग मशीन वर्कपीसला धरते आणि ब्रॉच त्यातून हलवते.

गियर दातांसाठी वापरले जाणारे ब्रॉच प्रकार:

1. स्प्लाइन ब्रॉचेस – एकाच स्ट्रोकमध्ये आंतरिक स्प्लाइन किंवा गियर दात तयार करतात.
2. कीवे ब्रॉचेस – गियरमध्ये कीवे तयार करण्यासाठी वापरले जातात.
3. इन्व्हॉल्यूट गियर ब्रॉचेस – आंतरिक गियर दातांची अचूक प्रोफाइल तयार करण्यासाठी.
4. प्रोग्रेसिव्ह ब्रॉचेस – ज्यामध्ये दात हळूहळू वाढतात, त्यामुळे आवश्यक गियर प्रोफाइल तयार होते.

ब्रॉचिंगचे फायदे:

A. वेगवान उत्पादन प्रक्रिया (मोठ्या प्रमाणात उत्पादनासाठी उपयुक्त).

B. उच्च अचूकता व पुनरावृत्तीक्षम परिणाम.

C. एकाच स्ट्रोकमध्ये क्लिष्ट आकार कापता येतात.
D. मोठ्या प्रमाणात उत्पादनासाठी खर्च वाचवणारा आहे

मर्यादा:
A. प्रारंभिक साधनखर्च जास्त असतो.
B. लहान प्रमाणात किंवा कस्टम गियर उत्पादनासाठी उपयुक्त नाही.
C. निर्धारित गियर आकार आणि प्रोफाइलपुरते मर्यादित.

3.5 गियर हॉबिंग
कार्यपद्धती:
गियर हॉबिंग ही गियर दात तयार करण्याची प्रक्रिया आहे, ज्यामध्ये हॉब नावाच्या फिरत्या कटरचा वापर केला जातो.
- ही सतत चालणारी इंडेक्सिंग प्रक्रिया आहे, जिथे कटिंग टूल आणि वर्कपीस एका विशिष्ट गतीसंबंधात फिरतात.
- हॉब आणि गियर ब्लँक योग्य चेंज गियरद्वारे जोडले जातात.
- हॉब एका फेऱ्यात जितके दात कट करतो, तितक्याच प्रमाणात गियर ब्लँक फिरतो.
- प्रत्येक हॉब दात आपल्या स्वतःच्या आकारानुसार कटिंग करतो.
- वर्कपीसच्या एका पूर्ण फेऱ्यात निश्चित खोलीपर्यंत कटिंग पूर्ण होते.
- हॉबचे दात गियर दातांच्या आकाराशी जुळवले जातात आणि त्यात कटिंगसाठी आवश्यक खाच (grooves) असतात.
- हॉबचा अक्ष गियर ब्लँकच्या अक्षाच्या लंब दिशेने (perpendicular) फिरतो, त्यामुळे गियर दात तयार होतात.
- ही प्रक्रिया अत्यंत अचूक मानली जाते, कारण टूल किंवा ब्लँक पुन्हा स्थित करावे लागत नाही.
- या प्रक्रियेत प्रत्येक दात हॉबच्या अनेक दातांद्वारे कट होतो, त्यामुळे टूल एरर कमी होतात.
- उत्कृष्ट पृष्ठभाग फिनिशिंग मिळते, आणि गियर निर्मितीसाठी ही पद्धत मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते.

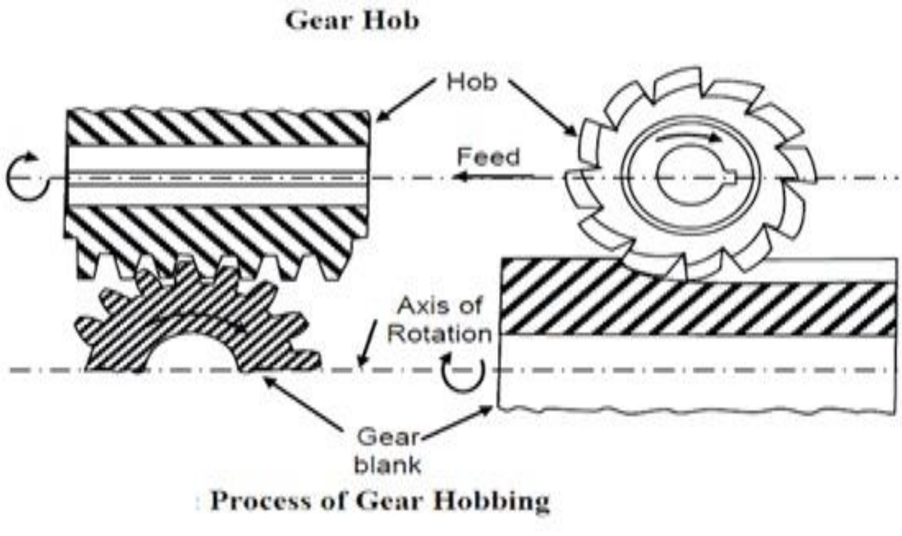


Figure 3.5.1 गियर हॉबिंग

गियर हॉबिंगचे महत्त्वाचे पॅरामीटर्स:

1. **कटिंग वेग (V):**

   कटिंग वेग हा वर्कपीसचे साहित्य, हॉबचे साहित्य आणि आवश्यक पृष्ठभाग फिनिशिंगवर अवलंबून असतो.
   सूत्र: $V = \pi DN/1000$
   D = वर्कपीसचा व्यास (mm)

N = हॉबची फिरण्याची गती (RPM)

2. **फीड रेट (F):**

   फीड रेट म्हणजे हॉबच्या एका फेऱ्यातील अर्धव्यासाच्या दिशेने झालेली प्रगती.
   mm/rev किंवा mm/min मध्ये मोजले जाते.
   हे मॉड्यूल, हॉबच्या सुरूवातीच्या संख्या आणि आवश्यक पृष्ठभाग फिनिशिंगवर अवलंबून असते.

3. **कटिंगची खोली (d):** हॉबची रेडियल इनफीड म्हणजे गियर दातांची पूर्ण खोली.

4. **कटिंग ची संख्या :**रफ हॉबिंगसाठी एकापेक्षा जास्त पास आवश्यक असतात, जेणेकरून हॉबवरील लोड कमी होईल. फिनिश हॉबिंगसाठी बहुतेक वेळा एकाच पासमध्ये कटिंग पूर्ण होते.

5. **हॉबची फिरण्याची गती (N):**हॉब दातांची संख्या आणि कटिंग वेग यावर अवलंबून असते.

   सूत्र: $N=V\times1000/\pi DN$.

6. **कूलंट आणि ल्युब्रिकेशन:**हीट आणि टूलचा झिजण्याचा वेग कमी करण्यासाठी आवश्यक.सामान्य प्रकार: कटिंग ऑइल्स किंवा वॉटर-सोल्युबल कूलंट्स.

7. **वर्कपीस मटेरियलचा विचार:** मऊ मटेरियल (जसे की ॲल्युमिनियम, माइल्ड स्टील) – उच्च कटिंग वेग वापरता येतो. कठीण मटेरियल (जसे की हार्डन्ड स्टील) – कमी वेग आवश्यक आणि उच्च-कार्यक्षमता हॉब लागतो.

गियर हॉबिंगचे फायदे:

A. विविध प्रकारचे गियर तयार करता येतात.
B. सतत इंडेक्सिंगमुळे त्रुटी कमी होतात.
C. इतर प्रक्रियांपेक्षा वेगवान आहे.
D. लहान व मोठ्या प्रमाणावर उत्पादनासाठी उपयुक्त.

मर्यादा:

A. आंतरिक गियर तयार करता येत नाहीत.
B. स्प्लाइन आणि सेरेशन तयार करण्यासाठी योग्य नाही.

विविध गियर कटिंग पद्धतींची तुलना

Table 3.5.1: विविध गियर कटिंग पद्धतींची तुलना

पद्धत	प्रक्रिया	अचूकता	पृष्ठभाग फिनिश	उत्पादन दर	वापरण्यात येणारे साहित्य	टूलिंग खर्च	अनुप्रयोग
गियर हॉबिंग	फिरत्या हॉबचा वापर करून दात टप्प्याटप्प्याने कट करणे	उच्च (ग्रेड 6-8)	चांगला	उच्च	बहुतेक धातू आणि प्लास्टिक	मध्यम	स्पर, हेलिकल, आणि वर्म गियर
गियर शेपिंग	गियर दाताच्या आकाराचा पुनरावृत्ती करणारा कटर वापरणे	उच्च (ग्रेड 6-8)	चांगला	मध्यम	बहुतेक धातू आणि प्लास्टिक	मध्यम	आंतरिक, बाह्य आणि क्लस्टर गियर
गियर मिलिंग	फॉर्म कटर किंवा एंड मिल वापरून प्रत्येक दात स्वतंत्रपणे कट करणे	मध्यम (ग्रेड 8-10)	सरासरी	कमी	बहुतेक धातू आणि प्लास्टिक	कमी	कमी-प्रमाणातील उत्पादन, मोठे गियर
गियर ब्रॉचिंग	बहु-दात असलेल्या ब्रॉचद्वारे एकाच वेळी सर्व दात कट करणे	अतिशय उच्च (ग्रेड 5-7)	उत्कृष्ट	अतिशय उच्च	मऊ ते मध्यम-कठीण साहित्य	उच्च	आंतरिक गियर, स्प्लाइन्स, मोठ्या प्रमाणावर उत्पादन
गियर ग्राइंडिंग	ॲब्रसिव्ह ग्राइंडिंग व्हील वापरून गियर दातांची	अतिशय उच्च (ग्रेड 3-5)	उत्कृष्ट	कमी	हार्डन केलेले साहित्य	अतिशय उच्च	अचूक गियर, हार्डन गियर

पद्धत	प्रक्रिया	अचूकता	पृष्ठभाग फिनिश	उत्पादन दर	वापरण्यात येणारे साहित्य	टूलिंग खर्च	अनुप्रयोग
	फिनिशिंग करणे						

3.6 गियर फिनिशिंग पद्धती

गियर फिनिशिंगचे महत्त्व

गियर फिनिशिंग हा गियर उत्पादनाचा एक महत्त्वाचा टप्पा आहे, जो कार्यक्षमता, टिकाऊपणा आणि कार्यक्षमतेत सुधारणा करण्यासाठी आवश्यक आहे. याचा मुख्य उद्देश पृष्ठभागाची गुणवत्ता सुधारणे, अचूकता वाढवणे आणि गियर ऑपरेशनमधील आवाज कमी करणे आहे. यामध्ये मशीनिंग प्रक्रियेदरम्यान तयार झालेल्या खुणा, Burr आणि दातांच्या प्रोफाइलमधील दोष दूर करण्याचा समावेश असतो.

गियर फिनिशिंग प्रक्रियेची गरज

गियरच्या परिमाणात्मक अचूकतेत आणि पृष्ठभाग फिनिशमध्ये सुधारणा करण्यासाठी फिनिशिंग प्रक्रिया आवश्यक असते. उष्णता प्रक्रिया न झालेल्या गियरसाठी शेव्हिंग आणि बर्निशिंग या प्रक्रिया वापरल्या जातात, तर हार्डन केलेल्या गियरसाठी ग्राइंडिंग, लॅपिंग आणि होनिंग अशा फिनिशिंग प्रक्रिया वापरल्या जातात.

1) गियर ग्राइंडिंग-गियर ग्राइंडिंग ही एक अचूक फिनिशिंग प्रक्रिया आहे, ज्यामध्ये गियर दात रिफाईन करण्यासाठी विशेष आकाराचा ॲब्रसिव्ह ग्राइंडिंग व्हील वापरला जातो. ही प्रक्रिया गियर दातांच्या जिओमेट्री आणि पृष्ठभाग फिनिशमध्ये उच्च अचूकता सुनिश्चित करते. गियर ग्राइंडिंगदरम्यान, गियर ग्राइंडिंग व्हीलखाली निश्चित केले जाते, आणि ग्राइंडिंग व्हील समोर-मागे हलून प्रत्येक गियर दात ग्राइंड होतो. ही प्रक्रिया फारच कमी प्रमाणात साहित्य काढून टाकते, ज्यामुळे गियरच्या आकारातील दोष दुरुस्त होतात आणि अत्यंत गुळगुळीत पृष्ठभाग मिळतो.
ही पद्धत मुख्यतः हार्डन केलेल्या गियरसाठी वापरली जाते, कारण शेव्हिंगसारख्या इतर फिनिशिंग पद्धती या गियरवर प्रभावी ठरत नाहीत. हवाई, ऑटोमोटिव्ह आणि रोबोटिक्ससारख्या उच्च अचूकता आवश्यक असलेल्या उद्योगांमध्ये ही पद्धत मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते.

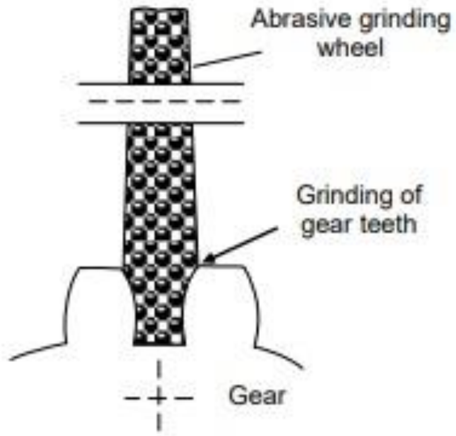


Figure 3.6.1 गियर ग्राइंडिंग

2) गियर होनिंग-ही एक सुपर-फिनिशिंग प्रक्रिया आहे, जी आधी मशीनिंग केलेल्या पृष्ठभागावर लागू केली जाते. ही प्रक्रिया आंतरिक सिलेंड्रिकल पृष्ठभाग, बोअरिंग किंवा छिद्राच्या फिनिशिंगसाठी वापरली जाते. या प्रक्रियेसाठी वापरण्यात येणाऱ्या साधनाला होन म्हणतात, जे स्टिकच्या स्वरूपातील बांधलेले घर्षण (ॲब्रसिव्ह) दगड असते. होनिंग प्रक्रियेत, टूल स्वतःच्या अक्षाभोवती फिरते आणि त्याच वेळी पुढे-मागे हलते. होनिंग प्रक्रिया दोन वेगवेगळ्या पद्धतींनी केली जाऊ शकते.

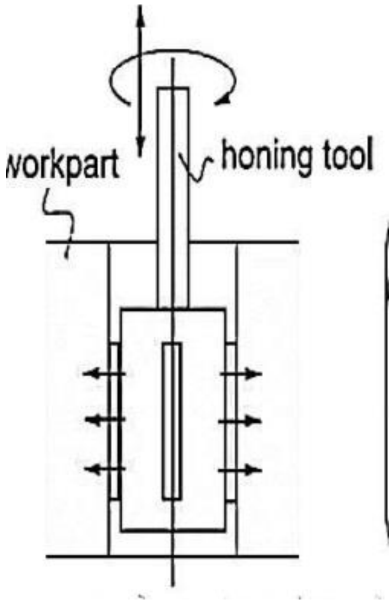


Figure 3.6.2 गियर होनिंग

3) गिअर बर्निशिंग-गिअर बर्निशिंग हा एक फिनिशिंग प्रक्रिया आहे, ज्यामध्ये कार्य गिअरला एक किंवा अधिक बर्निशिंग गिअर्सच्या विरुद्ध फिरवले जाते. हे बर्निशिंग गिअर्स अत्यंत कठीण, गुळगुळीत आणि अत्यंत अचूक असतात. बर्निशिंग गिअर्स हे मोटरद्वारे चालवले जातात, तर कार्य गिअर एका उभ्या कंपित होणाऱ्या शाफ्टवर बसवलेले असते आणि ते तीन कठीण बर्निशिंग गिअर्ससह जुळवले जाते.बर्निशिंग गिअर्स कार्य गिअरवर दाब टाकतात आणि दोन्ही दिशांना फिरतात, त्यामुळे गिअरच्या पृष्ठभागावरील सूक्ष्म अनियमिततांचे थोडेसे प्लास्टिक विरुपण होते. या कोल्ड-वर्किंग प्रक्रियेमुळे गिअर पृष्ठभाग अधिक गुळगुळीत होतो, दातांची अचूकता सुधारते आणि भार वहन करण्याची क्षमता वाढते, कोणताही पदार्थ काढून न टाकता.

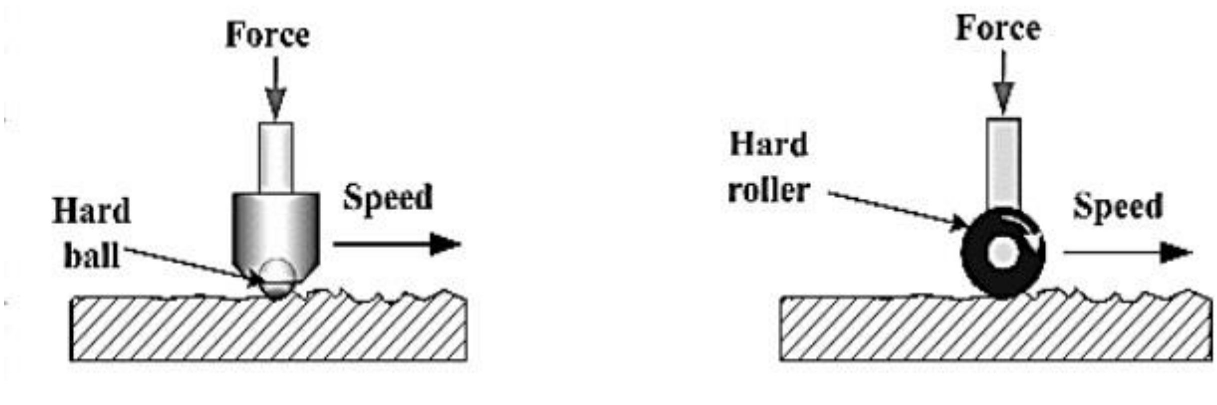


Figure 3.6.3 गिअर बर्निशिंग

4) गिअर लॅपिंग-गिअर लॅपिंग ही एक फिनिशिंग प्रक्रिया आहे जी उष्णता उपचारानंतर (heat treatment) गिअरच्या पृष्ठभागाला अधिक सुधारण्यासाठी केली जाते. या प्रक्रियेमध्ये, कार्य गिअर आणि लॅपिंग टूल एकत्र परस्पर जुळवून फिरवले जातात आणि त्यांच्यामध्ये घर्षणात्मक संयुग (abrasive compound) लावले जाते.हे घर्षणात्मक संयुग गिअरच्या पृष्ठभागावरील खरखरीतपणा, लहरीपणा आणि अनियमितता कमी करून दातांचा अत्यंत गुळगुळीत व अचूक प्रोफाइल तयार करण्यास मदत करते. लॅपिंगसाठी वापरले जाणारे घर्षणात्मक पदार्थ नैसर्गिक किंवा कृत्रिम असू शकतात, हे कार्य गिअरच्या सामग्रीवर अवलंबून असते. या प्रक्रियेदरम्यान वंगण (lubricant) वापरले जाते, जेणेकरून घर्षण कण धरून ठेवता येतील आणि समान रीतीने वितरित करता येतील.

लॅपिंगचे प्रकार:

1. **हँड लॅपिंग**
   - कार्यपीस हाताने धरून त्यास दुसऱ्या पृष्ठभागावर घासले जाते.
   - प्रेसेस डाय, वाल्व सीट्स आणि अन्य अचूक पृष्ठभागांसाठी वापरले जाते.
2. **मशीन लॅपिंग**
   - उच्च अचूकता मिळवण्यासाठी विशेष लॅपिंग मशीनचा वापर केला जातो.
   - बॉल आणि रोलर बेअरिंग्स, इंजिन घटक आणि इतर अचूक गिअर्ससाठी वापरले जाते.

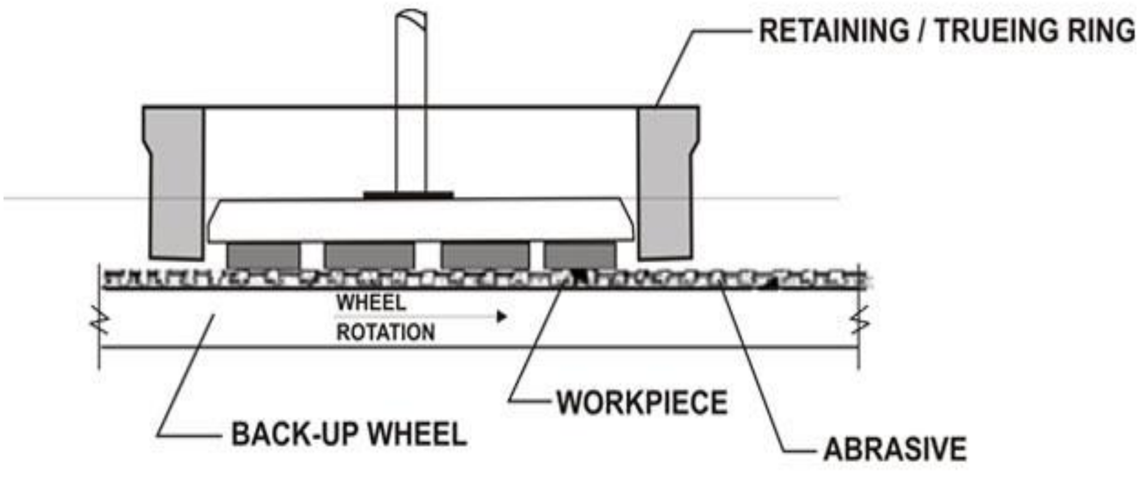


Figure 3.6.4 गिअर लॅपिंग

Exercise

TLO 3.1 List different gear cutting methods.

1) List different gear cutting methods (U)
2) State importance of gear cutting (U)

TLO 3.2/3.5 Explain the working principle of gear cutting methods.

1) Explain the working principle of gear shaping with neat sketch. (R)
2) Explain the working principle of gear hobbling with neat sketch. (R)
3) State any two advantages and disadvantages of gear shaping. (R)
4) State any two advantages and disadvantages of gear Hobbing. (A)

5) State any two advantages and limitations of gear broaching (R)

TLO 3.3 Differentiate amongst different gear cutting methods.

1) Differentiate gear hobbling and gear shaping process on the basis of
Process, accuracy, tooling cost and applications. (U)
2) Compare gear milling, gear shaping, and gear hobbing on the basis of
Process, accuracy, tooling cost and applications. (U)

TLO 3.4 Identify typical applications of gear shaping for different gear types.

1) Explain with neat sketch gear shaping using Rack cutter (R)
2) Explain with neat sketch gear shaping using Pinion cutter (R)

TLO 3.5 Explain the working principle of various gear manufacturing methods.

1) List different gear manufacturing methods (R)

TLO 3.6 List different gear finishing methods.

1) List different gear finishing methods (U)
2) Explain Gear Shaving with neat sketch (R)
3) Explain Gear Grinding with neat sketch (R)
4) Describe Gear Burnishing (R)
5) Explain Gear Lapping with neat sketch (R)
6) Explain Gear Honing with neat sketch (R)

TLO 3.7 State the importance of gear finishing

1) List different gear finishing methods (U)
2) State any four points on importance of gear finishing (U)

युनिट 4. प्रेस आणि ॲक्सेसरीज

(Press and Accessories)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome): विविध अनुप्रयोगांसाठी प्रेस आणि त्याचे घटक निवडा. (Select the press and its components for various applications).

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

TLO 4.1: प्रेस उद्योगात वापरली जाणारी विविध शीट मेटल्सचे नाव द्या. (Name different sheet metals used in press industry).

TLO 4.2: प्रेसचे वर्गीकरण करा. (Classify press).

TLO 4.3: प्रेसच्या विविध घटकांची नावे द्या. (Name different components of press.)

TLO 4.4: स्वच्छ रेखाचित्रासह स्केचचे कार्य स्पष्ट करा. (Explain working of sketch with neat sketch).

TLO 4.5: जिग्स आणि फिक्स्चर्स यांची तुलना करा. (Compare between jigs and fixtures).

TLO 4.6: जिग्स आणि फिक्स्चर्सच्या लोकेशन पद्धती स्पष्ट करा. (Explain locations methods of jigs and fixtures).

TLO 4.7: जिग्स आणि फिक्स्चर्सच्या कार्य करण्याचे तत्त्व स्पष्ट करा. (Explain the principle of jig and fixtures).

4.1 प्रस्तावना: सामान्यत: उद्योगात वापरल्या जाणाऱ्या शीट मेटल

उद्योगात शीट मेटल हि सर्वात जास्त वापरली जाणारी वस्तू आहे. उद्योगात मोठ्या प्रमाणात वापरले जाणारे काही धातू खालीलप्रमाणे आहेत:-

1. ॲल्युमिनियम (Aluminum)

2. स्टेनलेस स्टील (Stainless Steel)

3. तांबे (Copper)

4. गॅल्वनाइज्ड स्टील (Galvanised Steel)

5. टायटॅनियम (Titanium)

1. ॲल्युमिनियम:- हे वजनाने हलके, गंज प्रतिरोधक साहित्य आहे आणि त्याची थर्मल कंडक्टिव्हिटी चांगली आहे. ते अत्यंत लवचिक आहे म्हणून ते सहजपणे वाकवता येते आणि जटिल आकार बनवण्यासाठी परिपूर्ण आहे. परंतु त्याचे काही तोटे आहेत जसे की लो मेल्टिंग पॉईंट, थर्मल एक्सपाशन कमी शक्ती इ.

2. स्टेनलेस स्टील:- हे लोह, कार्बन, क्रोमियम आणि निकेल यांचे मिश्रण आहे. ते गंज प्रतिरोधकता, ताकद आणि टिकाऊपणा, सौंदर्यपूर्णता, आग आणि उष्णता प्रतिरोधकता इत्यादी गुणधर्मांसाठी ओळखले जाते. त्याची उच्च किंमत, वजन, ओरखडे आणि डेंट, जॉब हार्ड होणे इत्यादी तोटे आहेत.

3. तांबे:- त्याचे गंज प्रतिरोधकता, मेलॅबिलिटी (malleability) आणि डक्टीलिटी (ductility), आकर्षकता आणि आवाज कमी करण्याची क्षमता असे फायदे आहेत. परंतु त्याचे तोटे देखील आहेत जसे की जास्त किंमत आणि वजन, जॉब हार्ड होणे, मऊपणा इ.

4. गॅल्वनाइज्ड स्टील:- हा स्टीलचा एक प्रकार आहे. ज्याचे फायदे असे आहेत कि, हे कमी किमतीचे, विस्तृत तापमान श्रेणी सहन करू शकणारे, पुनर्वापर करता येणारे, इत्यादी. परंतु वेल्ड क्षमतेची समस्या, कमी इलेक्ट्रिकल कंडक्टिव्हिटी (conductivity), पृष्ठभागाची अपूर्णता इत्यादी तोटे आहेत.

5. टायटॅनियम:- त्याचे चुंबकीय नसलेले स्वरूप, क्लोरीन आणि क्लोराईडला असलेला रेसिस्टअन्स, हाय मेल्टिंग पॉईंट आणि लॉन्ग लाईफ असे गुणधर्म आहेत. परंतु त्याचे तोटे आहेत, जसे की, उच्च किंमत, मशीनिंगमध्ये अडचण, खराब थर्मल आणि इलेक्ट्रिकल कंडक्टिव्हिटी इ.

4.2 प्रेस आणि त्यांचे वर्गीकरण:

प्रेस हे एक असे यंत्र आहे ज्यामध्ये प्रेस वर्किंग फोर्स (Working Force) (थोड्या वेळात दिले जाणारे मोठे बल) सेट केले जातात, निर्देशित केले जातात आणि नियंत्रित केले जातात. खालील Figure 4.2 प्रेस आणि त्याचे वेगवेगळे भाग दर्शवते.

Figure 4.2 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, बेड एका बोलस्टर प्लेटला आधार देतो, ज्यावर डाय बसवलेला असतो. तळाशी पंच बसवलेला रॅम किंवा स्लाइड, वर आणि खाली सरकतो आणि इलेक्ट्रिक ड्राइव्ह मोटरद्वारे चालवल्या जाणाऱ्या क्रँक किंवा इसेनट्रिकद्वारे (ecentric) चालवला जातो. फ्लायव्हील ऊर्जा साठवते आणि वर्किंग स्ट्रोकवर ती ट्रान्सफर करते. क्लच क्रँक किंवा इसेनट्रिकमधून ड्राइव्हला जोडतो किंवा वेगळे करतो. स्ट्रोक थांबवण्यासाठी ड्राइव्ह शाफ्टला ब्रेक जोडलेला असतो. इच्छित प्रेस वर्किंग ऑपरेशनसाठी स्ट्रिप स्ट्रोक कॉइलमधून, स्टॉक हा फीडरमधून पंच आणि डाय दरम्यानच्या भागात पुरवला जातो.

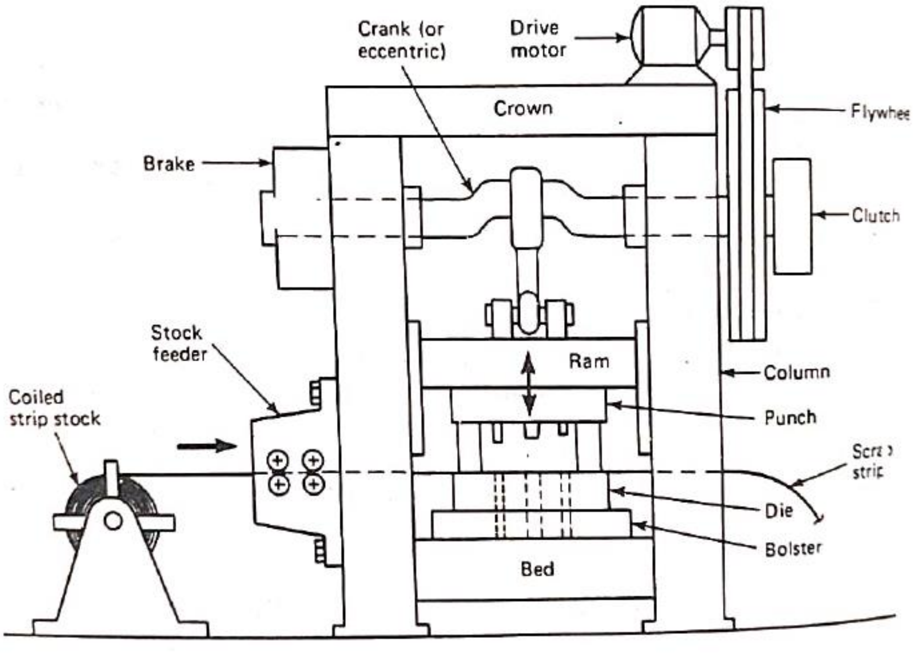


Figure .4.2 प्रेस

4.2.1. मेकॅनिकल, हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक:-

a. मेकॅनिकल प्रेस:- मेकॅनिकल प्रेस ही एक मशीन आहे जी शीट मेटल आणि मेटल एक्सट्रूजन तयार करण्यासाठी वापरली जाते. प्रेस मशीन ही परिपूर्ण आणि सामान्य मशीन टूल्स आहेत जी हायड्रॉलिक प्रेस आणि मेकॅनिकल प्रेसमध्ये विभक्त केली जाऊ शकतात. मेकॅनिकल प्रेसचा वापर केवळ धातूंच्या शीटसाठीच केला जात नाही तर प्लास्टिकच्या वस्तूंच्या निर्मितीसाठी आणि ब्रोचिंगसारख्या विविध मशीनिंग कामांसाठी देखील केला जातो.

मेकॅनिकल प्रेसचे वर्किंग प्रिंसिपल म्हणजे रोटेशनल पॉवरला इलेक्ट्रिक मोटरमधून ट्रान्सलेशनल पॉवरमध्ये बदलणे जे प्रेसिंग वर्कची मेकॅनिझम चालवते. मेकॅनिकल प्रेस मशीनचा उर्जेचा स्रोत सामान्यतः मोटर असतो.

b) हायड्रॉलिक प्रेस:- हायड्रॉलिक प्रेसमध्ये, सिलेंडरमधील पाणी किंवा तेलाचा दाब पिस्टनवर कार्य करतो जो स्लाईड वर आणि खाली हलवतो. एक पंप दाबाखाली द्रव सिलेंडरला पुरवतो. हायड्रॉलिक प्रेस जास्त क्षमतेसह बनवले जातात, कधीकधी 15000 टनांपर्यंत आणि लांब स्ट्रोकसह. अशा प्रकारे ते विशेषतः एक्सट्रूजन आणि ड्रॉइंग करण्यासाठी आणि 3 मिमीपेक्षा जास्त जाडी असलेल्या जॉब ला होल पाडण्यासाठी आणि करण्यासाठी उपयुक्त आहेत.

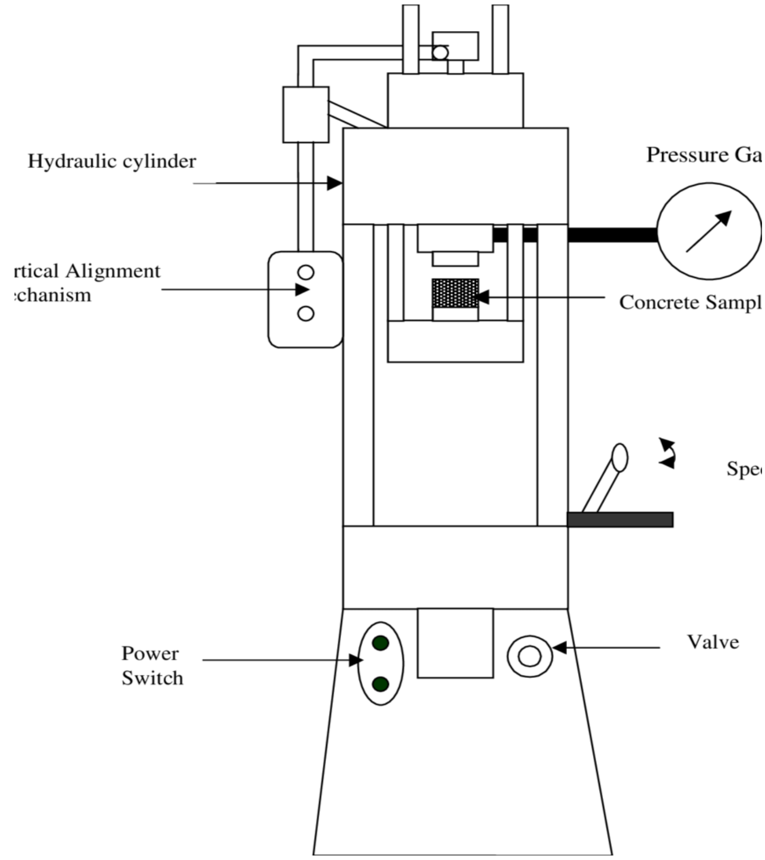


Figure 4.2.2 हायड्रॉलिक प्रेस

c. न्यूमॅटिक प्रेस:- एक न्यूमॅटिक प्रेस वर्कच्या वर्कपीसवर फोर्स लावण्यासाठी न्यूमॅटिक प्रणालीचा वापर करते. दाबलेली हवा प्रेसला शक्ती देते, पिस्टन किंवा पिस्टनची मालिका चालवते जे वर्कपीसवर फोर्स लावतात. सामान्यतः न्यूमॅटिक प्रेसचा वापर साहित्य तयार करण्यासाठी, आकार देण्यासाठी आणि जोडण्यासाठी करतात. या प्रेसना प्राधान्य दिले जाते कारण ते कामगार एकट्याने करू शकतील, त्यापेक्षा जास्त शक्ती निर्माण करतात. इंडसट्रीज न्यूमॅटिक प्रेसचा वापर विविध इंडसट्रीयाल ॲप्लिकेशन्स साठी करतात, जसे की प्रेस करणे ,आकार देणे, इत्यादी.

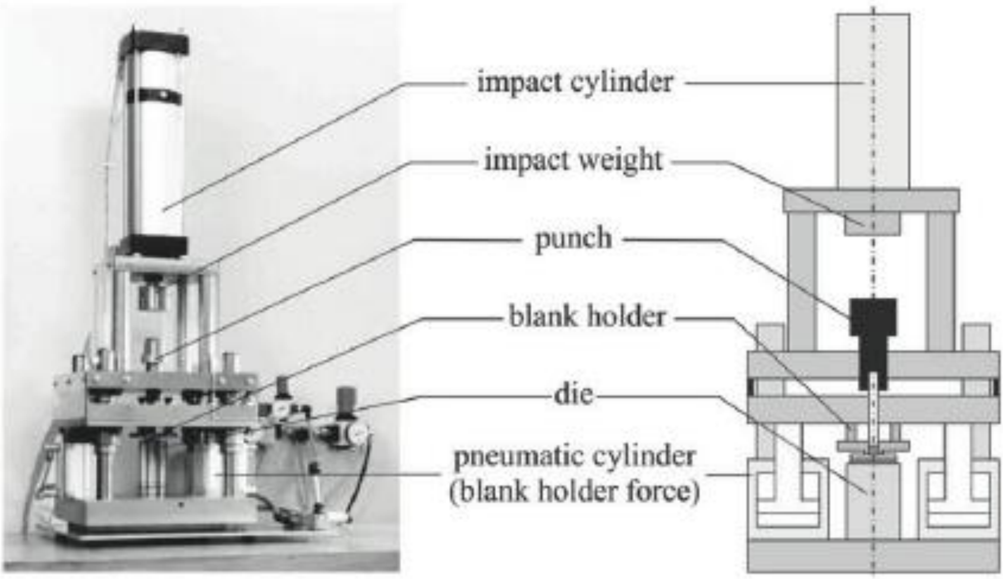


Figure 4.2.3 न्यूमॅटिक प्रेस

4.2.2. प्रेससाठी निवड निकष:

प्रेस निवडताना खालील घटकांचा विचार केला जातो:-

1. प्रेस कॅपॅसिटी (Press Capacity):- वर्क करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या पॉवरच्या आधारावर आपल्या अँप्लिकेशनसाठी आवश्यक असलेली प्रेस कॅपॅसिटी डीफाइन करणे. ते टनांमध्ये मोजले जाते. उदाहरणार्थ, 1 टन, 10 टन इ.

2. स्ट्रोकची लांबी (Stroke length):- वर्कपीसचे डायमेंशन आणि ऑपरेशनची डेप्थ यावर आधारित योग्य स्ट्रोक लांबीसह प्रेस निवडा. हे सहसा मिमी (mm) मध्ये मोजले जाते.

3. स्पीडची आवश्यकता:- तुमच्या जॉबसाठी आवश्यक प्रोडकशन रेट विचारात घ्या आणि त्या आवश्यकता पूर्ण करू शकणारे प्रेस निवडा. हे स्ट्रोक सहसा प्रति मिनिट (SPM) मध्ये मोजले जाते. उदाहरणार्थ, 100 SPM, 1200 SPM इ.

4. प्रेस च्या प्रकार नुसार: - विशिष्ट अँप्लिकेशन आणि इच्छित वैशिष्ट्यांवर आधारित योग्य प्रकारचे यांत्रिक प्रेस निवडा. उदाहरणार्थ, हायड्रोलिक, न्यूमॅटिक, यांत्रिक इ.

5. बजेट (Budget):- मेकॅनिकल प्रेस खरेदी करण्यासाठी उपलब्ध बजेट विचारात घ्या आणि पैश्याच्या बदल्यात सर्वोत्तम मूल्य देणारी मशीन निवडा.

4.3 प्रेस टूल्स आणि डाय: प्रेस टूलचे घटक

प्रेस टूल घटकांना खालील प्रकारांमध्ये विभागता येते:-

a) वर्किंग कॉम्पोनन्ट्स (Components) जे पार्टसना आकार देण्यासाठी भाग घेतात: डाय (Die), पंच (Punch) आणि त्यांचे विभाग.

b) स्ट्रक्चरल (Structural) कॉम्पोनन्ट्स, जे कार्यरत घटकांना एकमेकांशी आणि प्रेसशी जोडण्यासाठी काम करतात: वरचा शू (पंच होल्डर), खालचा शू (डाय होल्डर) आणि शँक्स (Shanks).

c) गायडींग (Guiding) कॉम्पोनन्ट्स, जे ऑपरेशनमध्ये अप्पर शू चे, डाय (Die)शू शी अचूक पोझीशन सुनिश्चित करतात: गायडींग पोस्ट आणि बुशिंग. मार्गदर्शक पोस्ट प्रेसमध्ये प्रेस टूलचा प्रयत्न करण्यास देखील सुलभ करतात.

d) स्टॅम्पिंग (Stamping) स्टेशनला स्टॉक स्ट्रिप किंवा ब्लँक्स पुरवणारे फीडिंग कॉम्पोनन्ट्स.

खालील Figure 4.3 मध्ये प्रेस टूल आणि त्याचे घटक दाखवले आहेत.

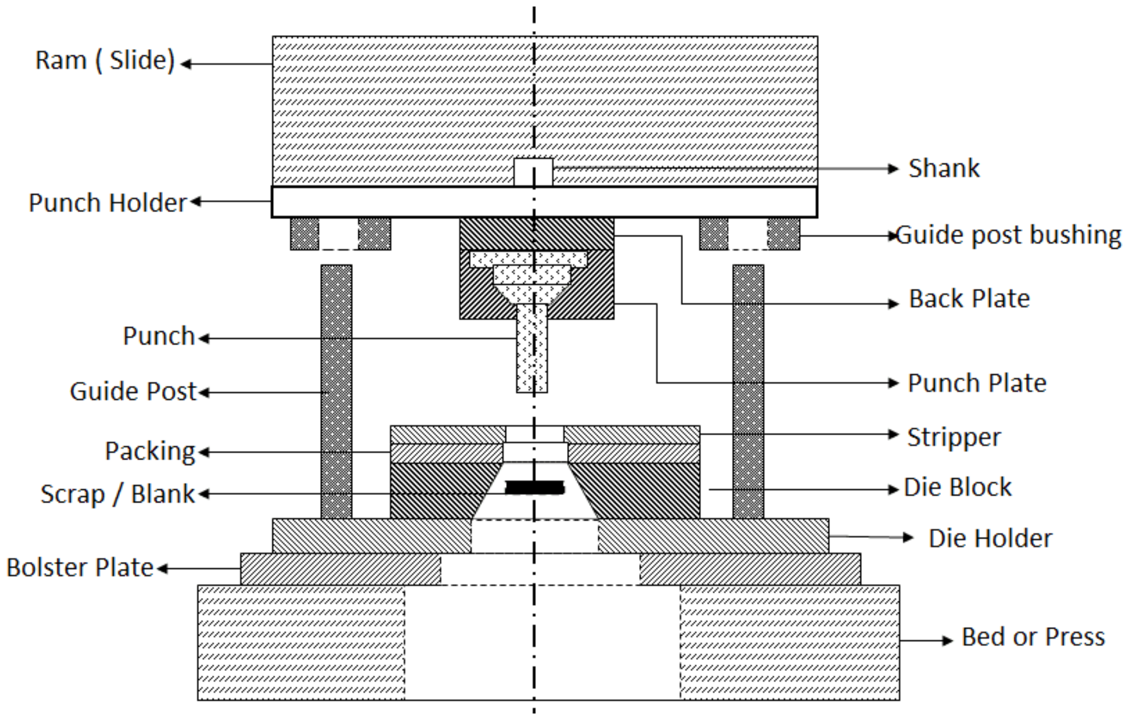


Figure 4.3 प्रेस टूल घटक

e) स्थान निश्चित करणारे आणि लॉक करणारे कॉम्पोनन्ट्स, जे डायमधील स्टॉक (Stock) किंवा रिकाम्या जागेची अचूक स्थिती प्रदान करतात आणि ऑपरेशन करताना ती जागा निश्चित करतात.

f) स्ट्रिपिंग (Stripping) कॉम्पोनन्ट्स, जे ऑपरेशन संपल्यानंतर ब्लँक्स (Blanks) आणि स्क्रॅप्स (Scraps) काढून टाकतात आणि कार्यरत घटकांमधून स्क्रॅप करतात: स्ट्रिपर्स, पुश ऑफ पिन, नॉकआउट्स.

g) फास्टनिंग घटक, जे प्रेस टूलचे सर्व भाग आणि युनिट्स जोडतात आणि एकत्र धरतात: पंच प्लेट्स, डाय-ब्लॉक आणि केसेस आणि सर्व फास्टनर्स. (Fastners)

वरील Figure 4.3 कोणत्याही सामान्य प्रेस टूलमध्ये उपस्थित असलेल्या सर्व प्रमुख घटकांचा समावेश असलेले प्रेस टूल दर्शवते. शँक, प्रेस टूलला प्रेस रॅमशी सुरक्षित करते. ते प्रेस रॅमच्या खालच्या टोकातील क्लॅम्पिंग होलमध्ये बसते.

4.4 जिग्स आणि फिक्स्चर:

जिग्स आणि फिक्स्चर हे जॉब होल्ड करणारे आणि टूलला मार्गदर्शक उपकरणे समाविष्ट करून रिपीटेटिव्ह (Repetative) काम तयार करण्याचे किफायतशीर साधन आहेत.

i. जिग (Jig):- जिग म्हणजे असे उपकरण आहे, जे जॉब पीस होल्ड आणि लोकेट करते आणि एक किंवा अधिक कटिंग टूल्सना गाईड आणि कंट्रोल करते.

ii. फिक्स्चर (Fixture):- फिक्स्चर हा असा घटक आहे जो इन्स्पेशन ऑपरेपशनसाठी वर्कपीस पकडतो किंवा मॅन्यूफॅकचरिंग ऑपरेशन दरम्यान वर्कपीस लोकेट (Locate) करतो.

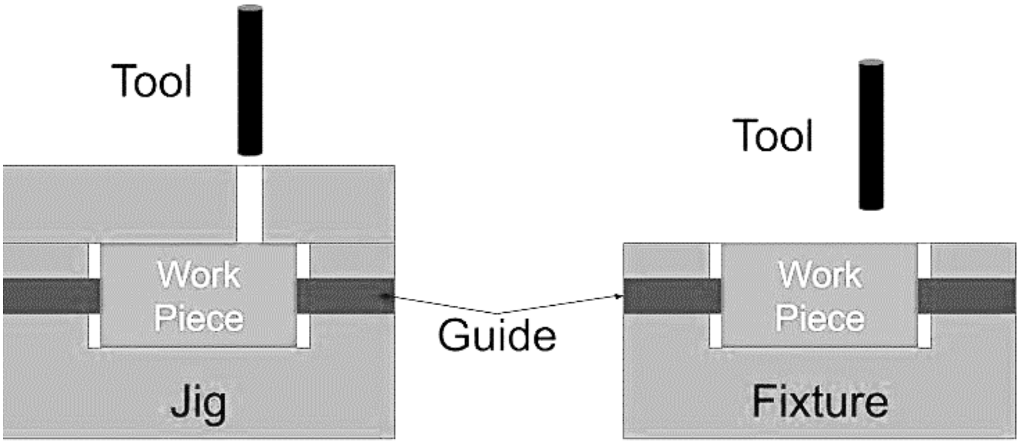


Figure 4.4.1 जिग आणि फिक्स्चर

Table 4.1 जिग आणि फिक्स्चर मधील फरक:-

अनु. क्रं.	पॅरामीटर	जिग	फिक्स्चर
1	व्याख्या	हे एक वर्क होल्डिंग डिव्हाइस आहे जे वर्क पीस, होल्ड करते, सपोर्ट करते, लोकेट करते आणि विशिष्ट ऑपरेशनसाठी कटिंग टूलचे मार्गदर्शन करते.	हे एक वर्क होल्डिंग डिव्हाइस आहे जे विशिष्ट ऑपरेशनसाठी वर्क पीस होल्ड करते, सपोर्ट करते, लोकेट करते परंतु कटिंग टूलचे मार्गदर्शन करत नाही.
2	डायमेनशन	जिग्स वजनाने हलके असतात.	फिक्स्चर हार्ड आणि अवजड आहेत.
3	गेज ब्लॉकची आवश्यकता	गेज ब्लॉक आवश्यक नाहीत.	प्रभावी हाताळणीसाठी गेज ब्लॉक(Gauge block)प्रदान केले जाऊ शकतात.
4	मशीन टेबलसह फिक्सिंग	सहसा मशीन टेबलसह निश्चित केले जात नाही.	ते मशीन टेबलवर निश्चित केले आहे.
5	खर्च	फिक्स्चरच्या तुलनेत ते महाग आहे	जिग्सच्या तुलनेत त्याची किंमत कमी आहे
6	उपयोग	जिग्सचा वापर वन डायमेन्शयनल मशीनिंगमध्ये केला जातो जसे की ड्रिलिंग, रीमिंग, टॅपिंग इ.	फिक्स्चर मल्टि डायमेन्शयनल मशीनिंगमध्ये वापरले जातात म्हणजे मिलिंग, टर्निंग, ग्राइंडिंग इ.
7	डिझाइनिंग	जिग डिझायनिंग क्लिष्ट आहे.	जिगच्या तुलनेत फिक्स्चर डिझायनिंग सोपे आहे

4.4.2. प्रकार:

A) जिग्सचे प्रकार:-

जिग्सचे काही प्रकार खालीलप्रमाणे आहेत:-

1. टेम्पलेट (Template) जिग
2. प्लेट जिग
3. टेबल जिग
4. सँडविच (Sandwich) जिग
5. अँगल प्लेट जिग
6. बॉक्स जिग
7. चॅनेल जिग
8. लीफ (Leaf) जिग
9. इंडेक्सिंग (Indexing) जिग

1. टेम्पलेट जिग: - अचूकता देण्यासाठी टेम्पलेट जिग्स वापरले जातात. हे जिग्स कमी खर्चाचे आणि वापरण्यास सर्वात सोप्या प्रकारचे जिग आहेत.

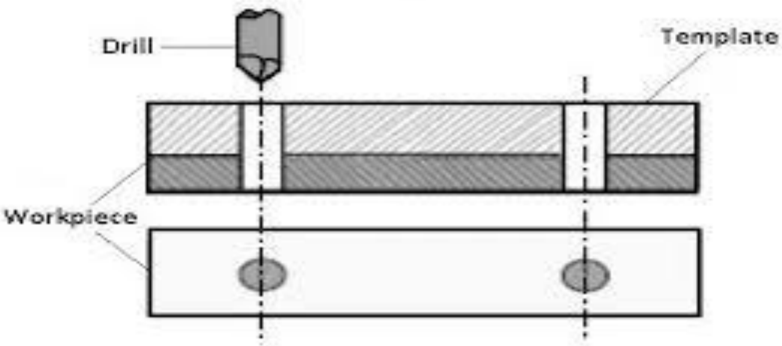


Figure 4.4.2 टेम्पलेट जिग्स

3. प्लेट जिग:-

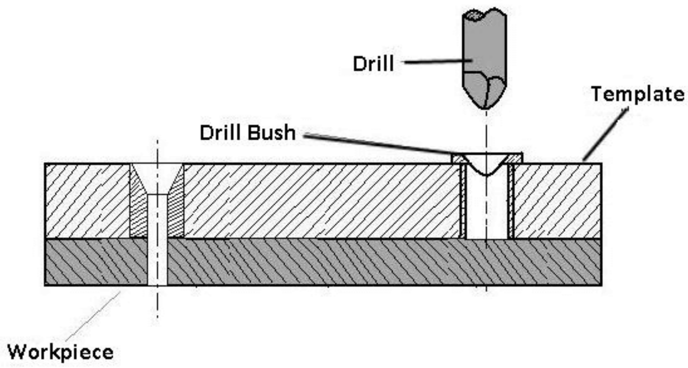


Figure 4.4.3 प्लेट जिग

प्लेट जिग्स हे टेम्पलेट जिग्ससारखेच असतात, फक्त फरक एवढाच असतो की ते जॉब धरून ठेवण्यासाठी क्लॅम्प्स (clamps) मध्ये बांधलेले असतात.

3. टेबल जिग्स: - मोठ्या जॉबसाठी टेबलावरून जिग वर करण्यासाठी कधीकधी प्लेट जिग्सना पाय बसवतात या शैलीला टेबल जिग म्हणतात.

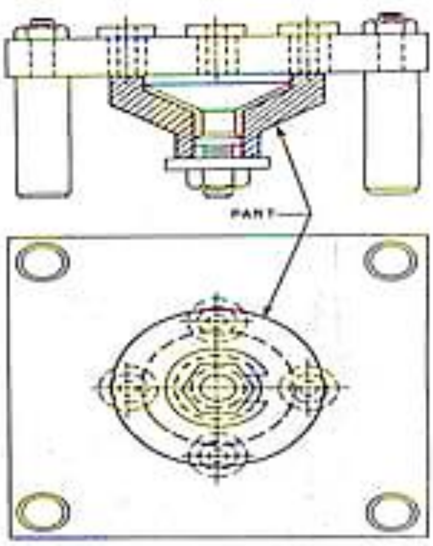


Figure 4.4.4 टेबल जिग

4. सँडविच जिग:- सँडविच जिग हा प्लेट जिगचा एक प्रकार आहे; ज्यामध्ये मागील बाजूला प्लेट असते. या प्रकारचा जिग पातळ किंवा मऊ भागांसाठी आदर्श आहे जे वेगळ्या प्रकारच्या जिग मध्ये रॅप किंवा बेंड शकतात.

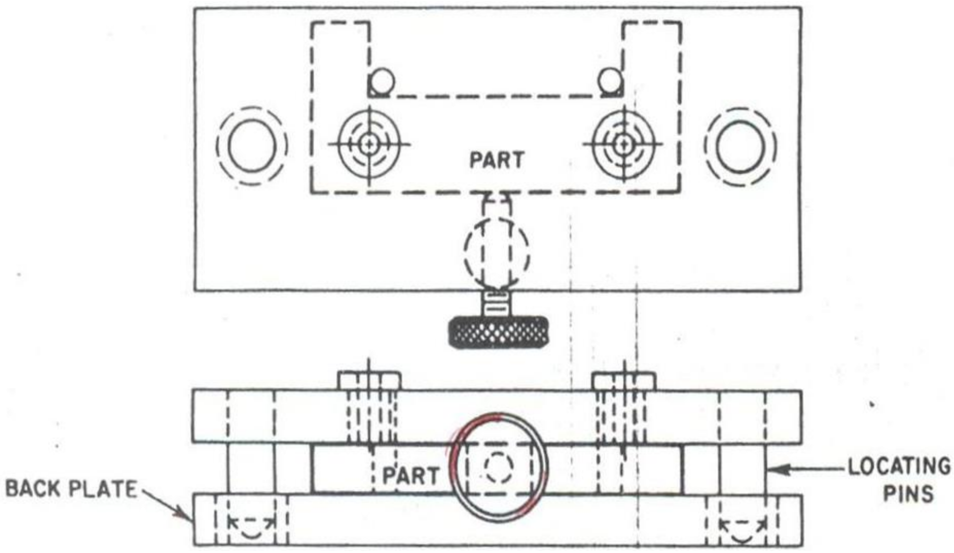


Figure 4.4.5 सँडविच जिग

5. अँगल प्लेट जिग:- अँगल प्लेट जिग्सचा वापर त्यांच्या माउंटिंग लोकेटरवर काटकोनात मशीन केलेले भाग ठेवण्यासाठी केला जातो. अँगल प्लेट जिगमधील प्रकाराला मॉडिफाइड अँगल प्लेट जिग म्हणतात, जो 90^0 व्यतिरिक्त इतर कोनांवर मशीनिंग करण्यासाठी वापरला जातो.

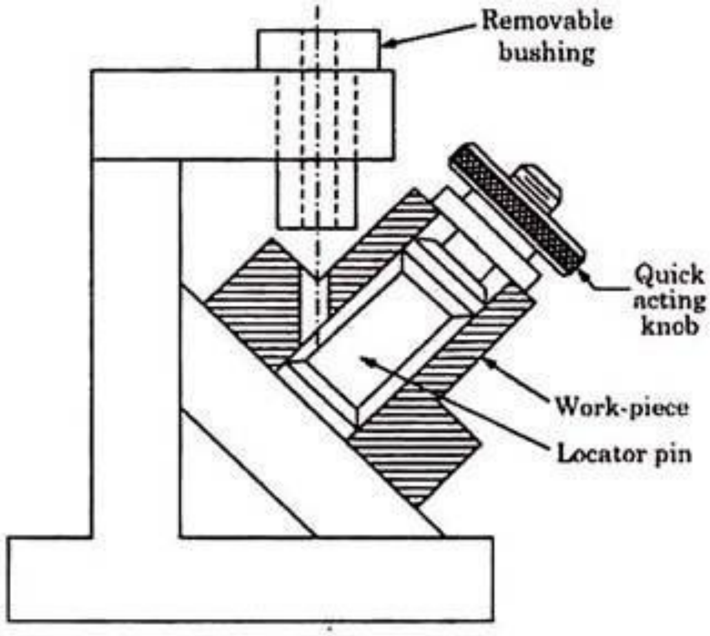


Figure 4.4.6 अँगल प्लेट जिग

6. बॉक्स जिग्स:- बॉक्स जिग्स किंवा टम्बल (Tumble) जिग्स, सहसा त्या भागाला पूर्णपणे वेढलेले असतात. या जिगमुळे काम जिगमध्ये पुन्हा बसवण्याची गरज न पडता प्रत्येक जॉबच्या पृष्ठभागावर पूर्णपणे मशिन करता येतो.

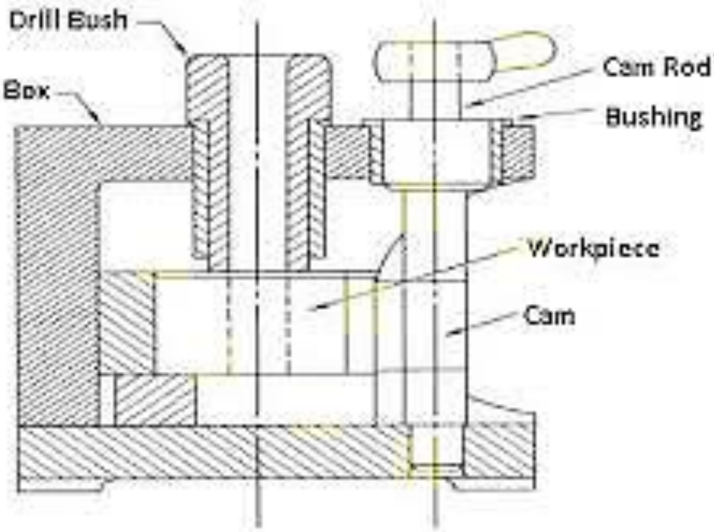


Figure 4.4.7 बॉक्स जिग

7. चॅनेल जिग्स:- चॅनेल जिग्स हे बॉक्स जिगचे सर्वात सोपे रूप आहे. जॉब हा दोन बाजूंमध्ये धरला जातो आणि तिसऱ्या बाजूने मशीन केले जाते.

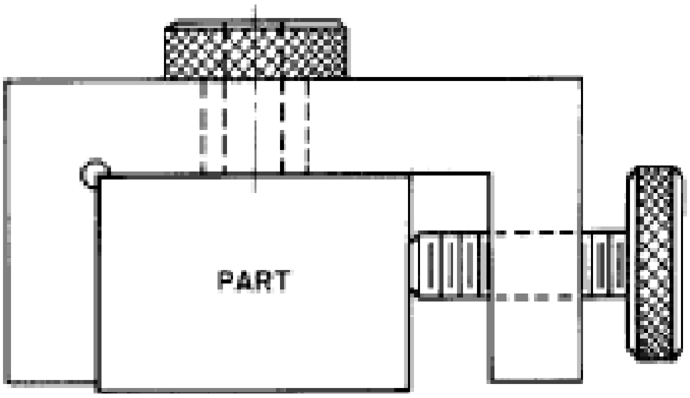


Figure 4.4.8 चॅनेल जिग

8. लीफ जिग्स:- लीफ जिग्स हे लहान बॉक्स जिग्स असतात ज्यात हिंग्ड (Hinged) लीफ असते जेणेकरून लोडिंग आणि अनलोडिंग सोपे होते. लीफ जिग्स सामान्यतः बॉक्स जिग्सपेक्षा लहान असतात आणि सहज हालचाल करण्यासाठी हँडलने सुसज्ज असतात.

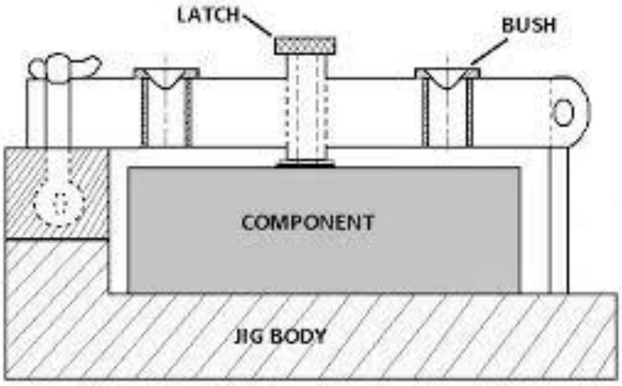


Figure 4.4.9 लीफ जिग

9. इंडेक्सिंग जिग्स:- इंडेक्सिंग जिग्सचा वापर एखाद्या भागाभोवती छिद्रे किंवा इतर मशीन केलेल्या क्षेत्रामध्ये अचूकपणे अंतर ठेवण्यासाठी केला जातो. हे करण्यासाठी, जिग स्वतः भाग किंवा रेफेरेन्स प्लेट आणि प्लंजर (Plunger) वापरतो. मोठ्या इंडेक्सिंग जिग्सना रोटरी (Rotary) जिग्स म्हणतात.

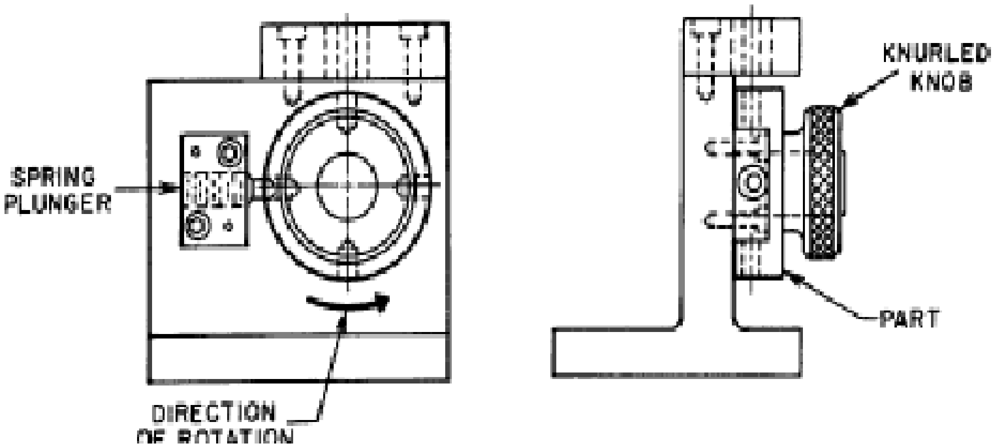


Figure 4.4.10 इंडेक्सिंग जिग

B) फिक्स्चरचे प्रकार:-

फिक्स्चरचे प्रकार खालीलप्रमाणे आहेत:-

1. टर्निंग (Turning) फिक्स्चर
2. मिलिंग (Milling) फिक्स्चर
3. ब्रोचिंग (Broaching) फिक्स्चर
4. ग्राइंडिंग (Grinding) फिक्स्चर
5. बोरिंग (Boring) फिक्स्चर
6. इंडेक्सिंग (Indexing) फिक्स्चर
7. टॅपिंग (Tapping) फिक्स्चर
8. डुप्लेक्स (Duplex) फिक्स्चर
9. वेल्डिंग (Welding) फिक्स्चर
10. असेंब्ली (Assembly) फिक्स्चर

1. टर्निंग फिक्स्चर:- लेथवर, सेंटर्स आणि मँडरेल्स किंवा फेसप्लेट्सवर, चक आणि कोलेट्स सारख्या स्टॅंडर्ड जॉब होल्डिंग उपकरणांमध्ये, नियमित वर्कपीस धरणे खूप सोपे आहे. हे फिक्स्चर सामान्यतः मशीन स्पिंडलच्या नोजवर बसवले जातात. साधे, विषम आकाराचे जॉब, चकवर बसवता येतात; परंतु कॉम्प्लिकेटेड (complicated) आकाराचे वर्कपीस टर्निंग फिक्स्चरच्या मदतीने स्थितीत ठेवावे लागतात.

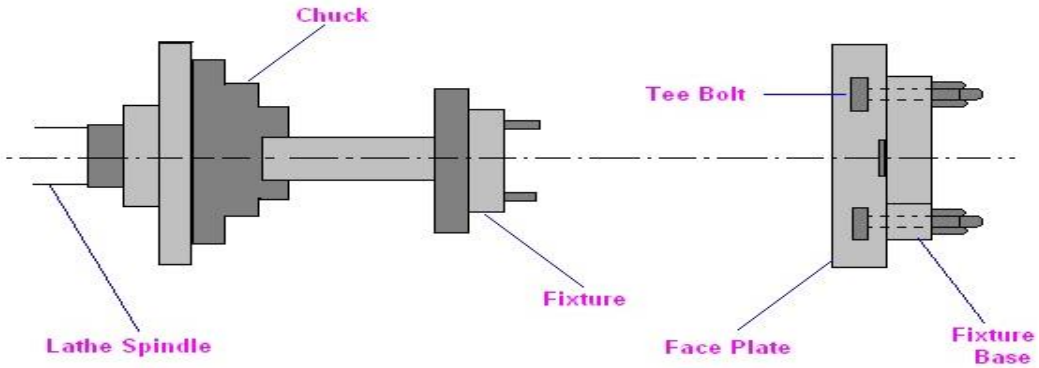


Figure 4.4.11 टर्निंग फिक्स्चर

2. मिलिंग फिक्स्चर:-हे फिक्स्चर मिलिंग मशीनसह वापरले जातात आणि मशीनच्या टेबलावर योग्यरित्या बोल्ट केलेले असतात. टेबल हलवले जाते आणि कटरच्या रीलेटिव्ह योग्य स्थितीत सेट केले जाते. जॉबचे पीसेस फिक्स्चरच्या लेगवर ठेवलेले असतात आणि ऑपरेशन सुरू करण्यापूर्वी क्लॅम्प केलेले असतात.

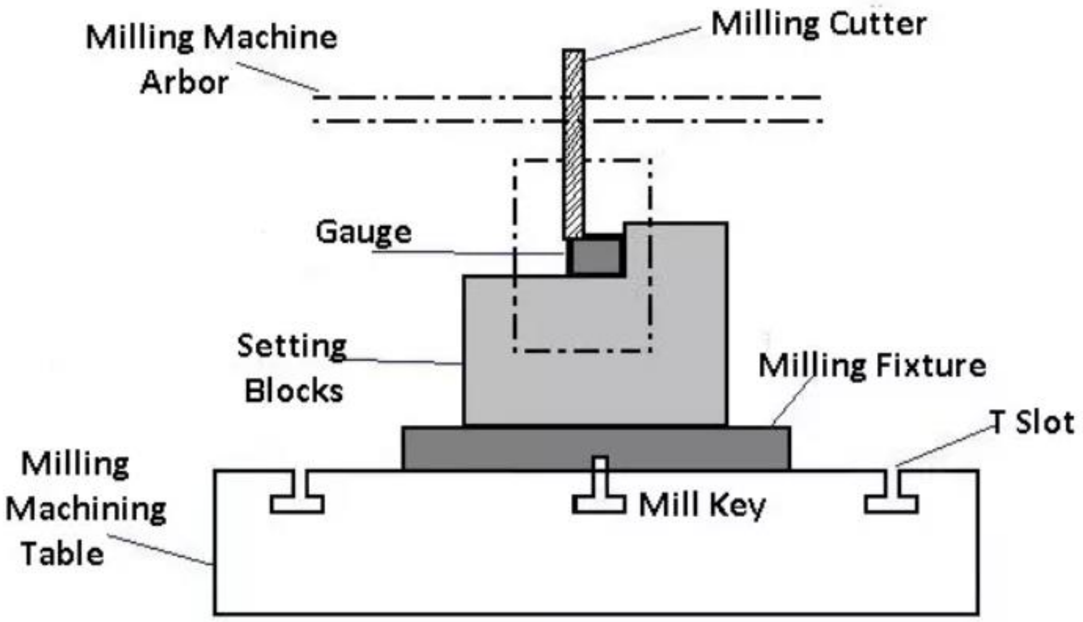


Figure 4.4.12 मिलिंग फिक्स्चर

3. ब्रोचिंग फिक्स्चर:- हे फिक्स्चर वेगवेगळ्या प्रकारच्या ब्रोचिंग मशीनवर ऑपरेशन्स दरम्यान जॉबचे पीसेस शोधण्यासाठी, होल्ड करण्यासाठी आणि सपोर्ट देण्यासाठी वापरले जातात, जसे की की वे (Key way) ब्रोचिंग, होल ब्रोचिंग इ.

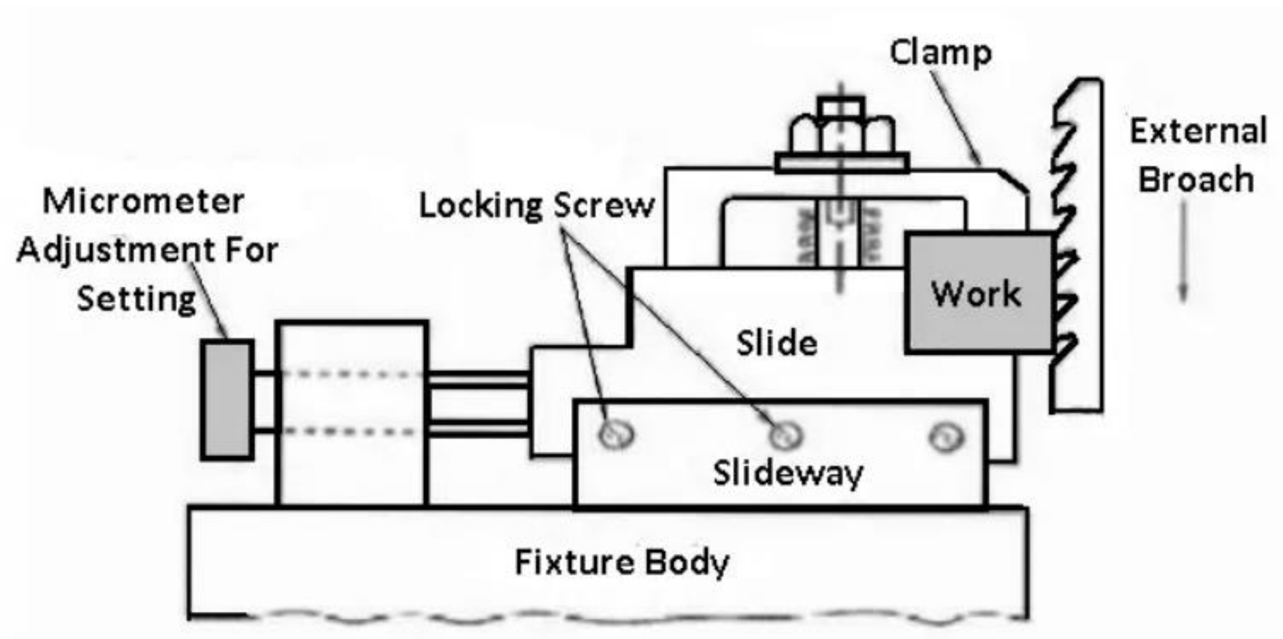


Figure 4.4.13 ब्रोचिंग फिक्स्चर

4. ग्राइंडिंग फिक्स्चर:- या फिक्स्चरचा वापर ग्राइंडिंग मशीनसह, स्टॅंडर्ड जॉब धरून ठेवणारी उपकरणे म्हणून केला जाऊ शकतो, जसे की चक, मॅन्डरेल्स, विविध आकारचे जॉ असलेले चक, चुंबकीय चक इ. उदाहरणार्थ, टेबलावर रोटरी फिक्स्चर असलेले उभ्या पृष्ठभागावरील ग्राइंडर.

5. बोरिंग फिक्स्चर:- बोरिंग ऑपरेशन दोन प्रकारे करता येते, एकतर बोरिंग बार स्थिर ठेवून आणि वर्कपीस बारवर घालून किंवा वर्कपीस स्थिर ठेवून आणि फिरत्या बोरिंग बारला जॉब मध्ये घालून. त्यानुसार बोरिंग फिक्स्चर देखील दोन वेगवेगळ्या डिझाइनमध्ये बनवले जातात. एक ज्यामध्ये ड्रिलिंग जिगची तत्त्वे समाविष्ट आहेत आणि दुसरा ज्यामध्ये बोरिंग टूल पायलट बुशद्वारे निर्देशित केले जाते.

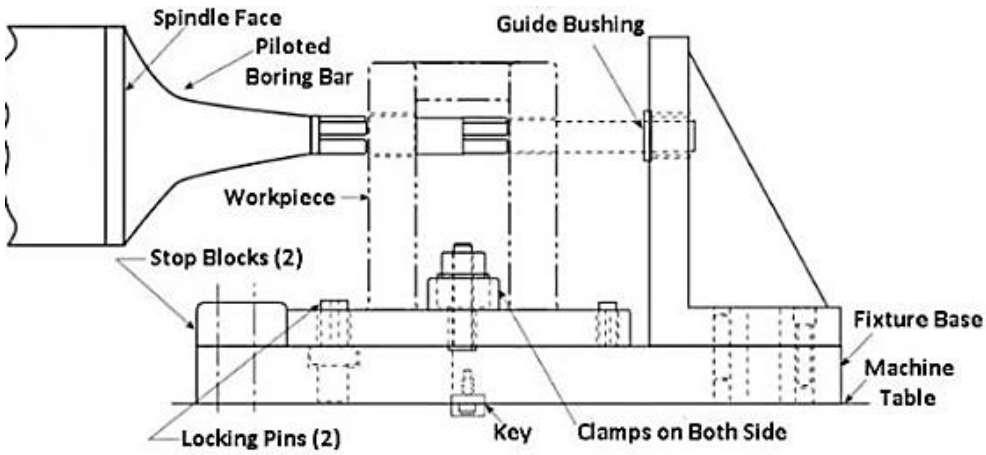


Figure 4.4.14 बोरिंग फिक्स्चर

6. इंडेक्सिंग फिक्स्चर:-अनेक जॉबना वेगवेगळ्या पृष्ठभागावर मशीनिंगची आवश्यकता असते जेणेकरून त्यांचे मशीन केलेले पृष्ठभाग किंवा आकार समान रीतीने ठेवले जातील. अशा घटकांना मशीनिंग करायच्या पृष्ठभागांच्या संख्येइतकेच इंडेक्सिंग करणे आवश्यक असते. म्हणून हे स्पष्ट आहे की काम करणाऱ्या फिक्स्चरमध्ये योग्य इंडेक्सिंग यंत्रणा असेल. असे उपकरण वाहून नेणाऱ्या फिक्स्चरला इंडेक्सिंग फिक्स्चर म्हणतात.

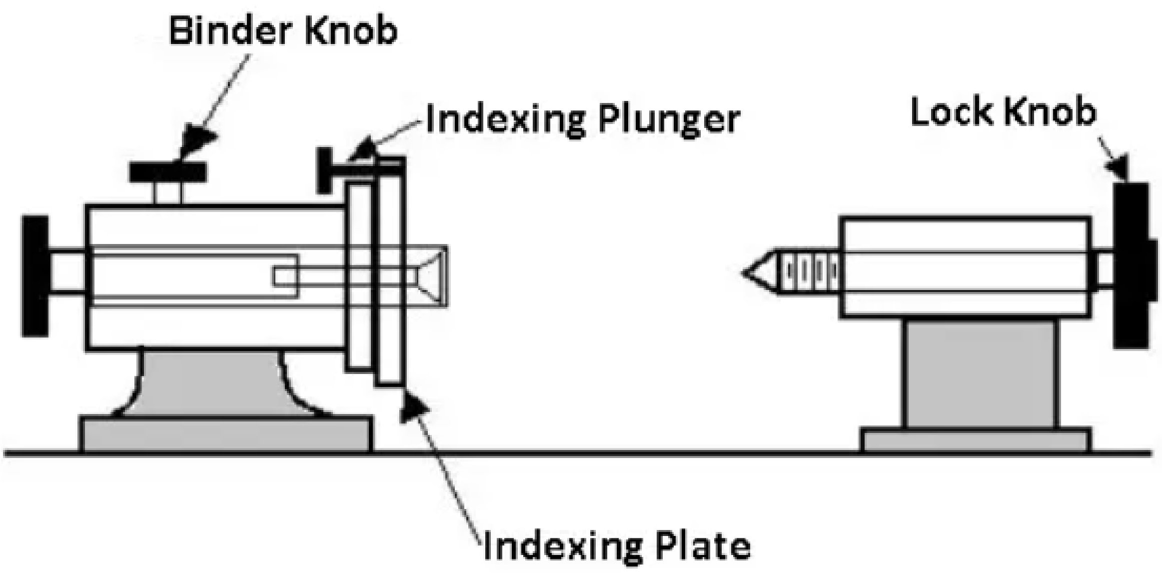


Figure 4.4.15 इंडेक्सिंग फिक्स्चर

7. टॅपिंग फिक्स्चर:-टॅपिंग फिक्स्चर,ड्रिल केलेल्या छिद्रांमध्ये इंटर्नल थ्रेडस करण्यासाठी, जॉबचे तुकडे ठेवण्यासाठी आणि घट्टपणे सुरक्षित करण्यासाठी डिझाइन केलेले आहे. ऑड शेप (Odd shape) चे आणि असंतुलित घटकांना नेहमीच अशा फिक्स्चरचा वापर करावा लागेल, विशेषतः जेव्हा अशा घटकांवर मोठ्या प्रमाणात टॅपिंग ऑपरेशन वारंवार करायचे असेल.

8. डुप्लेक्स फिक्स्चर:-या प्रकारच्या फिक्स्चरमध्ये एकाच वेळी दोन समान घटक असतात आणि दोन वेगवेगळ्या स्टेशनवर एकाच वेळी मशीनिंग सुलभ होते. दोन्ही ऑपरेशन्स आवश्यकतेनुसार समान किंवा भिन्न असू शकतात. दोन्ही स्टेशनवर मशीनिंग केल्यानंतर, फिक्स्चरला 180^0 द्वारे अनुक्रमित केले जाते जेणेकरून पहिला जॉब दुसऱ्या ऑपरेशनसाठी दुसऱ्या स्टेशनवर हलवला जातो आणि जॉब पहिल्या स्टेशनवर सुसज्ज केला जातो.

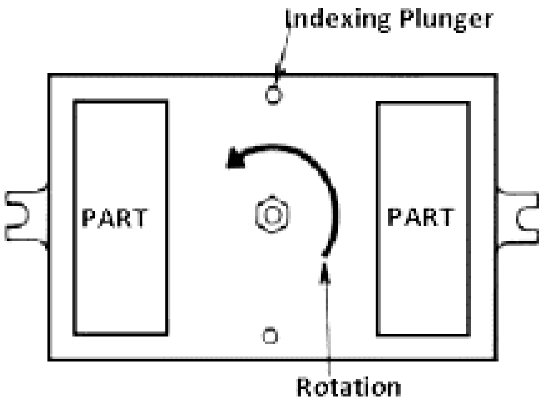


Figure 4.4.16 डुप्लेक्स फिक्स्चर

9. वेल्डिंग फिक्स्चर:-

वेल्डिंग फिक्स्चर हे काळजीपूर्वक डिझाइन केलेले आहेत जेणेकरून वेल्डिंगसाठी विविध जॉब योग्य ठिकाणी धरले जातील आणि त्यांना आधार मिळेल आणि वेल्डेड स्ट्रक्चर्समध्ये डिस्ट्रॉरशन (Distortion) टाळता येतील. यासाठी क्लॅम्पिंग हलके पण घट्ट असले पाहिजे आणि क्लॅम्पिंग एलिमेंटची जागा वेल्डिंग क्षेत्रापासून दूर असावी.

10. असेंब्ली फिक्स्चर:-

असेंब्ली फिक्स्चरचा वापर वेगवेगळ्या घटकांना एकत्र करताना त्यांच्या योग्य सापेक्ष स्थितीत एकत्र ठेवण्यासाठी केला जातो. उदाहरणार्थ, दोन किंवा अधिक स्टील प्लेट्स सापेक्ष स्थितीत एकत्र धरून रिव्हेट (Rivet) केल्या जाऊ शकतात.

C) जिग्स आणि फिक्स्चरची तत्त्वे:-

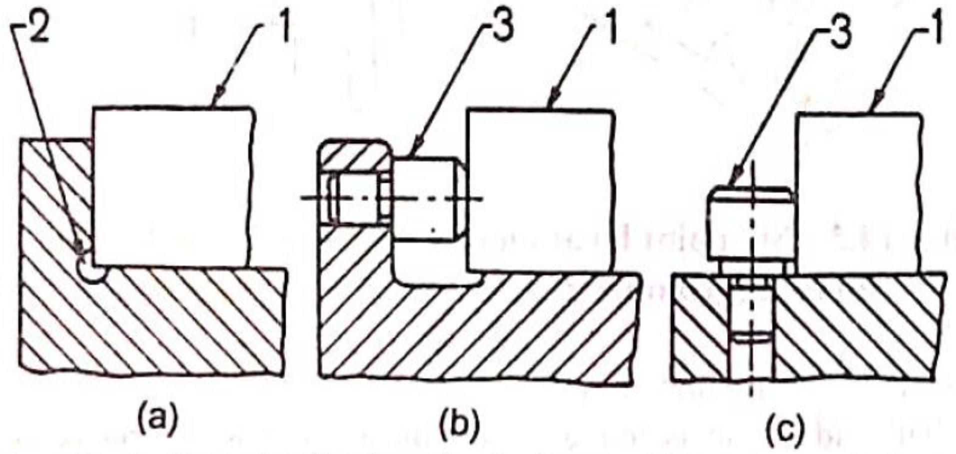
जिग्स आणि फिक्स्चरची रचना अनेक तत्त्वांवर आधारित आहे, ज्यामध्ये वर्कपीसची स्थिती, क्लॅम्पिंग फोर्स, मार्गदर्शक घटक आणि पुनरावृत्तीक्षमता यांचा समावेश आहे. मशीनिंग किंवा असेंब्ली प्रक्रिया योग्यरित्या पार पडली आहे याची खात्री करण्यासाठी वर्कपीसची स्थिती अचूकपणे स्थित असणे आवश्यक आहे. मशीनिंग किंवा असेंब्ली प्रक्रियेदरम्यान वर्कपीस सुरक्षितपणे जागी ठेवण्यासाठी क्लॅम्पिंग फोर्स पुरेसा असणे आवश्यक आहे. कटिंग टूल किंवा असेंब्ली घटकांना मार्गदर्शन करण्यासाठी बुशिंग्ज किंवा पिनसारखे मार्गदर्शक घटक वापरले जातात. उत्पादन प्रक्रियेत सातत्यपूर्ण गुणवत्ता आणि अचूकता सुनिश्चित करण्यासाठी पुनरावृत्तीक्षमता महत्त्वपूर्ण आहे.

D) लोकेशन मेथड्स (Methods of location):-

जॉबची लोकेशन शोधण्याच्या वेगवेगळ्या पद्धती आहेत. जॉबचा प्रकार, ऑपरेशनचा प्रकार, आवश्यक अचूकतेची डिग्री, उत्पादित करायच्या वस्तूंची संख्या आणि इतर अनेक घटकांचा अभ्यास केल्यानंतर विशिष्ट कामासाठी आवश्यक असलेली लोकेशन व्यवस्था निवडली जाते. वेगवेगळ्या लोकेशन मेथड्स खालीलप्रमाणे आहेत:-

1. फ्लॅट (Flat) लोकेटर (Locator)
2. सिलिंड्रिकल (Cylindrical) लोकेटर
3. कोनिकल (Conical) लोकेटर
4. जॅक पिन (Jack Pin) लोकेटर
5. ड्रिल पिन (Drill Pin) लोकेटर
6. स्टेशनरी व्ही-(Staitionary V) लोकेटर
7. स्लाइडिंग व्ही-(Sliding V) लोकेटर
8. आऊटसाईड पिन (Outside Pin) लोकेटर
9. डायमंड पिन (Diamond Pin) लोकेटर

1. फ्लॅट लोकेटर:-खालील Figure 4.4.17 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे फ्लॅट लोकेटर जॉबच्या सपाट, मशीन केलेल्या फेसचे स्थान निश्चित करण्यासाठी वापरले जातात. Figure 4.4.17(a) मध्ये जॉब थेट जिग बॉडीच्या मशीन केलेल्या फेसवर बोअरिंग करत आहे. स्वार्फ (Swarf) क्लिअरन्ससाठी तळाशी एक अंडरकट (Undercut) दिलेला आहे. जिग बॉडीवर भरलेले फ्लॅट हेडेड बटण (Button) प्रकारचे लोकेटर Figure 4.4.17 (b) आणि (c) मध्ये दाखवले आहेत. बटण प्रकारचे लोकेटर साध्या फ्लॅट लोकेटरपेक्षा ऍकशन मध्ये सुपेरीअर आहेत. Figure 4.4.17 (b) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे बटणाची स्थिती 4.4.17(c) पेक्षा चांगली आहे कारण स्वार्फ क्लिअरन्सची तरतूद असल्याने एंड लोड घेण्याची क्षमता आहे. एंड प्रेशरमुळे 4.4.17(c) मधील बटण वाकलेले असू शकते.

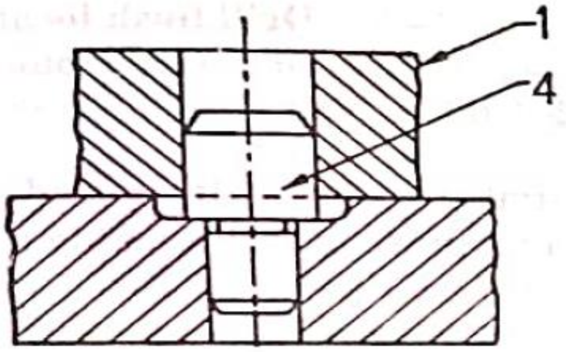


(a). Location by jig body, (b). Location by button , (c). Location by button,
1. Work, 2. Undercut, 3. Button.

Figure 4.4.17 फ्लॅट लोकेटर

3. सिलिंड्रिकल लोकेटर:-

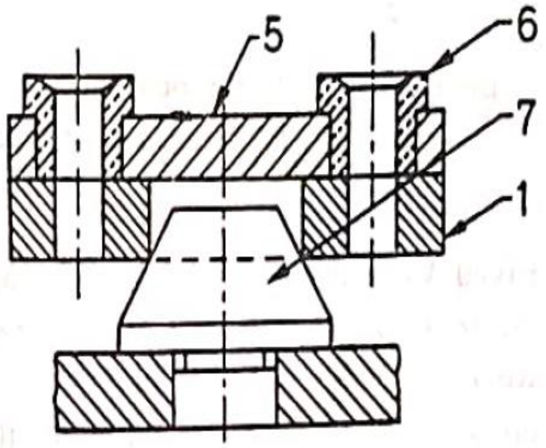
Figure 4.4.18 मध्ये दाखवलेले सिलिंड्रिकल लोकेटर ड्रिल केलेल्या छिद्रांसह घटक शोधण्यासाठी वापरले जाते. जिग बॉडीवर बसवलेला दंडगोलाकार लोकेटर घटकाच्या ड्रिल केलेल्या छिद्रात घातला जातो जेणेकरून तो स्थितीत येईल. लोकेटरभोवती जिग बॉडीचा चेहरा स्वॉर्फ क्लिअरन्ससाठी जागा देण्यासाठी अंडरकट केला जातो. जेव्हा घटकावरील दोन छिद्रे ते शोधण्यासाठी काम करतात, तेव्हा घटकातील दोन ड्रिल केलेल्या छिद्रांमधील मध्यभागी असलेल्या अंतरात कोणतीही थोडीशी अयोग्यता भरून काढण्यासाठी बटणाच्या डोक्यापैकी एक सपाट केला जातो.



1. Work, 4. Cylindrical locator.

Figure 4.4.18 सिलिंड्रिकल लोकेटर

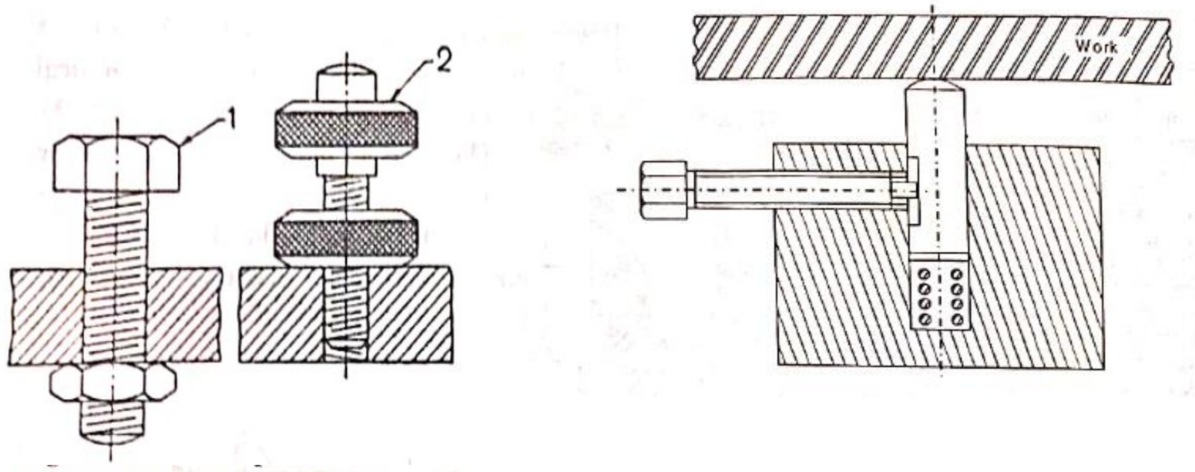
4. कोनिकल लोकेटर:-कोनिकल लोकेटर Figure 4.4.19 मध्ये दाखवले आहे. छिद्रे असलेल्या जॉबच्या तुकड्यांचे स्थान निश्चित करण्यासाठी शंकूच्या आकाराचे लोकेटर वापरले जाते. स्थानाच्या अचूकतेवर परिणाम न करता घटकाच्या छिद्राच्या व्यासात थोडासा फरक सामावून घेण्याची क्षमता असल्यामुळे शंकूच्या आकाराचे लोकेटर पिन लोकेटरपेक्षा श्रेष्ठ आहे.



1. Work, 5. Template, 6. Drill bush, 7. Conical locator.

Figure 4.4.19 कोनिकल लोकेटर

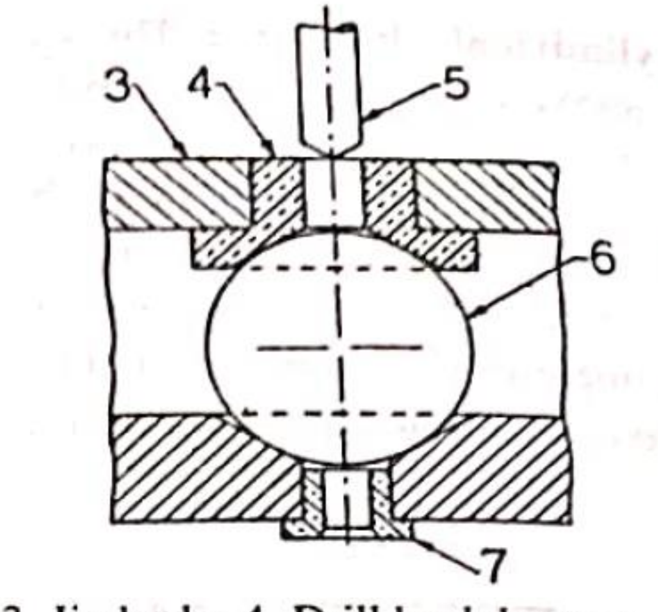
4. जॅक पिन लोकेटर:-जॅक पिन लोकेटर खालील Figure मध्ये दाखवले आहे. 4.4.20. जेव्हा आपण जॉब लॉकेट करत असतो त्यावेळीहे रफ वर्कपीसला तळापासून आधार देण्यासाठी वापरले जाते. पिनची उंची अनेक जॉबच्या, जे रफ आणि मशीनिंगशिवाय आहेत, त्यांच्या पृष्ठभागाच्या टेक्स्टचर (Texture) मधील फरक करण्यासाठी वापरली जाऊ शकते.



1. Bolt head type, 2. Knurled knob type

Figure 4.4.20 जॅक पिन लोकेटर

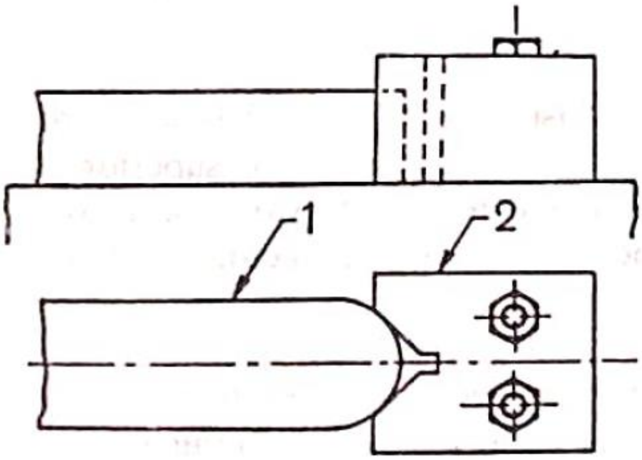
5. ड्रिल बुश लोकेटर:-Figure 4.421 मध्ये दाखवलेला ड्रिल बुश लोकेटर दंडगोलाकार जॉबचा तुकडा शोधण्यासाठी वापरला जातो. बुशमध्ये शंकूच्या आकाराचे होल असते आणि कधीकधी जॉबच्या उंचीच्या जिग बॉडी ऍडजस्टमेन्ट वर स्क्रू केलेल्या असताता. ड्रिल बुश टूलला गाईड करण्याचे काम देखील करते.



3. Jig body, 4. Drill bush locator,
5. Drill, 6. Work, 7. Drill bush.

Figure 4.4.21 ड्रिल बुश लोकेटर

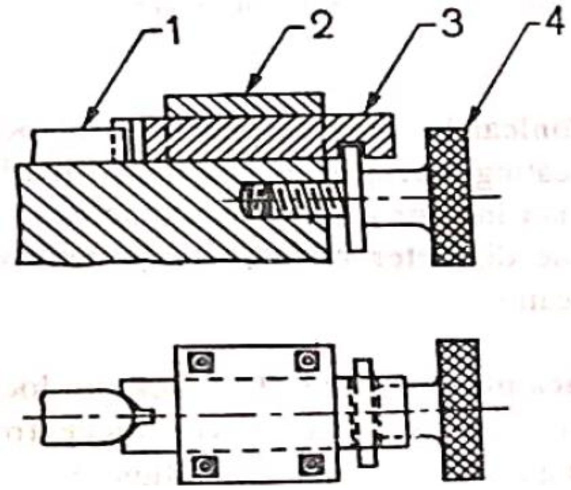
6. स्टेशनरी व्ही-लोकेटर:-Figure 4.4.22 मध्ये स्टेशनरी व्ही-लोकेटर दाखवला आहे, जो वर्तुळाकार किंवा अर्धवर्तुळाकार प्रोफाइल असलेल्या वर्कपीसचे स्थान निश्चित करण्यासाठी वापरला जातो. काम सेट केल्यानंतर, व्ही-ब्लॉकला स्क्रूने जिग बॉडीवर क्लॅम्प केले जाते आणि डोव्हल्सने ठेवले जाते. क्लॅम्पिंगसाठी व्ही-ग्रूव्ह किंचित टॅपर्ड (Tapperd) केले जाते. व्ही-ब्लॉकचा स्टॅंडर्ड इन्कलुडेड (Standard Included) कोन 90^0 आहे.



1. Work, 2. Fixed V-block.

Figure 4.4.22 स्टेशनरी व्ही-लोकेटर

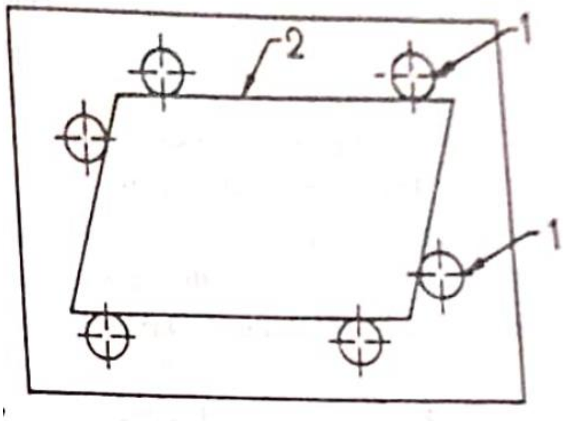
7. स्लाइडिंग व्ही-लोकेटर:-स्लाइडिंग व्ही-लोकेटर Figure 4.4.23 मध्ये दाखवले आहे. वर्तुळाकार किंवा अर्धवर्तुळाकार प्रोफाइल असलेल्या जॉबच्या पीसेसचे स्थान निश्चित करण्यासाठी स्लाइडिंग व्ही-लोकेटर वापरला जातो. थ्रेडेड स्पिंडलच्या नर्ल्ड नॉब 4 ला फिरवून, त्याच्या बॉडी 2 मध्ये स्लाइडिंग व्ही-ब्लॉक 3 ची स्थिती ऍड्जस्ट करून, जॉब जलदपणे शोधले जाते. थ्रेडेड स्पिंडलसह एक वर्तुळाकार फ्लॅंज व्ही-ब्लॉक 3 च्या खालच्या बाजूला असलेल्या स्लॉटशी संपर्क साधतो आणि या फ्लॅंजद्वारे स्क्रूची हालचाल व्ही-ब्लॉकला कळवली जाते.



1. Work, 2. Jig body, 3. Sliding V-block, 4. Knurled knob.

Figure 4.4.23 स्लाइडिंग व्ही-लोकेटर

8. आऊटसाईड पिन लोकेटर:-आऊटसाईड पिन लोकेटर Figure 4.4.24 मध्ये दाखवले आहे. मध्ये विषम, अनियमित प्रोफाइल आहेत अशा जॉब ला फाईन्ड करण्यासाठी वापरला जातो. जॉबच्या बाहेरील प्रोफाइलशी संबंधित कॉन्टर (Contour) पिन किंवा बटणे, जिग बॉडीवर व्यवस्थित ठेवली जातात.



1. Pin, 2. Work.

Figure 4.4.24 आऊटसाईड पिन लोकेटर

9. डायमंड पिन लोकेटर:-कनेक्टिंग रॉड किंवा लीव्हर सारखे जॉबचे तुकडे, ज्यांच्या दोन टोकांना पूर्वी मशीन केलेले आणि तयार केलेले होल आहेत; ते जिग किंवा फिक्स्चरच्या पायाच्या पृष्ठभागावरून दोन पिनच्या मदतीने स्थित असू शकतात. जे वर्क पीसमध्ये दोन छिद्रांमध्ये बसतील. पूर्ण दंडगोलाकार पिनसह मुख्य दंडगोलाकार स्थानासाठी दोन छिद्रांमधील महत्त्वाचे आणि अचूक होल वापरले पाहिजे. डायमंड पिन Figure 4.4.25 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे मुख्य स्थानाभोवती वर्क पीसचे पिव्होटिंग (Pivoting) मर्यादित करण्यासाठी वापरली जाते.

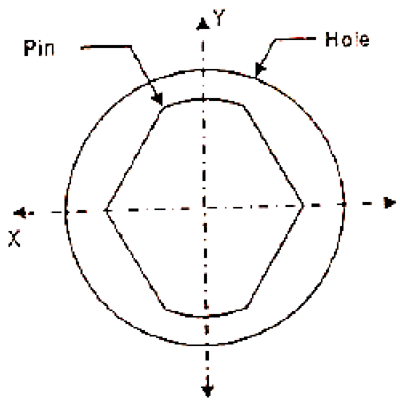


Figure 4.4.25 डायमंड पिन लोकेटर

Exercise

TLO 4.1: Name different sheet metals used in press industry.

1. List four different sheet metals used in industry. (R)

TLO 4.2: Classify press.

1. Classify Press machine on the basis of source of power. (A)
2. Explain Mechanical press with neat sketch. (U)
3. Explain Hydraulic press with neat sketch. (U)
4. Explain Pneumatic press with neat sketch. (U)
5. Choose type of press (mechanical, Hydraulic and Pneumatic) for following components. (A)

a) Foot switch b) Light barriers c) Chassis d) Automobile frames e) Roof panels f) Washer g) Rivets

TLO 4.3: Name different components of press

1. List components of press. (R)
2. Label press components with neat sketch. (R)

TLO 4.4: Explain working of press with neat sketch.

1. Explain working of mechanical press with neat sketch. (U)
2. Explain working of Hydraulic press with neat sketch. (U)

TLO 4.5: Compare between jigs and fixtures.

1. Compare Jig and fixtures on the basis of definition, application, dimension, cost (U)

TLO 4.6: Explain locations methods of jigs and fixtures.

1. List any four location methods. (R)
2. Explain Fixed V-locator and Sliding V-locator with neat sketch. (U)
3. Explain Jack pin locator and Drill Bush locator with neat sketch. (U)
4. Explain Flat locator and cylindrical locator with neat sketch. (U)
5. Select the type of locator according to shape of component. (A)

a) Round shape b) Rectangular shape c) Triangular shape d) job with hole at middle

TLO 4.7: Explain the principle of jig and fixtures.

1. Illustrate principle of jig and fixture. (U)
2. Define terms work piece position, clamping force, guiding elements, repeatability. (R)

युनिट 5. नॉन ट्रॅडिशनल मशीनिंग प्रोसेसेस
(Non-Traditional Machining Processes)

विषय निष्पत्ती (Course Outcomes): दिलेल्या घटकासाठी योग्य अपारंपरिक मशीनिंग प्रक्रिया निवडा. (Select suitable Non-Traditional machining process for given component).

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

TLO 5.1: अपारंपरिक मशीनिंग प्रक्रियांचे वर्गीकरण करा. (Classify Non-traditional machining processes.)

TLO 5.2: अपारंपरिक प्रक्रिया निवडीसाठी विचार करण्यायोग्य घटकांची यादी करा. (List the factors to be considered for non-traditional process selection.)

TLO 5.3: USM/EDM/ECM/LBM प्रक्रियेचे कार्य करण्याचे तत्त्व स्पष्ट करा. (Explain working principle of USM/EDM/ECM/LBM process.)

TLO 5.4: दिलेल्या मापदंडांवर विविध अपारंपरिक प्रक्रिया तुलना करा. (Compare various Non-traditional processes on given parameters).

TLO 5.5: अपारंपरिक मशीनिंग प्रक्रियेची निवड करताना विचार करण्यायोग्य घटक नमूद करा. (State the factors considered for process selection of Non-traditional machining.)

TLO 5.6: RP सायकलचे वर्णन करा. (Describe the RP cycle).

TLO 5.7: CIM चा ब्लॉक आकृती काढा. (Draw block diagram of CIM).

5.1.1 नॉन ट्रॅडिशनल मशीनिंग प्रोसेसची गरज

1. हार्ड आणि ब्रिटल मटेरिअलचे मशीनिंग.
2. उच्च अचूकता आणि कॉम्प्लेक्स आकार.
3. कोणताही मेकॅनिकल स्ट्रेस आणि डिफॉर्मेशन नाही.
4. कमी टूल घर्षण आणि जास्त लाइफ.
5. माइक्रो आणि नॅनो मशीनिंगसाठी उपयुक्त.
6. ऑटोमेशन कंट्रोल आणि प्रोसेस कंट्रोल.
7. उच्च आस्पेक्ट रेशो आणि सूक्ष्म वैशिष्ट्ये.
8. कमी मटेरिअल वाया जाणे.

5.1.2 नॉन ट्रॅडिशनल मशीनिंग प्रोसेसच्या मर्यादा

1. कमी अचूकता आणि रिपेटॅबिलिटी.
2. ह्युमन एररची उच्च शक्यता.
3. कमी उत्पादन दर आणि कार्यक्षमता.
4. कॉम्प्लेक्स शेपसाठी पुअर परफॉरमन्स.
5. जास्त मटेरिअल वाया जाणे.

6. मर्यादित ऑटोमेशन क्षमता.
7. हीट निर्मिती आणि थर्मल डॅमेज.

5.1.3 नॉन ट्रॅडिशनल मशीनिंग प्रोसेसचे वर्गीकरण

1. यांत्रिक उर्जेवर आधारित (Mechanical Energy)
   i) ॲब्रसिव्ह जेट मशिनिंग (AJM)
   ii) अल्ट्रासोनिक मशिनिंग (USM)
   iii) वॉटर जेट मशिनिंग (WJM)
   iv) ॲब्रसिव्ह वॉटर जेट मशिनिंग (AWJM)
2. इलेकट्रो केमिकल उर्जेवर आधारित (Electrochemical Energy)
   i) इलेकट्रो केमिकल मशिनिंग (ECM)
   ii) इलेकट्रो केमिकल ग्राइंडिंग (ECG)
3. थर्मल उर्जेवर आधारित (Thermal Energy)
   i) इलेक्ट्रिकल डिस्चार्ज मशिनिंग (EDM)
   ii) वायर EDM (WEDM)
   iii) लेसर बीम मशिनिंग (LBM)
   iv) प्लाज्मा आर्क मशिनिंग (PAM)
   v) इलेक्ट्रॉन बीम मशिनिंग (EBM)
4. केमिकल उर्जेवर आधारित (Chemical Energy)
   i) केमिकल मशिनिंग (CHM)
   ii) फोटो-केमिकल मशिनिंग (PCM)

5.1.4 प्रोसेस निवडीसाठी विचारात घेतले जाणारे घटक

1. मटेरिअलच्या प्रकारानुसार

i) हार्ड: हार्ड मटेरिअल (उदा. सिरेमिक्स, हार्डन केलेले स्टील, कंपोझिट्स) ट्रॅडिशनल मशीनिंग पद्धतीने मशीन करणे कठीण असल्याने नॉन ट्रॅडिशनल मशीनिंग प्रोसेस वापरल्या जातात.

ii) ब्रिटलनेस: काच व सिरेमिक्ससारख्या ब्रिटल मटेरिअलला ट्रॅडिशनल मशीनिंग पद्धतीने मशीन केल्यास तडे जातात किंवा नुकसान होते, त्यामुळे नॉन ट्रॅडिशनल मशीनिंग प्रोसेस आवश्यक असतात.

iii) थर्मल सेन्सिटिव्हिटी: काही मटेरिअल उष्णतेमुळे डिफॉर्म होतात, त्यामुळे थर्मलधारित नॉन ट्रॅडिशनल मशीनिंग प्रोसेस अशा मटेरिअलसाठी योग्य नसतात.

2. जिओमेट्रिकल आणि डिमेंशनल रिक्वारमेन्ट

i) कॉम्प्लेक्स आकार: कॉम्प्लेक्स आकार,माइक्रो-मशीनिंग आणि अत्यंत माइक्रो वैशिष्ट्यांसाठी NTM प्रक्रिया उपयुक्त असते

ii) टॉलरन्स आणि सरफेस फिनिश: EDM आणि लेझर मशीनिंगसारख्या प्रक्रिया उच्च अचूकता आणि उत्तम पृष्ठभाग मिळवण्यासाठी उपयुक्त ठरतात.

3. प्रोसेस कॅपॅबिलिटीज

i) **मटेरिअल रिमोव्हल मेकॅनिझम (Material Removal Mechanism)**: ही प्रोसेस मेकॅनिकल (अब्रासिव्ह जेट मशीनिंग), इलेक्ट्रिकल (ईडीएम), केमिकल (केमिकल मशीनिंग), किंवा हीट (लेझर मशीनिंग) या पद्धतींवर अवलंबून असते.

ii) डेप्थ आणि साईज निर्बंध (Depth and Size Constraints):काही प्रोसेस पेनिट्रेशन डेप्थ किंवा वर्कपीसच्या आकारासाठी मर्यादित असतात.

4. **प्रॉडक्शन व्हॉल्युम आणि कॉस्ट**
   i) बॅच किंवा मास प्रॉडक्शन(Batch or Mass Production): काही प्रोसेस (उदा. ECM) मोठ्या प्रमाणातील प्रॉडक्शनसाठी किफायतशीर असतात, तर काही (उदा. EDM) प्रोटोटायपिंग आणि कमी प्रमाणातील प्रॉडक्शनसाठी उपयुक्त असतात.
   ii) टूल व सेटअप खर्च: अचूकता आणि कमी फ्रिकशन यासाठी उच्च इनिशिअल खर्च योग्य ठरू शकतो.
   iii) ऑपेरेशनल कॉस्ट: पॉवर कन्झम्पशन, टूल फ्रिकशन आणि मेन्टेनन्स यांसारखे घटक प्रोसेस निवडीवर परिणाम करतात.
5. **एन्विरॉन्मेंटल आणि सेफ्टी कंन्सिडरेशन (Environmental and Safety Considerations**)
   i) धोकादायक उपउत्पादने(Hazardous Byproducts): केमिकल मशीनिंगसारख्या प्रक्रियेमध्ये निर्माण होणाऱ्या कचऱ्याचा योग्य निपटारा करावा लागतो.
   ii) ऑपरेटर सुरक्षा: लेझर आणि प्लाझ्मा कटिंगसारख्या उच्च-एनर्जी प्रोसेससाठी प्रोटेक्टिव्ह उपाय आवश्यक असतात.
   iii) एनर्जी वापर (Energy Consumption): EDM आणि लेझर कटिंगसारख्या काही NTM प्रोसेसमध्ये जास्त एनर्जी वापरली जाते.
6. **वर्कपीस साइज आणि थिकनेस (Workpiece Size and Thickness)**
   i) थिन किंवा डेलिकेट मटेरिअल : अल्ट्रासोनिक मशीनिंग किंवा लेझर कटिंगसारख्या प्रोसेस पातळ पत्र्यांमध्ये डिफॉर्मेशन टाळण्यासाठी प्रभावी ठरतात.
   ii) मोठ्या वर्कपीसेस: काही प्रोसेस मशीनच्या मर्यादेमुळे मोठ्या वर्कपीसेसवर लागू करता येत नाहीत.
7. **दुसऱया प्रोसेस सोबत कॉम्पॅबिलिटीएस (Compatibility with Other Processes)**
   i) हायब्रिड मशीनिंग: सर्वोत्तम परिणामांसाठी NTM ट्रॅडिशनल मशीनिंगसोबत एकत्रित करून वापरले जाते.
   ii) पोस्ट-प्रोसेसिंग आवश्यकता: काही प्रोसेसमध्ये अतिरिक्त फिनिशिंग स्टेप्स आवश्यक असतात.

5.2. इलेक्ट्रिक डिस्चार्ज मशीनिंग Electrical Discharge Machine (EDM):

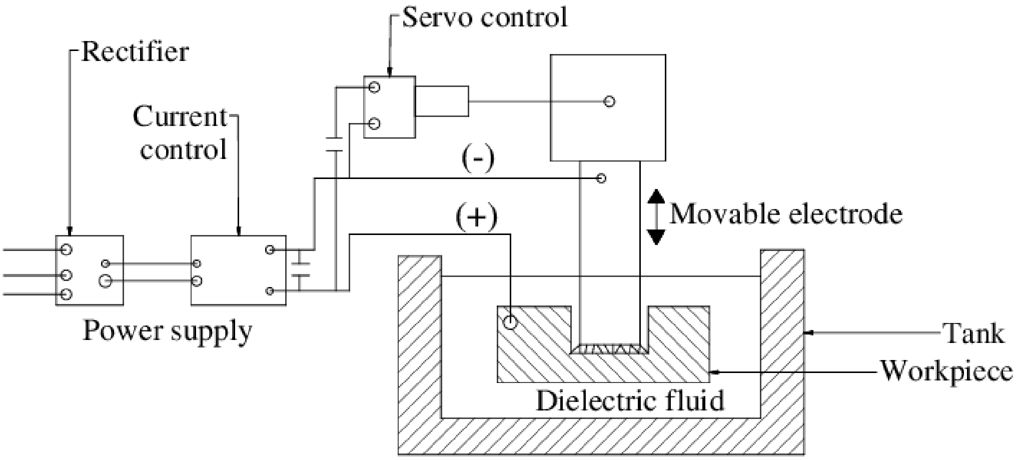


Figure 5.2.1 इलेक्ट्रिक डिस्चार्ज मशीनिंग

Courtesy (Effect of Capacitance on Electrical Discharge Machining Using an RC type Pulse Generation Circuit | Semantic Scholar)

a) वर्किंग प्रिंसिपल (Working Principle): एक वर्कपीस आणि इलेक्ट्रोड यांना डाएलेक्ट्रिक द्रव (सहसा डिअनायझ्ड पाणी किंवा तेल) मध्ये बुडवले जाते. इलेक्ट्रोड आणि वर्कपीस दरम्यान व्होल्टेज लागू केले जाते, ज्यामुळे इलेक्ट्रिक फील्ड तयार होते. जेव्हा योग्य गॅप मिळतो , तेव्हा स्पार्क डिस्चार्ज होतो व अल्प प्रमाणात मेटल वाफेत रूपांतरित होतो. डाएलेक्ट्रिक द्रव कूल करण्याचे आणि कचरा दूर करण्याचे काम करतो. ही प्रोसेस नियंत्रित पद्धतीने वारंवार होत राहते , ज्यामुळे अचूक मटेरिअल रिमूव्हल साध्य होते.

b) प्रोसेस पॅरामीटर्स (Process parameters)

a. स्पार्क गॅप – हे टूल आणि वर्कपीस यांच्यातील अंतर असते. हे साधारणतः 0.0125-0.125 मिमी असते.
b. विद्युत प्रवाह (Current) – डी.सी. वीजपुरवठा 0.5-400 A पर्यंत वापरला जातो.
c. रेसिस्टंस व कॅपॅसिटन्स(Resistance आणि Capacitance) – कॅपॅसिटन्सच्या (Capacitance) क्षमतेत वाढ केल्यास मेटल काढण्याचा वेग वाढतो. रेसिस्टंसच्या(Resistance) क्षमतेत घट केल्यास मेटल काढण्याचा वेग वाढतो.
d. व्होल्टेज (DC Voltage) – साधारणतः 40-300 व्होल्ट असते.
e. पल्स कालावधी (Pulse Duration) – स्पार्क किती वेळ टिकतो हे दाखवते. हे साधारणतः 2-2000 मायक्रोसेकंद असते..
f. डाएलेक्ट्रिक फ्लुइड प्रेशर (Dielectric Fluid Pressure) – हा 0.2 MPa पेक्षा कमी असतो.

c) ॲप्लीकेशन्स (Applications)

a. ऐरोस्पेस इंडस्ट्री
b. ऑटोमोटीव्ह इंडस्ट्री
c. मेडिकल इंडस्ट्री
d. मोल्ड आणि डाई निर्मिती
e. डिफेन्स आणि मिलिटरी
f. इलेक्ट्रॉनिक्स इंडस्ट्री

d) फायदे (Advantages)

i) प्रिसिजन आणि ॲक्यूरसी
ii) मेकॅनिकल स्ट्रेस नाही
iii)हार्ड मटेरिअल मशीनिंग
iv) गुड सरफेस फिनिश
v) लेस टूल विअर
vi) कॉम्प्लेक्स शेप आणि सूक्ष्म डिटेल्स

e) तोटे (Disadvantages)

i) स्लो मटेरिअल रिमोव्हल रेट
ii) उच्च एनर्जी वापर
iii) लिमीटेड कंडक्टिव्ह मटेरिअल
iv) इलेक्ट्रोड विअर
v) पोटेन्शिअल थर्मल विअर
vi) डायलेक्ट्रिक फ्लुइड मेंटेनंस

5.2 अल्ट्रासोनिक मशीनिंग Ultrasonic Machining (USM):

a) वर्किंग प्रिंसिपल (Working Principle): अल्ट्रासोनिक मशीनिंग (USM) एक मेकॅनिकल प्रोसेस आहे ज्याद्वारे हार्ड आणि ब्रिटल मटेरिअलवरून मटेरिअल काढले जाते. या प्रक्रियेत, टूल उच्च वारंवारतेवर (साधारणतः 20–40 kHz) दोलायमान होते, आणि ॲब्रसिव्ह स्लरी (सिलिकॉन कार्बाइड किंवा बोरॉन कार्बाइड पाण्यात मिसळून) मशीनिंग झोन मध्ये डायरेक्ट केली जाते. ॲब्रसिव्ह कण सतत वर्कपीसवर हॅमर होऊन मटेरिअल रिमूव्ह केले जाते

b) प्रोसेस पॅरामीटर्स (Process parameters)

a. फ्रिक्वेंसी(Frequency)-मटेरिअल रिमूव्हलचा रेट फ्रिक्वेंसीच्या वाढीसह वाढतो.

b. फ्रिक्वेंसी व्हायब्रेशन:19 – 25 kHz

c. अँप्लिटुड(Amplitude) – मटेरिअल रिमूव्हलचा रेट अँप्लिटुडच्या वाढीसह वाढतो.

d. अँप्लिटुड व्हायब्रेशन: 15 – 50 μm

e. स्टॅटिक लोडिंग (फीड फोर्स) - मटेरिअल रिमूव्हलचा रेट स्टॅटिक लोडिंगच्या वाढीसह वाढतो, परंतु एक विशिष्ट मूल्य गाठल्यानंतर मटेरिअल रिमूव्हलचा रेटकमी होतो.

f. टूल आणि वर्कपीस यांचा हार्डनेस रेशो - रेशो जितका जास्त, तितक्या जलद गतीने मटेरिअल रिमूव्ह केले जाते.

g. v)अ‍ॅब्रसिव्ह कणांचा आकार - मटेरिअल रिमूव्हलचा रेट सरासरी अ‍ॅब्रसिव्ह कणांच्या व्यासासोबत प्रमाणात वाढतो. तथापि, जेव्हा व्यास खूप मोठा होतो आणि एका विशिष्ट मूल्याच्या जवळ येतो, तेव्हा मटेरिअल रिमूव्हलचा रेट कमी होतो. अ‍ॅब्रसिव्ह कणांचा आकार (15μm – 150μm)

h. स्लरीमधील अ‍ॅब्रसिव्ह कणांचे कॉन्सन्ट्रेशन - स्लरीमधील अ‍ॅब्रसिव्ह कणांचे कॉन्सन्ट्रेशनमध्ये वाढ झालयास मटेरिअल रिमूव्हलचा रेट वाढतो. परंतु स्लरीमधील अ‍ॅब्रसिव्ह कणांचे कॉन्सन्ट्रेशन विशिष्ट वाढीनंतर मटेरिअल रिमूव्हलचा रेट कमी होतो.

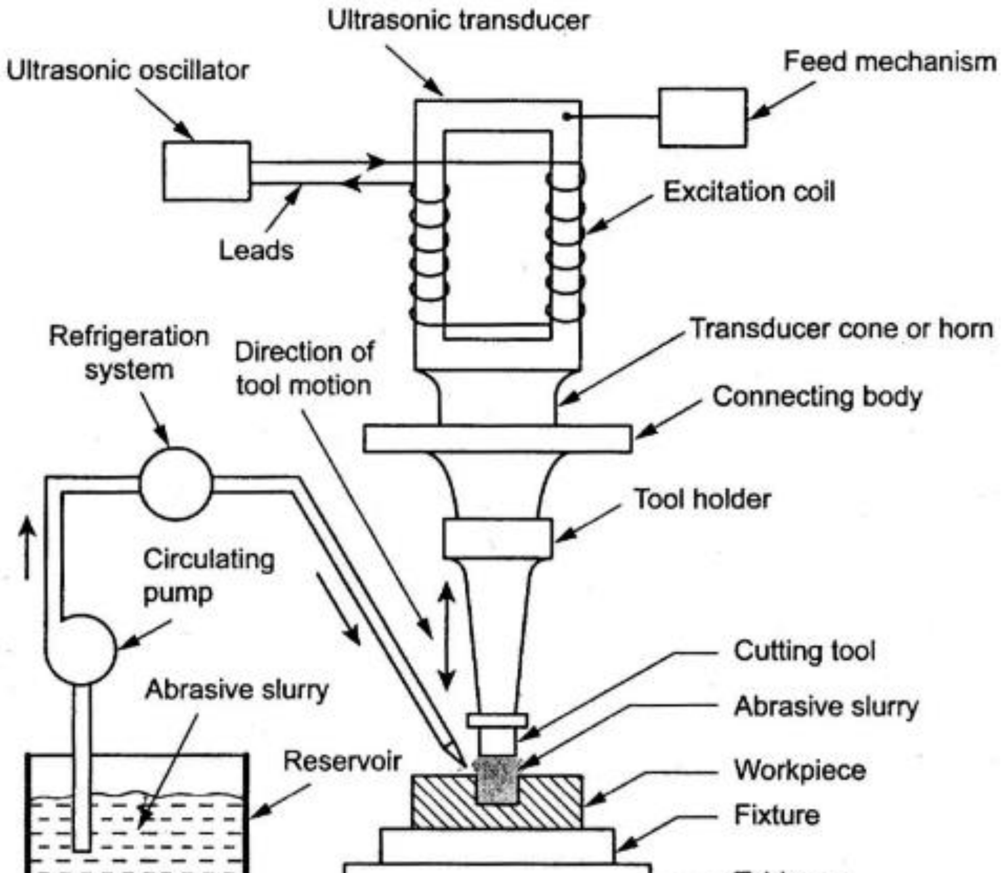


Figure 5.3.1 अल्ट्रासोनिक मशीनिंग

c) ॲप्लीकेशन्स (Applications)

i) हार्ड आणि ब्रिटल मटेरिअलचे मशिनिंग
ii) प्रिसिजन मशिनिंग
iii) मेडिकल इंडस्ट्री
iv) इलेक्ट्रॉनिक्स आणि सेमीकंडक्टर इंडस्ट्री
v) ऐरोस्पेस आणि ऑटोमोटीव्ह इंडस्ट्री
vi) ज्वेलरी आणि वॉच इंडस्ट्री
vii) ऑप्टिक्स आणि ग्लास इंडस्ट्री
viii) टूल आणि डाई इंडस्ट्री

d) फायदे (Advantages)

i) हार्ड आणि ब्रिटल मटेरिअलसाठी योग्य
ii) कोणतेही थर्मल नुकसान नाही
iii) उच्च प्रिसिजन आणि सरफेस फिनिश
iv) कोणतीही केमिकल किंवा इलेक्ट्रिकल रिऍक्शन नाही
v) लेस टूल विअर
vi) कॉम्प्लेक्स शेप मशिनिंग करण्याची क्षमता
vii) पर्यावरणपूरक

e) तोटे (Disadvantages)

i) लेस मटेरिअल रिमूव्हलचा रेट
ii) ब्रिटल मटेरिअलसाठी मर्यादित
iii) टूल विअर
iv) जास्त इनिशिअल कॉस्ट
v) मर्यादित कटिंग डेप्थ
vi) कॉम्प्लेक्स सेटअप
vii) अब्रासिव्ह स्लरी संबंधित समस्या

5.4 इलेक्ट्रोकेमिकल मशिनिंग Electrochemical Machining (ECM):

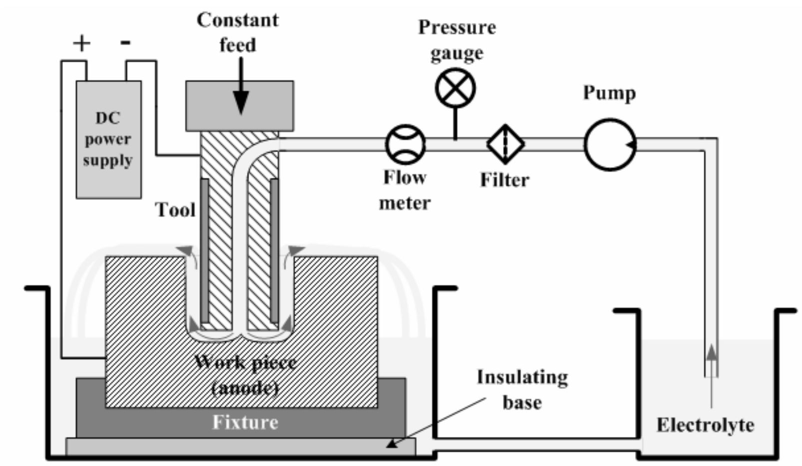


Figure 5.4.1 इलेक्ट्रोकेमिकल मशिनिंग

Courtesy (The components of Electro Chemical Machining equipment [4,5,6] An... | Download Scientific Diagram)

a) वर्किंग प्रिंसिपल (Working Principle): इलेक्ट्रोकेमिकल मशीनिंग (ECM) हे इलेक्ट्रोलिसिसच्या फॅराडेच्या नियमांवर आधारित आहे, जिथे इलेक्ट्रोलाइट द्रावणामध्ये इलेक्ट्रिकल करंटमुळे वर्कपीस (ऍनोड) मधून अणू-अणूने मटेरिअल काढले जाते. फॅराडेचा इलेक्ट्रोलिसिसचा पहिला नियम असे सांगतो की इलेक्ट्रोलिसिस प्रोसेस दरम्यान तयार होणाऱ्या सबस्टन्सचे वजन हे खालील घटकांसोबत थेट प्रपोशनल असते:

1. प्रवाहित होणारा इलेक्ट्रिक करंट
2. प्रोसेसचा कालावधी
3. मटेरिअलचे इक्वीवॅलेन्ट वजन

जेव्हा दोन भिन्न मेटल इलेक्ट्रोलाइटच्या संपर्कात येतात , तेव्हा ऍनोड मेटल गमावतो आणि मेटल कॅथोडकडे जातो

b) प्रोसेस पॅरामीटर्स (Process parameters):

i) टूल आणि वर्कपीस यांच्यातील अंतर: साधारणतः 0.05 ते 0.7 मिमी असते..

ii) इलेक्ट्रिक करंटची तीव्रता: डी.सी. करंटपुरवठा, ज्यामध्ये 50 ते 40,000 ॲम्पिअर्सपर्यंतचा करंट वापरला जातो.

iii) डी.सी. व्होल्टेज: कॅपॅसिटन्सच्या रेटिंगमध्ये वाढ झाल्यास मटेरिअल रिमूव्हलचा रेट वाढतो, रेझिस्टन्सच्या रेटिंगमध्ये घट झाल्यास मटेरिअल रिमूव्हलचा रेट वाढतो. डी.सी.व्होल्टेज साधारणतः 5 ते 35 व्होल्ट्स दरम्यान असतो.

iv) इलेक्ट्रोलाइटचा वेग आणि दाब: आवश्यकतेनुसार, 30 ते 60 मी/सेकंद वेग आणि 1.96 मेगापास्कल दाब वापरला जातो.

v) इलेक्ट्रोलाइट: इलेक्ट्रोलाइट निवडताना, ते असे असावेत की वर्कपीसपासून काढलेले मटेरिअल टूलवर जमा होणार नाही. सामान्यतः वापरले जाणारे इलेक्ट्रोलाइट म्हणजे सोडियम नायट्रेट, सोडियम क्लोराइड, सोडियम हायड्रॉक्साइड, सोडियम सल्फेट, सोडियम फ्लोराइड, पोटॅशियम नायट्रेट, पोटॅशियम क्लोराइड.

vi) टूल: सामान्यतः वापरले जाणारे टूल मटेरिअल म्हणजे कॉपर ,ब्रास, स्टेनलेस स्टील, ॲल्युमिनियम, ग्रेफाइट, ब्रॉन्झ ,टंगस्टन इत्यादी.

c) ॲप्लीकेशन्स (Applications)

i) ऐरोस्पेस इंडस्ट्री
ii) ऑटोमोटीव्ह इंडस्ट्री
iii) मेडिकल इंडस्ट्री
iv) डिफेन्स आणि मिलिटरी
ix) एनर्जी सेक्टर
x) टूल आणि डाई इंडस्ट्री
v) मायक्रो मशिनिंग ॲप्लिकेशन साठी

d) फायदे (Advantages)

i) जास्त प्रिसिजन आणि ॲक्यूरसी
ii) कोणताही थर्मल किंवा मेकॅनिकल स्ट्रेस नाही
iii) हार्ड मटेरिअलचे मशिनिंग करण्याची क्षमता
iv) उत्कृष्ट सरफेस फिनिश
v) कॉम्प्लेक्स शेप मशिनिंग करण्याची क्षमता
vi) टूल विअर नाही

vii) उच्च रिपीटॅबिलिटी आणि ऑटोमेशन
viii) पर्यावरणीय फायदे

e) तोटे (Disadvantages)

i) जास्त इनिशिअल कॉस्ट
ii) उच्च वीज वापर
iii) इलेक्ट्रोलाइट हाताळणी समस्या
iv) कॉम्प्लेक्स टूल डिझाइन
v) केवळ इलेक्ट्रिक कंडक्टिव्ह मटेरिअलवर मर्यादित
vi) काही ॲप्लिकेशनसाठी स्लो मटेरिअल रिमूव्हल रेट
vii) डिफिकल्ट प्रोसेस कंट्रोल

5.5 लेसर बीम मशिनिंग Laser Beam Machining (LBM):

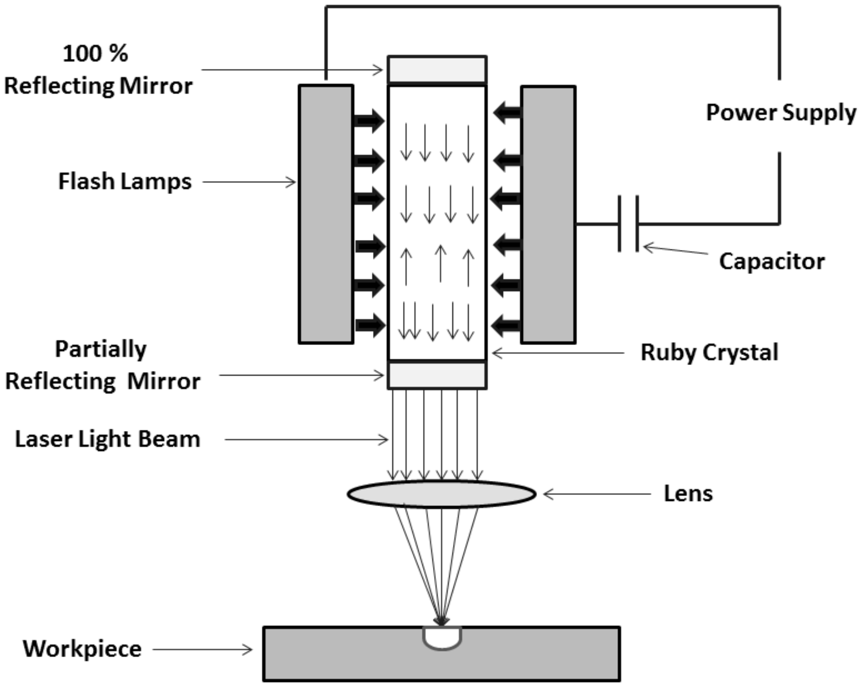


Figure 5.4.1 लेसर बीम मशिनिंग

Courtesy ([Laser beam technique for machining process: Laser beam machining (LBM)... | Download Scientific Diagram]())

a) वर्किंग प्रिंसिपल (Working Principle): हे या तत्त्वावर कार्य करते की जेव्हा उच्च-एनर्जीयुक्त लेसर किरण वर्कपीसच्या पृष्ठभागावर आपटतो, तेव्हा त्या लेसर किरणातील उष्णता ऊर्जा वर्कपीसच्या पृष्ठभागावर संचारित होते. वर्कपीसच्या पृष्ठभागावर ही उष्णता ऊर्जा शोषली जाते, ज्यामुळे मटेरिअल वितळते आणि वाफेच्या स्वरूपात बाहेर टाकले जाते. अशा प्रकारे, लेसर किरणाच्या मदतीने मटेरिअलची मशिनिंग पूर्ण केले जाते.

b) प्रोसेस पॅरामीटर्स (Process parameters):

i) लेझर किरणाची तीव्रता / पॉवर डेन्सिटी - लेझर किरणाची तीव्रता ठरवते की किरण कापण्याचे कार्य करेल की वेल्डिंगचे. मशीनिंग प्रक्रियेसाठी, पॉवर डेन्सिटी जास्त असावी, म्हणजे सुमारे 1.5×10^7 W/cm² असावी.

ii) फोकल लांबी - मशीनिंगसाठी वर्कपीस लेन्सच्या जवळ ठेवला पाहिजे.
फोकल लांबी कमी असल्यास सरळ होल तयार होते. फोकल लांबी जास्त असल्यास टेपर होल तयार होते.

iii) फ्लॅश लॅम्प - हे दर मिनिटाला 12 वेळा फ्लॅश होते. जास्तीत जास्त कार्यक्षमता मिळवण्यासाठी हे कोमट ठेवले पाहिजे.

c) ॲप्लीकेशन्स (Applications):

i) ऑटोमोटीव्ह इंडस्ट्री
ii) ऐरोस्पेस इंडस्ट्री
iii) इलेक्ट्रॉनिक्स उद्योग
iv) मेडिकल इंडस्ट्री
v) डिफेन्स आणि मिलिटरी
vi) टूल आणि डाय निर्मिती
vii) ज्वेलरी इंडस्ट्री
viii) कापड इंडस्ट्री
ix) रिणीवेबल एनर्जीस्रोत सेक्टर
x) सामान्य मॅनुफॅक्चरिंग सेक्टर

d) फायदे (Advantages)

i) नॉन-कॉन्टॅक्ट प्रक्रिया
ii) जास्त प्रिसिजन आणि अॅक्यूरसी
iii) कोणतेही टूल विअर नाही
iv) किमान हीट-प्रभावित क्षेत्र (HAZ)
v) हार्ड व ब्रिटल पदार्थ प्रोसेस करण्याची क्षमता
vi) उच्च वेगाने कटिंग क्षमता
vii) विविध प्रकारच्या पदार्थांवर प्रोसेस करण्याची लवचिकता
viii) केमिकल किंवा मेकॅनिकल दूषण रहित प्रक्रिया
ix) मायक्रो व नॅनो मशिनिंग क्षमता

e) तोटे (Disadvantages)

i) जास्त इनिशिअल कॉस्ट
ii) उच्च वीज वापर
iii) मर्यादित मटेरिअल जाडी
iv) थर्मल नुकसान होण्याची शक्यता
v) स्लो मटेरिअल रिमोव्हल रेट
vi) सुरक्षितता धोके
vii) उच्च कौशल्य आवश्यक
viii) सर्व मटेरिअलसाठी योग्य नाही

Table 5.5.1 ईडीएम (EDM) आणि ईसीएम (ECM) मधील फरक

अनु.क्र	पॅरामीटर्स	ईडीएम	ईसीएम
1.	एनर्जी प्रकार	ईडीएम ही थर्मल एनर्जीवर आधारित अपारंपरिक मशीनिंग प्रक्रिया आहे	ईसीएम ही इलेक्ट्रिक एनर्जीवर आधारित अपारंपरिक मशीनिंग प्रक्रिया आहे.
2.	वर्किंग प्रिंसिपल	स्पार्क इरोजनच्या (erosion) तत्त्वावर कार्य करते.	फॅराडेच्या इलेक्ट्रोलिसिसच्या तत्त्वावर कार्य करते.
3.	मटेरिअल रिमूव्हल	मटेरिअल वितळवून आणि वाफेत रूपांतर करून काढला जातो(स्पार्क इरोजन)	मटेरिअल इलेक्ट्रोकेमिकल प्रतिक्रिया द्वारे काढला जातो.
4.	हीट निर्मिती	या प्रक्रियेदरम्यान हीट तयार होते.	ईसीएम प्रक्रियेत हीट तयार होत नाही.
5.	वापरण्यात येणारे टूल	अंतर्गत भागाची मशीनिंग करण्यासाठीजास्तीच्या आकाराचे टूल आणि बाह्य भागासाठी लहान आकाराचे टूल वापरले जाते.	वर्कपीसला आवश्यक असलेल्या आकाराचेच टूल वापरले जाते.
6.	कंडक्टइंग मेडीयम	टूल आणि कार्यपीस यांच्यात डाएलेक्ट्रिक द्रव वापरला जातो.	टूल आणि कार्यपीस यांच्यात इलेक्ट्रोलाइट द्रव वापरला जातो.
7.	टूल विअर रेट	मशीनिंगदरम्यान अधिक टूल विअर होते.	प्रोसेसदरम्यान कोणतेही टूल विअर होत नाही, त्यामुळे टूलचे आयुष्य जास्त होते.
8.	मटेरिअल रिमूव्हल रेट	मटेरिअल रिमूव्हल रेट कमी असतो.	मटेरिअल रिमूव्हल रेट जास्त असतो.

Table 5.5.2 ईडीएम (EDM) आणि एलबीम (LBM) मधील फरक

Sr. No.	Parameters	ईडीएम	एलबीम
1.	वर्किंग प्रिंसिपल	स्पार्क इरोजनच्या (erosion) तत्त्वावर कार्य करते.	लेसर किरणांनी निर्माण होणाऱ्या उष्णतेच्या तत्त्वावर कार्य करते, जो मेटल काढण्यासाठी वापरला जातो.
2.	वापरले जाणारे टूल	यामध्ये ग्राफाइट,कॉपर यांसारख्या सॉफ्ट मटेरिअलपासून बनवलेले फॉर्म टूल वापरले जाते.	लेसर किरणच एक कटिंग टूल आहे. येथे वेगळ्या टूलची गरज नाही.
3.	मटेरिअल रिमूव्हल रेट	मटेरिअल रिमूव्हल रेट जास्त असतो.	मटेरिअल रिमूव्हल रेट कमी असतो.
4.	ॲक्यूरसी	LBM च्या तुलनेत कमी ॲक्यूरसी.	तुलनेने अधिक ॲक्यूरसी.
5.	टूल विअर रेट	स्पार्कमुळे जास्त टूल विअर रेट.	टूल विअर रेट नाही, कारण लेसर किरण हेच एक टूल आहे. .
6.	वर्कपीस मटेरिअल	फक्त विद्युतवाहक पदार्थांसाठी वापरले जाते	विद्युतवाहक आणि अविद्युतवाहक दोन्ही पदार्थांसाठी वापरले जाते.
7.	हीट प्रभावित भाग	जास्त आहे.	कमी आहे.
8.	वीज वापर	कमी आहे.	जास्त आहे

5.6 रयापीड प्रोटोटायपिंग (Rapid Prototyping (RP))

a) इंट्रोडकशन (Introduction) : एक CAD तंत्रज्ञान जे "ऑटोमॅटिक " पद्धतीने 3-डी मॉडेलपासून फिजिकल मॉडेल किंवा प्रोटोटाइप तयार करण्यास परवानगी देते. एक उत्पादन प्रक्रिया जी CAD मॉडेलच्या आधारे किमान वेळेत अभियांत्रिकी प्रोटोटाइप तयार करण्यासाठी विकसित केली गेली आहे. येथे मटेरिअल थरावर थर देऊन जोडले जातात, त्यामुळे याला ॲडिटिव्ह प्रक्रिया असेही म्हणतात.

b) रॅपिड प्रोटोटायपिंग (RP) ची चक्र Cycle of Rapid Prototyping (RP): रॅपिड प्रोटोटायपिंग (RP) ही एक पुनरावृत्ती प्रक्रिया आहे जी उत्पादन विकासात जलदपणे फिजिकल किंवा डिजिटल मॉडेल तयार करण्यासाठी वापरली जाते जेणेकरून त्याचे टेस्टिंग, व्हॅलिडेशन आणि रिफाइनमेंट करता येईल. RP मध्ये खालील प्रमुख टप्प्यांचा समावेश असतो:

1. **संकल्पना व आयडिया जनरेशन**
   - i) डिझाइन आवश्यकता आणि उद्दिष्टे ओळखणे.
   - ii) सुरुवातीच्या संकल्पना आणि स्केचेस तयार करणे.
2. **डिजिटल मॉडेलिंग आणि CAD डिझाइन**
   - i) SolidWorks, AutoCAD किंवा Fusion 360 सारख्या सॉफ्टवेअर वापरून 3D CAD मॉडेल विकसित करणे.
3. **प्रोटोटायपिंग पद्धतीची निवड**
   - i) योग्य RP तंत्र निवडणे, जसे की: 3D प्रिंटिंग (FDM, SLA, SLS), CNC मशीनिंग, लेझर कटिंग, इंजेक्शन मोल्डिंग (सॉफ्ट टूलिंगसाठी).
4. **प्रोटोटाइप निर्मिती**
   - i) निवडलेल्या RP पद्धतीचा वापर करून डिजिटल मॉडेल्सचे फिजिकल प्रोटोटाइपमध्ये रूपांतर करणे.
5. **टेस्टिंग आणि मूल्यमापन**
   - i) प्रोटोटाइपची कार्यक्षमता, डिझाइन आणि परफॉर्मन्स तपासणे.
   - ii) दोष आणि सुधारणा करण्यायोग्य क्षेत्रे ओळखणे.
6. **सुधारणा आणि पुनरावृत्ती**
   - i) फिडबॅकच्या आधारे डिझाइनमध्ये सुधारणा व अनुकूलन करणे.
   - ii) आवश्यक असल्यास प्रोटोटाइप पुन्हा तयार करणे.
7. **अंतिम तयारी आणि प्रॉडक्शन रेडीनेस**
   - i) मोठ्या प्रमाणात उत्पादनासाठी अंतिम डिझाइन तयार करणे..
   - ii) RP वरून पूर्ण प्रमाणात उत्पादनाकडे ट्रान्सिशन करणे.

c) ॲप्लीकेशन्स (Application):

- i) प्रॉडक्ट डिझाइन आणि डेव्हलपमेंट
- ii) उत्पादन आणि अभियांत्रिकी
- iii) वैद्यकीय आणि आरोग्यसेवा
- iv) एरोस्पेस आणि ऑटोमोटिव्ह
- v) वास्तुकला आणि बांधकाम
- vi) ग्राहक इलेक्ट्रॉनिक्स
- vii) शिक्षण आणि संशोधन
- viii) फॅशन आणि ज्वेलरी

ix) मनोरंजन आणि ॲनिमेशन

5.7 कॉम्प्युटर ईंटेग्रेटेड मॅन्युफॅक्चरिंग (Computer Integrated Manufacturing (CIM)):

a) **इंट्रोडक्शन** (Introduction): कॉम्प्युटर ईंटेग्रेटेड मॅन्युफॅक्चरिंग (CIM) ही एक प्रगत मॅन्युफॅक्चरिंग पद्धती आहे, जी संपूर्ण मॅन्युफॅक्चरिंग प्रक्रियेत कॉम्प्युटर तंत्रज्ञान समाविष्ट करते. यामध्ये डिजाइन आणि अभियांत्रिकीपासून उत्पादन, गुणवत्ता नियंत्रण आणि साठा व्यवस्थापनापर्यंत सर्व टप्पे समाविष्ट असतात. CIM चे उद्दिष्ट संगणकीय नेटवर्क, सॉफ्टवेअर, रोबोटिक्स आणि डेटा व्यवस्थापन प्रणालींचा वापर करून उत्पादन प्रक्रिया स्वयंचलित आणि कार्यक्षम करणे हे आहे.

b) CIM **चे घटक:** CIM प्रणालीचे नऊ प्रमुख घटक Figure (5.7.1) खालीलप्रमाणे आहेत:,

i) मार्केटिंग
ii) प्रॉडक्ट डिझाईन
iii) प्लॅनिंग
iv) पर्चेस
v) उत्पादन अभियांत्रिकी
vi) फॅक्टरी ऑटोमेशन हार्डवेअर
vii) वेअरहाऊसिंग
viii) आर्थिक व्यवस्थापन

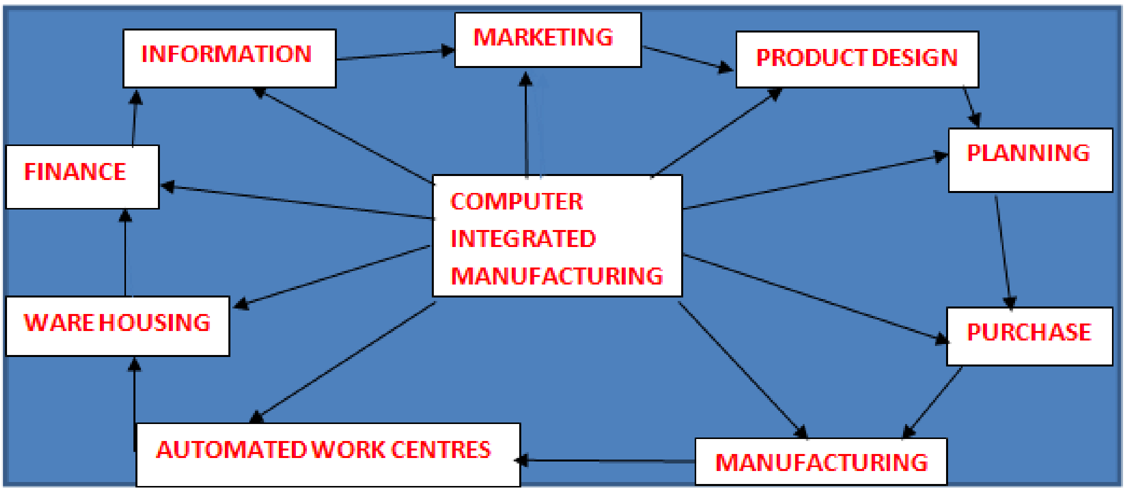


Figure 5.7.1 CIM चे घटक

c) CIM **चे फायदे**:

i) उत्पादकतेत वाढ
ii) सुधारित गुणवत्ता
iii) खर्चात कपात
iv) जलद उत्पादन वेळ
v) उत्तम साठा व्यवस्थापन
vi) लवचिकता आणि कस्टमाइझेशन
vii) सुधारित डेटा व्यवस्थापन
viii) मानवी चुका कमी होणे
ix) कामगारांच्या सुरक्षिततेत सुधारणा
x) संसाधनांचा अधिक चांगला उपयोग

Exercise

TLO 5.1: Classify Non traditional machining processes.

1. State necessity of non-conventional machining processes. (R)
2. Classify non-conventional machining processes on the basis of i) Mechanical Energy ii) Electrochemical Energy. (A)
3. State the Limitation of conventional processes. (R)
4. Classify non-conventional machining processes on the basis of i) Thermal Energy ii) Chemical Energy. (A)
5. List down various mechanical energy based non-conventional machining processes.(R)

TLO 5.2: List the factors to be considered for non-traditional process selection. /

TLO 5.3: Explain working principle of USM/EDM/ECM/LBM process.

1. Draw neat sketch of EDM and explain the process w.r.t its principle, applications and limitations. (A)
2. Explain working principle of LBM with neat sketch. (U)
3. List four advantages and disadvantages of LBM. (R)
4. State four applications of LBM. (R)
5. Draw the set up diagram of Ultrasonic Machining. (A)
6. State two advantages and application of USM. (R)
7. Enlist any four process parameter in EDM. (R)
8. Draw the set up diagram of ECM showing all the elements. (A)
9. State four applications of ECM. (R)

TLO 5.4: Compare various Non traditional processes on given parameters.

1. Differentiate between 'EDM' and 'ECM' on the basis of i) Type of energy used ii) Working principle iii) Tool wear rate iv) Conducting fluid Used (A)
2. Compare non traditional machining processes LBM & EDM on the basis of i)Working principle ii) Metal Removal Rate iii) Accuracy iv) Power Consumption (A)
3. How does Electro Discharge Machining (EDM) compare to Electrochemical Machining (ECM) in terms of material removal mechanism? (A)
4. Compare various Non traditional processes in terms of i) Working Principle ii) Material removal rate iii) Tool used iv) Type of energy used

TLO 5.5: State the factors considered for process selection of Nontraditional machining.

1. List factors to be consider for EDM. (R)
2. List factors to be consider for USM. (R)
3. List factors to be consider for ECM. (R)
4. List factors to be consider for LBM. (R)

TLO 5.6: Describe the RP cycle.

1. Define Rapid Prototyping (RP). (R)
2. List four applications of rapid prototyping. (R)
3. Write the stages involved in rapid prototyping process. (U)
4. Describe the Rapid Prototyping.(U)
5. Write software tools are used in the rapid prototyping cycle.(U)

TLO 5.7: **Draw block diagram of CIM.**

1. Define the CIM. (R)

2. List nine the components of CIM. (R)
3. List be Benefits of CIM. (R)
4. Draw Block diagram of CIM. (A)

Bibliography:

Sr. No	Author	Title	Publisher with ISBN Number
1	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
2	P. N. Rao	Manufacturing Technology Volume-I	Mc Graw Hill Education ISBN-13:978-1-25-906257-5
3	R.K.Jain	Production Technology	Khanna Publishers, Delhi ISBN:81-7409-099-1
4	Dr.P.C.Sharma	Production Technology	S.Chand Publications ISBN:978-93-550-1069-8,Dec 2006,Seventh Edition
5	P.K.Mishra	Non conventional machining	Narosa Publishing house ISBN:978-8173191381,Jan 1997 Reprint 2008-09
6	S.F.Krar,A.R.Gill,P.Smid	Technology of Machine Tools	TATA-McGraw Hill ISBN:9781260087932,April 2019,Eight Edition
7	Mikell P.Groover	Fundamentals of Modern Manufacturing	John Wiley and Sons,Inc.ISBn978-1-119-47521-7,Jan 2010Fourth Edition
8	Kenneth G.Cooper	Rapid prototyping Technology	Marcel Dekker Inc.ISBN :9780824702618,Jan 2001 First Edition

Learning websites:

Sr.No	Link / Portal	Description
1	https://youtu.be/Oy875yOH1bc	CNC Machine Animation
2	https://youtu.be/jh8852sfhpw	Ultrasonic machining animation
3	https://youtu.be/06QxjEAMrKc?list=PLwFw6Nkm8oWqFJUxiUuu5c0uH K076lz2K	Non-conventional machining