

सामान्य संयंत्र प्रचालन इंजीनियरिंग



स्टील अथॉरिटी ऑफ इण्डिया लिमिटेड
STEEL AUTHORITY OF INDIA LIMITED

विषय सूची

क्र. सं.	शीर्षक	पृष्ठ सं.
1.0	कच्ची सामग्री हैंडलिंग संयंत्र	6
1.1	प्रस्तावना	6
1.2	विभिन्न कच्ची सामग्रियां और उनके स्रोत	7
1.3	कच्ची सामग्रियों की गुणवत्ता अपेक्षाएं	13
1.4	आरएमएचपी की प्रक्रिया और प्रवाह चित्र	14
1.5	सामग्री हैंडलिंग उपकरण	14
1.6	आरएमएचपी के उपभोक्ता	21
1.7	आरएमएचपी के लाभ	22
1.8	सुरक्षा	22
2.0	कोक ओवन और कोयला रसायन	23
2.1	प्रस्तावना	23
2.2	कोकिंग कोयले की विशेषताएं	24
2.3	कोयला हैंडलिंग संयंत्र	26
2.4	कार्बनीकरण प्रक्रिया	29
2.5	कोक की विशेषताएं	32
2.6	कोयला रसायन	34
2.7	कोक ओवन के उप-उत्पाद	35
2.8	प्रदूषण नियंत्रण मानक	41
2.9	सुरक्षा	41
2.10	आईएसओ 45001:2018 - ओएचएंडएसएमएस	42
3.0	सिंटर संयंत्र	44
3.1	प्रस्तावना	44
3.2	सिंट्रिंग प्रक्रिया	45
3.3	सिंटर के गुणवत्ता मानदंड (बीएफ की अपेक्षा के अधीन)	52
3.4	मुख्य क्षेत्र और उपकरण	54
3.5	सिंटर संयंत्र में सुरक्षा खतरे	55
3.6	ओएचएसएमएस- 18001- व्यावसायिक स्वास्थ्य और सुरक्षा आकलन श्रृंखला	56
4.0	ब्लास्ट फर्नेस	57

4.1	प्रस्तावना	57
4.2	कच्ची सामग्रियां और उनकी गुणवत्ता	57
4.3	ब्लास्ट फर्नेस और अनुषंगी सामान	63
4.4	बी एफ जोन और रासायनिक प्रतिक्रियाएं	73
4.5	हॉट ब्लास्ट स्टोव्स	76
4.6	कास्ट हाउस और स्लेग ग्रेनुलेशन संयंत्र	78
4.7	सुरक्षा और पर्यावरण	83
5.0	इस्पात निर्माण	86
5.1	प्रस्तावना	86
5.2	ओपेन / ट्विन हियर्थ फर्नेस - प्रक्रिया	87
5.3	बेसिक आक्सीजन फर्नेस (एलडी कनवर्टर)	88
5.4	द्वितीयक इस्पात निर्माण	98
5.5	ढलाई	110
5.6	धातु-पिंड ढलाई	118
6.0	रोलिंग मिल्स	122
6.1	रोलिंग के मूल तत्व	122
6.2	सेल की रोलिंग मिल्स के उत्पाद	128
6.3	सेल के रोलड उत्पादों के अनुप्रयोग	131
6.4	हॉट रोलिंग	133
6.5	रीहीटिंग फर्नेस	133
6.6	फ्लैट उत्पादों की रोलिंग	134
6.7	लम्बे उत्पादों की रोलिंग	138
6.8	कोल्ड रोलिंग	146
6.9	कोल्ड रोलिंग के मुख्य दोष	154
6.10	पाईप संयंत्र और सिलिकॉन इस्पात संयंत्र का परिचय	154
6.11	विशेष इस्पात की रोलिंग (स्टेनलेस स्टील)	157
7.0	सामान्य मैकेनिकल अनुरक्षण	158
7.1	प्रस्तावना	158
7.2	अनुरक्षण के उद्देश्य	161
7.3	अनुरक्षण प्रणालियों के प्रकार	163
7.4	अनुरक्षण की अद्यतन प्रवृत्तियां	169
7.5	लुब्रिकेशन	170
7.6	बियरिंग और बियरिंग हाउसिंग्स	176
7.7	विद्युत पारेषण और विद्युत ड्राइव्स	189

7.8	इस्पात संयंत्र उपकरणों की मरम्मत की प्रौद्योगिकी	195
7.9	उपकरणों की उपलब्धता और विश्वसनीयता	201
7.10	करने योग्य और न करने योग्य तथा सुरक्षा	203
8.0	हाईड्रोलिक्स	205
8.1	प्रस्तावना	205
8.2	हाईड्रोलिक प्रणाली के घटक और कार्य	210
8.3	हाईड्रोलिक प्रणाली का ब्लाक चित्र	227
8.4	इस्पात संयंत्रों में हाईड्रोलिक प्रणालियों के अनुप्रयोग	229
8.5	हाईड्रोलिक प्रणालियों का रख-रखाव	232
8.6	हाइड्रोलिक्स की सुरक्षा	234
9.0	इलेक्ट्रिकल और इलेक्ट्रॉनिक्स	237
9.1	मूलभूत इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग	237
9.2	ट्रांसफार्मर के मूलभूत सिद्धांत	244
9.3	मोटर के मूलभूत सिद्धांत	248
9.4	विद्युत का वितरण	264
9.5	सर्किट ब्रेकर्स	268
9.6	केबल्स	279
9.7	रिलेज	284
9.8	विद्युतीय इंसुलेशन	287
9.9	इलेक्ट्रॉनिक उपकरण	290
9.10	परीक्षण, मापन उपकरण और औजार	297
9.11	ड्राइव्स और नियंत्रण	299
9.12	निर्बाध विद्युत आपूर्ति (यूपीएस)	315
9.13	रख-रखाव प्रथाएं	317
9.14	विद्युतीय सुरक्षा	322
9.15	सिंगल लाइन चित्र (एसएलडी)	337
10.0	इंस्ट्रुमेंटेशन और प्रक्रिया नियंत्रण	341
10.1	एक समेकित इस्पात संयंत्र में इंस्ट्रुमेंटेशन और प्रक्रिया नियंत्रण	341
10.2	विभिन्न प्रक्रिया मानदंडों के लिए इंस्ट्रुमेंटेशन और नियंत्रण	361
10.3	प्रक्रिया नियंत्रण और ऑटोमेशन का इतिहास	382
11.0	कंप्यूटर	396

11.1	कंप्यूटर का परिचय	396
11.2	हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर अवधारणाएं	399
11.3	इस्पात उद्योग में कंप्यूटरों के अनुप्रयोग	404
11.4	आपरेटिंग प्रणालियाँ और कंप्यूटर आर्किटेक्चर	406
11.5	कंप्यूटर भाषा और एप्लीकेशन साफ्टवेयर	408
11.6	डेटा सेंटर प्रबंधन	409
11.7	नेटवर्क और कनेक्टिविटी	411
11.8	विंडोज का परिचय	413
11.9	ऑफिस ऑटोमेशन साफ्टवेयर (सेल में प्रयोग किया जाने वाला एमएस ऑफिस)	415
11.10	डेटाबेस अवधारणाएं	416
11.11	इंट्रानेट और इंटरनेट	417
11.12	ईआरपी का परिचय	420
11.13	करने योग्य और न करने योग्य	422
11.14	डिजिटल कायाकल्प	426
12.0	खनन	436
12.1	प्रस्तावना	436
12.2	खदान के प्रचालन	444
12.3	खदान में सुरक्षा	451

अध्याय - 1

कच्ची सामग्री हैंडलिंग संयंत्र

1.1 प्रस्तावना:

कच्ची सामग्री हैंडलिंग संयंत्र (आरएमएचपी) या अयस्क हैंडलिंग संयंत्र (ओएचपी) या अयस्क बेडिंग एवं ब्लेंडिंग संयंत्र (ओबीबीपी) एक समेकित इस्पात संयंत्र में अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। यह समेकित इस्पात संयंत्र का प्रारंभिक बिंदु होता है, जहाँ लोहा/इस्पात निर्माण के लिए आवश्यक सभी प्रकार की कच्ची सामग्री (कोयले को छोड़कर) को व्यवस्थित तरीके से संभाला जाता है, जैसे—अनलोडिंग, स्टैकिंग, स्क्रीनिंग, क्रशिंग, बेडिंग, ब्लेंडिंग, रिकलेमेशन आदि।

एक समेकित इस्पात संयंत्र में उपयोग किए जाने वाले प्रमुख कच्चे माल के विभिन्न प्रकार इस प्रकार हैं—

- लौह अयस्क
- चूना पत्थर
- डोलोमाइट
- मैंगनीज अयस्क
- फेरो और सिलिको मैंगनीज
- क्वार्ट्जाइट
- कोयला

ब्लास्ट फर्नेस पद्धति द्वारा लौह निर्माण के लिए आवश्यक मुख्य कच्ची सामग्री इस प्रकार हैं—

- लौह अयस्क लंप
- ब्लास्ट फर्नेस ग्रेड चूना पत्थर
- ब्लास्ट फर्नेस ग्रेड डोलोमाइट
- कोक
- सिन्टर
- स्क्रैप
- एल.डी. स्लैग

- मैंगनीज अयस्क
- क्वार्ट्जाइट

कच्ची सामग्री हैंडलिंग संयंत्र/अयस्क हैंडलिंग संयंत्र/अयस्क बेडिंग एवं ब्लेंडिंग संयंत्र के मुख्य उद्देश्य निम्नलिखित हैं-

- विभिन्न स्रोतों से प्राप्त सामग्री को ब्लेंडिंग के माध्यम से समरूप बनाना।
- विभिन्न उपभोक्ता इकाइयों को निरंतर एवं समान गुणवत्ता वाली कच्ची सामग्री उपलब्ध कराना।
- बफर स्टॉक बनाए रखना।
- रेलवे द्वारा निर्धारित समय सीमा के भीतर वैगनों/रेकों की अनलोडिंग करना।
- कच्चे माल की तैयारी करना (जैसे क्रशिंग, स्क्रीनिंग आदि)।

आरएमएचपी/ओएचपी/ओबीएंडबीपी के मुख्य कार्य इस प्रकार हैं-

1. कच्ची सामग्री की अनलोडिंग एवं स्टैकिंग करना।
2. लौह अयस्क लंप तथा फ्लक्स की स्क्रीनिंग करना।
3. बेस मिक्स/सिन्टर मिश्रण की तैयारी के लिए कोक/फ्लक्स की क्रशिंग एवं स्क्रीनिंग करना।
4. प्रसंस्कृत सामग्री को उपभोक्ता इकाइयों तक प्रेषित करना।

लौह अयस्क लंप, लौह अयस्क फाइन्स, चूना पत्थर, डोलोमाइट, मैंगनीज अयस्क आदि जैसे विभिन्न प्रकार के कच्चे माल सेल की खदानों (झारखंड समूह की खदानें - बीएसएल, ओडिशा समूह की खदानें - आरएसपी तथा भिलाई समूह की खदानें - बीएसपी) से आपूर्ति किए जाते हैं या बाहरी पक्षकारों से खरीदे जाते हैं।

1.2 विभिन्न कच्ची सामग्रियाँ और उनके स्रोत।

क्र.सं.	कच्ची सामग्रियाँ	स्रोत
1.	लौह अयस्क के लम्प (आईओएल)	बरसुआ, काल्टा, तालडीह, किरीबुरु, मेघाहातुबुरु, बोलानी, मनोहरपुर, गुआ, दल्ली, राजहरा, रावघाट
2.	लौह अयस्क के फाइन्स(आईओएफ)	मनोहरपुर, गुआ, दल्ली, राजहरा, बरसुआ, काल्टा, तालडीह, किरीबुरु, मेघाहातुबुरु, बोलानी, रावघाट
3.	ब्लास्ट फर्नेस (बीएफ) ग्रेड का चूना पत्थर	कुटेश्वर, नंदिनी,

4.	बीएफ ग्रेड का डोलोमाइट	बीरमित्रपुर, सोनाखान, भवनाथपुर और तुलसीदामर, भूटान।
5.	स्टील मेल्टिंग शॉप (एसएमएस) ग्रेड का चूना पत्थर	जैसलमेर, दुर्बई और ओमान से आयातित।
6.	एसएमएस ग्रेड का डोलोमाइट	बेल्हा, बाराद्वार, हिरी, भूटान।
7.	क्वार्टजाइट	बोबिली (आंध्र प्रदेश)
8.	मैंगनीज अयस्क	बरजामुंडा, गुआ अयस्क खदानें, मॉयल (खरीदी गई)
9.	मिश्रित ब्रीज़ कोक	संयंत्र के अंदर उत्पन्न (ब्लास्ट फर्नेस और कोक ओवन) आवश्यकता के अनुसार इंटरसंयंत्र परिवहन भी करते हैं।
10.	मिल स्केल	संयंत्र के अंदर उत्पन्न
11.	फ्लू डस्ट	संयंत्र के अंदर उत्पन्न
12.	एलडी स्लैग	संयंत्र के अंदर उत्पन्न

कच्ची सामग्री के उपयोग में हाल की प्रवृत्ति:

ब्लास्ट फर्नेस में पेलेट का उपयोग :

निम्न-ग्रेड लौह अयस्क, फाइन्स और औद्योगिक अपशिष्टों का उपयोग करने के लिए हर संभव प्रयास किया जा रहा है। यांत्रिक खनन कार्यों के दौरान बड़ी मात्रा में फाइन्स उत्पन्न होती है, जिन्हें सीधे ब्लास्ट फर्नेस में चार्ज नहीं किया जा सकता। ब्लास्ट फर्नेस संचालकों द्वारा आवश्यक लौह अयस्क के संकीर्ण आकार वितरण विनिर्देशन के कारण इन फाइन्स का अनुपात और बढ़ जाता है। निम्न-ग्रेड अयस्कों के बेहतर उपयोग के लिए उन्हें क्रशिंग और ग्राइंडिंग के बाद बेनिफिसिएशन करने की सलाह दी जाती है। ऐसी प्रक्रियाओं से अत्यंत महीन रूप में कंसन्ट्रेट प्राप्त होता है। इन फाइन्स के अतिरिक्त ब्लू डस्ट के भी अच्छे भंडार उपलब्ध हैं, जो अपनी अत्यधिक महीनता के कारण अधिकांशतः अनुपयोगी रह जाते हैं। इन फाइन्स का उपयोग या तो एग्लोमरेशन के बाद किया जा सकता है या उन्हें डायरेक्ट रिडक्शन प्रक्रियाओं या पाउडर मेटल उत्पादों के उत्पादन में उपयोग किया जा सकता है। अयस्क फाइन्स के आकार वर्गीकरण के आधार पर एग्लोमरेशन सिण्टरिंग, पेलेटाइजेशन, ब्रिकेटिंग और नोड्युलाइजिंग विधियों द्वारा किया जा सकता है। एग्लोमरेशन सामान्यतः उस प्रक्रिया को कहा जाता है जिसमें कई छोटे पिंडों को मिलाकर एक भौतिक रूप से बड़ा पिंड बनाया जाता है।

इस प्रकार एग्लोमरेशन प्रक्रियाओं के मुख्य उद्देश्य निम्नलिखित हैं—

- (i) खनिजों के सूक्ष्म अंशों का उपयोग करके खनिज संसाधनों की बचत करना।
- (ii) रिडक्शन प्रक्रिया की दक्षता बढ़ाने और कोक की खपत कम करने के लिए बर्देन को इस प्रकार तैयार करना कि ऊर्जा की बचत हो सके।
- (iii) संयंत्र के भीतर उत्पन्न अपशिष्ट फाइन्स का उपयोग करके पर्यावरण में सुधार करना।

पेलेटाइजिंग:

पेलेटाइजेशन एक एग्लोमरेशन प्रक्रिया है जिसमें नमी और उपयुक्त एडिटिव्स जैसे बेंटोनाइट, चूना आदि की उपस्थिति में बॉलिंग करके 8-20 मिमी या उससे बड़े आकार के पेलेट बनाए जाते हैं। इन ग्रीन पेलेट्स को बाद में 1200-1350 डिग्री से. तापमान पर फायरिंग करके कठोर बनाया जाता है ताकि उन्हें संभालना और परिवहन करना सरल हो सके। कई बार इसमें सीमेंट भी मिलाया जाता है और पेलेट्स को दो भागों में विभाजित किया जा सकता है—

- (क) अम्लीय पेलेट और
- (ख) क्षारीय पेलेट

खनन स्थलों पर वर्षों से संचित निम्न-ग्रेड लौह अयस्क, लौह अयस्क फाइन्स तथा लौह अयस्क टेलिंग्स/स्लाइम्स, और वर्तमान धुलाई प्रक्रियाओं के दौरान उत्पन्न सामग्री को भारतीय इस्पात संयंत्रों के लिए आवश्यक गुणवत्ता का कंसन्ट्रेट प्राप्त करने हेतु बेनिफिसिएशन की आवश्यकता होती है। तथापि, ये कंसन्ट्रेट आकार में इतने सूक्ष्म होते हैं कि इन्हें मौजूदा लौह निर्माण प्रक्रियाओं में सीधे उपयोग नहीं किया जा सकता। इस सूक्ष्म कंसन्ट्रेट के उपयोग के लिए पेलेटाइजेशन ही एकमात्र उपलब्ध विकल्प है।

पेलेट्स के लाभ:

लौह अयस्क पेलेट एक प्रकार के एग्लोमरेटेड फाइन्स होते हैं जिनका टम्बलिंग इंडेक्स मूल अयस्क की तुलना में बेहतर होता है और इन्हें उसके विकल्प के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

लौह अयस्क पेलेट्स का उपयोग लंबे समय से कई देशों में ब्लास्ट फर्नेस में किया जा रहा है, जहाँ लंप लौह अयस्क उपलब्ध नहीं होता। भारत में भी पेलेटाइजेशन की आवश्यकता कई कारणों और लाभों के कारण महसूस की गई है। लौह अयस्क खनन और क्रशिंग इकाइयों में ब्लास्ट फर्नेस तथा स्पंज लौह संयंत्रों के लिए फीड को आकार देने के दौरान

अत्यधिक मात्रा में फाइन्स उत्पन्न होती हैं, जो अधिकांशतः अनुपयोगी रह जाती हैं। भविष्य में भारतीय इस्पात उद्योग में पेलेटाइजेशन तकनीक ही प्रमुख मार्ग बनने जा रही है।

पेलेट्स की विशेषताएँ :-

- अच्छी रिड्यूसिबिलिटी:

उनकी उच्च रंधता (25-30%) के कारण पेलेट्स सामान्यतः कठोर सिण्टर या प्राकृतिक लंप अयस्क की तुलना में काफी तेजी से रिड्यूस हो जाते हैं।

- अच्छी बेड पारगम्यता:

उनका गोलाकार आकार और खुले छिद्र उन्हें अच्छी बेड पारगम्यता प्रदान करते हैं। तथापि, उनका कम एंगल ऑफ रिपोज एक कमी है, जो बाइंडर के असमान वितरण का कारण बन सकता है।

- उच्च एकसमान रंधता (25-30%):

पेलेट्स की समान और उच्च रंधता के कारण तेज रिडक्शन और उच्च मेटलाइजेशन प्राप्त होता है।

- सिंटरिंग की तुलना में कम ऊष्मा खपत:

सिंटरिंग की तुलना में लगभग 35-40% कम ऊष्मा की आवश्यकता होती है।

- एकसमान रासायनिक संरचना एवं बहुत कम एलओआई:

रासायनिक विश्लेषण को आर्थिक सीमाओं के भीतर कंसन्ट्रेशन प्रक्रिया में एक सीमा तक नियंत्रित किया जा सकता है। वास्तव में एलओआई न के बराबर होने से ये किफायती सिद्ध होते हैं।

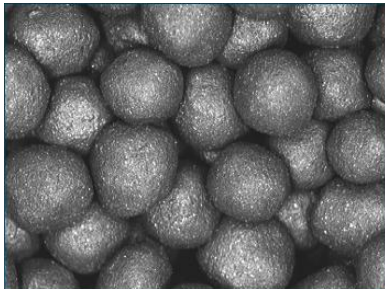
- सरल हैंडलिंग और परिवहन:

सिंटर के विपरीत, पेलेट्स में उच्च मजबूती होती है और इन्हें लंबी दूरी तक बिना फाइन्स उत्पन्न हुए परिवहन किया जा सकता है। इनमें विघटन के प्रति भी अच्छा प्रतिरोध होता है।



पैलेट्स

ग्रीन बाल्स



फायर्ड पैलेट
अच्छी गुणवत्ता



फायर्ड पैलेट
खराब गुणवत्ता



पैलेट- ब्लास्ट फर्नेस ग्रेड: रसायन गुणवत्ता (विशिष्ट)

मानदंड	विनिर्देशन
एफई	65% न्यूनतम
एसआईओ ₂ +एल ₂ ओ ₃	5% अधिकतम
एएल ₂ ओ ₃	0.60% अधिकतम
एनए ₂ ओ	0.05% अधिकतम
के ₂ ओ	0.05% अधिकतम
टीआईओ ₂	0.10% अधिकतम
एम.एन.	0.10% अधिकतम
पी	0.04% अधिकतम
एस	0.02% अधिकतम
वी	0.05% अधिकतम
क्षारीयता	
(सीएओ+एमजीओ)/(एसआईओ ₂ +एल ₂ ओ ₃)	0.40
नमी (105 ⁰ से. पर मुक्त नमी कम होना)	
4% अधिकतम (उचित मौसम) 6% अधिकतम (मॉनसून)	
स्क्रीन विश्लेषण	विनिर्देशन
+16 मिमी	5%अधिकतम
-16मिमी, +9मिमी	85%न्यूनतम
-9मिमी, +6.35मिमी	7.00%अधिकतम
-5मिमी	5%अधिकतम
टम्बलर टेस्ट (एएसटीएम)	
टम्बल इंडेक्स (+6.35 मिमी)	94.00 % न्यूनतम
एब्रेशन इंडेक्स (+0.6 मिमी)	5.00 % अधिकतम
	विनिर्देशन
स्वेलिंग	20% अधिकतम
संपीडन सामर्थ्य	250 किग्रा./पैलेट न्यूनतम

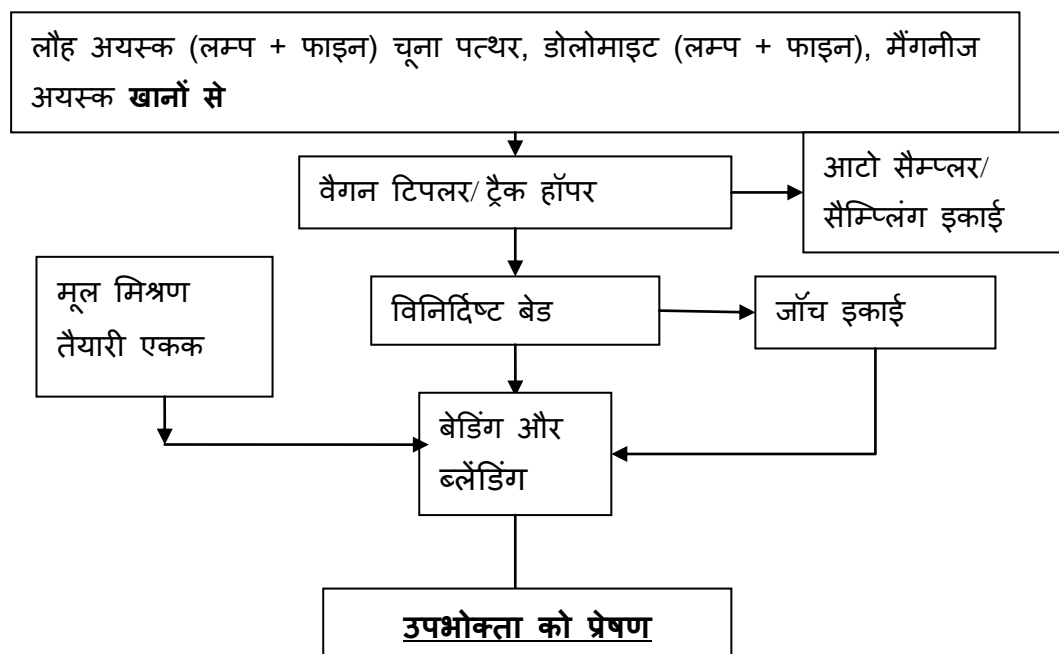
सरंधता	25.00 % न्यूनतम
अपचयनशीलता	60% न्यूनतम

सही गुणवत्ता की कच्ची सामग्री न्यूनतम प्रचालन लागत पर अधिकतम उत्पादन प्राप्त करने की मूल आवश्यकता है। कच्चे माल की गुणवत्ता पूरे इस्पात संयंत्र के प्रचालन में बहुत महत्वपूर्ण और निर्णायक भूमिका निभाती है। कच्चे माल (आगमन) और प्रसंस्कृत सामग्री (प्रेषण पर) की गुणवत्ता की निगरानी पूरी खेप से एकत्र किए गए क्रमिक नमूनों की जाँच करके की जाती है। नमूने ऑटो सैम्पलिंग यूनिट या सैम्पलिंग यूनिट पर एकत्र किए जाते हैं। क्वार्टरिंग और कोनिंग विधि के बाद तैयार किए गए नमूनों को आगे के विश्लेषण के लिए भेजा जाता है।

1.3 कच्ची सामग्री की गुणवत्ता अपेक्षाएं

क्र. सं.	सामग्री	रसायन			भौतिक
1.	लौह अयस्क के ढेले	एफई 62.3-63.2 %	एसआईओ ₂ 1.8-2.8%	एल ₂ ओ ₃ 2.6-3.0 %	-10मिमी= 5% अधिकतम +40मिमी= 5% अधिकतम
2.	लौह अयस्क के बारीक कण	एफई 62-63%	एसआईओ ₂ 2.3 - 3.6%	एल ₂ ओ ₃ 2.8 - 3.3%	+10मिमी= 5% अधिकतम - 1मिमी= 30 %अधिकतम
3.	चूना पत्थर (बीएफ) ग्रेड	सीएओ 43 - 50%	एमजीओ 2.25-5%	एसआईओ ₂ 3.5-6.5%	-5मिमी= 5% अधिकतम +40मिमी= 5% अधिकतम
4.	डोलोमाइट (बीएफ) ग्रेड	सीएओ 30%	एमजीओ 18%	एसआईओ ₂ 5%	-5मिमी= 5% अधिकतम +50मिमी= 5% अधिकतम
5.	चूना पत्थर (एसएमएस) ग्रेड (जैसलमेर),	सीएओ 52%	एमजीओ 1%	एसआईओ ₂ 1.5 % (अधिकतम)	-40मिमी= 7% अधिकतम +80मिमी= 3% अधिकतम (30-60मिमी)
6.	आयातित (दुबई और ओमान)	सीएओ 29 %	एमजीओ 23.5%	एसआईओ ₂ 2.5 %	-40मिमी= 5% अधिकतम +70मिमी= 5% अधिकतम
7.	डोलोमाइट (एसएमएस) ग्रेड	मैंगनीज= 30% (न्यूनतम)			10-40मिमी आकार
8.	मैंगनीज अयस्क	नियत सी>70%, एसआईओ ₂ -12-15% नमी- 10-15% (अधिकतम)			< 15मिमी

1.4 आरएमएचपी/ओएचपी/ओबीबीपी की प्रक्रिया प्रवाह चित्र



1.5 सामग्री हैंडलिंग उपकरण

प्रमुख उपकरण जिन्हें आरएमएचपी/ओएचपी/ओबीबीपी में प्रयोग किया जाता है-

क्र.सं.	प्रमुख उपकरण	मुख्य कार्य
1.	वैगन टिपलर	वैगनों की मशीनीकृत अनलोडिंग के लिए
2.	कार पुशर / साइड आर्म चार्जर	वैगन टिपलर के अंदर वैगन रखने के लिए रेक्स को धकेलने / खींचने के लिए
3.	ट्रैक हॉपर	वैगनों की मैन्युअल अनलोडिंग के लिए
4.	स्टैकर्स/स्टैकर-कम-रिकलेमर (एससीआर)	सामग्री की स्टैकिंग और बेड बनाने के लिए
5.	बैरल/बकेट व्हील/ एससीआर	बेड से सामग्री को वापस निकालने के लिए
6.	ट्रांसफर कार	उपकरणों को एक बेड से दूसरे बेड पर ले जाने के लिए
7.	स्क्रीन	वांछित आकार की सामग्री प्राप्त करने के लिए स्क्रीनिंग करने हेतु

8.	क्रशर	वांछित आकार की सामग्री प्राप्त करने के लिए क्रशिंग करने हेतु
9.	बेल्ट कन्वेयर	विभिन्न सामग्रियों को गंतव्य / ग्राहक तक पहुँचाने के लिए

संभार तंत्र :

सुगम प्रचालन के लिए निर्धारित लक्ष्य के अनुसार कच्चे माल की आवश्यकता की योजना बनाना अत्यंत महत्वपूर्ण होता है। कच्चे माल की आवश्यकता की योजना पहले से तैयार करके संबंधित एजेंसियों को समय रहते सूचित कर देना चाहिए, ताकि प्रक्रिया में किसी प्रकार की बाधा न आए।

इस प्रक्रिया में शामिल विभिन्न एजेंसियाँ निम्नलिखित हैं -

- आरएमएचपी/ओएचपी/ओबीबीपी
- ट्रैफिक एवं कच्ची सामग्री विभाग
- कच्ची सामग्री प्रभाग (आरएमडी)
- उत्पादन नियोजन नियंत्रण(पीपीसी)
- वित्त
- सामग्री प्रबंधन(क्रय)
- रेलवे आदि

भारतीय रेलवे खदानों और इस्पात संयंत्र के बीच कच्चे माल के परिवहन का प्रमुख माध्यम होने के कारण एक लिंकेज के रूप में कार्य करता है।

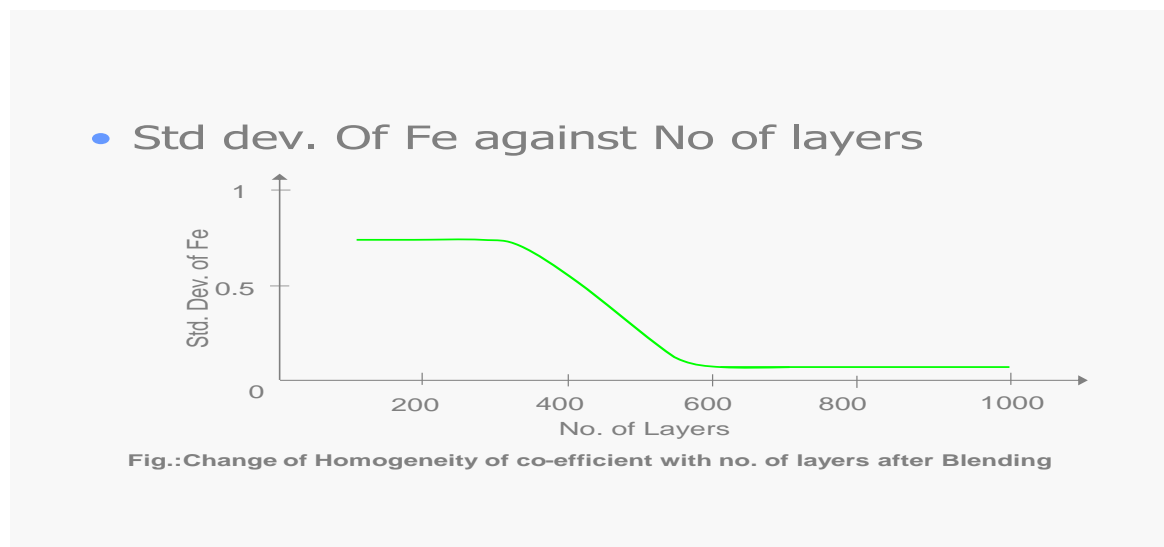
संयंत्र के भीतर, ट्रैफिक विभाग (संयंत्र का) बाहरी वैगनों (रेलवे) की रैक की आवाजाही तथा संयंत्र वैगनों द्वारा प्रसंस्कृत/अपशिष्ट सामग्री के परिवहन में मुख्य भूमिका निभाता है। वैगनों के प्रकार के अनुसार, खदानों से रेलवे द्वारा भेजी गई कच्चे माल की रैक को अनलोडिंग के लिए या तो वैगन टिपलर में या ट्रैक हॉपर में लगाया जाता है। वैगन टिपलर और/या ट्रैक हॉपर में अनलोडिंग के लिए वैगनों के प्रकार निम्नलिखित हैं -

वैगन टिपलर के लिए - बीओएक्सएन, बीओएक्ससी, बीओएसटी, एनबीओवाई

ट्रैक हॉपर के लिए - बीओबीएस, एनबीओबीएस

लौह अयस्क लंप, आयरन अयस्क फाइन्स, लाइम स्टोन, डोलोमाइट, क्वार्ट्जाइट आदि जैसे पदार्थ, जिन्हें वैगन टिपलर या ट्रैक हॉपर में उतारा जाता है, उन्हें बेल्ट कन्वेयरों की श्रृंखला के माध्यम से निर्धारित बेड तक पहुँचाया जाता है और वहाँ स्टैकर/ एससीआर की सहायता से स्टैक किया जाता है। बेड का निर्माण स्टैकर की आगे-पीछे गति के माध्यम से होता है।

किसी बेड में इष्टतम परतों की संख्या स्टैकर की गति द्वारा नियंत्रित की जाती है। किसी बेड में परतों की संख्या उस बेड की समरूपता को निर्धारित करती है और यह अंतिम बेड गुणवत्ता के मानक विचलन में परिलक्षित होती है। जितनी अधिक परतें होंगी, उतनी ही अधिक बेड की समरूपता होगी और मानक विचलन उतना ही कम होगा। ब्लेंडिंग एक यांत्रिक प्रक्रिया है जिसमें स्टैकिंग और रिक्लेमिंग के माध्यम से कच्चे माल के भौतिक एवं रासायनिक गुणों में सर्वोत्तम परिणाम प्राप्त किए जाते हैं। इसका अर्थ है कि ब्लेंडिंग एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें एक या विभिन्न कच्चे माल को पूरे ढेर/बेड की लंबाई में समरूप किया जाता है। जैसे-जैसे परतों की संख्या 400 से अधिक होती है, समरूपीकरण तेजी से बढ़ता है और 580 परतों के बाद इसका प्रभाव लगभग स्थिर हो जाता है।



लौह अयस्क लंप की जॉच :

आयरन अयस्क लंप की स्क्रीनिंग आवश्यक होती है क्योंकि खदानों से आने वाले आयरन अयस्क लंप में बहुत अधिक मात्रा में अंडरसाइज अंश (-10 मिमी) होता है, जो ब्लास्ट फर्नेस के प्रचालन को प्रतिकूल रूप से प्रभावित करता है। इसलिए इस अंडरसाइज अंश (फाइन्स) को आयरन अयस्क लंप स्क्रीनिंग सेक्शन में अलग कर दिया जाता है और उसके बाद इसे निर्धारित आयरन अयस्क लंप बेड में स्टैक किया जाता है, जहाँ से यह स्क्रीन किया हुआ अयस्क ब्लास्ट फर्नेस को आपूर्ति किया जाता है।

स्क्रीन किए गए आयरन अयस्क लंप को साइज्ड लौह अयस्क भी कहा जाता है। स्क्रीनिंग बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है क्योंकि ब्लास्ट फर्नेस के प्रचालन के लिए सामग्री का आकार बहुत महत्वपूर्ण होता है। आने वाले आयरन अयस्क लंप में -10 मिमी अंश लगभग 15 से 20% तक होता है। इस -10 मिमी अंश को हटाने के लिए 10 × 10 मिमी जाली आकार वाली वाइब्रेटरी स्क्रीन का उपयोग किया जाता है।



मूल मिश्रण तैयार करना

कुछ संयंत्रों में बेहतर और समान गुणवत्ता का सिण्टर प्राप्त करने तथा सिण्टर संयंत्र की उत्पादकता बढ़ाने के लिए आरएमएचपी/ओएचपी/ओबीबीपी में बेस मिक्स या सिण्टर मिक्स या सिण्टर के लिए रेडी मिक्स तैयार किया जाता है। बेस मिक्स आयरन अयस्क फाइन्स, क्रशड फ्लक्स (लाइमस्टोन और डोलोमाइट), क्रशड कोक, एल.डी. स्लैग फाइन्स, मिल स्केल, फ्ल्यू डस्ट, रिटर्न सिण्टर आदि का एक लगभग समरूप मिश्रण होता है, जिन्हें एक निश्चित अनुपात में मिलाया जाता है। मिश्रण से पहले उपर्युक्त सभी सामग्रियों को अलग-अलग बंकरों में संग्रहित किया जाता है, जिन्हें प्रोपोर्शनिंग बिन्स भी कहा जाता है। स्टैकिंग से पहले लौह अयस्क फाइन्स, फ्लक्स, कोक फाइन्स, रिटर्न सिण्टर आदि का आवश्यक अनुपात निर्धारित किया जाता है, ताकि तैयार किया गया बेस मिक्स सिण्टरिंग संयंत्र की आवश्यकताओं को पूरा कर सके।

आरएमएचपी/ओएचपी/ओबीबीपी का पैनोरमा दृश्य



आरएमएचपी/ओएचपी/ओबीबीपी का पैनोरमा दृश्य



लौह अयस्क फाइन्स:

लौह अयस्क फाइन्स मूल मिश्रण तैयार करने के लिए मूल सामग्री होता है। लगभग 70-80 प्रतिशत लौह अयस्क फाइन्स का उपयोग मूल मिश्रण तैयार करने में होता है। लौह अयस्क फाइन्स में फेरस मात्रा लगभग 62-64 प्रतिशत होती है।



फलक्स:

फलक्स, लाइमस्टोन और डोलोमाइट का एक मिश्रण होता है जिसे सिंटर बनाने के लिए कतिपय आवश्यक अनुपात में मिलाया जाता है। क्रश किए गए फलक्स में (-3 मिमी) आकार का अंश 90% या उससे अधिक होता है। फलक्स का मुख्य कार्य ब्लास्ट फर्नेस में गैंग्यू (अशुद्धियों) का ध्यान रखना होता है तथा अच्छी गुणवत्ता की स्लैग बनाने के लिए अभिक्रिया की दर को बढ़ाना होता है। सिंटर निर्माण में फलक्स, बाइंडर के रूप में भी कार्य करता है जिससे सिंटर की मजबूती बढ़ती है। बेस मिक्स तैयार करने में लगभग 12-16% फलक्स का उपयोग किया जाता है। लाइमस्टोन और डोलोमाइट के बड़े टुकड़ों को आवश्यक आकार अर्थात (-3 मिमी) > 90% प्राप्त करने के लिए हैमर क्रशर का उपयोग किया जाता है।

बीएफ ग्रेड डोलोमाइट



बीएफग्रेड चूना पत्थर





कोक ब्रीज़ :

बेस मिक्स का एक अन्य महत्वपूर्ण घटक क्रश किया हुआ कोक होता है, जिसका आकार अंश (-3 मिमी) 85% (न्यूनतम) होता है। बेस मिक्स तैयार करने के लिए कोक, कोक ओवन और ब्लास्ट फर्नेस से प्राप्त होता है, जिसे मिक्स्ड ब्रीज़ कोक कहा जाता है। (+12.5 मिमी.) आकार वाले अंश को स्क्रीन करके अलग कर दिया जाता है और इसे सिंटर के साथ ब्लास्ट फर्नेस में नट कोक के रूप में भेजा जाता है। अंडरसाइज़ सामग्री को दो चरणों वाले रोल क्रशर अर्थात् प्राइमरी और सेकेंडरी रोल क्रशर में क्रश किया जाता है, ताकि आवश्यक आकार अंश (-3 मिमी) 85% प्राप्त किया जा सके। बेस मिक्स तैयार करने में लगभग 5-6% क्रश किया हुआ कोक उपयोग किया जाता है।

संयंत्र रिटर्न एवं धातुकर्म अपशिष्ट:

संयंत्र रिटर्न या बीओएफ (एलडी) स्लैग का उपयोग ब्लास्ट फर्नेस ग्रेड लाइमस्टोन के स्थान पर किया जाता है। बेस मिक्स तैयार करने में लगभग 3.5-4% बीओएफ स्लैग का उपयोग किया जाता है। धातुकर्म अपशिष्ट जैसे मिल स्केल, फ्ल्यू डस्ट, स्लज और स्पिलेज भी बेस मिक्स तैयार करने में 1% की दर से उपयोग किए जाते हैं।

1.6 आरएमएचपी के उपभोक्ता

क्र.सं.	कस्टमर	उत्पाद/सामग्री
1.	ब्लास्ट फर्नेस	साइज़ ओर (स्क्रीन लौह अयस्क लम्प) और

		क्वार्टज़ाइट।
2.	सिंटर संयंत्र	बेस मिक्स/सिंटर मिक्स, पिसा हुआ चूना पत्थर और डोलोमाइट (फ्लक्स), पिसा हुआ कोक और नट कोक।
3.	कैल्सीनिंग/रिफ़ैक्टरी संयंत्र	एसएमएस ग्रेड चूना पत्थर और डोलोमाइट।

1.7 आरएमएचपी/ओएचपी/ओबीएंडबीपी के लाभ

कच्चे माल के प्रबंधन विभाग (आरएमएचपी) अपने उपभोक्ताओं को समान गुणवत्ता का कच्चा माल उपलब्ध कराता है तथा निम्नलिखित उपायों के माध्यम से लागत को भी नियंत्रित करता है:

- केंद्रीकृत कच्ची सामग्री सुविधा।
- यांत्रिक तथा तेज अनलोडिंग की सुविधा।
- बेस मिक्स तैयार करने के लिए सामग्री के आकार निर्धारण की सुविधा।
- स्क्रीनिंग के माध्यम से लौह अयस्क लंप में अंडरसाइज़ को कम करना।
- बेडिंग और ब्लेंडिंग के माध्यम से रासायनिक एवं भौतिक गुणों में समानता बनाए रखना।
- एक निश्चित समय अवधि में इनपुट गुणवत्ता की जानकारी उपलब्ध होना।
- सिंटर संयंत्र के लिए बेस मिक्स तैयार करना।
- विभिन्न इकाइयों को तैयार कच्चा माल उपलब्ध कराना।
- धातुकर्म अपशिष्ट का उपयोग करना।

1.8 सुरक्षा और पर्यावरण :

आरएमएचपी/ओएचपी/ओबीएंडबीपी विभाग में विभिन्न प्रकार के कच्ची सामग्री की हैंडलिंग तथा क्रशिंग और स्क्रीनिंग द्वारा बड़े टुकड़ों को फाईंस में बदलने की प्रक्रिया के कारण धूल की मात्रा अधिक होती है। इसलिए डस्ट मास्क, सुरक्षा गॉगल्स, सुरक्षा हेलमेट, सुरक्षा शूज़ आदि का उपयोग अत्यंत आवश्यक होता है। आसपास के क्षेत्र को सुरक्षित रखने के लिए डस्ट एक्सट्रैक्शन और डस्ट सप्रेशन प्रणाली लगाए जाते हैं। कुछ संयंत्रों में ड्राई फॉग डस्ट सप्रेशन (डीफडीएस) प्रणाली का भी उपयोग किया जाता है। इस विभाग में सुचारु प्रचालन के लिए हाउसकीपिंग एक बड़ी चुनौती होती है और इसके लिए विशेष ध्यान देने की आवश्यकता होती है। प्रभावी हाउसकीपिंग के माध्यम से स्पिलेज सामग्री को एकत्र कर पुनः उपयोग में लाया जाता है। स्क्रेप कन्वेयर बेल्ट को नियमित रूप से एकत्र कर निर्धारित स्थान पर उचित निपटान के लिए भेजा जाता है। इससे व्यक्तिगत तथा उपकरणों की सुरक्षा और स्वास्थ्य बनाए रखने में सहायता मिलती है और आसपास का कार्य वातावरण भी सुरक्षित एवं अनुकूल बनता है।

अध्याय - 2

कोक ओवन्स और कोयला रसायन

2.1 प्रस्तावना

कोक निर्माण वह प्रक्रिया है जिसमें कोकिंग कोयला को विभिन्न चरणों की प्रक्रियाओं के माध्यम से धातुकर्मीय कोक में परिवर्तित किया जाता है। यह प्रक्रिया वैगन टिपलर पर कोयले की अनलोडिंग से शुरू होती है और कोक के आकार निर्माण तथा ब्लास्ट फर्नेस तक उसके परिवहन पर समाप्त होती है।

कोयले का निर्माण:

भूकंप या अन्य पर्यावरणीय परिवर्तनों के कारण दलदली क्षेत्रों के तल में दबे हुए पौधे और वनस्पतियाँ समय के साथ गर्मी और दबाव के प्रभाव में आ जाते हैं। प्रारंभिक अवस्था में पौधे और वनस्पतियाँ सड़कर पीट का निर्माण करती हैं। लंबे समय के दौरान ऊपर की परतों के अत्यधिक दबाव तथा उत्पन्न गर्मी के कारण पानी बाहर निकल जाता है और यह द्रव्यमान लिग्नाइट में परिवर्तित हो जाता है। लगातार संपीड़न और लंबे समय तक दबे रहने की प्रक्रिया से लिग्नाइट बिटुमिनस कोयले में बदल जाता है। यह प्रक्रिया लाखों वर्षों में पूरी होती है।

कोकिंग कोयले के प्रकार और स्रोत:

कोयले को मुख्य रूप से दो श्रेणियों में विभाजित किया जाता है, अर्थात् कोकिंग कोयला और नॉन-कोकिंग कोयला। कोकिंग कोयले का उपयोग मुख्य रूप से इस्पात उद्योग में कोक बनाने के लिए किया जाता है।

स्वदेशी कोकिंग कोयले को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जाता है:

- प्राइम कोकिंग कोयला
- मीडियम कोकिंग कोयला

आयातित कोकिंग कोयले को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जाता है:

- हार्ड कोकिंग कोयला
- सॉफ्ट कोकिंग कोयला

कोयले को कोयला खानों से निकाला जाता है और कोक बनाने योग्य बनाने के लिए उसमें राख की मात्रा कम करने हेतु कोयला वॉशरियों में उसका प्रसंस्करण किया जाता है।

स्वस्वदेशी कोकिंग कोयले के विभिन्न स्रोत संबंधित वॉशरियों के नाम से जाने जाते हैं, जबकि आयातित कोकिंग कोयले को उनके देशों के नाम से जाना जाता है, जो निम्नलिखित हैं:

पीसीसी	- भोजपूरी	एमसीसी	- कथारा
	- सुदामडीह		- स्वांग
	- मुनीडीह		- रजरप्पा
	- पाथरडीह		- केदला
	- दुग्दा		- नंदन
	- महुदा		
	- चासनाला		
	- जामाडोबा		
	- भेलाटांड		
	- मधुबन		
आईसीसी (हार्ड)	- ऑस्ट्रेलिया	एससीसी	- आस्ट्रेलिया
	- यूएसए		- यूएसए
	- मोजाम्बिक (बेंगा)		- रूस
	- इंडोनेशिया		

2.2 कोकिंग कोयले की विशेषताएं

राख का प्रतिशत : राख का प्रतिशत जितना कम होगा, कोयले की गुणवत्ता उतनी ही बेहतर होगी। भारतीय कोयले में सामान्यतः राख की मात्रा अधिक होती है। वॉशरियों में उपयुक्त बेनिफिशिएशन प्रक्रिया द्वारा इसे कुछ हद तक कम किया जाता है।

वाष्पशील पदार्थ (वीएम): यह कोयले में उपस्थित वाष्पशील तत्व होते हैं जो कार्बनीकरण के दौरान गैस के रूप में बाहर निकल जाते हैं।

फ्री स्वेलिंग इंडेक्स (एफएसआई): फ्री स्वेलिंग इंडेक्स उस वृद्धि को दर्शाता है जो कोयले को विशेष परिस्थितियों में गर्म करने पर उसके आयतन में होती है। इसे क्रूसिबल स्वेलिंग नंबर (सीएसएन) भी कहा जाता है।

लो टेम्परेचर ग्रे किंग कोक प्रकार (एलटीजीके): इस परीक्षण का उद्देश्य कोयले या कोयला मिश्रण के केकिंग गुणों तथा कार्बनीकरण के दौरान बनने वाले विभिन्न उप-उत्पादों की प्राप्ति का आकलन करना है।

गाइसलेर फ्लूइडिटी: यह परीक्षण कोयले के रियोलॉजिकल गुणों को मापता है। इसके द्वारा प्रारंभिक सॉफ्टनिंग तापमान, अधिकतम फ्लूइडिटी का तापमान, प्लास्टिक रेंज, अधिकतम फ्लूइडिटी तथा पुनः ठोस बनने का तापमान ज्ञात किया जाता है। इसे डायल डिवाइजन प्रति मिनट (डीडीपीएम) में व्यक्त किया जाता है। यह परीक्षण कोयले के मिश्रण में विभिन्न कोयलों की अनुकूलता के बारे में भी बताता है।

अंतर्निहित नमी : यह कोयले की परिपक्वता के बारे में अच्छा संकेत देता है। जैसे-जैसे कोयले की रैंक बढ़ती है, सामान्यतः अंतर्निहित नमी कम होती जाती है।

मीन अधिकतम रिफ्लेक्टेंस (एमएमआर): कोयले की रैंक का निर्धारण उसके रिफ्लेक्टेंस को मापकर किया जाता है, जिसे एमएमआर मान द्वारा व्यक्त किया जाता है। एमएमआर का मान कोक की मजबूती के प्रत्यक्ष अनुपात में होता है।

तालिका - 1: आने वाले स्वस्वदेशी और आयातित कोकिंग कोयलों के गुण

कोयला	राख	वीएम	एफएसआई	एलटीजीके	अंतर्निहित नमी	एमएमआर
पीसीसी	19 - 23	21-23	>2.0	>ई	< 1.5	1.10
एमसीसी	20 - 25	23-25	>1.0	>ई	< 1.5	0.85
आयातित सॉफ्ट	8-10	25-30	>5.0	>जी4	< 1.5	0.9
ऑस्ट्रेलियाई हार्ड	8-10	18-20	>5.0	>जी4	< 1.5	1.25
यूएसए हार्ड	8-10	24-26	>5.0	>जी4	< 1.5	1.10
मोज़ाम्बिक (बेंगा)	12 - 14	24-26	>5.0	>जी4	< 1.5	1.15
इंडोनेशिया हार्ड	10-12	24-26	>5.0	>जी4	< 1.5	1.10

2.3 कोयला हैंडलिंग संयंत्र

कोक, लौह अयस्क से लोहा निकालने के लिए उपयोग किए जाने वाले सबसे महत्वपूर्ण कच्चे मालों में से एक है। ब्लास्ट फर्नेस के प्रचालन की सफलता उस कोक की संगत गुणवत्ता पर निर्भर करती है, जो ब्लास्ट फर्नेस में उपयोग किया जाता है। कोक की गुणवत्ता कोक ओवन में अपनाई जाने वाली प्री-कार्बनीकरण, कार्बनीकरण तथा पोस्ट-कार्बनीकरण तकनीकों पर निर्भर करती है। प्री-कार्बनीकरण तकनीक को कोयला हैंडलिंग संयंत्र द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

कोयले की अनलोडिंग और लिफ्टिंग:

वाँशरियों से प्राप्त धुले हुए कोयले को कोयला हैंडलिंग संयंत्र में रेलवे वैगनों द्वारा लाया जाता है। सामान्यतः एक बार में 59 वैगनों का समूह, जिसे रेक कहा जाता है, संयंत्र में लाया जाता है। इन वैगनों को वैगन टिपलर में खाली किया जाता है। यहाँ वैगनों को यांत्रिक रूप से क्लैम्प करके लगभग 172° तक घुमाया जाता है ताकि कोयला नीचे लगे कन्वेयरों पर गिर सके। इसके बाद कन्वेयरों की एक श्रृंखला के माध्यम से कोयले को स्टैकर द्वारा कोयला यार्ड में जमा किया जाता है या ट्रिपर कार के माध्यम से सीधे साइलो में भेज दिया जाता है। कोयला यार्ड को अलग-अलग भागों में विभाजित किया जाता है, जहाँ विभिन्न प्रकार के कोयले को उनके निर्धारित क्षेत्रों में रखा जा सकता है। अलग-अलग प्रकार के कोयलों को अलग-अलग रखना बहुत महत्वपूर्ण होता है ताकि दो प्रकार के कोयलों का मिश्रण न हो। कोयले का आपस में मिल जाना कोक निर्माण के लिए अत्यंत हानिकारक होता है। कोयला यार्ड से कोयले को रिक्लेमर द्वारा निकाला जाता है और कन्वेयरों की एक श्रृंखला के माध्यम से विभिन्न सेल संयंत्रों में प्रचलित व्यवस्था के अनुसार या तो क्रशरों तक या साइलो तक पहुँचाया जाता है।

कुछ संयंत्रों में विभिन्न स्रोतों से आने वाले कोयले को टिपलर में खाली करने के बाद कन्वेयरों द्वारा सीधे साइलो तक पहुँचाया जाता है। इस बात का ध्यान रखा जाता है कि समान ग्रेड का कोयला एक ही साइलो में भरा जाए। वहाँ से कोयले को वेट फीडरों के माध्यम से हैमर क्रशर तक भेजा जाता है और उसके बाद संपूर्ण मिश्रित कोयले को कन्वेयरों द्वारा विभिन्न कोयला टावरों तक पहुँचाया जाता है।

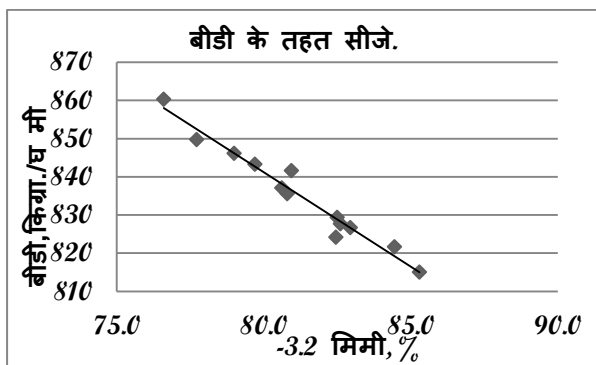
क्रशिंग और ब्लेंडिंग:

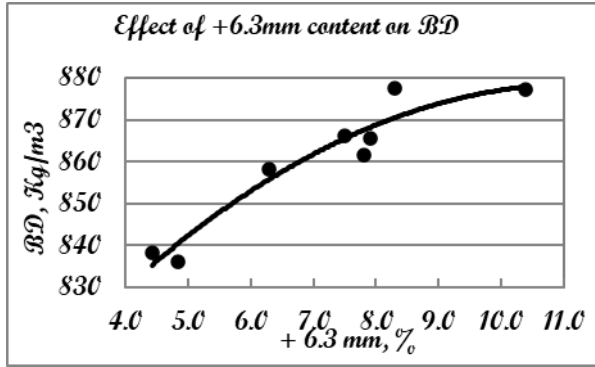
क्रशिंग और ब्लेंडिंग का क्रम विभिन्न सेल संयंत्रों में अलग-अलग होता है। आरएसपी में पहले कोयले की क्रशिंग और उसके बाद ब्लेंडिंग की प्रक्रिया अपनाई जाती है, जबकि अन्य सेल संयंत्रों में क्रशिंग से पहले ब्लेंडिंग की जाती है।

क्रशिंग का महत्व:

कोयला कार्बनिक और अकार्बनिक पदार्थों का एक विषम मिश्रण होता है। अच्छे कोयले की महीन क्रशिंग से कोयले के कणों का विशिष्ट सतह क्षेत्र बढ़ जाता है, जिससे जड़ पदार्थों को भिगोने और उन्हें घेरने के लिए आवश्यक प्लास्टिक पदार्थ की मात्रा बढ़ जाती है। निम्न गुणवत्ता वाले कोयलों की मोटी क्रशिंग से बड़े कण उत्पन्न होते हैं, जो कोक मैट्रिक्स में कमजोरी के केंद्र बन जाते हैं। इन जड़ पदार्थों से स्थिर कणों और शेष चार्ज के प्लास्टिक तथा सिकुड़न व्यवहार में अंतर होने के कारण स्थानीय तनाव उत्पन्न होता है और दरारें बन जाती हैं, जिससे कोक की गुणवत्ता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। क्रशिंग इस प्रकार की जानी चाहिए कि विभिन्न आकार के कणों के बीच न्यूनतम अंतर रहे। कार्बनिक पदार्थों से समृद्ध कण, अकार्बनिक या राख-समृद्ध कणों की तुलना में अधिक नरम होते हैं। राख या जड़ पदार्थ की मात्रा बड़े आकार के कणों (5 मिमी से अधिक) में अधिक होती है, इसलिए ऐसे कणों को अधिक महीन क्रशिंग की आवश्यकता होती है। खनिज पदार्थ/जड़ तत्वों से समृद्ध घटकों को प्रतिक्रियाशील घटकों की तुलना में अधिक महीन आकार में क्रश किया जाना चाहिए ताकि कोयले के चार्ज में जड़ कणों का समान रूप से वितरण हो सके।

कोयले की महीन क्रशिंग आवश्यक है ताकि कोयला मिश्रण के विभिन्न अंतर्निहित घटकों को समरूप बनाया जा सके। कोयले की क्रशिंग हैमर क्रशर द्वारा की जाती है। क्रशिंग कोक ओवन में कोयले के चार्ज की बल्क डेंसिटी को भी प्रभावित करती है। बल्क डेंसिटी का अर्थ ओवन में कोयले के चार्ज की सघनता या निकट पैकिंग से है। तथापि बल्क डेंसिटी जितनी अधिक होगी, कोक की मजबूती उतनी ही बेहतर होगी। क्रशिंग के बाद कोयले का 80% से 82% भाग -3.2 मिमी आकार का होना वांछनीय माना जाता है। इसे क्रशिंग इंडेक्स कहा जाता है। तथापि, अत्यधिक क्रशिंग वांछनीय नहीं होती क्योंकि इससे बल्क डेंसिटी कम हो जाती है और माइक्रो फाइंस की मात्रा बढ़ जाती है, जिससे गैस ऑफ-टेक प्रणाली में जाम होने की समस्या उत्पन्न हो सकती है।





चित्र : कोयला चार्ज में क्रशिंग सूचकांक और +6.3 मिमी मात्रा के साथ बल्क घनत्व अंतर

ब्लेंडिंग का महत्व:

विभिन्न प्रकार के कोयलों के गुण अलग-अलग होते हैं। कुछ कोयलों में कोकिंग गुण अच्छे होते हैं किंतु उनमें राख की मात्रा अधिक होती है और उनकी रैंक कम होती है, जबकि कुछ अन्य कोयलों में राख की मात्रा कम होती है और वांछित रैंक होती है, किंतु उनके कोकिंग गुण अच्छे नहीं होते। फ्लूइडिटी को छोड़कर ये सभी गुण सामान्यतः योगात्मक प्रकृति के होते हैं। कोयले के गुणों से संबंधित तालिका से यह स्पष्ट होता है कि स्वदेशी कोयलों में सामान्यतः राख की मात्रा अधिक होती है और उनके कोकिंग गुण अपेक्षाकृत कमजोर होते हैं, जबकि आयातित कोयलों में राख की मात्रा अपेक्षाकृत कम होती है और उनके कोकिंग गुण बेहतर होते हैं। इसलिए वांछित गुणवत्ता का कोयला ब्लेंड प्राप्त करने के लिए इन दोनों प्रकार के कोयलों का मिश्रण आवश्यक होता है। अच्छी गुणवत्ता का धातुकर्मीय कोक तैयार करने में ब्लेंडिंग की बहुत महत्वपूर्ण भूमिका होती है। ब्लेंडिंग वह प्रक्रिया है जिसमें विभिन्न प्रकार के कोयलों जैसे पीसीसी, एमसीसी, आयातित सॉफ्ट तथा हार्ड कोयलों को अलग-अलग प्रतिशत में मिलाया जाता है ताकि वांछित गुणवत्ता का ब्लेंडेड कोयला प्राप्त किया जा सके। तथापि ब्लेंडिंग बहुत ही सटीक तरीके से की जानी चाहिए ताकि आवश्यक कोक गुणों पर कोई प्रतिकूल प्रभाव न पड़े। सामान्यतः ब्लेंडिंग अलग-अलग प्रकार के कोयलों को बंकर या साइलो से एक सामान्य कन्वेयर बेल्ट पर नियंत्रित मात्रा में डिस्चार्ज करके की जाती है। जब क्रशिंग से पहले ब्लेंडिंग की जाती है, तब क्रशिंग के दौरान विभिन्न प्रकार के कोयले अच्छी तरह से आपस में मिल जाते हैं। जहाँ क्रशिंग के बाद ब्लेंडिंग की जाती है, वहाँ उचित मिश्रण कई ट्रांसफर पॉइंट्स पर होता है, जैसे कि एक कन्वेयर से दूसरे कन्वेयर पर च्यूट के माध्यम से डिस्चार्ज के समय, तथा कोयला टावर या सर्विस बंकर तक परिवहन के दौरान।

कोयला मिश्रण गुणवत्ता:

राख	11.5% अधिकतम
वीएम	23 - 25%
एमएमआर	1.15 से 1.20
सल्फर	< 0.7 %
एफएसआई	5 से 6
अधिकतम तरलता	300 से 600
नमी	7 से 9 %

2.4 कार्बनीकरण प्रक्रिया

मिश्रित कोयले को धातुकर्मीय कोक में परिवर्तित करने की प्रक्रिया को कार्बनीकरण कहा जाता है। इसे वायु की अनुपस्थिति में कोयले को गर्म करने की प्रक्रिया के रूप में परिभाषित किया जाता है। इसे कोयले का विनाशकारी आसवन भी कहा जाता है। कार्बनीकरण की प्रक्रिया ऊँचे, संकरे तथा ऊपर से ढके हुए कक्षों में होती है, जो अग्निरोधक ईंटों से बने होते हैं और इन्हें ओवन कहा जाता है। एक निश्चित संख्या में ओवन मिलकर एक बैटरी बनाते हैं। इन ओवनों को स्ट्रक्चरल तथा एंकरेज के माध्यम से यांत्रिक रूप से सहारा दिया जाता है।

बैटरी को उसके आकार और डिज़ाइन के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है। सबसे सामान्य वर्गीकरण इस प्रकार हैं:

- क. **टॉल बैटरी** - 7.0 मीटर ऊँचाई
 स्मॉल बैटरी - 4.3 मीटर ऊँचाई

ख. रिकवरी टाइप बैटरी - कार्बनीकरण के दौरान उत्पन्न गैस को एकत्र किया जाता है और उप-उत्पाद संयंत्र में साफ किया जाता है। इस साफ गैस का उपयोग पूरे संयंत्र में ईंधन गैस के रूप में किया जाता है। गैस की सफाई के दौरान विभिन्न रसायनों को उप-उत्पाद के रूप में प्राप्त किया जाता है।

नॉन-रिकवरी टाइप बैटरी - इसमें कोई उप-उत्पाद प्राप्त नहीं होते क्योंकि उत्पन्न गैस स्वयं ईंधन के रूप में उपयोग हो जाती है।

ग. टॉप चार्ज बैटरी - यह पारंपरिक बैटरी होती है जिसमें ऊपर से चार्जिंग की जाती है। चार्जिंग कार (वह मशीन जो कोयला टॉवर से कोयला लेकर ओवन में भरती है) ओवन के ऊपर चलती है और ओवन के ऊपर बने चार्जिंग होल्स के माध्यम से कोयला ओवन में डालती है।

स्टैम्प चार्ज बैटरी - इसमें कोयले को दबाकर केक के समान पदार्थ बनाया जाता है और इसे पुशर/रैम साइड से ओवन के अंदर धकेल कर चार्ज किया जाता है।

कोयला टॉवर से मिश्रित कोयले को ऊपर से ओवन में भरा जाता है। प्रत्येक ओवन दो हीटिंग वॉल्स के बीच स्थित होता है, जिनसे ऊष्मा ओवन के अंदर भरे कोयले तक पहुँचती है। जब कोयले को ओवन में डाला जाता है तो वह गर्म होकर एक प्लास्टिक पिंड का रूप ले लेता है, जो हीटिंग वॉल्स के पास पुनः ठोस होकर कोक का निर्माण करता है। इसके बाद ऊष्मा कोयले की अगली परत तक पहुँचती है और इसी प्रकार यह प्रक्रिया केंद्र तक चलती रहती है। कार्बनीकरण के दौरान कोयला पहले 250°C से तक डी-मॉडिफिकेशन (सूखने) की प्रक्रिया से गुजरता है। इसके बाद लगभग 300°C से पर यह नरम होना शुरू करता है। 350°C से 550°C के बीच यह प्लास्टिक या स्वेल्डिंग की अवस्था में पहुँच जाता है। इसके बाद 400 डिग्री से. से 700 डिग्री से. के बीच फँसी हुई गैसों बाहर निकल जाती हैं। कोक ओवन गैस का कैलोरिफिक मान लगभग 4300 कि. कै/घन मीटर होता है। इस गैस को अमोनिया लिकर/फ्लशिंग लिकर द्वारा लगभग 80 डिग्री से. तक ठंडा किया जाता है। 700 डिग्री से. से अधिक तापमान पर ओवन के अंदर का पिंड पुनः ठोस (संकुचन) हो जाता है। अंततः लगभग 1000 डिग्री से. तापमान पर कठोर और छिद्रयुक्त कोक बनता है। पूर्ण कार्बनीकरण में लगने वाले कुल समय को कोकिंग टाइम या कोकिंग पीरियड कहा जाता है। इसके बाद गर्म कोक को ओवन से बाहर धकेला जाता है। गर्म कोक को पानी के स्प्रे या शुष्क नाइट्रोजन गैस के प्रवाह द्वारा ठंडा किया जाता है। इस प्रक्रिया को कोक क्वेंचिंग कहा जाता है। सामान्यतः कोक को लगभग 90 सेकंड तक पानी के स्प्रे से ठंडा किया जाता है, जिसे क्वेंचिंग टाइम कहा जाता है। ठंडा होने के बाद कोक को उचित साइजिंग के लिए कोक सॉर्टिंग संयंत्र में भेजा जाता है और वहाँ से ब्लास्ट फर्नेस तक भेजा जाता है।

मुख्य उपकरण:

कोक निर्माण की प्रक्रिया में निम्नलिखित प्रमुख उपकरण/मशीनों का उपयोग किया जाता है:

- चार्जिंग कार - यह कोयला टॉवर से मिश्रित कोयले को लेकर खाली ओवन में चार्ज करती है।

- ➔ पुशर कार या रैम कार - इसका कार्य चार्जिंग के दौरान ओवन के अंदर कोयले को समतल करना तथा कार्बनीकरण के बाद ओवन के अंदर से कोक को बाहर धकेलना होता है।
- ➔ कोक गाइड कार - यह कोक को बाहर निकालते समय उसे क्वेंचिंग कार की ओर ले जाती है।
- ➔ क्वेंचिंग कार - यह गर्म कोक को क्वेंचिंग टॉवर तक ले जाती है और ठंडा होने के बाद उसे व्हार्फ में गिरा देती है।

इन मशीनों में कई प्रकार के यांत्रिक और विद्युत इंजीनियरिंग उपकरण लगे होते हैं। इनमें हाइड्रोलिक ऑपरेटिंग प्रणाली होता है जो वीवीएफडी (वेरिएबल वोल्टेज और वेरिएबल आवर्ती ड्राइव) ड्राइव द्वारा संचालित होता है और पीएलसी (प्रोग्रामेबल लॉजिकल नियंत्रक) प्रणाली द्वारा नियंत्रित किया जाता है। ये मशीनें रडार आधारित संचार प्रणाली द्वारा आपस में जुड़ी होती हैं, जिसमें अत्याधुनिक तकनीक का उपयोग किया जाता है।

कोक की क्वेंचिंग:

गर्म कोक को ठंडा करने के दो तरीके होते हैं:

1. **वेट क्वेंचिंग** - यह पारंपरिक क्वेंचिंग प्रणाली है जिसमें लाल-गर्म कोक को पानी (फिनोलिक पानी/बीओडी पानी) का छिड़काव करके ठंडा किया जाता है। इस प्रकार प्राप्त कोक में लगभग 5% नमी होती है।
2. **ड्राई क्वेंचिंग** - इस प्रणाली में लाल-गर्म कोक को एक बंद कक्ष में डाला जाता है जहाँ इसे मुख्यतः नाइट्रोजन जैसे निष्क्रिय गैसों के प्रवाह द्वारा ठंडा किया जाता है। गर्म कोक की संवेदी ऊष्मा को पुनः प्राप्त करके भाप उत्पन्न की जाती है। इस प्रकार प्राप्त कोक में लगभग 0.3 से 0.4% नमी होती है और इसकी गुणवत्ता बेहतर होती है।

कोक सॉर्टिंग संयंत्र:

वेट क्वेंचिंग के बाद कोक को क्वेंचिंग कार से एक लंबे ढलान वाले प्लेटफॉर्म पर गिराया जाता है जिसे व्हार्फ कहा जाता है। क्वेंचिंग कार के ऑपरेटर को चाहिए कि वह क्वेंच किए गए कोक को व्हार्फ के एक सिरे से दूसरे सिरे तक समान रूप से गिराए। क्वेंच किए गए कोक को लगभग 20 मिनट (रिटेंशन समय) तक व्हार्फ में रहने दिया जाना चाहिए, ताकि कोक के अंदर बची हुई गर्मी बाहर निकल जाए और सतह की नमी वाष्पित हो सके। इस रिटेंशन समय को बनाए रखने के लिए व्हार्फ को एक ओर से खाली किया जाता है और धीरे-धीरे दूसरी तरफ की ओर बढ़ा जाता है। यदि क्वेंचिंग के बाद कोई गर्म कोक रह जाता

है तो उसे हाथ से पानी का छिड़काव करके ठंडा किया जाता है, जिसे स्पॉट क्वेंचिंग कहा जाता है। तथापि यह स्पॉट क्वेंचिंग वांछनीय नहीं होती क्योंकि इससे कोक में नमी की मात्रा बढ़ जाती है। ठंडा कोक इसके बाद 80 मिमी स्क्रीन पर भेजा जाता है। +80 मिमी आकार के कोक को कोक कटर/क्रशर में भेजा जाता है ताकि उसका आकार कम किया जा सके। +25 मिमी से -80 मिमी आकार का कठोर कोक अलग करके ब्लास्ट फर्नेस में भेजा जाता है। +15 मिमी से -25 मिमी आकार के कोक को नट कोक कहा जाता है और इसे भी अलग करके सिंटरिंग संयंत्र में भेजा जाता है। -15 मिमी आकार के अंश को फाइन ब्रीज़ या ब्रीज़ कोक कहा जाता है और इसे भी सिंटरिंग संयंत्र में भेजा जाता है।

ड्राई क्वेंचिंग की स्थिति में कोक को नाइट्रोजन से ठंडे किए गए कक्ष से निकालकर उसी प्रकार की साइजिंग और स्क्रीनिंग प्रक्रिया से गुजारा जाता है।

2.5 कोक की विशेषताएं

राख :

कोक में मौजूद राख निष्क्रिय होती है और ब्लास्ट फर्नेस में बनने वाले स्लैग का हिस्सा बन जाती है। इसलिए कोक में राख न केवल ऊष्मा को व्यर्थ करती है बल्कि फर्नेस के उपयोगी आयतन को भी कम कर देती है। इसलिए कोक में राख की मात्रा कम होना वांछनीय है। वांछित राख की मात्रा 15% से कम होनी चाहिए।

वाष्पशील पदार्थ (वीएम):

कोक में वीएम कार्बनीकरण की पूर्णता का संकेत देता है और इस प्रकार कोक की गुणवत्ता को दर्शाता है। यह जितना कम हो उतना अच्छा होता है, अर्थात् 1% से कम।

समग्र नमी(जीएम):

इसका फर्नेस में कोई विशेष कार्य नहीं होता। यह केवल वाष्पीकरण के लिए ऊष्मा को खर्च करता है। इसलिए नमी की मात्रा कम होना वांछनीय है। तथापि पानी से क्वेंचिंग के दौरान कुछ मात्रा में नमी का होना अनिवार्य हो जाता है।

मिकम इंडेक्स :

मिकम इंडेक्स कोक की ठंडी अवस्था में मजबूती को दर्शाता है। एम10 मान कोक की घर्षण के प्रति मजबूती को दर्शाता है। एम10 का मान जितना कम होगा, घर्षण के प्रति मजबूती उतनी ही बेहतर होगी। लगभग 8.0 का एम10 मान अच्छे कोक की मजबूती को

दर्शाता है। एम40 मान कोक की भार वहन क्षमता या आघात भार के प्रति मजबूती को दर्शाता है। यदि एम40 का मान कम होगा तो कोक फर्नेस के अंदर टूट जाएगा, जिससे बर्डन की पारगम्यता कम हो जाएगी और फर्नेस में बनने वाली गैसों के ऊपर जाने में बाधा उत्पन्न होगी। एक अच्छे कोक का एम40 मान 80 से अधिक होना चाहिए।

कोक प्रतिक्रियाशीलता सूचकांक (सीआरआई):

कोक प्रतिक्रियाशीलता उस प्रतिशत भार हानि को दर्शाती है जो 1100 डिग्री से. तापमान पर कार्बन डाइऑक्साइड के प्रभाव से कोक में होती है। यह फर्नेस के अंदर उपस्थित प्रतिक्रियाशील वातावरण में कोक की स्थिरता को दर्शाती है। इसलिए सीआरआई का मान जितना कम होगा, कोक उतना ही बेहतर होगा। इसका वांछित मान 21 से 24 के बीच होना चाहिए।

कोक प्रतिक्रिया पश्चात मजबूती (सीएसआर):

यह फर्नेस के अंदर प्रतिक्रियाशील वातावरण से गुजरने के बाद कोक की मजबूती को दर्शाता है। अच्छे कोक के लिए सीएसआर का मान 64 से 66 के बीच होना चाहिए। इसे कोक की हॉट स्ट्रेंथ भी कहा जाता है।

सीआरआई और सीएसआर को भी कोक की हॉट स्ट्रेंथ के रूप में जाना जाता है।

कोक का आकार:

कोक का आकार भट्टी के भीतर बर्डन की पारगम्यता बनाए रखने के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण होता है। ब्लास्ट फर्नेस के लिए आवश्यक कोक का आकार 25 मिमी से अधिक और 80 मिमी से कम होना चाहिए। यदि अंडरसाइज़ अधिक होगा तो पारगम्यता कम हो जाएगी क्योंकि छोटे कोक के टुकड़े खाली स्थानों को भर देते हैं और बाहर निकलने वाली गैसों के प्रवाह में अधिक प्रतिरोध उत्पन्न करते हैं। यदि ओवरसाइज़ अधिक होगा तो अभिक्रियाओं के लिए कोक का सतह क्षेत्र कम हो जाएगा। इसलिए कोक का आकार +25 मिमी और - 80 मिमी के बीच बनाए रखना आवश्यक है।

ब्लास्ट फर्नेस में कोक की भूमिका:

ब्लास्ट फर्नेस के प्रचालन में कोक की अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका होती है। भट्टी के स्थिर प्रचालन के लिए कोक की संगत गुणवत्ता बहुत आवश्यक है। कोक की गुणवत्ता में परिवर्तन ब्लास्ट फर्नेस की रसायन प्रक्रिया पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है। ब्लास्ट फर्नेस में कोक की भूमिकाएँ निम्नलिखित हैं:

- यह ईंधन के रूप में कार्य करता है।
- यह रिड्यूसिंग एजेंट के रूप में कार्य करता है।
- यह भट्टी के अंदर बर्डन को सहारा देता है।
- यह भट्टी के अंदर पारगम्यता प्रदान करता है।

2.6 कोयला रसायन

वायु की अनुपस्थिति में कोयले को गर्म करके कोक बनाने की प्रक्रिया को कोयला कार्बनीकरण या रूपांतरकारी आसवन कहा जाता है। कोयला कार्बनीकरण का मुख्य उद्देश्य कोक का उत्पादन करना है, जबकि सह-उत्पाद के रूप में कोक ओवन गैस प्राप्त होती है। कोक ओवन गैस से विभिन्न उप-उत्पाद जैसे टार, बेंजोल, नेफ्थलीन, अमोनिया, फिनोल, एन्थ्रासीन आदि प्राप्त होते हैं। सामान्यतः उच्च तापमान पर कोयला कार्बनीकरण एकीकृत इस्पात संयंत्रों की कोक ओवन बैटरी में 1000-1200 डिग्री से. तापमान पर किया जाता है।

उप-उत्पाद संयंत्र में कोयला कार्बनीकरण के दौरान उत्पन्न कोक ओवन गैस से प्रमुख उप-उत्पाद जैसे टार, अमोनिया और क्रूड बेंजोल प्राप्त किए जाते हैं। गैसीय उत्पादों की मात्रा, उनका संघटन और गुण मुख्यतः कोकिंग के लिए उपयोग किए गए कोयला ब्लेंड, हीटिंग व्यवस्था तथा बैटरी की प्रचालन स्थिति पर निर्भर करते हैं।

कोक ओवन से निकलने वाली गैस में अनेक प्रकार की अशुद्धियाँ होती हैं, जिन्हें इस गैस को कोक ओवन हीटिंग तथा इस्पात संयंत्र के अन्य भागों में ईंधन के रूप में उपयोग करने से पहले अच्छी तरह साफ करना आवश्यक होता है। कोक ओवन गैस में मुख्य अशुद्धियाँ टार फॉग, अमोनिया, नेफ्थलीन, हाइड्रोजन सल्फाइड, बेंजोल, अवशिष्ट हाइड्रोकार्बन तथा एचसीएन के अंश होते हैं। इन अशुद्धियों को हटाने के लिए कोक ओवन गैस को कई कूलर और कंडेंसर से गुजारा जाता है तथा इसके बाद अमोनिया कॉलम, सैचुरेटर, वॉशर, टार प्रीसिपिटेटर, नेफ्थलीन वॉशर, बेंजोल स्क्रबर आदि इकाइयों में उपचारित किया जाता है। सफाई की प्रक्रिया के बाद भी अंतिम कोक ओवन गैस में कुछ मात्रा में अशुद्धियाँ शेष रहती हैं। कोक ओवन गैस की गुणवत्ता उसमें उपस्थित विभिन्न अशुद्धियों की मात्रा तथा उसकी ऊष्मीय क्षमता पर निर्भर करती है। अच्छी गुणवत्ता की कोक ओवन गैस में अशुद्धियों का सामान्य विश्लेषण इस प्रकार होता है: टार फॉग - 30 एमजी/एनएम³ ± 10 एमजी, अमोनिया - 30 एमजी/एनएम³ ± 10 एमजी, नेफ्थलीन - 250 एमजी/एनएम³ ± 50 एमजी, हाइड्रोजन सल्फाइड - 200 एमजी/एनएम³ ± 50 एमजी, एचसीएन - अति सूक्ष्म मात्रा, सीएनएचएम - 1.5 से 2.5%।

कोक ओवन गैस से अलग होने वाला टार अनेक रासायनिक यौगिकों के मिश्रण के रूप में होता है। टार डिस्टिलेशन संयंत्र में टार से कई उत्पाद अलग किए जाते हैं जिनकी बाजार

में मांग होती है। टार से प्राप्त उत्पादों में नेफथलीन सबसे महंगा उत्पाद होता है। अन्य टार उत्पादों में रोड टार, एन्थ्रासीन ऑयल पिच क्रियोजोट मिश्रण, मीडियम हार्ड पिच और एक्स्ट्रा हार्ड पिच आदि शामिल हैं।

कोक ओवन गैस में उपस्थित अमोनिया को अमोनियम सल्फेट के रूप में प्राप्त किया जाता है, जिसका उपयोग कृषि क्षेत्र में उर्वरक के रूप में किया जाता है। क्रूड बेंजोल का उत्पादन कोयला ब्लेंड में उपस्थित वाष्पशील पदार्थ की मात्रा तथा कोकिंग तापमान पर निर्भर करता है। लाइट क्रूड बेंजोल को बेंजोल रेक्टिफिकेशन संयंत्र में शुद्ध किया जाता है और इससे बेंजीन, टोल्यून, जाइलिन, सॉल्वेंट ऑयल आदि उत्पाद प्राप्त होते हैं। बेंजोल उत्पादों की प्राप्ति सामान्यतः प्रसंस्कृत क्रूड बेंजोल का 78-84% होती है। इस प्रक्रिया से प्राप्त उप-उत्पाद अत्यंत महत्वपूर्ण और उपयोगी होते हैं। टार का उपयोग सड़क निर्माण तथा भट्टियों में ईंधन के रूप में किया जाता है। पिच का उपयोग इलेक्ट्रोड निर्माण में किया जाता है। बेंजोल से प्राप्त उत्पाद जैसे बेंजीन, टोल्यून, फिनोल, नेफथलीन और जाइलिन आदि रासायनिक उद्योगों में रंग, पेंट, औषधि, कीटनाशक, डिटर्जेंट, प्लास्टिसाइज़र तथा चमड़ा उत्पाद बनाने में महत्वपूर्ण कच्ची सामग्री के रूप में उपयोग किए जाते हैं।

2.7 कोक ओवन के उप-उत्पाद संयंत्र

कोक ओवन बैटरियों में कार्बनीकरण प्रक्रिया के दौरान उत्पन्न गैस को उप-उत्पाद संयंत्र में संभाला और साफ किया जाता है। गैस की सफाई के दौरान कुछ उप-उत्पाद अलग किए जाते हैं और साफ गैस का उपयोग संयंत्र में ईंधन के रूप में किया जाता है। गैस की सफाई में निम्नलिखित प्रक्रियाएँ शामिल होती हैं।

टार और लिकर प्रसंस्करण संयंत्र

टार और लिकर प्रसंस्करण संयंत्र उस फ्लशिंग लिकर का प्रसंस्करण करता है जो उप-उत्पाद संयंत्र और कोक ओवन बैटरी के बीच संचालित होता है। यह कोक निर्माण प्रक्रिया के दौरान उत्पन्न अपशिष्ट जल को भी प्रोसेस करता है, जो कोयले की नमी और उसमें रासायनिक रूप से बंधे जल के कारण उत्पन्न होता है। इन संयंत्रों के मुख्य कार्य निम्नलिखित हैं:

- उपयुक्त फ्लशिंग लिकर धाराओं का निरंतर और तीव्र पृथक्करण। यह अत्यंत महत्वपूर्ण कार्य है क्योंकि इस प्रवाह की आवश्यकता ओवन से निकलने वाली गर्म गैसों को ऐसे तापमान तक ठंडा करने के लिए होती है जिसे गैस कलेक्टिंग प्रणाली में संभाला जा सके।

- आगे की प्रक्रिया के लिए साफ और टार रहित अतिरिक्त अमोनिया लिकर को अलग करना।
- पानी और ठोस पदार्थों से लगभग मुक्त स्वच्छ टार को अलग करना।

चूँकि फ्लशिंग लिकर की आपूर्ति बहुत महत्वपूर्ण होती है, इसलिए फ्लशिंग लिकर के डिक्वेंटिंग और पुनः परिसंचरण के लिए सामान्यतः स्टैंडबाय उपकरण लगाए जाते हैं। फ्लशिंग लिकर टार डिक्वेंटर में प्रवाहित होता है जहाँ टार पानी से अलग हो जाता है और इसे टार डिस्टिलेशन संयंत्र में प्रसंस्करण के लिए टार स्टोरेज में पंप किया जाता है। भारी ठोस कण टार की परत से अलग हो जाते हैं और इन्हें टार डिक्वेंटर स्लज के रूप में हटाया जाता है। इसके बाद जलीय लिकर को पुनः बैटरी में पंप कर दिया जाता है, जबकि इसका एक भाग सर्किट से निकाल लिया जाता है जिसे कोक संयंत्र एक्सेस लिकर या अपशिष्ट जल कहा जाता है। इसमें अमोनिया होता है और टार कणों को और अधिक हटाने के बाद इसे स्टीम स्ट्रिपिंग प्रक्रिया में भेजा जाता है।

प्राइमरी गैस कूलर

गैस से टार और अमोनिया लिकर अलग होने के बाद गैस को प्राइमरी गैस कूलर में भेजा जाता है जहाँ पानी द्वारा क्षैतिज ट्यूबों की सहायता से गैस का तापमान कम किया जाता है। कोक ओवन गैस के ठंडा होने पर पानी, नेफथलीन और टार संघनित होकर अलग हो जाते हैं। यह संघनित पदार्थ प्राइमरी कूलर प्रणाली में एकत्रित होता है और इसे टार एवं लिकर प्रसंस्करण संयंत्र में भेज दिया जाता है।

इलेक्ट्रोस्टैटिक टार प्रीसिपिटेटर

जब अपरिष्कृत कोक ओवन गैस ठंडी होती है तो टार वाष्प संघनित होकर एरोसोल के रूप में बन जाती है और गैस के साथ बहती रहती है। यदि इन टार कणों को आगे जाने दिया जाए तो ये गैस लाइनों और बर्नर नोज़लों को दूषित और अवरुद्ध कर सकते हैं। टार प्रीसिपिटेटर में सामान्यतः उच्च वोल्टेज इलेक्ट्रोड का उपयोग किया जाता है जो टार कणों को आवेशित कर उन्हें विद्युत आकर्षण के माध्यम से गैस से अलग कर देता है। टार प्रीसिपिटेटर को एक्सहॉस्टर के पहले या बाद में स्थापित किया जा सकता है।

एक्सहॉस्टर

एक्सहॉस्टर ऐसे उपकरण होते हैं जो बैटरियों से उत्पन्न गैस को अवशोषित करके आगे की प्रक्रिया के लिए निर्धारित स्थान पर भेजते हैं। एक्सहॉस्टर का एक अन्य कार्य आवश्यकतानुसार स्थिर सक्शन बनाए रखना है ताकि हाइड्रोलिक मेन या गैस कलेक्टिंग

मेन (जीसीएम) का दबाव नियंत्रित रहे। कोक ओवन बैटरी के प्रचालन के लिए एक्सहॉस्टर अत्यंत महत्वपूर्ण होता है। यह गैस कलेक्टिंग मेन में गैस दबाव को नियंत्रित रखता है, जिससे बैटरी में होने वाले उत्सर्जन जैसे डोर एमिशन पर भी प्रभाव पड़ता है। यदि एक्सहॉस्टर विफल हो जाए तो बैटरी से उत्पन्न अपरिष्कृत कोक ओवन गैस तुरंत फ्लेयर या ब्लीडर के माध्यम से वातावरण में निकलने लगेगी।

अमोनियम सल्फेट संयंत्र (एसपी)

अमोनिया की संक्षारक प्रकृति के कारण इसे उप-उत्पाद संयंत्र में गैस से हटाना आवश्यक होता है। कोक ओवन गैस से अमोनिया हटाने पर अमोनियम सल्फेट प्राप्त होता है। अमोनियम सल्फेट प्रक्रिया में कोक ओवन गैस को सल्फ्यूरिक अम्ल के घोल के संपर्क में लाया जाता है। एक्सहॉस्टर से निकलने वाली अपरिष्कृत कोक ओवन गैस को सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4) से भरे सैचुरेटर्स से गुजारा जाता है जहाँ गैस में उपस्थित अमोनिया अमोनियम सल्फेट के रूप में अवक्षेपित हो जाता है। सैचुरेटर लिकर की अम्लता 3% से 5% के बीच बनाए रखी जाती है। इस अमोनियम सल्फेट को उर्वरक के रूप में बेचा जाता है।

फाइनल गैस कूलर (एफजीसी)

फाइनल गैस कूलर अमोनियम सल्फेट संयंत्र में होने वाली अभिक्रियाओं के कारण गैस में उत्पन्न ऊष्मा को हटाता है। गैस कूलर सामान्यतः कोक ओवन गैस को ठंडा माध्यम के साथ प्रत्यक्ष संपर्क में लाकर ठंडा करते हैं।

बेंजोल रिकवरी संयंत्र (बीआरपी)

इस इकाई में कच्ची कोक ओवन गैस में उपस्थित बेंजोल को हटाया जाता है। गैस को स्क्रबर में सोलर ऑयल या वॉश ऑयल के माध्यम से गुजारा जाता है। बेंजोल इस तेल में अवशोषित हो जाता है। बेंजोल से समृद्ध तेल को डिस्टिलेशन यूनिट में भेजा जाता है जहाँ तेल और क्रूड बेंजोल अलग किए जाते हैं। तेल को पुनः स्क्रबर में उपयोग किया जाता है। साफ कोक ओवन गैस को ऊर्जा प्रबंधन विभाग द्वारा संचालित गैस नेटवर्क के माध्यम से विभिन्न उपभोक्ताओं को आपूर्ति की जाती है।

बेंजोल रेक्टिफिकेशन संयंत्र

बेंजोल रिकवरी संयंत्र से प्राप्त लाइट क्रूड बेंजोल को इस इकाई में आगे प्रसंस्कृत किया जाता है और निम्नलिखित उप-उत्पाद प्राप्त किए जाते हैं:

- क. बेंजीन
- ख. टोल्यूईन
- ग. ज़ाइलीन
- घ. कार्बन डाइ-सल्फाइड (सीएस₂)

टार डिस्टिलेशन संयंत्र (टीडीपी)

जीसीपीएच से प्राप्त टार को आगे टार डिस्टिलेशन संयंत्र में प्रसंस्कृत किया जाता है। टीडीपी के मुख्य उत्पाद निम्नलिखित हैं:

- (क) टार
- (ख) पिच
- (ग) पिच क्रियोसोट मिश्रण (पीसीएम)
- (घ) नेफथलीन
- (ङ) एन्थ्रासीन तेल

एसिड संयंत्र

एसिड संयंत्र में सल्फ्यूरिक एसिड का उत्पादन डीसीडीए (डबल कनवर्जन डबल एब्जाप्सर्न) प्रक्रिया द्वारा किया जाता है। इस प्रक्रिया में सल्फर को वैनाडियम पेंटाऑक्साइड (वी₂ओ₅) उत्प्रेरक की उपस्थिति में सल्फर ट्राइऑक्साइड (एसओ₃) में परिवर्तित किया जाता है और फिर इसे सल्फ्यूरिक एसिड में बदला जाता है। इस एसिड का उपयोग अमोनियम सल्फेट संयंत्र में अपरिष्कृत कोक ओवन गैस से अमोनिया को हटाने के लिए किया जाता है।

पीईपीटी/बीओडी संयंत्र

फिनोलिक एफ्लुएंट ट्रीटमेंट संयंत्र (पीईटीपी) या बायोलॉजिकल ऑक्सीजन डिमांड (बीओडी) संयंत्र में पूरे कोक ओवन से उत्पन्न दूषित पानी को बैक्टीरिया की सहायता से शुद्ध किया जाता है ताकि उसमें मौजूद प्रदूषक तत्वों को हटाया जा सके। उपचारित पानी का उपयोग बाद में क्वेंचिंग टावरों में गर्म कोक को ठंडा करने के लिए किया जाता है। बीओडी संयंत्र में उपचार के बाद विभिन्न एफ्लुएंट के मानक निम्नलिखित होते हैं:

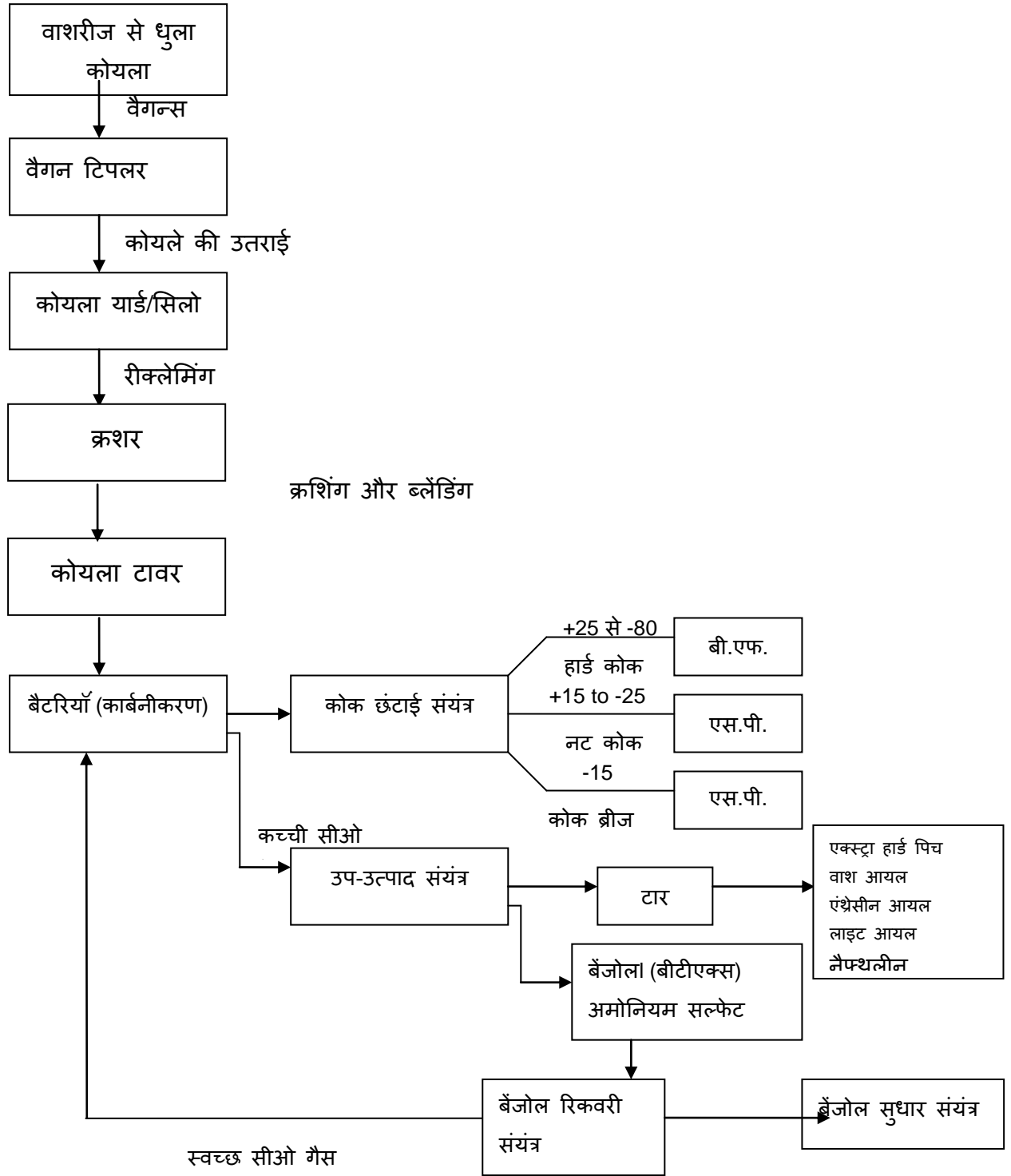
अमोनिया	: 50 पीपीएम
फिनोल	: 1 पीपीएम
सायनाइड	: 0.2 पीपीएम
टार और तेल	: 10 पीपीएम

कोक ओवन गैस (सीओ गैस):

कोक ओवन का सबसे महत्वपूर्ण उप-उत्पाद अपरिष्कृत कोक ओवन गैस होती है। स्वच्छ कोक ओवन गैस के मुख्य घटक निम्नलिखित हैं:

हाइड्रोजन	-	50 से 60%
मीथेन	-	25 से 28%
कार्बन मोनोऑक्साइड	-	6 से 8%
कार्बन डाइऑक्साइड	-	3 से 4%
अन्य हाइड्रोकार्बन	-	2 से 2.5%
नाइट्रोजन	-	2 से 7%
ऑक्सीजन	-	0.2 से 0.4%
कैलोरीफिक मान	-	लगभग 4300 किलो कैलोरी/मी ³

कोक ओवन एवं सीसीडी का प्रोसेस फ्लो चित्र



2.8 प्रदूषण नियंत्रण मानक

पर्यावरण की सुरक्षा के लिए, केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (सीपीसीबी) ने प्रदूषण नियंत्रण के कड़े नियम निर्धारित किए हैं। कोक ओवन के लिए पीएलडी (लीक होते दरवाज़ों का प्रतिशत), पीएलओ (लीक होते ऑफ-टेक का प्रतिशत), पीएलएल (लीक होते ढक्कनों का प्रतिशत) और स्टैक उत्सर्जन के संबंध में विभिन्न मानक इस प्रकार हैं:

कारक	नई बैटरी	मौजूदा बैटरी
पीएलडी	5	10
पीएलएल	1	1
पीएलओ	4	4
एसओ ₂	800 मिग्रा./एनएम ³	800 मिग्रा./एनएम ³
स्टैक उत्सर्जन	50 मिग्रा./एनएम ³	50 मिग्रा./एनएम ³
चार्जिंग उत्सर्जन	16 सेकंड/चार्ज	50 सेकंड/चार्ज

आईएसओ14001:2004 एक पर्यावरण प्रबंधन प्रणाली है जो इस बात से संबंधित है कि पर्यावरण को प्रदूषण मुक्त कैसे बनाया जाए। इसका मुख्य उद्देश्य भूमि, वायु और जल को प्रदूषकों से मुक्त रखना है।

2.9 सुरक्षा

सुरक्षा इस्पात उद्योग में सबसे महत्वपूर्ण पहलू है। यह व्यक्तिगत सुरक्षा के साथ-साथ उपकरणों की सुरक्षा को भी कवर करता है। शॉप फ्लोर में कर्मचारियों के लिए व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (पीपीई) का उपयोग अनिवार्य है। कोक ओवन के विभिन्न क्षेत्रों में कार्य करते समय सुरक्षा हेलमेट, सुरक्षा जूते, दस्ताने, गैस मास्क, ताप रोधी जैकेट, गॉगल्स और डस्ट मास्क का नियमित रूप से उपयोग करना चाहिए।

विभिन्न निर्धारित प्रक्रियाओं जैसे ईएल 20/कार्य करने की अनुमति का पालन करना आवश्यक है, जैसा कि विभिन्न इस्पात संयंत्रों में किया जाता है, और किसी भी उपकरण के रखरखाव के लिए शटडाउन लेने से पहले इन्हें कड़ाई से लागू किया जाना चाहिए।

निर्धारित एसओपी (मानक प्रचालन प्रक्रियाएं) और एसएमपी (मानक रख-रखाव प्रक्रियाएं) का पालन सख्ती से किया जाना चाहिए।

कर्मचारी गैस-प्रवण क्षेत्रों के प्रति सतर्क होने चाहिए और गैस खतरों की जानकारी होनी चाहिए। गैस लाइनों या गैस-प्रवण क्षेत्रों में किसी भी कार्य को करने से पहले ईएमडी की स्वीकृति अनिवार्य है।

किसी भी असुरक्षित कार्य के कारण जान गंवाना कंपनी और परिवार दोनों के लिए अपूरणीय क्षति है, जिसकी कभी भी भरपाई नहीं की जा सकती है।

5-एस प्रणाली (कार्यस्थल प्रबंधन) :

5-एस प्रणाली जापानी अवधारणा है जो कार्यस्थल के उचित प्रबंधन के लिए विकसित की गई थी। इसके अवधारणा के लेखक ताकासी ओसाडा के अनुसार, 5-एस गतिविधियाँ टीमवर्क का महत्वपूर्ण पहलू हैं और सभी स्थानों पर लागू होती हैं।

1 एस : **एसईआईआरआई** - यह कार्यस्थल में आवश्यक और अनावश्यक वस्तुओं को पहचानने, छांटने और अनावश्यक वस्तुओं को हटाने की प्रक्रिया है।

2 एस : **एसईआईटीओएन** - यह सभी वस्तुओं को उपयुक्त स्थान पर व्यवस्थित करने की प्रक्रिया है।

3 एस : **एसईआईएसओ** - यह कार्यस्थल की उचित सफाई और सभी उपकरणों की सफाई सुनिश्चित करने की प्रक्रिया है।

4 एस : **साइकेट्सु** - यह मानकीकरण की प्रक्रिया है।

5 एस : **शित्सुके** - शित्सुके का शाब्दिक अर्थ अनुशासन है। यह प्रणाली का पूरी तरह पालन करने की प्रक्रिया है।

2.10 आईएसओ 45001:2018 (व्यवसायिक स्वास्थ्य और सुरक्षा प्रबंधन प्रणाली)

ओएच और एसएमएस एक औपचारिक ढांचा प्रदान करता है ताकि खतरों की पहचान की जा सके, कर्मचारियों पर उनके प्रभाव का मूल्यांकन किया जा सके और प्रभाव को कम करने के लिए उचित नियंत्रण उपाय लागू किए जा सकें। यह कंपनी को कानूनी अनुपालन सुनिश्चित करने, कर्मचारियों के साथ उचित संवाद और परामर्श स्थापित करने, कर्मचारियों की क्षमता सुनिश्चित करने और पूर्वानुमेय आपात स्थितियों से निपटने की व्यवस्थाएँ रखने में सहायता करता है। यह उत्पाद या उसके अंतिम उपयोगकर्ता की सुरक्षा से संबंधित नहीं है।

यह आईएसओ 9001 (गुणवत्ता) और आईएसओ 14001 (पर्यावरण संबंधी) प्रबंधन प्रणाली मानकों के साथ संगत है। इससे संगठन के भीतर गुणवत्ता, पर्यावरण और स्वास्थ्य व सुरक्षा प्रबंधन प्रणालियों का एकीकरण सरल हो जाता है।

ओएच और एसएमएस के पूरी तरह कार्यान्वयन के प्रभाव:

- (क) जोखिम और हानियों में कमी और/या समाप्ति
- (ख) दुर्घटनाओं, घटनाओं और लागत में कमी
- (ग) विश्वसनीय प्रचालन
- (घ) नियमों, कानूनों, कंपनी मानकों और प्रथाओं का अनुपालन
- (ङ) कार्यस्थल में स्वास्थ्य और सुरक्षा के लिए एक व्यवस्थित और कुशल दृष्टिकोण
- (च) कंपनी की सकारात्मक छवि और प्रतिष्ठा

अध्याय - 3

सिन्टर संयंत्र

3.1 प्रस्तावना

सिन्टर संयंत्र लौह अयस्क के फाइन पार्टिकल्स को अन्य महीन सामग्रियों के साथ उच्च तापमान पर एक साथ मिलाकर ऐसी प्रक्रिया करता है कि ये सामग्रियाँ एक ठोस, छिद्रयुक्त द्रव्यमान में जुड़ जाएँ।

खदानों में बड़ी मात्रा में लौह अयस्क के फाइन पार्टिकल्स उत्पन्न होते हैं, जिन्हें सीधे ब्लास्ट फर्नेस में डाला नहीं जा सकता है। इसके अलावा, इस्पात उद्योग में कई धातु संबंधी अपशिष्ट उत्पन्न होते हैं, जिनका निपटान करना बहुत कठिन होता है। इन फाइन अपशिष्टों का उपयोग करने के लिए इन्हें मिलाकर लंप्स बनाया जाता है, जिसे **सिन्टरिंग** कहा जाता है।

सिन्टरिंग एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें फाइन सामग्री (स्टील संयंत्र अपशिष्ट) को चार्ज में उपलब्ध ईंधन से प्राप्त ताप की सहायता से एक साथ जोड़ा जाता है। यह तकनीक 20वीं सदी की शुरुआत में अपशिष्ट फाइंस के उपचार के लिए विकसित की गई थी। तब से, सिन्टर ब्लास्ट फर्नेस के लिए व्यापक रूप से स्वीकृत और वरीय बर्डेन सामग्री बन गया है।

सिन्टर संयंत्र में प्रयुक्त कच्ची सामग्री

1. लौह अयस्क फाइन्स
2. चूना पत्थर फाइन्स
डोलोमाइट फाइन्स
कोक ब्रीज़ फाइन्स
बी.ओ.एफ. स्लैज
बुझा हुआ चूना
मिल स्केल
बी.ओ.एफ. स्लैग / एलडी स्लैग
बीएफ रिटर्न के फाइन्स
आंतरिक सिन्टर रिटर्न के फाइन्स

3.2 सिन्टरिंग प्रक्रिया

लोहे के अयस्क के फाइन, चूना पत्थर के फाइन, डोलोमाइट फाइन, चूना डस्ट, कोक ब्रीज़ और अन्य धातु अपशिष्टों को चार्ज कैलकुलेशन के आधार पर उचित अनुपात में मिलाया जाता है। इस चार्ज को इस प्रकार पानी मिलाकर बालिंग ड्रम में मिश्रित किया जाता है और मूविंग पैलेट के ग्रेट्स में लोड किया जाता है। बालिंग ड्रम का प्रयोजन कच्ची सामग्री के इस मिश्रण (जिसे बेस मिक्स कहा जाता है) पानी के साथ बॉलिंग ड्रम में मिलाया जाता है और बॉल्स का निर्माण किया जाता है। मिश्रण और बाल निर्माण (नोडुलाइजेशन) के बाद इस बेस मिक्स (जिसे अब ग्रीन मिक्स कहा जाता है) को चलती हुई सिन्टर मशीन की पैलेट्स पर लोड किया जाता है।

हीर्थ लेयर, जिसमें 10 से 20 मिमी आकार के तैयार सिन्टर होते हैं, सबसे नीचे रखा जाता है। ग्रीन मिक्स हीर्थ लेयर के ऊपर लोड किया जाता है। जैसे ही ये कच्चे माल इग्निशन फर्नेस तक पहुँचते हैं, टॉप लेयर को मुख्य रूप से सीओ गैस के ज्वलन से जलाया जाता है। एयर को एक्सहॉस्टर्स या वेस्ट गैस फैंस के माध्यम से नीचे की ओर खींचा जाता है। ऊपर की लेयर से ताप धीरे-धीरे नीचे की परत तक पहुँचता है। कोक कणों के जलने के कारण अंशों के बीच बॉन्डिंग होती है और एक मजबूत और छिद्रयुक्त ठोस द्रव्यमान बनता है जिसे **“सिन्टर”** कहा जाता है। यह सिन्टरिंग प्रक्रिया तब समाप्त होती है जब बॉटम लेयर में कोक फाइन जलना पूरी तरह समाप्त हो जाता है।

सिन्टर केक को फिर क्रश किया जाता है, ठंडा किया जाता है, स्क्रीनिंग किया जाता है और ब्लास्ट फर्नेस में भेजा जाता है। ब्लास्ट फर्नेस में आवश्यक सिन्टर का आदर्श आकार: 5 मिमी से 40 मिमी होता है। -5 मिमी आकार के सिन्टर को स्क्रीन करके वापस सिन्टर बिन्स में भेज दिया जाता है।



चित्र1: एसपी3 में सिन्टर मशीन, मशीन 1

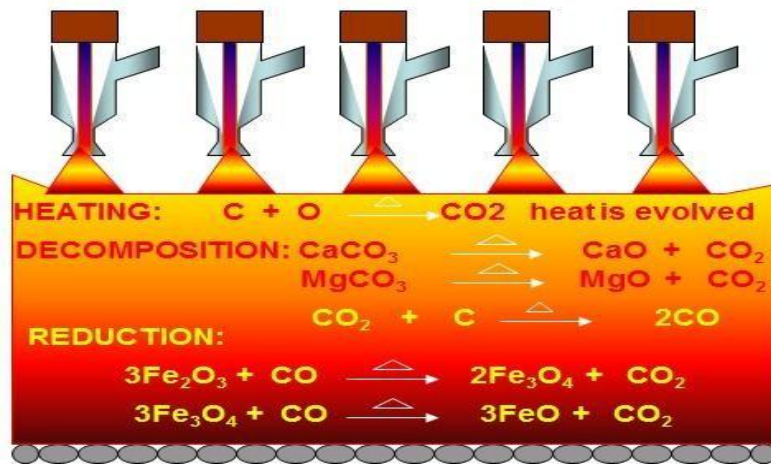
सिन्टर निर्माण



9

अंडर ग्रेट सक्शन पद्धति में फाइंस की सिन्टरिंग प्रक्रिया में फाइंस को बारीक पीसे हुए कोक के साथ ईंधन के रूप में मिलाया जाता है और इस मिश्रण को पैलेट ग्रेट्स पर लोड किया जाता है। ईंधन को जलाने की प्रक्रिया चार्ज की सतह पर विशेष इग्निशन व्यवस्था अर्थात इग्निशन फर्नेस (जिसमें गैसीय ईंधन जलाया जाता है, जिससे उच्च तापमान उत्पन्न होता है और सिन्टर मिक्स में ईंधन को जलाने के लिए आवश्यक ताप उत्पन्न होता है) द्वारा की जाती है।

Sintering



इग्निशन फर्नेस में प्रयुक्त गैसों मुख्य रूप से कोक ओवन गैस या मिक्स्ड गैस होती हैं। मिक्स्ड गैस कोक ओवन गैस और ब्लास्ट फर्नेस गैस का संयोजन होती है। इसके बाद, चार्ज की परतों से हवा को एक्सहॉस्टर्स के माध्यम से अवशोषित करने के कारण दहन प्रक्रिया जारी रहती है। इस कारण ईंधन का दहन धीरे-धीरे नीचे की ओर ग्रेट्स तक चलता है।

इग्निशन के कुछ मिनटों बाद प्राप्त स्कीम से यह देखा गया कि सिन्टरिंग प्रक्रिया को छह विशिष्ट क्षेत्रों में विभाजित किया जा सकता है:

1. कोल्ड सिन्टर क्षेत्र - (60 से 100 डिग्री से.)
2. हॉट सिन्टर क्षेत्र - (100 से 1000 डिग्री से.)
3. ईंधन के गहन दहन का क्षेत्र - (1000 से 1350 डिग्री से.)
4. हीटिंग जोन - (1000 से 700 डिग्री से.)
5. चार्ज के प्री-हीटिंग का क्षेत्र - (700 से 60 डिग्री से.)
6. नमी के पुनः संघनन का क्षेत्र - (60 से 30 डिग्री से.)

ईंधन के दहन वाले क्षेत्र को छोड़कर, सभी क्षेत्रों में प्रतिक्रियाएँ केवल तापीय होती हैं, जबकि दहन क्षेत्र में प्रतिक्रियाएँ तापीय और रासायनिक दोनों प्रकार की होती हैं।

ईंधन दहन क्षेत्र में अधिकतम तापमान 1300-1350 डिग्री से. तक पहुँचता है। क्षेत्रों की ऊर्ध्वाधर गति सिन्टरिंग की ऊर्ध्वाधर गति पर निर्भर करती है।

रेडी सिन्टर वाले क्षेत्र से गर्मी खींची गई हवा में तीव्र रूप से स्थानांतरित होती है। ईंधन दहन क्षेत्र में गर्म हवा और प्रीहीटेड चार्ज आपस में संपर्क करते हैं, और जलते ईंधन के साथ उच्च तापमान उत्पन्न होता है। इसी क्षेत्र में अधिकतम तापमान विकसित होता है और सभी भौतिक-रासायनिक प्रक्रियाएँ होती हैं, जिससे सिन्टर का निर्माण होता है। प्री-हीटिंग क्षेत्र में चार्ज को ईंधन दहन से निकले गर्म उत्पाद की गर्मी स्थानांतरण द्वारा तीव्र रूप से गर्म किया जाता है। नमी पुनः संघनन क्षेत्र में, ठंडा होने के दौरान निकली गैस चार्ज में अतिरिक्त नमी स्थानांतरित करती है। इस क्षेत्र का तापमान अचानक घटता है और जब तक समस्त नमी निकल न जाए, यह बढ़ता नहीं है।

जैसे ही ईंधन दहन क्षेत्र में जल जाता है, रेड-हॉट अर्ध-तरल मिश्रण से सिन्टर बनता है, जिसका ऊँचाई ग्रेट्स की ओर बढ़ती है और यह अगले क्षेत्रों को ऊपर की ओर धकेलता है। ईंधन दहन क्षेत्र के समाप्त होने का अर्थ सिन्टरिंग प्रक्रिया की समाप्ति है।

सिन्टर केक को फिर क्रश किया जाता है, ठंडा किया जाता है, स्क्रीनिंग की जाती है और ब्लास्ट फर्नेस में भेजा जाता है। ब्लास्ट फर्नेस में आवश्यक आदर्श सिन्टर का आकार +5 मिमी से 40 मिमी के बीच होता है। -5 मिमी आकार के सिन्टर को स्क्रीन करके वापस सिन्टर बिन में भेज दिया जाता है, (जिसे इन-संयंत्र रिटर्न फाइंस कहा जाता है)।

एक टन सिन्टर बनाने के लिए (वेट बेसिस) चार्ज अनुपात लगभग निम्नानुसार होगा :-

अयस्क के फाइन्स	: 750-825 किग्रा
कोक	: 65-70 किग्रा
मिल स्केल + बारीक कण	: 26 किग्रा
चूना पत्थर	: 150-180 किग्रा
बी.ओ.एफ. स्लज	: 02 किग्रा
बी.ओ.एफ. स्लैग	: 20 किग्रा
डोलोमाइट	: 3 0 - 4 0 किग्रा
बुझा चूना	: 20 किग्रा
बीएफ सिन्टर वापसी	: 100 किग्रा
संयंत्र के अंदर सिन्टर वापसी	: 456 किग्रा

नोट उपर्युक्त उल्लिखित आकड़े, सेल के विभिन्न संयंत्र में अलग-अलग हो सकते हैं। सिन्टरिंग प्रक्रिया को प्रभावित करने वाले प्रमुख कारक निम्नलिखित हैं:

1. इनपुट कच्ची सामग्री की गुणवत्ता

क. आयरन ऑर फाइन्स की गुणवत्ता:

- +10 मिमी होना नहीं चाहिए।
- -1 मिमी अधिकतम 30% होना चाहिए।
- एलुमिना ($\text{एएल}_2\text{ओ}_3$) अधिकतम 2.55%।
- सिलिका (एसआईओ_2) अधिकतम 2.91%।

+10 मिमी फ्रैक्शन बढ़ने पर सिन्टर कमजोर होगा और उत्पादकता कम होगी।
-1 मिमी फ्रैक्शन बढ़ने से बेड की पारगम्यता घटती है, जिससे उत्पादकता कम होती है।
एलुमिना प्रतिशत बढ़ने से आरडीआई (रिडक्शन डिग्रेडेशन सूचकांक) बढ़ता है, जिससे -5 मिमी फ्रैक्शन बढ़ता है और च्यूट जामिंग की समस्या होती है (बेस/मिक्स में उच्च एलुमिना के कारण)।

एसआईओ_2 स्तर बढ़ने से सिन्टर में ग्लासी फेज़ बढ़ता है और सिन्टर धूसर हो जाता है।

ख. फ्लक्स की गुणवत्ता:

- -3 मिमी फ्रैक्शन कम से कम 90% होना चाहिए (क्रशिंग सूचकांक)।
- क्रशिंग सूचकांक कम होने पर फ्री लाइम बढ़ता है, जिससे सिन्टर कमजोर बनता है।

ग. कोक की गुणवत्ता:

- -3 मिमी फ्रैक्शन कम से कम 85% होना चाहिए (कोक का क्रशिंग सूचकांक)।
- +5 मिमी फ्रैक्शन नहीं होना चाहिए।
- 5 मिमी फ्रैक्शन बढ़ने से उत्पादकता घटती है।
- 0.5 मिमी से कम पार्टिकल आकार बढ़ने से सिन्टरिंग में कोक की खपत बढ़ जाती है।

2. नमी:

मिक्सिंग/नेब्युलाइज़िंग ड्रम में बेस मिक्स में पानी के रूप में नमी मिलाई जाती है। पानी बेस मिक्स के लिए बाइंडर का कार्य करता है। बेस मिक्स में पानी मिलाने की प्रक्रिया सिन्टर बेड की पारगम्यता में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। आदर्श रूप से, कुल बेस मिक्स का 7 से 8% पानी के रूप में उपयोग किया जाता है। पानी का प्रतिशत ज़्यादा होने पर पारगम्यता कम हो जाती है और सिन्टरिंग की गति धीमी हो जाती है। वहीं, पानी का

प्रतिशत कम होने पर बॉलिंग कम होती है, जिसके परिणामस्वरूप पारगम्यता भी कम हो जाती है और उत्पादकता घट जाती है।

3. इग्निशन फर्नेस तापमान:

सिंटर मिक्स का इग्निशन इग्निशन हर्थ के ज़रिए किया जाता है, जहाँ सही वायु/गैस अनुपात की मदद से गैसीय ईंधन जलाकर 1150 से 1250 डिग्री से. का तापमान बनाए रखा जाता है।

1900 कि.कै/एम³ की कैलोरी मान बनाए रखने के लिए 32.5% सीओ गैस और 67.5% बीएफ गैस का इस्तेमाल किया जाता है। आजकल, भिलाई इस्पात संयंत्र का सिंटरिंग संयंत्र 4150 कि.कै/एनएम³ कैलोरी मान वाली कोक ओवन गैस का इस्तेमाल करता है।

हर्थ का तापमान बहुत ज़्यादा होने पर सिंटर की ऊपरी परत पिघल जाती है। इससे बेड की पारगम्यता कम हो जाती है, जिसके परिणामस्वरूप उत्पादकता कम हो जाती है। हर्थ का तापमान कम होने पर इग्निशन ठीक से नहीं हो पाता। सिंटरिंग प्रक्रिया पूरी नहीं हो पाती, जिससे -5 मिमी. वाला हिस्सा बढ़ जाता है, अर्थात् री-सर्कुलेटिंग लोड बढ़ जाता है।

नोट- सेल के अलग-अलग प्लांट में बीएफ और सीओ गैस के मिश्रण का अनुपात और कैलोरी मान अलग-अलग होता है।

4. कोक दर :

सिंटरिंग प्रक्रिया में, बेस मिक्स में कोक एक ठोस ईंधन के रूप में कार्य करता है। यह आमतौर पर कुल चार्ज का 3.5 से 6% होता है। कोक की दर ज़्यादा होने पर ऊपरी परत पिघल जाएगी, जिससे बेड की पारगम्यता कम हो जाएगी। इससे स्टिकर बनने की समस्या बढ़ जाएगी। वहीं, कोक की दर कम होने पर सिंटरिंग की प्रक्रिया अधूरी रह जाएगी।

5. मशीन की गति:

सिंटर मशीन की गति को सिंटरिंग प्रक्रिया की स्थिति के अनुसार बदला जा सकता है। बीटीपी (बर्न्ट थ्रू पॉइंट) तापमान सिंटरिंग प्रक्रिया के पूरा होने का निर्धारण करता है। इसे आमतौर पर सिंटर मशीन के डिस्चार्ज सिरे की ओर से दूसरे अंतिम विंड बॉक्स में देखा जाता है, जहाँ तापमान लगभग 400 डिग्री से. तक पहुँच जाता है। मशीन की गति अधिक होने और बीटीपी कम होने पर -5 मिमी. आकार के कणों का उत्पादन अधिक होता है, जिसके परिणामस्वरूप उत्पादकता कम हो जाती है। मशीन की गति कम होने और बीटीपी तापमान अधिक होने पर भी उत्पादकता कम हो जाती है।

नोट: बीटीपी: निकास गैस का वह तापमान जो सिंटरिंग प्रक्रिया के पूरा होने का संकेत देता है, उसे बीटीपी कहा जाता है। यह लगभग 400 डिग्री सेल्सियस होता है।

सिंटर की क्रशिंग, कूलिंग और स्क्रीनिंग

तैयार सिंटर केक को फिर क्रशर का उपयोग करके 100 मिमी. के आकार तक तोड़ा (क्रश किया) जाता है। इसके बाद, क्रश किए गए तैयार सिंटर को एयर ब्लोअर (फोर्स्ड ड्राफ्ट पंखे) की मदद से एक कूलर पर ठंडा किया जाता है, ताकि कूलर के डिस्चार्ज सिरे पर तापमान लगभग 60-80 डिग्री सेल्सियस रहे। प्रभावी कूलिंग के लिए, सिंटर के बड़े आकार के टुकड़ों को निचले हिस्से में और छोटे आकार के टुकड़ों को ऊपरी हिस्से में रखा जाना चाहिए।

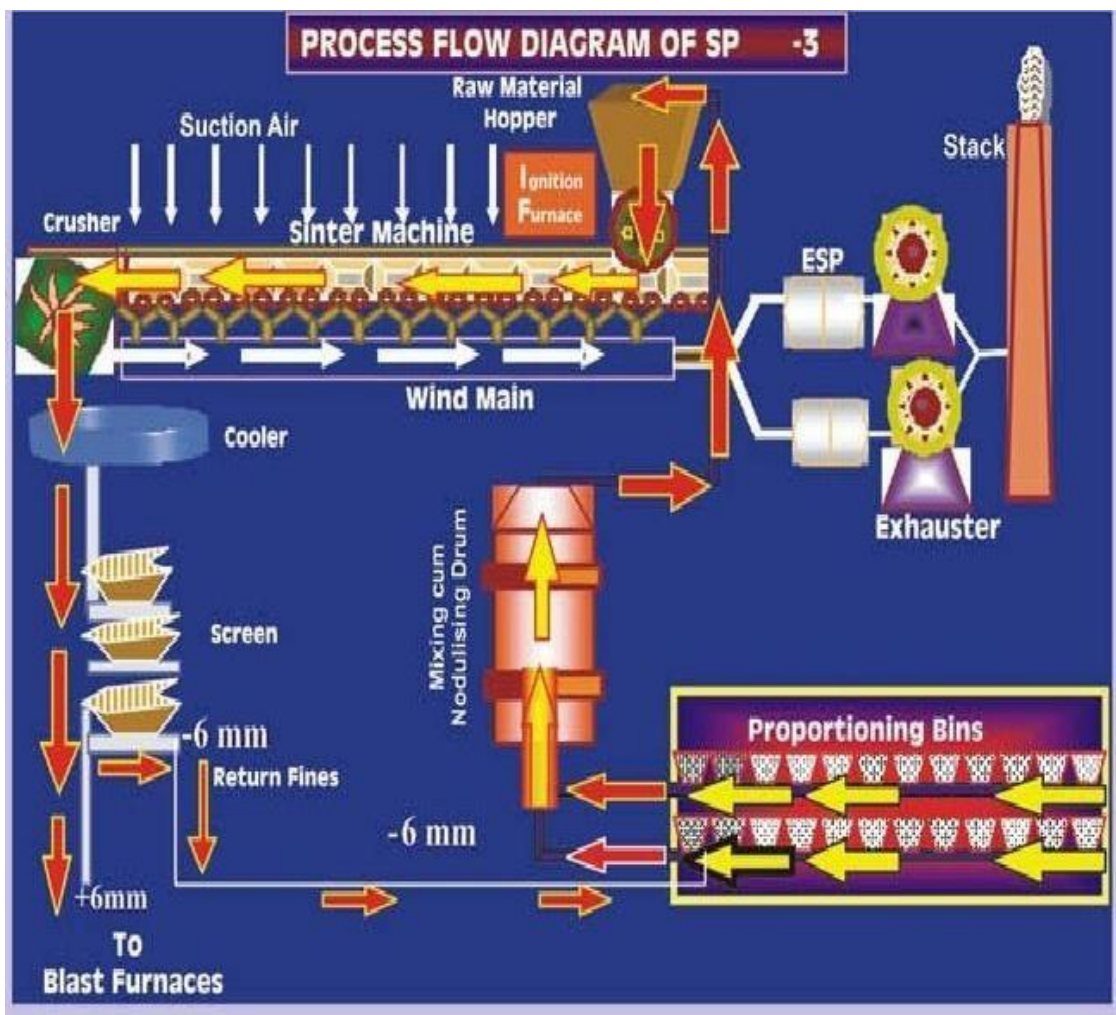
अंत में, सिंटर के विभिन्न हिस्सों की स्क्रीनिंग की जाती है। सिंटर का -5 मिमी. वाला हिस्सा वापस बंकरों में भेज दिया जाता है। 15 से 20 मिमी. वाले हिस्से को भी अलग करके भट्टी की निचली परत के रूप में उपयोग के लिए रखा जाता है। शेष बचे हुए आकार के टुकड़े ब्लास्ट फर्नेस में भेज दिए जाते हैं। स्क्रीनिंग के बाद, ब्लास्ट फर्नेस की आवश्यकता के अनुसार, +10 मिमी. वाला हिस्सा कम से कम 65% और -5 मिमी. वाला हिस्सा अधिकतम 6% होना चाहिए।

सिंटर उपयोग के लाभ:

1. खानों से उत्पन्न ऑर फाइन्स को ब्लास्ट फर्नेस के लिए उपयुक्त फीड में बदलना।
2. धातुकर्म अपशिष्ट जैसे मिल स्केल, एलडी स्लैग, बीओएफ स्लरी, फ्लू डस्ट, फेरो स्क्रैप आदि का किफायती रूप से उपयोग।
3. कोक ओवन में कोक जॉच में उत्पन्न कोक ब्रीज़ का ईंधन के रूप में उपयोग जिसका अन्यथा कोई धातुकर्म उपयोग नहीं होता है।
4. चूँकि फ्लक्स का कैल्सीनेशन सिंटर स्ट्रैंड में ही हो जाता है, इसलिए सुपर-फ्लक्सिंग से भट्टी में बहुत ज़्यादा कोक की बचत होती है।
5. ब्लास्ट फर्नेस के बर्डन में सिंटर का प्रतिशत बढ़ने से उसकी पारगम्यता बढ़ जाती है; फलस्वरूप बर्डन के रिडक्शन और हीटिंग की दर तेज़ हो जाती है, जिससे उत्पादकता भी बढ़ जाती है। इसके साथ ही, ब्लास्ट फर्नेस में कोक की खपत भी कम हो जाती है।

6. अशुद्धियों के कुल द्रव्यमान का बहुत ही कम अंश—जैसे कि सल्फर, फास्फोरस, जिंक और क्षार—कम हो जाता है।
7. हॉट मेटल की गुणवत्ता में सुधार होता है।
8. सिंटर का नरम होने का तापमान ऊँचा होता है और उसका गलनांक क्षेत्र संकरा होता है। इससे ग्रैनुलर ज़ोन का आयतन बढ़ जाता है और कोहेसिव ज़ोन की चौड़ाई सिकुड़ जाती है; परिणामस्वरूप, ब्लास्ट फर्नेस की ड्राइविंग दर बेहतर हो जाती है।

सिंटर संयंत्र का प्रक्रिया फ्लो चित्र



3.3 सिंटर के गुणवत्ता मानदंड (बीएफ की अपेक्षा के अधीन)

	रासायनिक संघटन		भौतिक संघटन	
1.	एफईओ %	8.0 से 11.0	सिंटर आकार	5मिमी से 40मिमी
2.	एमजीओ	2.6 से 3.0	मध्य आकार	18मिमी से 21मिमी

	%			
3.	उपलब्ध चूना(सीएओ- एसआईओ2)%	3.4 से 6	डीटीआई	70% न्यूनतम
4.	बीएफ अपेक्षा के अनुसार		आरडीआई	30% अधिकतम
5.	एसआईओ2 %	4.8 से 5.2	+ 10 मिमी	65 % न्यूनतम
6.	ए12ओ3 %	3.0	+40 मिमी	9 % अधिकतम
7.	क्षारीयता	1.6 से 2.1	- 5 मिमी	6% अधिकतम

नोट - सेल के विभिन्न प्लांट्स में सिंटर की गुणवत्ता के मानक अलग-अलग हो सकते हैं।

गुणवत्ता मानदंडों की परिभाषाएँ:

टम्बलर सूचकांक (डीटीआई):

सिंटर की कोल्ड स्ट्रेंथ टम्बलर परीक्षण से निर्धारित होती है, और यह हर अलग-अलग अयस्क घटक की मज़बूती, बॉन्डिंग मैट्रिक्स घटकों की मज़बूती और अयस्क की बनावट पर निर्भर करती है। यह परीक्षण सिंटर को संभालने, ट्रांसपोर्ट करने और ब्लास्ट फर्नेस प्रोसेस के दौरान उन पर पड़ने वाले असर और घर्षण की वजह से उनके आकार में होने वाली कमी का पता लगाता है। कई खनिज चरणों की फ्रैक्चर स्ट्रेंथ पर की गई स्टडीज़ से यह क्रम तय किया जा सका है: प्राइमरी (या बचा हुआ) हेमेटाइट > सेकेंडरी हेमेटाइट > मैग्नेटाइट > फेराइट्स। कोल्ड मैकेनिकल स्ट्रेंथ का सीधा संबंध सिंटर मशीन और ब्लास्ट फर्नेस के मुँह के बीच ट्रांसपोर्ट और संभालने के दौरान फाइन्स बनने की संभावना से होता है।

रिडक्शन डिग्रेडेशन इंडेक्स (आरडीआई):

कम तापमान पर रिडक्शन के दौरान सिंटर का खराब होना आमतौर पर आरडीआई स्टैटिक परीक्षण से पता लगाया जाता है, जो 550 डिग्री से. पर किया जाता है। इस इंडेक्स के लिए कम मान होना बेहतर माना जाता है। आरडीआई एक बहुत ही महत्वपूर्ण मानदंड है, जिसका उपयोग सभी सिंटरिंग कार्यों में एक संदर्भ के रूप में किया जाता है; साथ ही, यह ब्लास्ट फर्नेस स्टैक के निचले हिस्से में सिंटर के खराब होने के व्यवहार का अनुमान लगाने में भी सहायक होता है।

सिंटर प्लांट में उपयोग किए जाने वाले/निगरानी में रखे जाने वाले कुछ महत्वपूर्ण शब्द/मानदंड इस प्रकार हैं:

कोक क्रशिंग इंडेक्स	किसी भी सैंपल में कोक के -3 मिमी वाले हिस्से की मौजूदगी के प्रतिशत को 'कोक क्रशिंग इंडेक्स' कहा जाता है। बेहतर सिंटरिंग प्रक्रिया के लिए कोक क्रशिंग सूचकांक 85 प्रतिशत से अधिक होना चाहिए।
फलक्स क्रशिंग इंडेक्स	किसी भी सैंपल में फलक्स के -3 मिमी वाले हिस्से की मौजूदगी के प्रतिशत को 'फलक्स क्रशिंग इंडेक्स' कहा जाता है। फलक्स क्रशिंग सूचकांक 90 प्रतिशत से अधिक होना चाहिए।
बर्न थ्रू पॉइंट (बीटीपी)	'बर्न थ्रू पॉइंट' का तापमान सिंटरिंग प्रक्रिया के पूरा होने का संकेत देता है। यह आमतौर पर लगभग 400 डिग्री सेल्सियस होता है और सिंटर मशीन के डिस्चार्ज सिरे से अंतिम दूसरे विंड बॉक्स में पाया जाता है।

3.4 मुख्य क्षेत्र और उपकरण

मुख्य क्षेत्र	उपकरण	कार्य
सिंटर निर्माण और कूलिंग भवन	बॉलिंग ड्रम, सिंटर पैलेट, स्क्रीन, क्रशर, कूलर	मिलाने और पेलेट बनाने के लिए; सिंटरिंग का कार्य करता है; अलग-अलग साइज को छानता है; सिंटर केक को तोड़ता है सिंटर को ठंडा/सामान्य करता है
एग्जॉस्टर	उच्च क्षमता वाले पंखे, बैटरी साइक्लोन, ईएसपी	ग्रेट्स के नीचे से हवा खींचने के लिए; एग्जास्ट हवा को साफ़ करने के लिए, एग्जास्ट हवा को साफ़ करने के लिए
अनुपात-निर्धारण बिन	इलेक्ट्रॉनिक फीडर, कन्वेयर बंकर	फीडिंग परिवहन चार्ज मिक्स के समायोजन के लिए कच्ची सामग्री के भंडारण
कोक और फलक्स क्रशर	रोल क्रशर रॉड मिल्स हैमर क्रशर्स ग्रेब क्रेन्स	कोक क्रशिंग के लिए कोक क्रशिंग के लिए फलक्स क्रशिंग के लिए कोक लिफ्टिंग के लिए

टेक्नो अर्थशास्त्र

- विशिष्ट उत्पादकता : प्रति वर्ग मीटर प्रति घंटा उत्पादित सिंटर
- विशिष्ट ऊष्मा खपत : प्रति टन सिंटर पर गैस खपत
- विशिष्ट विद्युत खपत : प्रति टन सिंटर पर विद्युत खपत

4. विशिष्ट कोक खपत : प्रति टन सिंटर पर कोक खपत
5. विशिष्ट फ्लक्स खपत : प्रति टन सिंटर पर फ्लक्स खपत

सिन्टर को कम लागत में उत्पादित करने के लिए, सिन्टर की विशिष्ट उत्पादकता जितनी अधिक हो सके उतनी होनी चाहिए और अन्य चार मानदंड जितना संभव हो कम होने चाहिए, जबकि गुणवत्ता मानदंड को ध्यान में रखा जाए।

सिन्टरिंग के लाभ :

1. खानों में उत्पन्न बड़ी मात्रा में लौह अयस्क के बारीक कणों का बेहतर उपयोग।
2. फ्लू डस्ट, मिल स्केल, चूना धूल, स्लज आदि जैसे विभिन्न धातुकर्म अपशिष्ट का लाभकारी उपयोग।
3. सुपर फ्लक्सेड सिन्टर के उपयोग से ब्लास्ट फ़र्नेस बोझ से कच्चा फ्लक्स हट जाता है। इससे कोक की काफी बचत होती है और ब्लास्ट फ़र्नेस में उत्पादकता में सुधार होता है।
4. सुपर फ्लक्सेड सिन्टर की उच्च रेड्यूसिबिलिटी के कारण लौह ऑक्साइड का प्रत्यक्ष अपघटन बढ़ता है, जो अतिरिक्त कोक बचत में योगदान देता है।
5. सिन्टर का सॉफ़्टनिंग तापमान अधिक होता है और सॉफ़्टनिंग मेल्टिंग ज़ोन संकीर्ण होता है। इससे दानेदार क्षेत्र का आयतन बढ़ता है और कोहेसिव ज़ोन की चौड़ाई घटती है। परिणामस्वरूप, ब्लास्ट फ़र्नेस की ड्राइविंग रेट में सुधार होता है।
6. हॉट मेटल की गुणवत्ता (एसएमएस दृष्टिकोण से) बेहतर होती है क्योंकि सिलिकॉन सामग्री कम होती है और हॉट मेटल का तापमान अधिक होता है। हॉट मेटल का उच्च तापमान सल्फर हटाने में भी मदद करता है।
7. ब्लास्ट फ़र्नेस के चार्जिंग सेक्शन में सामग्री हैंडलिंग कम हो जाती है और लॉजिस्टिक्स की आवश्यकता भी घटती है।
8. ब्लास्ट फ़र्नेस प्रचालन अधिक विश्वसनीय और कुशल होता है।

3.5 सिन्टर संयंत्र में सुरक्षा खतरे :

1. धूल प्रदूषण : चूंकि सिन्टरिंग प्रक्रिया में बहुत सारे बारीक कणों का उपयोग किया जाता है, इसलिए इससे काफी अधिक धूल प्रदूषण होता है। वेंटिलेशन प्रणाली का कुशलतापूर्वक प्रचालन अत्यंत आवश्यक है। धूल-रोधी मास्क का उपयोग अनिवार्य है। चिमनी स्टैक से होने वाला उत्सर्जन 50 एमजी/एनएम³ है, जबकि वातावरण में फैलने वाला उत्सर्जन 2 एमजी/एनएम³ है।
2. गैस सुरक्षा : चार्ज मिक्स को जलाने के लिए गैसों (आमतौर पर मिक्स्ड

गैस और कोक ओवन गैस) का इस्तेमाल किया जाता है। गैस सुरक्षा से जुड़े सभी प्रोटोकॉल का पालन करना बहुत ज़रूरी है। गैस लाइन पर कार्य करते समय गैस मास्क और कार्बन मोनोऑक्साइड (सीओ) गैस मॉनिटर का इस्तेमाल करना अनिवार्य है।

3. ध्वनि प्रदूषण: एग्ज़ॉस्टर फ़ैन्स के ज़रिए बहुत ज़्यादा मात्रा में हवा खींची जाती है। सक्शन लाइन या एग्ज़ॉस्टर में कहीं भी थोड़ी सी भी लीकेज होने पर बहुत ज़्यादा शोर होता है। सिंटर संयंत्र में एयर कंप्रेसर, चिलर यूनिट, हैमर क्रशर और कोक क्रशर भी ज़्यादा शोर पैदा करने वाले हिस्से हैं। इसलिए, ईयर प्लग का उपयोग अनिवार्य है।

3.6 आईएसओ 45001:2018 (व्यावसायिक स्वास्थ्य और सुरक्षा प्रबंधन प्रणाली)

ओएच और एसएमएस एक औपचारिक संरचना प्रदान करता है ताकि जोखिमों की पहचान की जा सके, उनके कर्मचारियों पर प्रभाव का आकलन किया जा सके और उपयुक्त नियंत्रण उपाय लागू किए जा सकें ताकि उनका प्रभाव न्यूनतम हो। यह किसी कंपनी को कानूनी नियमों का पालन करने, कर्मचारियों के साथ उचित बातचीत और परामर्श सुनिश्चित करने, कर्मचारियों की योग्यता सुनिश्चित करने और पहले से अनुमानित आपात स्थितियों से निपटने के लिए उचित व्यवस्था रखने में भी सहायता करता है। इसका संबंध उत्पाद या उसके अंतिम उपयोगकर्ता की सुरक्षा से नहीं है।

यह पहले से स्थापित आईएसओ 9001 (गुणवत्ता) और आईएसओ 14001 (पर्यावरण) प्रबंधन प्रणाली मानकों के साथ संगत है। यह संगठन के भीतर गुणवत्ता, पर्यावरण और व्यावसायिक स्वास्थ्य एवं सुरक्षा प्रबंधन प्रणालियों के एकीकरण को सुगम बनाने में मदद करता है।

पूर्णतः कार्यान्वित ओएच एवं एसएमएस के प्रभाव इस प्रकार हैं:

- क) जोखिम और नुकसान कम होंगे और/या समाप्त होंगे
- ख) दुर्घटनाओं, घटनाओं और लागत में कमी
- ग) विश्वसनीय प्रचालन

- घ) नियम, कानून, कंपनी मानक और प्रथाओं का अनुपालन
- इ) कार्यस्थल पर स्वास्थ्य और सुरक्षा के लिए एक व्यवस्थित और प्रभावी दृष्टिकोण
- च) कंपनी की सकारात्मक छवि और प्रतिष्ठा

अध्याय- 4

ब्लास्ट फर्नेस

4.1 प्रस्तावना

ब्लास्ट फर्नेस एक काउंटर करंट हीट और मास एक्सचेंजर है, जिसमें ठोस कच्चे माल ऊपर से चार्ज किए जाते हैं और हॉट ब्लास्ट नीचे से ट्यूब्स के माध्यम से भेजा जाता है। ताप को गैस से बर्देन में और ऑक्सीजन को बर्देन से गैस में स्थानांतरित किया जाता है। गैस भट्टी में ऊपर की ओर उठती है, जबकि बर्देन और कोक भट्टी में नीचे की ओर जाते हैं। इन अभिक्रियाओं की विपरीत-प्रवाह प्रकृति, अपचायक वातावरण में पूरी प्रक्रिया को अत्यंत कुशल बना देती है। ब्लास्ट फर्नेस तकनीक का वास्तविक विकास उच्च-क्षमता वाले कोक के उत्पादन के साथ हुआ, जिसने बड़े आकार के ब्लास्ट फर्नेस के निर्माण को संभव बनाया।

4.2 कच्ची सामग्री और उनकी गुणवत्ता

भारत में इस्पात का उत्पादन मुख्य रूप से ब्लास्ट फर्नेस के माध्यम से किया जाता है। लौह अयस्क, सिंटर और कोक, ब्लास्ट फर्नेस में प्रगलन के लिए प्रमुख कच्ची सामग्री हैं।

कच्ची सामग्रियाँ:

पिग आयरन के उत्पादन के लिए निम्नलिखित **कच्ची सामग्रियों का उपयोग** किया जाता है: -

- (i) लौह अयस्क
- (ii) चूना पत्थर / एलडी स्लैग
- (iii) डोलोमाइट
- (iv) क्वार्टजाइट
- (v) मैंगनीज अयस्क
- (vi) सिंटर
- (vii) कोक
- (viii) पैलेट्स
- (ix) स्क्रेप (इस्पात/लोहा)
- (x) कोयले की डस्ट/कोल तार

लौह अयस्क: लोहा युक्त सामग्री; यह पिघली हुई धातु को लोहा प्रदान करता है। लौह अयस्क ऑक्साइड, सल्फाइड और कार्बोनेट के रूप में उपलब्ध होता है; इनमें से ऑक्साइड रूप, जिसे हेमेटाइट (रंग में लाल) कहा जाता है, का उपयोग सेल के संयंत्रों में सर्वाधिक किया जाता है। पिग आयरन के निष्कर्षण के लिए ब्लास्ट फर्नेस में यह प्रमुख खनिज है; इसमें आमतौर पर लोहे की मात्रा 62% से 66% तक होती है, और इसके साथ प्रायः 20% तक प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले महीन कण (-10 मिमी.) भी मिश्रित होते हैं। यद्यपि यह फास्फोरस, सल्फर और तांबे जैसी अशुद्धियों से अपेक्षाकृत मुक्त होता है, लेकिन इसमें गैंग के रूप में एल्यूमिना और सिलिका की मात्रा काफी अधिक होती है। एल्यूमिना की उच्च मात्रा स्लैग को अत्यधिक गाढ़ा बना देती है, जिससे भट्टी के स्थिर प्रचालन में बाधाएँ उत्पन्न होती हैं।

चूना पत्थर/एलडी स्लैग: यह फ्लक्स के रूप में कार्य करता है। यह लौह-युक्त सामग्री में मौजूद गैंग के गलनांक को कम करने में सहायता करता है और लोहा बनाने की प्रक्रिया के दौरान अम्लीय अशुद्धियों के साथ प्रभावी ढंग से मिलकर स्लैग का निर्माण करता है। एलडी स्लैग, चूना पत्थर का एक विकल्प है जो इस्पात संयंत्रों में आसानी से उपलब्ध हो जाता है। इसके उपयोग से अपशिष्ट पदार्थों का सदुपयोग होता है, और इस प्रकार उत्पादन लागत में कमी आती है।

क्वार्टजाइट: यह एक योजक के रूप में कार्य करता है। क्वार्टजाइट, एसआईओ₂ (सिलिका) का एक खनिज है, और सामान्य परिस्थितियों में इसमें लगभग 96-97% एसआईओ₂ होता है, जबकि शेष भाग अशुद्धियों से बना होता है। क्वार्टजाइट, स्लैग में एल्यूमिना की उच्च मात्रा से उत्पन्न होने वाले दुष्प्रभावों को संतुलित करने में अपनी भूमिका निभाता है; यह कार्य स्लैग की इष्टतम क्षारकता को बनाए रखकर संपन्न किया जाता है।

मैंगनीज अयस्क: यह हॉट मेटल में मैंगनीज की आपूर्ति के लिए एक एडिटिव के रूप में कार्य करता है। मैंगनीज अयस्क एमएन और एफई के संयुक्त ऑक्साइड के रूप में उपलब्ध होता है, और इस्पात संयंत्र में उपयोग के लिए इसमें एमएन की सामान्य मात्रा लगभग 28 – 32% होती है। तथापि, सेल के पास उपलब्ध मैंगनीज अयस्क में क्षार की मात्रा अधिक होती है, इसलिए इसका उपयोग सावधानीपूर्वक किया जाना चाहिए।

कोक: यह एक *रिड्यूसिंग एजेंट* और ईंधन के रूप में कार्य करता है; यह बर्डन को संभालता है और एक पारगम्य बेड बनाए रखने में मदद करता है। ब्लास्ट फर्नेस में कोक (मेटलर्जिकल) का उपयोग ईंधन और रिड्यूसिंग एजेंट दोनों के रूप में किया जाता है। भारतीय कोयले की विशेषता है कि इसमें राख की मात्रा अधिक (25 – 30%) होती है, और इससे भी बुरी बात यह है कि राख की मात्रा में भारी उतार-चढ़ाव होता है, कोक की मजबूती

कम होती है जिससे बहुत ज़्यादा बारीक कण बनते हैं, और नमी की मात्रा में तेज़ी से उतार-चढ़ाव होता है, आदि। खराब गुणवत्ता वाले कोक की समस्या को हल करने के लिए, स्थानीय कोयले के मिश्रण में आयातित कोयला (75-95%) मिलाया जाता है, ताकि कोक में राख की मात्रा 13 – 16% तक लाई जा सके।

सिंटर: यह लोहा युक्त पदार्थ है। प्लांट या खदानों में बनने वाले बारीक कणों को सिंटर में बदलकर उनका प्रभावी ढंग से उपयोग किया जाता है। यह ब्लास्ट फर्नेस में डाले गए लौह अयस्क और कोक की राख के लिए आवश्यक अतिरिक्त चूना प्रदान करता है। सिंटरिंग बारीक कणों (इस्पात संयंत्र का कचरा और लौह अयस्क के बारीक कण) को आपस में जोड़ने की एक प्रक्रिया है; यह प्रक्रिया फर्नेस में डाले गए मिश्रण में मौजूद कोक से मिलने वाली गर्मी के कारण होने वाले हल्के पिघलाव से पूरी होती है। इस तरह प्राप्त होने वाले ढेलेदार और छिद्रयुक्त ठोस पदार्थ को "सिंटर" कहा जाता है।

स्क्रेप (इस्पात/लोहा): इस्पात संयंत्र में उत्पाद बनाने की प्रक्रिया के दौरान जो स्क्रेप बनता है, उसका उपयोग ब्लास्ट फर्नेस में वापस डालकर किया जाता है। इससे फर्नेस की उत्पादकता बढ़ती है और उत्पादन लागत कम होती है।

पेलेट्स: यह भी लोहा युक्त पदार्थ है। बहुत ज़्यादा बारीक कण, जिनका उपयोग सिंटर बनाने के लिए नहीं किया जा सकता, उनका उपयोग पेलेट्स बनाने के लिए किया जा सकता है; और इस तरह बने पेलेट्स को ब्लास्ट फर्नेस में डाला जाता है।

कोयला डस्ट इंजेक्शन: यह एक सहायक ईंधन के रूप में कार्य करता है और ब्लास्ट फर्नेस में कोक की खपत को कम करता है। कोयले को 'ट्यूयर्स' के माध्यम से फर्नेस में इंजेक्ट किया जाता है।

कच्ची सामग्री के विभिन्न स्रोत

क्र.सं.	कच्ची सामग्री	बीएसपी	आरएसपी	डीएसपी	आईएसपी	बीएसएल
1.	लौह अयस्क	दल्ली राजहरा रावघाट मेघाहाटाबुरु किरिबुरु	बरसुआ काल्टा मेघाहाटाबुरु किरिबुरु	बोलानी गुआ मेघाहाटाबुरु	गुआ बोलानी मेघाहाटाबुरु	किरिबुरु मेघाहाटाबुरु बोलानी बरसुआ गुआ मनोहरपुर
2.	चूना पत्थर	नंदिनी कुटेश्वर जैसलमेर आयातित	कुटेश्वर जैसलमेर आयातित	कुटेश्वर जैसलमेर आयातित	जैसलमेर आयातित	नंदिनी कुटेश्वर जैसलमेर आयातित
3.	डोलोमाइट	हिरि आयातित	बरादौर बेल्हा	बरादौर आयातित	बेल्हा बरादौर आयातित	बीरमित्रपुर बेल्हा आयातित

कच्ची सामग्री की गुणवत्ता

सामग्री	रासायनिक विश्लेषण	विनिर्देशन	आकार	अन्य विशेषताएं
लौह अयस्क(लम्प्स)	एफई	61.0% न्यूनतम	10 - 40 मिमी	साफ्टेनिंग मेल्टिंग रेंज:
	एसआईओ ₂	2.5 ± 0.5 %		1100 - 1400°से
	पी	0.10% अधिकतम		
	एएल ₂ ओ ₃ / एसआईओ ₂	0.70 अधिकतम		
सिंटर	एफई	50-58%	5 - 40 मिमी	आरडीआई (रिडक्शन डिग्रेडेशन इंडेक्स) <30
	एफईओ	7-10%		आरआई(रिड्यूसिबिलिटी) >65
	एसआईओ ₂	4-6%		टम्बलर इंडेक्स >70

	एएल ₂ ओ ₃	2-3%		साफ्टेनिंग मेल्टिंग रेंज:
	सीएओ	9 - 13%		1200 - 1450°से.
	एमजीओ	2 - 3%		
कोक	राख	13 - 15%	25 - 80 मिमी	सीआरआई(कोक प्रतिक्रियाशीलता इंडेक्स): 21 -23
	वीएम(अस्थिर पदार्थ)	< 1 %		सीएसआर (कमी के बाद कोक दृढता) > 64
	नमी	5 ± 0.5%		एम40 >80%
	एस	0.5 - 0.6%		एम10 <6%
	स्थिर सी	82- 85%		
चूना पत्थर	सीएओ	38 % न्यूनतम	10 - 40 मिमी	
	एसआईओ ₂	6.5 ± 1%		
	एमजीओ	8.5 ± 0.5%		
एलडी स्लैग	सीएओ	40.8 ± 1%	10 - 40 मिमी	
	एमजीओ	10.5 ± 0.5%		
	एसआईओ ₂	15.50%		
मेंगनीज अयस्क	मेंगनीज	30% न्यूनतम	25 - 50 मिमी	
	एसआईओ ₂	30% अधिकतम		
	एएल ₂ ओ ₃	5% अधिकतम		
	पी	0.30% अधिकतम		
सीडीआई कोयला	स्थिर सी	60-70%	80 % माइक्रोन	
	वीएम(अस्थिर पदार्थ)	20-25%		
	राख	9 - 11%		
क्वार्टजाइट	एसआईओ ₂	96% न्यूनतम	25-50 मिमी	
	एएल ₂ ओ ₃	1.5% अधिकतम		

चार्जिंग:

उच्च लाइनें और स्टॉक हाउस

हाई लाइन्स: हाई लाइन्स सेक्शन की मुख्य जिम्मेदारी यह है कि वह विभिन्न स्रोतों से आने वाली कच्ची सामग्री को प्राप्त करे, उसे संग्रहीत करे और समय पर भट्टी के शीर्ष तक पहुँचाए, ताकि भट्टी का प्रचालन सुचारु रूप से चल सके।

ब्लास्ट फर्नेस विभाग में विभिन्न स्रोतों से आने वाली कच्ची सामग्री को आरएमएचपी (कच्ची सामग्री हैंडलिंग संयंत्र) में उतारा जाता है। अयस्क यार्ड का उपयोग सामग्री को स्टॉक करने और औसत बनाने के लिए किया जाता है। आरएमएचपी से सामग्री को ब्लास्ट फर्नेस तक पहुँचाने के लिए निम्न उपकरणों का उपयोग किया जाता है: वैगन टिपलर, कन्वेयर, स्टैकर और रीक्लेमर।

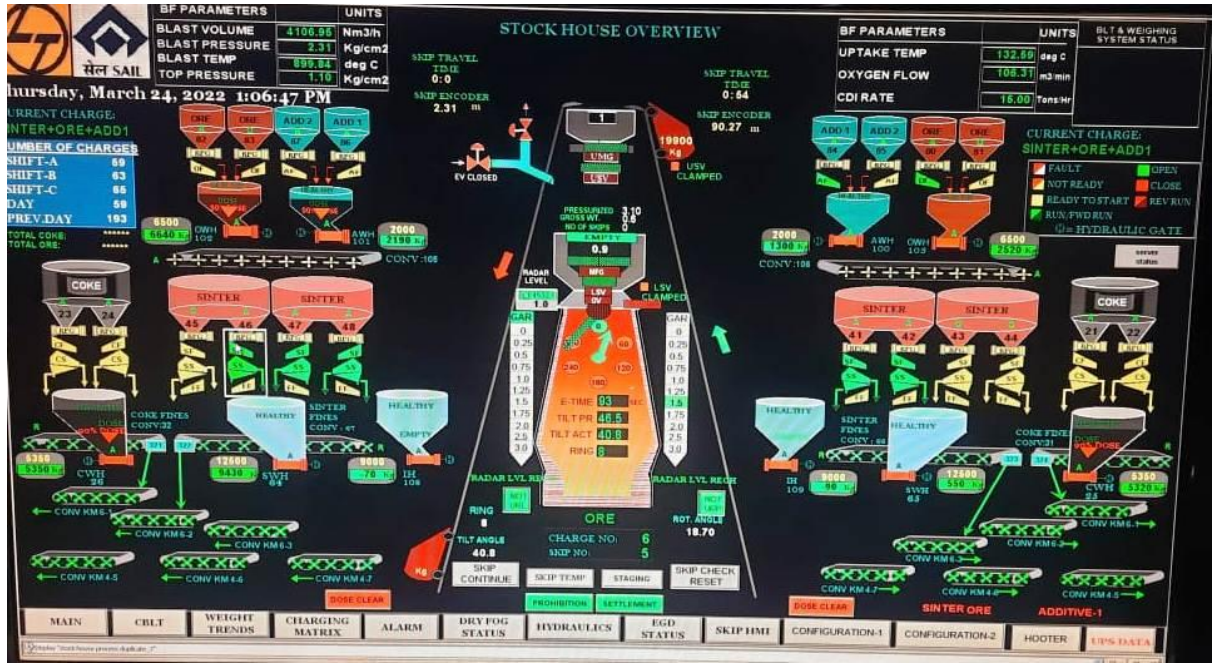
अयस्क यार्ड से कच्ची सामग्री को उचित माध्यमों से संबंधित बंकरों में डाला जाता है। कुछ संयंत्रों में, लौह अयस्क वैगन टिपलर के माध्यम से प्राप्त होता है, फिर उसे ढेर में रखा जाता है और रीक्लेमर के जरिए उठाया जाता है।

हाई लाइन्स के विस्तार ट्रैक पर स्थित बंकर से सिन्टर को या तो रेल ट्रैक पर चलने वाली ट्रांसफर कारों में इकट्ठा किया जाता है, या कन्वेयर बेल्ट के माध्यम से प्राप्त होता है और रिसीविंग हॉपर में संग्रहीत किया जाता है।

सिन्टर को स्टॉक हाउस में स्क्रीन किया जाता है, और इसके फाइन्स को कन्वेयर बेल्ट के माध्यम से वापस भेजा जाता है।

कोक (25-80 मिमी) को कोक सॉर्टिंग संयंत्र (सीएसपी) से ब्लास्ट फर्नेस के कोक बंकरों में कन्वेयर बेल्ट की मदद से भेजा जाता है। कोक के छोटे आकार को कन्वेयर बेल्ट के माध्यम से वापस भेजा जाता है।

स्टॉक हाउस: बंकरों में वाइब्रोफीडर लगाया गया होता है, जो सामग्री को कन्वेयर बेल्ट या स्क्रीन में भेजता है। ब्लास्ट फर्नेस के लिए उपयुक्त आकार की सामग्री को वेइंग हॉपर में अयस्क डिस्चार्ज कन्वेयर के माध्यम से भेजा जाता है। वेइंग हॉपर सामग्री को स्किप में डालता है। प्रणाली से लौटने वाले छोटे कणों को हटाने के लिए कन्वेयर का उपयोग किया जाता है।



होइस्ट हाउस

भट्टी के शीर्ष तक चार्ज की गई सामग्री पहुँचाने के लिए, दो-तरफा स्किप होइस्ट जिसमें 2 स्किप्स होते हैं, लगाया गया है। होइस्ट हाउस स्किप को प्रचालित करता है, जिसे दो मोटर्स द्वारा चलाया जाता है। बेल होइस्ट, इक्वलाइजिंग वाल्व, टेस्ट रॉड आदि भी होइस्ट हाउस से संचालित होते हैं।

चार्जिंग स्किप तक सामग्री का प्रवाह

बंकर → वाइब्रोफीडर → कन्वेयर बेल्ट → वेइंग हॉपर → स्किप कार

बंकर → वाइब्रोफीडर → वेइंग हॉपर → स्किप कार

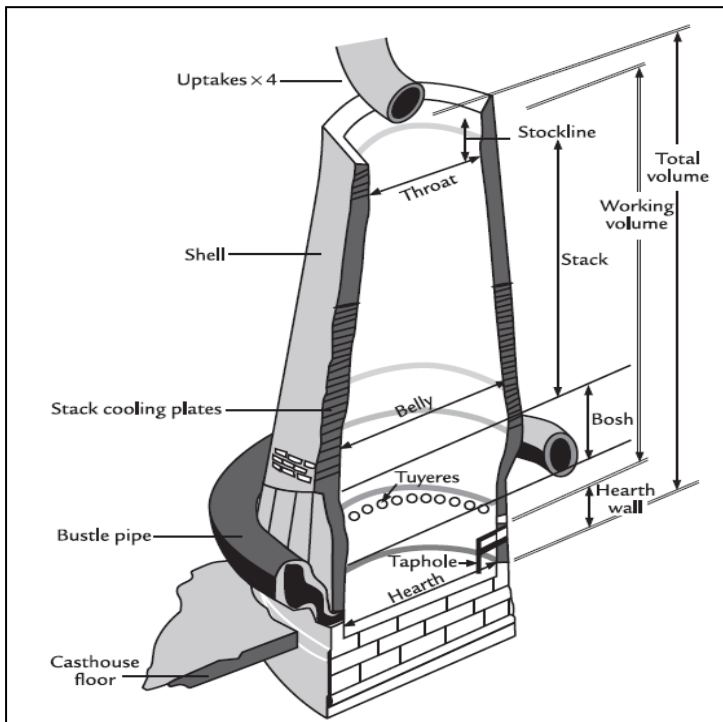
कोक सहित कच्ची सामग्री को भट्टी के पास स्थित हाई लाइन बंकरस्टॉक/ हाउस में परिवहन किया जाता है और वहां उचित रूप से स्क्रीनिंग और वजन किया जाता है। वजन मापन या तो स्केल कार या लोड सेल के माध्यम से किया जाता है। कच्ची सामग्री के इन बैच वाले अनुपातों को स्किप कार या कन्वेयर बेल्ट के माध्यम से ब्लास्ट फर्नेस के शीर्ष तक पहुँचाया जाता है और चार्ज किया जाता है। सामग्री का वितरण इस प्रकार किया जाता है कि कोक और लौह संयुक्त भार (सिंटर लौह अयस्क और फ्लक्स) की वैकल्पिक परतें ब्लास्ट फर्नेस के अंदर बनें।

4.3 ब्लास्ट फर्नेस और सहायक उपकरण

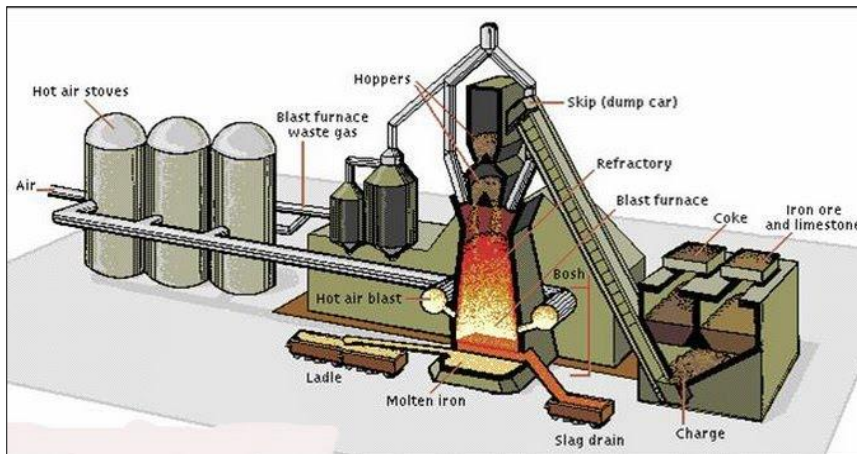
ब्लास्ट फर्नेस मूल रूप से काउंटर करंट उपकरण है, जो दो ट्रंकेटेड कोन से बना होता है, जिनका आधार के अनुसार रखा जाता है।

ऊपर से नीचे तक फर्नेस के भाग इस प्रकार हैं:

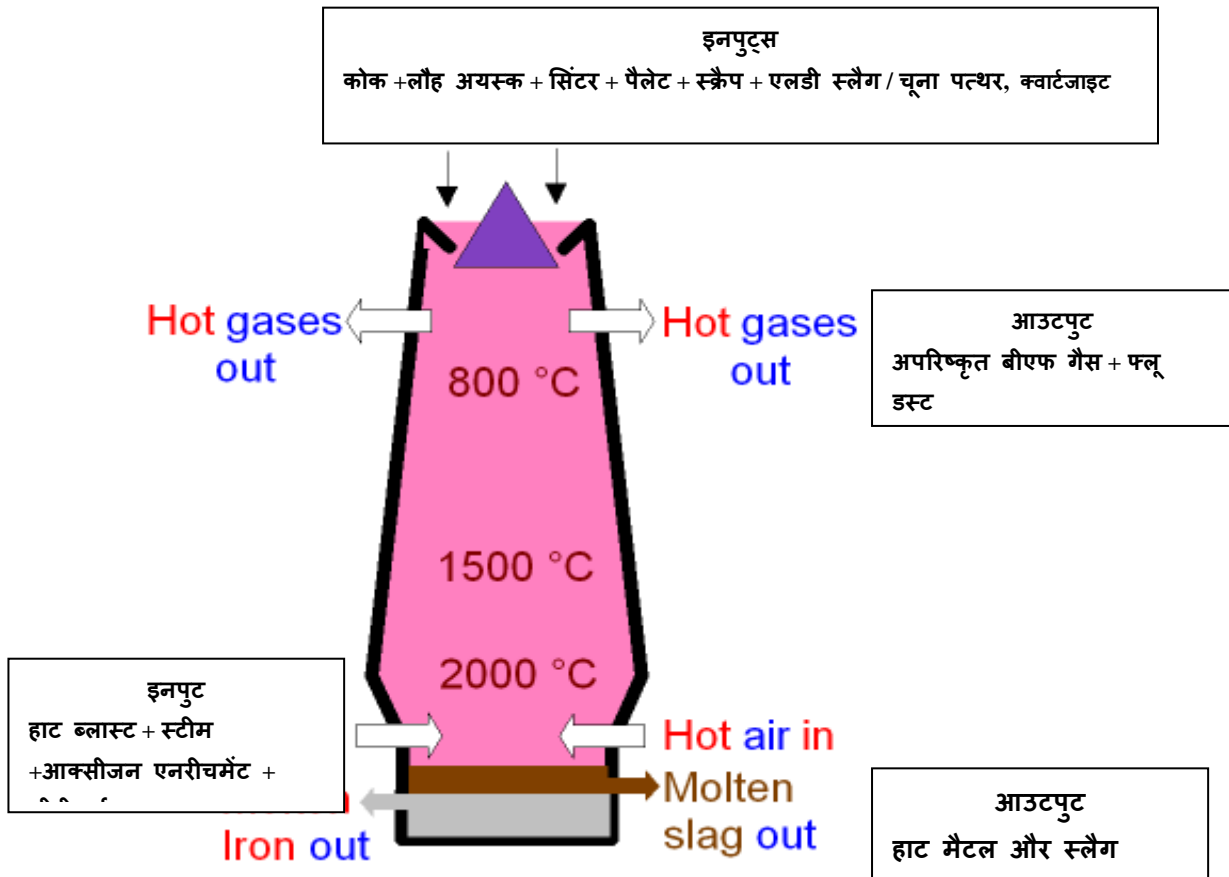
- थ्रोट यह वह हिस्सा है जहां ऊपरी भार रखा जाता है।
- शाफ्ट या स्टैक - यहां अयस्क गर्म किए जाते हैं और रिडक्शन शुरू होता है।
- बॉश पैरलल या बेली - यहां नरम होना और पिघलना होता है।
- बॉश - यहां रिडक्शन पूरा होता है और अयस्क पिघल जाता है।
- हार्थ- यहां हॉट मेटल और स्लैग इकट्ठा होता है और इसे टैप होल्स के माध्यम से निकाला जाता है।



बीएफ काम्प्लैक्स संक्षेप में



बीएफ समुचित



पूरी फर्नेस को उपयुक्त रिफ्रेक्टरी से ढंका गया है और रिफ्रेक्टरी लाइनिंग के अलावा इसमें वाटर कूलर लगे हैं, जो भट्टी के जीवन को बढ़ाने के लिए डिज़ाइन किए गए हैं। **ब्लास्ट फर्नेस** में ईंधन, लौह अयस्क, सिन्टर और फ्लक्स (चूना पत्थर) लगातार भट्टी के शीर्ष से आपूर्ति किए जाते हैं, जो या तो 'डबल बेल प्रणाली' या 'बेल-लेस प्रणाली' के माध्यम से होता है। हार्थ में हॉट मेटल निकालने के लिए उपयुक्त आकार और लंबाई का टैप होल मौजूद होता है।

चूंकि ब्लास्ट फर्नेस मूल रूप से एक काउंटर करंट उपकरण है, इसलिए नीचे उतरती कच्ची सामग्री की धारा, ट्यूरिण स्तर पर कोक के जलने से उत्पन्न ऊपर उठती गैस से ऊष्मा प्राप्त करती है। ऊपर उठती गैस में कार्बन मोनोऑक्साइड (सीओ), नाइट्रोजन और हाइड्रोजन मौजूद होते हैं। ऊपर उठती रिड्यूसिंग गैस (सीओ और एच₂) लौह अयस्क के संपर्क में आती है, जिससे अयस्क की रिडक्शन होती है। इसे अप्रत्यक्ष रिडक्शन कहा जाता है, और यह स्टैक के ऊपरी भाग में होती है (तापमान 900 डिग्री से. से कम)। सी के रूप में कोक भी रिडक्शन में भाग लेता है (तापमान 900 डिग्री से. से अधिक) और इसे प्रत्यक्ष

रिडक्शन कहा जाता है। हार्थ में ट्यूरिएर से लगभग 3-4 मीटर नीचे कई टैप होल लगे होते हैं, ताकि नियमित अंतराल पर हॉट मेटल और स्लैग निकाले जा सकें। टैप होल्स व्यापक रूप से वाटर कूल्ड भी होते हैं। टैप होल्स की संख्या, उनका स्थान और आयाम भट्टी की क्षमता पर निर्भर करता है। कई आधुनिक भट्टियों में 2-4 टैप होल्स होते हैं।

भट्टियाँ ट्यूरिएर से सुसज्जित होती हैं (पानी से ठंडा किया हुआ कॉपर का निर्माण, जिसमें हॉट ब्लास्ट एयर प्रवेश करती है), जिसके माध्यम से लगभग 850 डिग्री से. - 1200 डिग्री से. तापमान वाली प्रीहीटेड एयर ब्लास्ट को कोक जलाने के लिए डाला जाता है। प्रीहीटिंग से पहले, ठंडी हवा का ब्लास्ट पावर और ब्लोइंग स्टेशन के टर्बो ब्लोअर से आता है और इसे हॉट ब्लास्ट स्टोव्स में डाला जाता है, जहाँ इसे 1.8 - 4.5 किग्रा/सेमी² (गेज प्रेशर) तक के दबाव में प्रीहीट किया जाता है। एयर ब्लास्ट फिर बस्टल पाइप से गुजरकर गूँसनेक और फिर ट्यूरिएर स्टॉक्स / ब्लो पाइप्स के माध्यम से ट्यूरिएर में जाता है। ब्लास्ट का दबाव और प्रवाह दर भट्टी की क्षमता और कच्ची सामग्री की पारगम्यता पर निर्भर करता है।

जब चार्ज की गई सामग्री विभिन्न तापमान क्षेत्रों से नीचे उतरती है, तो यह दो उत्पाद प्रदरान करती है:

1. द्रव अवस्था में हॉट मेटल।
2. स्लैग, द्रव अवस्था में, जिसका घनत्व कम होता है और यह धातु के ऊपर तैरता है।

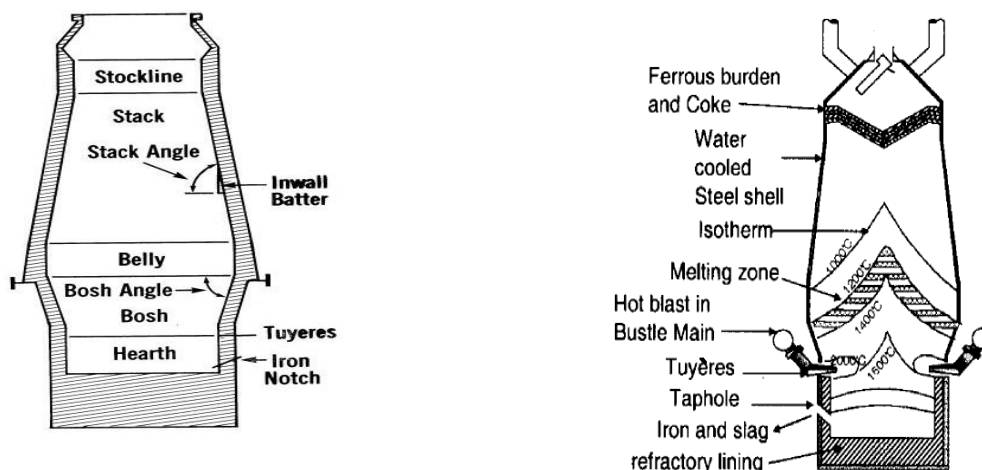
इसके अलावा, भट्टी के शीर्ष से एक और महत्वपूर्ण गैसीय उत्पाद प्राप्त होता है जिसे बीएफ गैस कहा जाता है। इसमें सामान्यतः 20-24% सीओ, 18-20% सीओ₂, 48-52% एन₂, 4-5% ओ₂ 0.1-0.3% होता है। शीर्ष गैस का तापमान 100-200 डिग्री से. के बीच होता है।

सफाई के बाद, बीएफ गैस का उपयोग हॉट ब्लास्ट स्टोव्स को गर्म करने और संयंत्र के अन्य क्षेत्रों जैसे कोक ओवन हीटिंग में किया जाता है। सीओ गैस के मिश्रण के रूप में इसका उपयोग रिफ्रैक्टरी सामग्री संयंत्र, सिन्ट्रिंग संयंत्र, इस्पात निर्माण शॉप और रोलिंग मिल्स के रिहीटिंग फर्नेस में ईंधन के रूप में किया जाता है।

हार्थ में इकट्ठा हुई द्रव लौह को नियमित अंतराल पर टैप होल खोलकर पावर ड्रिवन / हाइड्रोलिक ड्रिल और आवश्यकता अनुसार ऑक्सीजन लांसिंग से निकालकर कास्ट हाउस के रनर के नीचे रखी लेडल्स की ट्रेन में डाला जाता है। धातु के साथ आने वाली स्लैग को स्किमर प्लेट की मदद से स्लैग रनर की ओर हटा दिया जाता है और स्लैग लेडल्स में या कास्ट हाउस के स्लैग ग्रेनुलेशन संयंत्र (सीएचएसजीपी) में इकट्ठा किया जाता है। स्लैग लेडल्स को फिर डंप यार्ड या स्लैग ग्रेनुलेशन संयंत्र में भेजा जाता है। धातु के लेडल्स को

आवश्यकता अनुसार स्टील मेल्टिंग शॉप या पिग कास्टिंग मशीन और फाउंड्री में भेजा जाता है।

ब्लास्ट फर्नेस का आरेखीय क्रॉस सेक्शन



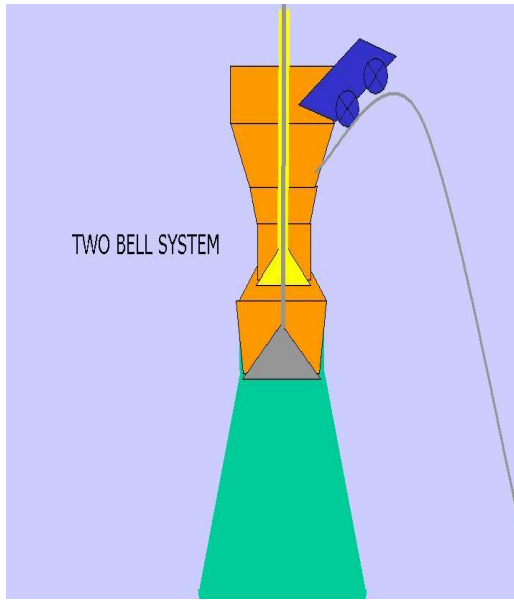
रिफ्रेक्टरी :

ब्लास्ट फर्नेस एक वर्टिकल शाफ्ट फर्नेस है, जिसे वेल्डेड शेल में बंद किया गया है और इसे हाई एलुमिना कंटेंट वाले फायरक्ले ईंटों से लाइन किया गया है। हार्थ बॉटम, हार्थ, बॉश, बेली और शाफ्ट को विभिन्न डिज़ाइन वाले कूलर्स के माध्यम से ठंडा किया जाता है। भट्टी के शीर्ष की दीवारों की सुरक्षा स्टील रिफ्रेक्टरी लाइंड प्लेट्स करती हैं। बड़ी भट्टियाँ हार्थ और हार्थ बॉटम के परिफेरी में कार्बन ब्लॉक्स से लाइन की जाती हैं। बॉश और लोअर शाफ्ट में हाई एलुमिना या सिलीकार्बाइड रिफ्रेक्टरी का उपयोग किया जाता है। ब्लास्ट फर्नेस का डिज़ाइन और प्रचालन उच्च उत्पादकता और लम्बा जीवनकाल सुनिश्चित करता है। भट्टी के प्रचालन को सुरक्षित और भरोसेमंद बनाने के लिए अत्याधुनिक कूलिंग और लाइनिंग डिज़ाइन का उपयोग किया जाता है।

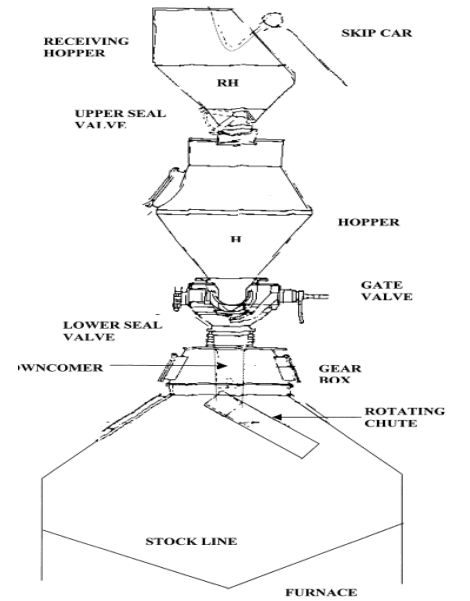
टॉप चार्जिंग उपकरण :

जो बर्डेन सामग्री स्किप कार या चार्जिंग कन्वेयर के माध्यम से भट्टी के शीर्ष तक पहुँचती है, उसे भट्टी में डबल बेल चार्जिंग प्रणाली (चित्र-1), रोटेटिंग चार्जिंग यूनिट (आरसीयू) (चित्र-3) या पालवर्थ बेल रहित टॉप (बीएलटी) (चित्र-2, 4) चार्जिंग प्रणाली के माध्यम से वितरित किया जाता है। बीएलटी चार्जिंग में बेल्स की जगह चार्जिंग बिन्स, अपर सामग्री गेट, अपर सीलिंग वाल्व, लोअर सामग्री गेट और लोअर सीलिंग वाल्व लगाए जाते हैं। इस

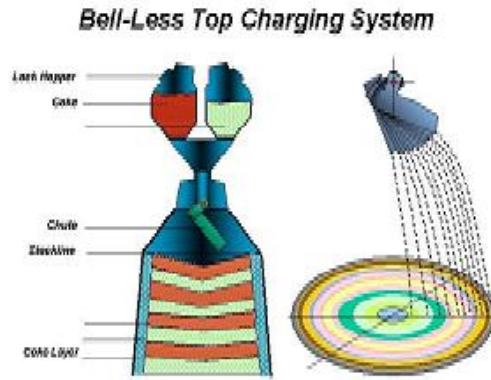
प्रणाली में रोटेटिंग च्यूट को संचालित करने के लिए एक गियरबॉक्स भी होता है। रोटेटिंग च्यूट सामग्री को भट्टी की पेरिफेरी में विभिन्न रिंग्स या सेक्टर चार्जिंग, पॉइंट चार्जिंग आदि में वितरित करता है। यह प्रणाली भट्टी के अंदर बेहतर भार वितरण सुनिश्चित करती है, जैसा कि फर्नेस ऑपरेटर द्वारा “चार्जिंग साइक्लोग्राम या पैटर्न” में निर्धारित किया जाता है, ताकि भट्टी का प्रचालन लगातार और कुशलतापूर्वक हो सके।



चित्र-1. डबल बेल



चित्र-2 बीएलटी प्रणाली



चित्र-3 रोटरी चार्जिंग युनिट(आरसीयू)

चित्र-4 बीएलटी चार्जिंग

चार्जिंग क्रम : भट्टी के सुचारु प्रचालन के लिए, कोक और गैर-कोक सामग्री को भट्टी की पूरी परिधि में एक विशेष तरीके से वितरित किया जाता है, जैसा कि फर्नेस ऑपरेटर द्वारा निर्धारित चार्जिंग साइक्लोग्राम / पैटर्न में निर्दिष्ट होता है। भिन्न-भिन्न प्रकार की चार्जिंग श्रृंखलाओं का पालन किया जाता है। एक विशिष्ट चार्जिंग क्रम इस प्रकार है:

- क्रम 1: सीओसी/ सीओओसीसी / सीसीओसीसी
- क्रम 2: सीसीओओ

प्रत्येक चार्जिंग चक्र में 5 या 6 श्रृंखलाएँ होती हैं, जो या तो क्रम 1 या क्रम 2 या दोनों का संयोजन हो सकती हैं, यह भट्टी की परिधि की स्थिति पर निर्भर करता है। आमतौर पर बेल लेस टॉप भट्टियों में दूसरा क्रम अर्थात सीसीओओ का पालन किया जाता है। यहाँ सी = कोक; ओ = गैर कोक (फेरस बर्डेन) - जैसे लौह अयस्क, सिन्टर, मैंगनीज़ अयस्क, चूना

पत्थर या क्वार्ट्जाइट आदि। सामग्री को भट्टी में आवश्यकतानुसार विभिन्न रिंग्स और सेक्टरों में वितरित किया जाता है।

फर्नेस फोरमैन कंट्रोल रूम (एफएफसीआर) :

भट्टी के सभी कार्य जैसे भार वितरण, स्टोक्स, कास्ट हाउस, सहायक ईंधन इंजेक्शन आदि एसएससीआर से नियंत्रित किए जाते हैं। आधुनिक भट्टियों में लेवल-0, लेवल-1 और लेवल-2 ऑटोमेशन की सुविधा मौजूद है। भट्टी से संबंधित सभी जानकारी एचएमआई (मानव मशीन इंटरफेस) / एससीएडीए (पर्यवेक्षण नियंत्रण और आकड़ा प्राप्ति) और एफएफसीआर में रखे गए मिमिक पैनल्स के माध्यम से मॉनिटर की जाती है।

सहायक सेक्शन :

ब्लास्ट फर्नेस का सहायक सेक्शन निम्नलिखित भागों से मिलकर बना है:

1. लेडल रिपेयर शॉप (एलआरएस)
2. पिग कास्टिंग मशीन (पीसीएम)
3. कोल्ड पिग यार्ड (सीपीवाई)
4. क्ले मास शॉप (सीएमएस)
5. कोल डस्ट इंजेक्शन सुविधा (सीडीआई)
6. कास्ट हाउस स्लैग ग्रेनुलेशन संयंत्र (सीएचएसजीपी)
7. स्लैग डंप यार्ड (एसडीवाई)
8. एरिया रिपेयर शॉप (मेकै./इले.)
9. टॉरपीडो लेडल रिपेयर शॉप (टीएलआरएस)

लेडल मरम्मत शॉप: लैडल मरम्मत शॉप में लौह लेडल्स की रीलाइनिंग, मरम्मत और सफाई की जाती है। शॉप में कार्य को तेज़ करने के लिए ईओटी क्रेन लगी होती हैं।

पिग कास्टिंग मशीन : ये डबल स्ट्रैंड पिग कास्टिंग मशीनें हैं। प्रत्येक मशीन में एक बेल्ट पर कई मोल्ड्स होते हैं, और मशीन के नीचे चूने की कोटिंग का प्रबंध होता है। मोल्ड्स को लेडल से हॉट मेटल से भरा जाता है, पानी की स्प्रे से ठंडा किया जाता है और पिग्स को नॉकआउट व्यवस्था से मोल्ड श्रृंखला से अलग किया जाता है।

पीसीएम के उपकरण:

- ापिघली हुई धातु से भरी लैडल को उठाने के लिए विंच।

- लैडल को मजबूती से पकड़ने के लिए दो स्टैंड (फ्रेम), जिनके दोनों तरफ लैडल को पकड़ने वाले पावज़ लगे होते हैं।
- पिघली हुई धातु को लेने और उसे स्प्राउट्स के ज़रिए सांचों में डालने के लिए रनर।
- सांचों पर चूने की मोटी परत चढ़ाने के लिए लाइम स्प्रे यूनिट्स, ताकि ठंडी हुई धातु सांचों से चिपके नहीं।
- पिघली हुई धातु को लेने और धातु के टुकड़ों के बनने के बाद उन्हें हटाने के लिए, अलग-अलग चलने वाले स्टील बेल्ट कन्वेयर।
- ठंडे पिग्स को लेने और उन्हें वैगनों/फ्लैट कारों में गिराने के लिए शूट्स।
- पिगिंग के दौरान भरी हुई वैगनों को आगे बढ़ाने के लिए, डिस्चार्ज वाले सिरे पर कैप्स्टन प्रणाली।

कोल्ड पिग यार्ड : पीसीएम से आए ठंडे धातु के टुकड़े यहाँ स्टैक किए जाते हैं। गुणवत्ता अनुसार इन्हें ईओटी क्रेन की मदद से बॉक्स वागन्स में लोड किया जाता है और ग्राहकों के स्टैक यार्ड तक भेजा जाता है।

क्ले मास शॉप : यहाँ ब्लास्ट फर्नेस विभाग के लिए रिफ़ैक्टरी मास तैयार और संग्रहित किया जाता है, जैसे मड गन क्ले, टैप होल फ्रेम मास और रनर मास आदि।

स्लैग डंप यार्ड : बीएफ से आए स्लैग लेडल्स को खाली करने के लिए यार्ड में भेजा जाता है। यहाँ क्रेन की मदद से स्लैग को टिल्ट और हैमरिंग कर निकालने की सुविधा मौजूद है।

सीएचएसजीपी: कास्ट हाउस से जुड़ा स्लैग ग्रेनुलेशन संयंत्र, जहाँ उत्पन्न स्लैग को ग्रेनुलेट किया जाता है। यह ग्रेनुलेटेड स्लैग कन्वेयर बेल्ट के माध्यम से ग्रेनुलेटेड स्लैग यार्ड में पहुँचता है, जहाँ से इसे ग्राहकों (जैसे सीमेंट इंडस्ट्री) को बेचा जाता है।

एरिया रिपेयर शॉप: यहाँ मैकेनिकल और इलेक्ट्रिकल सेक्शन दोनों के आवश्यक सहायक मरम्मत के कार्य किए जाते हैं।

टॉरपीडो लेडल रिपेयर शॉप : टॉरपीडो लेडल मरम्मत शॉप में टॉरपीडो लेडल्स की रीलाइनिंग, मरम्मत और सफाई के लिए। शॉप में ईओटी क्रेन और टिल्टिंग ड्राइव्स मौजूद होते हैं।

सहायक ईंधन इंजेक्शन

वर्तमान प्रतिस्पर्धी वातावरण में, फर्नेस ऑपरेटरों पर ऑपरेशन लागत कम करने और अधिकतम **उत्पादकता** बढ़ाने का दबाव है। इसका एक तरीका है कि ब्लास्ट फर्नेस में

सहायक ईंधन इंजेक्ट किया जाए। इसके लिए उपयोग किए जाने वाले ईंधन में कोयला डस्ट, कोयला टार, नेचुरल गैस, कोयला बेड मीथेन आदि शामिल हो सकते हैं। इस प्रयोजनार्थ प्रयुक्त ईंधन कोयला डस्ट, कोल तार, प्राकृतिक गैस, कोयला बेड मीथेन आदि हो सकते हैं। सेल में आमतौर पर कोयला डस्ट इंजेक्शन (सीडीआई) सहायक ईंधन के रूप में प्रयोग किया जाता है।

इसमें मुख्य चुनौती यह है कि बिना हॉट मेटल की गुणवत्ता, उत्पादकता या बीएफ उपलब्धता को गंवाए, उपलब्ध कच्ची सामग्री की गुणवत्ता के साथ उच्च सीडीआई दर प्राप्त की जाए।

कोयला डस्ट इंजेक्शन (सीडीआई) का उपयोग करने से मिलने वाले आर्थिक और प्रचालन लाभों में निम्नलिखित शामिल हैं:

- महंगे कोकिंग कोयले की खपत में कमी। कोक की जगह सस्ते सॉफ्ट कोकिंग या थर्मल कोयले का उपयोग करने से रिडक्टेड की लागत कम हो जाती है;
- कोक ओवन की आयु में बढ़ोतरी, क्योंकि अब कम कोक बनाने की ज़रूरत होती है। यह इसलिए महत्वपूर्ण है क्योंकि कई कोक ओवन अपनी उपयोगी उम्र के अंतिम चरण में पहुँच रहे हैं, और उन्हें बदलने या उनका रखरखाव करने के लिए भारी निवेश की आवश्यकता होती है;
- ब्लास्ट फर्नेस की उत्पादकता (टन/मी³/दिन) अर्थात् प्रतिदिन उत्पादित होने वाले हॉट मेटल की मात्रा (अन्य परिचालन परिवर्तनों के साथ मिलकर) में वृद्धि;
- बीएफ के संचालन में अधिक लचीलापन। उदाहरण के लिए, सीडीआई की मदद से लौ के तापमान को समायोजित किया जा सकता है, और भट्टी के ऊपरी हिस्से में बर्डन चार्ज को समायोजित करके तापमान की स्थिति में बदलाव करने की तुलना में, सीडीआई से भट्टी के अंदर की थर्मल स्थिति को अधिक तेज़ी से बदला जा सकता है;
- हॉट मेटल की गुणवत्ता और उसमें मौजूद सिलिकॉन की मात्रा में बेहतर एकरूपता;
- समग्र उत्सर्जन में कमी, कोक की कम आवश्यकता के कारण विशेष रूप से कोक बनाने की प्रक्रिया से होने वाले उत्सर्जन में कमी।

गैस क्लीनिंग संयंत्र :

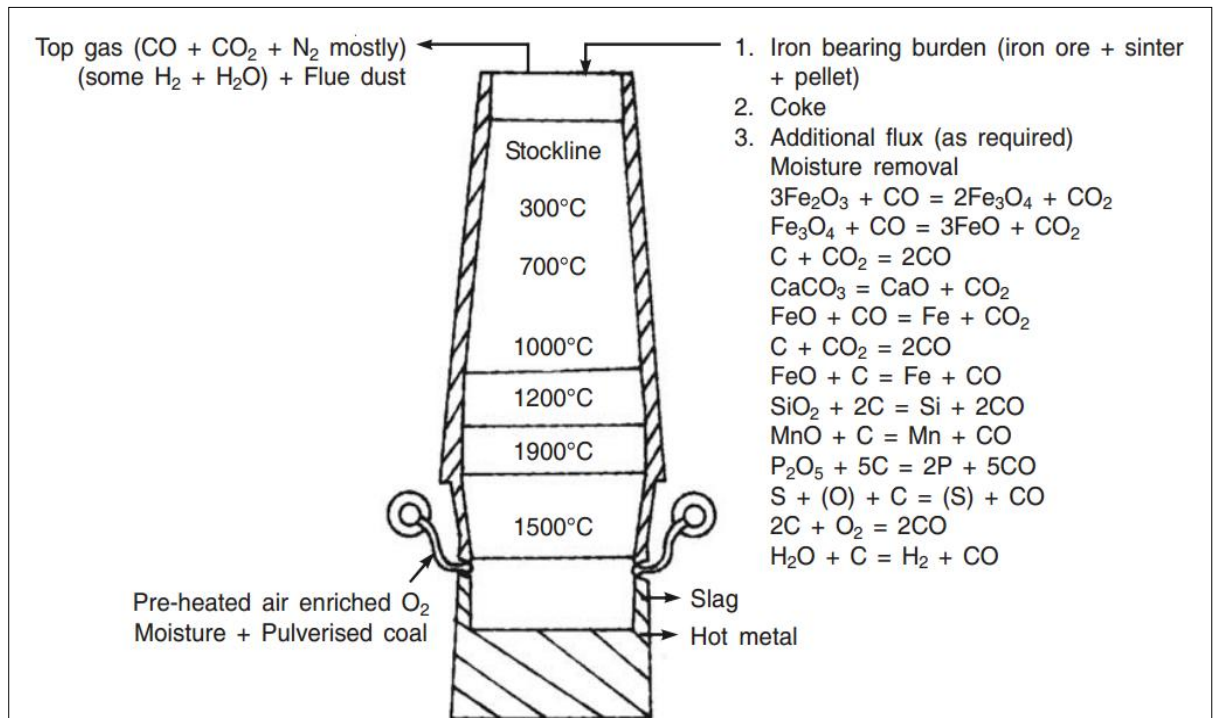
बीएफ गैस में धूल की मात्रा अधिक होती है। इसे डस्ट कैचर, वेंचुरी वॉशर और स्क्रबर से साफ किया जाता है और अंत में इलेक्ट्रोस्टैटिक प्रिसिपीटर से शुद्ध किया जाता है। यह कार्य एनर्जी मैनेजमेंट विभाग की निगरानी में होता है। साफ की गई बीएफ गैस को गैस नेटवर्क में भेजा जाता है और पूरे संयंत्र में ईंधन के रूप में उपयोग किया जाता है।

बीएफ गैस का जीसीपी तक प्रवाह:

बीएफ गैस → अपटेक → डाउन कमर → डस्ट कैचर → वेंचुरी वॉशर → स्क्रबर → इलेक्ट्रोस्टैटिक प्रिसिपीटर → शुद्ध बीएफ गैस → गैस मेन

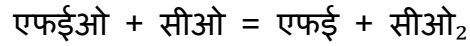
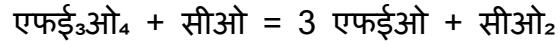
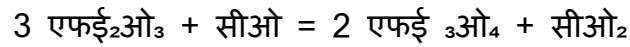
4.4 बीएफ जोन और रासायनिक प्रतिक्रियाएँ

ब्लास्ट फर्नेस में प्रतिक्रियाएँ :

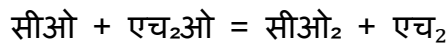


ऊपरी स्टैक जोन

- ऑक्साइड्स का अपचयन

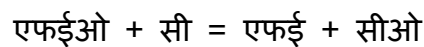
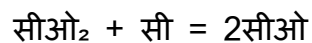
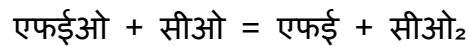


- कार्बन का जमा होना
- कार्बोनेट्स का अपघटन
- हाइड्रेटेड पानी का अपघटन
- गैस शिफ्ट प्रतिक्रिया



मिडल स्टैक जोन

- अप्रत्यक्ष / प्रत्यक्ष अपचयन



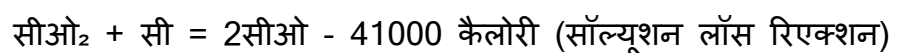
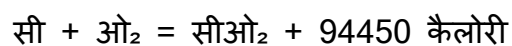
- गैस का उपयोग

लोअर स्टैक जोन

- चूना पत्थर का कैल्सिनेशन
- विभिन्न तत्वों का अपचयन
अपचयनित लौह का अपचयन
सिलिकॉन का अपचयन
- मैंगनीज़, फॉस्फोरस, जिंक आदि का अपचयन
- स्लैग का निर्माण / गलन, एफईओ का अंतिम अपचयन और एफई का गलन

कम्बशन जोन

- कोक का जलना और दहन



- लौह ऑक्साइड का पूर्ण अपचयन

रेसवे

- कोक और हाइड्रोकार्बन का दहन
- सीडीआई का दहन
- बड़ी मात्रा में ऊष्मा का उत्पादन

हार्थ

- लौह में कार्बन का संतृप्त होना
- पी, एमएन, एसआई और सल्फर का अंतिम अपचयन
- अपशिष्टों की अंतिम सांद्रता तक पहुँचना
- धातु और स्लैग के गिरने / ड्रॉप होने से हार्थ में ऊष्मा पहुँचती है

द्रव उत्पाद, हॉट मेटल और स्लैग, हार्थ में जमा होते हैं। इन दोनों उत्पादों को नियमित अंतराल पर ब्लास्ट फर्नेस से निकाला जाता है। इस प्रक्रिया को ब्लास्ट फर्नेस टैपिंग कहा जाता है।

ब्लास्ट फर्नेस प्रचालन का गोल्डन रूल यह है कि भट्टी की परिस्थितियों को बाधित नहीं किया जाना चाहिए। यदि किसी कारण से चार्जिंग सामग्री की गुणवत्ता में उतार चढ़ाव होता है, तो भट्टी प्रभावित होगी। कोक की नमी को लगातार मापा जाना चाहिए और आवश्यक सुधारात्मक कार्रवाई की जानी चाहिए। टैपिंग शुरू होने पर और द्रव स्तर गिरने लगने पर, ब्लास्ट प्रेशर भी समानुपातिक रूप से घटता है। टैपिंग के दौरान, भार का गिरना तीव्र और अनियमित होता है। ब्लास्ट प्रेशर का उतार चढ़ाव रेसवे विकृतियों का कारण बनता है। इसी तरह, जब भार अवतरण दर बढ़ती या घटती है, तो बॉश गैस वितरण प्रभावित होता है। स्टॉक लाइन बनाए नहीं जाने पर कई बार अप्रस्तुत भार गलन क्षेत्र में प्रवेश करता है और थर्मल आवश्यकताओं को बढ़ाता है। इन सबका प्रभाव कोहेसिव जोन की संरचना में गड़बड़ी, कोक दर में वृद्धि और उत्पादकता में कमी के रूप में दिखाई देता है। शीर्ष गैस विश्लेषण की लगातार निगरानी भट्टी की दक्षता का संकेत देगी।

प्रचालन में सामान्य कठिनाइयाँ :

भट्टी का निष्पादन उसके सुचारु प्रचालन से जुड़ा होता है, जिसे प्रायः विभिन्न ऑपरेटिंग मानदंडों में उतार चढ़ाव के कारण बाधित किया जाता है।

फर्नेस के प्रचालन के दौरान परिणाम में निम्नलिखित अनियमितताएँ देखी जा सकती हैं:

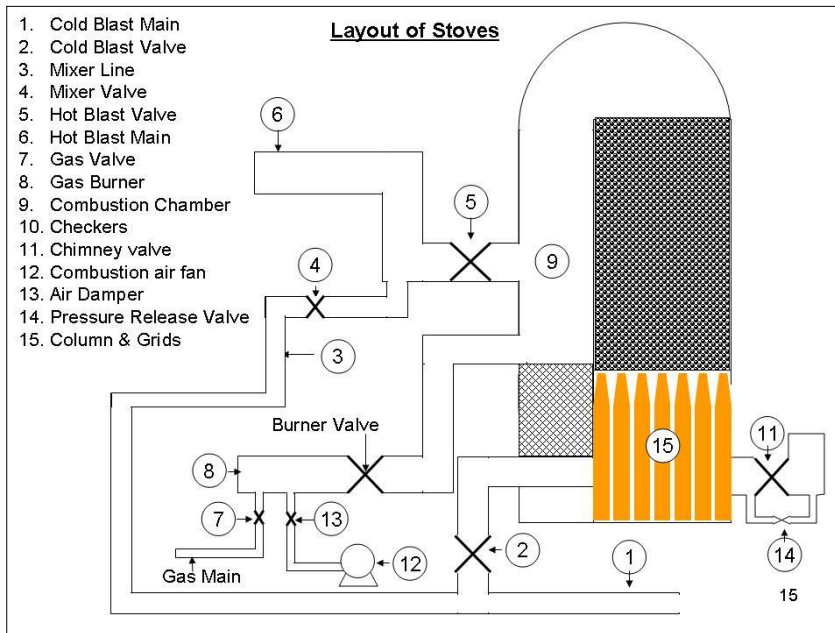
- चैनलिंग
- स्कैफोल्डिंग
- हैंगिंग
- स्लिपिंग
- हार्थ का जाम होना
- हार्थ का ठंडा होना
- ट्यूरिपर का जलना
- टैपहोल- से कोक का तेज प्रवाह

4.5 हॉट ब्लास्ट स्टोव्स

हॉट ब्लास्ट स्टोव का कार्य भट्टी में प्रवेश करने से पहले हवा को टूयेरे के माध्यम से प्रीहीट करना है। हवा को हॉट ब्लास्ट स्टोव्स में 1000-1200 डिग्री से. के बीच तापमान तक प्रीहीट किया जाता है।

प्रत्येक भट्टी के लिए 3 या 4 स्टोव होते हैं। प्रत्येक स्टोव में कम्बशन चेम्बर और रिफ्रैक्टरी चेकर ब्रिकवर्क होता है। कम्बशन चेम्बर को फायर ब्रिक्स से लाइन किया जाता है। चेकर ईंटों को एलुमिना ब्रिकवर्क से बनाया जाता है।

ठंडी और गर्म हवा को नियंत्रित करने के लिए स्टोव पर कई वाल्व दिए गए हैं: ये हैं - कोल्ड ब्लास्ट वाल्व(1), हॉट ब्लास्ट वाल्व (5), चिमनी वाल्वस (11), बायपास चिमनी वाल्वस (14), गैस कंट्रोल वाल्व (7), गैस बर्नर (8), एयर फैन (12)।



हाट ब्लास्ट स्टोव और उसकी वाल्व व्यवस्था

स्टोव प्रचालन में दो चक्र होते हैं।

1. गैस पर: हीटिंग मोड में स्टोव
2. ब्लास्ट पर: ब्लास्ट मोड में स्टोव

पहले चक्र में, स्टोव को बीएफ गैस और/या कोक ओवन गैस का उपयोग करके गर्म किया जाता है। फ्लू गैसों (200-350 डिग्री से.) चिमनी के माध्यम से बाहर निकाल दी जाती हैं। इस चरण को 'ऑन-गैस' कहा जाता है। जब डोम का तापमान इच्छित स्तर (1100-1350 डिग्री से.) तक पहुँच जाता है, तो गैस को रोक दिया जाता है और पावर और ब्लोइंग स्टेशन से आने वाली ठंडी हवा को कोल्ड ब्लास्ट वाल्व के माध्यम से भेजा जाता है; इस चक्र को 'ऑन ब्लास्ट' कहा जाता है। चेकर ईटवर्क में संग्रहीत संवेदनशील गर्मी ठंडी हवा द्वारा ले जाई जाती है और गर्म हो जाती है। इस प्रकार हॉट ब्लास्ट उत्पन्न होता है, और इसे हॉट ब्लास्ट वाल्व के माध्यम से हॉट ब्लास्ट मेन, बस्टल पाइप, कम्पेन्सेटर, ट्यूयर्स स्टॉक और ट्यूयर्स तक भट्टी में भेजा जाता है। 'ऑन ब्लास्ट' पर रखे स्टोव ¾ घंटे से 1¼ घंटे तक कार्य करते हैं और इसके बाद 'ऑन गैस' चक्र (1½ घंटे - 2½ घंटे) आता है। इस तरह किसी भी समय एक या दो स्टोव 'ऑन ब्लास्ट' पर और दो स्टोव 'ऑन गैस' पर रहते हैं और चक्र लगातार दोहराया जाता है। गर्म किया हुआ स्टोव अलग रखा जाता है, ताकि वह 'ऑन ब्लास्ट' चक्र के लिए तैयार रहे।

कोल्ड ब्लास्ट मेन पर एक **स्नॉट वाल्व** स्थित होता है, जो ब्लास्ट की मात्रा को नियंत्रित करता है। स्टोव में प्री-हीटिंग से पहले ब्लास्ट की आद्रता के लिए भाप इंजेक्ट की जाती है। आवश्यकता पड़ने पर ब्लास्ट के माध्यम से ऑक्सीजन की मात्रा बढ़ाई भी जाती है। एक मिक्सर वाल्व, जो ठंडी हवा के प्रवाह को नियंत्रित करता है, वांछित हॉट ब्लास्ट तापमान बनाए रखने में समर्थकारी होता है।

हॉट ब्लास्ट कोक और इंजेक्ट किए गए पदार्थों के साथ प्रतिक्रिया करता है, जिससे ट्यूयर्स के सामने एक खाली जगह बनती है, जिसे रेसवे कहा जाता है। विभिन्न जोनों में विभिन्न प्रतिक्रियाएँ होती हैं, जो हॉट मेटल का उत्पादन सुनिश्चित करती हैं।

4.6 कास्ट हाउस और स्लैग ग्रेनुलेशन संयंत्र

कार्य

कास्ट हाउस ब्लास्ट फर्नेस प्रचालन का सबसे श्रम-गहन क्षेत्र है। इसका डिज़ाइन पूरी तरह से अपेक्षित हॉट मेटल उत्पादन, हार्थ का आयतन और टैपिंग प्रैक्टिस के अनुरूप होना चाहिए, साथ ही श्रम, रखरखाव, सामग्री के उपयोग को न्यूनतम करना और कार्य करने के वातावरण को बेहतर बनाना चाहिए।

कास्ट हाउस का कार्य हार्थ से निर्धारित समय पर टैप होल के माध्यम से द्रव धातु और स्लैग को टैप करना है और स्किमर ब्लॉक की सहायता से धातु और स्लैग को अलग करना है। स्किमर ब्लॉक में साइफन होल होता है, जो ट्रफ में रिफ्रैक्टरी मास (कास्टेबल) से बना होता है। इसके माध्यम से धातु को धातु के लेडल्स में और स्लैग को स्लैग लेडल्स या सीएचएसजीपी में भेजा जाता है।

कास्ट हाउस की प्रक्रिया और भाग

सिंगल टैप होल वाली भट्टी में स्लैग को फ्लश करने की व्यवस्था होती है। इसे स्लैग नॉच (जिसे **मंकी** कहा जाता है) के माध्यम से किया जाता है, जो टैप होल के अक्ष से 1400-1600 मिमी ऊँचाई पर स्थित होता है। मंकी में न्यूमेटिक या मैनुअल सिंडर स्टॉपर लगा होता है। टैपिंग की संख्या बढ़ाने से फ्लशिंग ऑपरेशन कम हो सकता है।

कास्ट हाउस में टैप होल, ट्रफ, आयरन और स्लैग रनर, रॉकिंग रनर और उनके स्पाउट्स, और विभिन्न उपकरण होते हैं जैसे ईओटी क्रेन, पुशर कार, रॉकिंग रनर टिल्टिंग मैकेनिज़्म, ड्रिलिंग मशीन, मड-गन, जेसीबी/पोकलेन (एक्सकैवेटर) आदि। हॉट मेटल को 1-2 घंटे के अंतराल पर टैप किया जाता है, जो भट्टी की स्थिति पर निर्भर करता है। टैपिंग समय लगभग 90-120 मिनट होता है। आमतौर पर एक दिन में 8-9 टैपिंग होती हैं। टैप होल खोलने का सामान्य तरीका यह है कि टैप होल को ड्रिल किया जाता है जब तक कि स्कल न पहुँच जाए, फिर ऑक्सीजन लांसिंग द्वारा स्कल को पिघलाकर हॉट मेटल के उचित प्रवाह को सुनिश्चित किया जाता है।

सामान्यतः टैप होल इस तरह स्थित होता है कि टैपिंग के बाद हार्थ में न्यूनतम धातु बचे। इसलिए यह हार्थ के सबसे निचले हिस्से में होता है। टैपिंग खोलने पर पहले हॉट मेटल बाहर आता है। कुछ समय बाद हार्थ में द्रव स्तर घटता है और धातु पर तैर रहा स्लैग टैप होल से बाहर आता है। स्किमर प्लेट स्लैग को धातु से अलग करती है और स्लैग को स्लैग लेडल्स/एसजीपी में भेज देती है। हॉट मेटल बैंड रनर से नीचे बहता रहता है और वहाँ

से इसे अलग अलग धातु लेडल्स में मोड़ा जाता है। इस प्रचालन का नियंत्रण रनर्स में लगे कटर्स या रॉकिंग रनर और पुशर कार की मदद से किया जाता है। टैपिंग समाप्त होने पर टैप होल को मड गन से बंद किया जाता है, जो इलेक्ट्रिक या हाइड्रोलिक रूप से संचालित होता है।

हॉट मेटल को रिफ्रैक्टरी लाइनड वेसेल में संग्रहित किया जाता है जिसे हाट मेटल लेडल/टोपीडो लैडल कहा जाता है। सुरक्षा कारणों से इसे 85-90% तक भरा जाता है। इन लेडल्स का उपयोग हॉट मेटल को ब्लास्ट फर्नेस से एसएमएस, पीसीएम और फाउंड्री में आवश्यकता अनुसार ले जाने के लिए किया जाता है।

इसी प्रकार से स्लैग को स्लैग लेडल्स में संग्रहित किया जाता है और इसे डंप पोस्ट में डाला जाता है या स्लैग ग्रेनुलेशन संयंत्र (एसजीपी) में भेजा जाता है, जहाँ स्लैग को ग्रेनुलेट किया जाता है और इसे सीमेंट निर्माता को बेचा जाता है।

कास्ट हाउस में उपलब्ध उपकरण:

1. ड्रिल मशीन → टैपिंग खोलने के लिए हाइड्रो-पन्यूमैटिक या इलेक्ट्रिक ड्रिलिंग मशीन।
2. मड-गन → हाइड्रोलिक या इलेक्ट्रिक मशीन, टैपिंग बंद करने के लिए एन्हाइड्रस या वॉटर-बाउंडेड टैप होल मास का उपयोग।
3. कास्ट हाउस क्रेन → कास्ट हाउस की तैयारी के दौरान सामग्री संभालने के लिए।
4. रॉकिंग रनर → धातु को अलग धातु लेडल में मोड़ने के लिए (टिल्टिंग रनर)।
5. पुशर कार → धातु लेडल को स्थानीय रूप से रखने के लिए।

हॉट मेटल, स्लैग और शीर्ष गैस का विश्लेषण

हॉट मेटल		स्लैग		बीएफ गैस	
एसआई	0.6 - 0.8 %	एसआईओ ₂	34 - 36 %	सीओ	20 - 24 %
एमएन	0.05 - 0.10 %	एल ₂ ओ ₃	16 - 20 %	सीओ ₂	18 - 20 %
एस	0.050 % अधिकतम.	सीएओ	34 - 36 %	एन ₂	48 - 52 %
पी	0.05-0.15 %	एमजीओ	8 - 10 %	एच ₂	4 - 5 %
सी	4 - 5 %	एमएनओ	<1%		
		बेसिसिटी: सीएओ/एसआईओ ₂	0.98-1.00		

आधुनिक प्रौद्योगिकीय गतिविधियाँ

हमारे संयंत्रों में लागू कुछ आधुनिक तकनीकी विकास इस प्रकार हैं:

बेनीफिशिएशन - लौह अयस्क की गुणवत्ता बढ़ाने के लिए विशेष रूप से गैंग से एलुमिना को प्राथमिकता के साथ हटाने पर ध्यान दिया जाता है।

बेडिंग, ब्लेंडिंग, साइजिंग और स्क्रीनिंग ऑफ़ बर्डन - लौह अयस्क, कोयला और चूना पत्थर की भौतिक और रासायनिक विशेषताएँ जमाव के स्थान और खदान के अनुसार भिन्न होती हैं। ब्लास्ट फर्नेस के सुचारु प्रचालन के लिए यह आवश्यक है कि कच्चे माल की आपूर्ति लगातार और समान गुणवत्ता की हो। इसके लिए आने वाली कच्ची सामग्री की बेडिंग और ब्लेंडिंग प्रोसेसिंग से पहले की जाती है।

बर्डन में 70-80% सिन्टर का उपयोग - यह सिद्ध हुआ है कि बर्डन में सिन्टर के उपयोग से ब्लास्ट फर्नेस की उत्पादकता बढ़ती है। सिन्टर के साथ बर्डन मिक्स में 10-15% पेललेट का उपयोग अतिरिक्त लाभ प्रदान करता है।

कन्वेयर चार्जिंग - सभी बर्डन सामग्री को कन्वेयर के माध्यम से भट्टी के शीर्ष पर पहुंचाया जाता है। यह बड़े ब्लास्ट फर्नेस के लिए किफायती है। सेल के तीन बड़े ब्लास्ट फर्नेस बीएफ-5 आईएसपी (4161 मी³), बीएफ-5 आरएसपी (4060 मी³) और बीएफ-8 बीएसपी (4060 मी³) में कन्वेयर चार्जिंग की सुविधा है।

बेल लेस टॉप - पारंपरिक दो-बेल चार्जिंग प्रणाली के स्थान पर दो चार्जिंग हॉपर और रोटेटिंग च्यूट लगाए गए हैं। रोटेटिंग च्यूट सामग्री को इच्छित तरीके से वितरित करता है। यह प्रणाली बनाए रखना सरल है। बीएफ - 4, 5, 6, 7, 8 बीएसपी, बीएफ #1, 4 & 5 आरएसपी, बीएफ #3 डीएसपी और बीएसएल के सभी ब्लास्ट फर्नेस में यह प्रणाली अपनाई गई है।

मूवेबल थ्रोट आर्मर - यह दो-बेल प्रणाली के साथ स्थापित किया गया है। सामग्री का वितरण थ्रोट आर्मर को उचित स्थान पर रखकर नियंत्रित किया जाता है। यह प्रणाली बर्डन वितरण को बेहतर बनाती है। डीएसपी के बीएफ #2 & 4 में यह प्रणाली उपलब्ध है।

अमैनोस्कोप - यह उपकरण भट्टी के शीर्ष पर स्थापित होता है। यह स्टॉक की सतह पर इन्फ्रारेड किरणों की बीम भेजता है और फोटोग्राफ लेता है।

फर्नेस प्रोब्स - प्रोब्स स्टॉक लेवल के ऊपर (अपर बर्डन प्रोब) / स्टॉक लेवल के नीचे (अंडर बर्डन प्रोब) लगाई जाती हैं ताकि तापमान वितरण मॉनिटर किया जा सके और बर्डन सामग्री व गैस के नमूने लिए जा सकें।

कास्ट हाउस स्लैग ग्रेनुलेशन - इस डिजाइन में कास्ट हाउस रनर से द्रव स्लैग को ग्रेनुलेशन यूनिट की ओर ले जाया जाता है जो कास्ट हाउस के पास स्थित होती है। इससे स्लैग लेडल्स के बड़े फ्लीट के रखरखाव की आवश्यकता समाप्त हो जाती है, उत्पादन लागत कम होती है, देरी से बचा जाता है और ग्रेनुलेटेड स्लैग का उत्पादन बढ़ता है। बीएसपी के बीएफ #4, 5, 6, 7 & 8 और बीएसएल के सभी फर्नेस में यह सुविधा उपलब्ध है। यह सुविधा आरएसपी के बीएफ #1, 4 & 5 और डीएसपी के बीएफ #3 & 4 में पहले से मौजूद है।

स्लैग ग्रेनुलेशन संयंत्र की विशेषताएँ:

- यह भट्टी की ड्राई टैपिंग को सक्षम बनाता है; लेडल्स की उपलब्धता से सीमित नहीं होता।
- पिघले स्लैग का उपयोग बहुत अधिक होता है (98%) जबकि दूरस्थ ग्रेनुलेशन (70%) होता है और बेहतर स्लैग ग्रेन्यूल गुणवत्ता मिलती है। लेडल्स की मूवमेंट से बचकर सुरक्षित, कुशल और प्रदूषण-मुक्त कार्य वातावरण मिलता है।

सीएचएसजीपी के मुख्य लाभ:

1. बहुत कॉम्पैक्ट और कम स्थान की आवश्यकता।
2. पूरी तरह से ऑटोमैटिक, कम मानवशक्ति आवश्यक।
3. कम विद्युत और संपीड़ित हवा की खपत।
4. ग्रेनुलेशन यूनिट से डिवाटिंग स्टेशन तक पूरी तरह ढका हुआ इंस्टॉलेशन, स्टैक से कनेक्शन के साथ, जिसमें धुआं और धुएँ को एकत्र करके उच्च स्तर पर वेंट किया जाता है।

कोयला डस्ट इंजेक्शन - नॉन-कोकिंग कोयला नाइट्रोजन के माध्यम से ट्यूब्स में इंजेक्ट किया जाता है। इससे कोक दर कम होती है और कीमती कोकिंग कोयले की बचत होती है, जो भारत में पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध नहीं है। कोयला डस्ट इंजेक्शन आम तौर पर उच्च ब्लास्ट तापमान और ऑक्सीजन समृद्धि के साथ किया जाता है। सेल के सभी फर्नेस में कोयला डस्ट इंजेक्शन प्रणाली उपलब्ध है।

हॉट मेटल का बाहरी डीसल्फराइजेशन - सतत कास्टिंग तकनीक के आगमन और उच्च गुणवत्ता वाली स्टील की मांग बढ़ने के कारण, कम सल्फर (0.025% से कम) हॉट मेटल की आवश्यकता बढ़ गई है। इसके लिए बीएफ से हॉट मेटल लेडल में कैल्शियम कार्बाइड, लाइम सोडा ऐश और मैग्नीशियम जैसे डीसल्फराइजिंग एजेंट इंजेक्ट किए जाते हैं। आरएसपी, आईएसपी, बीएसपी और बीएसएल में एक डीसल्फराइजिंग यूनिट स्थापित है (बीएसएल में स्थापना प्रगति पर है)।

कास्ट हाउस डी-सिलिकोनाइजेशन - हॉट मेटल से सिलिकॉन को आंशिक रूप से हॉट मेटल रनर में मिल-स्केल, लौह अयस्क और लाइम मिलाकर हटाया जाता है। ऐसी इंस्टॉलेशन विदेशों में कार्य कर रही हैं।

हॉट मेटल का डी-फॉस्फोराइजेशन - हॉट मेटल में फॉस्फोरस की मात्रा कम करने के लिए सोडा ऐश और लाइम आधारित फ्लक्स जैसे एजेंट ट्रांसपोर्ट वेसल में हॉट मेटल में डाले जाते हैं।

ऑटोमेशन और कंप्यूटर नियंत्रण - पूर्ण ऑटोमैटिक प्रचालन के मामले में, कंप्यूटर (एचएमआई प्रणाली) पीएलसी (प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर) से जुड़ा होता है, जो विभिन्न सेंसर से सिग्नल प्राप्त करता है और अनुकूलतम मान निर्धारित करता है तथा उपकरणों को स्वतः संचालित करने का आदेश देता है। फर्नेस में चार्जिंग और स्टोक्स का स्वतः नियंत्रण प्रदान किया गया है।

सेल के प्रबंधन के निर्णय अनुसार, लक्षित हॉट मेटल उत्पादन प्राप्त करने के लिए ब्लास्ट फर्नेस क्षेत्र में निम्नलिखित उपायों की परिकल्पना की गई है:

1. रिफ्रेक्टरी, कूलिंग प्रणाली, स्टोक्स, सहायक ईंधन इंजेक्शन और सहायक उपकरण के संदर्भ में बीएफ का आधुनिकीकरण/उन्नयन ।
2. अलग स्थान पर नए स्टॉक हाउस और नए सामग्री प्रचालन सुविधाओं के साथ, संशोधित नए और बड़े फर्नेस की स्थापना जिसमें परिवर्तित सिन्टर संयंत्र और कोक ओवन्स हों। नए फर्नेस आरएसपी, आईएसपी और बीएसपीज में कमीशन किए गए।
3. मौजूदा सामग्री प्रचालन प्रणाली में बदलाव।
4. टॉरपीडो लेडल्स की शुरुआत।
5. ब्लास्ट फर्नेस क्षेत्र में लॉजिस्टिक्स में सुधार।
6. वेस्ट हीट रिकवरी प्रणाली (आउटगोइंग स्टोव हॉट फ्लू गैस से गर्मी को पुनः प्राप्त कर कम्बशन एयर और बीएफ गैस को गर्म करना और इस प्रकार स्टोव के हीटिंग को बढ़ाना।)

7. टीआरटी (विद्युत उत्पादन के लिए टॉप गैस रिकवरी टरबाइन) नए फर्नेस में आईएसपी, आरएसपी और बीएसपी में प्रति दिन 14 मेगावाट विद्युत उत्पादन।
8. राडार स्टॉक लेवल इंडिकेटर जब फर्नेस ऑफ-रॉड (3 मीटर से अधिक) होता है, तब स्टॉक लेवल मापने को संभव बनाता है; बीएफ #2 बीएसएल, बीएफ #6 बीएसपी और नए फर्नेस आईएसपी, आरएसपी, बीएसपी में उपलब्ध कराया गया है।

टेक्नो-अर्थशास्त्र:

उत्पादकता : एक दिन में फर्नेस आयतन प्रति घन मीटर में उत्पादित हॉट मेटल की मात्रा, टन/मी³/दिन (कार्यशील या उपयोगी आयतन आधार पर)।

ईंधन दर : एक टन हॉट मेटल उत्पादन के लिए आवश्यक ईंधन की मात्रा, किलोग्राम/टीएचएम। इसमें कोक दर + सहायक ईंधन दर + नट कोक दर (सिन्टर में जोड़ा गया) शामिल है। कार्बन दर अधिक उपयुक्त है क्योंकि ईंधन की कार्बन सामग्री समय-समय पर बदलती रहती है।

- कोक की राख में 1% कमी से कोक दर 8-10 किग्रा./टीएचएम कम होती है (कोक दर में कमी से इस्पात संयंत्र की कुल ऊर्जा खपत में 0.5% की बचत होती है)।
- लौह अयस्क की गैंग में 1% कमी से कोक में 1.5% की बचत होती है।
- एचबीटी (हॉट ब्लास्ट तापमान) में 100 डिग्री से. वृद्धि से कोक में 2-3% की बचत होती है।

लोहे के उत्पादन के लिए ऊर्जा खपत : -

ऊर्जा की खपत	क्षेत्र वार ऊर्जा की खपत
कोक निर्माण	18 - 19 %
लोहा निर्माण और सिन्टर निर्माण	49 - 50 %
इस्पात निर्माण	4. - 9 %

4.7 सुरक्षा और पर्यावरण

सभी लागू सुरक्षा मानकों का पालन अनिवार्य है।

ब्लास्ट फर्नेस के विभिन्न क्षेत्रों में कार्य करते समय पीपीई (पर्सनल प्रोटेक्टिव इक्विपमेंट) जैसे सुरक्षा हेलमेट, सुरक्षा जूते, हैंड ग्लव्स, गैस मास्क, हीट रेसिस्टेंट जैकेट/कोट, गॉगल्स और डस्ट मास्क का नियमित रूप से उपयोग करना अनिवार्य है।

किसी भी उपकरण के रखरखाव के लिए शटडाउन लेने से पहले “परमिट टू वर्क” जैसी निर्धारित प्रक्रियाओं का कड़ाई से पालन करना चाहिए। एचआईआरए (हैज़ार्ड आइडेंटिफिकेशन एंड रिस्क असेसमेंट), डब्लूआई (वर्क इंस्ट्रक्शन), एसओपी (स्टैंडर्ड ऑपरेटिंग प्रैक्टिसेज) और एसएमपी (स्टैंडर्ड मेंटेनेंस प्रैक्टिसेज) का कड़ाई से पालन किया जाना चाहिए।

व्यक्तियों को गैस प्रवण क्षेत्रों के बारे में सतर्क रहना चाहिए और गैस खतरों की जानकारी होनी चाहिए। गैस लाइनों या गैस प्रवण क्षेत्रों में कोई भी कार्य शुरू करने से पहले ईएमडी की मंजूरी अनिवार्य है।

ब्लास्ट फर्नेस के सुरक्षित प्रचालन के लिए निम्नलिखित करने योग्य और न करने योग्य सावधानियाँ आवश्यक हैं।

करने योग्य कार्य

1. क्रेन की मूवमेंट के दौरान बेल/हूटर बजाएँ।
2. ट्यूयर्स के माध्यम से देखते समय सुरक्षित दूरी बनाए रखें (सुरक्षा ग्लास पहनें)।
3. किसी भी स्टोव को गैस मोड में लगाने से पहले, यदि कोई गैस लीक दिखाई दे, तो स्टोव प्लेटफॉर्म पर कार्य कर रही एजेंसी को हटा दें।
4. भट्टी के शीर्ष पर किसी भी असामान्य घटना की जांच या स्टोव क्षेत्र निरीक्षण के दौरान हमेशा सीओ गैस मॉनिटर और गैस सुरक्षा मैम साथ रखें।
5. भट्टी चलने के दौरान टैपहोल्स, मंकी, ट्यूयर्स, ट्यूयर्स कूलर्स में उचित गैस जलन की निगरानी करें।
6. मरम्मत आदि के लिए शटडाउन कार्य प्रक्रियाओं (प्रोटोकॉल) के अनुसार अनुमोदित रूप से किया जाना चाहिए।
7. किसी भी उपकरण पर कार्य करने से पहले परमिट टू वर्क (पीटीडब्लू) लेना अनिवार्य है।
8. सभी लागू सुरक्षा मानकों का पालन किया जाना चाहिए।

न करने योग्य कार्य

1. स्टोव प्लेटफॉर्म पर किसी भी अनधिकृत व्यक्ति को न जाने दें।

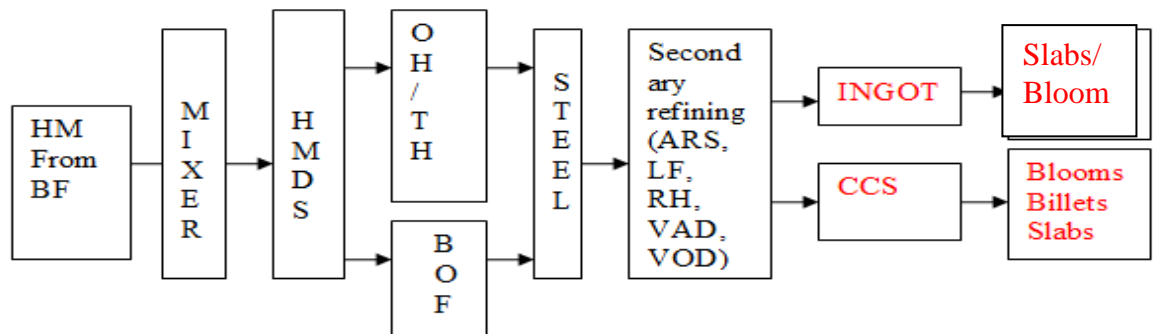
2. ब्लास्ट फर्नेस के कास्ट हाउस क्षेत्र में किसी को भी सुरक्षा उपकरण के बिना न जाने दें।
3. किसी भी गैस लीक के दौरान किसी को भी कास्ट हाउस क्षेत्र और स्टोव प्लेटफॉर्म में न जाने दें।
4. मेकैनिकल/इलेक्ट्रिकल ज्ञान के बिना लिफ्ट का प्रचालन न करें, हमेशा लिफ्ट ऑपरेटर से पूछें।
5. एमसीसी पैनल का प्रचालन केवल अधिकृत कर्मियों द्वारा किया जाना चाहिए।
6. उचित परमिट टू वर्क (पीटीडब्लू) के बिना किसी भी कार्य की अनुमति न दें।

अध्याय - 5

इस्पात निर्माण

5.1 प्रस्तावना

हॉट मेटल जिसे पिघला हुआ पिग आयरन भी कहा जाता है, जो ब्लास्ट फर्नेस द्वारा उत्पादित किया जाता है, उसमें विभिन्न अशुद्धियाँ होती हैं। मुख्य अशुद्धि कार्बन होती है और इसके अलावा फॉस्फोरस, सल्फर, सिलिकॉन, गैर-धात्विक समावेशन आदि जैसी अन्य अशुद्धियाँ भी मौजूद होती हैं। इस्पात बनाने की प्रक्रिया इस हॉट मेटल की शुद्धिकरण की प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया से प्राप्त इस्पात धातु का शुद्ध रूप होता है। हॉट मेटल में लगभग 4% कार्बन होता है, जिसे आवश्यकतानुसार 0.10% से कम किया जाता है। इसके अलावा सल्फर, फॉस्फोरस जैसी अन्य अशुद्धियों को भी हटाया जाता है और मैंगनीज, सिलिकॉन, निकेल, क्रोमियम और वैनाडियम जैसे मिश्र धातु तत्वों को मिलाया जाता है ताकि आवश्यक इस्पात का सटीक उत्पादन किया जा सके। इस्पात निर्माण की प्रक्रिया की संक्षिप्त रूपरेखा और इसमें शामिल विभिन्न प्रक्रियाएँ इस प्रकार हैं।



एचएमडीएस – हॉट मेटल डीसल्फराइजेशन

बीओएफ-बेसिक ऑक्सीजन फर्नेस

ओएच/टीएचएफ – ओपन हार्थ/ ट्विन हार्थ फर्नेस

एआरएस-आर्गन रिन्सिंग स्टेशन

एलएफ-लैडल फर्नेस

आरएच डिगासर-रूह-स्टाल हेराँस (प्रक्रिया का नाम जर्मन शहर और जर्मन वैज्ञानिक पर आधारित है)

वीएडी-वैक्यूम आर्क डिगासर

वीओडी-वैक्यूम ऑक्सीजन डिकार्बुराइजेशन

सीसीएस/सीसीपी – कंटीन्युअस कास्टिंग शॉप / संयंत्र

ब्लास्ट फर्नेस से प्राप्त हॉट मेटल हॉट मेटल लैंडल/ टॉरपीडो लैंडल में इस्पात मेल्टिंग शॉप तक रेल द्वारा पहुंचाया जाता है। इसे एक वेसल में डाला जाता है जिसे मिक्सर कहते हैं। फिर इसे कन्वर्टर की आवश्यकता के अनुसार मिक्सर से बाहर निकाला जाता है। हॉट मेटल या तो हॉट मेटल डीसल्फराइजेशन यूनिट (एचएमडीएस) से गुजरता है या सीधे इस्पात निर्माण की प्रक्रिया अर्थात बेसिक ऑक्सीजन फर्नेस (बीओएफ) में जाता है।

स्टील बनाने की प्रक्रिया में उन्नति

बेस्सेमर प्रोसेस > ओपन हीरथ/ ट्विन हीरथ > एलडी कन्वर्टर



हॉट मेटल डीसल्फराइजेशन

सल्फर मुख्य रूप से लोहे के अयस्क और कोयले में मौजूद होता है। ब्लास्ट फर्नेस में सल्फर की मात्रा को 0.020% से कम करना आर्थिक दृष्टिकोण से कठिन है। क्योंकि इस्पात की गुणवत्ता में प्रायः 0.010% सल्फर की आवश्यकता होती है, इसलिए हॉट मेटल को किसी अन्य तरीके से डीसल्फराइज करना आवश्यक होता है। डीसल्फराइजेशन के लिए चूना या कैल्शियम कार्बाइड और मैग्नीशियम अभिकर्मक का सही अनुपात में उपयोग किया जाता है। इन्हें विशेष रूप से डिज़ाइन किए गए लांस के माध्यम से गैसीय धारा में धातु में इंजेक्ट किया जाता है। इस प्रकार, सल्फर की मात्रा 0.005% से भी कम स्तर तक घटाई जा सकती है। हॉट मेटल लैंडल में डीसल्फराइजेशन यूनिट तक *ईओटी क्रेनों या रेल द्वारा लाया जाता है। लैंडल को सही स्थिति में रखने के बाद इंजेक्शन लांस को धातु में गहराई तक नीचे किया जाता है। फिर निर्धारित सामग्री का इंजेक्शन लांस के माध्यम से शुरू किया जाता है और हॉट मेटल में सल्फर की मात्रा के अनुसार 5 से 10 मिनट तक जारी रहता है। सल्फर की अशुद्धि मैग्नीशियम सल्फाइड के रूप में एक तीव्र प्रतिक्रिया के द्वारा हटाई जाती है। इसके बाद लैंडल को स्लैग रैकिंग मशीन पर भेजा जाता है ताकि इंजेक्शन प्रक्रिया के दौरान बनने वाला स्लैग हटा दिया जा सके। फिर हॉट मेटल को कन्वर्टर में भेजा जाता है।

5.2 ओपन / ट्विन हर्थ फर्नेस

यह इस्पात निर्माण की सबसे पुरानी स्थापित प्रक्रिया में से एक है। अधिकांश ओपन हर्थ फर्नेस 1990 के दशक की शुरुआत तक बंद कर दिए गए थे, क्योंकि ये ईंधन की दृष्टि से

कम प्रभावी, उत्पादकता में कम और प्रचालन में जटिल थे। बेसिक ऑक्सीजन इस्पात निर्माण (बीओएफ) या एलडी प्रक्रिया ने ओपन हार्थ फर्नेस को बदल दिया।

ट्विन हर्थ फर्नेस में दो हर्थ्स होते हैं, जिन्हें एक ब्रिज वाल द्वाारा अलग किया गया होता है और ऊपर से सामान्य छत होती है। ट्विन हर्थ फर्नेस दोनों हर्थ्स के बीच समन्वय पर कार्य करता है, जिससे दोनों हर्थ्स अलग-अलग प्रचालन में लगे रहते हैं। यद्यपि एक ठोस अवधि में होता है, दूसरा द्रव अवस्था में होता है।

ट्विन हर्थ फर्नेस का मूल सिद्धांत यह है कि एक हर्थ में ब्लोइंग के दौरान उत्पन्न भौतिक और रासायनिक ऊष्मा का उपयोग पास के हर्थ में चार्ज को पहले से गर्म करने के लिए किया जाता है, जिससे प्रक्रिया तेज होती है। टीएचएफ का टैप टू टैप समय आधा हो जाता है क्योंकि फर्नेस दोनों हर्थ्स से वैकल्पिक रूप से टैप किया जाता है। फर्नेस की प्रचालन दक्षता दोनों ठंड और गर्म अवधि की समान अवधि पर आधारित होती है अर्थात एक हर्थ में पिघलना शुरू होता है तो दूसरा हार्थ टैपिंग के लिए तैयार होता है।

फर्नेस में गतिविधियाँ मूलतः दो भागों में विभाजित की जा सकती हैं। ठंडा होने की अवधि के दौरान गतिविधियाँ और गर्म होने की अवधि के दौरान गतिविधियाँ दोनों हर्थ्स में इस प्रकार समानांतर चलती हैं कि जब एक हर्थ ठंडा होने की अवधि में है तो दूसरा गर्म होने की अवधि में होगा। ठंडा होने की अवधि में टैपिंग, फेटलिंग, चार्जिंग और ठंडे चार्ज को फर्नेस में हॉट मेटल डाले जाने के उद्देश्य से गर्म करने के लिए समय शामिल होता है। गर्म अवधि के दौरान गतिविधियाँ मेल्टिंग, रिफाइनिंग और होल्डिंग में वर्गीकृत की जा सकती हैं।

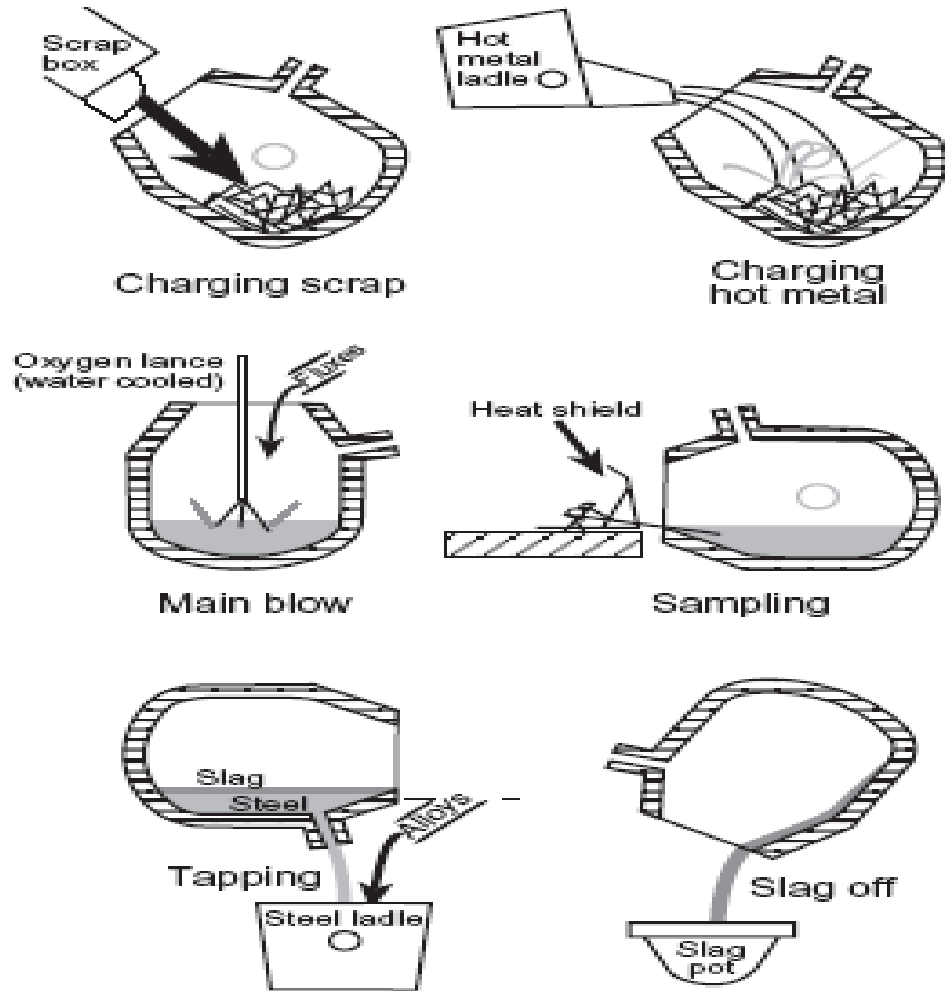
**ईओटी - विद्युतीय रूप से प्रचालित ओवरहेड ट्रेवल*

5.3 बेसिक ऑक्सीजन फर्नेस (बीओएफ - एलडी कन्वर्टर)

बीओएफ में प्रचालन क्रम:

1. कन्वर्टर के तल पर चूना / डोलोमाइट को मिलाना।
2. स्ट्रैप चार्जिंग।
3. हॉट मेटल चार्जिंग।
4. ऑक्सीजन ब्लोइंग।
5. ब्लोइंग के दौरान बैचों में फ्लक्स को डालना।
6. ब्लोइंग के बाद ऑक्सीजन लांस को उठाया जाता है और नमूना एवं तापमान रिकॉर्डिंग के लिए कन्वर्टर को टिल्ट किया जाता है।

7. लैडल में टैपिंग।
8. टैपिंग के दौरान लैडल में डी-ऑक्सीकारक को मिलाना।
9. नाइट्रोजन स्लैग स्प्लैशिंग और अंतिम स्लैग हटाना।



बेसिक ऑक्सीजन फर्नेस आम तौर पर बीओएफ प्रक्रिया या एलडी प्रक्रिया के नाम से जाना जाता है। इसे इस नाम से इसलिए जाना जाता है क्योंकि यह प्रक्रिया ऑस्ट्रिया के दो शहरों लिंज और डोनाविट्ज़ में विकसित की गई थी। इसे बेसिक इसलिए कहा जाता है क्योंकि वेसल की लाइनिंग के लिए बेसिक प्रकार के रिक्रैक्टरी का उपयोग किया जाता है जो पिघली हुई धातु के उच्च तापमान को सहन कर सके।

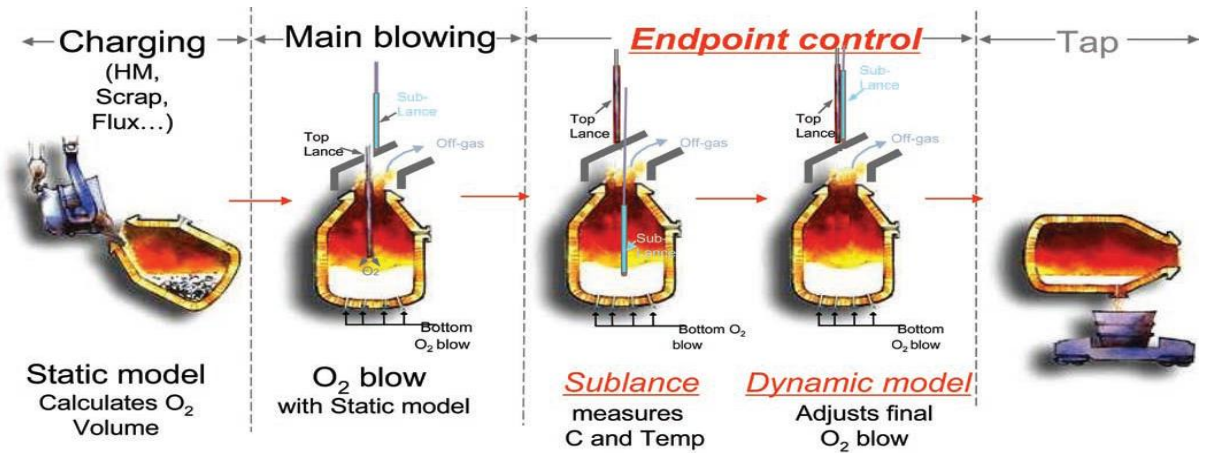
ओपन / ट्विन हार्थ फर्नेस की तुलना में बीओएफ प्रक्रिया तेज, ऊर्जा कुशल और सरल है। यह गलाने के समय को कम करती है और श्रम उत्पादकता को बढ़ाती है। बीओएफ में टैप

टू टैप समय लगभग 45-50 मिनट होता है। बीओएफ नाम इस बात से लिया गया है कि इसमें रासायनिक समायोजन किस प्रकार किए जाते हैं। ऑक्सीजन एक अभिकर्मक / ईंधन के रूप में प्रयोग की जाती है जो कई जटिल ऑक्सीकरण प्रक्रियाओं के माध्यम से अधिकांश अवांछनीय तत्वों को हटाती है। बेसिक शब्द इस तथ्य को दर्शाता है कि प्रतिक्रिया एक वेसल में होती है जिसे कन्वर्टर कहा जाता है और जो बेसिक रिफ्रैक्टरी से लाइन किया गया होता है।

इनपुट:

बीओएफ या एलडी कन्वर्टर में मुख्य इनपुट सामग्री निम्नलिखित हैं:

- **हॉट मेटल:** लगभग 4% कार्बन युक्त हॉट मेटल बीओएफ का मुख्य इनपुट है।
- **स्क्रैप:** यह क्लैट के रूप में उपयोग किया जाता है क्योंकि प्रक्रिया उष्मीय (एकजोथर्मिक) होती है। प्रक्रिया के दौरान बड़ी मात्रा में तापीय ऊर्जा उत्पन्न होती है, इसलिए लक्षित अंतिम / टैपिंग तापमान प्राप्त करने के लिए उचित चार्ज संतुलन अर्थात् हॉट मेटल और स्क्रैप का अनुपात बनाए रखना आवश्यक होता है।
- **फ्लक्ससेस:** प्रक्रिया में स्लैग बनाने के लिए कैल्सिन्ड चूना, कैल्सिन्ड डोलोमाइट आदि जैसे फ्लक्ससेस का उपयोग किया जाता है। स्लैग धातु से अशुद्धियों को अवशोषित करने/ निकालने के लिए आवश्यक होता है। ब्लोइंग के दौरान धातु और स्लैग का इमल्शन रिफाइनिंग में मदद करता है।
- **ऑक्सीजन:** मुख्य इनपुट में से एक, जो मुख्य रूप से कैप्टिव ऑक्सीजन संयंत्र से आती है और इसके अलावा खरीदी गई लिक्विड ऑक्सीजन भी शामिल होती है। ऑक्सीजन की शुद्धता 99.5% से अधिक होनी चाहिए।
- **नाइट्रोजन:** यह सीधे प्रक्रिया में भाग नहीं लेती, किंतु पर्जिंग और सीलिंग के उद्देश्य से उपयोग की जाती है। इसे स्लैग स्प्लैशिंग के लिए भी उपयोग किया जाता है ताकि वेसल की रिफ्रैक्टरी लाइनिंग को कोट किया जा सके।
- **फेरो-एलॉय:** स्टील टैपिंग के दौरान फेरो-एलॉय जैसे एफई - एसआई, एसआई - एमएन, एफई - एमएन आदि मिलाये जाते हैं ताकि वांछित ग्रेड का स्टील बनाया जा सके।



एक पूर्ण चक्र में निम्नलिखित चरण शामिल होते हैं:

1. स्क्रेप चार्जिंग,
2. हाट मेटल चार्जिंग,
3. ओ₂ ब्लोविंग,
4. सैम्पलिंग और तापमान दर्ज करना
5. टैपिंग
6. नाइट्रोजन स्लैग स्पलैशिंग और अंतिम डिस्लेजिंग

प्रक्रिया:

- **मिक्सर और डीसल्फराइजेशन:** इस प्रक्रिया की शुरुआत इस्पात मेल्टिंग शॉप में मिक्सर से होती है। धातु मिक्सर में संग्रहीत की जाती है और आवश्यकतानुसार निकाली जाती है। बीओएफ में चार्ज करने से पहले आवश्यकतानुसार हॉट मेटल में सल्फर की मात्रा कम करने के लिए बाहरी डीसल्फराइजेशन किया जाता है। कैल्शियम कार्बाइड या चूने का पाउडर और मैग्नीशियम यौगिक को विशेष लांस के माध्यम से नाइट्रोजन गैस के साथ हॉट मेटल में इंजेक्ट किया जाता है। यौगिक इंजेक्शन पूरा होने के बाद स्लैग रैकिंग की जाती है ताकि स्लैग को हटाया जा सके और सल्फर के रिवर्सल को रोका जा सके।
- **कन्वर्टर ब्लोइंग:** ब्लोइंग की इस प्रक्रिया का अर्थ है एलडी कन्वर्टर में हॉट मेटल और फ्लक्स के साथ ऑक्सीजन की प्रतिक्रिया। हॉट मेटल को स्क्रेप के साथ कन्वर्टर में ईओटी क्रेनों की मदद से कन्वर्टर को झुका कर चार्ज किया जाता है। हॉट मेटल का एक सामान्य संघटन है: सी - 4.0%, एसआई - 0.60 %, एमएन - 0.10 %, पी - 0.15%, एस- 0.050% और तापमान लगभग 1300 डिग्री से। चार्जिंग के बाद, कन्वर्टर को वर्टिकल रखा जाता है और लांस को कन्वर्टर में डाला जाता है, जिसके माध्यम से लगभग 14-20 किग्रा./सेमी.² दबाव पर ऑक्सीजन ब्लो

की जाती है। ब्लोइंग प्रक्रिया के दौरान स्लैग बनाने के लिए फ्लक्सैसे जैसे चूना, कैल्सिन्ड डोलोमाइट, लौह अयस्क आदि जोड़े जाते हैं। सबसे महत्वपूर्ण फ्लक्स चूना है। स्लैग बेसिक प्रकृति का होता है। मुख्य अशुद्धि कार्बन ऑक्सीजन के साथ प्रतिक्रिया करके गैसीय रूप (सीओ/सीओ₂) में हटा दी जाती है। एसआई, पी, एस और अन्य गैर-धात्विक अशुद्धियां स्लैग के रूप में हटा दी जाती हैं, जो धातु की तुलना में हल्की होती हैं और इसलिए धातु की सतह पर तैरती हैं। ब्लोइंग प्रक्रिया आमतौर पर 15-17 मिनट लेती है। ब्लोइंग पूरा होने के बाद कन्वर्टर को झुका कर स्लैग को स्लैग पॉट में निकाला जाता है। नमूना और तापमान भी मैन्युअली लिया जाता है। ब्लो के अंत में तापमान आमतौर पर 1650° से. - 1690° से. के बीच होता है और एक सामान्य बाथ विश्लेषण इस प्रकार होता है: सी - 0.07 %, एमएन - 0.08 %, पी - 0.020 %, एस- 0.030 %। जब वांछित संघटन और तापमान प्राप्त हो जाता है तो इस्पात की टैपिंग की जाती है।

हीट बैलेंस कन्वर्टर में अर्थात हीट इनपुट = हीट आउटपुट इस प्रकार संतुलित किया जाता है:

हीट इनपुट के रूप में:

- क. बीओएफ में हॉट मेटल की सेंसिबल हीट
- ख. कार्बन का ऑक्सीकरण
- ग. सिलिकॉन का ऑक्सीकरण
- घ. मँगनीज का ऑक्सीकरण
- इ. फॉस्फोरस का ऑक्सीकरण

हीट आउटपुट के रूप में:

- क. इस्पात की सेंसिबल हीट
- ख. स्लैग की सेंसिबल हीट
- ग. ऑफ गैस की सेंसिबल हीट
- घ. ऑफ गैस की रासायनिक हीट
- इ. डस्ट की सेंसिबल हीट
- च. कन्वर्टर के संवहन और विकिरण के माध्यम से हानि

- **टैपिंग:** टैपिंग का अर्थ कन्वर्टर के टैप होल के माध्यम से लिक्विड स्टील को लेडल में निकालना है। स्टील के ग्रेड के अनुसार टैपिंग के दौरान फेरो-एलॉय भी लेडल में मिलाये जाते हैं। जैसे ही इस्पात निकल जाता है, कन्वर्टर को उठाया जाता है और टैपिंग पूरी हो जाती है। अच्छी टैप होल मेंटेनेंस और स्लैग मुक्त टैपिंग डिवाइस

जैसे प्री टैप प्लग्स, स्लैग स्टॉपर, डार्ट्स, इलेक्ट्रोमैग्नेटिक स्लैग डिटेक्शन सेंसर आदि का उपयोग आम तौर पर स्लैग को लेडल में जाने से रोकने के लिए किया जाता है।

- **नाइट्रोजन स्प्लैशिंग:** टैपिंग के बाद कन्वर्टर में शेष स्लैग को नाइट्रोजन की मदद से और चूना और/या कोक को मिलाकर स्प्लैश किया जाता है। कन्वर्टर को वर्टिकल रखा जाता है और लांस को डाला जाता है। उसी लांस के माध्यम से नाइट्रोजन ब्लो किया जाता है, जो कन्वर्टर में बेसिक शेष स्लैग को स्प्लैश करता है और रिफ्रेक्टरी ईंटों पर कोटिंग देता है। नाइट्रोजन स्प्लैशिंग का मुख्य लाभ कन्वर्टर की लाइनिंग के जीवनकाल को बढ़ाना है।
- **रासायनिक अभिक्रियाएं:** ब्लोइंग के दौरान बीओएफ में कई जटिल रासायनिक प्रतिक्रियाएं होती हैं। मुख्य प्रतिक्रियाएं सरल रूप में इस प्रकार हैं:

एफई + ओ = एफईओ

सी + ओ = सीओ/सीओ₂

एसआई + 2ओ = एसआईओ₂

एमएन + ओ = एमएनओ

2पी + 5ओ = पी₂ओ₅

ये अभिक्रियाएं उष्मीय प्रकृति की होती हैं। ब्लो के दौरान बहुत गर्मी उत्पन्न होती है। थर्मल बैलेंस बनाए रखने के लिए स्क्रैप कूलेंट के रूप में उपयोग किया जाता है। फ्लक्ससेस के जोड़ने से कैल्शियम ऑक्साइड (चूना और डोलोमाइट) और हॉट मेटल से एसआई, एमएन आदि के साथ जटिल यौगिक बनते हैं, जो बेसिक प्रकृति के होते हैं और बेसिक स्लैग बनाने में मदद करते हैं, जिससे डिफॉस्फोराइजेशन में सुविधा होती है।

- **स्लैग का संघटन:** बीओएफ प्रक्रिया के दौरान बनने वाला स्लैग बेसिक प्रकृति का होता है। यह सीए के साथ एसआई, पी और अन्य गैर-धात्विक अशुद्धियों का जटिल ऑक्साइड यौगिक होता है। ब्लोइंग के अंत में सामान्य स्लैग विश्लेषण इस प्रकार है:

सीएओ = 45-50%

एमजीओ = 4-8%

एफईओ = 18-22%

बेसिकिटी = सीएओ/एसआईओ₂ ≥ 3.0

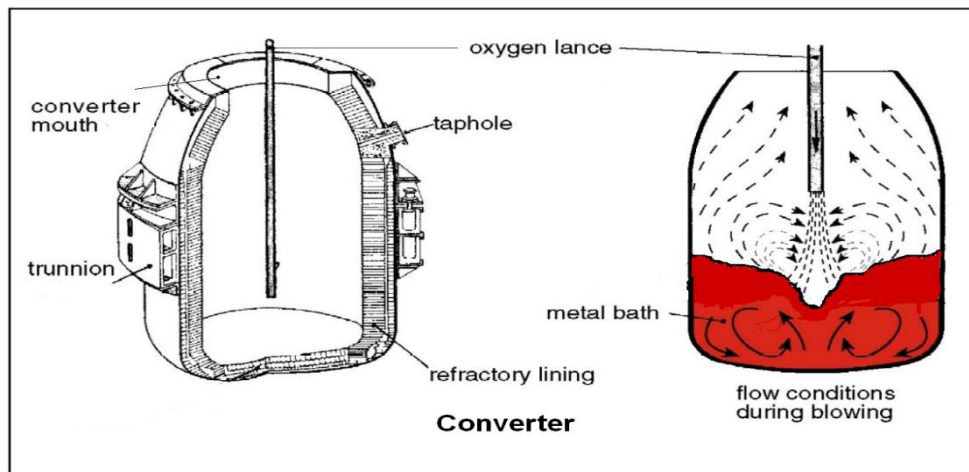
- **स्लैग के कार्य:**
 - क. रिफाइनिंग के लिए आवश्यक ऑक्सीजन स्थानांतरित करना।
 - ख. फैलाए गए धातु बूंदों के डिकार्बुराइजेशन के लिए अनुकूल परिस्थितियां बनाना।
 - ग. लिक्विड पिग आयरन से फॉस्फोरस हटाने का साधन प्रदान करना।
 - घ. बाथ से कुछ सल्फर हटाने का साधन प्रदान करना।
- **रिफ्रैक्टरी:** बीओएफ शॉप में रिफ्रैक्टरी बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। चूंकि बीओएफ शॉप में लिक्विड मेटल संभाला जाता है, इसलिए सभी वेसल जैसे मिक्सर, कन्वर्टर, लेडल आदि रिफ्रैक्टरी ईंटों से लाइन किए जाते हैं। यह वेसल की शेल की रक्षा करता है और धातु का तापमान बनाए रखता है। विभिन्न प्रकार के रिफ्रैक्टरी उनके उपयोग के अनुसार इस प्रकार हैं:
 - **कन्वर्टर वेसल:** यहां उपयोग की जाने वाली ईंटें बेसिक प्रकृति की होती हैं। डोलोमाइट ईंट या मैग्नेशिया कार्बन ईंट आम तौर पर कन्वर्टर में उपयोग होती हैं। हाल के समय में डोलोमाइट ईंटों की जगह मैग्नेशिया कार्बन ईंटों ने ले ली है। एक नई लाइनिंग से दूसरी लाइनिंग तक कन्वर्टर में बनने वाले हीट की संख्या को कन्वर्टर की लाइनिंग जीवन कहा जाता है। कन्वर्टर का टैप होल भी रिफ्रैक्टरी का बना होता है, जो टैप किए गए हीट की संख्या के साथ घिस जाता है। इसे समय-समय पर बदल दिया जाता है।
 - **मिक्सर:** यहां उपयोग की जाने वाली ईंटें आम तौर पर उच्च एल्युमिना और मैग्नेसाइट ईंट होती हैं।
 - **लेडल:** यह छोटी वेसल जो हॉट मेटल को कन्वर्टर में चार्ज करने के लिए ले जाती है, हॉट मेटल लेडल कहलाती है। इन्हें उच्च एल्युमिना ईंटों से लाइन किया जाता है। इस्पात को इस्पात लेडल में टैप किया जाता है। यह लेडल इस्पात को सेकंडरी रिफाइनिंग और अंत में कास्टिंग के लिए ले जाता है। इन लेडल में उपयोग की जाने वाली ईंटें भी उच्च एल्युमिना और मैग्नेशिया कार्बन की होती हैं।

उपकरण: बीओएफ शॉप में मुख्य उपकरण इस प्रकार हैं:

- **मिक्सर:** यह एक बड़ा बेलनाकार या आयताकार रिफ्रैक्टरी लाइनिंग वाला वेसल, जिसमें टिल्टिंग मैकेनिज्म होता है और यह ब्लास्ट फर्नेस से आने वाली पिघली हुई धातु को संग्रहित करने के लिए उपयोग होता है। मिक्सर में चार्जिंग होल होता है, जिसके माध्यम से हॉट मेटल ईओटी क्रेन की मदद से मिक्सर में चार्ज किया जाता

है और स्पाउट के माध्यम से मिक्सर को झुका कर हॉट मेटल निकाली जाती है। मिक्सर का मुख्य कार्य संग्रहण और समरूपता होते हैं। मिक्सर में तापमान बनाए रखने के लिए साइड बर्नर्स के माध्यम से गैस आपूर्ति की जाती है।

- **कन्वर्टर:** कन्वर्टर एक खुला नाशपाती आकार का वेसल है, जो स्टील का बना होता है और अंदर से बेसिक रिफ्रेक्टरी ईंटों से लाइन किया गया होता है। इसे 360° तक घुमाया जा सकता है। चार्जिंग और डीस्लैगिंग माउथ के माध्यम से की जाती है, जबकि स्टील की टैपिंग टैप होल के माध्यम से की जाती है।



- **लांस:** यह तीन समकेन्द्रीय स्टील ट्यूब से बना होता है, जिसमें बाहरी ट्यूब में पानी और आंतरिक ट्यूब में ऑक्सीजन प्रवाहित होती है। लांस की टिप तांबे की

बनी होती है। आमतौर पर 5 या 6 होल वाले लांस का उपयोग किया जाता है। लगातार ब्लोइंग ऑपरेशन के लिए कन्वर्टर में हमेशा स्टैंडबाय लांस मौजूद होता है।

- **गैस क्लीनिंग संयंत्र (जीसीपी) :** एलडी या बीओएफ प्रक्रिया के दौरान उच्च तापमान वाली बहुत बड़ी मात्रा में अपशिष्ट गैसें उत्पन्न होती हैं, जिनमें धूल के कण होते हैं। इन्हें जीसीपी के माध्यम से पास किया जाता है। मुख्य रूप से गैसों पर पानी का छिड़काव किया जाता है ताकि ठोस धूल के कण अलग किए जा सकें और उन्हें ठंडा कर संग्रहित किया जा सके। साफ की गई गैसों या तो गैस होल्डर में संग्रहित की जाती हैं या वायुमंडल में जलाकर वायु प्रदूषण को नियंत्रित किया जाता है।

o कन्वर्टर के ऊपर एक बड़ा जल-शीतित हूड स्थित होता है। स्टील बनाने के दौरान उत्पन्न बड़ी मात्रा में अपशिष्ट गैस हूड से गुजरती है और फिर संग्रहित और साफ की जाती है। एक आईडी फैन मौजूद होता है जो गैसों को हूड में खींचता है। हूड के नीचे एक मूवेबल स्कर्ट जुड़ा होता है, जो गैप को बंद करता है और कन्वर्टर के माउथ पर बैठता है, इस प्रकार ब्लो के दौरान हवा के प्रवेश को नियंत्रित करता है और कन्वर्टर माउथ पर सीओ गैस को जलने से रोकता है।

सुरक्षा पहलू: चूंकि शॉप में द्रवित धातु के साथ कार्य किया जाता है, इसलिए कार्मिकों की और उपकरण सुरक्षा अत्यंत महत्वपूर्ण है। हमें सुरक्षा नियमों का कड़ाई से पालन करना चाहिए।

- चार्जिंग से पहले, कन्वर्टर का पूरी तरह निरीक्षण करना चाहिए और सुनिश्चित करना चाहिए कि कन्वर्टर में कोई लिक्विड स्लैग न बचा हो। यदि स्लैग है, तो इसे चार्जिंग से पहले चूना डालकर सुखाना चाहिए।
- चार्जिंग के दौरान किसी को भी कन्वर्टर के सामने खड़ा नहीं होने दें।
- उस स्लैग पॉट में पानी नहीं होना चाहिए, जिसमें स्लैग डंप किया जाना है।
- स्टील मेल्टिंग शॉप में कार्य करने वाले व्यक्तियों को व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (पीपीई) जैसे दस्ताने, ब्लू ग्लास, फायर रिटार्डिंग जैकेट पहनने चाहिए।
- यदि लांस/हूड/स्कर्ट में किसी प्रकार का पानी रिसाव है, तो ब्लोइंग नहीं करनी चाहिए।

- कन्वर्टर के नीचे अत्यधिक जलभराव होने पर ब्लोइंग तुरंत रोक दें जब तक पानी पूरी तरह से निकल जाए।
- कन्वर्टर की चार्जिंग और टैपिंग के दौरान किसी भी धातु के छिटकने से बचने के लिए सावधानी बरती जानी चाहिए।

गुणवत्ता संबंधी अपेक्षाएं: आजकल गुणवत्ता मानक बहुत सख्त हैं और ग्राहकों के विनिर्देशन कड़े हो रहे हैं, इसलिए सभी चरणों में गुणवत्ता की निगरानी करना आवश्यक है। बीओएफ में स्लैग इस्पात की गुणवत्ता निर्धारित करता है। अच्छे स्लैग से अच्छे इस्पात का उत्पादन होता है। टैपिंग के दौरान इस्पात लेडल में स्लैग का प्रवेश न्यूनतम होना चाहिए। स्लैग एरस्टर का उपयोग स्लैग के प्रवेश को कम करने के लिए किया जाता है।

अपशिष्ट और पर्यावरण प्रबंधन:

बीओएफ में स्टील बनाने की प्रक्रिया के दौरान काफी मात्रा में अपशिष्ट उत्पन्न होते हैं। उनमें से कुछ इस प्रकार हैं:

- ब्लोइंग प्रक्रिया के दौरान बड़ी मात्रा में अपशिष्ट गैसों धूल के साथ उत्पन्न होती हैं। ब्लोइंग प्रक्रिया के दौरान उत्पन्न सीओ गैस को गैस होल्डर में संग्रहित किया जाता है और इसे विभिन्न यूनिटों में ईंधन के रूप में उपयोग किया जाता है। जीसीपी से स्लरी के रूप में एकत्रित धूल को सही ढंग से निपटाना आवश्यक है या इसे बीएफ या सिन्टर संयंत्र के इनपुट फीड के रूप में पुनः उपयोग/रिसायकल किया जाता है।
- स्टील बनाने के प्रचालन के दौरान उत्पन्न स्लैग भी पुनर्चक्रित किया जाता है। इसे डंप करके ठंडा किया जाता है और फिर ब्लास्ट फर्नेस, सिन्टरिंग संयंत्र और स्टील मेल्टिंग शॉप में उपयोग किया जाता है।
- जो स्लैग डंप किया जाता है उसे सिन्टर संयंत्र में उपभोग के लिए पैलेट/ब्रिक्वेट बनाने में उपयोग किया जा सकता है।
- कन्वर्टर से निकलने वाले तीव्र उत्सर्जन को नियंत्रित करने के लिए प्रभावी डॉग-हाउस स्थापित किया जाना चाहिए।

कन्वर्टर में निष्पादित की जाने वाली टैपिंग प्रथाएँ:

- ब्लो समाप्ति के बाद डीस्लैगिंग
- नमूना और तापमान लेना
- आवश्यकता होने पर रीब्लो
- 97% स्ट्रेट ब्लो प्रैक्टिस
- इस्पात लेडल में इस्पात का टैपिंग
- औसत कास्ट स्लैब वज़न - 273टी
- टैपिंग के दौरान एल्युमिनियम और सिलिकॉन से डीऑक्सीडेशन
- टैपिंग तापमान - 1660 से 1680 डिग्री सेल्सियस
- टैपिंग समय > 6 मिनट
- टैप होल जीवन > 110 हीट

कन्वर्टर में नर्चरिंग के लिए पालन करने वाली प्रथाएँ:

- लांस के माध्यम से नाइट्रोजन ब्लो द्वारा 3 मिनट तक शेष स्लैग का स्प्लैशिंग
- बेहतर स्प्लैशिंग के लिए कोक मिलाना
- कन्वर्टर की कोटिंग
- अगली चार्जिंग से पहले स्प्लैशिंग और कोटिंग के बाद स्लैग पॉट में स्लैग डंप करना

5.4 द्वितीयक इस्पात निर्माण

उद्देश्य:

इस्पात की आवश्यक विशेषताएं प्राप्त करने के लिए प्रायः कार्बन, फॉस्फोरस, सल्फर, नाइट्रोजन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन की मात्रा पर उच्च स्तर का नियंत्रण आवश्यक होता है। अलग अलग या संयुक्त रूप से, ये तत्व मुख्य रूप से सामग्री की विशेषताओं जैसे फॉर्मबिलिटी, शक्ति, कठोरता, वेल्डेबिलिटी और संक्षारण व्यवहार निर्धारित करते हैं।

हाई परफॉर्मंस मेल्टिंग यूनिट जैसे कन्वर्टर या इलेक्ट्रिक आर्क फर्नेस में द्रवित धातु पर मेटलर्जिकल उपचार की सीमाएं होती हैं। कन्वर्टर में नाइट्रोजन और फॉस्फोरस की मात्रा को कम किया जा सकता है, किंतु कार्बन, सल्फर, ऑक्सीजन और हाइड्रोजन की मात्रा को (<2 पीपीएम) बहुत कम स्तर तक कम करने के लिए केवल लेडल उपचार द्वारा प्राप्त किया जा सकता है। कास्टिंग प्रक्रिया से पहले इस्पात की उचित कंडीशनिंग सुनिश्चित करने के लिए, स्टील का एलायिंग लक्ष्य विश्लेषण के अनुसार किया जाता है और विशेष रिफाइनिंग उपचार लेडल मेटलर्जी स्टैंड में किए जाते हैं।

द्वितीयक इस्पात निर्माण के उद्देश्यों का सारांश निम्नानुसार है:

- रिफाइनिंग और डीऑक्सिडेशन
- डीऑक्सिडेशन उत्पादों (एमएनओ, एसआईओ₂, एएल₂ओ₃) को हटाना
- अत्यंत कम स्तर (<0.008%) तक डिसल्फराइजेशन
- इस्पात के संघटन का समरूपता
- आवश्यक होने पर कास्टिंग के लिए तापमान समायोजन (लेडल फर्नेस) द्वारा पुनः ऊष्मा देना
- वैक्यूम उपचार द्वारा हाइड्रोजन को बहुत कम स्तर तक हटाना

कन्वर्टर स्टील में अधिक ऑक्सीजन होने पर ठोस होने के दौरान बड़े ब्लो-होल बन सकते हैं। इसलिए अतिरिक्त ऑक्सीजन को हटाना ("किलिंग") आवश्यक है। इस प्रकार उपचारित इस्पात को किल्ड इस्पात कहा जाता है। सभी सेकेंडरी इस्पात निर्माण प्रक्रियाओं में लेडल में डीऑक्सिडाइजिंग एजेंट को मिलाने की अनुमति होती है।

डीऑक्सिडेशन निम्नलिखित तत्वों द्वारा किया जा सकता है, डीऑक्सिडेशन क्षमता बढ़ते क्रम में: कार्बन - मैंगनीज - सिलिकॉन - एल्युमिनियम। सबसे लोकप्रिय सिलिकॉन और एल्युमिनियम हैं।

मिलाये जाने के बाद, प्रतिक्रिया होने और समरूपता प्राप्त होने के लिए समय देना आवश्यक है, इसके बाद अंतिम ऑक्सीजन सामग्री का निर्धारण ईएमएफ प्रॉब (घुलनशील ऑक्सीजन मात्रा के लिए इलेक्ट्रो-केमिकल प्रॉब) से किया जाता है।

सेकेंडरी रिफाइनिंग

सेकेंडरी इस्पात निर्माण यूनिट को निम्नलिखित श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है:

- क) स्टिरिंग प्रणाली
- ख) लेडल हीटिंग प्रणाली
- ग) वैक्यूम डिगैसिंग प्रणाली और
- घ) एडिशन प्रणाली (आरएच प्रोसेस और टैंक डिगैसिंग यूनिट)

क. स्टिरिंग प्रणाली

ये प्रणाली द्रवित इस्पात बाथ की स्टिरिंग में शामिल होते हैं ताकि तापमान और संघटन समान रहे, इंकलूजन ऊपर आएँ और स्लैग-धातु रिफाइनिंग प्रतिक्रिया को बढ़ावा मिले। चूंकि अधिकांश डीऑक्सिडेशन एजेंट घुलनशील ऑक्साइड बनाते हैं, जो ठोस इस्पात में हानिकारक इंकलूजन पैदा कर सकते हैं, इसलिए इन्हें बाद के रिफाइनिंग चरण में निम्नलिखित प्रक्रियाओं में से किसी एक द्वारा हटाया जाना होता है:

आर्गन स्टिरिंग और/या प्रतिक्रियाशील पदार्थों (सीए एसआई और/या चूना आधारित फ्लक्ससेस) का इंजेक्शन प्राप्त करता है:

- इस्पात के संघटन और तापमान की समरूपता
- डीऑक्सीडेशन उत्पादों को हटाना
- एल्युमिनियम-किल्ड स्टील ग्रेड्स का डिसल्फराइजेशन
- सल्फाइड इंक्लूजन के आकार का नियंत्रण

आर्गन स्टिरिंग रिफ्रेक्टरी लाइन वाले लांस (टॉप लांस) या उच्च एल्युमिना सामग्री से बने पोरस प्लग (बॉटम पर्जिंग) के माध्यम से की जा सकती है।

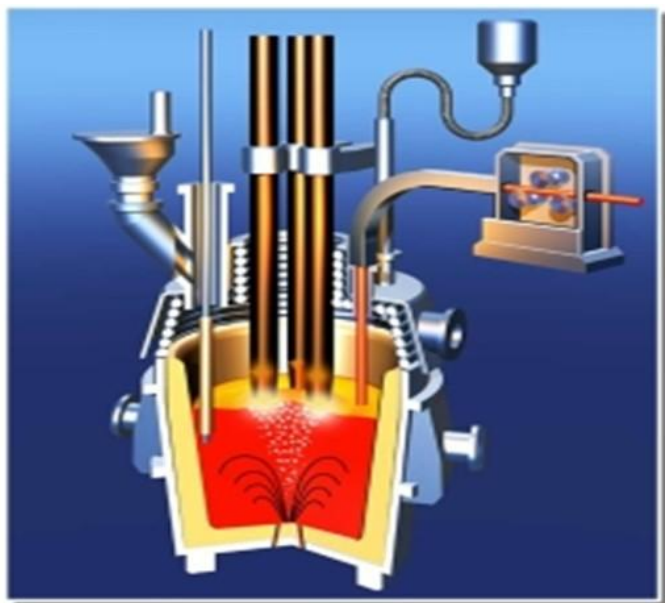
ख. लेडल हीटिंग प्रणाली

ये फर्नेस प्राइमरी मेल्टिंग यूनिट और कॉन्टिन्युअस कास्टिंग यूनिट के बीच बफर का कार्य करते हैं और सटीक तापमान और संघटन नियंत्रण प्रदान करते हैं। यह प्राइमरी मेल्टिंग यूनिट को कम तापमान पर टैप करने का विकल्प देता है, जिससे समय और ऊर्जा की बचत होती है और फेरो-एलॉय/डी-ऑक्सीडाइज़र की लागत कम होती है, साथ ही बीओएफ का रिफ्रेक्टरी जीवनकाल भी बढ़ता है। उचित स्लैग संघटन नियंत्रण, डी-ऑक्सीडेशन प्रैक्टिस और आर्गन स्टिरिंग के माध्यम से, लेडल फर्नेस के माध्यम से क्लीन इस्पात का उत्पादन संभव है।

आर्गन या इंडक्टिव स्टिरिंग उपकरण से मेल्ट को हिलाने और मेल्ट को आर्क हीटिंग (कम विद्युत शक्ति, सामान्यतः 200 केवीए/टी) से निम्न संभव होते हैं:

- लंबी उपचार अवधि
- उच्च फेरो-एलॉय संयोग
- ईष्टतम परिस्थितियों में लंबे समय तक उपचार के कारण डीऑक्सीडेशन उत्पादों को उच्च स्तर पर हटाना
- इस्पात के संघटन और तापमान की समरूपता
- यदि आर्गन द्वारा तीव्र स्टिरिंग हो तो डिसल्फराइजेशन।

लेडल फर्नेस में उत्पन्न उत्सर्जित अपशिष्ट गैसों बैग फिल्टर/ईएसपी के माध्यम से साफ की जाती हैं।



- ❖ Since 1970s, Ladle Furnace has become increasingly popular for enhancement of shop productivity
- ❖ Deoxidation and alloying additions are carried out at the LF station
- ❖ LF route is equipped with 3 electrodes, an alloying chute, a wire feeder and a powder blowing device as well as facilities for sampling and temperature and dissolved oxygen measurement.

- ❖ 1970 के दशक से शॉप की उत्पादकता बढ़ाने के लिए लैडल फर्नेस तेजी से लोकप्रिय हो गया है।
- ❖ डीऑक्सीडेशन और मिश्र धातु संवर्धन एलएफ स्टेशन पर किए जाते हैं।
- ❖ एलएफ मार्ग 3 इलेक्ट्रोड, एक मिश्र धातु ढलान, एक तार फीडर और एक पाउडर ब्लोइंग डिवाइस के साथ-साथ नमूने लेने, तापमान और घुली हुई ऑक्सीजन मापने के लिए सुविधाओं से सुसज्जित है।

ग. वैक्यूम डिगैसिंग प्रणाली

डिगैसिंग की अवधारणा मुख्य रूप से इस्पात में हाइड्रोजन की मात्रा को नियंत्रित करने के लिए शुरू की गई थी, किंतु शीघ्र ही यह स्वच्छ इस्पात के उत्पादन के लिए कई उद्देश्यों में उपयोगी सिद्ध हुई। डिगैसिंग प्रणाली को आगे सर्कुलेशन डिगैसर और टैंक डिगैसर में वर्गीकृत किया जा सकता है।

वैक्यूम-ट्रीटमेंट: आरएच प्रक्रिया (रुहरस्टहल-हेरायस)

आरएच प्रक्रिया में, इस्पात को लेडल से वैक्यूम चेंबर की एक शाखा में गैस इंजेक्शन द्वारा अवशोषित किया जाता है और उपचारित इस्पात दूसरी शाखा के माध्यम से लेडल में वापस प्रवाहित होता है।

टैंक डिगैसिंग यूनिट

टैंक डिगैसर प्रक्रिया में, इस्पात लेडल को वैक्यूम टैंक में रखा जाता है और इस्पात मेल्ट को आर्गन के माध्यम से मिलाया जाता है, जो लेडल के नीचे पोरस प्लग के जरिए इंजेक्ट किया जाता है, जिससे इस्पात का मेल्ट जोर से हिलाया जाता है।

वैक्यूम के मापन के लिए मिलिबार शब्द का उपयोग किया जाता है। वैक्यूम बनाने के लिए स्टीम का उपयोग किया जाता है।

वैक्यूम उपचार से निम्न प्राप्त होते हैं:

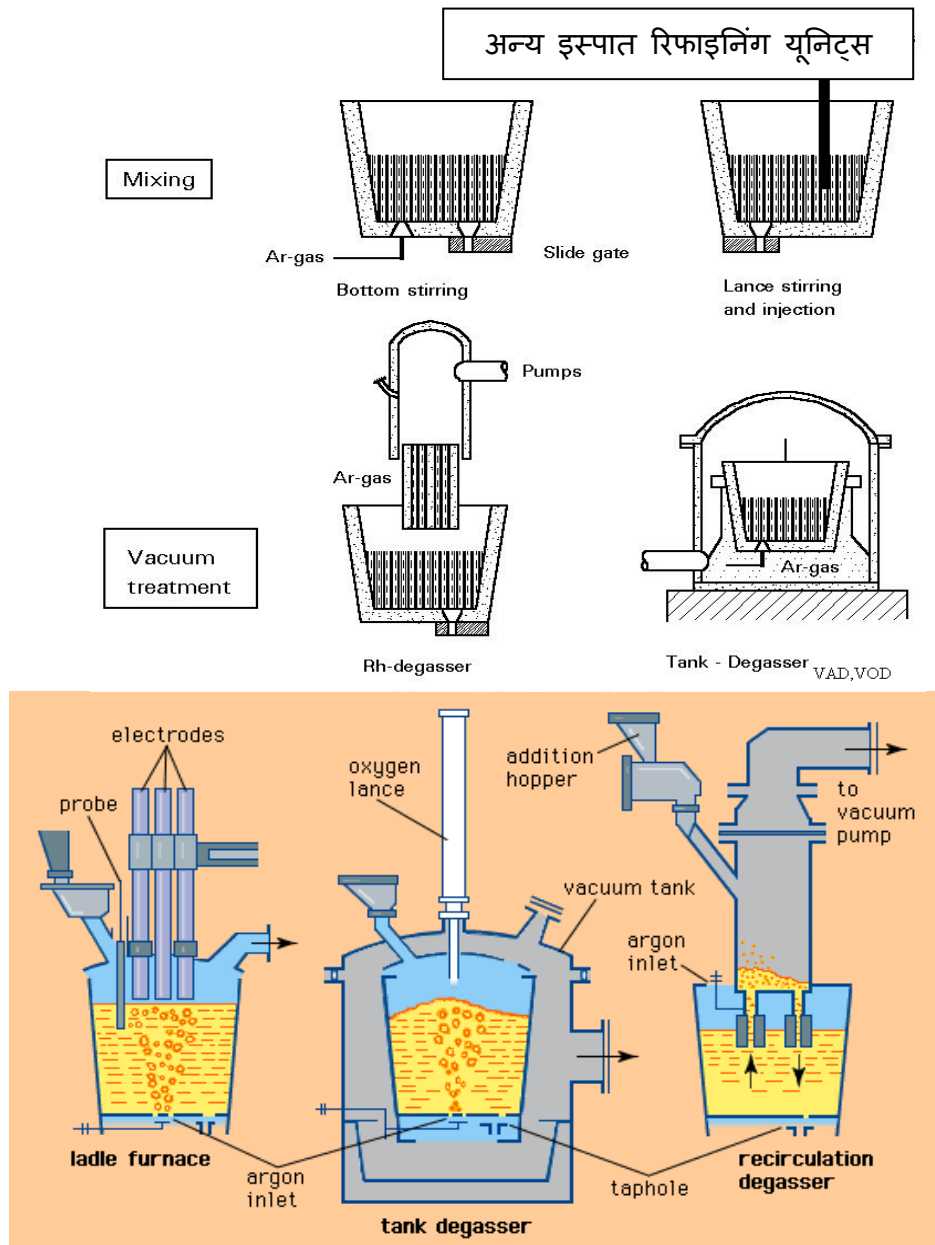
- हाइड्रोजन की मात्रा को 2 पीपीएम से कम करना
- जब लांस द्वारा ऑक्सीजन ब्लो किया जाता है तो इस्पात का महत्वपूर्ण डिकार्बुराइजेशन 30 पीपीएम से कम तक करना (आरएच - ओबी)
- वैक्यूम में एलॉय मिलाना
- इस्पात का समरूप संघटन और डीऑक्सीडेशन उत्पादों से उच्च स्तर की स्वच्छता

उच्च तापमान हानि (50 - 100 डिग्री से.) एक नुकसान है; इसलिए इस प्रक्रिया से पहले मेल्ट का उच्च सुपरहीट अनिवार्य है।

ट्रिमिंग एडिशन के लिए फेरो एलॉय मिलाये जाने की सुविधा

इसमें फेरो एलॉय संग्रहण के लिए बंकर, वजन करने वाले होपर, कन्वेयर बेल्ट, स्किप, एडिशन होपर आदि शामिल होते हैं। वैक्यूम के दौरान भी मिलाया जाना संभव है।

अधिकांश द्वितीयक इस्पात निर्माण तकनीकों के लिए द्रवित इस्पात की स्टिरिंग या तो वांछनीय होती है या आवश्यक होती है। हल्की स्टिरिंग इंकलूजन हटाने के लिए पर्याप्त होता है; गैर-धातु इंकलूजन मेल्ट की सतह पर मौजूद द्रव स्लैग के संपर्क में लाए जाते हैं, जहां उन्हें स्थिर किया जा सकता है। तथापि, डिगैसिंग और डिसल्फराइजेशन के लिए, तीव्र स्टिरिंग आवश्यक होती है ताकि इस्पात की सतह वैक्यूम के संपर्क में आए (एच₂ हटाने के लिए) या इस्पात और स्लैग को अच्छी डिसल्फराइजेशन दक्षता के लिए मिलाया जा सके।



धातुविज्ञान संबंधी सिद्धांत

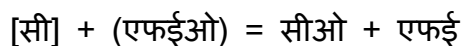
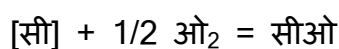
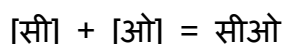
() का अर्थ स्लैग में है। [] का अर्थ इस्पात में है।

डीऑक्सीडेशन

चूंकि इस्पात बनाने की प्रक्रिया ऑक्सीकरण पर आधारित रिफाइनिंग प्रक्रिया है, प्राथमिक भट्टी से निकले टेप इस्पात में महत्वपूर्ण मात्रा में ऑक्सीजन (400-1000 पीपीएम) मौजूद होती है। द्रव इस्पात में O_2 का घुलनशीलता 0.16% है जबकि ठोस इस्पात में यह केवल 0.003% है। अधिक ऑक्सीजन से ब्लो होल और गैर-धातु समावेशन जैसी दोष उत्पन्न होते हैं। ऑक्सीजन को एमएन, एसआई, एल आदि जैसे डीऑक्सीडाइज़र द्वारा कम किया जाता है। वैक्यूम ट्रीटमेंट के माध्यम से ऑक्सीजन सीओ के रूप में हटाई जाती है।

डीकार्बूराइजेशन

‘सी’ और ‘ओ’ को हटाने की प्रतिक्रिया निम्नलिखित है:



‘सी’ हटाने को वैक्यूम स्तर, आर्गन प्रवाह दर, आरंभिक ‘सी’ स्तर, बाथ ऑक्सीजन सामग्री, इंजेक्ट किए गए ऑक्सीजन की मात्रा के द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

टैपिंग, एलएफ और वीएडभ् ऑपरेशन के दौरान रिकार्बूराइजेशन से बचने के लिए नियंत्रण आवश्यक है।

रिकार्बूराइजेशन के अन्य स्रोतों में फेरो-एलॉय, ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड्स, आर्किंग के दौरान, शामिल हैं।

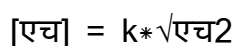
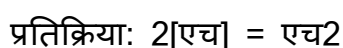
डीसल्फराइजेशन

सल्फर को हटाने पर निर्भर करता है:

- i) स्लैग की उच्च सल्फाइड वहन क्षमता - उच्च बेसिकिटी
- ii) उच्च (एस)/[एस] - सल्फर विभाजन
- iii) तरल स्लैग - स्पार या सिंथेटिक स्लैग का जोड़
- iv) उच्च स्टिरिंग की तीव्रता - स्लैग-मेटल प्रतिक्रिया में वृद्धि
- v) स्लैग और धातु में कम ओ पोटेंशियल - कम एफईओ + एमएनओ < 5%

एच2 और एन2 को हटाना

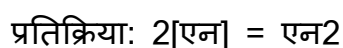
हाइड्रोजन को हटाना



- i) एच सामग्री \sqrt{p} एच₂ के साथ बदलती है
- ii) बहुत कम एच प्राप्त करने के लिए वैक्यूम स्तर कम होना चाहिए और हिलाने में सुधार करना चाहिए।

इसलिए एच निष्कासन वैक्यूम स्तर, एआर प्रवाह दर, और एच की प्रारंभिक मात्रा द्वारा नियंत्रित होता है।

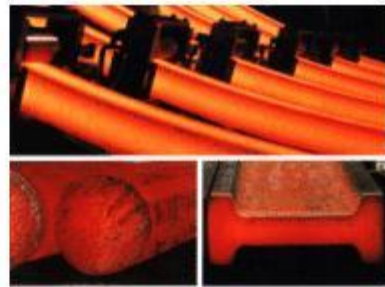
नाइट्रोजन निष्कासन



- i) बहुत कम एन प्राप्त करने के लिए वैक्यूम स्तर बहुत कम होना चाहिए।
- ii) एच की तुलना में, नाइट्रोजन को हटाने की दर कम होती है क्योंकि इसका फैलाव कम होता है।

5.5 ढलाई

इस्पात की सतत कास्टिंग: मूल सिद्धांत



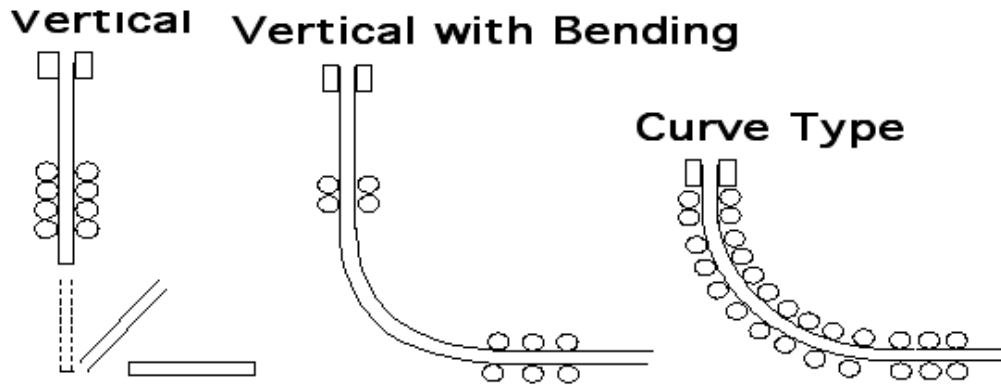
पृष्ठभूमि

सतत कास्टिंग वह प्रक्रिया है जिसके द्वारा द्रवित इस्पात को "अर्द्ध-निर्मित" बिलेट, ब्लूम, या स्लैब में ठोस किया जाता है ताकि बाद में फिनिशिंग मिल्स में रोलिंग की जा सके। 1950 के दशक में सतत कास्टिंग की शुरुआत होने से पहले, इस्पात को स्थिर साँचे में डालकर "इंगोट्स" बनाया जाता था। तब से, "सतत कास्टिंग" का विकास हुआ है ताकि बेहतर उत्पादन, गुणवत्ता, उत्पादकता और लागत दक्षता प्राप्त की जा सके। चित्र 1 में कुछ सतत कास्टर कॉन्फिगरेशन के उदाहरण दर्शाए गए हैं।

द्रवित इस्पात का कास्टिंग

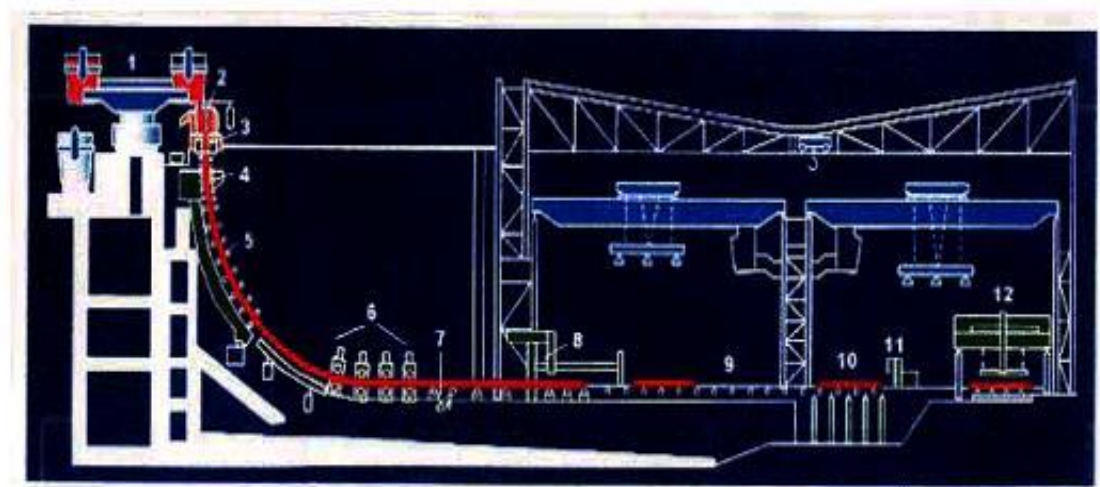
- द्रवित इस्पात को लगातार ऊपर और नीचे खुले हुए पानी से ठंडे सीयू साँचे में डाला जाता है।
- इस्पात धीरे-धीरे ठंडा होता है और साँचे में ठोस होना शुरू हो जाता है। ऊपर से द्रवित इस्पात डालने की दर को नीचे से ठोस इस्पात खींचने की दर के साथ मिलाया जाता है।
- इस तरह एक लंबा सतत टुकड़ा बनता है। इसलिए इस प्रक्रिया को सतत कास्टिंग कहा जाता है। निर्मित इस्पात को फिर इच्छानुसार लंबाई में काटा जा सकता है।

चित्र 1 - सतत कास्टर के उदाहरण



इलेक्ट्रिक या बेसिक ऑक्सीजन फर्नेस से निकलने वाला इस्पात एक लेडल में टैप किया जाता है और सतत कास्टिंग मशीन तक ले जाया जाता है। लेडल को एक टर्नेट पर उठाया जाता है जो लेडल को टंडिश के ऊपर कास्टिंग स्थिति में घुमाता है। चित्र 2 के अनुसार, द्रवित इस्पात लेडल (1) से टंडिश (2) में प्रवाहित होता है, और फिर पानी से ठंडे तांबे के साँचे (3) में जाता है। साँचे में ठोस होना शुरू होता है और यह पहले ज़ोन (4) और स्ट्रैंड गाइड (5) के माध्यम से जारी रहता है। इस कॉन्फिगरेशन में, स्ट्रैंड को सीधा किया जाता है (6), टॉर्च - कट (8), और फिर मध्यवर्ती भंडारण के लिए निकाल दिया जाता है या फिनिश रोलिंग के लिए गर्म चढ़ाई के लिए भेजा जाता है (12)।

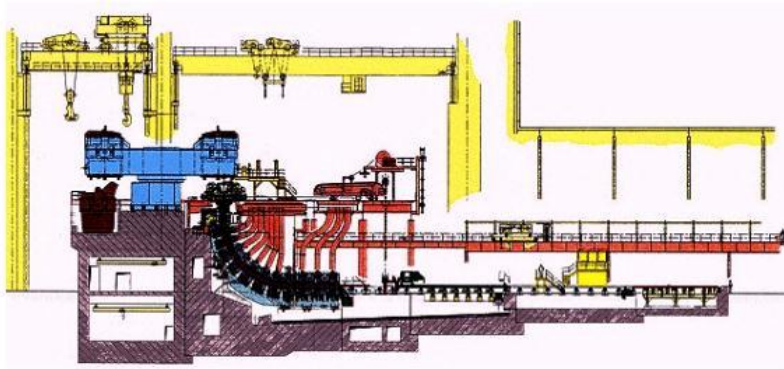
चित्र 2 - सामान्य ब्लूम/बीम ब्लॉक मशीन की संरचना



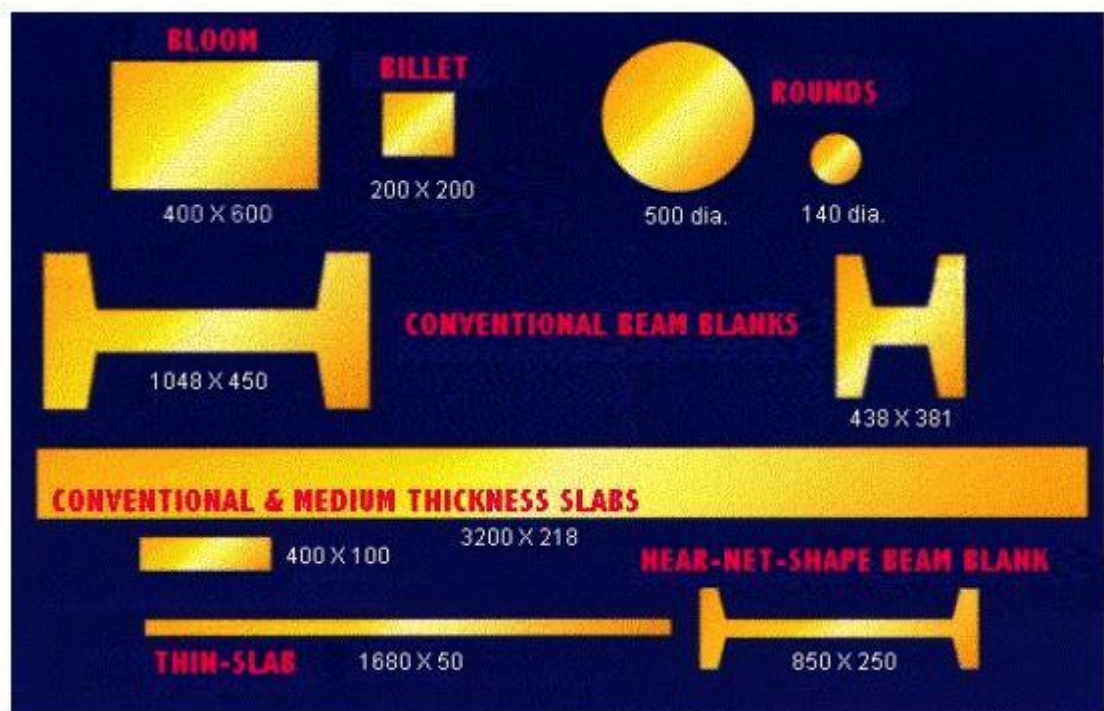
1: लेडल टर्नेट, 2: टंडिश/टंडिश कार, 3: साँचा, 4: पहला ज़ोन (सेकेंडरी कूलिंग), 5: स्ट्रैंड गाइड (साथ में सेकेंडरी कूलिंग), 6: स्ट्रेटनर विड्रॉल यूनिट्स, 7: डमी बार डिसकनेक्ट रोल, 8: टॉर्च कट-ऑफ यूनिट, 9: डमी बार स्टोरेज एरिया, 10: क्रॉस ट्रांसफर तालिका, 11: प्रोडक्ट आइडेंटिफिकेशन प्रणाली, 12: प्रोडक्ट डिस्चार्ज प्रणाली

चित्र 3 में एक स्लैब कैस्टर लेआउट दिखाया गया है। ब्लूम/बीम ब्लॉक (जैसा कि चित्र 2 में दर्शाया गया है) की तुलना में रोलर का विस्तार किया गया है, जो अंतिम ठोस होने के दौरान उत्पाद के आकार को बनाए रखने के लिए आवश्यक है।

उत्पाद के अंतिम उपयोग के आधार पर, विभिन्न आकारों को कास्ट किया जाता है (चित्र 4)। हाल के वर्षों में, मेल्टिंग/कास्टिंग/रोलिंग प्रक्रियाओं को इस तरह से जोड़ा गया है कि कास्ट किया गया आकार फिनिश किए गए उत्पाद के साथ काफी मेल खाता है। नियर-नेट-शेप कास्ट सेक्शन सबसे अधिक आमतौर पर बीम और फ्लैट रोल्ड उत्पादों पर लागू किया गया है, और यह एक उच्च दक्षता वाली प्रक्रिया सुनिश्चित करता है। द्रवित धातु से लेकर फिनिश रोलिंग तक पूरी प्रक्रिया श्रृंखला दो घंटे के भीतर पूरी की जा सकती है।



चित्र 3 -स्लैब कास्टर का विन्यास



चित्र 4 - सतत कास्ट आकार (आकार मिलीमीटर में)

सीसीएम में भेजे जाने से पहले कास्टर का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है:

<बीओएफ> => कन्वर्टर से कच्चा/अपरिष्कृत इस्पात => <एसआरयू> => कच्चे इस्पात का परिष्करण अर्थात किलिंग, सम तापमान और संघटन => <कास्टर> टर्नेट, लेडल एस/गेट, साउड => टंडिश => साँचा

लिक्विड इस्पात लेडल से टंडिश में आता है। टंडिश एक उपकरण है जहाँ यह लेडल से लिक्विड इस्पात को संग्रहित और जमा करता है और मशीन और प्रक्रिया के अनुसार एसईएन के माध्यम से दो या अधिक साँचों में भेजता है।

कास्टर का मूल डिजाइन लिक्विड इस्पात को उसके ठोस उत्पादों में बिना किसी रुकावट/लगातार ठोस करना है। इसके लिए कास्ट किया जाने वाला इस्पात किल्ड होना चाहिए। एसआरयू में इस्पात से ऑक्सीजन (जो बीओएफ में इस्पात बनाने के दौरान इस्पात में घुली होती है) को हटा दिया जाता है। डिऑक्सीडाइजिंग तत्व जैसे एएल (एल्यूमिनियम), एसआई (सिलिकॉन) आदि का उपयोग किया जाता है। इसे **किल्ड इस्पात** कहा जाता है। इस्पात में ऑक्सीजन का मापन सेलॉक्स टेम्प का उपयोग करके किया जाता है और इसे पीपीएम में व्यक्त किया जाता है। कास्ट किया जाने वाला इस्पात उच्च पीपीएम ऑक्सीजन नहीं होना चाहिए, अन्यथा कास्टिंग नहीं हो सकती क्योंकि इस्पात का ओ₂

अवांछित ऑक्साइड जैसे सीएओ, एसआईओ₂, एमजीओ बना देगा और प्रवेश नोजल पर जमा हो जाएगा, जिससे इस्पात का साँचे में प्रवाह बाधित होगा।

कास्टर की तैयारी:

1. कास्ट किए जाने वाले इस्पात को एसआरयू में अच्छी तरह परिष्कृत किया जाता है ताकि कास्टिंग सुचारू हो।

2. जिस टंडिश से कास्टिंग की जाएगी उसे तैयार करना आवश्यक है।

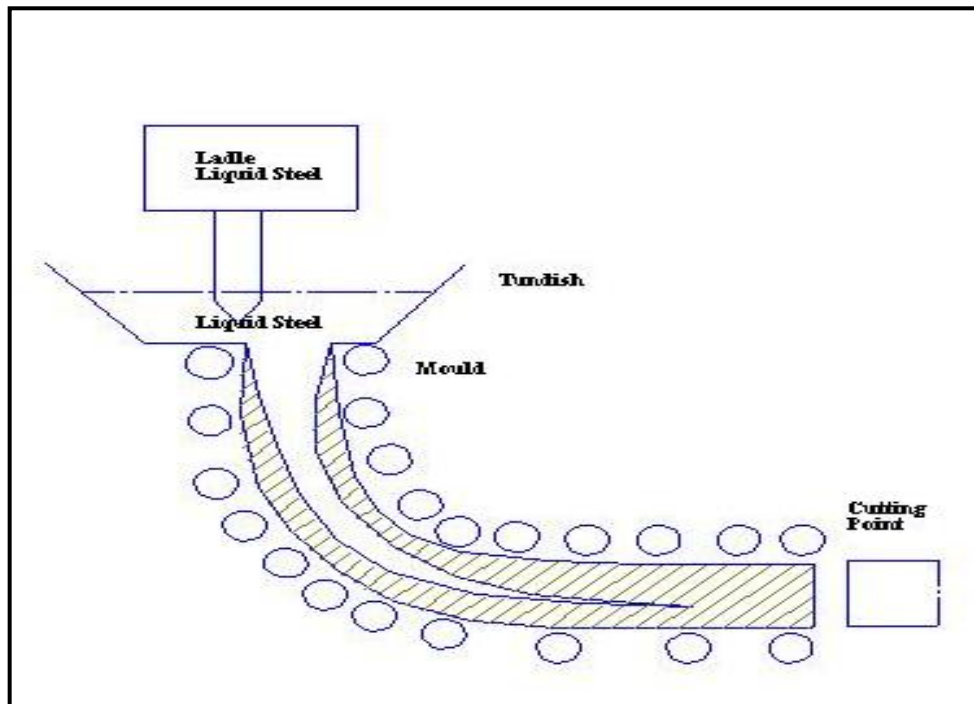
टंडिश एक ऐसा उपकरण है जिससे कास्टिंग की निरंतरता बनाए रखी जाती है। दो प्रकार की कास्टिंग की प्रथा प्रचलित हैं - कोल्ड टंडिश और हॉट टंडिश प्रैक्टिस। लिक्विड इस्पात लेडल से टंडिश में आता है और टंडिश इसे नीचे के विभिन्न आउटलेट के माध्यम से साँचे में भेजता है। टंडिश इस्पात से बनी होती है और इसके अंदर रिफ्रेक्टरी ईंटों या कास्टेबल से लाइन की जाती है। इसके बाद रिफ्रेक्टरीज लाइनिंग के ऊपर टंडिश बोर्ड लगाए जाते हैं। प्रत्येक टंडिश आउटलेट में सबमर्ज्ड एंट्री नोजल (एसईएन) क्लैम्पिंग डिवाइस के माध्यम से स्थापित किए जाते हैं।

3. साँचा बनाने की तैयारी:

साँचा कास्टर मशीन का सबसे महत्वपूर्ण उपकरण है। मुख्य रूप से साँचा उत्पाद के आकार और माप के अनुसार तैयार किया जाता है। प्रारंभिक लिक्विड इस्पात जो साँचे में प्रवेश करता है, उसे ठोस करने के लिए एक डमी बार हेड का उपयोग किया जाता है, जिसे फिक्स्ड रॉड या फ्लेक्सिबल चैन के माध्यम से साँचे में फीड किया जाता है। यह डमी बार हेड पैक किया जाता है। साँचा पूरी तरह तांबे (सीयू) का बना होता है क्योंकि तांबा किसी भी अन्य आर्थिक रूप से उपलब्ध धातु की तुलना में अधिक गर्मी डिस्चार्ज करने की क्षमता रखता है। साँचे की सभी तरफ तांबे की प्लेट लगी होती है और लिक्विड इस्पात से निकलने वाली गर्मी तुरंत कास्टर के कूलिंग प्रणाली के माध्यम से तांबे की प्लेटों से डिस्चार्ज होती है। तांबे की प्लेटों को डिज़ाइन किए गए कॉइल के रूप में ट्यूबों में सॉफ्ट वाटर सर्कुलेशन द्वारा ठंडा किया जाता है। यहाँ साँचा कूलिंग जल के आउटलेट और इनलेट तापमान के बीच का अंतर की लगातार निगरानी की जाती है। कास्टिंग के दौरान यह कास्टर मशीन का बहुत खतरनाक भाग है। जैसे ही तापमान अंतर अधिक होता है, एक अलार्म लगाया गया है। इस संबंध में तुरंत कार्रवाई करनी चाहिए और यदि आवश्यक हो तो कास्टिंग को बिना किसी अन्य निर्णय की प्रतीक्षा किए रोक देना चाहिए।

5.5 ढलाई प्रक्रिया:

तरल इस्पात जिसे लेडल में एसआरयू में परिष्कृत किया गया है, उसे टर्नेट आर्म पर रखा जाता है और लेडल एसजी फिक्स किया जाता है। इसके बाद लेडल कलेक्टर नोजल के नीचे एक साउंड फिक्स किया जाता है ताकि लिक्विड इस्पात का कोई स्ट्रिम वातावरण के संपर्क में न आए और कोई फैलाव न हो। यह लिक्विड इस्पात धीरे-धीरे टंडिश को भरता है और वहां से टंडिश नोजल/टीएसजी के माध्यम से एसईएन के जरिए साँचे में जाता है। प्रारंभ में इस्पात डमी बार हेड पर स्थिर रहता है, जिस पर कुछ चिलर लगाए जाते हैं ताकि लिक्विड इस्पात जल्दी जम/ठोस हो जाए। उसके बाद मशीन एमओएम के साथ चालू होती है और कास्टिंग पाउडर को लगातार एक निश्चित साँचा स्तर पर छिड़का जाता है। प्रक्रिया तब तक चलती रहती है जब तक डमी बार हेड अपने निर्धारित स्थान तक नहीं पहुँच जाता और डिस्कनेक्ट किया जाता है। स्लैब/बिलेट की लंबाई को कटिंग टॉर्च / शीयरिंग ब्लेड का उपयोग करके बनाए रखा जाता है।



सारांश रूप में, कास्टिंग प्रक्रिया निम्नलिखित खंडों से मिलकर बनी होती है:

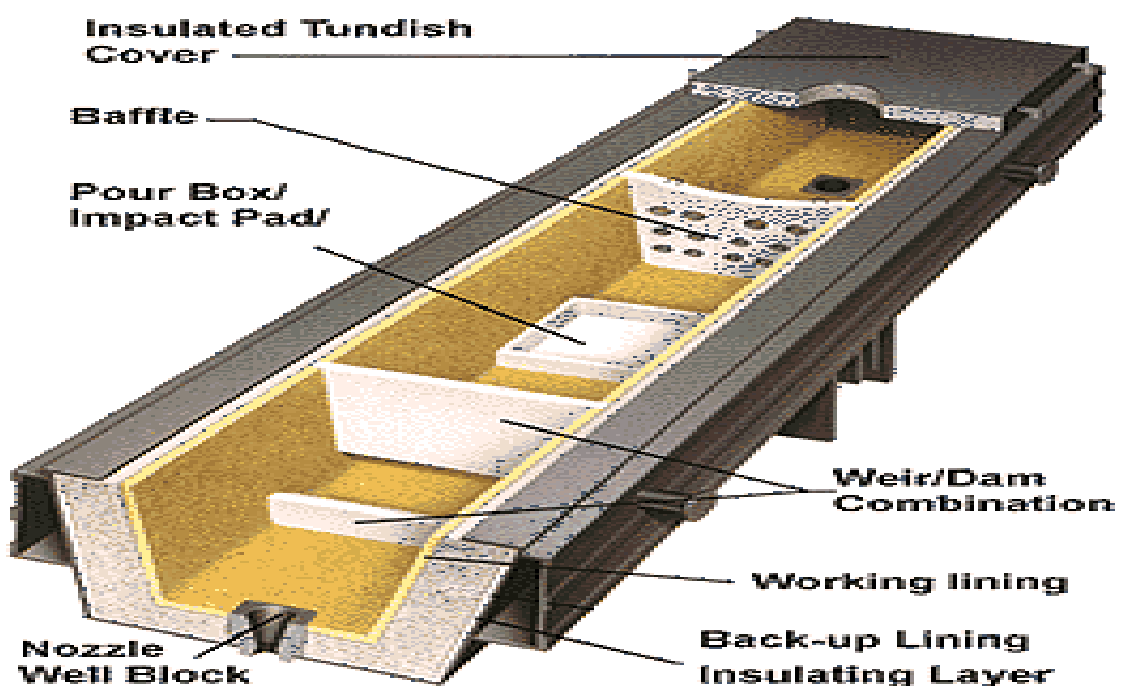
- एक टंडिश, जो साँचे के ऊपर स्थित होती है और लिक्विड इस्पात को नियंत्रित दर पर साँचे में फीड करती है।

- एक प्राइमरी कूलिंग ज़ोन या वॉटर-कूल्ड कॉपर साँचा, जिसके माध्यम से टंडिश से इस्पात फीड किया जाता है, ताकि बाहरी परत पर्याप्त मजबूत बन सके और जब यह सेकेंडरी कूलिंग ज़ोन में प्रवेश करे तो स्ट्रैंड का आकार बनाए रख सके।
- सेकेंडरी कूलिंग ज़ोन, जो साँचे के नीचे स्थित कंटेनमेंट सेक्शन के साथ जुड़ा होता है, जिसके माध्यम से ज्यादातर लिक्विड स्ट्रैंड गुजरता है और इसे पानी या पानी और हवा से छिड़का जाता है ताकि स्ट्रैंड को और ठोस किया जा सके।
- सीधी वर्टिकल कास्टर को छोड़कर, एक अनबैंडिंग और स्ट्रेटनिंग सेक्शन।
- एक सेवरिंग यूनिट (कटिंग टॉर्च या मैकेनिकल शीअर्स) जो ठोस स्ट्रैंड को टुकड़ों में काटती है ताकि इसे हटाया जा सके और आगे की प्रक्रिया के लिए तैयार किया जा सके।

तरल इस्पात ट्रांसफर:

लेडल से साँचे में लिक्विड इस्पात ट्रांसफर करने में दो चरण शामिल हैं। पहला, इस्पात को लेडल से टंडिश में ट्रांसफर (या टिम्ड) करना। दूसरा, टंडिश से इस्पात को साँचों में ट्रांसफर करना।

टंडिश:



टंडिश का आकार आम तौर पर आयताकार होता है, किंतु इसके डेल्टा और "टी" आकार भी सामान्य प्रयोग में हैं। इसके नीचे नोज़ल्स स्थित होते हैं जो लिक्विड इस्पात को साँचों में संवितरित करते हैं। टंडिश कई अन्य महत्वपूर्ण कार्य भी करता है:

- ऑक्साइड इंक्लूज़न को अलग करने में मदद करता है।
- लेडल बदलते समय साँचों में लिक्विड इस्पात का निरंतर प्रवाह सुनिश्चित करता है।
- साँचों तक नोज़ल्स के ऊपर धातु की स्थिर ऊँचाई बनाए रखता है, जिससे इस्पात का प्रवाह स्थिर रहता है और कास्टिंग की गति भी स्थिर रहती है।
- साँचों में अधिक स्थिर स्ट्रीम प्रवृत्ति प्रदान करता है।

टंडिश का निष्पादन मुख्य रूप से निम्नलिखित प्रक्रिया मानदंडों पर निर्भर करता है:

- रसायन विज्ञान
- तरल प्रवाह
- तापमान

एसईएन में जमाव के कारण क्लॉगींग एक प्रमुख समस्या है और इससे निम्नलिखित प्रभाव पड़ते हैं:

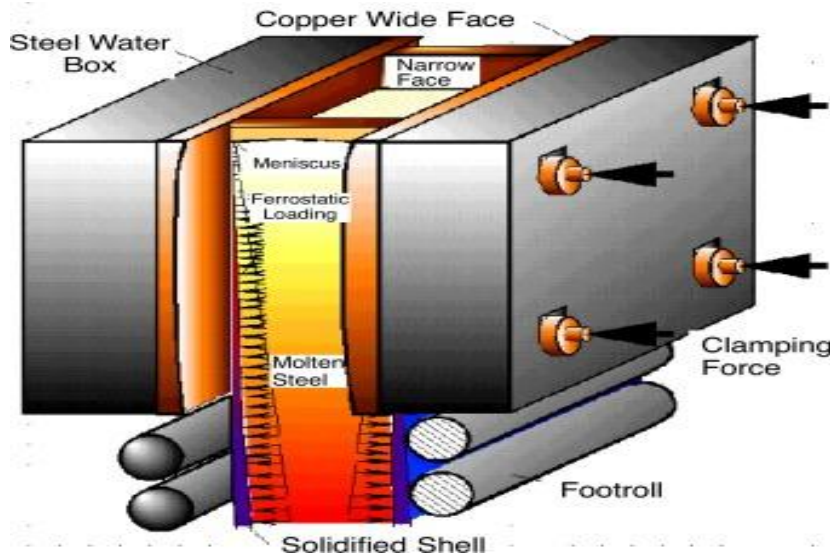
- साँचों में स्ट्रीम फ्लो का पैटर्न प्रभावित होता है।
- पोरिंग रेट कम हो जाती है।
- एसईएन को समय से पहले बदलने और कास्टिंग ऑपरेशन को रोकने की आवश्यकता हो सकती है।
- इस्पात की गुणवत्ता प्रभावित हो सकती है।

एसईएन क्लॉगींग को प्रभावित करने वाले कारक:

- इस्पात की रसायन संरचना (एलॉयिंग तत्व, कुल इंक्लूज़न आदि)
- कास्टिंग की स्थितियाँ (टंडिश की गहराई, सुपरहीट, गति आदि)
- एसईएन का रासायनिक संघटन, ज्योमेट्री और डिज़ाइन
- आर्गन इंजेक्शन दर
- एसईएन में वायु का प्रवेश
- रिफ्रैक्टरी सामग्री द्वारा प्रदान की गई ऑक्सीजन

साँचा

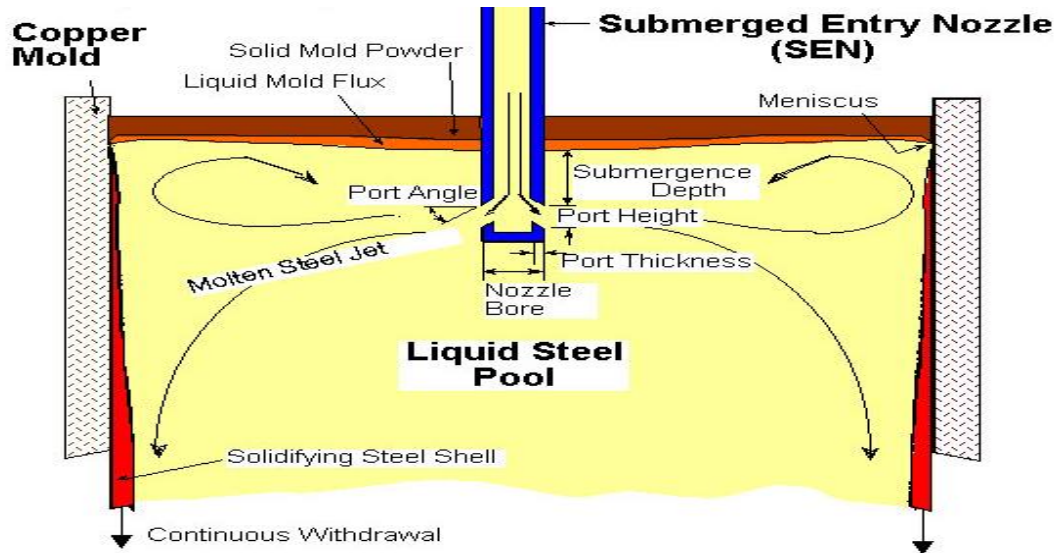
साँचे का मुख्य कार्य यह सुनिश्चित करना है कि लिक्विड कोर में प्रवेश करते समय ठोस बाहरी परत पर्याप्त मजबूत हो ताकि इसे सेकेंडरी स्प्रे कूलिंग ज़ोन में सुरक्षित रखा जा सके।



साँचा मूलतः एक खुला बॉक्स संरचना है, जिसमें उच्च शुद्धता वाले तांबे के मिश्र धातु से निर्मित पानी से शीतित होने वाली आंतरिक परत होती है। साँचे का पानी ठोस हो रही परत से गर्मी स्थानांतरित करता है। तांबे की सतह का कार्यशील भाग प्रायः क्रोमियम या निकल से प्लेट किया जाता है ताकि सतह अधिक कठोर बने और ढाले गए स्ट्रैंड की सतह पर तांबे का अंश जमा नहीं हो।

साँचे में गर्मी का स्थानांतरण महत्वपूर्ण और जटिल दोनों है। साँचे की थर्मल स्थितियों को बेहतर समझने और उचित डिज़ाइन और प्रचालन प्रथाओं में मदद के लिए आम तौर पर गणितीय और कंप्यूटर मॉडलिंग का उपयोग किया जाता है। गर्मी का स्थानांतरण आम तौर पर निम्नलिखित थर्मल प्रतिरोधों की श्रृंखला के रूप में माना जाता है:

- ठोस होती परत के माध्यम से गर्मी का स्थानांतरण
- इस्पात की परत की सतह से तांबे के साँचे की बाहरी सतह तक गर्मी का स्थानांतरण
- तांबे के साँचे के माध्यम से गर्मी का स्थानांतरण
- तांबे के साँचे की आंतरिक सतह से साँचा ठंडा करने वाले जल तक गर्मी का स्थानांतरण



साँचे का दोलन

साँचे का दोलन आवश्यक है ताकि ठोस हो रही परत और साँचे के बीच घर्षण और चिपकने को कम किया जा सके, परत फटने और तरल इस्पात के बाहर निकलने से बचा जा सके। शैल और साँचे के बीच घर्षण को कम करने के लिए साँचे के लुब्रिकेंट्स जैसे तेल या पाउडर फ्लक्स का उपयोग किया जाता है। दोलन को या तो हाइड्रोलिक रूप से या मोटर-चालित कैम या लीवर के माध्यम से प्राप्त किया जाता है, जो साँचे को सहारा देते हैं और आगे-पीछे (या दोलन) करते हैं।

साँचे के दोलन चक्र आवृत्ति, स्ट्रोक और पैटर्न में भिन्न होते हैं। तथापि, सामान्य तरीका यह है कि "नेगेटिव स्ट्रिप" नामक स्ट्रोक पैटर्न का उपयोग किया जाए, जिसमें चक्र की नीचे की स्ट्रोक साँचे को उस सेक्शन के हटाने की गति से तेज़ी से नीचे ले जाने को संभव बनाती है। यह परत में संपीड़न तनाव विकसित करने में मदद करता है, जिससे इसकी ताकत बढ़ती है और सतही दरारें और छिद्र बंद हो जाते हैं।

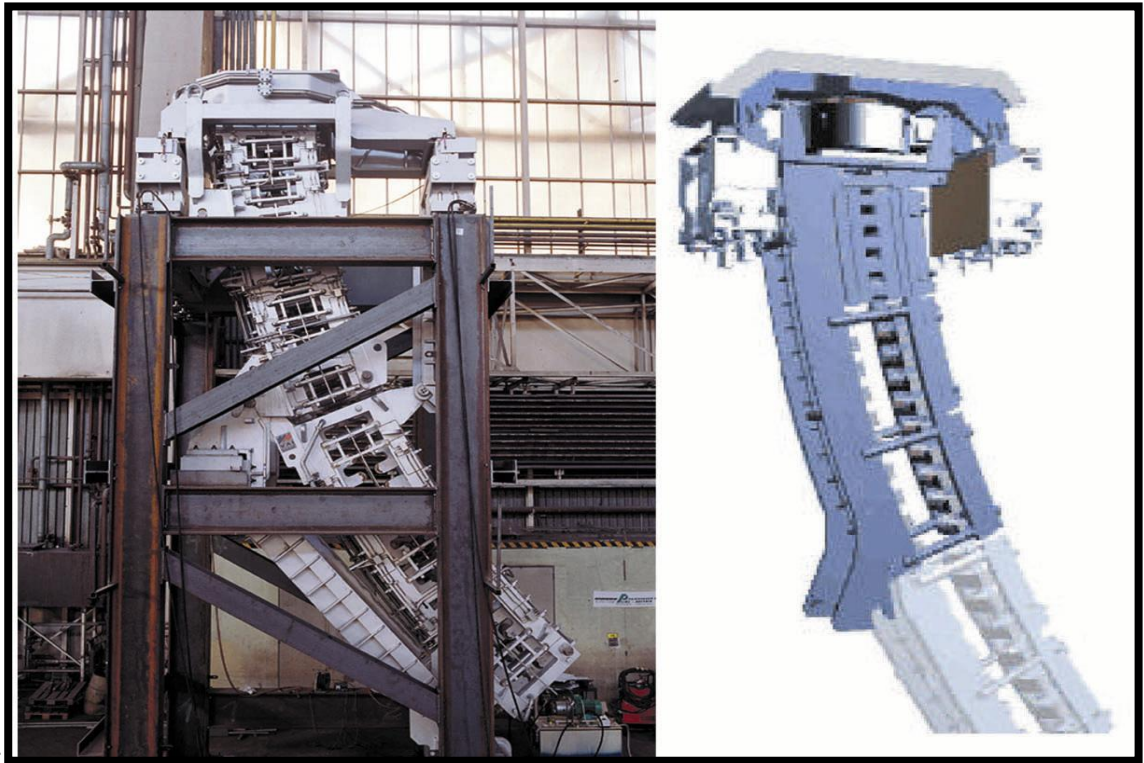
साँचा फ्लक्स

- साँचा पाउडर के कार्य
- तरल इस्पात की मेनिस्कस को थर्मल इन्सुलेशन प्रदान करता है ताकि वह समय से पहले ठोस न हो जाए
- साँचे में तरल इस्पात के पुनः ऑक्सीकरण को वायुमंडलीय हवा से रोकता है
- शामिल होने वाले अशुद्धियों को अवशोषित करता है
- ठोस हो रही परत और साँचे की दीवार के बीच पिघले हुए स्लैग की चिकनाई वाली परत प्रदान करता है

द्वितीयक शीतलन (सेकेंडरी कूलिंग)

विशिष्ट रूप से, द्वितीयक शीतलन प्रणाली कई क्षेत्रों से बनी होती है, जिनमें प्रत्येक ठोस हो रही स्ट्रैंड के एक खंड के नियंत्रित शीतलीकरण के लिए जिम्मेदार होता है। छिड़काव का साधन या तो जल होता है या हवा और पानी का संयोजन होता है।

चित्र 5 : द्वितीयक शीतलन



इस क्षेत्र में गर्मी के तीन (3) आधारभूत रूप होते हैं:

- विकिरण
- संवहन

जैसे-जैसे उत्पाद रोलर्स के माध्यम से गुजरता है, गर्मी परत के माध्यम से संवहन के रूप में और साथ ही रोलर्स की मोटाई के माध्यम से स्थानांतरित होती है, जो संबद्ध संपर्क के कारण होती है।

- कन्वेक्शन

यह गर्मी स्थानांतरण तंत्र तीव्र-चलने वाले छिड़के हुए पानी की बूंदों या मिस्ट के माध्यम से होता है, जो इस्पात की सतह के पास भाप की परत में प्रवेश करता है और फिर

वाष्पित हो जाता है। विशेष रूप से, स्प्रे चैम्बर (द्वितीयक शीतलन) में गर्मी स्थानांतरण निम्नलिखित कार्य करता है:

- i. ठोस होने की दर को बढ़ाना और नियंत्रित करना, और कुछ कास्टरो में इस क्षेत्र में पूर्ण ठोस रूप प्राप्त करना
- ii. स्प्रे-जल की तीव्रता समायोजन के माध्यम से स्ट्रैंड का तापमान नियंत्रित करना
- iii. मशीन का नियंत्रित शीतलन

स्ट्रैंड कंटेनमेंट

कंटेनमेंट क्षेत्र माध्यमिक शीतलन क्षेत्र का एक अभिन्न हिस्सा है। स्ट्रैंड को रोकने के लिए एक श्रृंखला वाली रिटेनिंग रोल्स होती हैं, जो विपरीत स्ट्रैंड सतहों तक फैली होती हैं। किनारे की रोल कंटेनमेंट भी आवश्यक हो सकती है। इस क्षेत्र का मुख्य ध्यान स्ट्रैंड को मार्गदर्शन और नियंत्रण प्रदान करना है जब तक कि ठोस हो रही परत स्वयं मजबूत न हो जाए।

मोड़ना और सीधा करना

स्ट्रैंड कंटेनमेंट और वर्टिकल से हॉरिज़ॉन्टल प्लेन तक मार्गदर्शन के लिए अनबेंडिंग और स्ट्रेटनिंग फोर्सेस समान रूप से महत्वपूर्ण होते हैं। जैसे ही अनबेंडिंग होती है, ठोस परत का बाहरी त्रिज्या तनाव से युक्त हो जाता है, जबकि आंतरिक त्रिज्या संपीड़न के अधीन होती है। परिणामी तनाव का निर्धारण आर्क त्रिज्या और कास्ट इस्पात ग्रेड के यांत्रिक गुणों द्वारा किया जाता है। यदि बाहरी त्रिज्या के साथ तनाव अत्यधिक हो, तो दरारें हो सकती हैं, जो इस्पात की गुणवत्ता को गंभीर रूप से प्रभावित करती हैं। इन तनावों को आम तौर पर एक मल्टी-पॉइंट अनबेंडिंग प्रक्रिया को शामिल करके कम किया जाता है, जिसमें त्रिज्याएं क्रमिक रूप से बड़ी होती हैं ताकि उत्पाद को धीरे-धीरे हॉरिज़ॉन्टल प्लेन में सीधा किया जा सके।

चित्र 7 - सीधा करने से पूर्व मल्टी-स्ट्रैंड बीम ब्लॉक कास्टर का कवर्ड सेक्शन



चित्र 8 - स्ट्रैंड सीधा करने के लिए स्ट्रेटनर हटाने की इकाइयों



सीधे करने के बाद, स्ट्रैंड को रोलर टेबल्स पर कट-ऑफ मशीन में स्थानांतरित किया जाता है, जो उत्पाद को क्रमबद्ध लंबाई में काटती है। सेक्शनिंग को टॉर्च या यांत्रिक शीयर के माध्यम से किया जा सकता है। उसके बाद, आकार या ग्रेड के अनुसार, कास्ट सेक्शन को या तो मध्यवर्ती भंडारण में रखा जाएगा, फिनिश रोलिंग के लिए हॉट-चार्ज किया जाएगा, या अर्द्ध-तैयार उत्पाद के रूप में बेचा जाएगा।

असामान्य बातें:

कास्टिंग के दौरान कुछ अनचाहे कठोर ऑक्साइड्स इस्पात में जमा हो जाते हैं और इस्पात के प्रवाह को बाधित करते हैं, जिससे कास्टिंग रुक जाती है। इस घटना को **चोकिंग** कहा जाता है।

कुछ मामलों में उस तापमान पर, जिस पर तरल इस्पात ठोस हो जाता है, कास्टिंग के दौरान पहुंच जाता है, जिससे एसईएन में ठोस रूप होता है और इस्पात का प्रवाह प्रतिबंधित होता है, और उसके बाद कास्टिंग की निरंतरता बाधित होती है। इसे **फ्रीजिंग** कहा जाता है।

एक अन्य प्रमुख समस्या जो कास्टिंग प्रक्रिया को रोकती है वह **ब्रेक आउट** है।

कास्टिंग दोषों के प्रकार:

- सतही दरारें
- आंतरिक दरारें
- ब्लो होल, पिन होल आदि

उपचारात्मक उपाय:

- तरल इस्पात के अति तापन को नियंत्रित करना (उपयुक्त तापमान)
- इस्पात का रसायन शास्त्र
- कास्टिंग गति

सुरक्षा उपाय:

- मोल्ड कूलिंग तापमान और इनलेट और आउटलेट पानी के तापमान का अंतर लगातार मॉनिटर किया जाना चाहिए।
- टंडिश की दीवारों और उस पर स्थापित स्लाइडगेट मशीन का ध्यानपूर्वक निरीक्षण किया जाना चाहिए।

5.6 धातु पिंड ढलाई

प्रत्येक हीट के लिए एक टीमिंग लैंडल तैयार किया जाता है। तरल इस्पात को टीमिंग लैंडल के निचले हिस्से में मौजूद नोज़ल के माध्यम से डाला जाता है। स्लाइड गेट प्रणाली का उपयोग करके मोल्ड में धातु का प्रवाह नियंत्रित किया जा सकता है। पहले स्टॉपर रॉड असेम्बली का उपयोग होता था।

इन इंगॉट्स को मोल्ड से निकालकर सोकिंग पिट में भेजा जाता है। फिर मोल्ड को फिर से तैयार किया जाता है (अर्थात पानी से ठंडा करना, साफ करना और कोटिंग करना)। टीमिंग तापमान इंगॉट कास्टिंग प्रैक्टिस में एक महत्वपूर्ण मानदंड है। उच्च तापमान स्टिकर के निर्माण का कारण बनता है, जबकि कम तापमान नोज़ल को ब्लॉक कर सकता है। ध्यान रखना चाहिए कि मोल्ड में केंद्रित पोरिंग हो।

इंगॉट कास्टिंग में कई प्रकार की दोष होते हैं। सतह संबंधी दोष जैसे स्कैब्स, क्रैक्स और लिपिनेस सामान्य होते हैं। विशेष इस्पात ग्रेड के लिए, रेल्वे व्हील और एक्सल बनाने के लिए डीएसपी में फ्लूटेड इंगॉट मोल्ड में इस्पात की निचली पोरिंग की जाती है।

इंगॉट कास्टिंग पर सतत कास्टिंग के लाभ:

- इंगॉट कास्टिंग की तुलना में सतत कास्टिंग का एक मुख्य लाभ तरल इस्पात से अर्द्ध-समाप्त कास्ट उत्पाद में अधिक उत्पादन है।
- इंगॉट कास्टिंग का उत्पादन केवल 80% तक हो सकता है।
- सतत कास्टिंग में उत्पादन मुख्य रूप से लैंडल क्षमता, सेक्शन साइज और अनुक्रम की लंबाई पर निर्भर करती है।

- >95% या उससे अधिक उत्पादन असामान्य नहीं है।

सुरक्षा

एलडी प्रक्रिया या प्राइमरी इस्पात निर्माण सुरक्षा खतरें:

- लैन्स/लैन्स टिप में पंचर से बचें और ध्यान रखें ताकि कंवर के अंदर पानी का रिसाव न हो।
- ब्लोइंग के दौरान कनवर क्षेत्र से ऊपर बहुस्तरीय गतिविधियों के लिए सीओ गैस मॉनिटर का उपयोग हमेशा करें।

द्वितीयक इस्पात यूनिट में कार्यरत कार्मिकों के लिए कतिपय सुरक्षा खतरें होते हैं जैसे:

- आर्गन पर्जिंग के दौरान धातु के छींटे जलने का कारण बन सकते हैं।
- लैंडल फर्नेस में बहुत उच्च करंट वाले इलेक्ट्रोड के कारण धातु के छींटे और इक्ट्रोक्वूशन का खतरा होता है।
- वीएडी, वीओडी और आरएच वैक्यूम ट्रीटमेंट एरिया में वैक्यूम गंभीर खतरें पैदा कर सकता है। यदि आइसोलेटिंग प्लेट गिर जाए तो शरीर के हिस्से अंदर खिंच सकते हैं। इसके अलावा बाहर निकलने वाली लपटों से घुटन हो सकती है।
- वैक्यूम उपचार स्टेशनों में कार्बन मोनोऑक्साइड का खतरा भी है।

करने योग्य और न करने योग्य:

- चल रही लैंडल फर्नेस और वीएडी में उच्च करंट लाइन और उच्च करंट केबल के पास न जाएँ।
- अगर लैंडल में लाल धब्बा दिखाई दे, तो आर्किंग रोक दें। यह लैंडल को नुकसान पहुँचा सकता है।
- लोगों को हमेशा अपने क्षेत्र के सुरक्षा खतरों के प्रति जागरूक रहना चाहिए।

इस्पात निर्माण बहुविकल्पी प्रश्न:

- 1 कनवर में स्लैग स्प्लैशिंग के लिए निम्नलिखित में से किस गैस का उपयोग किया जाता है?

क. ऑक्सीजन	ख. नाइट्रोजन	ग. CO ₂	घ. हवा
------------	--------------	--------------------	--------

2 कन्वर्टर में चूने का उपयोग किस रूप में किया जाता है?

क. फ्लक्स	ख. स्लैग	ग. गैंग	घ. मिश्रधातु तत्व
-----------	----------	---------	-------------------

3 कन्वर्टर वेसल की लाइनिंग आमतौर पर किससे की जाती है?

क. हाई एल्यूमिना ईंटें	ख. सिलिका ईंटें	ग. मैग्नेशिया कार्बन ईंटें	घ. फायर क्ले ईंटें
------------------------	-----------------	----------------------------	--------------------

4 बीओएफ प्रक्रिया से प्राप्त होने वाली ईंधन गैस में क्या शामिल होता है?

क. मीथेन	ख. सीएनजी	ग. सीओ	घ. सीओ ₂
----------	-----------	--------	---------------------

5 लैंडल स्टिरिंग के लिए आर्गन का उपयोग इसलिए किया जाता है, क्योंकि:

क. यह बहुत सस्ती है	ख. यह वातावरण में प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है	ग. यह इस्पात की गुणवत्ता में सुधार करती है	घ. उपरोक्त सभी
---------------------	---	--	----------------

6 कन्वर्टर प्रक्रिया में स्लैग की क्षारकता निम्नलिखित में से किस अनुपात को दर्शाती है?

क. (CaO+MgO)/SiO ₂	ख. (CaO+MnO)/ SiO ₂	ग. SiO ₂ / CaO	घ. CaO/ SiO ₂
-------------------------------	--------------------------------	---------------------------	--------------------------

7 कन्वर्टर की लांस टिप किससे बनी होती है?

क. स्टील	ख. रिफ्रेक्टरी	ग. तांबा	घ. पीतल
----------	----------------	----------	---------

8 चार्जिंग से पहले कन्वर्टर में कोई भी तरल स्लैग इसलिए नहीं छोड़ा जाता, क्योंकि:

क. यह कन्वर्टर की लाइनिंग को नुकसान पहुँचाता है	ख. यह रिफाइनिंग प्रक्रिया में बाधा डालता है	ग. तरल स्लैग के ऊपर चार्ज करना असुरक्षित होता है	घ. इससे स्टील में स्लैग के कण रह जाते हैं
---	---	--	---

9 वीएडी प्रक्रिया में, वैक्यूम चेंबर को किसकी सहायता से खाली किया जाता है?

क. स्टीम इजेक्टर	ख. वैक्यूम पंप	ग. एयर कंप्रेसर	घ. कोई नहीं
------------------	----------------	-----------------	-------------

10 स्टील में घुली हुई ऑक्सीजन अवांछनीय होती है, क्योंकि:

क) यह इस्पात की मजबूती को कम कर देती है।	ख) इससे रोलिंग के दौरान स्केल बनता है	ग) इससे ब्लो होल जैसे दोष पैदा होते हैं	घ) इससे स्टील भंगुर हो जाता है
--	---------------------------------------	---	--------------------------------

11 सेकेंडरी स्टील बनाने के दौरान तरल स्टील में अक्रिय गैस प्रवाहित की जाती है

क) डीऑक्सीडेशन के लिए	ख) कार्ब्यूराइजेशन के लिए	ग) होमोजेनाइजेशन के लिए	घ) ठोस बनाने के लिए
-----------------------	---------------------------	-------------------------	---------------------

12 वीएडी का पूरा नाम है

क) वैक्यूम आर्गन डिगैसिंग	ख) वैक्यूम आर्गन डीकार्ब्यूराइजिंग	ग) वैक्यूम आर्क डिगैसिंग	घ) वेरिबल आर्क डिगैसिंग
---------------------------	------------------------------------	--------------------------	-------------------------

13 एक आरएच डिगैसर में होते हैं

क) कोई स्नोर्कल नहीं	ख) एक स्नोर्कल	ग) दो स्नोर्कल	घ) तीन स्नोर्कल
----------------------	----------------	----------------	-----------------

14 सेकेंडरी रिफाइनिंग में, डीसल्फराइजेशन को बढ़ावा दिया जाता है

क) बेसिक ऑक्सीडाइजिंग स्लैग से	ख) बेसिक रिड्यूसिंग स्लैग से	ग) एसिडिक ऑक्सीडाइजिंग स्लैग से	घ) एसिडिक रिड्यूसिंग स्लैग से
--------------------------------	------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

15 तरल स्टील में पेट्रोलियम कोक मिलाया जाता है

क) डी-ऑक्सीडेशन	ख) री-कार्ब्यूराइजेशन के लिए	ग) स्लैग बनाने के लिए	घ) क और ख दोनों के लिए
-----------------	------------------------------	-----------------------	------------------------

16 किल्ड इस्पात में घुली हुई ऑक्सीजन होती है

क) उच्च	ख) कम	ग) मध्यम	घ) बिल्कुल भी मौजूद नहीं
---------	-------	----------	--------------------------

17 सतत कास्टिंग ने इंगट कास्टिंग की जगह ले ली है, क्योंकि यह है

क) किफायती	ख) बेहतर गुणवत्ता नियंत्रण वाली	ग) ज्यादा सुरक्षित तरीका	घ) उपरोक्त सभी
------------	---------------------------------	--------------------------	----------------

18 स्टील में हाइड्रोजन को नियंत्रित किया जाता है

क) वैक्यूम ट्रीटमेंट से	ख) आर्किंग से	ग) फे-अलॉय मिलाकर	घ) सिंथेटिक स्लैग से
-------------------------	---------------	-------------------	----------------------

19 कंटीन्यूअस कास्टिंग के दौरान, लैंडल से निकलने वाली धातु की धारा जिस पात्र में गिरती है, उसे कहते हैं

क) मोल्ड	ख) नोजल	ग) टंडिश	घ) इनमें से कोई नहीं
----------	---------	----------	----------------------

20 इस्पात निर्माण की निम्नलिखित प्रक्रियाओं में से सबसे पुरानी प्रक्रिया कौन सी है

क) ओपन हार्थ फर्नेस	ख) बेसेमर प्रक्रिया	ग) एलडी प्रक्रिया	घ) ईएफ प्रक्रिया
---------------------	---------------------	-------------------	------------------

अध्याय - 6

रोलिंग मिल्स

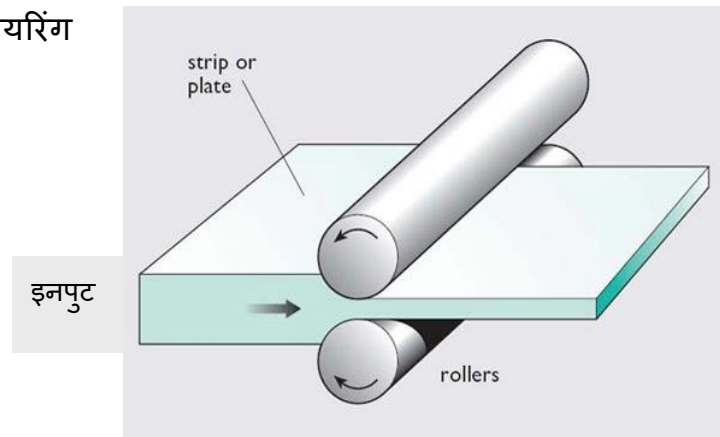
6.1 रोलिंग के मूल तत्व

धातु को आकार देने की प्रक्रिया इस प्रकार है

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. रोलिंग | 2. फोर्जिंग |
| 3. एक्सट्रूजन | 4. तार खींचना |
| 5. डीप ड्राविंग | 6. शीट धातु निर्माण |
| 7. स्ट्रेच आकार देना | 8. फाउंड्री |
| 9. मोड़ना | 10. शियरिंग |

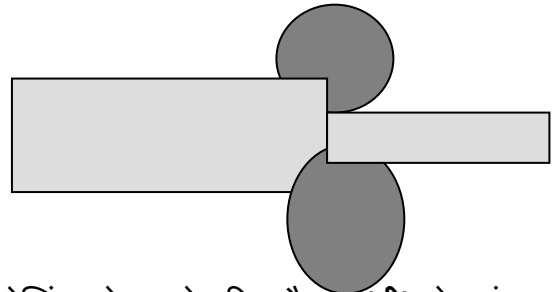
मूलभूत परिभाषाएं

रोलिंग धातु का रोलर्स के बीच से गुजारने के द्वारा प्लास्टिक डिफॉर्मेशन है ताकि उसे वांछित आकार दिया जा सके।



ड्राफ्ट

रोलिंग से पहले सामग्री की ऊंचाई या मोटाई (एच) और रोलिंग के बाद की ऊंचाई या मोटाई (एच) के अंतर को ड्राफ्ट (एच - एच) कहा जाता है। यह दर्शाता है कि रोलिंग के दौरान धातु को कितना दबाया गया है।



स्प्रेड

रोलिंग के बाद सामग्री की चौड़ाई (बी) और रोलिंग से पहले की चौड़ाई (बी) के अंतर को स्प्रेड (बी - बी) कहा जाता है। यह दर्शाता है कि रोलिंग के दौरान धातु कितनी फैली है।

इलोंगेशन

रोलिंग के बाद सामग्री की लंबाई (आई) और रोलिंग से पहले की लंबाई (एल) के अंतर को इलोंगेशन (एल - एल) कहा जाता है। यह रोलिंग के दौरान लंबाई में हुई वृद्धि को दर्शाता है।

रिडक्शन

रोलिंग से पहले के क्षेत्रफल (ए) और रोलिंग के बाद के क्षेत्रफल (ए) के अंतर को रिडक्शन (ए - ए) कहते हैं। यह दर्शाता है कि रोलिंग के दौरान क्रॉस-सेक्शन क्षेत्र में कितनी कमी आई है।

रिडक्शन का गुणांक

रोलिंग से पहले के क्षेत्रफल (ए) और रोलिंग के बाद के क्षेत्रफल (ए) के अनुपात को रिडक्शन का गुणांक (ए / ए) कहा जाता है। यह बताता है कि क्षेत्रफल कितने गुना कम हुआ है।

रोलिंग स्थिरता सिद्धांत

यह बताता है कि रोलिंग से पहले और बाद में सामग्री का आयतन समान रहेगा। यह इनपुट और आउटपुट आकार का पता लगाने में उपयोगी है।

मिल दक्षता मापने के लिए आधारभूत शब्दावली

मिल उपलब्धता

यह रोलिंग के लिए मिल की उपलब्धता को दर्शाता है। इसमें कुल कैलेंडर घंटों में से नियोजित शटडाउन और पूंजीगत मरम्मत को घटा दिया जाता है।

$$\text{मिल उपलब्धता} = \frac{\text{कैलेंडर घंटे} - (\text{पूंजीगत मरम्मत} + \text{शटडाउन})}{\text{कैलेंडर घंटे}} \times 100$$

एक वर्ष में कैलेंडर घंटों का अर्थ है 24 x 365 दिन (या लीप वर्ष के मामले में 366 दिन)

मिल उपलब्धता को प्रतिशत में व्यक्त किया जाता है।

मिल उपयोग

यह रोलिंग के लिए उपलब्ध मिल के उपयोग को दर्शाता है। इसमें उपलब्ध घंटों में से नियोजित मरम्मत और कुल देरी को घटाया जाता है।

$$\text{मिल उपयोग} = \frac{\text{कैलेंडर घंटे} - (\text{नियोजित मरम्मत} + \text{कुल देरी})}{\text{उपलब्ध घंटे}} \times 100$$

$$\text{उपलब्ध घंटे} = \text{कैलेंडर घंटे} - (\text{नियोजित शटडाउन} + \text{पूँजीगत मरम्मत})$$

मिल उपयोग को प्रतिशत में व्यक्त किया जाता है।

यह उपलब्ध समय के प्रभावी उपयोग का एक माप है।

हॉट आवर्स

एक दिन, महीने या वर्ष के दौरान वे घंटे जिनमें वास्तव में रोलिंग हुई थी। इसकी इकाई 'घंटे' है।

उत्पादन

यह इनपुट के मुकाबले उपयोगी आउटपुट का अनुपात है जिसे प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया जाता है:

$$\text{उत्पादन} = \frac{\text{आउटपुट}}{\text{इनपुट}} \times 100$$

यह इनपुट के कुशल उपयोग का एक माप है और प्रतिशत में व्यक्त होती है।

रोलिंग रेट

यह एक घंटे में रोल किया गया टन भार है। यह रोलिंग की गति का एक माप है और इसकी इकाई टन / घंटा है।

हॉट और कोल्ड रोलिंग

हॉट रोलिंग : हॉट रोलिंग एक मेटलवर्किंग प्रक्रिया है जिसमें धातु को उसके रिक्रिस्टलाइजेशन तापमान से ऊपर तक गर्म किया जाता है, ताकि रोलिंग ऑपरेशन के दौरान उसे प्लास्टिक रूप से विकृत किया जा सके।

इस प्रक्रिया का उपयोग धातु का आयतन समान रखते हुए, वांछित ज्यामितीय आयामों और भौतिक गुणों वाले आकार बनाने के लिए किया जाता है। गर्म धातु को दो रोल के बीच से गुज़ारा जाता है ताकि उसे चपटा किया जा सके, उसकी लंबाई बढ़ाई जा सके, उसका क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्रफल कम किया जा सके और एक समान मोटाई प्राप्त की जा सके। हॉट-रोल्ड स्टील, हॉट रोलिंग प्रक्रिया का सबसे आम उत्पाद है, और इसका उपयोग धातु उद्योग में बड़े पैमाने पर, या तो एक अंतिम उत्पाद के रूप में, या बाद की प्रक्रियाओं के लिए कच्चे माल के रूप में किया जाता है। हॉट रोलिंग मौजूदा ग्रेन संरचना को तोड़ देती है और रिक्रिस्टलाइज़ेशन को बढ़ावा देती है, जिससे मजबूत सीमाओं वाले नए ग्रेन बनते हैं और एक अधिक समान ग्रेन संरचना का निर्माण होता है।

हॉट रोलिंग निम्नलिखित में सुधार करती है:

- मजबूती और कठोरता
- तन्यता
- कंपन और झटके के प्रति प्रतिरोध
- फॉर्मबिलिटी
- वेल्डेबिलिटी

हॉट रोल्ड-इस्पात:उत्पादों को चार समूहों में वर्गीकृत किया गया है

- फ्लैट
- लॉन्ग
- सीमलेस
- स्पेशियलिटी

हाट - रोल्ड इस्पात के विशिष्ट अनुप्रयोग इस प्रकार हैं :

- ऑटोमोटिव संरचनात्मक हिस्से जैसे फ्रेम
- ट्यूबलर उत्पाद जैसे पाइप और गैस सिलेंडर
- मशीन संरचनाएं जैसे आरी और स्प्रिंग
- कृषि उपकरण
- धातु की इमारतें
- गार्ड रेल

कोल्ड रोलिंग : यह एक धातु बनाने की प्रक्रिया है जिसमें इस्पात के आकार और बनावट को, स्टील के रिक्रिस्टलाइज़ेशन पॉइंट (आमतौर पर कमरे के तापमान) से कम तापमान

पर, खींचकर, बाहर निकालकर, हथौड़े से पीटकर, दबाकर, रोल करके, घुमाकर, और/या खींचकर बदला जाता है।

कोल्ड रोलिंग एक ऐसी तकनीक है जिसमें धातु की एक पट्टी या शीट को दो रोलर्स के बीच से गुज़ारा जाता है, और फिर उसे दबाया और संपीडित किया जाता है। इसमें मौजूद खिंचाव का स्तर ही तैयार सामग्री के गुणों और कठोरता को निर्धारित करता है।

इस प्रक्रिया का व्यापक रूप से सतह की फ़िनिश और उच्च-गुणवत्ता वाली आयामी सटीकता के लिए उपयोग किया जाता है, जो सामग्री को नुकसान और जंग से बचाने में मदद कर सकती है।

कोल्ड रोलिंग के विशिष्ट अनुप्रयोग का उत्पादन है:

- फाइलिंग कैबिनेट
- धातु के फर्नीचर
- कंप्यूटर कैबिनेट
- वाटर हीटर
- निकास पाइप
- इस्पात के ड्रम

इस्पात की कोल्ड रोलिंग से, सामग्री की मज़बूती और कठोरता काफी बढ़ जाती है, जिससे धातु की जंग-रोधी क्षमता कई तरह से बेहतर हो जाती है। ऐसा उत्पाद में ज़्यादा तनाव और ऊर्जा डालने से होता है।

रिक्रिस्टलाइज़ेशन तापमान रोलिंग के दौरान वह तापमान होता है, जिसके ऊपर हमें रोल्ड धातु में तनाव-मुक्त कण और कम से कम अवशिष्ट तनाव मिलते हैं। यह आम तौर पर धातु के गलनांक का 0.5 से 0.7 गुना होता है।

दोनों तरह की रोलिंग में अंतर उस तापमान का होता है, जिस पर उन्हें प्रसंस्कृत किया जाता है। हॉट रोल को रिक्रिस्टलाइज़ेशन तापमान से ऊपर प्रोसेस किया जाता है। रोलिंग प्रक्रिया के बाद इसके कण फिर से बन जाते हैं और यह तनाव-मुक्त स्थिति में रहता है। कोल्ड रोल को रिक्रिस्टलाइज़ेशन तापमान से नीचे प्रोसेस किया जाता है। इसके कण चपटे और लंबे बने रहते हैं, जिससे मटीरियल एक एनिसोट्रोपिक स्थिति में रहता है और कोल्ड कार्य से पूर्ण होता है।

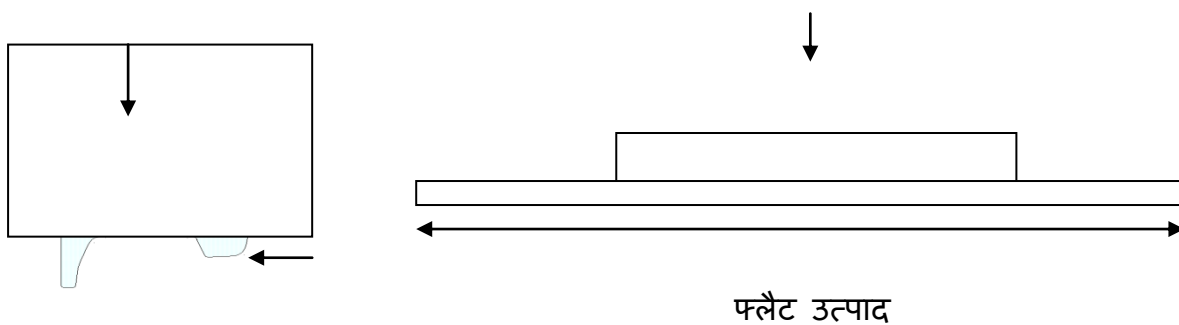
कारक	हॉट रोल्ड की विशेषताएं	कोल्ड रोल्ड की विशेषताएं
लेआउट ओरिएंटेशन	सामग्री की विशेषताएं सभी दिशाओं में एक समान होती हैं	लेआउट बनाते समय सावधानी बरतनी चाहिए। रोलिंग प्रक्रिया के दौरान सामग्री के कण विकृत हो जाते हैं और विकृत ही रहते हैं। सामग्री कणों की दिशा में ज्यादा मज़बूत होगी, जबकि कणों के विपरीत दिशा में कम मज़बूत होगी।
कीमत	कम खर्चीला	अधिक महंगा
मज़बूती	कमज़ोर	अधिक मज़बूत
वेल्ड करने की क्षमता	वेल्डिंग के लिए उत्कृष्ट	वेल्ड करने योग्य, किंतु जहाँ भी वेल्ड किया जाएगा, वहाँ सामग्री हॉट रोल जैसी विशेषताएं अपना लेगी।
मशीन से कार्य करने की क्षमता	मशीनिंग करते समय इसमें कोई विकृति नहीं आती	मशीनिंग के दौरान बहुत ज्यादा अवशिष्ट तनाव हटाने से सामग्री का संतुलन बिगड़ जाएगा, जिससे उसमें झुकाव और टेढ़ापन आ सकता है।
स्टॉक की आयामी सहनशीलता	सामान्य। सतह पर पपड़ी जमने और गर्मी से सिकुड़ने के कारण, बताए गए आकार में थोड़ा-बहुत अंतर हो सकता है	अच्छा। यह ग्राउंड स्टॉक जितना सटीक तो नहीं होता, किंतु हॉट रोल से बेहतर होता है।
सतह की फ़िनिश	ठीक-ठाक से लेकर खराब तक सामग्री की सतह कार्बन स्केल से कवर होगी	अच्छा। ग्राउंड स्टॉक जितना अच्छा नहीं, किंतु हॉट रोल से काफी बेहतर

सेल के सभी एकीकृत इस्पात संयंत्रों में हॉट रोलिंग मिलें होती हैं, जबकि केवल बोकारो, राउरकेला और सलेम में ही कोल्ड रोलिंग मिलें हैं।

लंबे और फ्लैट उत्पाद

रोलिंग के दौरान जब धातु को ऊपर-नीचे और साथ-साथ दोनों ओर से (एक-दूसरे के लंबवत दिशाओं में) दबाया जाता है, तो धातु को अपना आयतन स्थिर बनाए रखने के लिए मुख्यतः अपनी लंबाई की दिशा में जाना पड़ता है। इसे **लॉन्ग प्रोडक्ट रोलिंग** कहा जाता है, जिसमें लंबाई बढ़ती है जबकि क्रॉस-सेक्शन नियंत्रित रखा जाता है। इस प्रक्रिया से टीएमटी बार, रीबार, एंगल, चैनल, जॉइस्ट और रेल जैसे उत्पाद बनाए जाते हैं।

जब धातु को केवल ऊपर और नीचे से रोलर्स द्वारा दबाया जाता है, तो उसकी मोटाई कम हो जाती है और धातु लंबाई के साथ-साथ चौड़ाई की दिशा में भी फैलती है। इस प्रक्रिया को **फ्लैट प्रोडक्ट रोलिंग** कहा जाता है, जिससे शीट, प्लेट और स्ट्रिप जैसे उत्पाद बनाए जाते हैं।



लम्बे उत्पाद

फ्लैट उत्पाद

सेल में, बोकारो और राउरकेला एकीकृत इस्पात संयंत्र फ्लैट उत्पादों का उत्पादन करते हैं, जबकि बर्नपुर एक लॉन्ग प्रोडक्ट संयंत्र है। भिलाई और दुर्गापुर दोनों ही लॉन्ग और फ्लैट उत्पादों का उत्पादन करते हैं।

6.2 सेल की रोलिंग मिलों के उत्पाद

भिलाई इस्पात संयंत्र

- सेमिज़ (ब्लूम्स, बिलेट्स, स्लेब्स और कम चौड़ाई के स्लैब)
- रेल
- भारी स्ट्रक्चरल (बीम, चैनल, एंगल, क्रॉसिंग स्लीपर्स)
- मर्चेट उत्पाद (एंगल, चैनल, राउंड और टीएमटी बार)
- वायर रॉड्स (टीएमटी, प्लेन और रिब्ड)
- प्लेट्स

बोकारो इस्पात संयंत्र

- एचआर कॉइल्स, शीट्स, प्लेट्स
- सीआर कॉइल्स, शीट्स
- गैल्वेनाइज्ड प्लेन और नालीदार शीट्स

दुर्गापुर इस्पात संयंत्र

- सेमिज़ (ब्लूम्स, बिलेट्स, राउंड्स)
- मर्चेट उत्पाद (टीएमटी बार, रीबार)
- मध्यम स्ट्रक्चरल (बीम, जोइस्ट्स, चैनल, एंगल)
- व्हील और एक्सल

राउरकेला इस्पात संयंत्र

- सेमिज़ (स्लेब्स)
- प्लेट मिल प्लेट्स, विशेष प्लेट्स
- एचआर प्लेट्स, कॉइल्स
- सीआर कॉइल्स और शीट्स
- गैल्वेनाइज्ड प्लेन और नालीदार शीट्स
- सिलिकॉन इस्पात शीट और कॉइल्स
- एचएफडब्लू पाइप्स (ईआरडब्लू) और एसडब्लू पाइप्स

इस्को इस्पात संयंत्र, बर्नपुर

- स्ट्रक्चरल (बीम, चैनल, एंगल)
- टीएमटी बार्स, वायर रॉड कॉइल्स उत्पाद

एलॉय इस्पात संयंत्र, दुर्गापुर

- मिश्र धातु और स्टेनलेस स्टील स्लेब, ब्लूम्स, बिलेट्स, बार्स, प्लेट्स
- स्टेनलेस और हैडफील्ड मैंगनीज स्टील प्लेट्स

सेलम इस्पात संयंत्र

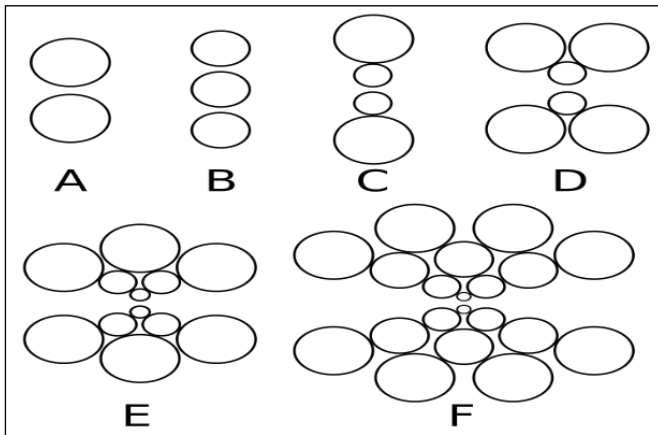
- हॉट रोल्ड कार्बन और स्टेनलेस - स्टील फ्लैट उत्पाद
- कोल्ड रोल्ड स्टेनलेस स्टील शीट्स और कॉइल्स

विश्वेश्वरैया लौह एवं इस्पात संयंत्र, भद्रावती

- सेमिज़, बार्स

रोलिंग मिलों में उपयोग की जाने वाली रोल की विभिन्न संरचनाएं

मिलों को अलग-अलग तरह के कॉन्फ़िगरेशन में डिज़ाइन किया जाता है; इनमें सबसे आधारभूत प्रकार 'टू-हाई नॉन-रिवर्सिंग' मिल है, जिसका मतलब है कि इसमें दो रोल होते हैं जो केवल एक ही दिशा में घूमते हैं। 'टू-हाई रिवर्सिंग' मिल में ऐसे रोल होते हैं जो दोनों दिशाओं में घूम सकते हैं, लेकिन इसका नुकसान यह है कि हर 'पास' (pass) के बीच रोलों को रोकना पड़ता है, उनकी दिशा बदलनी पड़ती है, और फिर उन्हें वापस रोलिंग की गति तक लाना पड़ता है। इस समस्या को हल करने के लिए 'थ्री-हाई' मिल का आविष्कार किया गया; इसमें तीन रोलों का इस्तेमाल होता है, जिनमें से दो लगातार रोल एक-दूसरे की विपरीत दिशा में घूमते हैं। धातु को इन दो रोलों के बीच से गुज़ारा जाता है, और फिर दूसरे जोड़े (pair) के बीच से वापस लाया जाता है। इस प्रणाली का नुकसान यह है कि कार्य की चीज़ (workpiece) को ऊपर उठाने और नीचे करने के लिए एक एलिवेटर का इस्तेमाल करना पड़ता है। ये सभी मिलें आमतौर पर प्राथमिक रोलिंग के लिए इस्तेमाल की जाती हैं, और इनके रोलों का व्यास 60 से 140 सेंटीमीटर (24 से 55इंच) के बीच होता है।

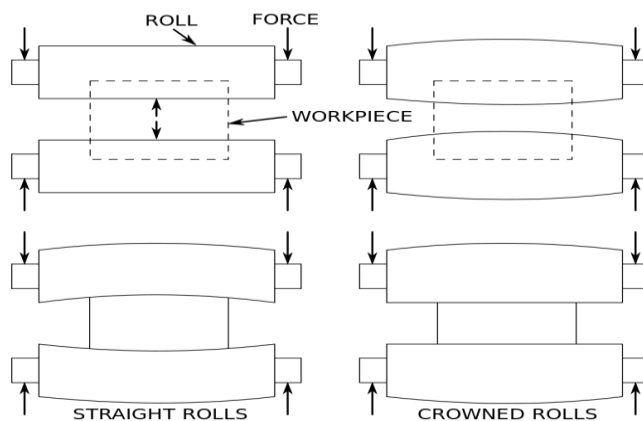


विभिन्न रोलिंग संरचनाएं मुख्य प्रकार: क. 2-हाई ख. 3-हाई ग. 4-हाई घ. 6-हाई ड. 12-हाई क्लस्टर और च. 20-हाई सेंडज़िमिर मिल क्लस्टर

रोल के व्यास को कम रखने के लिए चार-हाई या क्लस्टर मिल का उपयोग किया जाता है। छोटा रोल व्यास लाभदायक होता है क्योंकि रोल का कम भाग धातु के संपर्क में आता है, जिससे आवश्यक बल और शक्ति की मात्रा कम हो जाती है। छोटे रोल के साथ समस्या यह होती है कि उसकी कठोरता कम हो जाती है, जिसे बैकअप रोलर्स का उपयोग करके दूर

किया जाता है। ये बैकअप रोल्ल्स आकार में बड़े होते हैं और छोटे रोल्ल्स के पीछे की ओर संपर्क में रहते हैं, जिससे छोटे रोल्ल्स को सहारा मिलता है। चार-हाई मिल में कुल चार रोल होते हैं, जिनमें दो छोटे और दो बड़े होते हैं। क्लस्टर मिल में चार से अधिक रोल होते हैं, जो सामान्यतः तीन स्तरों में व्यवस्थित होते हैं। इस प्रकार की मिलों का उपयोग सामान्यतः चौड़ी प्लेटों के हॉट रोलिंग, अधिकांश कोल्ड रोलिंग अनुप्रयोगों और फॉयल रोलिंग के लिए किया जाता है।

रोलिंग के दौरान रोल डिफ्लेक्शन



6.3 सेल के रोल्ड उत्पादों के अनुप्रयोग

हॉट रोल्ड कॉइल और शीट

इनका उपयोग टैंक, रेलवे डिब्बों, साइकिल फ्रेम, जहाज, इंजीनियरिंग उपकरण, सैन्य उपकरण, एलपीजी सिलेंडर, ऑटोमोबाइल और ट्रक के पहियों, फ्रेम और बॉडी पार्ट्स के निर्माण में किया जाता है। एचआर कॉइल का उपयोग पाइप संयंत्रों और कोल्ड रोलिंग मिलों

में फीडस्टॉक के रूप में भी किया जाता है, जहाँ इनका आगे प्रसंस्करण किया जाता है। हॉट रोल्ड चेकरड कॉइल और प्लेटें फर्श में एंटी-स्किडिंग के लिए भी बनाई जाती हैं।

प्लेट्स

इस्पात प्लेटों का उपयोग मुख्य रूप से पुल, बांध और पवनचक्कियों के निर्माण, इस्पात संरचनाओं, जहाजों, बड़े व्यास की पाइपों, भंडारण टैंकों, बॉयलरों, रेलवे वैगनों और प्रेशर वेसल्स के निर्माण में किया जाता है। सेल रेल डिब्बों के निर्माण के लिए वेदर-प्रूफ इस्पात प्लेटें भी बनाता है। सेल भारत में चौड़ी और भारी प्लेट उत्पादों के प्रमुख उत्पादकों में से एक है।

कोल्ड रोल्ड उत्पाद

कोल्ड रोलिंग मिलों के उत्पादों में कोल्ड रोल्ड शीट और कॉइल शामिल हैं, जिनका उपयोग मुख्य रूप से प्रिंसीजन ट्यूब, कंटेनर, साइकिल, फर्नीचर, व्हाइट गुड्स उद्योग और ऑटोमोबाइल उद्योग में कार की बॉडी पैनल बनाने के लिए किया जाता है। कोल्ड रोल्ड उत्पादों का उपयोग आगे की प्रक्रियाओं जैसे कलर कोटिंग, गैल्वनाइजिंग और टिनिंग के लिए भी किया जाता है। गैल्वनाइज्ड शीट का उपयोग छत बनाने, पैन्लिंग, औद्योगिक शीटिंग, एयर कंडीशन डक्टिंग और संरचनात्मक कार्यों में किया जाता है। इलेक्ट्रोलाइटिक टिन प्लेटों का उपयोग विभिन्न उत्पादों की पैकेजिंग के लिए कंटेनर बनाने में किया जाता है, जिनमें खाद्य तेल, कोला, फलों के जूस, अचार और कंफेक्शनरी उत्पाद शामिल हैं।

रेलवे उत्पाद

रेल सेल द्वारा बनाए जाने वाले प्रमुख रोल्ड उत्पादों में से एक है। इनका उपयोग मुख्य रूप से रेलवे नेटवर्क के विस्तार और उन्नयन के लिए किया जाता है।

स्ट्रक्चरल

आई-बीम, चैनल और एंगल इस्पात का उपयोग खनन, सुरंगों के निर्माण, फैक्ट्री संरचनाओं, ट्रांसमिशन टावरों, पुलों, जहाजों, रेलवे और अन्य आधारभूत संरचना परियोजनाओं में किया जाता है।

बार और रॉड्स

रिइनफोर्समेंट इस्पात और वायर रॉड्स का उपयोग मुख्य रूप से निर्माण उद्योग द्वारा किया जाता है।

अर्ध-तैयार उत्पाद

अर्ध-तैयार उत्पाद जैसे ब्लूम, बिलेट और स्लैब को सेल के प्रसंस्करण संयंत्रों में तैयार उत्पादों में परिवर्तित किया जाता है और कुछ मात्रा में इन्हें री-रोलर्स को भी बेचा जाता है, जहाँ इन्हें आगे तैयार उत्पादों में बदला जाता है।

मिश्र धातु और स्टेनलेस उत्पाद

क्रोमियम, निकल, वैनाडियम और मोलिब्डेनम जैसे मिश्र धातु तत्वों वाले मिश्र धातु और विशेष इस्पात उत्पादों का उपयोग मुख्य रूप से उन्नत अनुप्रयोगों में किया जाता है, जैसे ऑटोमोबाइल, रेलवे, एयरोस्पेस, ऊर्जा, परमाणु, पनडुब्बी और रक्षा उद्योगों में। रक्षा क्षेत्र के लिए बनाए गए विशेष मिश्र धातु इस्पात बिलेट और बार्स का उपयोग गोले बनाने में किया जाता है। जैकल और स्पेड प्लेटों का उपयोग बख्तरबंद और गोला-बारूद वाहनों में किया जाता है। संक्षारण-रोधी कोल्ड रोल्ड स्टेनलेस इस्पात कॉइल और शीट का उपयोग विभिन्न कार्यों में किया जाता है, जैसे घरेलू बर्तन, ऑटोमोबाइल ट्रिम, लिफ्ट, ईंधन, रसायन, उर्वरक, एलपीजी टैंक, परमाणु ऊर्जा, बॉयलर, भारी इंजीनियरिंग, डेयरी और खाद्य प्रसंस्करण उपकरण, सिक्कों के ब्लैंक, भवन और आंतरिक सजावट तथा औषधीय उपकरण।

विशेष उत्पाद

विशेष उत्पादों में विद्युत शीट, टिन प्लेट और पाइप शामिल हैं। विद्युत शीट सिलिकॉन इस्पात से बने कोल्ड रोल्ड उत्पाद होते हैं, जिनका उपयोग विद्युत मशीनरी में किया जाता है। पाइप हॉट रोल्ड कॉइल से अनुदैर्ध्य या सर्पिल वेल्डिंग द्वारा बनाए जाते हैं और इनका उपयोग जल, तेल, स्लरी और गैस के परिवहन के लिए किया जाता है।

6.4 हॉट रोलिंग

रोलिंग की वह प्रक्रिया जो पुनः क्रिस्टलीकरण तापमान से ऊपर की जाती है, हॉट रोलिंग कहलाती है। कोल्ड रोलिंग की तुलना में हॉट रोलिंग में अधिक रिडक्शन प्राप्त किया जाता है।

6.5 रीहीटिंग फर्नेस (भट्टियाँ)

रीहीटिंग भट्टियों में इनपुट सामग्री को एक निश्चित तापमान तक गर्म किया जाता है और एक निश्चित समय तक उसी तापमान पर रखा जाता है। यह समय इनपुट स्लैब के आकार और उसकी धातुकर्म संबंधी आवश्यकताओं पर निर्भर करता है, जिसके अनुसार उसे रोल किया जाना होता है। आदर्श रूप से स्लैब की सतह और उसके कोर का तापमान समान

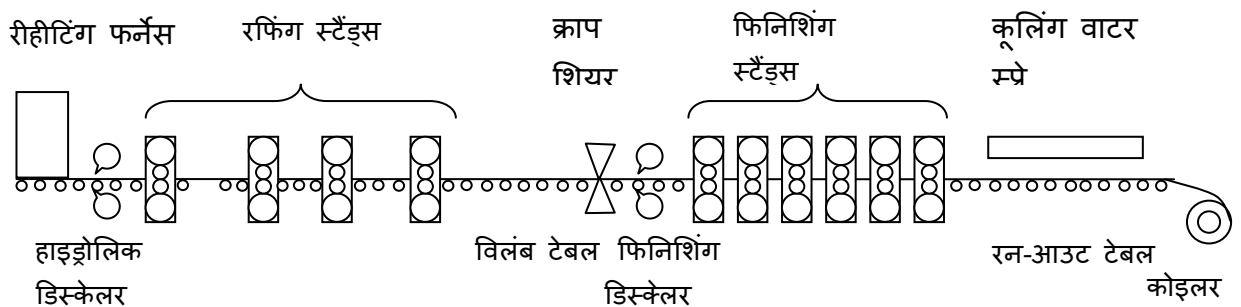
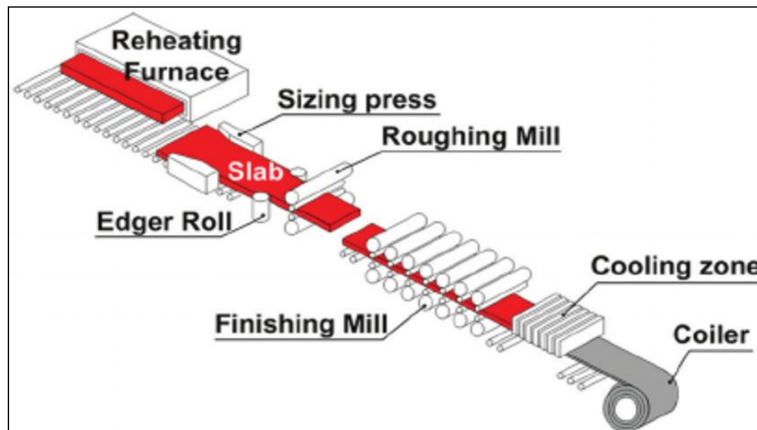
करने का प्रयास किया जाता है। अच्छी तरह से गरम किए गए स्लैब को भट्टी से 1100-1300 डिग्री सेल्सियस के तापमान पर बाहर निकाला जाता है। भट्टी से निकलने का तापमान आगे की प्रक्रियाओं में होने वाले ऊष्मा ह्रास की पूर्ति के लिए भी निर्धारित किया जाता है।

रीहीटिंग भट्टियों के प्रकार

प्राथमिक मिलों में सोकिंग पिट का उपयोग किया जाता था, जो मुख्य रूप से बैच प्रकार की भट्टियाँ होती थीं, किंतु वर्तमान में इनका उपयोग नहीं किया जाता है। द्वितीयक या फिनिशिंग मिलों में निरंतर रीहीटिंग भट्टियों का उपयोग किया जाता है। निरंतर रीहीटिंग भट्टियाँ मुख्य रूप से दो प्रकार की होती हैं—पुशर प्रकार और वॉकिंग बीम प्रकार। इन भट्टियों में मुख्य रूप से मिश्रित गैस (कोक ओवन गैस और ब्लास्ट फर्नेस गैस का मिश्रण) से दहन प्रणाली चलती है, जो एकीकृत इस्पात संयंत्रों में आसानी से उपलब्ध होती है।

6.6 फ्लैट उत्पादों की रोलिंग

एक सामान्य हॉट स्ट्रिप मिल की व्यवस्था नीचे दिए गए चित्र में दर्शाई गई है।



ऊपर दिए गए चित्र में दर्शायी गई प्रक्रिया संयंत्रों और किए जाने वाले कार्यों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है।

प्रक्रिया :

रीहीटिंग

वॉकिंग बीम रीहीटिंग भट्टियों में कुल 6 ज़ोन होते हैं (प्रीहीटिंग ज़ोन ऊपर और नीचे, हीटिंग ज़ोन ऊपर और नीचे तथा सोकिंग ज़ोन ऊपर और नीचे)। प्रीहीटिंग, हीटिंग और सोकिंग ज़ोन में मिश्रित गैस से चलने वाली फायरिंग प्रणाली होती है। स्लैब को गर्म किया जाता है और कुछ समय तक उसी तापमान पर रखा जाता है ताकि स्लैब के पूरे क्रॉस-सेक्शन में समान तापमान प्राप्त हो सके। इसके बाद स्लैब को इस्पात की ग्रेड और नियोजित आयाम के अनुसार 1100-1300 डिग्री सेल्सियस तापमान पर बाहर निकाला जाता है।

डिस्केलिंग

भट्टी के अंदर गर्म करने के दौरान स्लैब की सतह पर स्केल की परतें (लोहे के ऑक्साइड) बन जाती हैं। इन स्केल को उच्च दबाव वाले पानी के जेट से हटाया जाता है। डिस्केलिंग यूनिट में ऊपर और नीचे दोनों सतहों पर पानी छिड़कने के लिए नोज़ल लगे हुए हेडर होते हैं। दोषरहित उत्पाद प्राप्त करने के लिए रोलिंग से पहले डिस्केलिंग एक अत्यंत महत्वपूर्ण प्रक्रिया है।

रफिंग

इनपुट सामग्री की मोटाई में मुख्य कमी रफिंग मिल समूह में की जाती है ताकि फिनिशिंग मिल समूह के लिए आवश्यक मोटाई प्राप्त हो सके। मोटाई में अधिकतर कमी रफिंग मिलों में की जाती है और फिनिशिंग मिलों में अपेक्षाकृत कम ड्राफ्ट दिया जाता है। उदाहरण के लिए यदि 220 मिमी. मोटे स्लैब से 2 मिमी. मोटाई की स्ट्रिप बनानी हो तो सामान्यतः रफिंग स्टैंड (सतत या रिवर्सिबल) में मोटाई को 220 मिमी से घटाकर लगभग 26-40 मिमी तक कर दिया जाता है, जो स्ट्रिप की चौड़ाई पर निर्भर करता है। अंतिम ड्राफ्ट फिनिशिंग मिल में दिया जाता है ताकि नियोजित आयाम प्राप्त हो सकें।

फिनिशिंग

अंतिम उत्पाद के आवश्यक आयाम फिनिशिंग प्रक्रिया में प्राप्त किए जाते हैं। स्ट्रिप का फिनिशिंग तापमान (अर्थात् अंतिम फिनिशिंग स्टैंड पर तापमान) एक अत्यंत महत्वपूर्ण मानदंड होता है। इसे नियंत्रित रखा जाता है और विशेष इस्पात ग्रेड के लिए निर्धारित तापमान से नीचे नहीं जाने दिया जाता। ऐसा करने से आवश्यक धातुकर्म गुण प्राप्त होते हैं।

कूलिंग

हॉट रोल्ड स्ट्रिप को कॉइलर में कॉइल बनाने से पहले रन-आउट तालिका पर निर्धारित कूलिंग दर से ठंडा किया जाता है ताकि वांछित कॉइलिंग तापमान प्राप्त हो सके। यह स्ट्रिप के आवश्यक धातुकर्म गुण प्राप्त करने के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। आवश्यक कॉइलिंग तापमान प्राप्त करने के लिए स्ट्रिप की लक्षित कूलिंग दर के अनुसार पानी के बेंकों की संख्या तय की जाती है।

कॉइलिंग

स्ट्रिप रन-आउट तालिका से होकर गुजरती है और कॉइलरों में कॉइल के रूप में लपेटी जाती है। इसके बाद कॉइल को कॉइलर से बाहर निकालकर बॉडी पर स्ट्रैप लगाया जाता है और पहचान के लिए मार्किंग की जाती है।

कॉइल फिनिशिंग और डिस्पैच

कॉइलों को आगे की प्रक्रिया के लिए भेजा जाता है या सीधे हॉट रोल्ड उत्पाद के रूप में बेचा जाता है। प्रसंस्करण और डिस्पैच से पहले कॉइलों का वजन किया जाता है, निरीक्षण किया जाता है तथा रासायनिक और भौतिक परीक्षणों के लिए सैंपल लिए जाते हैं।

उपकरण

रीहीटिंग फर्नेस

हॉट स्ट्रिप मिल की रीहीटिंग भट्टियाँ मुख्य रूप से दो प्रकार की होती हैं—पुशर प्रकार और वॉकिंग बीम प्रकार। वॉकिंग बीम हाइड्रोलिक प्रणाली से संचालित होते हैं और भट्टी के अंदर स्लैब की गति चलायमान और स्थिर बीमों के संयोजन से होती है। पुशर प्रकार की भट्टी में स्लैब को एक के बाद एक धक्का देकर आगे बढ़ाया जाता है। दहन प्रणाली सामान्यतः रिक्यूपरेटिव प्रकार की होती है जिसमें ऊपर और नीचे दोनों तरफ से हीटिंग की जाती है। तापमान में होने वाले अंतर को संतुलित करने के लिए भट्टी में स्क्यूड स्किड प्रणाली की सुविधा भी होती है।

डिस्केलर

वाटर हाइड्रोलिक डिस्केलर से गुजरते हुए स्लैब की सतह तथा रोलिंग बार या स्ट्रिप पर उच्च दबाव वाले पानी के जेट डाले जाते हैं। कई स्थानों पर स्लैब के किनारों से स्केल हटाने के लिए एक मिल स्टैंड भी लगाया जाता है जिसमें एक जोड़ी वर्टिकल रोल होते हैं, जिसे वर्टिकल स्केल ब्रेकर कहा जाता है।

रफिंग स्टैंड

रफिंग मिलों में सामान्यतः एक स्टैंड, दो स्टैंड या बहु-स्टैंड होते हैं और इनका विन्यास 4-हाई प्रकार का होता है। ये स्टैंड रिवर्सिंग, नॉन-रिवर्सिंग या संयोजन प्रकार के हो सकते हैं। यूनिवर्सल प्रकार के रफिंग स्टैंड में वर्टिकल एजर्स लगे होते हैं जो सामग्री के पार्श्व दिशा में फैलाव को नियंत्रित करते हैं। रफिंग स्टैंड के रोल बेलनाकार होते हैं और इन्हें साधारण जल से ठंडा किया जाता है।

फिनिशिंग स्टैंड

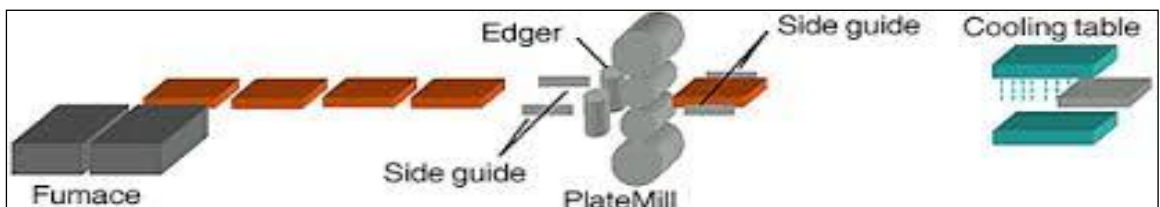
हॉट स्ट्रिप मिल के फिनिशिंग स्टैंड सामान्यतः 4-हाई संरचना में 5 से 7 स्टैंड होते हैं, जिनमें वर्क रोल और बैकअप रोल का संयोजन होता है। ये स्टैंड टैंडम व्यवस्था में होते हैं और स्ट्रिप लगातार इनके माध्यम से गुजरती है। रोल फोर्स और रोल गैप को विभिन्न तंत्रों जैसे रोल बेंडिंग, पेयर क्रॉसिंग, रोल शिफ्टिंग और रोल के क्राउन में परिवर्तन के माध्यम से नियंत्रित किया जाता है। रोलों को ठंडा करने के लिए बैकअप और वर्क रोल पर पानी या पानी-तेल के मिश्रण का छिड़काव किया जाता है।

काँइलर

काँइलर का उपयोग स्ट्रिप को काँइल बनाने के लिए किया जाता है। इसमें मुख्य रूप से पिंच रोल, रैपर रोल और मेंड्रेल की सहायता से काँइलिंग की जाती है।

प्लेट मिल

राउरकेला इस्पात संयंत्र और बोकारो इस्पात संयंत्र की आधुनिक प्लेट मिलों में रीहीट किए गए स्लेब से भारी और मध्यम प्लेटें तथा पाइप निर्माताओं के लिए प्लेटें तैयार की जाती हैं।



रोल्ड उत्पादों को प्रभावित करने वाले प्रमुख मानदंड और कारक तथा उनका नियंत्रण

निम्नलिखित प्रमुख कारक रोल्ड उत्पादों की गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं।

क) तापमान

रोलिंग के विभिन्न चरणों पर आवश्यक तापमान बनाए रखना आवश्यक होता है ताकि उत्पाद निर्धारित आयामी सहनशीलता और आवश्यक विशेषताएं के साथ प्राप्त हो सके।

ख) रोल की स्थिति

रोल बदलने की समय-सारणी का कड़ाई से पालन करना चाहिए और रोल की कूलिंग स्थितियों की निरंतर निगरानी करनी चाहिए। उत्पाद का आकार और आयामी सहनशीलता भी उपरोक्त स्थितियों पर निर्भर करती है।

6.7 लंबे उत्पादों की रोलिंग

लंबे उत्पादों को केवल हॉट रोलिंग द्वारा ही बनाया जाता है, ताकि पासेस में आवश्यक बड़े रिडक्शन को संभव बनाया जा सके। मिलों को मूल रूप से प्राथमिक मिल और द्वितीयक मिल में वर्गीकृत किया जा सकता है। प्राथमिक लॉन्ग प्रोडक्ट मिल मुख्य रूप से सेमी-फिनिशड उत्पाद जैसे ब्लूम और बिलेट बनाती हैं। वे लॉन्ग प्रोडक्ट मिलें जो बीम, एंगल, चैनल, बार, वायर और रॉड, टीएमटी बार और रेल जैसे तैयार उत्पाद बनाती हैं, फिनिशिंग मिल कहलाती हैं।

रेल मिल

रेल का उत्पादन दो-हाई रिवर्सिंग मिल में दो-हाई रोलिंग विधि से, या तीन-हाई मिल में, अथवा आजकल बढ़ते हुए उपयोग में आने वाली यूनिवर्सल रोलिंग विधि से किया जाता है। यूनिवर्सल रोलिंग विधि ने पारंपरिक विधियों की तुलना में निम्नलिखित लाभों के कारण स्वयं को अधिक श्रेष्ठ सिद्ध किया है—रेल की अधिक सटीक आयामी सहनशीलता, बेहतर सतह गुणवत्ता और रोल का कम घिसाव।



रेल मिल

स्ट्रक्चरल रोलिंग मिल

स्ट्रक्चरल रोलिंग मिलों में बिलेट, ब्लूम, स्लैब और बीम ब्लैंक्स को रोल करने की सुविधाएँ होती हैं। इनपुट सामग्री को रीहीटिंग भट्टियों (वॉकिंग बीम या पुशर प्रकार) में आवश्यक तापमान (1100 से 1300 डिग्री सेल्सियस) तक गर्म किया जाता है। इसके बाद रोलिंग स्टैंडों (रिवर्सिंग या सतत) के माध्यम से रोलिंग की जाती है ताकि आवश्यक आकार और आयाम प्राप्त किए जा सकें। तैयार उत्पाद पर ब्रांड मार्किंग अंतिम स्टैंडों पर की जाती है।



टीएमटी बार/रीबार की रोलिंग (मर्चेट मिल डीएसपी में)

टीएमटी बार एक विशेष रोलिंग और कूलिंग प्रक्रिया द्वारा बनाए जाते हैं, जिसे **थर्मो-मैकेनिकल ट्रीटमेंट (टीएमटी)** कहा जाता है। इस प्रक्रिया में **रोलिंग, तीव्र शीतलन (क्वेंचिंग) और स्वयं टेम्परिंग** को मिलाकर एक मजबूत बाहरी परत और एक लचीला आंतरिक कोर प्राप्त किया जाता है।

वायर रॉड मिल

वायर रॉड मिल (डब्लूआरएम) का उद्देश्य इस्पात बिलेट को रोल करके **वायर रॉड** में परिवर्तित करना होता है। वायर रॉड मिल में **वायर रॉड** का उत्पादन उस उत्पाद के आकार पर निर्भर करता है जिसे रोल किया जाना है और **मिल** की उपलब्धता पर भी निर्भर करता है। मोटे आकार की रोलिंग के मामले में उच्च उत्पादकता प्राप्त होती है।



प्रक्रिया

लंबे उत्पादों की रोलिंग की प्रक्रिया को मूल रूप से निम्नलिखित चरणों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

रीहीटिंग

इनपुट सामग्री को पुनः गरम किया जाता है ताकि वह प्लास्टिक रूप से रूपांतर होने योग्य और रोलिंग के लिए लचीली बन सके तथा उसे इच्छित आकार और माप दिया जा सके।

रफिंग

रफिंग प्रक्रिया में इनपुट सामग्री को प्रारंभिक आकार दिया जाता है। क्रॉस-सेक्शन में अधिकतम कमी रफिंग मिलों में की जाती है।

इंटरमीडिएट रोलिंग

इंटरमीडिएट रोलिंग में रफिंग मिल के आउटपुट को इनपुट के रूप में लिया जाता है। इंटरमीडिएट रोलिंग का आउटपुट फिनिशिंग मिलों को भेजा जाता है।

प्री-फिनिशिंग और फिनिशिंग रोलिंग

प्री-फिनिशिंग और फिनिशिंग मिलों में उत्पाद का अंतिम प्रोफाइल आकार बनाया जाता है। प्री-फिनिशिंग मिल इंटरमीडिएट स्टैंड से आने वाली धातु को इनपुट के रूप में लेती है। इन स्टैंडों में दिया जाने वाला रिडक्शन रफिंग और इंटरमीडिएट मिल की तुलना में कम होता है। अंतिम आकार फिनिशिंग मिल में प्राप्त किया जाता है। फिनिशिंग मिल अत्यंत महत्वपूर्ण होती है क्योंकि इन्हीं स्टैंडों में सामग्री से अंतिम आकार तैयार होता है। अंतिम फिनिशिंग स्टैंडों पर ब्रांडिंग भी की जाती है। टीएमटी बार के मामले में फिनिशिंग मिल के बाद बार का थर्मो-मैकेनिकल ट्रीटमेंट किया जाता है। इसमें लाल-गर्म तैयार टीएमटी बार **क्वेंचिंग** बॉक्स में प्रवेश करते हैं जहाँ उच्च दबाव वाले पानी से **बाहरी सतह** को तेजी से ठंडा किया जाता है। इसके कारण बाहरी परत ठंडी और कठोर हो जाती है जबकि अंदर का भाग गर्म और नरम रहता है।

कटिंग और स्टैम्पिंग

तैयार बार को ग्राहक की आवश्यकता के अनुसार निर्धारित लंबाई में काटा जाता है। सेकेंडरी मिलों में रोलड उत्पादों पर गर्म अवस्था में कास्ट नंबर और अन्य विवरणों की स्टैम्पिंग की जाती है। यह उत्पाद की पहचान, ट्रेसबिलिटी और विध्वंसक परीक्षणों के परिणामों से उसके सहसंबंध स्थापित करने के लिए आवश्यक होता है।

फिनिशिंग

बार के परिवेश तापमान तक ठंडा होने के बाद फिनिशिंग की जाती है। विभिन्न मिलों में फिनिशिंग गतिविधियों में निम्नलिखित में से कुछ या सभी चरण शामिल हो सकते हैं:

- सीधा करना, जो रोलर स्ट्रेटनिंग मशीन द्वारा या सिरों को खींचकर किया जाता है।
- सिरों की फिनिशिंग, जो मिलिंग या कोल्ड कटिंग द्वारा की जाती है।
- दोषों की ऑनलाइन नॉन-डिस्ट्रिक्टिव जाँच।
- ताप उपचार

निरीक्षण

निरीक्षण उत्पादक द्वारा और / या ग्राहक द्वारा नियुक्त एजेंसी द्वारा या किसी तीसरे पक्ष द्वारा किया जाता है ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि ग्राहक को कोई दोषपूर्ण उत्पाद नहीं भेजा जाए। विनिर्देशनों और ग्राहक की आवश्यकता के अनुसार निरीक्षण सभी या कुछ मानदंडों जैसे आयाम, सीधापन, स्कवेयरनेस, सतह गुणवत्ता, ब्रांडिंग, रंग कोडिंग और स्टैम्पिंग के लिए किया जा सकता है।

प्रेषण :

उत्पादों को मुख्य रूप से रेल द्वारा और कुछ मामलों में सड़क मार्ग से उनके गंतव्य स्थानों पर भेजा जाता है। इसमें दस्तावेज बनाने के कार्य शामिल होते हैं जैसे प्रेषण एडवाइस (डीए) और परीक्षण प्रमाणपत्र (टीसी) की तैयारी तथा रेल द्वारा भेजे जाने की स्थिति में ट्रेन एग्जामिनर (टीएक्सआर) द्वारा क्लीयरेंस। कुछ मामलों में प्रेषण से पहले पैकेटिंग भी की जाती है।

उपकरण

रीहीटिंग भट्टियाँ

इनपुट सामग्री को गर्म करने का कार्य रीहीटिंग भट्टियों में किया जाता है। प्राथमिक लॉन्ग प्रोडक्ट मिलों में इनगॉट को गर्म करने के लिए बैच प्रकार की भट्टियाँ (सोकिंग पिट) उपयोग की जाती हैं। फिनिशिंग मिलों में इनपुट को गर्म करने के लिए सतत भट्टियाँ (पुशर प्रकार या वॉकिंग बीम प्रकार) का उपयोग किया जाता है।

स्टैंड

जिन उपकरणों में रोलिंग की जाती है उन्हें स्टैंड कहा जाता है। इनमें निम्नलिखित में से कुछ या सभी घटक हो सकते हैं - रोल, हाउसिंग, बेयरिंग, चॉक्स, ड्राइव से जुड़े कपलिंग,

मैनिपुलेटर, टिल्टर और स्कू डाउन मैकेनिज्म। स्टैंड में क्षैतिज रोल, ऊर्ध्वाधर रोल या दोनों का संयोजन हो सकता है।

स्टैंड के सहायक उपकरण

स्टैंड के सहायक उपकरणों में मुख्य रूप से रोल कूलिंग व्यवस्था, गार्ड, गाइड, टैकल और ग्रीस प्रणाली आदि शामिल होते हैं।

स्वचालन

अधिकांश रोलिंग मिलों में लेवल-II स्वचालन होता है और इन्हें पीएलसी द्वारा नियंत्रित किया जाता है ताकि सर्वोत्तम उत्पादन और कम डाउनटाइम प्राप्त किया जा सके।

ड्राइव

अधिकांश मिलों में रोलों को चलाने के लिए उच्च क्षमता वाले रिवर्सिबल विद्युत ड्राइव की आवश्यकता होती है। कतिपय मामलों में ड्राइव अपना आउटपुट सीधे स्पिंडल के माध्यम से रोलों तक पहुँचाते हैं।

शियर और कटिंग साँ :

प्राथमिक मिलों में सेक्शन (ब्लूम या बिलेट) को काटने के लिए शियर का उपयोग किया जाता है। फिनिशिंग मिल के उत्पादों को निर्धारित लंबाई में काटने, क्रॉप और सैंपल काटने के लिए कटिंग साँ का उपयोग किया जाता है।

स्ट्रेटनिंग मशीन

फिनिशिंग मिलों में दो प्रकार की स्ट्रेटनिंग मशीनें उपयोग में आती हैं। रोलर प्रकार में उत्पादों को घूमते हुए रोलरों के बीच विपरीत दिशाओं में बार-बार मोड़कर सीधा किया जाता है। हल्के प्रोफाइल के मामले में दोनों सिरों से खींचकर स्ट्रेटनिंग की जाती है।

किनारों की तैयारी के उपकरण

कुछ तैयार उत्पादों में चौकोर कट और अच्छी सतह फिनिश वाले सिरे आवश्यक होते हैं। यह मिलिंग या कार्बाइड साँ द्वारा कोल्ड कटिंग से प्राप्त किया जाता है।

ऑनलाइन परीक्षण उपकरण

कुछ तैयार उत्पादों में ऑनलाइन नॉन-डिस्ट्रक्टिव परीक्षण किए जाते हैं जैसे आंतरिक दोषों के लिए अल्ट्रासोनिक परीक्षण मशीन, उपसतही दोषों के लिए एक्स-रे और (सतही दोषों के लिए) एडी करंट परीक्षण मशीन।

सहायक उपकरण

क्रेन, रोल टेबल, सामग्री हैंडलिंग उपकरण आदि जैसे सहायक साधन मिल के समन्वित प्रचालन के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण होते हैं।

हॉट रोलड लंबे उत्पादों के दोष

वे दोष जिनके कारण हॉट रोलड लंबे उत्पाद अस्वीकृत हो जाते हैं, उन्हें व्यापक रूप से निम्नलिखित श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है:

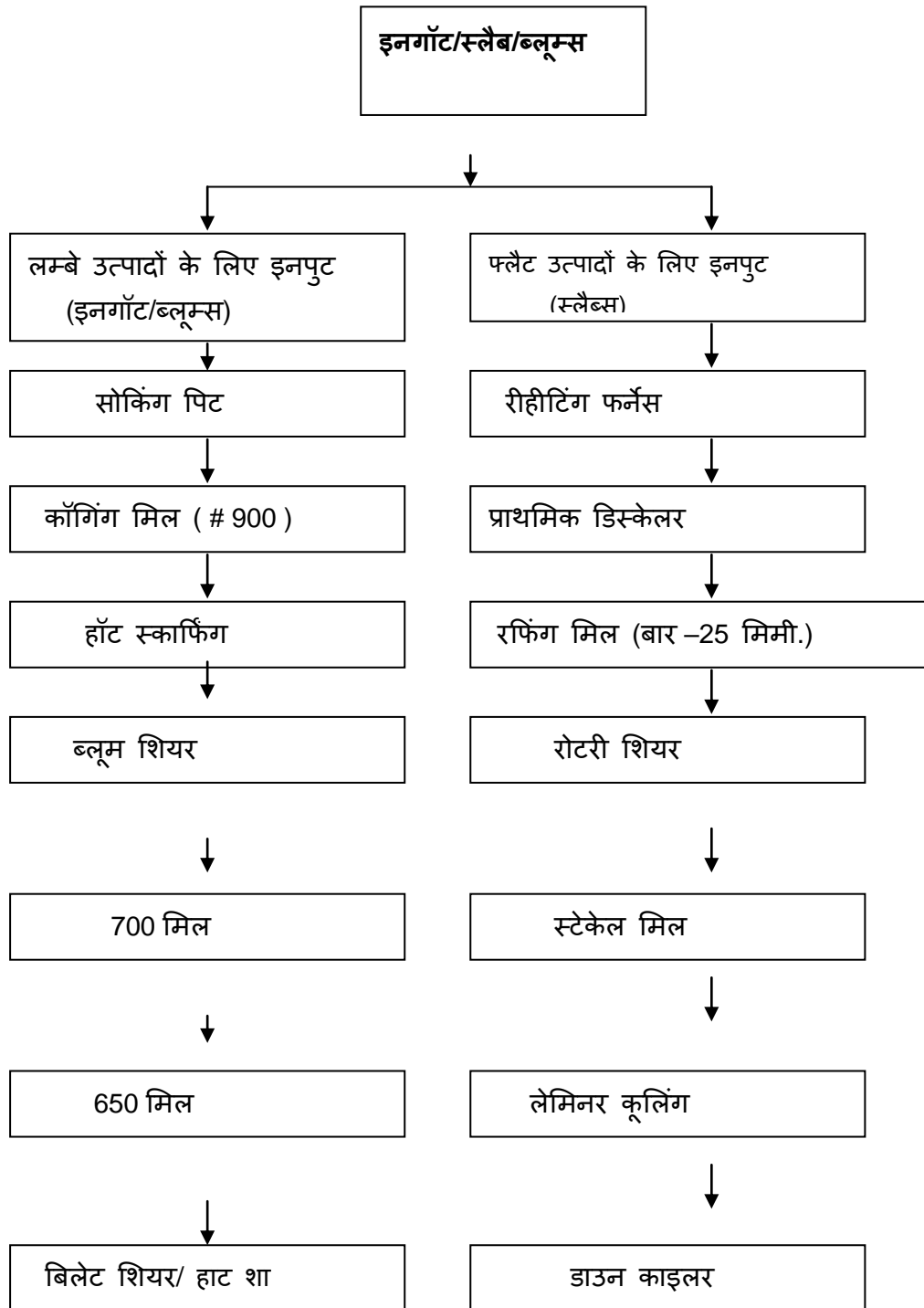
- क) **रोलिंग संबंधी दोष** : रोलिंग प्रक्रिया के दौरान उत्पन्न होने वाले दोषों को रोलिंग दोष कहा जाता है।
- ख) **इस्पात संबंधी दोष** : इस्पात निर्माण की प्रक्रिया से उत्पन्न दोष जो रोलिंग प्रक्रिया के दौरान आगे बढ़ते हुए अंतिम उत्पाद तक पहुँच जाते हैं, उन्हें इस्पात संबंधी दोष कहा जाता है।

रोलिंग संबंधी दोष

हॉट रोलिंग के कुछ प्रमुख दोष इस प्रकार हैं:

फिन्स और ओवरफिल्स, अंडरफिल्स, स्लिवर्स, लैप्स, फायर क्रैक्स और रोल मार्क्स, रोलड-इन स्केल, बकल और किंक, कैमबर, ट्विस्ट, शियर डिस्टॉर्शन, आउट ऑफ स्क्वेयर, बर्नट एजेस, रिज-बकल और वेज।

विशेष इस्पात की रोलिंग/ प्रक्रिया फ्लो



विशेष इस्पात जैसे मिश्र धातु इस्पात और स्टेनलेस स्टील का उत्पादन निरंतर ढलाई तथा इनगॉट टीमनिंग दोनों प्रक्रियाओं से किया जाता है। उच्च कार्बन और उच्च मिश्र धातु वाले ग्रेड को हॉट ट्रांसफर किया जाता है। सभी इनगॉट तथा निरंतर ढलाई से प्राप्त स्लैब या ब्लूम को सोकिंग पिट भट्टियों में चार्ज किया जाता है।

सोकिंग पिट में अच्छी तरह गरम किए गए पदार्थ को क्रेन की सहायता से सोकिंग पिट से कॉकिंग मिल तक ले जाया जाता है। स्कार्फ किए गए ब्लूम को हॉट टॉप और निचले सिरे को हटाने के लिए ब्लूम शियर तक ले जाया जाता है। इसके बाद कटा हुआ ब्लूम फिनिशिंग रोलिंग के लिए तैयार हो जाता है, जहाँ इसे गोल या चौकोर सेक्शन में रोल किया जाता है।

रोल किए गए ब्लूम या बिलेट को अंतिम आवश्यकता के अनुसार शियर या हॉट साँ द्वारा निर्धारित लंबाई में काटा जाता है। इनका अंतिम उपयोग या वर्गीकरण इस्पात की ग्रेड और आवश्यक गुणों के अनुसार निर्धारित किया जाता है।

मिश्र धातु इस्पात संयंत्र से प्राप्त स्टेनलेस स्टील स्लैब को सेलम इस्पात संयंत्र में वॉकिंग बीम भट्टी में गरम किया जाता है। इसके बाद इन स्लैब को हॉट रोलिंग के लिए स्टेकल मिल में भेजा जाता है।

स्लैब को 4-हाई रफिंग मिलों में रोल करके आवश्यक टी-बार मोटाई प्राप्त की जाती है और डाउन कॉइलर में कॉइल के रूप में लपेटा जाता है।

निरीक्षण

रोल किए गए बार, बिलेट और ब्लूम को कंडीशनिंग शॉप में सतह को सामने लाने के बाद दृष्टिगत रूप से निरीक्षण किया जाता है। सतह को सामने लाने के लिए ग्राइंडिंग (जिग-ज़ैग या रिंग), पिकलिंग या शॉट ब्लास्टिंग की जाती है। सतह सामने लाने के बाद दोषों को अनुमेय गहराई तक ग्राइंडिंग करके हटा दिया जाता है। दोषपूर्ण भागों को गैस कटिंग या साँ कटिंग द्वारा हटा दिया जाता है। रेल और पाइपों के निरीक्षण के लिए अल्ट्रासोनिक फ्लाँ डिटेक्टर का उपयोग किया जाता है।

हॉट रोल्ड कॉइल की सतह और आयामों की जाँच कॉइलिंग से पहले की जाती है तथा उसके अनुसार उनका वर्गीकरण किया जाता है।

परीक्षण

रोल किए गए उत्पादों से भौतिक और रासायनिक परीक्षण के लिए नमूने लिए जाते हैं। आंतरिक दोष, दाने का आकार, माइक्रोस्ट्रक्चर, इंकलूजन, कठोरता, अपसेटिंग, टफनेस आदि की जाँच के लिए विभिन्न परीक्षण किए जाते हैं।

कोल्ड रोलिंग के लिए भेजे जाने से पहले इनपुट हॉट रोल्ड कॉइल का भी परीक्षण किया जाता है।

लंबे उत्पादों के लिए ताप उपचार

यह प्रक्रिया तैयार उत्पाद के चरण में की जाती है और यह आवश्यक यांत्रिक गुणों की आवश्यकता पर निर्भर करती है।

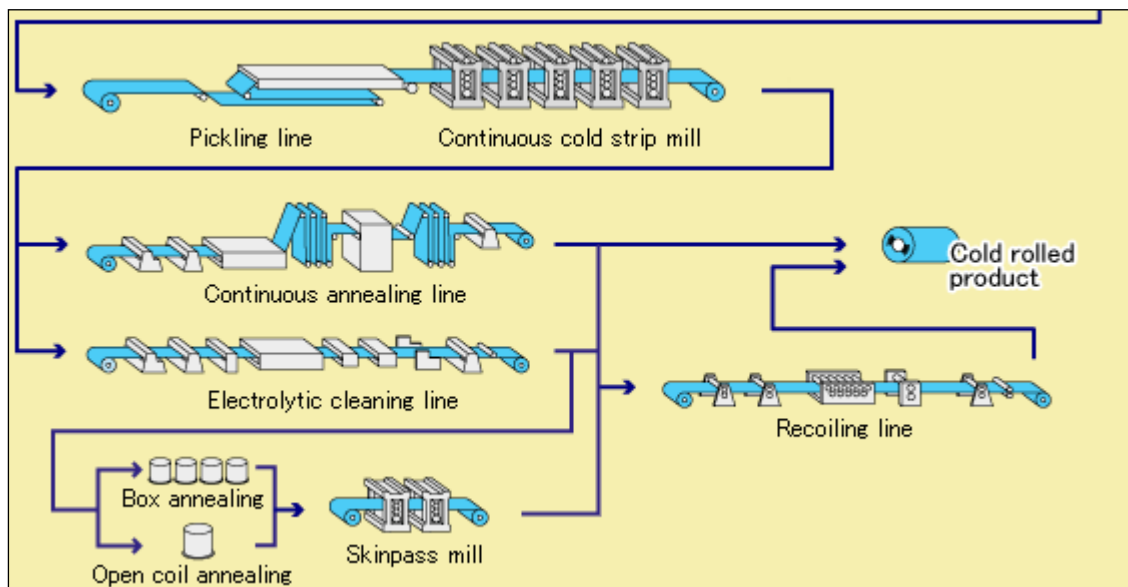
विशेष प्लेट संयंत्र (एसपीपी)

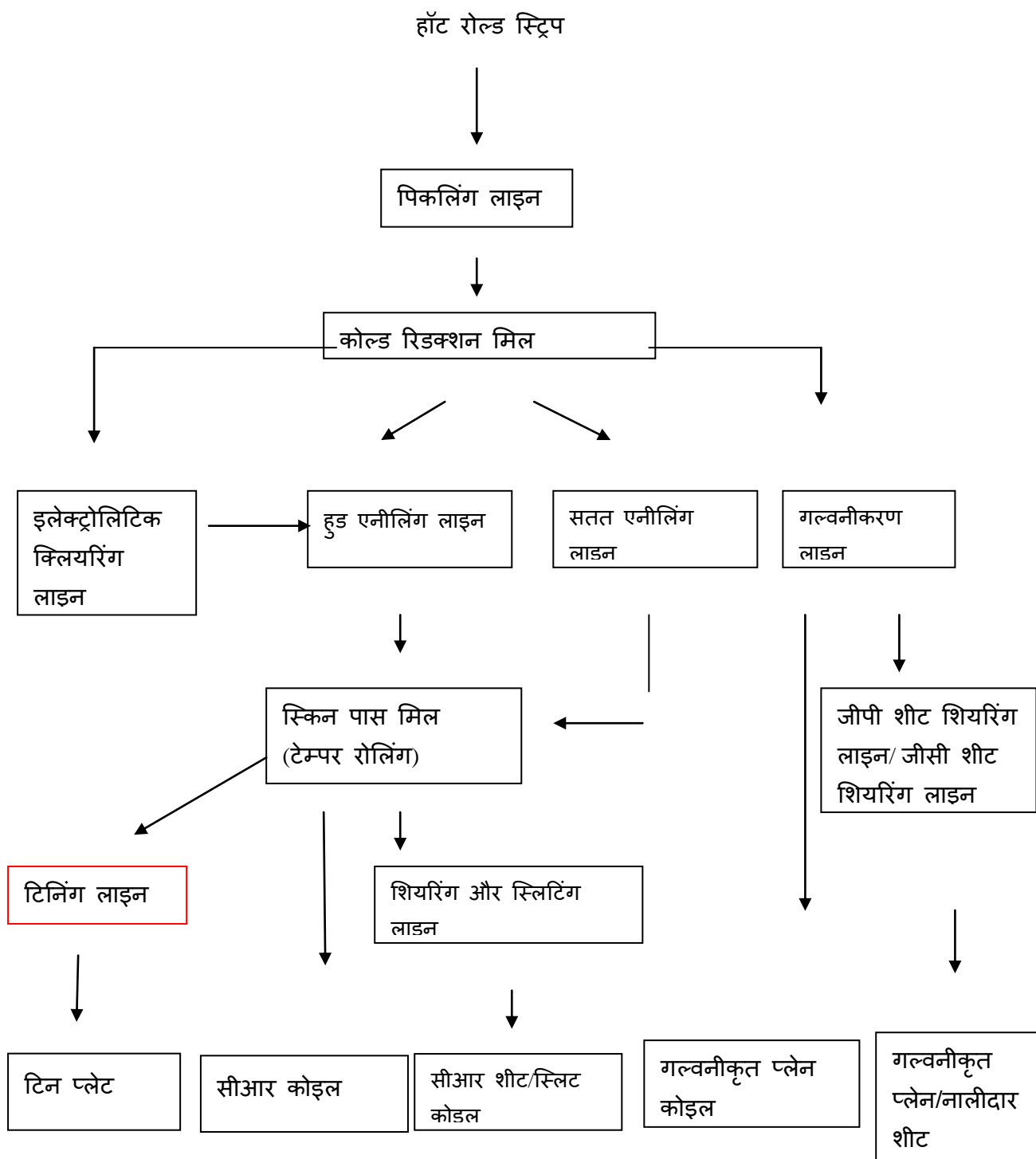
राउरकेला इस्पात संयंत्र का विशेष प्लेट संयंत्र रक्षा और अंतरिक्ष क्षेत्र की आवश्यकताओं को पूरा करता है। यह **भारत की एकमात्र इकाई है** जो बड़े आयामों में क्वेंच और टेम्पर्ड विशेष इस्पात प्लेटों, आर्मर प्लेटों और रक्षा के लिए आवश्यक घटकों के विभिन्न ग्रेड का उत्पादन करती है। ये सभी इस्पात वेल्डेबल होते हैं।

6.8 कोल्ड रोलिंग

कोल्ड रोलिंग मिल (सीआरएम)

कोल्ड रिडक्शन का उद्देश्य मोटाई में कमी प्राप्त करना, वांछित सतह फिनिश प्राप्त करना, आवश्यक यांत्रिक गुण प्राप्त करना, सटीक आयामी सहनशीलता बनाए रखना तथा ग्राहक की आवश्यकता के अनुसार उत्पाद तैयार करना होता है। मोटाई में यह कमी मल्टी-पास रोलिंग के माध्यम से रिवर्सिंग मिल या टैंडम मिल में प्राप्त की जाती है। इन मिलों के अतिरिक्त, कोल्ड रोलिंग मिल परिसर में प्री-रोलिंग और पोस्ट-रोलिंग प्रचालन के लिए अन्य सुविधाएँ भी होती हैं। एक सामान्य कोल्ड रोलिंग मिल परिसर में प्रचालन का क्रम और सामग्री प्रवाह चित्र 3.1 में दर्शाया गया है।





(चित्र 3.1: कोल्ड रोलिंग मिल कॉम्प्लेक्स में विशिष्ट सामग्री का प्रवाह)

कोल्ड रोलिंग मिल के लिए इनपुट हॉट स्ट्रिप मिल से प्राप्त हॉट रोलड कॉइल (एचआर कॉइल) होते हैं।

नोट - वर्तमान में टिन प्लेट का उत्पादन नहीं किया जा रहा है।

पिकलिंग लाइन

हॉट रोलिंग प्रक्रिया के दौरान स्ट्रिप की सतह पर स्केल (लोहे के ऑक्साइड) की एक परत बन जाती है, जिसे आगे की प्रक्रिया से पहले हटाना आवश्यक होता है। स्केल को हटाने के लिए पहले यांत्रिक साधनों से इसे तोड़ा जाता है और फिर हॉट रोल्ड स्ट्रिप की सतह को अम्ल से रासायनिक रूप से उपचारित किया जाता है। इस प्रक्रिया को पिकलिंग कहा जाता है, जिसमें शेष स्केल अम्ल में घुलकर हट जाता है। पिकलिंग के लिए सामान्यतः हाइड्रोक्लोरिक अम्ल और सल्फ्यूरिक अम्ल का उपयोग किया जाता है। समान प्रच्छालन सांद्रता और तापमान की स्थिति में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ पिकलिंग की दर सल्फ्यूरिक अम्ल की तुलना में लगभग 2.5 से 3 गुना अधिक होती है।

कोल्ड रिडक्शन

पिकलिंग के बाद मुख्य कोल्ड रोलिंग प्रक्रिया अर्थात् कोल्ड रिडक्शन कोल्ड रिडक्शन मिल में की जाती है, जहाँ पिकल्ड स्ट्रिप को अत्यंत कठोर रोलों के बीच से गुजारा जाता है। कोल्ड रोलिंग निम्नलिखित तरीकों से की जाती है।

- या तो एकल रिवर्सिंग स्टैंड में, जिसमें एक अनकाइलर और एक काइलर लगे होते हैं, और स्ट्रिप को आगे-पीछे कई पास में चलाकर आवश्यक मोटाई प्राप्त की जाती है।

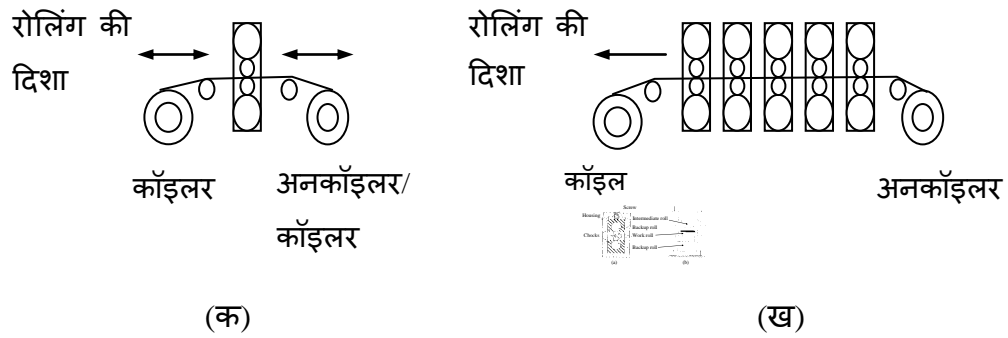
या

- एक सतत टैंडम मिल में, जहाँ स्ट्रिप एक साथ कई स्टैंडों से गुजरती है, जिससे उच्च तनाव बल लगाया जा सकता है।

मल्टी-स्टैंड टैंडम मिल में कोल्ड रोलिंग का उपयोग अधिक किया जाता है क्योंकि इसमें प्रचालन की गति अधिक होती है। प्रत्येक स्टैंड में रोल व्यवस्था 4-हाई, 6-हाई और यहाँ तक कि 20-हाई भी हो सकती है। 20-हाई मिल का उपयोग स्टेनलेस स्टील की रोलिंग के लिए किया जाता है। क्लैट और लुब्रिकेंट के प्रयोग से रोल बाइट पर घर्षण और ऊष्मा उत्पादन कम होता है, जिससे रोल और स्ट्रिप का तापमान रोलिंग के दौरान कम बना रहता है।

कोल्ड रिवर्सिंग मिल

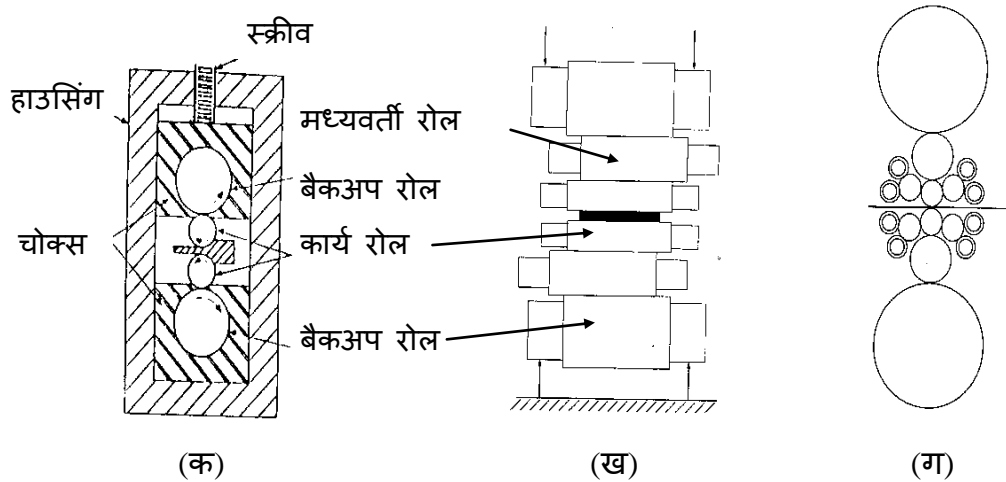
यह एक 4-हाई रिवर्सिंग मिल होती है जिसमें मोटाई कम करने के लिए 2 से 5 पास किए जाते हैं। इसमें एक ही स्टैंड होता है जिसके मिल के दोनों ओर रील लगी होती हैं। इस्पात स्ट्रिप को आगे और पीछे चलाया जाता है जब तक कि आवश्यक मोटाई प्राप्त न हो जाए।



(क) रिवर्सिंग मिल और (ख) टैंडेम मिल का खाका

टैंडेम मिल (टीएम)

टैंडेम रोलिंग में, रोल की जाने वाली सामग्री एक ही समय पर सभी मिल स्टैंडों में रिडक्शन की प्रक्रिया से गुजरती है।



(क) 4-उच्च मिल, (ख) 6-उच्च मिल, और (ग) जेट-उच्च मिल के खाके के चित्र 3.2

टैंडम या रिवर्सिंग मिल के प्रत्येक स्टैंड में स्वतंत्र रूप से संचालित होने वाले रोल जोड़े होते हैं, जो सीधे स्ट्रिप के संपर्क में आते हैं और स्ट्रिप को विकृत करने के लिए एक अभिसरण अंतराल बनाते हैं। इन रोलों को वर्क रोल कहा जाता है। तुलनात्मक रूप से बड़े व्यास वाले बैकअप रोल इन वर्क रोलों का समर्थन करते हैं। जब मिल में एक जोड़ी वर्क रोल और एक जोड़ी बैकअप रोल होती है, तो इसे 4-हाई मिल कहा जाता है। कुछ मिलों में और अधिक कठोरता प्रदान करने के लिए, प्रत्येक वर्क रोल को एक अतिरिक्त रोल (इंटरमीडिएट रोल) द्वारा वर्क रोल और बैकअप रोल के बीच समर्थित किया जाता है। इस प्रकार की मिल को 6-हाई मिल कहा जाता है। एक मिल जिसमें प्रत्येक वर्क रोल को बैकअप और इंटरमीडिएट रोल के क्लस्टर से घेरा गया हो, उसे जेड-हाई मिल या सेंडजिमिर मिल कहा जाता है। इन मिलों के स्कीमैटिक चित्र, चित्र 3.2 में दिखाए गए हैं।

रोल शॉप

सभी इंटीग्रेटेड इस्पात संयंत्र में रोल शॉप/रोल टर्निंग शॉप होती है, जो रोलों की ग्राइंडिंग और फिनिशिंग का कार्य करती है।

ये विभाग वर्क रोल और बैकअप रोल सभी मिलों, जैसे कि हॉट स्ट्रिप मिल, प्लेट मिल, न्यू प्लेट मिल, कोल्ड रोलिंग मिल, सिलिकॉन मिल, पाइप संयंत्र, यूआरएम और वायर रॉड मिल, को आपूर्ति करते हैं।

सभी मिलों के तैयार उत्पाद की गुणवत्ता रोलों की फिनिशिंग की गुणवत्ता पर निर्भर करती है। सभी रोलों को निर्धारित टन भार रोल होने के बाद बदला जाता है, जो विभिन्न मिलों में अलग-अलग होता है।

इलेक्ट्रोलिटिक क्लीनिंग लाइन

यदि सामग्री उच्च प्रतिशत मात्रा में तेल के साथ रोल की गई हो और मिलों में रिडक्शन के दौरान एनीलिंग भट्टी में जाना हो, तो इलेक्ट्रोलिटिक क्लीनिंग की आवश्यकता होती है।

एनीलिंग प्रक्रिया

कोल्ड रोल्ड स्ट्रिप अपनी स्वयं की स्थिति में ड्रॉइंग और डीप ड्रॉइंग ऑपरेशन के लिए उपयुक्त नहीं होती क्योंकि इसमें लचीलापन कम होता है। कोल्ड रिडक्शन के कारण होने वाले वर्क हार्डनिंग प्रभावों से यह हानि होती है।

अब इन सीआर कॉइल को एनीलिंग के लिए सुरक्षात्मक वातावरण में रखना होता है ताकि:

1. यांत्रिक गुणों में सुधार किया जा सके।
2. लचीलापन बढ़ाया जा सके, विशेष रूप से कोल्ड वर्किंग के बाद इस्पात की सामान्य स्थिति बहाल की जा सके।
3. आंतरिक तनाव को कम किया जा सके।
4. रासायनिक असमानता को हटाया जा सके।
5. इस्पात की माइक्रोस्ट्रक्चर को कोल्ड वर्कड इस्पात की विकृत संरचना से समद्वीय संरचना में बदला जा सके।

एनीलिंग निम्नलिखित दो प्रकार की लाइनों में की जाती है:

1. हूड (बैच या बॉक्स) एनीलिंग लाइन (एचएएल)
2. सतत एनीलिंग लाइन (सीएएल)

कोई भी एनीलिंग विधि अपनाई जाए, इस्पात को उच्च तापमान पर ऑक्सीकरण से बचाने के लिए **हाइड्रोजन और नाइट्रोजन** के साथ सुरक्षात्मक (नॉन-ऑक्सीडाइजिंग) वातावरण में रखा जाता है। कभी-कभी क्लीन और ब्राइट कॉइल के लिए केवल हाइड्रोजन का उपयोग सुरक्षात्मक वातावरण के रूप में किया जाता है, तथापि यह प्रक्रिया महंगी होती है।

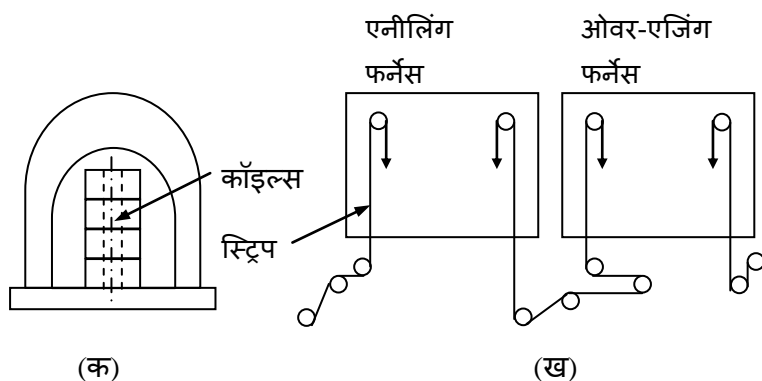
हूड एनीलिंग/बैच एनीलिंग, बॉक्स/बैच एनीलिंग अब भी सबसे सामान्य और सुविधाजनक एनीलिंग विधि है और अधिकांश कोल्ड रोलड कॉइल हूड एनीलिंग भट्टियों में एनील किए जाते हैं, भले ही सतत और ओपन कॉइल एनीलिंग विकसित हो चुकी हो। इसका मुख्य कारण यह है कि **व्यापक प्रकार के एनीलिंग चक्रों** को ग्राहक की आवश्यकताओं के अनुसार अनुकूलित किया जा सकता है।

विभिन्न ग्रेड और मोटाई की कोल्ड रोलड कॉइल के लिए अलग-अलग एनीलिंग चक्र अपनाए जाते हैं।

सतत एनीलिंग :

सतत एनीलिंग में इस्पात को एक सतत स्ट्रिप के रूप में उच्च तापमान भट्टी से गुजारा जाता है।

यह हूड एनीलिंग प्रक्रिया की तुलना में बहुत तेज़ प्रक्रिया है।



चित्र : (क) बैच एनीलिंग और (ख) सतत एनीलिंग का खाका

स्किन पासिंग:

एनीलिंग के बाद, कॉइल्स को बिना किसी स्ट्रिप लुब्रिकेशन के एक और हल्की रोलिंग दी जाती है। इस प्रक्रिया को 'स्किन पासिंग' या 'टेम्पर रोलिंग' कहा जाता है। यह एक 'कोल्ड रिडक्शन' विधि है, जिसमें स्टील की सतह या 'स्किन' को कोल्ड वर्किंग के ज़रिए कठोर बनाया जाता है, जबकि स्टील का भीतरी हिस्सा नरम और लचीला बना रहता है। वास्तव में, टेम्पर रोलिंग से स्टील में थोड़ी मात्रा में कोल्ड रिडक्शन होता है—आमतौर पर 0.25 से 1.0 प्रतिशत के बीच।

जिस 'स्किन पास मिल' में टेम्पर रोलिंग की जाती है, वह आमतौर पर एक 'सिंगल स्टैंड 4-हाई मिल' होती है।

बीएसएल और आरएसपी, दोनों ही स्थानों पर सिंगल और डबल स्टैंड वाली स्किन पास मिलें मौजूद हैं।

स्किन पासिंग के मुख्य लाभ निम्नलिखित हैं

- क. स्ट्रिप को पेंटिंग, कोटिंग और इनेमल करने के लिए आवश्यक विभिन्न सतह फिनिश प्रदान करता है।
- ख. स्ट्रिप को एक समान और सपाट सतह देता है।
- ग. स्ट्रिप को वांछित मैकेनिकल गुण प्रदान करता है।
- घ. स्ट्रिप को 'स्ट्रेचर स्ट्रेन' और 'लूडर बैंड' से मुक्त रखता है, जो आकार देने के प्रचालन के दौरान निर्मित हो सकते हैं।
- ड. समतलता में सुधार किया जाता है और कॉइल पर जंग रोधी तेल लगाया जाता है।

इन स्किन पास कॉइल्स को पैक करके स्टॉकयार्ड या ग्राहकों को **सीआर कॉइल्स** के रूप में भेज दिया जाता है।

शीट शीयरिंग लाइन (एसएसएल) :

कुछ कॉइल्स को शीट शीयरिंग लाइनों में अलग-अलग लंबाई में काटा जाता है और ग्राहकों को सीआर शीट्स के रूप में भेजा जाता है। एसएसएल में एक अनकॉइलर और अलग-अलग लंबाई की शीट्स काटने के लिए एक फ्लाइंग शीयर होता है। अधिकांश मामलों में ऑनलाइन इंस्पेक्शन किया जाता है।

सीआर स्लिटर

स्लिटर में सीआर कॉइल्स को लंबाई में काटा जाता है और ग्राहकों की आवश्यकता के अनुसार पूरी कॉइल में एक समान चौड़ाई प्राप्त करने के लिए साइड ट्रिम्स को हटा दिया जाता है।

कट टू लेंथ लाइन (सीटीएल) : सीटीएल में, स्लिट की गई कॉइल्स को ग्राहकों की आवश्यकता के अनुसार वांछित लंबाई में काटा जाता है।

लेपित चादरें

सेल के कोटेड इस्पात शीट प्रोडक्ट्स की रेंज में हॉट-डिप और इलेक्ट्रोलाइटिक, दोनों तरह की कोटिंग्स शामिल हैं। ये सुरक्षात्मक कोटिंग्स इस्पात की कई अन्य वांछित विशेषताओं के साथ-साथ उसे जंग से बचाने की बेहतरीन क्षमता भी देती हैं।

आरएसपी में इलेक्ट्रोलाइटिक टिनिंग लाइन (ईटीएल) परिसर:

यहाँ टिन की कोटिंग एक अम्लीय माध्यम में इलेक्ट्रोलाइटिस के सिद्धांतों का प्रयोग करके की जाती है।

यह लगातार चलने वाली इलेक्ट्रोलाइटिक टिनिंग लाइन अलग-अलग मोटाई की कोटिंग वाली चमकदार टिन-कोटेड सतह तैयार करती है। टिन प्लेट शीयरिंग लाइनों में संवेदनशील पिन होल डिटेक्टर और एक ऑटोमैटिक ऑफ-गेज डिटेक्शन प्रणाली लगा होता है।

आरएसपी और बीएसएल में सतत गैल्वनाइजिंग लाइनें:

आरएसपी और बीएसएल, दोनों जगहों पर मौजूद गैल्वनाइजिंग लाइनें सेंडजिमेर प्रकार की सतत हॉट डिप गैल्वनाइजिंग सुविधाएँ हैं। इनमें तेल और ग्रीस हटाने के लिए ऑन-लाइन ऑक्सीडेशन फर्नेस, सुरक्षात्मक वातावरण में एनीलिंग के लिए ऑन-लाइन रिडक्शन फर्नेस,

जिंक कोटिंग की मोटाई पर बेहतर नियंत्रण के लिए जेट कोटिंग, वायुमंडलीय जंग से बचाने के लिए केमिकल ट्रीटमेंट और शीयरिंग की सुविधाएँ मौजूद हैं।

यहाँ मल्टी-रोलर कोरुगेटिंग मशीनें भी हैं जो नालीदार शीटें बनाती हैं।

शिपिंग सेक्शन:

सीआर कॉइलें/शीटें, ईटीपी और जीपी/जीसी जैसे सभी कोल्ड रोल्ड प्रोडक्ट्स को शिपिंग सेक्शन में पैक किया जाता है, उनका वजन किया जाता है और फिर उन्हें सड़क या रेल वैगनों के ज़रिए भेजा जाता है।

6.9 कोल्ड रोलिंग के मुख्य दोष

छेद, स्केल पिट्स/स्कैब्स, खरोंचें, रोल के निशान/रोल मार्क्स, कॉइल ब्रेक्स, ऑरेंज पील इफेक्ट, लहरदार किनारे, सेंटर बकल, पिंच, ब्ल्यूइंग या ऑक्सीडेशन, पानी के दाग/क्वेंच मार्क्स।

6.10 पाइप संयंत्र और सिलिकॉन इस्पात संयंत्र का परिचय

पाइप प्लांट्स (पीपी)

राउरकेला इस्पात संयंत्र में पाइप बनाने वाली दो मिलें हैं।

विद्युतीय प्रतिरोधी वेल्डिंग पाइप संयंत्र

आरएसपी में स्थित ईआरडब्लूपीपी को वर्ष 2005 में हाई फ्रीक्वेंसी वेल्डर लगाकर आधुनिक बनाया गया और इसका नाम एचएफडब्लू पाइप संयंत्र रखा गया। इसे आईएस, एसटीएम और एपीआई ग्रेड के पाइप बनाने के लिए डिज़ाइन किया गया है। ये पाइप एपीआई-5एल-एक्स70 ग्रेड तक के होते हैं, जिनका बाहरी व्यास $8\frac{5}{8}$ " से 18" (219.1 मिमी. से 457.2 मिमी.) तक और दीवार की मोटाई 4.8 मिमी. से 12.7 मिमी. तक होती है। आईएस ग्रेड के पाइपों का उपयोग पानी, स्लरी, सीवेज, राख आदि के परिवहन के लिए किया जाता है। ईआरडब्लूपीपी में बनने वाले आईएस 4270 ग्रेड के पाइपों का उपयोग ढांचागत कार्यों, गहरे कुओं आदि के लिए किया जाता है। कुछ विशेष ऑर्डरों की पूर्ति के लिए एसटीएम ग्रेड के

पाइप भी बनाए जाते हैं। एपीआई 5एल पाइपों का उपयोग विशेष रूप से गैस और पेट्रोलियम उत्पादों के परिवहन के लिए किया जाता है।



हॉट रोलड कॉइल्स (आरएसपी की हॉट स्ट्रिप मिल से या बीएसएल जैसे बाहरी स्रोतों से प्राप्त) ईआरडब्लू पाइप संयंत्र के लिए **मुख्य कच्ची सामग्री होते हैं**। इस कच्ची सामग्री को धीरे-धीरे आकार बदलकर एक नलीनुमा रूप दिया जाता है, और फिर गर्मी और दबाव के मेल से इसे वेल्ड किया जाता है।

स्पाइरल वेल्डेड पाइप संयंत्र (एसडब्लूपीपी)

यह मिल तट से रिफाइनरियों तक कच्चे तेल के बड़े पैमाने पर परिवहन, स्लरी परिवहन, जल आपूर्ति और सीवेज निपटान से लेकर सिविल इंजीनियरिंग पाइलिंग तक की मांगों को पूरा करती है। एसडब्लू पाइप संयंत्र में 16" से 72" (406.4 मिमी. से 1828.6 मिमी.) बाहरी व्यास और 5.6 से 14.2 मिमी. दीवार की मोटाई वाले आईएस और एपीआई, दोनों ग्रेड के पाइप बनाने की क्षमता है।

हॉट रोलड कॉइल्स (आरएसपी की हॉट स्ट्रिप मिल से या बीएसएल जैसे बाहरी स्रोतों से) ईआरडब्लू पाइप संयंत्र और एसडब्लू पाइप प्लांट के लिए मुख्य कच्चा माल हैं। इस कच्चे माल को धीरे-धीरे आकार बदलकर एक नली जैसा रूप दिया जाता है, और फिर ईआरडब्लू पाइप प्लांट में गर्मी और दबाव के मेल से वेल्ड किया जाता है। एसडब्लू पाइप संयंत्र में एचआर कॉइल्स को स्पाइरल रूप में ढाला जाता है और फिलर सामग्री के साथ वेल्ड किया जाता है।



सिलिकॉन इस्पात मिल



पाइप निर्माण प्रक्रिया

वेल्डेड पाइप

इलेक्ट्रिकल इस्पात एक लोहे का मिश्र धातु है जिसमें 0 से 6.5% तक सिलिकॉन (एसआई:5एफई) हो सकता है। कमर्शियल मिश्र धातुओं में आमतौर पर सिलिकॉन की मात्रा 3.2% तक होती है (अधिक मात्रा होने पर कोल्ड रोलिंग के दौरान आमतौर पर भंगुरता आ जाती है)। मैंगनीज और एल्यूमीनियम को 0.5% तक मिलाया जा सकता है।

सिलिकॉन स्टील की विद्युत प्रतिरोधकता को काफी बढ़ा देता है, जिससे प्रेरित एडी करंट कम हो जाते हैं और सामग्री का हिस्टैरिसिस लूप संकरा हो जाता है, जिससे कोर लॉस कम हो जाता है। तथापि, ग्रेन संरचना धातु को कठोर और भंगुर बना देती है, जिससे सामग्री की कार्यक्षमता पर बुरा असर पड़ता है, खासकर जब इसे रोल किया जाता है। मिश्र धातु बनाते समय, कार्बन, सल्फर, ऑक्सीजन और नाइट्रोजन की मात्रा को कम रखना चाहिए, क्योंकि ये तत्व कार्बाइड, सल्फाइड, ऑक्साइड और नाइट्राइड की उपस्थिति को दर्शाते हैं। ये यौगिक, यहाँ तक कि एक माइक्रोमीटर व्यास जितने छोटे कणों में भी, हिस्टैरिसिस लॉस को बढ़ाते हैं और साथ ही चुंबकीय पारगम्यता को कम करते हैं। कार्बन की उपस्थिति का सल्फर या ऑक्सीजन की तुलना में अधिक हानिकारक प्रभाव होता है। कार्बन मैग्नेटिक एजिंग का कारण भी बनता है, जब यह धीरे-धीरे ठोस घोल से बाहर निकलता है और कार्बाइड के रूप में अवक्षेपित हो जाता है, जिससे समय के साथ विद्युत की हानि बढ़ जाती है। इन्हीं कारणों से, कार्बन का स्तर 0.005% या उससे कम रखा जाता है। कार्बन

के स्तर को इस्पात को डीकार्बराइजिंग वातावरण, जैसे कि हाइड्रोजन, में एनीलिंग करके कम किया जा सकता है।

सिलिकॉन मिल कॉम्प्लेक्स को विभिन्न आकारों और ग्रेड के कोल्ड रोल्ड नॉन-ओरिएंटेड इलेक्ट्रिकल ग्रेड सिलिकॉन स्टील का उत्पादन करने के लिए डिज़ाइन किया गया है, जो कॉइल और शीट दोनों रूपों में उपलब्ध होता है।

6.11 विशेष इस्पात (स्टेनलेस स्टील) की रोलिंग

स्टेनलेस इस्पात स्लेब की रोलिंग के लिए निम्नलिखित गतिविधियों को क्रमवार निष्पादित किया जाता है:

कॉइल बिल्ड] अप लाइन-सीबीएल]

बेल एनीलिंग फर्नेस]बीएफ]

एनीलिंग, शॉट ब्लास्टिंग और पिकलिंग

एनीलिंग के बाद, कॉइल्स को शॉट ब्लास्ट किया जाता है और पिकलिंग प्रक्रिया से गुज़ारा जाता है ताकि आगे की कोल्ड रोलिंग के लिए स्केल को हटाया जा सके। सतह पर चिपके हुए अवशिष्ट स्केल को हटाने के लिए पिकलिंग प्रक्रिया की जाती है।

स्ट्रिप ग्राइंडिंग

जिन कॉइल्स को रिपेयर ग्राइंडिंग की आवश्यकता होती है, उन्हें लाइन में मोटे एमरी बेल्ट का उपयोग करके संसाधित किया जाता है ताकि सतह के दोषों (स्लाइवर), खरोंच, मामूली स्केल आदि (को दोषों की गंभीरता और प्रकृति के आधार पर पूरी तरह या आंशिक रूप से हटाया जा सके।

सैंडज़िमिर मिल (जेड मिल)

सेलम में स्टेनलेस स्टील की रोलिंग के लिए सैंडज़िमिर मिल का उपयोग किया जाता है। यह -20 हाई मिल है जिसमें दो वर्क रोल हैं और अठारह बैकअप रोल द्वारा समर्थित हैं। रोलिंग के दौरान - को कूलेंट ऑयल का उपयोग किया जाता है जो स्ट्रिप को ठंडा रखने और विभिन्न गतिशील भागों चिकनाई प्रदान करने में सहायक होता है।

स्किन पास मिल (एसपीएम)

स्टेनलेस स्टील कॉइल्स पर मिरर पॉलिश रोल का उपयोग करके स्किन पासिंग की जाती है ताकि आकार में सुधार हो, सतह चमकदार और मोटाई एकसमान रहे।

शीट ग्राइंडिंग और पॉलिशिंग लाइन

स्टेनलेस स्टील शीट पर विशेष फिनिश और हेयरलाइन फिनिश देने के लिए शीट ग्राइंडिंग और पॉलिशिंग मशीन का उपयोग किया जाता है।

अध्याय - 7

सामान्य मेकैनिकल अनुरक्षण

7.1 प्रस्तावना

अनुरक्षण को उन गतिविधियों के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जो किसी सुविधा या संयंत्र को उसकी यथा-निर्मित स्थिति में रखने के लिए आवश्यक हैं, ताकि उसकी मूल उत्पादन क्षमता बनी रहे। अनुरक्षण कार्य का उत्तरदायित्व यह सुनिश्चित करना है कि उत्पादन संयंत्र और उपकरण न्यूनतम लागत पर निर्धारित घंटों के लिए उत्पादक उपयोग हेतु उपलब्ध रहें, और सहमत मानकों पर कार्य करें।

इसलिए, सेल के अनुरक्षण इंजीनियरिंग को संयंत्रों के अनुरक्षण का दायित्व सौंपा गया है ताकि सही समय पर सभी परिचालन उपकरणों की स्थिति और कार्यों का नियमित और गहन पर्यवेक्षण किया जा सके, जिससे उपकरणों में कोई बड़ी और महंगी खराबी तथा भारी क्षति होने से काफी पहले ही गिरावट या क्षरण के प्रभावों का पता लगाया जा सके।

अनुरक्षण प्रबंधन:

अनुरक्षण प्रबंधन की महत्वपूर्ण गतिविधि को शेष प्रचालनों से अलग रखना अब तर्कसंगत नहीं है।

विनिर्माण परिचालन और अनुरक्षण प्रबंधन प्रणालियां भी अब अत्यधिक सहयोगात्मक होती जा रही हैं, जो ऐसे फीडबैक लूप प्रदान करती हैं जहां सूचना और प्रक्रियाओं का आदान-प्रदान किया जा सकता है और उन पर उचित कार्रवाई की जा सकती है।

प्रचालन और अनुरक्षण दोनों प्रक्रियाओं को इष्टतम करने के लिए अनुरक्षण और प्रचालन दोनों समूहों का एक साथ मिलकर कार्य करना महत्वपूर्ण है। यह डाउनटाइम को न्यूनतम करने और परिसंपत्ति उपयोग को अधिकतम करने के शीर्ष दो लक्ष्यों को प्राप्त करने में एक महत्वपूर्ण कदम होगा।

प्रत्येक कंपनी न्यूनतम लागत पर, उच्चतम प्रतिफल के साथ, सर्वोत्तम दक्षता दर पर, और निश्चित रूप से, अपनी परिसंपत्तियों को नष्ट किए बिना, यथासंभव अधिक से अधिक उत्पादन करना चाहती है। विनिर्माण क्षेत्र में लोगों और प्रक्रियाओं में निवेश किए बिना उत्पादन लागत को कम करने पर ध्यान केंद्रित करने की भी एक प्रवृत्ति है। इसके अतिरिक्त, विश्वसनीयता इंजीनियरिंग पर बहुत अधिक जोर दिया जाता है और योजना तथा शेड्यूलिंग पर पर्याप्त ध्यान नहीं दिया जाता है। जैसे-जैसे संगठनों को अनुरक्षण

प्रबंधन की बेहतर समझ प्राप्त हो रही है, वे यह महसूस करने लगे हैं कि केवल अनुरक्षण ही नहीं बल्कि संपूर्ण परिसंपत्ति प्रबंधन उन्हें सफलता की ओर ले जाएगा। जैसे-जैसे यह प्रवृत्ति जारी रहेगी, अनुरक्षण प्रबंधन की अवधारणा का स्थान परिसंपत्ति प्रबंधन ले लेगा।



Figure 1: Asset Healthcare

चित्र 1 परिसम्पत्ति स्वास्थ्य देखभाल

अनुरक्षण प्रबंधन और संपत्ति प्रबंधन में अंतर

हमने एक तालिका विकसित की है जो फंक्शनल एक्सीलेंस मॉडल (अनुरक्षण प्रबंधन) और एसेट मैनेजमेंट एक्सीलेंस मॉडल को दर्शाती है। इन दोनों की तुलना करके कोई आसानी से समझ सकता है कि इन मॉडलों में क्या अंतर है।

कार्यात्मक उत्कृष्टता मॉडल	परिसंपत्ति प्रबंधन उत्कृष्टता मॉडल
<ol style="list-style-type: none"> 1. उत्पादन की ज़िम्मेदारी ऑपरेशंस की होती है, और उपकरणों की ज़िम्मेदारी अनुरक्षण की। 2. अनुरक्षण में उत्कृष्टता का मतलब है उत्पादन को कुशल सेवा (जैसे मरम्मत) देना। यह एक ऐसी ग्राहक सेवा मॉडल है जिस पर ऑपरेशंस का प्रभुत्व होता है। ज्यादातर कार्य योजना के लिए तय समय-सीमा के अंदर ही होता है। 3. मरम्मत की कुशलता ही अनुरक्षण के प्रदर्शन का सबसे अच्छा पैमाना है। कार्य को सही ढंग से करने के लिए समय नहीं होता, किंतु यह उम्मीद रहती है कि उसे दोबारा करने के लिए समय मिल जाएगा। 4. उत्पादन किसी भी कीमत पर चलता रहता है। तय समय के अनुसार उपकरणों को अनुरक्षण के लिए सौंपने का समय नहीं होता। 5. लक्ष्य कार्यात्मक प्रबंधकों द्वारा तय किए जाते हैं, जिसके परिणामस्वरूप पुरस्कार/मान्यता देने के तरीके विरोधाभासी और स्वयं को ही नुकसान पहुँचाने वाले होते हैं। अधिकांश पैमाने 'लैगिंग इंडिकेटर्स' होते हैं, जो केवल पिछले परिणामों को दर्शाते हैं। 6. खरीद में उत्कृष्टता का मतलब है उपलब्ध वस्तुओं को सबसे कम कीमत पर खरीदना। 7. व्यक्तियों पर बेहतर प्रदर्शन करने का दबाव होता है। किंतु "बेहतर" क्या है, इसे मापने के लिए कोई पैमाना या उपकरण मौजूद नहीं होते। 	<ol style="list-style-type: none"> 1. प्रचालन विभाग उपकरणों का मालिक है और उपकरणों की स्थिति के लिए जिम्मेदार है। 2. रखरखाव विभाग प्रचालन विभाग के साथ साझेदारी में उपकरणों की स्थिति में सुधार के तरीके पहचानता है और उन पर कार्य करता है। 3. ब्रेकडाउन प्रबंधन प्रणाली की एक अस्वीकार्य विफलता को दर्शाती है और इसके लिए उपकरण और प्रक्रिया के विफलता विश्लेषण की आवश्यकता होती है। 4. उत्पादन विभाग रोकथाम और सुधार गतिविधियों को सुनिश्चित करने पर जोर देता है और उनमें भाग लेता है। 5. लक्ष्य शीर्ष-से-नीचे क्रमानुसार विकसित किए जाते हैं। विभिन्न विभाग पिछड़ने वाले सूचक लक्ष्यों (जैसे मासिक उत्पादन) को साझा करते हैं और उनके पास विशिष्ट अग्रणी सूचक लक्ष्य होते हैं जो गतिविधियों का समर्थन करते हैं (जैसे निर्धारित समय पर किए गए पीएम का प्रतिशत)। 6. क्रय और मालसूची प्रबंधन का सर्वोच्च लक्ष्य खरीदे गए पुर्जों के लिए पुर्जों का सेवा स्तर और विफलता के बीच का औसत समय है। 7. उपकरण के प्रत्येक भाग का एक प्रचालन निष्पादन होता है और उसे इसके लिए आवश्यक ध्यान दिया जाता है।

एक सफल परिसंपत्ति प्रबंधन रणनीति के लाभ में निम्न शामिल हैं :

- उपकरणों के रखरखाव, मरम्मत और प्रतिस्थापन रिकॉर्ड का सटीक विश्लेषण।
- उत्पादन प्रणालियों और उपकरणों की उच्च उपलब्धता।
- उत्पादन प्रणालियों और उपकरणों में कम विफलताएँ, जिससे अनियोजित बंदी कम होती है।
- उत्पाद गुणवत्ता में सुधार, जिससे उत्पाद के खोने या फिर से संसाधित किए जाने संबंधी लागत में कमी आती है।
- प्रणाली और उपकरण रखरखाव, स्पेयर पार्ट्स मालसूची और पूंजीगत प्रतिस्थापन की लागत में कमी।

7.2 अनुरक्षण के उद्देश्य

अनुरक्षण किसी भी संगठन का एक अभिन्न अंग होता है, और इसलिए, अनुरक्षण के उद्देश्यों को पूरे संगठन के ढांचे के भीतर ही निर्धारित किया जाना चाहिए, ताकि समग्र संगठनात्मक या कॉर्पोरेट उद्देश्यों और आवश्यकताओं को पर्याप्त रूप से पूरा किया जा सके।

अनुरक्षण के उद्देश्य इस प्रकार हैं:

- क) एपीपी लक्ष्यों को पूरा करने के लिए उपकरणों की अधिकतम उपलब्धता सुनिश्चित करना;
- ख) संयंत्र के उपकरणों और सुविधाओं का रखरखाव हमेशा आर्थिक रूप से किफायती स्तर पर करना, ताकि उन्हें संरक्षित किया जा सके और उनकी जीवन अवधि बढ़ाई जा सके;
- ग) प्रचालन विभागों को वांछित सेवाएं इष्टतम स्तरों पर प्रदान करना;
- घ) निर्बाध उत्पादन के लिए उपकरणों की विश्वसनीयता और सुरक्षा सुनिश्चित करना;
- इ) सभी 'स्टैंड-बाय' उपकरणों की परिचालन तत्परता सुनिश्चित करना;
- च) खतरनाक वातावरण को समाप्त करना और कर्मचारियों की सुरक्षा सुनिश्चित करना।

अनुरक्षण के कार्य :

अनुरक्षण के कार्यों को मोटे तौर पर दो बड़े समूहों में वर्गीकृत किया जा सकता है, जिनमें से कोई भी समूह दूसरे से कम महत्वपूर्ण या आवश्यक नहीं है। ये समूह हैं:

- क) कार्यस्थल पर किया जाने वाला वास्तविक अनुरक्षण ।
- ख) अनुरक्षण के सैद्धांतिक और संगठनात्मक कार्य।

वास्तविक शॉप अनुरक्षण:

कोई बाहरी व्यक्ति आमतौर पर रखरखाव की 'शॉप' गतिविधियों को उनके प्रत्यक्ष परिणामों अर्थात्, रखरखाव किए गए और मरम्मत किए गए उपकरणों के रूप में ही देखता है। ये गतिविधियां इस प्रकार हैं:

- i) लगातार चलने वाले उपकरणों, जैसे कि एयर कंप्रेसर, केंद्रीय स्नेहन प्रणाली, या हाइड्रोलिक स्टेशनों की देखभाल करना।
- ii) उपकरणों की सफाई करना।
- iii) उपकरणों की अल्पकालिक जांच और सर्विसिंग करना।
- iv) उपकरणों का स्नेहन करना।
- v) दीर्घकालिक निरीक्षण और रखरखाव करना।
- vi) 'शटडाउन' के दौरान नियोजित मरम्मत करना।
- vii) पूंजीगत और बड़ी मरम्मतें करना।
- viii) डिजाइन और सामग्री में मौजूद कमजोरियों को वास्तविक रूप से दूर करना।
- ix) खराबी के कारण की जाने वाली अनियोजित मरम्मतें।
- x) शॉप में छोटे-मोटे पुर्जों का आपातकालीन निर्माण करना।

अनुरक्षण के संगठनात्मक और प्रशासनिक कार्य:

रखरखाव संगठन समूह को यह सुनिश्चित करना चाहिए कि उनके कार्यों के निष्पादन के लिए उपकरण और सेवाएं उपलब्ध हों, और ऐसा निवेश पर इष्टतम प्रतिफल (आरओआई) प्राप्त करते हुए किया जाए चाहे यह निवेश **मशीनरी, सामग्री, मानव संसाधन या धन** के रूप में हो।

ये कार्य इस प्रकार हैं:

i) मानव संसाधन का प्रबंधन:

इसमें मानव शक्ति की योजना बनाना, चयन, प्रशिक्षण, मूल्यांकन और पदस्थापन शामिल है। इसके अतिरिक्त, इसका उद्देश्य पर्याप्त और सक्षम कर्मचारी समूहों का निर्माण करना है जैसे कि डिजाइन विभाग, रखरखाव योजना विभाग, उपभोग प्रकोष्ठ, हाइड्रोलिक एवं न्यूमैटिक तथा स्नेहन समूह, मरम्मत कार्यशालाएं आदि ताकि दैनिक रखरखाव की आवश्यकताओं को पूरा किया जा सके, और रखरखाव तथा सेवाओं से संबंधित गतिविधियों का मार्गदर्शन, नियंत्रण एवं मूल्यांकन किया जा सके।

ii) मशीनों का प्रबंधन:

उपकरणों की इन्वेंट्री बनाए रखना, उपकरणों की अल्पकालिक और दीर्घकालिक जाँच और सर्विसिंग की विस्तृत योजना बनाना, उन्हें लागू करना और तैयार करना, बड़े और पूंजीगत

मरम्मत की योजनाओं की रूपरेखा तैयार करना, खराबी और देरी की जाँच और विश्लेषण करना, तथा उपकरणों का मानकीकरण करना - ये सभी इस श्रेणी के अंतर्गत आते हैं।

iii) सामग्री का प्रबंधन:

इन्वेंट्री, स्पेयर पार्ट्स और उपभोज्य सामग्रियों का वर्गीकरण, स्पेयर पार्ट्स के निर्माण और मरम्मत की प्रक्रिया को लागू करना, तथा स्पेयर पार्ट्स, उपभोज्य सामग्री और औजारों आदि की मांग करना ये सभी इस श्रेणी के अंतर्गत आते हैं।

iv) धन का प्रबंधन:

अनुरक्षण बजट का प्रबंधन करना, निर्माण और मरम्मत की लागत का मूल्यांकन करने के लिए एक लेखा प्रणाली को लागू करना, तथा रखरखाव पर होने वाले व्यय की लागत का अनुवर्ती कार्य करना - ये सभी इस श्रेणी के अंतर्गत आते हैं।

7.3 अनुरक्षण प्रणाली के प्रकार

किसी भी संगठन में जो मशीनरी, संयंत्र, उपकरण और सुविधाओं से जुड़ा हो, उसे स्पष्ट रखरखाव नीति होनी चाहिए। मुख्यतः निम्नलिखित तरीके उपयोग किए जाते हैं:

- क) ब्रेकडाउन अनुरक्षण
- ख) पूर्वनियोजित अनुरक्षण
- ग) नियोजित अनुरक्षण
- घ) पूर्वानुमानित अनुरक्षण

ब्रेकडाउन अनुरक्षण:

यह घटना आधारित होता है और तब किया जाता है जब उपकरण का ब्रेकडाउन होता है और उत्पादन रुक जाता है। यह फायरफाइटिंग है और इसे किसी भी कीमत पर टालना चाहिए। ऐसे ब्रेकडाउन के कारणों का विश्लेषण करना आवश्यक है और भविष्य में इसकी पुनरावृत्ति रोकने के लिए कार्रवाई करनी चाहिए।

पूर्वनियोजित अनुरक्षण:

पूर्वनियोजित अनुरक्षण प्रणाली उन महत्वपूर्ण प्रणालियों को संदर्भित करता है, जिनमें विफलताओं की संभावना को न्यूनतम करने की आवश्यकता होती है। यह मशीनों के अनियोजित डाउनटाइम को रोकने का प्रयास है। इसमें उपकरणों के रखरखाव में नियोजित और समन्वित निरीक्षण, समायोजन, मरम्मत और प्रतिस्थापन शामिल होते हैं। किसी

मशीन या चल रही लाइन का पूर्वनियोजित अनुरक्षण प्रचालन के दौरान और शटडाउन के दौरान दोनों किया जा सकता है।

उद्देश्य: आवश्यक और समय पर मरम्मत करना और उपकरणों के अनियोजित व्यवधान और क्षय को रोकना।

परिणाम: न्यूनतम ऑपरेशन डाउनटाइम, बेहतर समग्र अनुरक्षण योजना, उपकरणों और सहायक उपकरणों में कमजोरियों पर ध्यान और अनुरक्षण लागत में कमी।

नियोजित अनुरक्षण:

नियोजित अनुरक्षण पूर्व विचार, नियंत्रण और रिकॉर्ड के साथ एक पूर्व-निर्धारित योजना के अनुसार किया जाता है। नियोजित अनुरक्षण प्रणाली में जोर मशीन की आवश्यकताओं और मशीन से अपेक्षित आवश्यकताओं पर होता है। यह मूल उपकरण निर्माता (ओईएम) द्वारा दी गई मूल सिफारिशों के आसपास केंद्रित होना चाहिए। अनुरक्षण प्रबंधक को अपने अनुभव और विशेषज्ञता का उपयोग करके विनिर्माता की सिफारिशों पर सुधार और उन्नति लागू करनी होती है।

नियोजित अनुरक्षण के आवश्यक तत्व:

इसमें मूल रूप से निम्नलिखित गतिविधियाँ शामिल होती हैं :

1. निरीक्षण
2. योजना और निष्पादन
3. रिपोर्टिंग और दस्तावेजीकरण
4. फीडबैक और सुधार के लिए कार्रवाई
5. जांच

निरीक्षण:

निरीक्षण सबसे महत्वपूर्ण घटक है। एक मजबूत निरीक्षण प्रणाली एक अच्छी अनुरक्षण प्रणाली का आधार बनाती है। इसे ईमानदार और अनुभवी हाथों द्वारा किया जाना चाहिए ताकि सही समस्या को सही समय पर सही लोग पहचान सकें और समय पर सुधारात्मक कार्रवाई कर सकें। इसके अलावा वैधानिक उल्लंघन और असुरक्षित कार्य स्थितियों को भी देखा जाना चाहिए। निरीक्षण की आवृत्तियाँ कार्य की गंभीरता और उत्पादन वातावरण में इसके महत्व के अनुसार निर्धारित की जा सकती हैं।

योजना और निष्पादन:

अनुरक्षण योजना मुख्य रूप से पिछले अनुभव, उपकरण की स्थिति और ओईएम की सिफारिशों पर आधारित होती है। किसी भी मरम्मत को निष्पादित करने के लिए दीर्घकालिक और अल्पकालिक योजना दोनों हो सकती हैं। उपकरणों संबंधी किसी भी नियोजित कार्य को करने के लिए मानव, सामग्री और सहायक सेवाओं की योजना बनानी होती है।

दस्तावेजीकरण :

अनुरक्षण गतिविधियों और मानव, सामग्री, सेवाओं से संबंधित सभी आवश्यकताओं का विवरण निष्पादन से पहले और बाद में दस्तावेजीकृत किया जाना चाहिए। यह भविष्य में संदर्भ के लिए और मजबूत अनुरक्षण इतिहास के निर्माण के लिए आवश्यक है।

फीडबैक:

मरम्मत के तुरंत बाद मशीनों / उपकरणों के व्यवहार को समय-समय पर रिकॉर्ड किया जाना चाहिए ताकि किसी भी सुधार या निष्पादन में बदलाव को नोट किया जा सके, जो भविष्य की अनुरक्षण प्रथाओं को सुधारने और सटीक बनाने में मदद करेगा।

जांच:

उपकरणों की अचानक या धीरे-धीरे विफलता, बार-बार होने वाली विफलताओं की पूरी तरह जांच करनी चाहिए और कारणों की पहचान करनी चाहिए। यह अनियोजित उपकरण ब्रेकडाउन को रोकने में मदद करेगा। विफलताओं के कारणों का निर्धारण करने और भविष्य में पुनरावृत्ति रोकने के लिए मूल कारण विश्लेषण (आरसीए) जैसी विधियों को अपनाया जाता है।

पूर्वानुमानित अनुरक्षण:

यह तकनीक कार्य कर रहे उपकरणों की स्थिति निर्धारित करने के लिए है ताकि यह अनुमान लगाया जा सके कि कब अनुरक्षण करनी चाहिए। यह दृष्टिकोण नियमित या समय आधारित प्रिवेंटिव अनुरक्षण की तुलना में लागत में बचत प्रदान करता है क्योंकि कार्य केवल आवश्यकता होने पर किए जाते हैं। अधिकांश प्रेडिक्टिव अनुरक्षण उपकरण सेवा में रहते हुए किए जाते हैं, जिससे सामान्य प्रणाली प्रचालन में व्यवधान न्यूनतम होता है।

उपकरणों के रखरखाव में पूर्वानुमानित अनुरक्षण (पीडीएम) को अपनाने से महत्वपूर्ण लागत बचत और उच्च प्रणाली विश्वसनीयता हो सकती है।

विश्वसनीयता केन्द्रित अनुरक्षण या आरसीएम पारंपरिक प्रिवेंटिव उपायों के अलावा पूर्वानुमानित अनुरक्षण (पीडीएम) तकनीकों के उपयोग पर जोर देता है।

हाल के वर्षों में, प्रेडिक्टिव अनुरक्षण गतिविधियों को लागू करने का रुझान है, किंतु इसे पूरी तरह अपनाए बिना और इसके मूल्य को समझे बिना किया जाता है। तथापि, किसी भी उपकरण की तरह, सफलता इसके कार्यान्वयन और उपयोग पर निर्भर करती है।

उपकरण की कुल प्रभावशीलता और विश्वसनीयता प्रक्रिया की निगरानी अब पर्याप्त नहीं है। यह महत्वपूर्ण होते हुए भी, ये उपाय केवल पहला कदम हैं। लागत बचत के परिणामों को मापा जाना चाहिए और इस प्रकार राजस्व क्षमता में वृद्धि हो।

इस प्रकार, विश्वसनीयता प्रबंधक प्रयासों को शीर्ष प्रबंधकों के समझने योग्य रूप में माप सकते हैं।

संपत्ति का अध्ययन करके यह निर्धारित करना शुरू करें कि यह कैसे विफल हो सकती है और विफलताओं के परिणाम क्या होंगे। तथापि इसके लिए प्रारंभ में अधिक कार्य की आवश्यकता होती है, पीडीएम कार्यान्वयन में दक्षता जल्दी ही अतिरिक्त समय की भरपाई कर देती है।

निगरानी केवल प्रक्रिया का हिस्सा है। विश्वसनीयता इंजीनियरिंग और प्रेडिक्टिव तकनीकों में सभी सुधारों के बावजूद, यह सरल अवधारणा सभी उद्योगों में अभी भी कम समझी जाती है। निगरानी का समर्थन करने के लिए बड़े पूंजीगत खर्च किए जाते हैं, किंतु प्रक्रिया निगरानी के माध्यम से प्राप्त आकड़ों के विश्लेषण पर बहुत कम ध्यान दिया जाता है।

कुशल व्यक्ति आकड़ों का विश्लेषण करके इसे जानकारी में बदलते हैं।

कंपनियों को यह सुनिश्चित करना चाहिए कि विश्लेषण करने वाले लोग योग्य हों, पर्याप्त संसाधन हों, और उनका प्रक्रियाओं पर आवश्यक नियंत्रण हों ताकि निर्धारित उद्देश्यों को पूरा किया जा सके।

पारंपरिक पीडीएम प्रथाएं प्रायः प्रक्रिया को सहज प्राप्त मानती हैं। आकड़ों को प्राप्त करने, आकड़ों का विश्लेषण करने, जानकारी रिपोर्ट करने और जानकारी प्रबंधन की विधियों पर शायद ही कभी सुधार के अवसर के रूप में पुनर्विचार किया जाता है। तथापि, नई आर्थिक स्थिति सभी को पारंपरिक सोच और स्वीकृत सत्य पर पुनर्विचार करने के लिए बाध्य कर रही है।

पूर्वानुमानित अनुरक्षण की तकनीकें:

उपकरण की स्थिति का मूल्यांकन करने के लिए पूर्वानुमानित अनुरक्षण गैर-परिवर्तनकारी परीक्षण तकनीकों का उपयोग करती है, जैसे इन्फ्रारेड, ध्वनिक (आंशिक डिस्चार्ज और एयरबॉर्न अल्ट्रासोनिक), वाइब्रेशन विश्लेषण, ध्वनि स्तर मापन, ऑयल विश्लेषण और अन्य विशिष्ट ऑनलाइन परीक्षण।

वाइब्रेशन विश्लेषण:

सभी चल रहे उपकरण कंपन उत्पन्न करते हैं और इसे तरंग की आवृत्ति, आयाम और चरण से वर्णित किया जा सकता है। जब मशीन सामान्य रूप से चल रही होती है, तो कंपन का पैटर्न कंपन हस्ताक्षर के रूप में रिकॉर्ड किया जाता है। विचलन वाइब्रेशन एनालाइज़र पर दर्ज किए जाते हैं और यह सुधारात्मक कार्रवाई की दिशा बताते हैं।

अल्ट्रासोनिक:

यह तकनीक धातु के पात्रों, पाइपिंग आदि की दीवार की मोटाई का सर्वेक्षण करने, दरारों का पता लगाने और संवेदनशील क्षेत्रों में क्षरण / अपरदन की मात्रा निर्धारित करने में उपयोगी है।

इन्फ्रारेड डिटेक्शन:

गर्म स्थानों का पता लगाने के लिए इन्फ्रारेड चित्र या थर्मोग्राफ का उपयोग किया जाता है। यह विशेष रूप से तब उपयोगी है जब तापमान उच्च हो और भट्टियों, पात्रों, लैंडल की दीवारों और पाइप लाइनों के अंदर की स्थिति पता नहीं हो, जिसमें इलेक्ट्रिकल केबल में गर्मी का निर्माण भी शामिल है।

एडी करंट:

यह हीट एक्सचेंजर या अन्य यूनिट्स की गैर-चुंबकीय पाइप ट्यूबों के दोषों की जांच में उपयोगी है।

ऑयल विश्लेषण:

चल रहे उपकरणों के तेल नमूनों का विश्लेषण करके, घटकों की गिरावट के बारे में जानकारी प्राप्त की जा सकती है। यह एक दीर्घकालिक कार्यक्रम है किंतु अन्य तकनीकों की तुलना में अधिक पूर्वानुमानित हो सकता है। धातु के कणों की सांद्रता उपकरणों में पुराना होने की मात्रा को दिखाती है और यह समय पर कार्रवाई की आवश्यकता को इंगित करती है ताकि कोई ब्रेकडाउन न हो।

नवीनतम अनुरक्षण तकनीकें प्रैक्टिस में सक्रिय/ सटीक अनुरक्षण दृष्टिकोण अपनाती हैं। इस प्रकार की तकनीक के पीछे दर्शन है: “एक बार ठीक करें और सही तरीके से ठीक करें”।

इस तकनीक के मुख्य घटक हैं:

1. किसी विशेष उपकरण / मशीनरी का परिचालन संदर्भ
2. उपकरण के जीवनकाल के दौरान निष्पादन का ऐतिहासिक आकड़ा संग्रहण
3. विशेष परीक्षण जैसे बम्प टेस्ट, फेज, स्नेहन, थर्मोग्राफी आदि का निष्पादन

सक्रिय अनुरक्षण के लाभ और हानि:

लाभ:

1. उपकरण का जीवन बढ़ता है
2. उपकरण की विश्वसनीयता बढ़ती है
3. विफलताओं में कमी
4. डाउनटाइम में कमी
5. कुल अनुरक्षण में कमी

हानि:

1. उपकरण और सेवाओं की लागत बढ़ती है
2. उपकरण चलाने के लिए अतिरिक्त कौशल की आवश्यकता
3. मानसिकता और दर्शन में बदलाव आवश्यक

समय की मांग है कि पारंपरिक पीपीएम कार्यक्रम से शॉर्ट सीजीटी (सफाई, ग्रीसिंग और टाइटनिंग) प्रणाली की ओर परिवर्तन किया जाए।

लाभ:

- उच्च उत्पादन आवश्यकताओं के अनुसार अनुरक्षण आवश्यकताओं को समायोजित करना
- अनुरक्षण डाउनटाइम में कमी
- मानव संसाधन का इष्टतम उपयोग
- सीजीटी की बढ़ी हुई आवृत्ति अधिक विश्वसनीयता सुनिश्चित करती है

7.4 अनुरक्षण की अद्यतन प्रवृत्तियां :

कंप्यूटर प्रबंधित अनुरक्षण प्रणाली (सीएमएमएस) सेल की कुछ इकाइयों में अपनाई गई है और यह उपकरण दस्तावेजीकरण, अनुरक्षण योजना (कार्यक्रम, निरीक्षण और स्नेहन), लागत, सामग्री आवश्यकता, प्रबंधन सूचना प्रणाली के दृष्टिकोण से अत्यधिक मूल्यवान है।

इसके लाभ इस प्रकार हैं :

- i) सभी प्रबंधन स्तरों के लिए त्वरित संचार
- ii) मानव और सामग्री के उपलब्ध संसाधनों का इष्टतम उपयोग
- iii) बेहतर योजना और कार्यक्रम निर्माण
- iv) जॉब बैकलॉग तक त्वरित पहुंच
- v) स्टॉक आकड़ों तक त्वरित पहुंच के कारण बेहतर इन्वेंटरी नियंत्रण
- vi) कार्यान्वयन के उद्देश्य से प्रणाली और समय प्रबंधन में समग्र सुधार

सीएमएमएस मॉड्यूल में निम्नलिखित शामिल हैं:

- 1. उपकरण वर्गीकरण
- 2. अनुरक्षण योजना, निष्पादन, निगरानी, मूल्यांकन और इतिहास
- 3. इष्टतम उपयोग के लिए कैप्टिव शॉप कार्यक्रम और स्पेयर पार्ट्स का निर्माण
- 4. सामग्री योजना / खरीद और स्टोर नियंत्रण प्रणाली

स्थिति आधारित अनुरक्षण प्रणाली (सीबीएमएस) :

स्थिति आधारित अनुरक्षण एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें तकनीक और मानव कौशल की आवश्यकता होती है जो उपलब्ध उपकरण स्थितियों, संकेतकों (डायग्नोस्टिक और निष्पादन आकड़ों, ऑपरेटर लॉग आकड़ों, अनुरक्षण इतिहास और डिज़ाइन ज्ञान) को एकीकृत करती है ताकि उपकरण की अनुरक्षण आवश्यकताओं पर समय पर निर्णय लिया जा सके।

स्थिति आधारित अनुरक्षण का लक्ष्य उपकरण की स्थिति के आधार पर अनुरक्षण गतिविधियों की आवश्यकता निर्धारित करके विश्वसनीयता और उपलब्धता को अनुकूलित करना है। पूर्वानुमान तकनीकों, प्रौद्योगिकियों, स्थिति निगरानी और अवलोकन का उपयोग करके संभावित विफलता के समय की भविष्यवाणी की जा सकती है और संयंत्र की योजना बनाने और रोकथाम के लिए कार्रवाई करने की क्षमता बढ़ाई जा सकती है।

किए जाने वाले निवारक अनुरक्षण कार्य केवल समय-आधारित आवृत्तियों तक सीमित नहीं हैं बल्कि स्थिति-आधारित भी हैं। जबकि नियमित निरीक्षण, दबाव, तापमान, वर्तमान आदि जैसे मापदंडों की निगरानी कई कार्य आवश्यकताओं का पता लगाती है, अनुरक्षण संगठन

पूर्वानुमानित अनुरक्षण (पीडीएम) के अधीन आधुनिक स्थिति निगरानी विधियों को अपना रहे हैं।

7.5 स्नेहन (लुब्रिकेशन)

परिचय:

एक यांत्रिक प्रणाली की सामान्य विशेषता यह है कि एक घटक दूसरे के सापेक्ष गतिशील होता है। घर्षण ऊर्जा के नुकसान का कारण बनता है। सर्वाधिक मानक तरीका यह है कि हाइड्रोडायनामिक रेंज में स्नेहन का उपयोग किया जाए। इससे घर्षण काफी कम हो सकता है।

घर्षण की उत्पत्ति मूलभूत प्रकृति की होती है और इसे न्यूनतम स्तर तक कम करने के लिए अत्यधिक सावधानी की आवश्यकता होती है। इसे एक प्रणाली गुण माना जाता है जिसमें एक सामग्री की जोड़ी निर्दिष्ट की जाती है। कुछ महत्वपूर्ण व्यवहारिक नियम हैं:

1. घर्षण बल हमेशा सतहों की सापेक्ष गति की दिशा के विपरीत कार्य करता है।
2. घर्षण बल संपर्क के स्पष्ट ज्यामितीय क्षेत्र पर निर्भर नहीं करता है।
3. रोलिंग घर्षण हमेशा स्लाइडिंग घर्षण से बहुत कम होता है।

पुराना होना सतह से पदार्थों का क्रमिक नुकसान है जो सतह पर सापेक्ष गति के कारण होता है। सूखी धातुओं के स्लाइडिंग संपर्क में यह महत्वपूर्ण है कि:

- पुराने होने की दर स्पष्ट संपर्क क्षेत्र पर निर्भर नहीं करती।
- पुराना होना पड़ने वाले भार के साथ बदलता है।

स्नेहक के मूल उद्देश्य

स्नेहन का मूल उद्देश्य मशीन तत्वों में घर्षण को कम करना और पुराने होने को नियंत्रित करना है, जो सापेक्ष गति में हैं। इसके अतिरिक्त इसके उद्देश्य हैं:

1. संपर्क क्षेत्र में उत्पन्न गर्मी को हटाना।
2. प्रदूषक को फ़िल्टर तक ले जाना।
3. सतहों पर जमाव बनने से रोकना।
4. स्नेहक में वायुरहितन (बुलबुले) और फोमिंग को रोकना।
5. शोर को कम करना।
6. सीलेंट के रूप में कार्य करना।
7. सतहों को जंग से बचाना।

स्नेहक ठोस, अर्ध-ठोस, तरल या धुएँ के रूप में हो सकता है। किसी विशेष प्रकार के स्नेहक का उपयोग उसे लगाने की प्रकृति पर निर्भर करता है। अन्य रूपों की तुलना में तरल स्नेहकों का अधिक उपयोग होता है।

ग्रीस

ग्रीस को बेस ऑयल और मोटा करने वाले एजेंट का ठोस से अर्ध-तरल उत्पाद परिभाषित किया गया है, जो इसके इस अद्वितीय गुण के कारण व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है कि यह संपर्क सतह पर चिपक जाता है। तरल चरण खनिज या सिंथेटिक तेल हो सकता है या दोनों का मिश्रण हो सकता है। मोटा करने वाले एजेंट को कभी-कभी जेलिंग एजेंट कहा जाता है, यह धातु का साबुन या साबुनों का मिश्रण हो सकता है। अधिकांश उद्योग की आवश्यकताओं को पेट्रोलियम ऑयल ग्रीस द्वारा पूरा किया जाता है। सबसे सामान्य ग्रीस धातु के सोप से बनाए जाते हैं। सोप आधारित ग्रीस में कैल्शियम ग्रीस सबसे पहले आया, इसके बाद सोडियम, सोडियम-कैल्शियम, लिथियम और जटिल ग्रीस आए। कुछ एडिटिव जैसे एंटी-ऑक्सीडेंट, एंटी-वियर, एंटी-फोम, जंग रोधक, क्षरण रोधक ग्रीस में जोड़े जाते हैं ताकि उपयोग के अनुसार निष्पादन में सुधार हो सके।

ग्रीस के चयन में तापमान एक महत्वपूर्ण कारक है। पेट्रोलियम ग्रीस सस्ते होते हैं और -30 डिग्री से. से 100 डिग्री से. के तापमान के लिए पर्याप्त हैं। कुछ विशेष ग्रीस 100 डिग्री से. से अधिक तापमान सहन कर सकते हैं। साबुन आधारित न होने वाले ग्रीस, विशेष रूप से सिलिकॉन ग्रीस और कैल्शियम सल्फोनेट, पॉली यूरिया आधारित उपयोगी हैं। निम्न तापमान वाले अनुप्रयोगों के लिए, सिंथेटिक ग्रीस सफल साबित हुए हैं।

ग्रीस के लाभ:

1. कम बार लगाने की आवश्यकता, क्योंकि यह प्रणाली में आसानी से स्थिर रहता है और कम प्रवाह क्षमता के कारण रिसाव न्यूनतम होता है।
2. तेल की तुलना में बेहतर जंग रोकने की क्षमता।
3. पहुँच न होने वाले कलपुर्जों का स्नेहन।
4. स्नेहक हानि और प्रदूषक के प्रवेश को रोककर बेहतर सीलिंग क्रिया प्रदान करता है।
5. सरल हाउसिंग डिजाइन की आवश्यकता।
6. सरल सील भी ग्रीस का भौतिक गुण (प्रवाह क्षमता) के कारण बहुत प्रभावी हो सकते हैं।

ग्रीस के नुकसान:

1. यह उचित क्लैट के रूप में कार्य नहीं करता।

2. यह तरल की तरह प्रदूषकों को निकाल नहीं सकता।
3. अर्ध-ठोस प्रकृति के कारण उच्च टॉर्क की आवश्यकता।
4. उच्च विस्कोसिटी के कारण गर्मी उत्पादन अधिक होता है।

ग्रीस का नामकरण मोटा करने वाले (सोप) प्रकार, एडिटिव और एनएलजीआई पैमाने पर इसकी स्थिरता के अनुसार किया जाता है, जो 000 (तरल) से 6 (बहुत कठोर) तक होता है। एनएलजीआई-2 प्रयुक्त सामान्य ग्रीस है। (एनएलजीआई - नेशनल ल्यूब्रिकेशन ग्रीस इंस्टिट्यूट)

स्नेहक तेल (लुब्रिकेटिंग ऑयल)

तेल एक तरल है जो पानी से हल्का होता है और उसमें अघुलनशील होता है। सामान्य तापमान पर यह एक चिपचिपी स्थिरता और विशेषतः चिकनी अनुभूति वाला तरल होता है, पानी से हल्का और उसमें अघुलनशील होता है। पौधों से प्राप्त तेलों को और पशु स्रोत से प्राप्त तेलों को भी आमतौर पर फैटी ऑयल कहा जाता है।

आज पेट्रोलियम सबसे बड़ा आर्थिक स्नेहक स्रोत है जिसे खनिज तेल के रूप में जाना जाता है। खनिज तेल के उपयोग की सामान्य कार्यशील सीमा -20 डिग्री से. से 90 डिग्री से. है। अधिकतम तापमान सीमा से 10 डिग्री से. वृद्धि के लिए, अधिकतम जीवन 50% तक घट जाता है।

सिंथेटिक तेल उच्च और निम्न तापमान प्रचालन के लिए विकसित किए गए हैं और आग जोखिम का मुकाबला करने के लिए बनाए गए थे। खनिज तेल की तुलना में कुछ लाभ इस प्रकार हैं:

1. व्यापक तापमान सीमा
2. लंबी आयु
3. कम ऑक्सीकरण
4. कम वाष्पशीलता के कारण खपत में न्यूनतम हानि

तेल स्नेहन प्रणाली का व्यापक उपयोग रोलिंग मिल गियरबॉक्स, टरबाइन बेयरिंग और सिन्टर संयंत्र के बड़े पंखों में किया जाता है।

स्नेहन पद्धतियाँ

प्रत्येक स्नेहन बिंदु की विशिष्ट स्नेहक आवश्यकता, स्नेहक कार्यसूची, कार्य वातावरण और स्नेहन की विधि होती है। इसलिए स्नेहन संबंधी दर्शन अलग-अलग होते हैं जैसे: 1) मैनुअल स्नेहन और 2) स्वचालित स्नेहन प्रणाली

इसके अलावा, किसी भी प्रणाली को निम्नलिखित में वर्गीकृत किया जा सकता है: 1) एकल बिंदु स्नेहन और 2) केंद्रीकृत स्नेहन प्रणाली

मैनुअल स्नेहन



मैनुअल स्नेहन या तो व्यक्तिगत स्नेहन बिंदुओं पर किया जा सकता है या किसी विशेष बिंदु में, जहाँ से इसे पाइपलाइन नेटवर्क के माध्यम से विभिन्न बिंदुओं में केंद्रीकृत रूप से वितरित किया जाता है। यहाँ, स्नेहक को मैनुअली एक मोबाइल/समर्पित कैन/टैंक से पंप किया जाता है और लचीली डिस्चार्ज होज़ या तो सीधे ग्रीस निपल पर या किसी स्थिर बिंदु में जुड़ी होती है, जहाँ से यह नेटवर्क में वितरित किया जाता है। मैनुअल स्नेहन मोबाइल प्रणालियों में पसंद किया जाता है, जहाँ स्नेहन बिंदुओं और एक स्थिर पंपिंग स्टेशन के बीच होज़ और पाइपलाइन जोड़ना हमेशा संभव या किफायती नहीं होता। यह वहाँ भी पसंद किया जाता है जहाँ स्नेहन की समय-सूची बार-बार नहीं होता है। मैनुअल स्नेहन प्रणालियों के मुख्य नुकसान यह हैं कि केंद्रीकृत बिंदु से स्नेहन किए जाने वाले स्नेहन बिंदुओं की संख्या सीमित होती है, क्योंकि उच्च दबाव जो आवश्यक है, मैनुअली संभव नहीं होगा। इसके अलावा, जब अलग अलग स्नेहन बिंदुओं को स्नेहन करने की बात आती है, तो बड़े पैमाने के उद्योग में बेयरिंग की संख्या बहुत अधिक होने और कुछ स्नेहन बिंदु पहुँच से बाहर होने के कारण, कुछ बेयरिंग का स्नेहन नहीं होने की संभावना अधिक होती है। इसके अतिरिक्त, अलग अलग स्नेहन बिंदुओं में स्नेहक की मात्रा और स्नेहन की आवृत्ति को पर्याप्त रूप से बनाए रखना बहुत कठिन होता है।

स्वचालित स्नेहन

स्वचालित स्नेहन प्रणालियाँ स्नेहन प्रक्रिया में मैनुअल भागीदारी को समाप्त कर देती हैं। यहाँ, मोटर द्वारा चलाया गया पंप एक भंडार में संग्रहीत स्नेहक को पाइपलाइन में दबाव डालता है। दबावयुक्त स्नेहक विभिन्न वितरकों और पाइपलाइनों की मदद से संबंधित स्नेहन बिंदुओं तक पहुँचता है। मैनुअल स्नेहन की तुलना में स्वचालित स्नेहन प्रणालियों का लाभ यह है कि उच्च दबाव के कारण एकल पंपिंग प्रणाली से बड़ी संख्या में स्नेहन बिंदुओं का स्नेहन किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त, स्नेहक की मात्रा को नियंत्रित किया जा सकता है।



स्वचालित स्नेहन एकल बिंदु या केंद्रीकृत स्नेहन प्रणाली हो सकता है। केंद्रीकृत स्नेहन प्रणालियाँ 3 प्रकार की होती हैं:

1. एकल लाइन प्रणाली
2. डुअल लाइन प्रणाली
3. बहु - लाइन प्रणाली

सिंगल लाइन स्नेहन प्रणाली

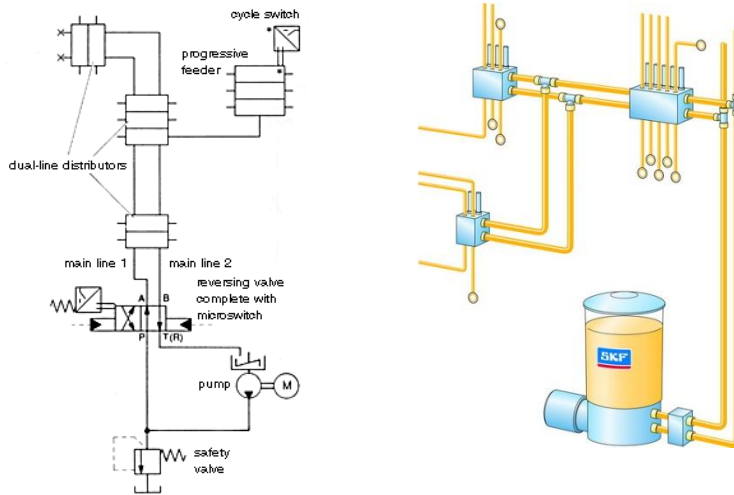
सिंगल लाइन स्नेहन प्रणाली में एक मोटर संचालित पंप होता है, जो दबावयुक्त स्नेहक को पाइपलाइनों में सिंगल लाइन मीटरिंग डिवाइस या वितरकों के माध्यम से स्नेहन बिंदुओं तक पंप करता है। वितरकों से, स्नेहक एक स्नेहन बिंदु से दूसरे बिंदु तक क्रमिक रूप से जाता है; अर्थात् केवल एक बिंदु का स्नेहन होने के बाद ही स्नेहक अगले बिंदु तक पहुँचता है। इसका नुकसान यह है कि यदि किसी स्नेहन बिंदु की पाइपलाइन में कोई रुकावट हो जाए, तो उसके बाद के सभी स्नेहन बिंदु बिना स्नेहन रह जाते हैं।

डुअल लाइन स्नेहन प्रणाली

डुअल लाइन स्नेहन प्रणाली में पंपिंग प्रणाली सिंगल लाइन जैसी होती है; किंतु यहाँ पूरा स्नेहन दो चरणों या चक्रों में विभाजित होता है। पहला चक्र लक्ष्य स्नेहन बिंदुओं के आधे हिस्से का स्नेहन करता है और दूसरा चक्र शेष आधे हिस्से का। यह परिवर्तन चेंज ओवर वाल्व (सीओवी) द्वारा किया जाता है। यहाँ स्नेहन क्रमिक नहीं बल्कि समानांतर होता है,

अर्थात् किसी एक पाइपलाइन की रुकावट अन्य स्नेहन बिंदुओं के स्नेहन को नहीं रोकती। इसके अलावा, चूंकि एकल प्रणाली दोनों चक्रों पर अलग-अलग ध्यान देती है, 300-400 स्नेहन बिंदुओं के बड़े नेटवर्क को भी शामिल किया जा सकता है, जो बहुत बड़े क्षेत्र में फैले होते हैं। आवश्यक स्नेहन मात्रा, दबाव और आवृत्ति को आवश्यकताओं के अनुसार बनाए रखा जा सकता है।

डुअल-लाइन प्रणाली का लाभ यह है कि यह एक पंप स्टेशन से बड़ी दूरी तक स्नेहक की सटीक मीटर की गई मात्रा प्रदान करती है। मीटरिंग डिवाइस दो मुख्य लाइनों द्वारा संचालित होते हैं, जिससे स्नेहक प्रणाली का नियंत्रण माध्यम भी बन जाता है। दो-लाइन प्रणाली को द्वितीयक प्रोग्रेसिव मीटरिंग डिवाइस के साथ जोड़ा जा सकता है, जिससे दो-लाइन मीटरिंग डिवाइस द्वारा स्नेहित किए जाने वाले कुल स्नेहन बिंदुओं की संख्या बढ़ जाती है।



एक विशिष्ट डुअल लाइन प्रणाली फ्लो चित्र

डुअल लाइन स्नेहन प्रणाली के भाग :

1. रिजरवॉयर
2. पम्प
3. डिस्ट्रीब्यूटर्स
4. चेंज ओवर वाल्व्स
5. लाइन के अंत की दबाव यूनिट्स
6. पुनर्भरण इकाई



डुअल लाइन ग्रीस स्नेहन प्रणाली को इस्पात संयंत्र में स्वचालित प्रणाली के रूप में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

हाइड्रोडायनामिक स्नेहन:

यह दर्शाता है कि ऐसा स्नेहन तंत्र गति के कारण होता है। दो सतहों का आकार स्नेहक फिल्म द्वारा अलग किया जाता है और उनकी सापेक्ष गति ऐसी होती है कि स्नेहक फिल्म में दबाव उत्पन्न होता है जो बाहरी भार का वहन कर लेता है। सामान्यतः हाइड्रोडायनामिक स्नेहन में स्नेहक फिल्म की मोटाई (फिल्म मोटाई) महत्वपूर्ण होती है और उत्पन्न दबाव सतहों को स्थानीय रूप से विकृत करने के लिए पर्याप्त नहीं होता है।

हाइड्रोस्टैटिक स्नेहन:

यह दर्शाता है कि स्नेहक इतने उच्च दबाव पर आपूर्ति किया जाता है कि यह सापेक्ष गति वाली सतहों को अलग कर देता है, साथ ही बाहरी भार को सह लेता है और हाइड्रोडायनामिक क्रिया हो सकती है अथवा नहीं भी हो सकती है।

ऑयल मिस्ट स्नेहन:

इसमें तेल और एटमाइज्ड तेल का मिश्रण उपयुक्त दबाव के तहत बेयरिंग हाउसिंग में आपूर्ति किया जाता है। ऑयल मिस्ट एक एटमाइज़र में बनाई जाती है।

7.6 बेयरिंग और बेयरिंग हाउसिंग

बेयरिंग मशीन एलिमेंट होते हैं और घर्षण को कम करने, आसानी से घूर्णन सुनिश्चित करने और भार का संचार करने के लिए डिज़ाइन किए जाते हैं। सामान्यतः बेयरिंग गनमेटल से बनाए जाते हैं। घर्षण को कम करने का एक तरीका स्नेहक को लगाना है और दूसरा तरीका रोलिंग एलिमेंट्स का उपयोग करना है। रोलिंग के दौरान घर्षण कम होता है क्योंकि चीजें स्लाइड करने की तुलना में आसानी से घूमती हैं। बेयरिंग शाफ्ट को सहारा देने और पड़ने वाले भार पर स्वतंत्र घूर्णन की अनुमति देने के लिए डिज़ाइन किए जाते हैं।

तीन प्रकार के मुख्य भार होते हैं। रेडियल भार, यह शाफ्ट के लंबवत लगाए जाते हैं। अक्षीय भार यह घूर्णन अक्ष के समानांतर लगाए जाते हैं। संयोजन भार यह तब लगाए जाते हैं जब बेयरिंग एक साथ रेडियल और अक्षीय भार के अधीन होता है।

बेयरिंग को निम्नलिखित श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है:

i. प्लेन बेयरिंग:

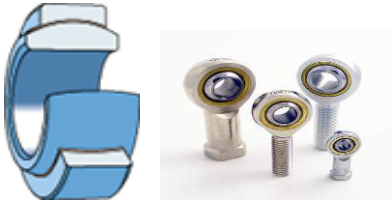
कई अनुप्रयोगों में दोलन, रेखिक गति की आवश्यकता होती है और मिसअलाइनमेंट को समायोजित करना आवश्यक होता है। विभिन्न डिज़ाइनों और विभिन्न स्लाइडिंग संपर्क सतह संयोजनों के साथ स्फेरिकल प्लेन बेयरिंग, रॉड एंड और बुशिंग उपयुक्त होते हैं। बुशिंग को जर्नल या स्लीव बेयरिंग भी कहा जाता है। प्लेन बेयरिंग सिलेंड्रिकल आकार की होती है और हाउसिंग और शाफ्ट में कसकर फिट होने के लिए डिज़ाइन की जाती है। प्लेन बेयरिंग के लाभ:

1. छोटा बाहरी व्यास (रोलिंग एलिमेंट बेयरिंग की तुलना में)
2. शांत प्रचालन और शॉक लोड का अवशोषण
3. बार-बार आगे-पीछे गति और कम लागत
4. रोलिंग एलिमेंट बेयरिंग की तुलना में अधिक मिसअलाइनमेंट सहन कर सकती है



कांसे, बाल्बिट, पीटीएफई प्लेन बियरिंग के निर्माण में प्रयुक्त विभिन्न कम सहगुणांक वाली सामग्रियाँ होती हैं। कुछ प्लेन बियरिंग रख-रखाव मुक्त होते हैं (उनमें स्नेहन की आवश्यकता नहीं होती)

रेडियल गोलाकार प्लेन और रॉड एंड बेयरिंग



ये बेयरिंग हाइड्रोलिक सिलेंडर क्लेविस, बड़े आकार के वाल्व में उपयोग किए जाते हैं। ये अनुरक्षण मुक्त और अनुरक्षण आवश्यक प्रकार में उपलब्ध हैं।

- ii. **रोलिंग एलिमेंट बेयरिंग:** इन्हें घर्षण - रोधी बेयरिंग भी कहा जाता है और ये प्लेन बेयरिंग की तुलना में अधिक जटिल होते हैं। इसके मुख्य घटक हैं: इनर रेस, आउटर रेस, रोलिंग एलिमेंट्स और केज।

इनर/आउटर रेस और रोलिंग एलिमेंट्स बेयरिंग का भार वहन करते हैं। रोलिंग एलिमेंट्स का प्रकार, आकार और संख्या सीधे बेयरिंग की कुल भार क्षमता को प्रभावित करती है।

केज प्रत्येक रोलिंग एलिमेंट के बीच समान अंतर बनाए रखने और भार के समान वितरण को सुनिश्चित करने के लिए जोड़ा जाता है। इस्पात और ब्रास केज सामान्य हैं। कुछ मामलों में प्लास्टिक का उपयोग भी किया जाता है।

सील और शील्ड स्नेहक को अंदर रखते हैं और प्रदूषकों को बाहर रखते हैं। रोलिंग एलिमेंट्स के आकार और मात्रा को बढ़ाने से कुल भार वहन क्षमता बढ़ जाती है। बेयरिंग सील ज्यादातर सिंगल और डबल रो बाल बेयरिंग में पाई जाती है। बेयरिंग शील्ड इस्पात से बने होते हैं और बेयरिंग की बाहरी रिंग पर लगाए जाते हैं, किंतु सील के विपरीत, शील्ड इनर रिंग के संपर्क में नहीं आता।

बेयरिंग के विभिन्न प्रकार

बेयरिंग के कई प्रकार होते हैं, जिनमें से प्रत्येक अलग-अलग अनुप्रयोगों के लिए अकेले या संयोजन में उपयोग किया जाता है। इनमें शामिल हैं: बाल बेयरिंग, रोलर बेयरिंग (स्फेरिकल, सिलेंड्रिकल, टेपर रोलर और नीडल रोलर) और थ्रस्ट बेयरिंग (बाल या रोलर)।

बाल बेयरिंग :



बाल बेयरिंग एक सामान्य बेयरिंग है जो इलेक्ट्रिक मोटर और सेंट्रीफ्यूगल पंप में पाया जाता है। ये बेयरिंग दोनों रेडियल और अक्षीय भार वहन करने में सक्षम होते हैं और आम तौर पर उन अनुप्रयोगों में पाए जाते हैं जहाँ भार हल्का से मध्यम तक होता है और स्थिर प्रकृति का होता है (अर्थात् शॉक लोडिंग नहीं होती)। डीप ग्रूव और एंगलर कॉन्टैक्ट प्रकार दो प्रकार के बाल बेयरिंग हैं, जिन्हें 6XXX और 7XXX के रूप में निर्दिष्ट किया गया है।

रोलर बेयरिंग

स्फेरिकल रोलर



रोलर बेयरिंग को जैसे कि दिखाया गया है, सामान्यतः भारी कार्यक्षमता वाले अनुप्रयोगों में उपयोग किए जाते हैं, जैसे कि कन्वेयर बेल्ट पुली, गियर बॉक्स, औद्योगिक पंखे, जहाँ इन्हें भारी रेडियल भार सहना होता है। इन बेयरिंग में रोलर एक सिलेंडर होता है, इसलिए इनर और आउटर रिंग के बीच संपर्क बिंदु पर नहीं (जैसे ऊपर बाल बेयरिंग में) बल्कि एक रेखा पर होता है। यह भार को बड़े क्षेत्र में फैलाता है, जिससे रोलर बेयरिंग बाल बेयरिंग की तुलना में बहुत अधिक भार सह सकता है। तथापि, इस प्रकार का बेयरिंग किसी भी भारी मात्रा में थ्रस्ट भार नहीं सह सकता है। स्फेरिकल रोलर को 2XXXX के रूप में निर्दिष्ट किया जाता है।

स्फेरिकल रोलर बेयरिंग प्लेन या टेपर बोअर के साथ आता है। टेपर बोअर बेयरिंग को सरल माउंटिंग और डिसमाउंटिंग के लिए एडाप्टर या विद्वावल स्लीव के साथ उपयोग किया जाता है। एडाप्टर स्लीव को एच-XXX के रूप में निर्दिष्ट किया जाता है।

500 मिमी से अधिक व्यास वाली डबल रो स्फेरिकल रोलर कन्वर्टर ड्रुनियन बेयरिंग में सिंगल पीस स्प्लिट प्रकार में उपयोग की जाती है।

सिलेंड्रिकल रोलर बेयरिंग



सिलेंड्रिकल रोलर बेयरिंग सामान्यतः एकल रो बेयरिंग होते हैं जिनमें केज होता है। उच्च क्षमता वाले बेयरिंग, डबल रो बेयरिंग, मल्टी-रो बेयरिंग, सिंगल, डबल और मल्टी-रो फुल कंप्लीमेंट बेयरिंग (केज के बिना) और स्प्लिट बेयरिंग के अन्य प्रकार हैं। केज वाले बेयरिंग भारी रेडियल भार, तीव्र त्वरण और उच्च गति को सह सकते हैं। फुल कंप्लीमेंट बेयरिंग में अधिकतम संख्या में रोलर्स शामिल होते हैं और इसलिए मध्यम गति पर बहुत भारी रेडियल भार के लिए उपयुक्त होते हैं।

चार रो सिलेंड्रिकल रोलर बेयरिंग आमतौर पर रोलिंग मिल में रोल नेक बेयरिंग के रूप में उपयोग किए जाते हैं।

नीडल रोलर बेयरिंग



रोलर बेयरिंग के डिज़ाइन का एक प्रकार नीडल बेयरिंग कहलाता है। नीडल रोलर बेयरिंग ऊपर बताए गए सिलेंड्रिकल रोलर्स का उपयोग करता है, किंतु बहुत छोटे व्यास के साथ होता है। यह बेयरिंग को तंग स्थानों में फिट होने की क्षमता देता है, जैसे कि गियर बॉक्स, कार्डन शाफ्ट जो उच्च गति पर घूमते हैं, और इसके साथ ही इसमें अधिक भार वहन क्षमता भी होती है।

थ्रस्ट बॉल बियरिंग्स



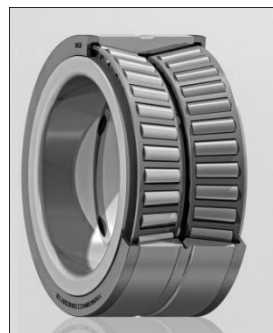
जैसे कि दिखाया गया है, थ्रस्ट बाल बेयरिंग अधिकांशतः कम गति वाले गैर-प्रिसिजन अनुप्रयोगों में उपयोग किए जाते हैं। ये अधिक रेडियल भार नहीं सह सकते हैं और आमतौर पर कम प्रिसिजन वाले कृषि उपकरणों में पाए जाते हैं। थ्रस्ट बाल बेयरिंग को 5XXX के रूप में निर्दिष्ट किया जाता है।

रोलर थ्रस्ट बियरिंग



जैसे कि चित्र में दिया गया है, रोलर थ्रस्ट बेयरिंग बहुत बड़े थ्रस्ट भार को सहन कर सकते हैं। इन्हें प्रायः गियर सेट जैसे कि कार ट्रांसमिशन में गियर स्प्रोकेट्स के बीच और हाउसिंग तथा घूमते हुए शाफ्ट के बीच पाया जाता है। अधिकांश ट्रांसमिशन में उपयोग किए जाने वाले हेलिकल गियर्स के दांत कोणीय होते हैं, जिससे उच्च थ्रस्ट भार उत्पन्न होता है, जिसे इस प्रकार के बेयरिंग द्वारा समर्थित किया जाना आवश्यक होता है। रोलर थ्रस्ट बेयरिंग को 8XXX के रूप में निर्दिष्ट किया जाता है।

टेपर रोलर बेयरिंग



टेपर रोलर बेयरिंग बड़े रेडियल और बड़े थ्रस्ट भार को सहन करने के लिए डिज़ाइन किए गए हैं। ये भार स्थिर भार या शॉक भार के रूप में हो सकते हैं। टेपर रोलर बेयरिंग कई गियर बॉक्स में उपयोग किए जाते हैं, जहाँ इन्हें आमतौर पर विपरीत दिशाओं की ओर जोड़े में माउंट किया जाता है। इससे इन्हें दोनों दिशाओं में थ्रस्ट भार सहने की क्षमता मिलती है। टेपर रोलर को मेट्रिक आकार में 3XXX और इंच आकार में 9XX/9XX के रूप में निर्दिष्ट किया जाता है।

चार रो टेपर रोलर बेयरिंग रोलिंग मिल्स के रोलर्स में उपयोग किए जाते हैं।

बेयरिंग निर्दिष्ट करने की प्रणाली

अधिकांश रोलिंग बेयरिंग निर्दिष्ट करने की एक प्रणाली का पालन करते हैं, जो एक आधारभूत निर्दिष्ट करने की प्रणाली के साथ या बिना एक या अधिक प्रीफिक्स और/या सफ़िक्स के हो सकते हैं।

सामान्य सफ़िक्स-

सी - प्लेन बोअर

ई - आंतरिक डिज़ाइन

के - टेपर बोअर

डब्ल्यू33 - तेल की नाली के साथ छेद

जेड - एक तरफ़ मेटल सील

जेडजेड/2जेड - दोनों तरफ़ मेटल सील

2आरएस - सॉफ्ट सील

एमबी - मशीन्ड ब्रास केज

आंतरिक क्लियरेंस: सी2 - सामान्य से कम, सी3 - सामान्य से अधिक, सी4 - सी3 से अधिक और सी5 - सी4 से अधिक

सीएआरबी बेयरिंग



यह एक एकल पंक्ति का स्फेरिकल रोलर बेयरिंग है जो अक्षीय गतिविधि का वहन कर सकता है। इस बेयरिंग का उपयोग बीम ब्लैक और स्लैब कास्टर में होता है।

बेयरिंग का माउंटिंग और डिसमाउंटिंग : -

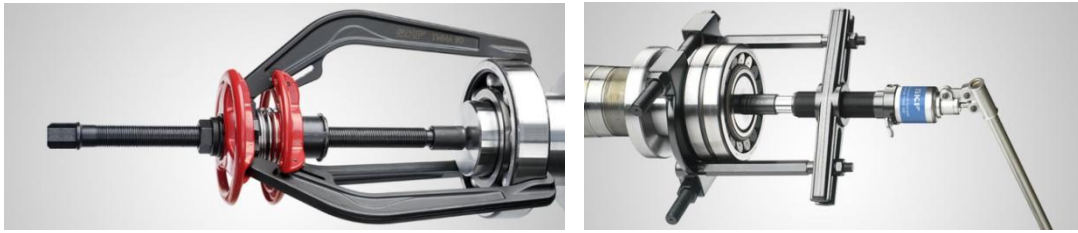
बेयरिंग एक अत्यंत सटीक घटक भाग है, जो बहुत ही कम गैप के साथ एक-दूसरे में फिट होते हैं। बेयरिंग का बोअर और बाहरी व्यास बहुत सटीक सहिष्णुता के भीतर निर्मित होता है। संबंधित सहायक अवयव- शाफ्ट और हाउसिंग - के साथ फिट करने के लिए विनिर्माता द्वारा निर्धारित टॉलरेंस का पालन करना आवश्यक है।

तीन आधारभूत माउंटिंग विधियाँ उपयोग की जाती हैं, जिनमें चयन कई कारकों जैसे माउंटिंग की संख्या, बेयरिंग का प्रकार और आकार, इंटरफेरेंस की मात्रा और उपलब्ध उपकरण, पर निर्भर करता है।

1) ठंडा माउंटिंग/डिसमाउंटिंग : -

बेयरिंग को पहले गर्म किए बिना माउंट करना सबसे आधारभूत और सीधी माउंटिंग विधि है। पर्याप्त बल को उस रिंग के सामने वाले हिस्से पर लगाया जाता है जिसमें इंटरफेरेंस फिट होता है। यह पद्धति सिलिंड्रिकल बोअर बेयरिंग के लिए लगभग 70 मिमी तक और टेपर बोअर बेयरिंग के लिए लगभग 240 मिमी तक सर्वाधिक उपयुक्त है।





प्लेन बोर बेयरिंग को निकालने के लिए मैकेनिकल/हाइड्रोलिक बेयरिंग पुलर्स और प्रेस का प्रयोग किया जाना चाहिए। सीधे हथौड़ा मारने से बचना चाहिए क्योंकि इससे बेयरिंग को नुकसान हो सकता है।



टेपर बोअर बेयरिंग के माउंटिंग/डिसमाउंटिंग के लिए, एडॉप्टर स्लीव नट को सी स्पैनर से टाइट/लूज किया जाता है।

2) तापमान द्वारा माउंटिंग : -

तापमान द्वारा माउंटिंग वह तकनीक है जिसमें फिट होने वाले हिस्सों के बीच पहले तापमान अंतर पैदा करके इंटरफेरेंस फिट प्राप्त किया जाता है। आवश्यक तापमान अंतर तीन तरीकों में से किसी एक से प्राप्त किया जा सकता है: -

- क) एक हिस्से को गर्म करना (सबसे सामान्य)
- ख) एक हिस्से को ठंडा करना
- ग) एक साथ एक हिस्से को गर्म और दूसरे को ठंडा करना

हीट माउंटिंग सभी मध्यम और बड़े आकार के सीधे बोअर बेयरिंग के लिए उपयुक्त है, जिनमें सिलिंड्रिकल सीटिंग व्यवस्था होती है। सामान्यतः, शाफ्ट के तापमान से 65 डिग्री से. ऊपर (120 डिग्री से. से अधिक नहीं) बेयरिंग का तापमान माउंटिंग के लिए पर्याप्त विस्तार प्रदान करता है। जैसे ही बेयरिंग ठंडा होता है, यह सिकुड़ता है और शाफ्ट को मजबूती से पकड़ता है। बेयरिंग को समान रूप से गर्म करना और तापमान को सही ढंग से नियंत्रित करना महत्वपूर्ण है, क्योंकि अत्यधिक गर्मी बेयरिंग की धातु संबंधी गुणों को नष्ट कर देती है (बेयरिंग नरम हो जाता है)। कभी भी बेयरिंग को खुले फ्लेम जैसे ब्लो टॉर्च से गर्म न करें। हीट माउंटिंग स्थापना के दौरान बेयरिंग या शाफ्ट को नुकसान पहुँचाने के

जोखिम को कम करता है क्योंकि बेयरिंग शाफ्ट पर आसानी से स्लाइड हो सकती है। उपयुक्त इलेक्ट्रिक हीट-बेयरिंग माउंटिंग उपकरणों में इंडक्शन हीटर, ओवन, हॉट प्लेट और हीटिंग कोन शामिल हैं। इनमें इंडक्शन हीटर और ओवन सबसे सुविधाजनक हैं और इंडक्शन हीटर सबसे तेज़ उपकरण हैं।



पारंपरिक रूप से बेयरिंग को गर्म करने के लिए हॉट ऑयल बाथ का उपयोग किया जाता रहा है, किंतु अब इसे केवल तभी अनुशंसित किया जाता है जब अन्य विकल्प न हों। स्वास्थ्य और सुरक्षा के कारणों के अलावा, तेल निस्तारण से जुड़े पर्यावरणीय मुद्दे भी शामिल हैं।

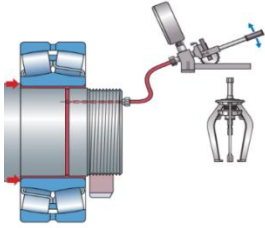
हॉट ऑयल बाथ के मामले में, तेल और कंटेनर दोनों पूरी तरह से साफ होने चाहिए। किसी अन्य प्रयोजन के लिए पहले उपयोग किया गया तेल अच्छी तरह से फ़िल्टर किया जाना चाहिए। पर्याप्त मात्रा में तेल न होने पर यह बहुत जल्दी गर्म और ठंडा होता है। इससे बेयरिंग के असमान या अपर्याप्त तापमान में गर्म होने का जोखिम बढ़ जाता है। ऐसी स्थिति में यह निर्धारित करना भी कठिन होता है कि बेयरिंग ने तेल के समान तापमान कब प्राप्त कर लिया है।

यह सुनिश्चित करें कि पूरे बेयरिंग को सही तापमान तक पहुँचने के लिए पर्याप्त समय दिया जाए। बाथ को बेयरिंग को पूरी तरह से ढक लेना चाहिए।

3) ऑयल इंजेक्शन माउंटिंग/डिसमाउंटिंग : -

ऑयल इंजेक्शन विधि बेयरिंग और अन्य इंटरफेरेंस फिट वाले घटकों को सुरक्षित, नियंत्रित और तेज़ तरीके से फिट करने को संभव बनाती है। यह इंटरफेरिंग सतहों के बीच तेल के इंजेक्शन पर आधारित है। घर्षण वाली सतहों को उच्च दबाव के तहत इंजेक्ट किए गए तेल की पतली परत से अलग किया जाता है, जिससे उनके बीच घर्षण लगभग समाप्त हो जाता है। सिलिंड्रिकल बोअर में माउंट किए गए बेयरिंग को डिसमाउंट करते समय, इंजेक्ट किया

गया तेल आवश्यक खींचने वाले बल को लगभग 90% तक कम कर सकता है। इसके परिणामस्वरूप, पुलर का उपयोग करके बेयरिंग को उसकी सीटिंग से हटाने के लिए आवश्यक शारीरिक प्रयास काफी कम हो जाता है। टेपर बोअर में माउंट किए गए बेयरिंग को डिसमाउंट करने के लिए ऑयल इंजेक्शन विधि में, इंजेक्ट किया गया तेल इंटरफेरेंस फिट को पूरी तरह से समाप्त कर देता है। इसके बाद बेयरिंग को बड़ी शक्ति के साथ सीटिंग से बाहर निकाला जाता है, जिससे पुलर का उपयोग आवश्यक नहीं होता है।



यह विधि तब तक उपयोग नहीं की जा सकती जब तक माउंटिंग के डिज़ाइन में इसके लिए प्रावधान नहीं किया गया हो। इसके लिए विशेष ऑयल इंजेक्शन उपकरण की आवश्यकता होती है।

बेयरिंग को माउंट करने के बाद, बेयरिंग का अक्षीय फ्लोट ओईएम की अनुशंसा के अनुसार होना चाहिए।

भंडारण और हैंडलिंग:

बेयरिंग को उनकी मूल, बिना खुली पैकेजिंग में रखा जाए जब तक कि उन्हें माउंटिंग के ठीक पहले न खोला जाए, ताकि संदूषक और जंग के प्रवेश को रोका जा सके। बेयरिंग को जंग-रोधी पदार्थ से कोट किया जाता है और वितरण से पहले उपयुक्त पैकेजिंग में रखा जाता है। खुले बेयरिंग के लिए, अनुरक्षक लगभग तीन वर्षों तक जंग से सुरक्षा प्रदान करता है। बेयरिंग और सील को संग्रहित करने की स्थिति उनके प्रदर्शन पर प्रतिकूल प्रभाव डाल सकती है। इन्वेंटरी नियंत्रण भी विशेष रूप से यदि उसमें सील शामिल हों, तो प्रदर्शन में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। इसलिए, "पहले आया, पहले गया" इन्वेंटरी नीति को अनुशंसा की जाती है।

सील किए गए बेयरिंग में, जिनमें भरी गई ग्रीस की चिकनाई का गुण समय के साथ खराब हो सकता है। स्नेहक के रूप में ग्रीस समय के साथ उम्र बढ़ने, संघनन और तेल और थिकनर के अलग होने के कारण खराब हो जाती है। इसलिए, सील किए गए बेयरिंग को तीन वर्षों से अधिक नहीं रखा जाना चाहिए।

बड़े रोलिंग बेयरिंग को केवल लेटी हुई स्थिति में भंडारित किया जाना चाहिए, आदर्श रूप से रिंग के साइड फेस के पूरे विस्तार के लिए समर्थन के साथ रखा जाना चाहिए। यदि इन्हें खड़ी स्थिति में रखा जाता है, तो रिंग और रोलिंग एलिमेंट्स का वजन स्थायी विरूपण उत्पन्न कर सकता है क्योंकि रिंग अपेक्षाकृत पतली दीवार की होती हैं। इसी कारण, यदि

बड़े और भारी बेयरिंग को उठाया या स्थानांतरित किया जाता है, तो इसे एक बिंदु पर लटकाना नहीं चाहिए; इसके बजाय, स्लिंग या अन्य उपयुक्त साधन का उपयोग किया जाना चाहिए। ऊपर उठाने वाले उपकरण के हुक और स्लिंग के बीच स्प्रिंग बेयरिंग को शाफ्ट पर धकेलते समय सही स्थिति में लाने में मदद करता है।

लिफ्टिंग में सरलता के लिए, बड़े बेयरिंग में प्रायः रिंग फेस में थ्रेडेड होल होते हैं, जिसमें आई बोल्ट को स्कू किया जा सकता है। चूंकि होल का आकार रिंग की मोटाई से सीमित होता है, इसलिए केवल बेयरिंग या व्यक्तिगत रिंग को बोल्ट से उठाना ही अनुमत है। जब बड़े हाउसिंग को पहले से शाफ्ट पर स्थित बेयरिंग के ऊपर माउंट किया जाता है, तो हाउसिंग के लिए तीन-बिंदु सस्पेंशन और एक स्लिंग की लंबाई समायोजन योग्य रखने की सलाह दी जाती है। इससे हाउसिंग बोअर को बेयरिंग के साथ सटीक रूप से संरेखित किया जा सकता है।

बेयरिंग हाउसिंग



बेयरिंग अपने भीतर बेयरिंग को समायोजित करता है और इसमें स्नेहन (ल्यूब्रिकेंट) भी रखता है। अक्षीय गतिविधि को सीमित करने के लिए, इसके भीतर लोकेटिंग रिंग्स माउंट किए जाते हैं। तेल स्नेहन वाले बेयरिंग हाउसिंग, ग्रीस स्नेहन वाले हाउसिंग से भिन्न होते हैं। बेयरिंग हाउसिंग में एप्लिकेशन के अनुसार विभिन्न प्रकार की सील होती है, जैसे फेल्ट, रबर, लैबिरिंथ आदि। बेयरिंग हाउसिंग आमतौर पर स्प्लिट प्रकार की होती है। कुछ एप्लिकेशन में सिंगल पीस प्रकार की हाउसिंग भी उपयोग की जाती है। टेक अप प्रकार की बेयरिंग हाउसिंग उपकरण को समायोजित करने के लिए उपयोग की जाती है। फ्लैंग्ड हाउसिंग का उपयोग भी किया जाता है।

सामान्य ग्रीस स्नेहन बेयरिंग हाउसिंग को एसएन/एसएनए/एसएनएल-XXX के रूप में नामित किया जाता है। तेल स्नेहन हाउसिंग को एसओएफएन/एलओई-XXX के रूप में नामित किया जाता है।

बेयरिंग हाउसिंग आमतौर पर ग्रे कास्ट आयरन से बनाई जाती है। विशेष एप्लिकेशन में कास्ट इस्पात हाउसिंग का उपयोग किया जाता है।

कुछ बाल / रोलर बेयरिंग, जो ग्रीस्ड और हाउसिंग के साथ सील किए हुए होते हैं और माउंट करने के लिए तैयार होते हैं, उन्हें बेयरिंग यूनिट कहा जाता है।

7.7 विद्युत पारेषण और विद्युत ड्राइव्स

पावर को प्राइम मूवर से मशीन, एक मशीन से दूसरी मशीन, या मशीन के एक भाग से दूसरे भाग तक ड्राइव कहे जाने वाले मध्यवर्ती तंत्रों के माध्यम से स्थानांतरित किया जाता है। ये मध्यवर्ती तंत्र आवश्यक हैं क्योंकि मशीन को सीधे प्राइम मूवर से जोड़ना निम्नलिखित कारणों से संभव नहीं होता:

1. प्राइम मूवर या स्टैंडर्ड मोटर्स की **इष्टतम गति** मशीन के प्रचालन के लिए आवश्यक गति से भिन्न हो सकती है। प्राइम मूवर आमतौर पर उच्च कोणीय गति रखते हैं, जबकि ऑपरेटिंग हिस्से अपेक्षाकृत कम गति पर अपेक्षाकृत अधिक टॉर्क की आवश्यकता रखते हैं।
2. **ड्राइव की गई मशीन के वेग** को प्रायः बदलना या नियंत्रित करना पड़ता है, जबकि प्राइम मूवर की गति को उसका पूरा लाभ लेने के लिए स्थिर रखा जाना चाहिए।
3. कुछ मामलों में, कई मशीनों को केवल एक प्राइम मूवर से चलाना पड़ सकता है।
4. किसी समय पर सुरक्षा, सुविधा और रखरखाव पर विचार करते हुए मशीनों को प्राइम मूवर शाफ्ट से सीधे नहीं जोड़ा जाता है।

मैकेनिकल ड्राइव्स

1. पावर ट्रांसमिशन के तरीके के अनुसार:

ट्रांसमिशन द्वारा:

क) घर्षण और ख) मेश द्वारा

क) घर्षण द्वारा ट्रांसमिशन को आगे इस प्रकार वर्गीकृत किया जा सकता है :

- सीधे संपर्क के साथ, उदाहरण: फ्रिक्शन ड्राइव
- लचीले कनेक्शन के साथ, उदाहरण: बेल्ट ड्राइव

ख) मेश द्वारा ट्रांसमिशन को आगे निम्नानुसार वर्गीकृत किया जा सकता है :

- सीधे संपर्क के साथ, उदाहरण: टुथड और वर्म गियर
- लचीले कनेक्शन के साथ, उदाहरण: चेन ड्राइव

टुथड व्हील गियरिंग में वेग अनुपात केवल ड्राइव के आकार से सीमित होता है, जबकि बेल्ट ड्राइव में यह छोटी पुली पर न्यूनतम अनुमत संपर्क आर्क से सीमित होता है।

स्ट्रेट शॉट कन्वेइंग प्रणाली से लेकर हेवी ड्यूटी पावर ट्रांसमिशन तक – **बेल्ट और चेन ड्राइव उनके विश्वसनीय प्रचालन के लिए अनिवार्य हैं।**

“आज की दुनिया में कई कारक हैं जो इस निर्णय पर प्रभाव डालते हैं कि बेल्ट या चेन ड्राइव इस्तेमाल करें या नहीं। इनमें से कई कारक कुछ साल पहले उतने ज़रूरी नहीं थे या उन पर सोचा भी नहीं जाता था। स्पीड, एक्यूरेसी, सेफ्टी, एनवायरनमेंट और यहाँ तक कि शोर कारक भी अब आधुनिक निर्णय लेने के प्रोसेस में बहुत अहमियत रखते हैं – साथ ही पावर, रोटेशन की दिशा, ड्राइव डिवाइस से कितने एक्सिस को पावर मिलनी है, आदि जैसे पुराने कारक भी। हाल के वर्षों में बेल्ट में बहुत सुधार हुआ है; चेन और उनके लुब्रिकेशन के तरीके में भी, हमने देखा है कि ज़्यादातर आधुनिक अनुप्रयोग में सटीक ड्राइव के लिए बेल्ट वरीयता प्राप्त पद्धति है।

बेल्ट फ्रिक्शन वाली होती हैं और तेज़ स्पीड को सरलता से हैंडल कर सकती हैं।

3,600 आरपीएम की स्पीड बेल्ट के लिए ज़्यादा सही होती है। साथ ही, यह बात कि बेल्ट एक फ्रिक्शन तकनीक है, इसका मतलब है कि ओवरलोड होने पर, बेल्ट फिसल जाएगी और प्रणाली को नुकसान से बचाएगी।

कन्वेयर ट्रांसमिशन में अनुप्रयोग के लिए या टॉर्क विकसित करने के लिए, चेन ज़्यादा सही रहती हैं। “कन्वेयर बहुत धीमे होते हैं— 350 आरपीएम से कम पर ड्राइवर। वांछित गति पाने के लिए चेन का प्रयोग कई तरह के स्प्रोकेट अनुपात के साथ किया जा सकता है। टॉर्क की ज़रूरत मैकेनिकल अनुपात और पॉज़िटिव ड्राइव की ज़रूरत के कारण चेन को फ़ायदा देती है।”

चेन कई तरह की स्पीड और लोड के लिए बहुत अच्छी होती हैं, साथ ही ज़रूरी लिंक की संख्या बताकर चेन की लंबाई को आसानी से समायोजित किया जा सकता है।

“चेन चुनने का प्रोसेस काफ़ी सीधा है। इसमें जानने वाली ज़रूरी बातें हैं हॉर्सपावर, आरपीएम, शॉक लोड की तेज़ी, तापमान और संभावित कोरोसिव स्थितियों के संपर्क में आना।

बेल्ट और चेन दोनों अपने ऑपरेशन के दौरान किसी न किसी तरह का कंटैमिनेंट पैदा करेंगे। चेन में ग्रीस, तेल और मेटल के कण होते हैं। बेल्ट भी समय के साथ मटीरियल छोड़ते हैं।

दोनों के बीच मुख्य अंतर अनुरक्षण का है। चेन को नियमित लुब्रिकेशन और अधिक बार बदलने की ज़रूरत होती है। वॉश-डाउन माहौल में, ग्रीस और तेल कंटैमिनेशन फैलने का खतरा ज़्यादा होता है और अनुरक्षण की आवश्यकता बहुत बढ़ जाती है।

कीईज और कपलिंग्स

कीईज : चाबी का सर्वाधिक सामान्य कार्य शाफ्ट और उस हिस्से को, जिससे वह जुड़ा होता है, जैसे गियर का हब, पुली, डिस्क या क्रैंक, एक-दूसरे से घूमने से रोकना है।

कीईज का अधिक प्रयोग मुख्य रूप से उनके सरल और भरोसेमंद डिज़ाइन, उन्हें जोड़ने और अलग करने में आसानी, कम कीमत आदि की वजह से होता है। कीज, शाफ्ट और पुली के डिज़ाइन में, कीज को कमज़ोर बनाया जाता है ताकि ज़्यादा लोड पड़ने पर चाबी फेल हो जाए और शाफ्ट और पुली सुरक्षित रहें।

इसके मुख्य नुकसान निम्नानुसार हैं:

कीवे न सिर्फ़ हिस्से के प्रभावशाली क्रॉस-सेक्शन को छोटा करते हैं, बल्कि इसमें काफी स्ट्रेस कंसंट्रेशन भी होता है। शाफ्ट और एक्सल के फेल होने का कारण प्रायः कीवे के एरिया में होने वाले ज़्यादा लोकल स्ट्रेस होते हैं। एक चाबी ज़्यादा टॉर्क नहीं भेज सकती। **अधिक सटीकता की आवश्यकता और मुश्किल लोड की वजह से स्पलाइंस का विकास शाफ्ट के साथ अनिवार्य हो गया है।**

क्योंकि: वे अलग-अलग स्पीड और इम्पैक्ट लोड पर अधिक लोड भेज सकते हैं। किंतु उनमें स्प्लिन के बीच लोड का वितरण बराबर नहीं होता और उन्हें खास कटिंग और मेज़रिंग टूल्स की ज़रूरत होती है।

कपलिंग:

ये एक शाफ्ट को दूसरे से जोड़ने या ड्राइव शाफ्ट को ड्रिवन शाफ्ट से जोड़ने के लिए आवश्यक होते हैं। शाफ्ट कपलिंग का प्रयोग मशीनरी में अनेक कार्यों के लिए किया जाता है:

दो शाफ्ट को एक साथ रखने के मूलभूत कार्य के अलावा, कपलिंग निम्नलिखित कार्य भी करती हैं:

- **शाफ्ट के बीच शॉक लोड कम करना।**
- **ओवरलोड से बचाव।** यदि कोई प्रणाली बहुत अधिक गर्म है या बहुत तेज़ चल रही है, तो कोई बड़ी मैकेनिकल समस्या हो सकती है। कुछ कपलिंग एक तय लेवल के टॉर्क से अधिक होने पर डिस्कनेक्ट या स्लिप होकर महंगी रिपेयर की ज़रूरत को रोकने में मदद करती हैं।
- **घूमने वाले कलपुर्जों का परिवर्तनशील वाइब्रेशन।** औद्योगिक मशीनरी में वाइब्रेशन बहुत ज़रूरी है; यह पूरे मैकेनिकल प्रणाली के लिए दिल की धड़कन जैसा है। कुछ कपलिंग वाइब्रेशन आउटपुट को बदल सकती हैं, जिससे रिपेयर की ज़रूरत कम हो जाती है।
- **मैकेनिकल लचीलापन और गलत संयोजन के लिए गुंजाइश।** कपलिंग तब भी प्रचालन को सरल बना सकती हैं जब शाफ्ट में मिसअलाइनमेंट और मूवमेंट हो।

जी कपलिंग, जिसे गियर कपलिंग भी कहते हैं, एक खास तरह की कपलिंग होती है जिसका इस्तेमाल अक्सर हाई-टॉर्क, हाई-हॉर्सपावर वाली स्थितियों में किया जाता है। जी कपलिंग में आमतौर पर ग्रिड नहीं होता है, जो एक तरह का नेट होता है जो कभी-कभी कपलिंग प्रणाली के अंदर होता है। यूनिवर्सल जॉइंट्स की तुलना में, गियर कपलिंग आमतौर पर ज़्यादा टॉर्क झेल सकते हैं, जबकि यूनिवर्सल जॉइंट्स कम वाइब्रेशन पैदा करते हैं। जी कपलिंग का बेसिक स्ट्रक्चर दो हब होते हैं जिनमें बाहरी और आंतरिक दांत होते हैं और एक या दो पीस वाली स्लीव होती है।

रिजिड कपलिंग। ये तब बिल्कुल सही होती हैं जब गलत संयोजन कोई समस्या न हो और जब थ्रस्ट लोड अधिक हो।

फ्लोटिंग शाफ्ट असेंबली। ये लंबी दूरी तक शाफ्ट कनेक्शन की सुविधा देती हैं। उदाहरण के लिए, अगर आपके पास एक इंजन है जिसे 15 फीट दूर लगे पंखे को चलाने की ज़रूरत है और कनेक्टिंग शाफ्ट के लिए सपोर्ट लगाने की कोई जगह नहीं है, तो फ्लोटिंग शाफ्ट असेंबली एक अच्छा समाधान है।

स्लाइड कपलिंग। इनका इस्तेमाल उन स्थितियों में किया जाता है जहाँ कुछ एक्सियल मूवमेंट की ज़रूरत होती है और थर्मल शाफ्ट एक्सपेंशन को भी ध्यान में रखना होता है।

शियर पिन कपलिंग्स: ओवरलोड या जाम होने वाली प्रणालियों के लिए आदर्श होती है। पिन टूटने पर उपकरण बंद हो जाता है और उच्च लोड से नुकसान को रोकता है। इससे प्रणाली बंद होने से नुकसान नहीं होता है क्योंकि लोड खतरनाक ढंग से अधिक हो जाते हैं।

डिस्कनेक्ट कपलिंग्स: शियर पिन कपलिंग्स की तरह, ये स्थिति के अनुसार जल्दी डिस्कनेक्ट हो सकती हैं। डिस्कनेक्ट कपलिंग्स कम और उच्च गति दोनों एप्लिकेशन में उपयोग की जाती हैं।

आज के समय में उपलब्ध ये सभी जी कपलिंग्स के केवल कुछ प्रकार हैं। एक बात सभी कपलिंग सिस्टम्स के लिए सही है: उचित रखरखाव किए जाने पर ये काफी लंबे समय तक टिकते हैं।

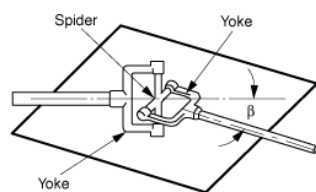


Figure 1 - Single Universal Joint

चित्र 1 - एकल यूनिवर्सल ज्वाइंट

यूनिवर्सल जॉइंट्स

यूनिवर्सल जॉइंट एक पॉज़िटिव, यांत्रिक कनेक्शन है जो घूमते शाफ्ट्स के बीच बनाया जाता है, जो आमतौर पर समानांतर नहीं होते, बल्कि इंटरसेक्ट करते हैं। इन्हें गति, शक्ति या दोनों को स्थानांतरित करने के लिए उपयोग किया जाता है।

सबसे सरल और सबसे सामान्य प्रकार को कार्डन जॉइंट या हुक जॉइंट कहा जाता है। इसमें दो योक्स होते हैं, प्रत्येक शाफ्ट पर एक, जो क्रॉस-आकार के मध्यवर्ती हिस्सा जिसे स्पाइडर कहते हैं, द्वारा जुड़े होते हैं। दो शाफ्ट के बीच का कोण प्रचालनरत एंगल कहलाता है।

कार्डन जॉइंट की एक आधारभूत विशेषता यह है कि जॉइंट के माध्यम से गति का ट्रांसमिशन असमान होता है। इनपुट और आउटपुट शाफ्ट्स के बीच कोणीय गति अनुपात इनपुट शाफ्ट के प्रत्येक घूर्णन में दो चक्रों में चक्रीय रूप से बदलता रहता है।

ओल्डहैम कपलिंग

ओल्डहैम कपलिंग में तीन भाग होते हैं। एक फ्लोटिंग भाग दो बाहरी भाग के बीच 90° विस्थापित ग्रूव में फंसा होता है, जो निम्नानुसार ड्राइव शाफ्ट्स से जुड़ता है।



ओल्डहैम कपलिंग्स लैटरल शाफ्ट मिसअलाइनमेंट को लगभग 10% नाममात्र शाफ्ट डायमीटर और 3° तक कोणीय मिसअलाइनमेंट तक समायोजित कर सकती हैं।

स्नेहन (ल्यूब्रिकेशन) एक समस्या हो सकती है, किंतु अधिकांश एप्लिकेशन में इसे इस तरह के कपलिंग चुनकर हल किया जा सकता है, जो इस्पात या ब्रॉन्ज़ फ्लोटिंग भागों की जगह पुराना होने का प्रतिरोध करने के लिए प्लास्टिक या इलास्टोमर का उपयोग करता हो।

ओल्डहैम कपलिंग्स के निम्नलिखित लाभ होते हैं :

- क. यूनिवर्सल जॉइंट्स की तरह वेग में परिवर्तन नहीं होता।
- ख. उच्च लैटरल मिसअलाइनमेंट संभव।
- ग. उच्च टॉर्क क्षमता।
- घ. डिसमेंटलिंग में सरलता।

नुकसान:

- क. शाफ्ट्स की एंगलर डिसप्लेसमेंट सीमित।
- ख. सापेक्ष स्लाइडिंग मूवमेंट के कारण समय समय पर स्नेहन की आवश्यकता।
- ग. डिसअसेंबली के दौरान ढीले हिस्सों के खो जाने का संभावित जोखिम।

7.8 इस्पात संयंत्र उपकरणों की मरम्मत की प्रौद्योगिकी

सभी औद्योगिक उपकरण पुराने होने, घिसाव, तनाव, जंग, उम्र बढ़ना, गलत प्रचालन और दुरुपयोग के अधीन होते हैं। उपकरणों को अच्छे कार्यशील स्थिति में बनाए रखने के लिए व्यवस्थित देखभाल आवश्यक है और उनकी सेवा जीवन बढ़ाने के लिए विभिन्न तकनीकी पद्धतियाँ अपनाई जाती हैं।

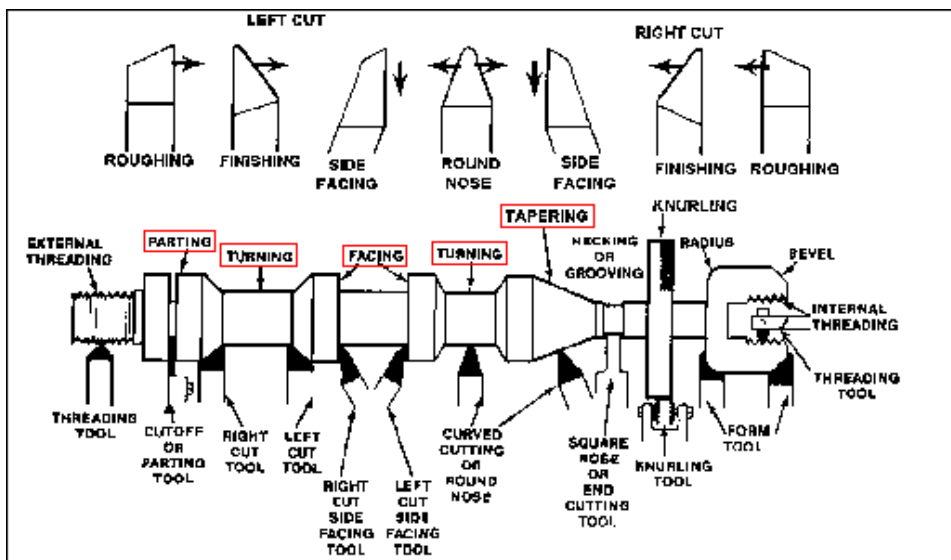
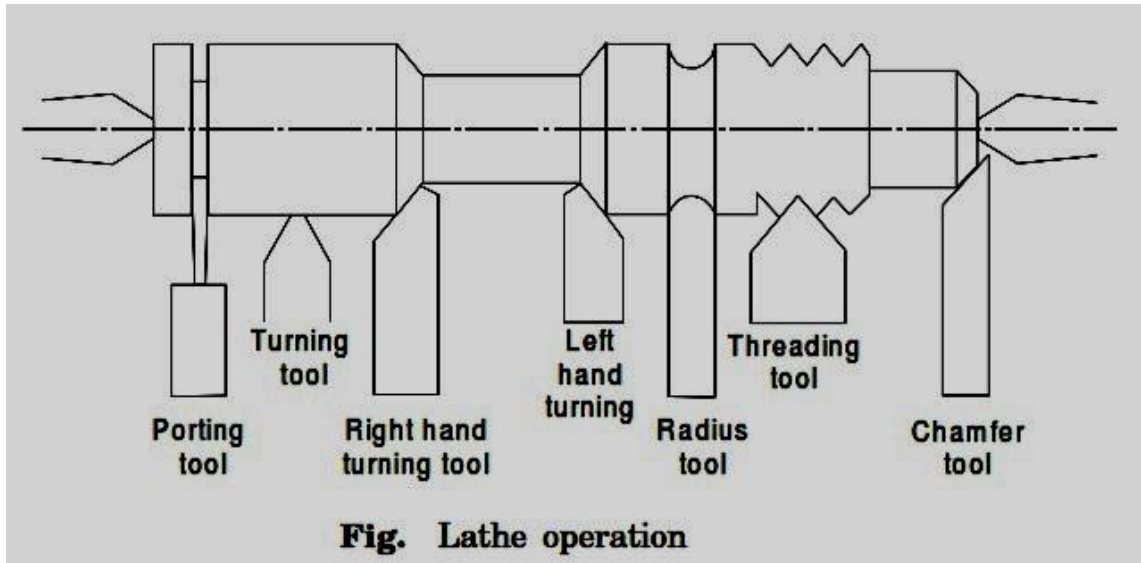
इंजीनियरिंग तकनीकें जैसे मशीनिंग, वेल्डिंग, फेब्रिकेशन, फिटिंग और असेंबली, फोर्जिंग, कास्टिंग, हीट ट्रीटमेंट, बैलेंसिंग आदि, कलपुर्जों और उपकरणों के निर्माण और मरम्मत दोनों के लिए अपनाई जाती हैं। इन आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए हमारे इंटीग्रेटेड इस्पात संयंत्रों में कैप्टिव इंजीनियरिंग शॉप्स स्थापित की गई हैं, जिनमें ये सभी सुविधाएँ उपलब्ध हैं।

इंजीनियरिंग शॉप्स में उपलब्ध विभिन्न सुविधाएं इस प्रकार हैं :

मशीन शॉप :

मशीनिंग धातु के हिस्सों को आकार देने और विशेष रूप से उन्हें सटीक आयामों में फ़िनिश करने की महत्वपूर्ण विधि है। मशीन शॉप में लाइट और हेवी मशीनिंग सेक्शन शामिल हैं, जिनमें लैथ, प्लेनर, होरिजॉन्टल और वर्टिकल बॉरिंग मशीन, गियर कटिंग मशीन, स्लॉटिंग मशीन और ग्राइंडर्स शामिल हैं, जो शाफ्ट, लाइनर्स, गियर्स, रोलर्स आदि जैसे उपकरण स्पेयर के निर्माण और मरम्मत के लिए सुसज्जित हैं।

सरल लैथ टूल्स और उनके ऑपरेशन का सारांश नीचे दर्शाया गया है।



बैलेंसिंग

रोटर में **अनबैलेंस** उस स्थिति का परिणाम होता है जब द्रव्यमान का वितरण असमान होता है, जिससे रотор में कंपन उत्पन्न होता है। यह कंपन उस अनबैलेंस मास कम्पोनेंट और रोटेशन के कारण होने वाली रेडियल त्वरित गति के इंटरैक्शन से उत्पन्न होने वाली सेंट्रीफ्यूगल फोर्स के कारण होता है। चूंकि मास कम्पोनेंट घूमता है, इसलिए बल भी घूमता है और रотор को बल की क्रिया रेखा के साथ - साथ ले जाने की कोशिश करता है। यह कंपन रотор के बेयरिंग्स में ट्रांसमिट होगा, और बेयरिंग के किसी भी पॉइंट पर यह बल बेयरिंग के प्रत्येक घूर्णन में अनुभव किया जाएगा।

बैलेंसिंग वह प्रक्रिया है जिसमें रोटार के द्रव्यमान वितरण को सुधारने का प्रयास किया जाता है ताकि यह अपने बेयरिंग्स में बिना अप्रत्याशित सेंट्रीफ्यूगल बल के घूम सके। यह आमतौर पर रोटार पर निर्दिष्ट स्थानों पर कंपेन्सेटिंग मास जोड़कर किया जाता है। इसे निश्चित मात्रा में सामग्री हटाकर, उदाहरण के लिए ड्रिलिंग के माध्यम से भी, किया जा सकता है।

फोर्जिंग शॉप

फोर्जिंग एक विनिर्माण प्रक्रिया है जिसमें धातु को हथौड़े मारना, प्रेस करना या रोलिंग करके आकार दिया जाता है। फोर्जिंग को उस तापमान के अनुसार वर्गीकृत किया जा सकता है जिस पर इसे किया जाता है। मूल रूप से फोर्जिंग के दो प्रकार हैं :

- क) ठंडी फोर्जिंग
- ख) गर्म फोर्जिंग

वेल्डिंग / फैब्रिकेशन शॉप

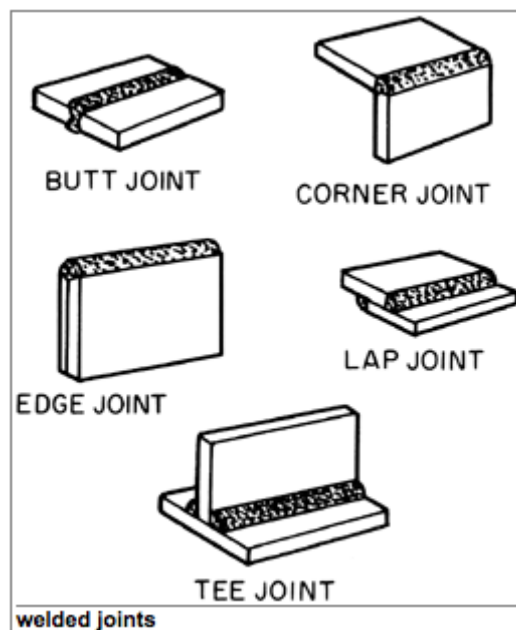
वेल्डिंग एक मैटेरियल जॉइनिंग प्रक्रिया है, जिसमें उच्च ताप का उपयोग करके भागों को पिघलाया जाता है और ठंडा होने पर वे मिलकर संयुक्त हो जाते हैं। जॉइंट में एक फिलर मटेरियल डाला जाता है, जो पिघलकर ठंडा होने पर जॉइंट बनाता है। यह एक अत्यंत बहुमुखी प्रक्रिया है, जिसका उपयोग संयंत्र उपकरणों की दैनिक और नियमित मरम्मत में किया जाता है। मुख्य वेल्डिंग प्रक्रियाएँ इस प्रकार हैं:

- क) **ऑक्सीफ्यूल गैस वेल्डिंग:** गैस फ्लेम द्वारा उत्पन्न गर्मी का उपयोग करके बेस मेटल और यदि आवश्यक हो तो फिलर मेटल को पिघलाना। इसमें दबाव लगाया जा सकता है या नहीं भी लगाया जा सकता है।
- ख) **आर्क वेल्डिंग:** एक फ्यूजन वेल्डिंग प्रक्रिया जिसमें वर्कपीस के सतहों को पिघला कर उन्हें जोड़ा जाता है, और यह ताप ऊर्जा ए.सी. या डी.सी. स्रोत से प्राप्त होती है।
- ग) **रेज़िस्टेंस वेल्डिंग:** वेल्डिंग की एक श्रेणी जिसमें धातुओं का संयोग उनके माध्यम से प्रवाहित विद्युत धारा के प्रतिरोध से उत्पन्न गर्मी के द्वारा उनके भागों को जोड़ दिया जाता है।

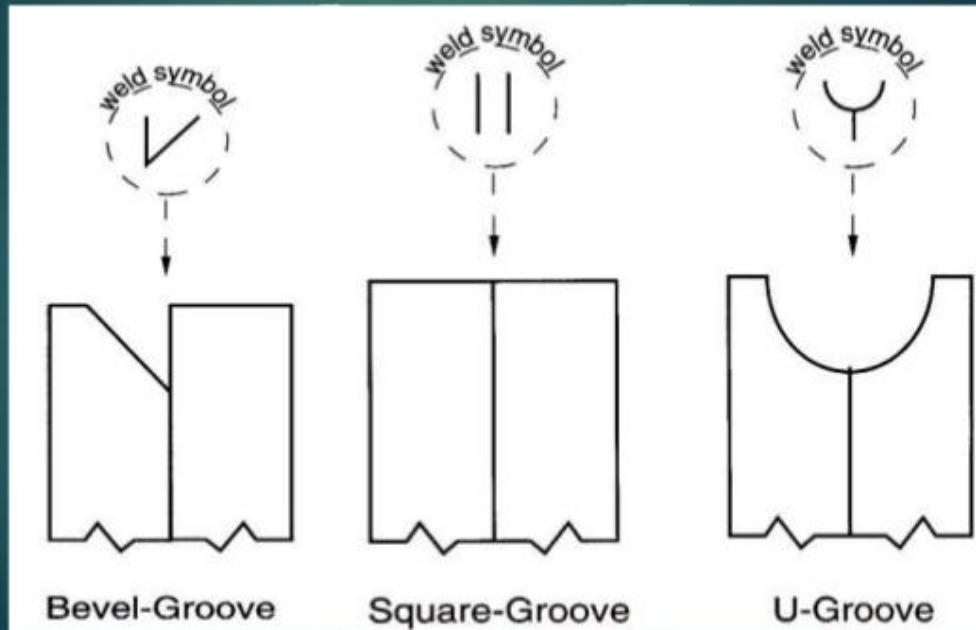
वेल्ड जॉइंट्स के प्रकार

दो भागों को जोड़ने के लिए पांच आधारभूत जोड़ के प्रकार हैं। ये पाँच ज्वाइंट प्रकार केवल वेल्डिंग तक सीमित नहीं हैं; अन्य जोड़ प्रक्रिया और फास्टनिंग तकनीकों पर भी लागू होते हैं।

- क) **बट जॉइंट** : इस जोड़ के प्रकार में, भाग समान तल पर होते हैं और किनारों पर जुड़े होते हैं।
- ख) **कॉर्नर जॉइंट** : कॉर्नर जोड़ प्रकार में, भाग 90° कोण बनाते हैं और कोण के कोने पर जुड़े होते हैं।
- ग) **लैप जॉइंट** : इस जोड़ प्रक्रिया में दो ओवरलैपिंग भाग होते हैं।
- घ) **टी जॉइंट** : टी जोड़ प्रक्रिया में एक भाग दूसरे के लंबवत होता है, लगभग “T” अक्षर के आकार में।
- ड) **एज जॉइंट** : एज जोड़ प्रक्रिया के भाग समानांतर होते हैं और कम से कम एक किनारा साझा होता है, जॉइंट साझा किनारे पर बनाया जाता है।



Some Different Edge Shapes and Symbols for Edge Joints



फैब्रिकेशन शॉप

वेल्डिंग, फॉर्मिंग और फिटिंग तीन मूल प्रक्रियाएँ हैं, जिनका मुख्य उपयोग धातु संरचनाओं/ उपकरणों के फैब्रिकेशन में किया जाता है। यह इस्पात संयंत्र उपकरणों और संरचनाओं की मरम्मत / निर्माण के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। फैब्रिकेशन शॉप आमतौर पर प्रोफाइल कटिंग मशीन, प्लेट बेंडिंग मशीन, शीयर, विभिन्न प्रकार की वेल्डिंग मशीन, हाइड्रॉलिक प्रेस, हीटिंग और सामग्री हैंडलिंग सुविधाओं से सुसज्जित होती है।

फिटिंग और असेंबली शॉप फिटिंग और असेंबली मरम्मत शॉप की महत्वपूर्ण गतिविधि है। छोटे और बड़े उपकरणों को लंबी सेवा देने के बाद ओवरहाल और मरम्मत की आवश्यकता होती है।

सेल की विभिन्न इकाइयों के बड़ी मरम्मत शॉप इस आवश्यकता को पूरा करती हैं। ये मटीरियल हैंडलिंग सुविधाओं, हाइड्रॉलिक प्रेस, हीटिंग अरेंजमेंट, पोर्टेबल मशीनों, आवश्यक औजार और उपकरण और प्रशिक्षित कर्मियों से सुसज्जित होते हैं।

उक्त सुविधाओं के अलावा हीट ट्रीटमेंट सेक्शन, हाइड्रॉलिक्स और न्यूमैटिक्स सेक्शन, गियर्स और गियरबॉक्स रिपेयर सेक्शन, टूल रूम सुविधा, इंस्ट्रूमेंट सेक्शन, इंस्पेक्शन, चेन और स्लिंग टेस्टिंग सेक्शन आदि हमारे इस्पात संयंत्रों की इंजीनियरिंग शॉप्स में महत्वपूर्ण हैं।

निरीक्षण और माप उपकरण :

इंस्पेक्शन इंजीनियरिंग शॉप्स का महत्वपूर्ण हिस्सा है, जहाँ माप उपकरण न केवल इन इकाइयों में बल्कि सभी इस्पात संयंत्र की सभी अनुरक्षण इकाइयों में भी स्पेयर पार्ट्स की आयामी सटीकता निर्धारित करने में अहम भूमिका निभाते हैं। कुछ सामान्य रूप से उपयोग किए जाने वाले माप उपकरण इस प्रकार हैं :

- विभिन्न लंबाई के मेज़रिंग टेप
- स्केल
- कैलीपर्स (आंतरिक और बाहरी माप के लिए)
- स्लाइडवर्नियर/ कैलीपर्स लंबाई, आंतरिक और बाहरी व्यास, गहराई मापने के लिए
- माइक्रोमीटर (आंतरिक और बाहरी व्यास मापने के लिए)
- डायल गेज (आंतरिक और बाहरी व्यास मापने के लिए)
- गियर टूथ वर्नियर्स (गियर टूथ वाइटल आयाम आदि मापने के लिए)

फाउंड्री और पैटर्न शॉप

यह शॉप इस्पात मेल्टिंग शॉप्स के लिए आवश्यक इंगोट मोल्ड और बॉटम प्लेट्स बनाती है। इसके अलावा ये आयरन कास्टिंग, इस्पात कास्टिंग और नॉन फेरस कास्टिंग बनाती हैं, जो इस्पात संयंत्र के नियमित स्पेयर आवश्यकताओं को पूरा करती हैं।

इंजीनियरिंग शॉप्स के अलावा, विभाग जैसे क्रेन अनुरक्षण, हेवी अनुरक्षण इंजीनियरिंग, डिजाइन, फील्ड मशीनरी अनुरक्षण, लोको रिपेयर शॉप, इलेक्ट्रिकल रिपेयर शॉप भी अनुरक्षण संगठन के दायरे के अंतर्गत आते हैं।

टेक्नो - अर्थशास्त्र

अनुरक्षण लागत:

किसी भी उत्पादन इकाई को अनावश्यक डाउनटाइम वहन नहीं करना चाहिए। अनुरक्षण लागत दो पहलुओं से संबंधित होती हैं:

1. अनुरक्षण गतिविधियों से वास्तविक रूप से संबंधित लागत।
2. उत्पादन इकाई के डाउनटाइम से संबंधित लागत।

अनुरक्षण गतिविधियों में प्रयुक्त उपभोग्य उत्पादों का सीधा प्रभाव लागत पर पड़ता है। अनुरक्षण कार्य जैसे मरम्मत, रीक्लेमेशन, एरेक्शन, परीक्षण, निरीक्षण आदि में अनुरक्षण करने में शामिल श्रम लागत का सीधा या अप्रत्यक्ष प्रभाव पड़ता है।

अनुरक्षण समूह का उद्देश्य इस प्रकार है :

- आंतरिक रूप से कलपुर्जे बनाकर, उचित असेंबली और आंतरिक रूप से मरम्मत, उपकरणों के डाउनटाइम को कम करके अनुरक्षण लागत नियंत्रित करना।
- निवारक अनुरक्षण, नियोजित अनुरक्षण, शटडाउन अनुरक्षण, मॉडिफिकेशन और डिज़ाइन अनुरक्षण का क्रियान्वयन सुनिश्चित करना ताकि अधिकतम उपकरण उपलब्धता सुनिश्चित हो सके।
- अनुरक्षण कार्यों की दैनिक योजना, प्राथमिकता और क्रियान्वयन।
- रूटीन और निवारक अनुरक्षण, स्थिति आधारित अनुरक्षण और समय समय पर अनुरक्षण।

7.9 उपकरणों की उपलब्धता और विश्वसनीयता

उपलब्धता एक मुख्य निष्पादन संकेतक है, जो किसी कार्य में रखरखाव की प्रभावशीलता को दिखाता है। उपलब्धता को "निवल प्रचालन समय" और "निवल उपलब्धता समय" के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जा सकता है।

- $\text{निवल प्रचालन समय} = \text{निवल उपलब्ध समय} - \text{अयोजनागत डाउनटाइम}$
- $\text{निवल उपलब्ध समय} = \text{कुल समय} - \text{योजनाबद्ध डाउनटाइम}$

कुछ अन्य महत्वपूर्ण पहलू जिन पर ध्यान देना चाहिए, वे हैं:

फेल होने के बीच का औसत समय (एमटीबीएफ)

औसत डाउनटाइम (एमडीटी)

इस तरह हम उपलब्धता को इस अनुपात के रूप में परिभाषित करते हैं :

एमटीबीएफ और एमटीबीएफ + एमडीटी का अनुपात

किसी प्लांट में **डाउनटाइम** में ये चीज़ें शामिल होती हैं:

रिपोर्टिंग का समय, जांच का समय, औजार और मैनपावर की व्यवस्था, समस्या सुलझाने का समय, लॉजिस्टिक्स का समय, वास्तविक मरम्मत का समय, कलपुर्जे खरीदने का समय, परीक्षण चालन का समय, कार्य सौंपने का समय आदि। इसलिए, **डाउनटाइम पूरी तरह से कर्मचारियों के कौशल या खराबी की गंभीरता पर निर्भर नहीं करता है।**

विश्वसनीयता का अर्थ है भरोसा।

विश्वसनीयता वह संभावना है कि जब किसी मशीन को किसी खास स्थिति में चलाया जाता है, तो वह एक निश्चित समय तक वांछित आउटपुट देगी।

एक बहुत विश्वसनीय मशीन की उपलब्धता कम हो सकती है; वहीं, एक बहुत उपलब्ध मशीन की विश्वसनीयता कम और रखरखाव में आसानी ज़्यादा हो सकती है। रखरखाव में आसानी मूल रूप से "रखरखाव में होने वाली सरलता का स्तर" है।

अनुरक्षण संगठन में कुल गुणवत्ता प्रबंधन :

कुल गुणवत्ता प्रबंधन एक लगातार चलने वाली प्रक्रिया है, जिसमें निर्माण में होने वाली गलतियों का पता लगाना, उन्हें कम करना या समाप्त करना, आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन को सुव्यवस्थित करना, ग्राहक अनुभव को बेहतर बनाना और यह सुनिश्चित करना शामिल है कि कर्मचारी प्रशिक्षण के मामले में पूरी तरह से अपडेटेड हों। कुल गुणवत्ता प्रबंधन का लक्ष्य उत्पादन प्रक्रिया में शामिल सभी पक्षों को अंतिम उत्पाद या सेवा की समग्र गुणवत्ता के लिए जवाबदेह ठहराना है। आज के वैश्विक बाज़ार में व्यापार करने के लिए गुणवत्ता में सुधार के साथ-साथ उत्पादन लागत में कमी लाना ज़रूरी है। गुणवत्ता का मतलब है "उपयोग के लिए उपयुक्तता" या "मानकों के अनुरूपता", जो किसी उत्पाद या सेवा की विशेषताओं और गुणों का कुल योग है। वैश्विक परिदृश्य में चल रही प्रतिस्पर्धा को देखते हुए, गुणवत्तापूर्ण उत्पादन करना अनिवार्य हो गया है। रखरखाव की गुणवत्ता को भी, उत्पाद की गुणवत्ता की तरह ही, रखरखाव की प्रणाली, प्रक्रिया या तरीकों में ही डिज़ाइन और निर्मित किया जाना चाहिए। रखरखाव की कुल गुणवत्ता अच्छी तरह से डिज़ाइन की गई योजनाओं, प्रणालियों और प्रक्रियाओं, उचित औजारों और परीक्षण उपकरणों के उपयोग, सही तकनीकी पद्धतियों को अपनाने और अच्छे रखरखाव के लिए अनुकूल वातावरण बनाने पर निर्भर करती है।

समय के साथ लगातार उच्च गुणवत्ता वाला उत्पादन प्राप्त करना ही रखरखाव कार्य का मुख्य उद्देश्य होना चाहिए। इसी बात को ध्यान में रखते हुए, सेल के कई इस्पात संयंत्रों ने अपने रखरखाव संगठनों में **आईएसओ-9001:2000** को अपनाया है, जो अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर गुणवत्ता का एक प्रमुख मानक है।

7.10 करने योग्य और न करने योग्य बातें तथा सुरक्षा

करने योग्य

1. तेल में संदूषण स्तर नियमित रूप से निगरानी।
2. तेल टैंक का तापमान निर्दिष्ट सीमा में रखें ताकि वांछित विस्कोसिटी बनी रहे और ऑयल सील में नुकसान से बचा जा सके।
3. विशेषकर कॉम्प्रेस्ड स्प्रिंग वाले सिलेंडर में पंप या वाल्व खोलते समय सावधान रहें।
4. कटिंग वेल्डिंग हाइड्रॉलिक पाइप के पास अग्निशमन यंत्र, रेत और पानी रखें।
5. हाइड्रॉलिक पंप स्टार्ट करने से पहले सक्शन लाइन वाल्व खोलना सुनिश्चित करें।
6. हीट एक्सचेंजर्स की इनलेट लाइन में लगे जल फ़िल्टर समय समय पर साफ करें।
7. मरम्मत किए गए पाइपलाइन फ्लैज्ड जॉइंट्स से परीक्षण के समय दूर रहें।
8. स्टीम / जल / हाइड्रॉलिक / गैस प्रणाली में प्रेशर लाइन खोलने से पहले हमेशा डिप्रेसराइज करें।
9. कोक ओवन गैस पाइपलाइन / वाल्व पर कार्य करते समय गैस मास्क या अन्य सुरक्षा उपकरण पहनें।
10. अनुरक्षण कार्य शुरू करने से पहले इलेक्ट्रिकली ऑपरेटेड उपकरण को हमेशा बंद कर दें।

न करने योग्य

1. चल रहे उपकरणों में कभी अनुरक्षण कार्य न करें।
2. पाइपलाइन या घटक को हटाने से पहले प्रेशर डिप्रेसराइज किए बिना हाइड्रॉलिक पाइप कनेक्शन न खोलें।
3. प्रेशर वेसल जैसे हाइड्रो गैस एक्यूमुलेटर में नाइट्रोजन की जगह ऑक्सीजन न भरें।
4. उचित इलेक्ट्रिकल शटडाउन के बिना पंप कपलिंग को न छुएं।
5. हाइड्रॉलिक घटक या पाइपलाइन मरम्मत में कॉटन वेस्ट का उपयोग न करें।
6. पंप या वाल्व की ड्रेन लाइन को प्लग न करें।
7. वेल्डर को गीले हाथ या गीले दस्ताने में वेल्डिंग नहीं करने दिया जाए।
8. हाइड्रॉलिक वाल्व स्पूल को साफ करने के लिए सैंडपेपर का उपयोग न करें; रस्ट हटाने के लिए लैपिंग पेस्ट का उपयोग करें।
9. गैस प्रवण क्षेत्र / कन्वेयर बेल्ट क्षेत्र / टनल में कभी भी अकेले न जाएँ।

सुरक्षा

जब भी प्रणाली में ट्रबलशूटिंग या अनुरक्षण किया जाए, सुरक्षा को सर्वोपरि माना जाना चाहिए। इसलिए सिस्टमैटिक शटडाउन प्रक्रिया अपनाना बेहतर होता है, जैसे कि नीचे दिया गया है:

1. उपकरणों का उचित शटडाउन कर लें।
2. लटकते हुए भार को नीचाँ करें या यांत्रिक रूप से सुरक्षित करें।
3. प्रेशर लाइन का डिप्रेसराइजेशन करें।
4. जहाँ आवश्यक हो, स्टॉप वाल्व को बंद करें।
5. इलेक्ट्रिकल कंट्रोल प्रणाली को अलग करें।
6. एक्च्यूम्यूलेटर यूनिट को ड्रेन करें।
7. इंटेंसिफायर के दोनों सिरों को डिस्चार्ज करें।
8. उपयोग से पहले हमेशा रस्सी की सीढ़ी की स्थिति जांचें और रिकॉर्ड करें।
9. हमेशा परीक्षण किए गए टूल्स और टैकल्स का उपयोग करें।
10. क्रेन में रस्सी बदलते समय भार को दोनों तरफ संतुलित रखें।
11. गैस क्षेत्र में सीओ मॉनिटर का उपयोग करें।
12. ऊँचाई पर कार्य करते समय हमेशा सुरक्षा बेल्ट पहनें।

अध्याय - 8

हाइड्रॉलिक्स

8.1 प्रस्तावना

तरल पदार्थों के माध्यम से बल और गति का संचरण और नियंत्रण हाइड्रॉलिक्स कहलाता है। दबाव में तरल पदार्थ का उपयोग पावर ट्रांसमिशन के लिए किया जा सकता है। तरल पदार्थ में गैसों (हवा) और द्रव (तेल या पानी आदि) शामिल हैं। वह प्रणाली जो कार्यकारी माध्यम के रूप में हवा का उपयोग करता है उसे न्यूमैटिक्स कहते हैं और जो तेल/पानी का उपयोग करता है उसे हाइड्रोलिक प्रणाली कहते हैं। तथापि आज के समय के अनुप्रयोगों में हाइड्रॉलिक्स के लिए पानी का माध्यम कम ही उपयोग किया जाता है।

तरल की गति तरल की गति किसी निर्दिष्ट बिंदु से तरल कणों की औसत गति होती है, जिसे मीटर/सेकंड में मापा जाता है। यह हाइड्रोलिक लाइनों के आकार का निर्धारण करते समय महत्वपूर्ण होती है, जो घटकों के बीच तरल को ले जाती हैं। घर्षण हानियाँ और उथल-पुथल को कम करने के लिए कम गति वांछनीय है।

लैमिनर फ्लो यदि तरल कण प्रवाह पथ के समानांतर गति कर रहे हों, तो इसे लैमिनर फ्लो कहते हैं। हमेशा यह वांछनीय होता है कि लैमिनर फ्लो रहे, ताकि ऊर्जा हानि न्यूनतम हो।

टर्बुलेंट फ्लो - यदि तरल कणों का पथ अव्यवस्थित हो और प्रवाह पथ के समानांतर न हो, तो इसे टर्बुलेंट फ्लो कहते हैं। यह वांछनीय नहीं है और डिज़ाइन चरण में इससे बचना चाहिए। टर्बुलेंट फ्लो में बहुत सारी ऊर्जा गर्मी के रूप में नष्ट हो जाएगी।

फ्लो रेट फ्लो रेट किसी दिए गए बिंदु से समय इकाई में गुजरने वाले तरल की मात्रा का माप है। इसे आमतौर पर एलपीएम (लीटर प्रति मिनट) या जीपीएम (गैलन प्रति मिनट) में मापा जाता है। फ्लो रेट एक्ट्यूएटर की गति को निर्धारित करता है और इसलिए पावर विचार के लिए महत्वपूर्ण है।

दबाव

बल वह प्रयास है जो कार्य करने के लिए आवश्यक होता है। यह मूलतः तरल के प्रवाह में होने वाले प्रतिरोध का प्रतिबिंब है। दबाव को आमतौर पर प्रति इकाई क्षेत्र पर लगने वाले

बल के रूप में मापा जाता है, जिसे पीएसआई, किग्रा/सेमी², बार या एमपीए (1 मेगा पास्कल = 10 बार) में व्यक्त किया जाता है।

वायुमंडलीय दबाव

सामुद्रिक स्तर पर वायुमंडलीय हवा का पूरा स्तंभ सतह के प्रत्येक वर्ग इंच पर 14.7 पाउंड का भार डालता है, अर्थात् दबाव 14.7 पीएसआई या 1.03 किग्रा/सेमी²। इसे वायुमंडलीय दबाव कहते हैं।

$$1 \text{ वायुमंडलीय दबाव} = 1.03 \text{ किग्रा/सेमी}^2 = 1 \text{ बार} = 14.7 \text{ पीएसआई}$$

फ्लो और दबाव परस्पर संबंधित होते हैं। फ्लो सिलेंडर में पिस्टन की गति उत्पन्न करने के लिए जिम्मेदार होता है। यह दो बिंदुओं पर दबाव के अंतर से उत्पन्न हाइड्रोलिक फ्लूइड की गति है। जब हम रसोई का नल खोलते हैं, तो दबाव का अंतर (ऊँचाई पर पानी के टैंक और नल के बीच) पानी को बाहर धकेलता है, या पानी को प्रवाहित करता है। हाइड्रोलिक प्रणाली में फ्लो आमतौर पर हाइड्रोलिक पंप की क्रिया से उत्पन्न होता है। यदि दबाव सिलेंडर पर भार लेने के लिए पर्याप्त नहीं है, तो यह नहीं चल पाएगा।

सामान्य बिंदु

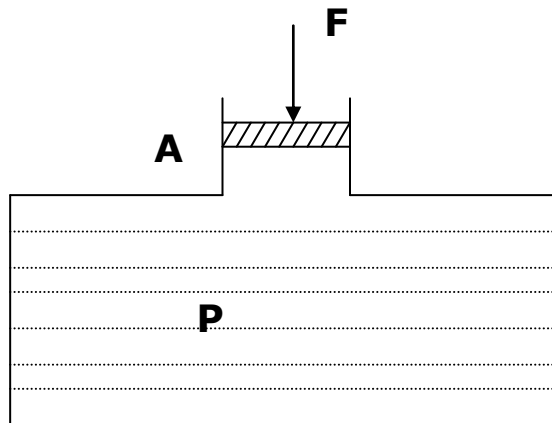
1. तेल सबसे सामान्य हाइड्रोलिक द्रव है, क्योंकि यह हाइड्रोलिक प्रणाली के सभी गतिशील हिस्सों के लिए स्नेहक के रूप में कार्य करता है।
2. आम तौर पर हाइड्रोलिक तेल का वजन लगभग 55-58 पाउंड/घन फीट होता है। एक फुट तेल 0.4 पीएसआई का दबाव उत्पन्न करता है। 10 मीटर पानी का स्तंभ 1 किग्रा/सेमी² का दबाव उत्पन्न करता है।
3. फ्लो उत्पन्न करने के लिए किसी ऑरिफिस / प्रतिबंध में दबाव ड्रॉप होना चाहिए। यदि कोई फ्लो नहीं है, तो कोई दबाव ड्रॉप नहीं है और इसके विपरीत भी ऐसा ही है।
4. सिलेंडर द्वारा उत्पन्न बल निहित तेल के दबाव और पिस्टन क्षेत्र पर निर्भर करता है।
5. सिलेंडर की गति पिस्टन क्षेत्र और उसमें प्रवाहित तरल की दर पर निर्भर करती है।
6. पाइप के माध्यम से तरल की गति आंतरिक व्यास के वर्ग के व्युत्क्रम में बदलती है।
7. पाइप में घर्षण दबाव में कमी का कारण बनता है।
8. हवा संपीड़्य है, जबकि तेल व्यावहारिक रूप से अ-संपीड़्य है।

9. पंप केवल तरल को स्थानांतरित करता है। दबाव उत्पन्न करना प्रवाह के प्रतिरोध के कारण होता है।
10. तेल को टैंक से पंप के सक्शन चैम्बर में धकेलना वायुमंडलीय दबाव के कारण होता है।
11. प्रवाह हमेशा न्यूनतम प्रतिरोध के मार्ग का अनुसरण करता है।
12. प्रवाह हमेशा उच्च दबाव से निम्न दबाव की ओर होता है।
13. श्रृंखला में प्रतिरोध बढ़ता जाता है।
14. प्रवाह की दर सीधे दबाव अंतर के अनुपाती होती है।
15. जैसे-जैसे पाइप का व्यास बढ़ता है, दबाव ड्रॉप कम होता है।

पास्कल का नियम

“अवरुद्ध तरल पर डाला किया गया दबाव सभी दिशाओं में बिना कम हुए संचारित होता है और समान क्षेत्रफल पर समान बल के साथ कार्य करता है और उन पर लंबवत होता है।”

(यदि किसी पिस्टन पर क्षेत्र A वाले सीमित तरल पर बल F लगाया जाता है, तो दबाव $P = F / A$ होगा। यह दबाव पूरे अवरुद्ध तरल में स्थिर रहेगा जब अवरुद्ध तरल विराम अवस्था में हो।



$$P = F / A$$

हाइड्रोलिक प्रेस (ब्रामा प्रेस)

चूंकि सीमित तरल में दबाव पूरे तरल में समान होता है और इस दबाव को बड़े क्षेत्रों पर डाल करके बड़े बल उत्पन्न किए जा सकते हैं। यह हाइड्रोलिक्स के विकास का प्रारंभिक बिंदु है। (नीचे दिया गया चित्र देखें)

यदि दो सिलेंड्रिकल चैंबर आपस में जुड़े हों और पिस्टन के क्षेत्रफल A_i , A_o के साथ फिट किए गए हों, और यदि बल F_i पिस्टन क्षेत्र A_i पर लगाया जाता है, तो यह सीमित तरल में दबाव P उत्पन्न करता है। यह दबाव डबल सिलेंडर व्यवस्था में पूरे तरल में समान होगा और बल $F_o = P \times A_o$ उत्पन्न करेगा। इस प्रकार बल पिस्टनों के क्षेत्रफल के अनुपाती होंगे। कोई ऊर्जा निर्माण नहीं होता और दोनों पिस्टनों द्वारा किया गया कार्य समान होगा। पिस्टनों की यात्रा की लंबाई (डिस्प्लेसमेंट d_i , d_o) पिस्टनों के क्षेत्र के व्युत्क्रम में होगी। (अर्थात, यदि बाएँ तरफ छोटा पिस्टन लम्बी दूरी चलता है, तो दाएँ तरफ बड़ा पिस्टन केवल छोटी दूरी ही तय करेगा।)



पिस्टन की गति की लम्बाई क्षेत्रफल के विपरीत समानुपाती है।

किया गया कार्य

$$W_i = F_i \cdot d_i$$

$$W_o = F_o \cdot d_o$$

$$d_o/d_i = A_i/A_o$$

$$F_o/F_i = A_o/A_i$$

बर्नौली का सिद्धांत

यह ऊर्जा संरक्षण के नियम के अतिरिक्त कुछ नहीं है। यदि प्रवाह दर स्थिर है, तो प्रवाहित तरल के सतत पथ के किसी भी बिंदु पर कुल ऊर्जा अन्य किसी भी बिंदु के समान होती है। (गति ऊर्जा, दबाव ऊर्जा और स्थितिज ऊर्जा का योग हमेशा स्थिर रहता है।) किसी सर्किट में किसी भी बिंदु पर दबाव या प्रवाह गति जानने के लिए इस सिद्धांत का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

हाइड्रोलिक प्रणाली के लाभ

अन्य पावर ट्रांसमिशन प्रणाली जैसे इलेक्ट्रिकल, इलेक्ट्रो-मैकेनिकल और न्यूमैटिक आदि की सीमाओं के कारण हाइड्रोलिक पावर ट्रांसमिशन को प्राथमिकता दी जाती है। इसमें बड़े बलों को लंबी दूरी तक उच्च दबाव स्थिरता और त्वरित प्रतिक्रिया के साथ स्थानांतरित किया जा सकता है। इसके अनेक प्रकार के अनुप्रयोग संभव हैं, जहाँ दी गई दिशाओं में अनंत रूप से परिवर्तनीय गति के साथ बड़े बलों का उपयोग करना हो। हाइड्रोलिक उपकरण लंबी अवधि तक चिकनी प्रचालन प्रदान करते हैं और रखरखाव की लागत बहुत कम होती है। सामान्यतः तेल संदूषण नियंत्रण और लीक नियंत्रण हाइड्रोलिक घटकों का कार्य जीवन लंबा कर सकते हैं।

हाइड्रोलिक प्रणाली के अन्य लाभ इस प्रकार हैं :

1. **अत्यधिक कॉम्पैक्ट:** पावर-टू-वेट अनुपात बहुत उच्च है। समान पावर के इलेक्ट्रिक मोटर की तुलना में हाइड्रोलिक मोटर का वजन लगभग 1/7 होता है।
2. **सटीक नियंत्रण:** विभिन्न आवश्यकताओं के अनुसार उपयोगकर्ता के लिए सटीक गति, बल और स्थिति प्राप्त की जा सकती है।
3. **इन-बिल्ट ओवरलोड प्रोटेक्शन:** पाइपलाइन या उपयोगकर्ता द्वारा ओवरलोड (दबाव) होने पर, उसका ध्यान रखने के लिए एक रिलीफ वाल्व किसी निश्चित अधिकतम दबाव पर सेट होता है।
4. **लंबे समय तक भार धारण करना:** पाइपलाइन में पायलट ऑपरेटेड नॉन-रिटर्न वाल्व जैसी लोड होल्डिंग डिवाइस प्रदान करके भार लंबी अवधि तक स्थिर रखा जा सकता है।
5. **डिजाइन में लचीलापन:** उत्पादन की जरूरत के अनुसार हाइड्रोलिक सर्किट की योजना केवल कुछ घटकों को जोड़कर आसानी से बदली जा सकती है।
6. **सरल रखरखाव:** इसका रखरखाव सरल है। केवल तेल दूषण नियंत्रण, कुछ मानक प्रथाओं का पालन और प्रणाली को ठंडा रखना अधिकांश रखरखाव कार्य पूरा कर देता है। इन प्रयोजनों के लिए मानदंड की निगरानी और पाइपलाइन का नियमित निरीक्षण आवश्यक है।
7. **परिवर्तनीय गति नियंत्रण:** उपयोगकर्ता की आवश्यकता के अनुसार अनंत रूप से परिवर्तनीय गति और स्थिति प्राप्त की जा सकती है।
8. **भार का स्टॉपिंग:** भार को बिना किसी उपकरण को नुकसान पहुँचाए शून्य गति पर रोका जा सकता है।
9. तरल पदार्थ द्वारा ताप का स्वचालित निकास हो जाता है।

10.: घटक ऑपरेटिंग माध्यम द्वारा स्नेहित रहते हैं इसलिए न्यूनतम घर्षण दर होती है।

11.एक्यूमुलेटर के माध्यम से ऊर्जा भंडारण, पावर फेल्योर आवश्यकताओं के लिए आदर्श स्थिति है।

हाइड्रोलिक्स के अपेक्षाकृत नुकसान

i) हाइड्रोलिक द्रव की संपीड़्यता पर विचार करना आवश्यक है। यदि द्रव में कोई वायु बुलबुले नहीं हैं, तो 100 बार दबाव बढ़ने पर आयतन में 0.7% की कमी होती है। 150 बार तक संपीड़्यता की अनदेखी की जा सकती है, किंतु इसके ऊपर, विशेषकर उच्च डिलीवरी दरों पर, यह प्रणाली के कार्य में प्रतिकूल प्रभाव डाल सकता है। यदि द्रव में हवा फंसी हो, तो यह अधिक संपीड़्य है और 50 बार के दबाव पर भी शोर, कंपन और झटकेदार गति को उत्पन्न कर सकती है।

ii) द्रव की चिपचिपाहट तापमान और दबाव के प्रति संवेदनशील होती है। तापमान बढ़ने पर चिपचिपाहट कम हो जाती है। उच्च प्रचालन दबाव पर हाइड्रोलिक द्रव की चिपचिपाहट-दबाव व्यवहार महत्वपूर्ण होता है। 200 बार तक दबाव बढ़ने पर चिपचिपाहट में मामूली वृद्धि हो सकती है, किंतु लगभग 400 बार दबाव पर यह दोगुनी हो सकती है।

iii) पाइपों और नियंत्रण उपकरणों में दबाव और प्रवाह हानियों पर ध्यान देना आवश्यक है, ताकि हाइड्रोलिक प्रणाली के लिए प्रणाली दबाव आवश्यकताओं का निर्धारण किया जा सके।

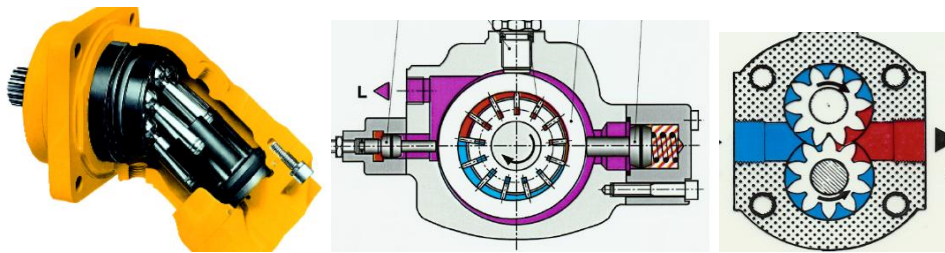
iv) लीक की समस्याओं का सही तरीके से ध्यान देना आवश्यक है।

8.2 हाइड्रोलिक प्रणाली के घटक और कार्य

रिजर्वायर: यह टैंक जो कार्यकारी माध्यम (तेल) को संग्रहित करता है, पंप को आपूर्ति करता है, रिटर्न को वापस लेता है और हाइड्रोलिक प्रणाली में तेल को बाहर से दूषण से बचाता है, उसे रिजर्वायर कहते हैं। यह तेल को दीवारों के माध्यम से ठंडा होने देता है, संदूषक को बैठने देता है और हवा को अलग करता है। आम तौर पर इसमें कूलर, रिटर्न फिल्टर, एयर ब्रीथर (एक उपकरण जो वायुमंडलीय दबाव बनाए रखने के लिए कंटेनर में और बाहर हवा के मूवमेंट की अनुमति देता है), लेवल इंडिकेटर, लेवल स्विच (फ्लोट स्विच) शामिल होते हैं। इसमें ऑयल ड्रेन करने के लिए ड्रेन प्लग, मैनहोल (रखरखाव / सफाई के लिए) और रिटर्न तेल को सक्शन लाइन के माध्यम से बैठने और पंप में प्रवेश करने से पहले ठंडा करने के लिए बाफ़ल प्लेट्स भी होती हैं।

सक्शन लाइन : टैंक को पंप से जोड़ने वाली पाइपलाइन को सक्शन लाइन कहते हैं, जिसमें आमतौर पर बीच में शटऑफ वाल्व (अधिमानतः इंटरलॉक लिमिट स्विच के साथ) होता है। इस वाल्व को खोले बिना पंप स्टार्ट नहीं किया जाना चाहिए। इस लाइन में आम तौर पर होज़ या रबर बेलो हो सकता है, ताकि टैंक और पंप के बीच मामूली मिसमैच और पंप के कंपन को संभाला जा सके।

पंप : यह वह तत्व है जो तेल/द्रव को एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक स्थानांतरित करता है या फ्लो देता है। पंप केवल फ्लो देता है, किंतु प्रवाह का प्रतिरोध दबाव उत्पन्न करता है। हाइड्रोलिक्स में केवल पॉज़िटिव डिस्प्लेसमेंट पंप का उपयोग किया जाता है। इन पंपों में सक्शन और डिलीवरी के बीच पॉज़िटिव सीलिंग होती है। पंप के हर चक्र में, एक निश्चित मात्रा में तेल सक्शन से डिलीवरी में स्थानांतरित होती है, चाहे लोड की स्थिति कोई भी हो। व्यावहारिक रूप से, कुछ आंतरिक लीक हो सकते हैं जो नगण्य होते हैं। यह निश्चित मात्रा तेल स्थानांतरण को पंप का डिस्प्लेसमेंट कहते हैं। डिस्प्लेसमेंट (घन सेंटीमीटर प्रति रिवॉल्यूशन) को पंप चलाने वाले इलेक्ट्रिक मोटर की गति से गुणा करने पर पंप का डिस्चार्ज (पंप का फ्लो) प्राप्त होता है।



सकारात्मक विस्थापन पम्प्स

सेंट्रिफ्यूगल पंप (नॉन-पॉज़िटिव विस्थापन प्रकार) आम तौर पर हाइड्रोलिक प्रणाली में उपयोग नहीं किए जाते। इस प्रकार के पंप में, यदि डिलीवरी बंद हो, तो दबाव किसी विशेष सीमा से अधिक नहीं बढ़ेगा। इसलिए सुरक्षा वाल्व की आवश्यकता नहीं होती।

हाइड्रोलिक्स में सामान्यतः सबसे उपयोग होने वाले पॉज़िटिव डिस्प्लेसमेंट पंप गियर, पिस्टन और वेन प्रकार के होते हैं।

एक पॉज़िटिव डिस्प्लेसमेंट पंप को सक्शन वाल्व खोले बिना कभी भी चालू नहीं करना चाहिए। टैंक में तेल का स्तर पर्याप्त होना चाहिए ताकि पंप में हवा न जाए। यदि हवा पंप में जाती है, तो पंप तेज़ आवाज के साथ चलेगा और बहुत जल्द खराब हो जाएगा। इसे एरिएशन कहा जाता है। तथापि पर्याप्त तेल होने पर भी, एरिएशन सक्शन लाइन में किसी ढीली पाइप जॉइंट के कारण हो सकता है। पंप की डिलीवरी लाइन के बाद हमेशा निम्न

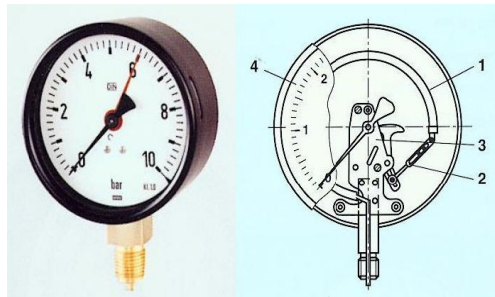
घटक लगाए जाते हैं: चेक वाल्व, रिलीफ वाल्व (सुरक्षा वाल्व), प्रेशर गेज और शट ऑफ वाल्व (ये दबाव सेटिंग और प्रणाली को अलग करने के लिए आवश्यक होते हैं)।

चेक वाल्व / नॉन-रिटर्न वाल्व : यह एक वाल्व है जो केवल एक दिशा में प्रवाह की को सक्षम बनाता है। सामान्य रूप से अधिकांश मामलों में पंप के बाद लगाया जाता है ताकि पंप के रिवर्स रोटेशन का ध्यान रखा जा सके। इसे कई स्थानों पर बायपास के रूप में भी उपयोग किया जाता है। चेक वाल्व और नॉन-रिटर्न वाल्व एक ही प्रकार के होते हैं।

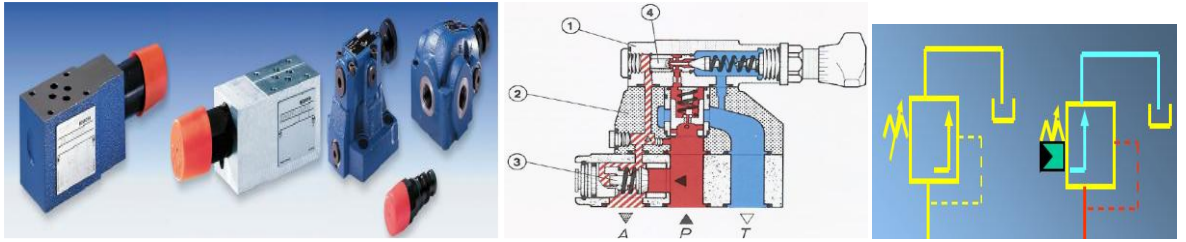


कुछ चेक वाल्व

प्रेशर गेज : यह किसी भी समय किसी भी स्थान पर दबाव जानने और विभिन्न वाल्व, प्रेशर स्विच आदि को सेट करने के लिए लगाया जाता है। हाइड्रोलिक प्रणाली में ग्लिसरीन भरा डायल वाला प्रेशर गेज अधिक पसंद किया जाता है, ताकि कंपन और दबाव में उतार-चढ़ाव के कारण गेज को होने वाले नुकसान से बचा जा सके।



सुरक्षा वाल्व / रिलीफ वाल्व : दोनों एक ही होते हैं और यह हाइड्रोलिक प्रणाली का सबसे महत्वपूर्ण घटक है। यह प्रणाली में अधिकतम दबाव को सीमित करता है ताकि तत्व, होज़, सिलेंडर, पाइप आदि उच्च दबाव के कारण फट न जाएँ। यह उपकरण और प्रणाली को ओवरलोडिंग से भी बचाता है। जब प्रणाली का दबाव सेट पॉइंट से अधिक बढ़ता है, तो सुरक्षा वाल्व खुल जाता है और अतिरिक्त तेल को टैंक में रिलीव कर देता है। इसे कई स्थानों पर और अलग-अलग सेटिंग्स पर लगाया जाता है ताकि प्रणाली वास्तव में फूलप्रूफ बन सके।

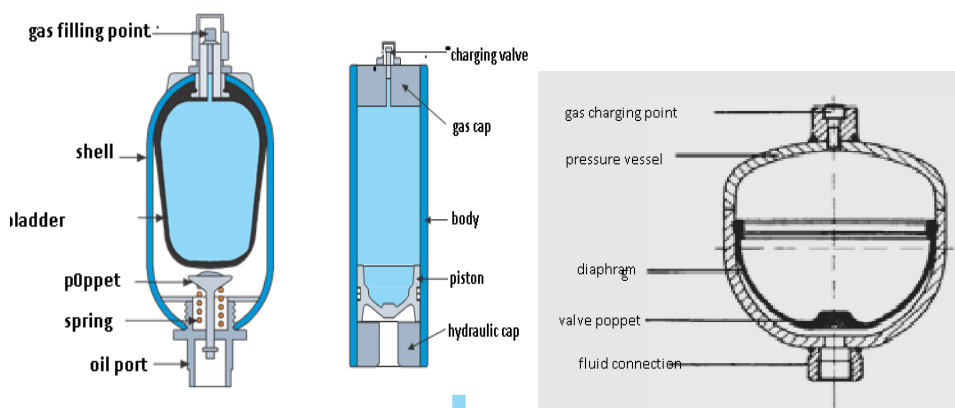


रिलीफ वाल्व

एक्यूमुलेटर : यह प्रेशर वाले हाइड्रोलिक तरल का एक रिजर्वार होता है, अर्थात स्प्रिंग, संपीड़ित नाइट्रोजन, या मृत वजन के माध्यम से ऊर्जा का संग्रह। यह मूल रूप से एक प्रेशर वेसल है। इस पर वेल्डिंग की अनुमति नहीं है। 1. ब्लैडर प्रकार (सबसे अधिक सामान्य) 2. पिस्टन प्रकार 3. मृत वजन प्रकार 4. डायरेक्ट गैस लोडेड प्रकार

एक्यूमुलेटर में आमतौर पर नाइट्रोजन का उपयोग किया जाता है, किंतु ऑक्सीजन कभी भी उपयोग न करें, क्योंकि इससे विस्फोट हो सकता है। कभी भी प्रेशर लाइन को एक्यूमुलेटर के लाइन में होने पर नहीं खोला जाना चाहिए। हमेशा कार्य शुरू करने से पहले एक्यूमुलेटर को अलग करें/संभावित रूप से ड्रेन करें।

एक्यूमुलेटर का उपयोग: (क) बिना दबाव और प्रवाह में उतार-चढ़ाव के हाइड्रोलिक प्रणाली के सुचारु कार्य के लिए (ख) पावर फेलियर की स्थिति में आवश्यक ऑपरेशनों के लिए इमरजेंसी पावर स्रोत के रूप में (ग) किसी सर्किट में लंबे समय तक दबाव बनाए रखने के लिए (घ) एक बड़े पंप को छोटे पंप से बदलने के लिए (लागत और ऊर्जा की बचत) (ङ) और कई अन्य उद्देश्यों के लिए।



एक्यूमुलेटर्स

डायरेक्शनल कंट्रोल वाल्व डिस्ट्रीब्यूटर / मास्टर वाल्व / डीसी वाल्व सभी एक ही होते हैं। यदि कोई पंप सीधे सिलेंडर को तेल आपूर्ति करता है, तो लोड को नियंत्रित करना या गति की दिशा बदलना संभव या सुविधाजनक नहीं होता। इसलिए पंप और लोड सिलेंडर के बीच डीसी वाल्व लगाया जाता है ताकि लोड की गति को स्टार्ट / स्टॉप / रिवर्स किया जा सके। डीसी वाल्व को लीवर, कैम, सोलनॉइड, पैडल, प्न्यूमैटिक / हाइड्रोलिक प्रेशर द्वारा एक्टिवेट किया जा सकता है, यह डिजाइन और आवश्यकता पर निर्भर करता है। सबसे सामान्य उपयोग होने वाले वाल्व सोलनॉइड ऑपरेटेड होते हैं और इनमें दो या तीन पोजीशन होती हैं। यदि आप दो पोजीशन वाला वाल्व उपयोग कर रहे हैं, तो सिलेंडर केवल अत्यधिक सीमाओं के बीच ही यात्रा करेगा। आप सिलेंडर को बीच में रोक नहीं सकते। आवश्यकताओं के अनुसार डीसी वाल्व की कई किस्में उपलब्ध हैं।



डीसी वाल्व

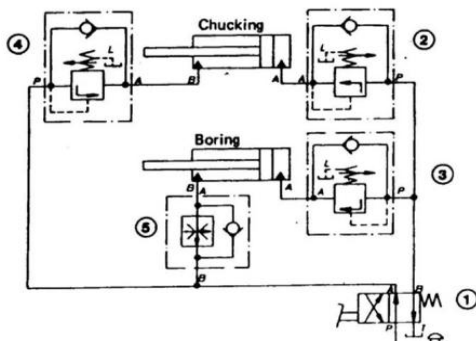
फ्लो कंट्रोल वाल्व : एकचुएटर / लोड की गति को नियंत्रित करने के लिए, सिलेंडर में जाने वाले तेल की मात्रा को इन वाल्व के माध्यम से नियंत्रित किया जाता है। आम तौर पर इन्हें सिलेंडर से पहले या ब्रांच सर्किट में लगाया जाता है जहाँ प्रवाह को नियंत्रित करना होता है। कुछ मामलों में सिंपल नीडल या ग्लोब वाल्व का भी फ्लो कंट्रोल वाल्व के रूप में उपयोग किया जा सकता है।



फ्लो नियंत्रण वाल्व

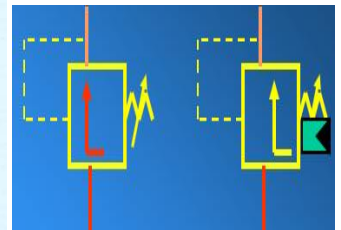
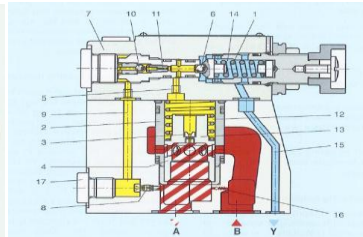
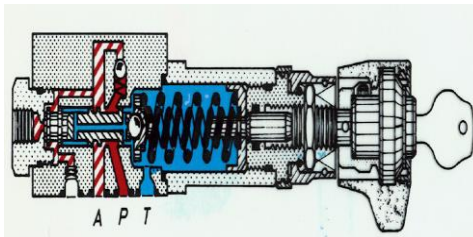
सीक्वेंस वाल्व : ये वाल्व उन परिस्थितियों में उपयोग किए जाते हैं जहाँ एक सामान्य प्रणाली से जुड़े कई एक्टुएशन्स को आवश्यक क्रम में कार्य करना होता है। दूसरे शब्दों में, ये वाल्व प्रेशर सेटिंग के आधार पर क्रमिक प्रचालन प्रदान करते हैं। एक साधारण पंचिंग

मशीन में, जॉब को लो प्रेशर वाले क्लैंपिंग सिलेंडर द्वारा स्थिति में रखा जाता है और फिर हाई प्रेशर वाले सिलेंडर द्वारा छेद किया जाता है। अब इन दोनों सिलेंडरों को हमेशा निर्धारित क्रम में ही ऑपरेट करना होता है। यह क्रम इलेक्ट्रिकल, मैकेनिकल या हाइड्रोलिक माध्यम से एक वाल्व के द्वारा हासिल किया जाता है जिसे सीक्वेंस वाल्व कहा जाता है। हाइड्रोलिक सीक्वेंसिंग सबसे सामान्य और बहुमुखी है। एक डीसी वाल्व सिलेंडर-1 को और सीक्वेंस वाल्व के माध्यम से सिलेंडर-2 को तेल आपूर्ति करता है। (सिलेंडर-1 पूरी तरह ऑपरेट होने के बाद, प्रेशर बढ़ेगा और फिर सीक्वेंस वाल्व खुल जाएगा तथा तेल सिलेंडर-2 में उच्च दबाव पर जाएगा। सीक्वेंस वाल्व को क्रम को प्राप्त करने के लिए ट्यून और सेट किया जाता है।) यह लगभग सुरक्षा वाल्व के समान है, किंतु उसके जैसा नहीं है।



सीक्वेंस वाल्व अनुप्रयोग

प्रेसर रिड्यूसिंग वाल्व : कुछ हाइड्रोलिक सिस्टमों में कई सिलेंडर एक ही दबाव पर कार्य करते हैं, किंतु कुछ सिलेंडरों को पूर्ण दबाव की आवश्यकता नहीं होती और वे कम दबाव पर भी कार्य कर सकते हैं। चूंकि प्रणाली को एक सामान्य पावर पैक के साथ चलना होता है जो एक स्थिर प्रणाली दबाव प्रदान करता है, इसलिए इन चुने हुए सिलेंडरों को कम दबाव पर तेल एक वाल्व के माध्यम से दिया जाता है जिसे प्रेशर रिड्यूसिंग वाल्व कहा जाता है। प्रेशर रिड्यूसिंग वाल्व में आउटपुट दबाव एक निश्चित सीमा से अधिक नहीं जा सकता। यह सेटिंग हमेशा सुरक्षा वाल्व की सेटिंग से कम होती है। प्रेशर रिलीफ वाल्व और प्रेशर रिड्यूसिंग वाल्व एक जैसे नहीं होते और इन्हें कभी भी भ्रमित नहीं करना चाहिए। इस वाल्व को प्रेशर रेगुलेटिंग वाल्व भी कहा जाता है।



दबाव न्यूनीकारी वाल्व

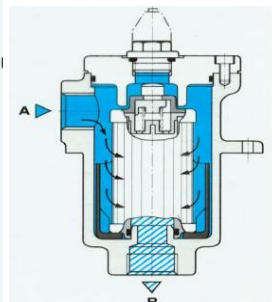
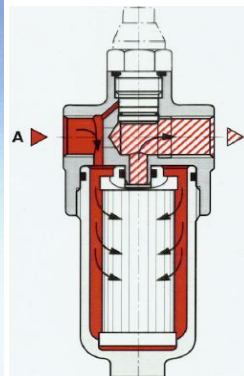
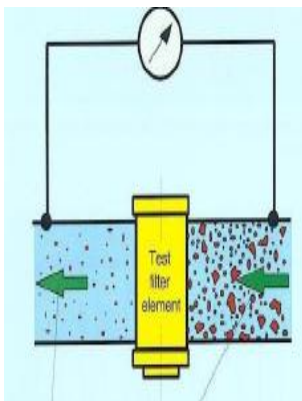
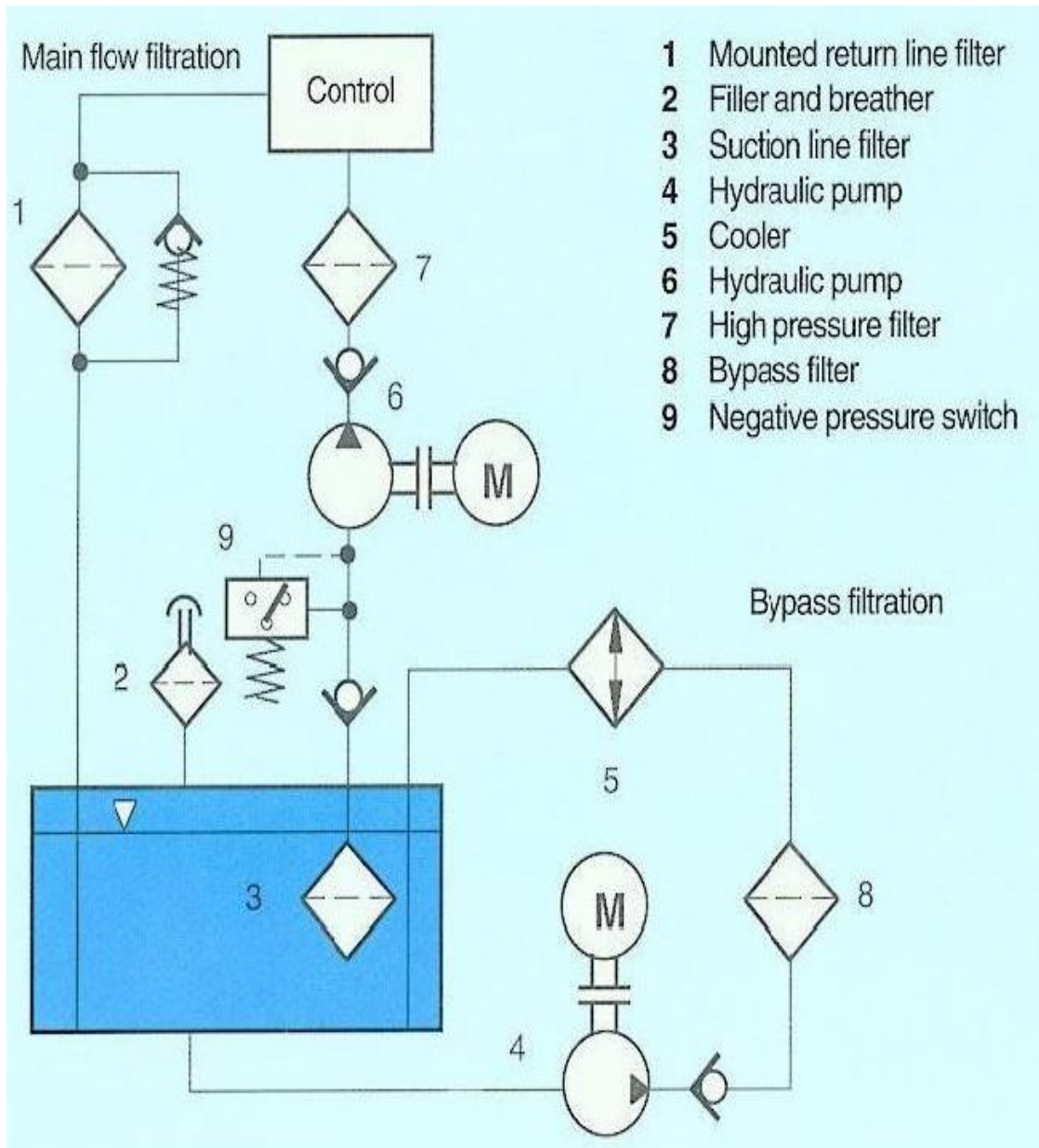
फिल्टर : सभी हाइड्रोलिक तत्व बहुत कम टॉलरेंस पर कार्य करते हैं और ये प्रिंसीजन आइटम होते हैं जिनकी सतह मिरर फिनिश होती है। संदूषक और धूल हाइड्रोलिक प्रणाली के सबसे बड़े शत्रु होते हैं क्योंकि ये वाल्व के खराब प्रचालन और जाम होने का कारण बनते हैं तथा घटकों के तेजी से घिसने का कारण बनते हैं। कुछ संदूषक प्रणाली के अंदर ही उत्पन्न होते हैं और कुछ बाहर से प्रणाली में प्रवेश करते हैं। कार्य करने वाले माध्यम को इन संदूषकों से नियमित रूप से साफ करना आवश्यक है। इसलिए आवश्यकता के अनुसार सक्शन लाइन, प्रेशर लाइन और रिटर्न लाइन में तथा किसी महत्वपूर्ण प्रिंसीजन वाल्व/पंप से पहले ऑयल फिल्टर लगाए जाते हैं। इससे प्रणाली के प्रदर्शन में सुधार होता है। पंप की सक्शन लाइन में उपयोग किया जाने वाला मोटा फिल्टर कभी-कभी स्ट्रेनर कहा जाता है। यदि संदूषण को नियंत्रण में रखा जाए तो हाइड्रोलिक प्रणाली बहुत विश्वसनीय होते हैं और खराबियों को कम किया जा सकता है।

फिल्टर में हाइड्रोलिक तेल को एक छिद्रयुक्त माध्यम (जैसे कागज, वायर मेश, सिंथेटिक फाइबर आदि) से होकर गुजरने दिया जाता है ताकि धूल के कण और अन्य संदूषक वहीं रुक जाएँ और केवल साफ तेल ही आगे प्रणाली में जाए। फिल्ट्रेशन ऑनलाइन या ऑफलाइन हो सकता है।

ऑनलाइन फिल्ट्रेशन में तेल पंप में प्रवेश करने से पहले स्ट्रेनर या सक्शन फिल्टर से होकर गुजरता है। पंप के बाद तेल प्रेशर फिल्टर से होकर गुजरता है और फिर डीसी वाल्व, फ्लो कंट्रोल वाल्व और एक्टुएटर से गुजरने के बाद, टैंक में वापस जाने से पहले तेल रिटर्न फिल्टर से होकर गुजरता है।

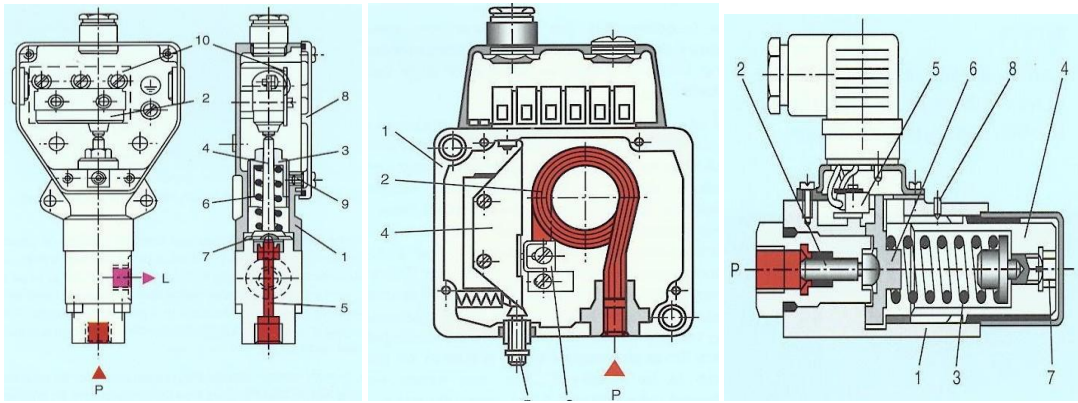
ऑफलाइन फिल्ट्रेशन (अधिकतर पोर्टेबल) प्रणाली भी प्रणाली की स्थिति बनाए रखने के लिए, उसकी क्रिटिकलिटी के अनुसार उपयोग किए जाते हैं। आजकल इलेक्ट्रोस्टैटिक लिक्विड क्लीनर भी उपयोग किए जाते हैं। ये बहुत सरल प्रचालन वाले और सस्ते होते हैं। सामान्यतः रिटर्न लाइन फिल्टर में समानांतर बायपास वाल्व (चेक वाल्व) लगाए जाते हैं ताकि अस्थायी रूप से क्लॉगिंग की स्थिति से निपटा जा सके।

हाइड्रोलिक प्रणाली में फिल्टर का स्थान



फिल्टर

प्रेषर स्विच : ये प्रणाली में सुरक्षा और कुशल प्रचालन के लिए या किसी विशेष लॉजिक क्रम को प्राप्त करने के लिए लगाए जाते हैं। प्रेशर स्विच प्लंजर प्रकार या बुर्डोन ट्यूब प्रकार के हो सकते हैं। प्लंजर प्रकार के प्रेशर स्विच में दबाव वाला हाइड्रोलिक तेल छोटे प्लंजर को धक्का देता है, जो बदले में एक विद्युत संपर्क को बनाता या तोड़ता है। बुर्डोन ट्यूब प्रकार के प्रेशर स्विच में प्रणाली के दबाव में परिवर्तन होने पर बुर्डोन ट्यूब प्रेशर गेज की तरह फैलती या सिकुड़ती है, जिससे माइक्रो स्विच/स्विचों के साथ संपर्क बनता या टूटता है। कॉन्टैक्ट मैनोमीटर एक ऐसा प्रेशर गेज है जिसमें विद्युत संपर्क होते हैं, जो लगभग वही कार्य करता है, किंतु वे कम विश्वसनीय और कम मजबूत होते हैं।



प्रेषर स्विच

लेवल गेज और स्विच : सामान्य तौर पर रिज़र्वॉयर में लो लेवल और हाई लेवल फ्लोट स्विच लगाए जाते हैं, ताकि वे कम तेल स्तर या अधिक तेल स्तर का अलार्म दे सकें और इंटरलॉकिंग के उद्देश्य से उपयोग किए जा सकें। फ्लोट स्विच तेल में उछाल के कारण कार्य करता है। सामान्यतः लो लेवल स्विच को पंप के ड्राइव के साथ इंटरलॉक किया जाता है, ताकि किसी भी कारण से यदि तेल उपलब्ध न हो, तो पंप ट्रिप हो जाए या पंप का स्टार्ट होना संभव न हो सके।



लेवल गेज और स्विच

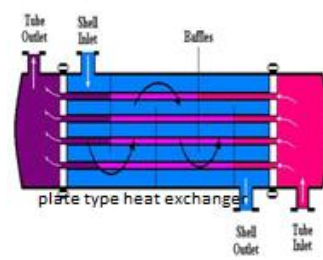
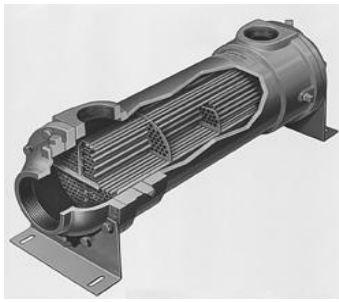
फिल्टरिंग-कम-कूलिंग सर्किट : हाइड्रोलिक्स में 80% से अधिक समस्याएँ दूषित द्रव के कारण होती हैं। इसलिए प्रणाली के द्रव को बहुत साफ रखना आवश्यक है। हाइड्रोलिक द्रव में कणीय संदूषण और पानी का संदूषण द्रव के भौतिक और रासायनिक गुणों पर गंभीर प्रतिकूल प्रभाव डाल सकता है। प्रणाली के प्रचालन के दौरान तेल गर्म हो जाता है। परिणामस्वरूप, तेल की श्यानता (विस्कोसिटी) बनाए रखने के लिए उसे ठंडा करना आवश्यक होता है। कूलर के लिए हीट लोड को सभी चल रहे मुख्य पंपों की कि.वा. रेटिंग के 40% (अधिकतम) और 25% (न्यूनतम) के रूप में माना जाता है। हीट एक्सचेंजर की क्षमता सामान्यतः कि. कै./घंटा में व्यक्त की जाती है (1 कि.वा. = 860 कि. कै./घंटा)।

उपरोक्त कारणों से एक कूलिंग-कम-फिल्टरिंग प्रणाली होना आवश्यक होता है, जो मूल रूप से पंप, हीट एक्सचेंजर और फिल्टर का संयोजन होता है और एक द्वितीयक प्रणाली के रूप में मुख्य प्रणाली के समानांतर चलता है। फिल्टर के बारे में पहले ही चर्चा की जा चुकी है और इस भाग में हम हीट एक्सचेंजर के बारे में कुछ बातें सीखेंगे।

हीट एक्सचेंजर: हीट एक्सचेंजर वह उपकरण है जो एक तरल (जिसे तरल ठंडा करना है) से गर्मी को हटाता है और इस प्रक्रिया में कूलिंग द्रव को गर्म कर देता है। हीट एक्सचेंजर को समय-समय पर रखरखाव की आवश्यकता होती है। यह कई प्रकार के हो सकते हैं।

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. कार्य सिद्धांत के आधार पर | क) रिक्त्यूपरेटिव हीट एक्सचेंजर
ख) रीजेनेरेटिव हीट एक्सचेंजर
ग) एवापोरेटिव हीट एक्सचेंजर |
| 2. संरचना के आधार पर | क) शेल और ट्यूब प्रकार
ख) प्लेट प्रकार
i) ब्रेज्ड प्रकार
ii) गैस्केट प्रकार |

सामान्यतः शेल और ट्यूब प्रकार के हीट एक्सचेंजर तथा प्लेट प्रकार के हीट एक्सचेंजर सबसे अधिक उपयोग किए जाते हैं।



हीट एक्सचेंजर्स

शेल और ट्यूब प्रकार के हीट एक्सचेंजर में कूलिंग द्रव शेल के अंदर रखे ट्यूबों के गुच्छे के भीतर प्रवाहित होता है, जबकि जिसे ठंडा करना है वह द्रव विपरीत दिशा में शेल के अंदर ट्यूबों के बीच बचे हुए स्थानों से होकर प्रवाहित होता है।

प्लेट प्रकार के हीट एक्सचेंजर में दोनों द्रव प्लेटों के बीच बने मधुमक्खी के छत्ते जैसे खांचे में विपरीत दिशा में प्रवाहित होते हैं, जहाँ प्लेटें या तो ब्रेज्ड प्लेटों द्वारा या गैस्केट जॉइंट द्वारा अलग की जाती हैं।

एक्ट्यूएटर्स: सामान्यतः हाइड्रोलिक सिलेंडर और हाइड्रोलिक मोटर को एक्ट्यूएटर कहा जाता है। ये एक्ट्यूएटर वास्तविक कार्य जैसे उठाना, नीचे करना, धक्का देना, घुमाना, पकड़ना आदि करते हैं। हाइड्रोलिक मोटर कई अनुप्रयोगों में इलेक्ट्रिक मोटर और गियर बॉक्स का स्थान लेती है, क्योंकि इसमें गति नियंत्रण, ओवरलोड सुरक्षा आदि जैसे कई लाभ होते हैं। हाइड्रोलिक मोटर लगभग पंप के विपरीत कार्य करती हैं। जब इन्हें दबाव वाले तेल की आपूर्ति की जाती है, तो ये घूर्णन आउटपुट देती हैं। सामान्यतः गियर / वेन / पिस्टन मोटर उपयोग में लाई जाती हैं।

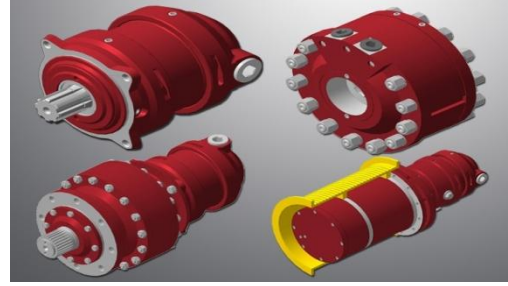
सामान्यतः दो प्रकार के हाइड्रोलिक सिलेंडर अधिक उपयोग किए जाते हैं अर्थात् -

क) डबल एक्टिंग सिलेंडर, जिन्हें खींचने और धक्का देने दोनों कार्यों के लिए उपयोग किया जा सकता है और इनमें पिस्टन, पिस्टन रॉड, बॉडी, कवर, सील, फास्टर, आई आदि होते हैं। मूल रूप से एक सीलबंद पिस्टन रॉड के साथ सिलेंडर के भीतर तेल के दबाव के कारण आगे-पीछे चलता है।

ख) सिंगल एक्टिंग सिलेंडर। इस प्रकार के सिलेंडर केवल धक्का देने / उठाने का कार्य कर सकते हैं। सिंगल एक्टिंग सिलेंडर हाइड्रोलिक बल से वापस नहीं आता। यह वजन / स्प्रिंग / लोड के कारण वापस आता है। हाइड्रोलिक जैक और गॉंगल वाल्व में क्लैम्पिंग उपकरण सामान्यतः सिंगल एक्टिंग प्रकार के होते हैं।



सिलिंडर



हाइड्रो मोटर

हाइड्रोमोटर का उपयोग मोबाइल उपकरणों में विन्च अनुप्रयोगों और पहियों की गति के लिए व्यापक रूप से किया जाता है और आजकल कन्वेयर बेल्ट ड्राइव के लिए भी बहुत अधिक उपयोग किया जा रहा है।

सील्स: वह घटक जो द्रव की गति को अवांछित दिशा में जाने से रोकता है, उसे सील/पैकिंग कहा जाता है। इसे इस प्रकार भी परिभाषित किया जा सकता है कि यह वह घटक है जो दो द्रवों को अलग करता है। सील के कार्य इस प्रकार हैं

- क) बंद चैंबर में हाइड्रोलिक द्रव को सील करना,
- ख) दबाव बनाए रखना,
- ग) गंदगी/पानी/संदूषण को प्रणाली में प्रवेश करने से रोकना,
- घ) दो द्रवों को अलग करना,
- इ) उपरोक्त कार्यों का कोई भी संयोजन करना।

सरल शब्दों में, सील आंतरिक या बाहरी रिसाव को रोकती है। सील की लागत बहुत कम होती है, किंतु यह प्रणाली की दक्षता निर्धारित करती है।

पहले के समय में चमड़ा, कॉर्क, रस्सियाँ आदि सबसे पुराने प्रकार की सीलें थीं और इनका व्यापक उपयोग होता था। बाद में प्राकृतिक रबर, सिंथेटिक रबर (इलास्टोमर्स), पीटीएफई, पॉलीयूरेथेन, पीओएम आदि का उपयोग होने लगा। अधिक तापमान वाले अनुप्रयोगों में विटॉन सील को प्राथमिकता दी जाती है। सीलों को सावधानी से संभालना चाहिए और पैने औजारों का उपयोग नहीं करना चाहिए।

पाइप, फिटिंग्स, क्लैम्प्स: सामान्यतः हाइड्रोलिक प्रणाली में पिकल्ड, फ्लशड सीमलेस कार्बन इस्पात पाइपों का उपयोग किया जाता है। किंतु आजकल बाहरी परिस्थितियों के प्रति

अधिक प्रतिरोध के कारण स्टेनलेस स्टील पाइपिंग को अधिक प्राथमिकता दी जाती है। रखरखाव की सुविधा और बिछाने में आसानी के लिए उपयुक्त स्थानों पर पाइप जॉइंट दिए जाते हैं। छोटे पाइपों में यूनियन जॉइंट और बड़े पाइपों में फ्लेंज जॉइंट उपयोग किए जाते हैं। विभिन्न मानकों और डिजाइनों के पाइप जॉइंट की बड़ी विविधता उपलब्ध है। ध्यान रखना चाहिए कि अलग-अलग फिटिंग्स आपस में मिश्रित न हो जाएँ। साथ ही फिटिंग्स पर रखरखाव करते समय थ्रेड प्रकार/ सीट डिज़ाइन/ आकार आदि का मिलान करना चाहिए, अन्यथा कई समस्याएँ उत्पन्न हो सकती हैं। पाइपों को सही तरीके से क्लैम्प और सपोर्ट करना चाहिए, अन्यथा कार्य के दौरान कंपन के कारण जॉइंट ढीले हो सकते हैं। पाइप क्लैम्प लकड़ी/ एल्युमिनियम/ सिंथेटिक सामग्री के बने होते हैं। पर्यावरण संरक्षण के कारण लकड़ी के क्लैम्प से बचना चाहिए। जहाँ उच्च तापमान होता है वहाँ एल्युमिनियम क्लैम्प उपयोग किए जाते हैं। आजकल सिंथेटिक क्लैम्प (पॉलीप्रोपाइलीन) सामान्य रूप से उपयोग किए जाते हैं। होज़ पाइप बिछाते समय लेआउट को चिकना और व्यवस्थित रखना चाहिए तथा उन्हें आपस में क्रॉस/ ट्विस्ट / उलझने और रगड़ने से बचना चाहिए।



पाइप क्लैम्प्स



पाइप फिटिंग्स

कार्य माध्यम

हाइड्रोलिक पावर प्रणाली विभिन्न आधार द्रवों से बने तरल पदार्थों के साथ संचालित किए जा सकते हैं:

- 1) मिनरल ऑयल
- 2) वेजिटेबल ऑयल
- 3) सिंथेटिक ऑयल
- 4) पानी

मिनरल ऑयल - अधिकांश हाइड्रोलिक प्रणाली मिनरल ऑयल आधारित हाइड्रोलिक द्रव का उपयोग करते हैं। चूंकि बेस ऑयल में वे सभी गुण नहीं होते जो एक उच्च प्रदर्शन वाले हाइड्रोलिक द्रव में होने चाहिए, इसलिए इसके गुणों को सुधारने के लिए बेस ऑयल में विभिन्न प्रकार के एडिटिव मिलाए जाते हैं।

वनस्पति ऑयल - ये द्रव जैव अपघटनीय (बायोडिग्रेडेबल) होते हैं, इसलिए उन प्रतिष्ठानों में अधिक उपयोग किए जाते हैं जहाँ कड़े प्रदूषण नियंत्रण नियम लागू होते हैं (जैसे फूड प्रोसेसिंग उद्योग)।

सिंथेटिक ऑयल - ये द्रव उन प्रणालियों में सबसे अधिक उपयोग किए जाते हैं जहाँ हाइड्रोलिक द्रव की विशेष मांग होती है, जैसे आग के खतरे वाले क्षेत्र (फर्नेस क्षेत्र)।

जल - शुद्ध पानी का हाइड्रोलिक प्रणाली में द्रव के रूप में बहुत कम उपयोग किया जाता है। इसे इमल्शन के रूप में उपयोग किया जा सकता है, जिसमें तेल को पानी में मिलाया जाता है या पानी को तेल में मिलाया जाता है।

अग्नि प्रतिरोधक तेल -

- i) एचएफए प्रकार (95% पानी में 5% तेल का इमल्शन)
- ii) एचएफबी (40% पानी में 60% तेल का इमल्शन)
- iii) एचएफसी (40% पानी में 60% ग्लाइकोयल)। यह आग के प्रति सबसे अधिक प्रतिरोध प्रदान करता है।
- iv) एचएफडी (निर्जल सिंथेटिक द्रव)

निम्नलिखित महत्वपूर्ण विशेषताएं हैं जो हाइड्रोलिक द्रव में होने चाहिए:

क) ऑक्सीकरण स्थिरता, ख) जंग से सुरक्षा ग) एंटी वियर गुण घ) श्यानता और श्यानता सूचकांक (श्यानता सूचकांक अधिक होना चाहिए ताकि तापमान के साथ श्यानता में परिवर्तन कम हो) इ) डीमल्लिबिलिटी (पानी के साथ मिश्रित होने पर इमल्शन बनने का प्रतिरोध करने की क्षमता) च) एंटी फोमिंग गुण छ) तापीय और उच्च दबाव स्थिरता ज) अच्छा स्नेहक झ) सील, होज़ और धातुओं के साथ अनुकूलता ञ) उच्च फ्लैश प्वाइंट (न्यूनतम तापमान जिस पर तेल आग पकड़ता है किंतु लगातार नहीं जलता) और फायर प्वाइंट (न्यूनतम तापमान जिस पर तेल आग पकड़कर लगातार जलता है)

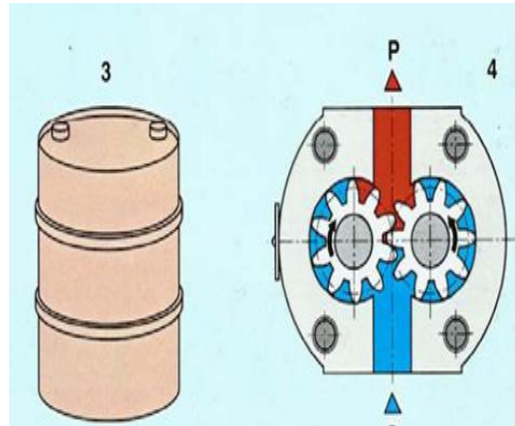
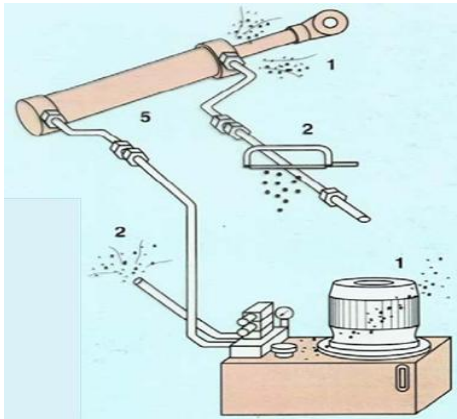
तेल संदूषण नियंत्रण

तेल संदूषण हाइड्रोलिक प्रणाली का सबसे बड़ा शत्रु है। इसलिए बिना समस्या के सुचारु सेवा प्राप्त करने के लिए किसी भी हाइड्रोलिक प्रणाली की पहली आवश्यकता तेल संदूषण नियंत्रण है। इससे विभिन्न घटकों का जीवन बढ़ता है। तेल को साफ रखना हाइड्रोलिक प्रणाली के रखरखाव का एक भाग है। उद्योग में विभिन्न कारणों से तेल को पूरी तरह संदूषण से मुक्त रखना संभव नहीं है। हम केवल यह कर सकते हैं कि स्वच्छता निर्धारण विधियों द्वारा नियमित रूप से तेल के संदूषण स्तर की निगरानी की जाए और आवश्यक

सुधारात्मक कदम उठाए जाएँ, जिनमें फिल्टर बदलना भी शामिल है। यदि स्थिति में सुधार नहीं होता है तो टैंक का तेल भी बदल देना चाहिए, क्योंकि हाइड्रोलिक वाल्व विशेष रूप से आनुपातिक और सर्वो वाल्व गंदगी के प्रति बहुत संवेदनशील होते हैं।

ऑयल संदूषण के स्रोत

- क) स्वयं तेल टैंक में भरे गए तेल के साथ
- ख) पंप, कंट्रोल वाल्व, सिलेंडर जैसे घटकों के आंतरिक भागों के घिसाव के कारण
- ग) ऑयल सील और ओ-रिंग के घिसाव के कारण
- घ) पाइपलाइन के अंदरूनी भाग के घिसाव के कारण
- इ) धातु पाइपों की वेल्डिंग के बाद उत्पन्न मलबे के कारण
- च) हाइड्रोलिक सिलेंडर के पिस्टन रॉड के माध्यम से
- छ) आसपास के वातावरण के माध्यम से
- ज) फिल्टर और री-कंडीशनिंग प्रणाली के खराब रखरखाव के कारण
- झ) हाइड्रोलिक घटकों की मरम्मत या ओवरहॉल के दौरान कॉटन वेस्ट के उपयोग के कारण।



कुछ संदूषक

फिल्टर ऑयल फिल्टर लाइन, री-कंडीशनिंग लाइन, पंप के बाद प्रेशर लाइन में क्लॉगिंग इंडिकेटर के साथ, पायलट लाइन और रिटर्न लाइन में लगाए जाने चाहिए। समय-समय पर फिल्टर के दोनों ओर के प्रेशर अंतर को मॉनिटर करना चाहिए, अन्यथा अधिक प्रेशर अंतर होने पर फिल्टर की दीवार ध्वस्त हो सकती है और तेल बिना फिल्टर हुए गुजर सकता है या प्रवाह दर कम हो सकती है।

तेल की स्वच्छता श्रेणी निर्धारित करने के दो तरीके होते हैं: एनएस1638 और आईएसओ 4406। विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए आवश्यक ऑयल स्वच्छता श्रेणी तय करने के लिए निम्न तालिका को दिशा-निर्देश के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

प्रणाली का प्रकार / अनुप्रयोग का क्षेत्र	आवश्यक स्वच्छता वर्ग	
मानकों के अनुसार	एनएसएस 1638	आईएसओ 4406
हेवी-ड्यूटी सर्वो प्रणाली, लम्बे कार्य जीवन के साथ उच्च दबाव वाला प्रणाली	4-6	15/11
आनुपातिक वाल्व	7-8	16/13
मध्यम दबाव वाला प्रणाली	7-9	18/14
कम दबाव वाली प्रणाली	9-11	19/15

यह याद रखना चाहिए कि तेल का नया ड्रम सबसे साफ नहीं होता है। वास्तव में यह श्रेणी 10 या 11 का हो सकता है। इसलिए केवल तेल बदल देना प्रणाली को साफ करने का समाधान नहीं है।

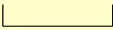



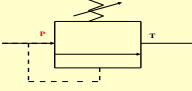

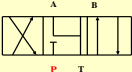

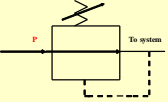
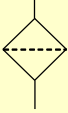
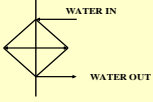

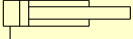

तेल में पानी का प्रवेश :- कभी-कभी हीट एक्सचेंजर में अंदरूनी लीकेज हो सकता है और इसके कारण पानी तेल में मिल सकता है। तेल में पानी होने से प्रणाली के लिए गंभीर समस्याएँ पैदा हो सकती हैं और इसे तेल के रंग से आसानी से पहचाना जा सकता है, जो झाग के साथ सफेद सा हो जाता है। तेल में पानी होने के कारण अंदरूनी घटकों में जंग लगने लगता है। हाइड्रोलिक तेल में पानी के कई अन्य नकारात्मक प्रभाव भी होते हैं। पानी कुछ एडिटिव्स को खत्म कर देता है और कुछ के साथ प्रतिक्रिया करके संक्षारक उप-उत्पाद बनाता है जो कुछ धातुओं को नुकसान पहुंचाते हैं, स्नेहन परत की मजबूती को कम कर देता है जिससे महत्वपूर्ण सतहें घिसाव और जंग के प्रति संवेदनशील हो जाती हैं, फिल्टर की क्षमता को कम कर देता है और फिल्टर को जाम कर देता है।

ऑयल लीकेज नियंत्रण

तेल हाइड्रोलिक प्रणाली का जीवनदाता रक्त है, इसलिए लीकेज को रोकना चाहिए। हमारे देश में उपयोग होने वाले खनिज तेल का अधिकांश भाग आयात किया जाता है जिसके लिए भारी कीमत चुकानी पड़ती है। नुकसान के अलावा तेल का रिसाव मिट्टी को नुकसान पहुंचा सकता है और इस प्रकार भूजल और पौधों के जीवन को भी प्रभावित कर सकता है। परिणामस्वरूप यह पशु जीवन और मानव जीवन को भी नुकसान पहुंचाता है। आग के जोखिम वाले क्षेत्रों में लीकेज होने पर आग लग सकती है जिससे संपत्ति को नुकसान हो सकता है, साथ ही जलने और विशेष रूप से विद्युत तारों और उपकरणों के क्षतिग्रस्त होने के कारण अनावश्यक उत्पादन विलंब भी हो सकता है। इसलिए जहाँ तक संभव हो तेल के रिसाव को नियंत्रित करना आवश्यक है। इसके लिए नियमित निरीक्षण और उसके बाद सुधारात्मक उपाय जैसे ढीले कनेक्शनों और पाइप सपोर्ट को कसना, आंशिक रूप से

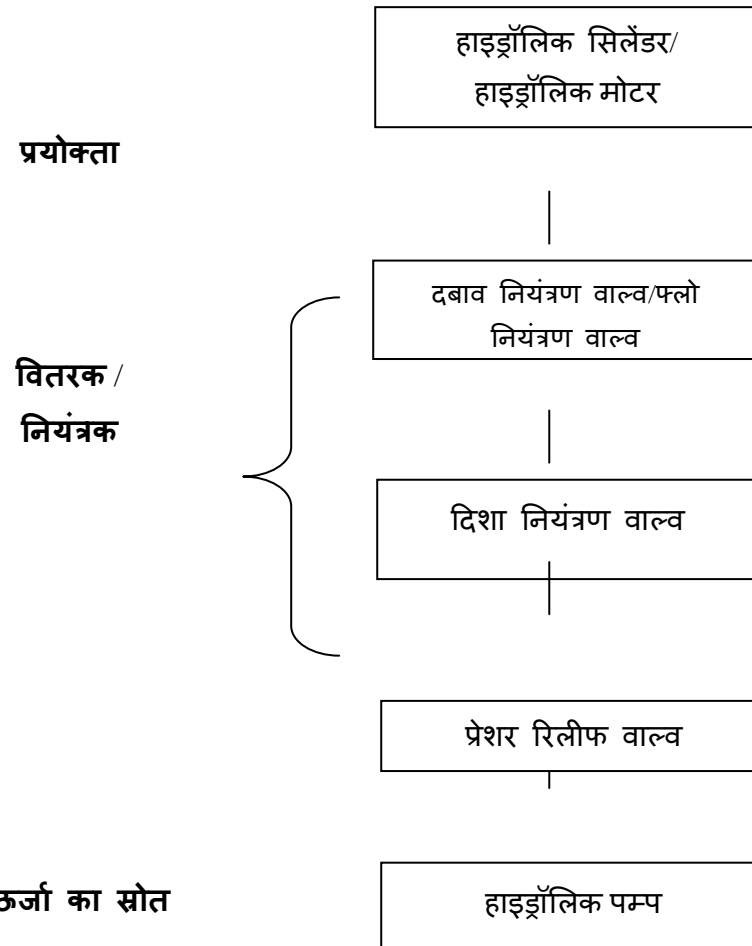
क्षतिग्रस्त ओ-रिंग, होज़ और जंग लगे इस्पात पाइपों को बदलना आवश्यक है। आग के जोखिम वाले क्षेत्रों में हाइड्रोलिक होज़ को समय-समय पर बदलना चाहिए, भले ही वे क्षतिग्रस्त न दिखें।

कुछ आधारभूत सिबल्स

RESERVOIR / TANK	SHUT-OFF VALVE	UNI-DIRECTIONAL FIXED DISPLACEMENT PUMP
		
CHECK VALVE / NON-RETURN VALVE	PRESSURE RELIEF VALVE	ACCUMULATOR GAS CHARGED
		
3 POSITION 4 WAY DIRECTIONAL CONTROL VALVE	FLOW CONTROL VALVE ADJUSTABLE, NON-COMPENSATED	PRESSURE REDUCING VALVE
		
FILTER WITHOUT BY-PASS	HEAT EXCHANGER / COOLER	PILOT OPERATED CHECK VALVE / NON-RETURN VALVE
		
SINGLE ACTING CYLINDER		DOUBLE ACTING CYLINDER
		

8.3 हाइड्रॉलिक प्रणाली का ब्लाक चित्र

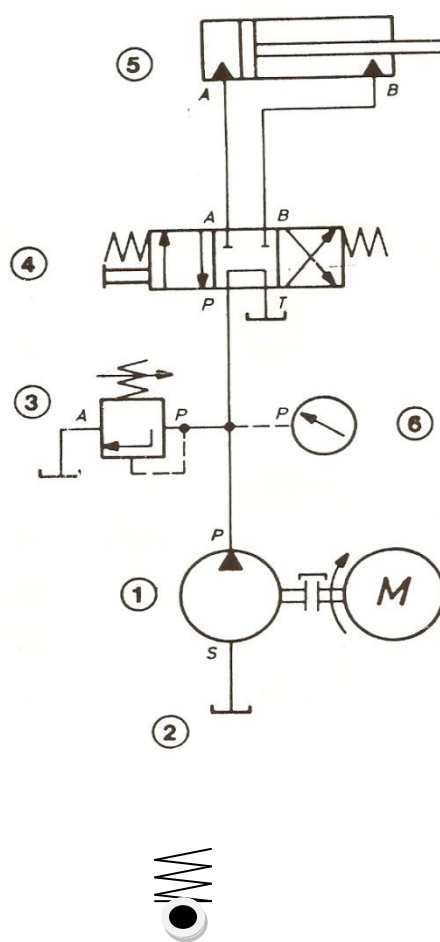
प्रत्येक हाइड्रॉलिक प्रणाली का पता एक सामान्य मूलभूत सर्किट से लगाया जा सकता है जिसमें केवल निम्नानुसार मुख्य कार्य होता है :



सरल हाइड्रॉलिक सर्किट (ओपने सर्किट) (नीचे चित्र देखें)

यहाँ हमारे पास हाइड्रोलिक प्रणाली अपनी सबसे सरल रूप में है। एक पंप 1 स्थिर प्रवाह के साथ टैंक 2 से द्रव को खींचता है और इसे जुड़ी हुई प्रणाली में पहुंचाता है। मैनुअली ऑपरेट किए जाने वाले डायरेक्शन कंट्रोल वाल्व के शून्य स्थिति में हाइड्रोलिक द्रव लगभग बिना दबाव के पंप से टैंक 2 में परिपथ करता है। डीसी वाल्व स्प्रिंग केन्द्रित है। जब डीसी वाल्व 4 को उसके बाएँ स्विचिंग स्थिति में ऑपरेट किया जाता है तो वह (समानांतर तीरों वाले) द्रव सिलेंडर 5 के पिस्टन चैम्बर तक पहुँचता है। पिस्टन रॉड बाहर की ओर चलता है। बाहर की ओर गति पिस्टन क्षेत्र और पंप के प्रवाह पर निर्भर करती है। पिस्टन रॉड पर उपलब्ध बल पिस्टन क्षेत्र और अधिकतम प्रणाली दबाव पर निर्भर करता है। अधिकतम प्रणाली दबाव और इस प्रकार हाइड्रोलिक प्रणाली का लोडिंग प्रेशर रिलीफ वाल्व 3 पर सेट

किया जाता है। वास्तविक दबाव, जो उपयोगकर्ता परिपथ में पार करने वाले प्रतिरोध से निर्धारित होता है, प्रेशर गेज 6 पर पढ़ा जा सकता है।

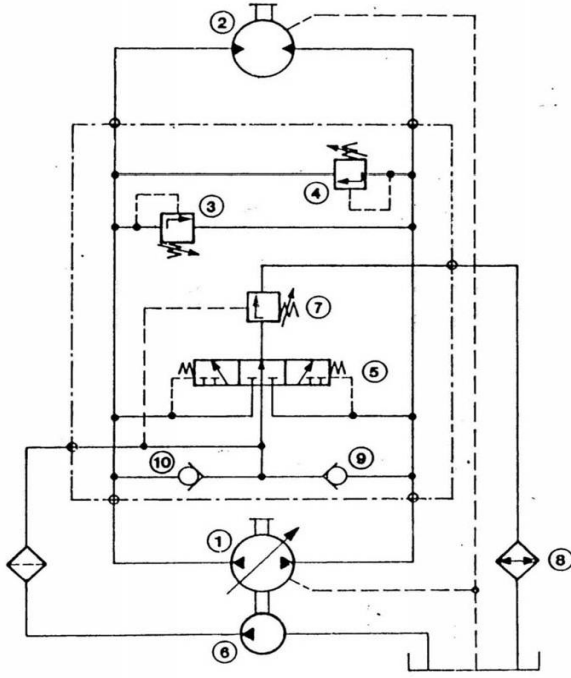


सामान्य पम्प के साथ हमेशा रिलीफ वाल्व लगा होता है और उसके बाद नॉन-रिटर्न वाल्व (चेक वाल्व) लगा होता है।

यह एक विशिष्ट सर्किट होता है जहाँ चेक वाल्व की जरूरत नहीं होती है। चेक वाल्व का सिंबल

सरल हाइड्रॉलिक सर्किट (क्लोज्ड सर्किट) (नीचे चित्र देखें)

सामान्यतः क्लोज्ड सर्किट हाइड्रॉलिक प्रणाली के उपयोग ऐसे स्थानों पर होता है जहाँ हाइड्रो मोटर का सतत प्रचालन होता रहता है।



बंद हाइड्रोलिक प्रणाली में, हाइड्रो मोटर को घुमाने के बाद तेल वापस टैंक में नहीं जाता, बल्कि वह फिर से पंप की सक्शन लाइन में चला जाता है। इस प्रक्रिया में वही तेल लगातार सर्कुलेट होता रहता है। टैंक से ठंडा और ताज़ा तेल सर्किट में मिलाने के लिए एक बूस्टर पंप लगाया जाता है, जो सामान्यतः मुख्य पंप के साथ टैंडम में लगा होता है। यह पंप फ्लशिंग वाल्व के माध्यम से टैंक के तेल को सर्किट में मिलाता है।

8.4 इस्पात संयंत्रों में हाइड्रोलिक प्रणाली के अनुप्रयोग

इस्पात संयंत्रों में हाइड्रोलिक्स के कई प्रकार के उपयोग होते हैं। कुछ महत्वपूर्ण उपयोग इस प्रकार हैं:

1. रोलिंग मिलों में रोल बैलेंसिंग और स्पिंडल बैलेंसिंग, हाइड्रोलिक मैनिपुलेटर, स्लैब एक्सट्रैक्टर, स्लैब और ब्लूम को गर्म करने के लिए वॉकिंग बीम फर्नेस, प्लेटशीट/की मोटाई नियंत्रित करने के लिए ऑटोमैटिक गेज कंट्रोल, रेल वेल्डिंग मशीन, रोल असेंबली मशीन आदि।
2. इलेक्ट्रिक आर्क फर्नेस (वीएडी, लेडल फर्नेस) में इलेक्ट्रोड की गति का नियंत्रण।
3. मोबाइल क्रेन और अर्थ मूविंग उपकरण।
4. कोक ओवन पुशर कार, डोर एक्सट्रैक्टर और चार्जिंग कार।
5. ब्लास्ट फर्नेस बीएलटी उपकरण, मड गन, ड्रिलिंग मशीन।
6. अयस्क हैंडलिंग संयंत्रों में स्टैकर सह रिकलेमर।

7. कंटीन्युअस कास्टिंग शॉप (सीसीएस) में सेगमेंट का बंद होना/खुलना तथा पिंचिंग क्रियाएँ।
8. हाइड्रोलिक प्रेस और विभिन्न मशीन टूल्स आदि।

कुछ महत्वपूर्ण शब्द

कैविटेशन

किसी भी तरल के प्रवाह में एक स्थानीय स्थिति उत्पन्न हो सकती है जब दाब उस तरल के वाष्प दाब तक कम हो जाता है। ऐसी स्थिति में बहुत सारे वाष्प बुलबुले बन जाते हैं, जो प्रवाह के साथ आगे बढ़ते हैं और किसी अन्य स्थान पर जाकर फट जाते हैं। यह स्थिति पंप और सभी हाइड्रोलिक अवयवों के लिए अत्यंत हानिकारक होती है। सामान्यतः डिजाइन के समय यह सुनिश्चित किया जाता है कि हाइड्रोलिक प्रणाली के किसी भी बिंदु पर दाब इतना कम न हो कि कैविटेशन उत्पन्न हो सके। कैविटेशन होने पर पंप से बहुत तेज आवाज आती है और पंप को तुरंत बंद कर देना चाहिए तथा मूल कारण को समाप्त करना चाहिए। इसके कारण उदाहरण के लिए, मरम्मत के दौरान सक्शन लाइन में बहुत अधिक मोड़ बना दिया जाना या कम आकार का पाइप लगाया जाना हो सकता है।

एअरेशन

जब हवा पंप की सक्शन लाइन में प्रवेश कर जाती है और पंप के माध्यम से गुजरती है, तो बहुत अधिक आवाज आती है, जो कैविटेशन जैसी होती है। यह भी पंप को नुकसान पहुँचाती है और इसे चलने नहीं देना चाहिए। यदि सक्शन लाइन के जोड़ पर ग्रीस लगा दी जाए तो पंप के चलने की आवाज तुरंत कम हो जाती है, जिससे यह पुष्टि हो जाती है कि वह जोड़ ढीला है। उस जोड़ को कसना चाहिए और आवश्यकता होने पर पैकिंग या सील बदलनी चाहिए। अत्यधिक एरेशन के कारण द्रव दूधिया दिखाई देने लगता है और अवयव अनियमित रूप से कार्य करने लगते हैं। यदि टैंक में हवा के बुलबुले बन जाएँ या तेल का स्तर कम होने के कारण हवा पंप में प्रवेश कर जाए, तो वही समस्या उत्पन्न होती है।

संपीड्यता

किसी द्रव की इकाई आयतन में दाब के इकाई परिवर्तन के कारण होने वाला आयतन परिवर्तन संपीड्यता कहलाता है।

डीकम्प्रेसन

दाब में बंद द्रव को धीरे - धीरे छोड़कर उसके दाब को क्रमशः कम करने की प्रक्रिया को डीकम्प्रेसन कहा जाता है।

हाइड्रोलिक हैमरिंग

हाइड्रोलिक प्रणाली में वाल्व के अचानक खुलने या बंद होने के कारण गतिज ऊर्जा का स्थितिज ऊर्जा में और स्थितिज ऊर्जा का गतिज ऊर्जा में अचानक परिवर्तन होता है। इससे दाब में तीव्र अस्थिरता और कंपन उत्पन्न होते हैं, जिससे पाइप लाइन फटना आदि घटना हो सकती है।

क्रैकिंग प्रेशर

वह न्यूनतम दाब जिस पर प्रेशर रिलीफ वाल्व खुलना शुरू करता है। हाइड्रोलिक प्रणाली का दाब रिलीफ वाल्व के क्रैकिंग प्रेशर से काफी कम रखा जाना चाहिए।

प्रेशर ओवरराइड

किसी वाल्व के क्रैकिंग प्रेशर और उस दाब के बीच का अंतर, जब वाल्व पूर्ण प्रवाह को पारित कर रहा होता है, प्रेशर ओवरराइड कहलाता है।

बायपास

द्रव के प्रवाह के लिए एक द्वितीयक मार्ग को बायपास कहा जाता है।

8.5 हाइड्रॉलिक प्रणालियों का रखरखाव

<div>हाइड्रॉलिक्स में</div> <div>रख-रखाव</div> <div>प्रक्रिया</div>	<div>ब्रेकडाउन रख-रखाव (आपदात्मक फेल्योर)</div> <ul style="list-style-type: none"> हाइड्रॉलिक प्रणाली को सुरक्षित ढंग से बंद करना माडल कोड की पहचान करके कलपुर्जे बदलना पाइप लाइन बदलना और क्लेम्पिंग. सील बदलना
	<div>पूर्व सक्रिय रख-रखाव (मूल कारण समाप्त करना)</div> <ul style="list-style-type: none"> संदूषण नियंत्रण
	<div>निवारक रख-रखाव (मरम्मत निर्धारण)</div> <ul style="list-style-type: none"> सामान्य निरीक्षण/ बाहरी सफाई तेल बदलना/ पोरिंग पाइप क्लेम्पिंग, जोड़ों को टाइट करना, होज की जाँच फिल्टर एलिमेंट बदलना हीट एक्सचेंजर की सफाई एक्यूमुलेटर नाइट्रोजन फिलिंग लीकेज नियंत्रण
	<div>पूर्वानुमान रख-रखाव (भौतिक विशेषताओं की जाँच)</div> <ul style="list-style-type: none"> तापमान निगरानी पाइपलाइन में वाइब्रेशन जाँच तेल की स्वच्छता की जाँच एक्यूमुलेटर गैस दबाव की जाँच

सामान्य अनुरक्षण के सुझाव

1. हाइड्रोलिक प्रणाली में किसी भी प्रकार का मरम्मत कार्य शुरू करने से पहले हमेशा मानक शटडाउन प्रक्रिया का पालन करें।
2. हाइड्रोलिक प्रणाली को हमेशा साफ सुथरा रखना चाहिए ताकि कोई भी अशुद्धि प्रणाली में प्रवेश न कर सके। प्रणाली को कभी भी खुला छोड़कर बिना निगरानी के नहीं रखना चाहिए। (कंटैमिनेशन नियंत्रण की निगरानी बहुत उपयोगी होती है)।
3. कुछ अशुद्धियाँ प्रणाली के अंदर भी उत्पन्न हो जाती हैं। इसलिए फिल्टरों की नियमित सफाई / बदलाव करना या ऑफलाइन फिल्ट्रेशन प्रणाली का निरीक्षण करना आवश्यक है। याद रखें कि तेल में अशुद्धि हाइड्रोलिक प्रणाली में समस्याओं का प्रमुख कारण है, इसलिए अनुशंसित आईएसओ / एनएस मान बनाए रखना चाहिए।
4. सभी फ्लैज जॉइंट, यूनियन जॉइंट, क्लैंप, फाउंडेशन बोल्ट आदि को नियमित रूप से कसकर रखना चाहिए ताकि पाइपों में अत्यधिक कंपन न हो।
5. होज़ को उनकी स्थिति के आधार पर या निर्धारित समय के अनुसार बदलना चाहिए।
6. सभी स्पेयर सिलेंडर, वाल्व, पंप और होज़ कनेक्शन आदि के पोर्ट उपयोग से ठीक पहले तक बंद या कैप करके रखने चाहिए ताकि अशुद्धियाँ अंदर न जा सकें।
7. जहाँ तक संभव हो पाइप थ्रेड पर टेफ्लॉन टेप या कंपाउंड का उपयोग न करें, विशेषकर उन सटीक प्रणालियों में जिनमें सर्वो या प्रोपोर्शनल वाल्व लगे होते हैं।
8. कूलिंग वाटर को कभी भी प्रणाली में प्रवेश नहीं करने देना चाहिए और हीट एक्सचेंजर की स्थिति पर निगरानी रखनी चाहिए।
9. सभी सील और पैकिंग को समय पर बदलना चाहिए ताकि तेल का रिसाव न्यूनतम हो। यदि समय पर ऐसा नहीं किया गया तो आग लगने की दुर्घटनाएँ हो सकती हैं या व्यक्ति फिसलकर गिर सकता है जिससे दुर्घटना हो सकती है।
10. प्रेशर गेज हमेशा कार्यशील स्थिति में होने चाहिए।
11. टैंक में तेल के स्तर की नियमित जाँच करें और हमेशा निर्धारित न्यूनतम स्तर बनाए रखें।
12. यह सुनिश्चित करें कि टैंक का लो लेवल स्विच पंप मोटर के साथ इंटरलॉक हो और सही स्थिति में कार्य कर रहा हो।
13. अच्छे रखरखाव की प्रक्रिया के अनुसार हाइड्रोलिक द्रव को साफ रखना अनिवार्य है। हाइड्रोलिक द्रव की स्थिति का दैनिक, साप्ताहिक या मासिक रिकॉर्ड रखा जाना चाहिए।

14. सीलों को बदलते या संग्रहित करते समय सावधानी से संभालना चाहिए और उन्हें ठंडी तथा सूखी जगह पर रखना चाहिए।
15. प्रणाली का तापमान अनुमत सीमा के भीतर बनाए रखें ताकि आवश्यक विस्कोसिटी बनी रहे और ऑयल सील को नुकसान न पहुँचे तथा तेल का जल्दी खराब होना भी रोका जा सके।
16. वाल्व, सिलेंडर, पंप आदि के लिए हमेशा यूनिट रिप्लेसमेंट करने का प्रयास करें। इन वस्तुओं की मरम्मत कार्यशाला या परीक्षण प्रयोगशाला में अनुकूल परिस्थितियों में करना चाहिए।
17. जब भी वाल्व, सिलेंडर या पंप खोला जाए, तो सभी सीलों को बदलने का प्रयास करें।
18. हमेशा यह सुनिश्चित करें कि फिल्टरों के क्लॉगिंग इंडिकेटर लगे हुए हों और सही स्थिति में कार्य कर रहे हों ताकि फिल्टर की स्थिति का पता चल सके।
19. तेल की पूर्ति हमेशा पोर्टाफिल्टर द्वारा करनी चाहिए ताकि अशुद्धियों को न्यूनतम किया जा सके।
20. एक्यूम्युलेटर के गैस प्रेशर की समय समय पर जाँच करनी चाहिए और प्रीचार्ज-प्रेसर अधिकतम कार्य दाब के एक चौथाई से कम नहीं होना चाहिए, बेहतर है कि वह लगभग एक तिहाई हो (ओईएम के दिशा निर्देशों का पालन करें) । ध्यान रखें कि गैस के रूप में केवल नाइट्रोजन ही भरी जानी चाहिए। यदि गलती से ऑक्सीजन भर दी गई तो एक्यूम्युलेटर फट सकता है। नाइट्रोजन को धीरे धीरे भरना चाहिए, नाइट्रोजन सिलेंडर वाल्व को पूरी तरह नहीं खोलना चाहिए, क्योंकि नाइट्रोजन ठंडी होकर ठोस बन सकती है और ब्लैंडर को फाड़ सकती है।
21. सबसे महत्वपूर्ण बात - तेल की स्वच्छता है। महत्वपूर्ण अनुप्रयोगों के लिए इलेक्ट्रोस्टैटिक लिक्विड क्लीनर (ईएलसी) का उपयोग भी किया जा सकता है। आफलाईन फिल्ट्रेशन प्रणाली का भी उपयोग किया जा सकता है।
22. मरम्मत या नई स्थापना के बाद जब किसी हाइड्रोलिक पंप को पहली बार चालू किया जाए, तो सुनिश्चित करें कि पंप में तेल भरा हुआ हो और सक्शन वाल्व खुला हो, (अन्यथा पंप क्षतिग्रस्त हो सकता है)।

8.6 हाइड्रोलिक्स में सुरक्षा

करने योग्य कार्य

1. तेल के कंटैमिनेशन स्तर की नियमित निगरानी करें।
2. तेल टैंक का तापमान सीमा के भीतर रखें ताकि आवश्यक विस्कोसिटी बनी रहे और ऑयल सील को नुकसान न पहुँचे।

3. संपीडित स्प्रिंग वाले पंप या वाल्व या सिलेंडर खोलते समय सावधानी बरतें।
4. हाइड्रोलिक पाइपों की कटिंग या वेल्डिंग के समय पास में अग्निशामक यंत्र, रेत और पानी रखें।
5. मरम्मत या नई स्थापना के बाद जब पंप पहली बार चालू किया जाए, तो सुनिश्चित करें कि पंप में तेल भरा हुआ है और सक्शन वाल्व खुला है (अन्यथा पंप क्षतिग्रस्त हो सकता है)।
6. हीट एक्सचेंजर की इनलेट लाइन में लगे वाटर फिल्टरों को समय समय पर साफ करें।
7. परीक्षण के समय मरम्मत किए गए पाइपलाइन फ्लैज जॉइंट और यूनियन जॉइंट से दूर रहें।

न करने योग्य कार्य

1. चलते हुए उपकरणों में कभी भी रखरखाव कार्य न करें।
2. पाइपलाइन या किसी घटक को हटाने से पहले उसे डीप्रेसराइज किए बिना हाइड्रोलिक पाइप कनेक्शन न खोलें।
3. हाइड्रोलिक एक्ज्यूम्यूलेटर जैसे प्रेशर वेसल में नाइट्रोजन की जगह ऑक्सीजन / हवा कभी न भरें।
4. समुचित विद्युत शटडाउन किए बिना पंप कपलिंग को कभी न छुएँ।
5. हाइड्रोलिक घटकों या पाइपलाइन की मरम्मत में कॉटन वेस्ट का उपयोग कभी न करें।
6. पंप की ड्रेन लाइन या किसी भी वाल्व की ड्रेन लाइन को कभी बंद न करें।

सुरक्षा

जब भी प्रणाली की ट्रबल- शूटिंग या रखरखाव किया जाए, सुरक्षा को सर्वोच्च प्राथमिकता दी जानी चाहिए। इसलिए निम्नलिखित प्रकार की व्यवस्थित शटडाउन प्रक्रिया अपनाना बेहतर होता है:

- क) लटके हुए भार को नीचे उतारें या यांत्रिक रूप से सुरक्षित करें।
- ख) प्रेशर लाइन को डीप्रेसराइज करें।
- ग) जहाँ आवश्यक हो, स्टॉप वाल्व बंद करें।
- घ) विद्युत नियंत्रण प्रणाली को अलग करें।

इ) एक्व्यूम्यूलेटर यूनिट को खाली करें।

च) इंटेंसिफायर के दोनों सिरों को डिस्चार्ज करें।

छ) हाइड्रोलिक पाइपों की कटिंग या वेल्डिंग के स्थान के पास अग्निशामक यंत्र, रेत की बाल्टियाँ और पानी की बाल्टियाँ रखें।

ज) यदि हाइड्रोलिक तेल आँख में चला जाए तो उसे अच्छी तरह पानी से धोएँ।

झ) यदि उच्च दाब वाला हाइड्रोलिक तेल त्वचा के माध्यम से रक्त में प्रवेश कर जाए तो यह बहुत हानिकारक होता है। इसलिए स्वयं को कभी भी उच्च दाब वाले जेट या रिसाव के सीधे संपर्क में न लाएँ।

अध्याय - 9

इलेक्ट्रिकल और इलेक्ट्रॉनिक्स

9.1 मूल विद्युत इंजीनियरी

विद्युत परिपथ

एक विद्युत परिपथ विद्युत अवयवों का परस्पर जुड़ा हुआ संयोजन होता है।

करंट (अल्टरनेटिंग और डायरेक्ट)

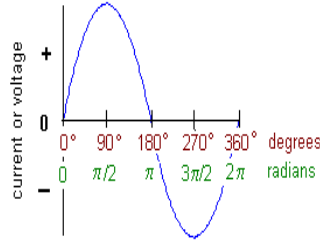
किसी चालक में बहुत बड़ी संख्या में इलेक्ट्रॉन होते हैं जो गतिशील या मुक्त इलेक्ट्रॉन होते हैं और तापीय ऊर्जा के कारण अनियमित रूप से इधर उधर गति करते रहते हैं। जब किसी चालक, जैसे धातु की तार, को किसी वोल्टेज स्रोत जैसे बैटरी के दो टर्मिनलों के बीच जोड़ा जाता है, तो स्रोत चालक के पार एक विद्युत क्षेत्र उत्पन्न कर देता है। जैसे ही वोल्टेज लगाया जाता है, चालक के मुक्त इलेक्ट्रॉन इस विद्युत क्षेत्र के प्रभाव में धनात्मक टर्मिनल की ओर खिसकने लगते हैं। इस प्रकार सामान्य ठोस चालक में मुक्त इलेक्ट्रॉन ही धारा के वाहक होते हैं।

करंट की गणना निम्नलिखित समीकरण से की जा सकती है:

$I = Q / t$ जहाँ Q विद्युत आवेश है जो कूलॉम्ब (एम्पीयर सेकंड) में होता है और t समय है जो सेकंड में होता है। करंट की इकाई एम्पियर (A) होती है।

परिवर्ती करंट (एसी) वह विद्युत करंट है जिसकी परिमाण और दिशा दोनों समय के साथ आवर्ती रूप से बदलते रहते हैं, जबकि **दिष्ट करंट (डीसी)** में धारा की दिशा स्थिर रहती है। घरेलू और औद्योगिक उपयोग में विद्युत आपूर्ति के लिए एसी प्रणाली का व्यापक उपयोग किया जाता है क्योंकि यह डीसी प्रणाली की तुलना में सस्ती होती है। डीसी प्रणाली का उपयोग क्रेन, होइस्ट आदि में किया जाता है जहाँ अधिक प्रारंभिक टॉर्क की आवश्यकता होती है। इसके अतिरिक्त नियंत्रण और संरक्षण प्रणालियों में भी इसका उपयोग किया जाता है जहाँ विश्वसनीयता अत्यंत महत्वपूर्ण होती है। यह या तो एसी-से-डीसी कनवर्टर (जैसे डायोड, थाइरिस्टर्स आदि) के माध्यम से या बैटरियों के द्वारा बैक अप स्रोत के रूप में प्राप्त की जाती है। उच्च वोल्टेज डीसी प्रणाली का उपयोग बड़ी मात्रा में विद्युत शक्ति के संचरण के लिए किया जाता है ताकि ट्रांसमिशन हानि को कम किया जा सके।

एसी पावर सर्किट का सामान्य वेवफॉर्म साइन वेव होता है। उदाहरण के लिए, एसी सर्किट में वोल्टेज को निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है:



$$V(t) = V_{\text{मैक्स साइन}} \omega t$$

जहाँ $V_{\text{मैक्स}}$ अधिकतम आयाम या तात्कालिक मान होता है और ω कोणीय आवृत्ति होती है। साइनाकार तरंग T सेकंड के बाद स्वयं को दोहराती है, जहाँ T उस साइन तरंग की समयावधि होता है।

ऊपर दिए गए वेवफॉर्म से स्पष्ट है कि

$$\omega T = 2\pi \text{ या } T = 2\pi / \omega$$

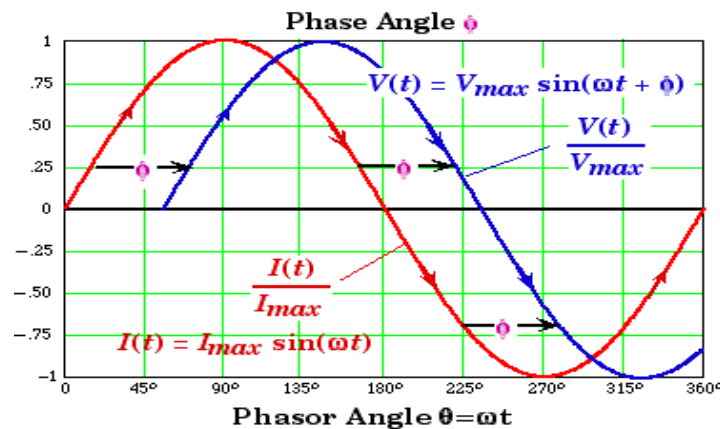
साइन तरंग के दोहराने की दर को उसकी आवृत्ति कहते हैं, जिसे f से दर्शाते हैं।

$$f = 1 / T \quad \text{या} \quad f = \omega / 2\pi \quad \text{या} \quad \omega = 2\pi f$$

आवृत्ति की इकाई हर्ट्ज (एचजेड) होती है, जहाँ 1 एचजेड का अर्थ है प्रति सेकंड एक चक्र। भारत में एसी विद्युत आपूर्ति की आवृत्ति 50 एचजेड होती है। इसलिए साइन तरंग की समयावधि $T = 1 / f$ या $T = 1 / 50$ या $T = 20$ मिलीसेकंड होती है।

फेज कोण

एसी परिपथ में करंट और वोल्टेज दोनों साइनाकार रूप में उसी आवृत्ति के साथ दोलन करते हैं, किंतु वे एक दूसरे के साथ समान चरण में नहीं होते, अर्थात् उनके बीच एक फेज अंतर होता है।



जिस कोण से किसी परिपथ में वोल्टेज की साइन तरंग, उसी परिपथ में धारा की साइन तरंग से आगे या पीछे होती है, उसे फेज कोण ϕ कहा जाता है। यदि ϕ का मान धनात्मक है, तो इसका अर्थ है कि वोल्टेज धारा से लीड कर रहा है।

वोल्टेज (या विभवांतर)

वोल्टेज (या विभावंतर) किसी विद्युत या इलेक्ट्रॉनिक परिपथ के दो बिंदुओं के बीच विद्युत विभव का अंतर होता है। वोल्टेज की इकाई वोल्ट (वी) होती है।

विद्युत विभवांतर वह क्षमता है जो विद्युत आवेश को किसी प्रतिरोध के माध्यम से आगे बढ़ने में सहायता करती है।

वोल्टेज को सामान्यतः परिपथ के किसी स्थिर और अपरिवर्तित बिंदु के सापेक्ष मापा या निर्दिष्ट किया जाता है, जिसे ग्राउंड (अर्थ) या न्यूट्रल कहा जाता है।

प्रतिरोध को चालक की वह विशेषता कहा जाता है जो उसके माध्यम से विद्युत धारा (इलेक्ट्रॉनों) के प्रवाह का प्रतिरोध या उसे सीमित करता है। धातुएँ, अम्लीय घोल और लवणीय घोल विद्युत के बहुत अच्छे चालक होते हैं। बेकलाइट, माइका, काँच, रबर, कागज, पीवीसी और सूखी लकड़ी जैसे विद्युत के खराब चालक इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह के लिए अपेक्षाकृत अधिक प्रतिरोध प्रदान करते हैं। इसलिए इनका उपयोग इंसुलेटर या इन्सुलेटिंग पदार्थ के रूप में किया जाता है।

ओम का नियम यह बताता है कि किसी चालक के दो बिंदुओं के बीच विभवांतर या वोल्टेज (वी) और उन बिंदुओं से प्रवाहित होने वाले करंट (आई) का अनुपात एक स्थिरांक होता है। इस स्थिरांक को उस चालक का प्रतिरोध (आर) कहा जाता है। ओम का नियम निम्नलिखित समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है:

$$V / I = R \quad \text{या,} \quad V = I \times R. \quad \text{प्रतिरोध की इकाई ओम}(\Omega) \text{ है.}$$

किसी चालक का प्रतिरोध निम्नलिखित समीकरण द्वारा परिभाषित होता है :

$R = \rho (l/A)$ जहाँ, 'ρ' विशिष्ट प्रतिरोध का मान है, 'l' लम्बाई है और 'A' चालक का क्रॉस सेक्शन क्षेत्र है.

विद्युत सर्किट में विद्युत और ऊर्जा

किसी सर्किट एलिमेंट द्वारा खपत की गई विद्युत (P) (माना एक प्रतिरोधक R) जिसके माध्यम से करंट I प्रवाहित हो रही है।

$$P = V \times I \quad \text{विद्युतीय ऊर्जा की इकाई वाट (W) है.}$$

समय t में खपत की गई विद्युतीय ऊर्जा को इस प्रकार व्यक्त किया जाता है,,

$E = V \times I \times t$ या $E = P \times t$ विद्युत ऊर्जा की यूनिट वाट-घंटा (डब्लूएच) है. विद्युत की खपत की सामान्य यूनिट (अर्थात ऊर्जा) केडब्लूएच है।

ऊर्जा को **एनर्जी मीटर** द्वारा मापा जाता है, जिसमें आपूर्ति वोल्टेज (वी) और लाइन करंट (आई) को इनपुट के रूप में लिया जाता है। उच्च वोल्टेज प्रणालियों में ऊर्जा की खपत को मापने के लिए एनर्जी मीटर में वोल्टेज या पोटेंशियल ट्रांसफॉर्मर का आउटपुट तथा करंट ट्रांसफॉर्मर का आउटपुट उपयोग किया जाता है।

वास्तविक, आभासी और प्रतिक्रियाशील शक्ति तथा पावर फैक्टर

अब तक विद्युत के लिए जिन समीकरणों की चर्चा की गई है वे डीसी परिपथों के लिए मान्य हैं। एसी परिपथों में किसी आवर्ती धारा या वोल्टेज के प्रभावी मान को लिया जाता है। किसी आवर्ती धारा का प्रभावी मान वह डीसी धारा होती है जो किसी प्रतिरोध में उतनी ही औसत विद्युत प्रदान करती है जितना वह आवर्ती करंट प्रदान करता है। किसी आवर्ती संकेत का प्रभावी मान उसका रूट मीन स्क्वायर (आरएमएस) मान होता है।

$$I_{\text{आरएमएस}} = I_{\text{अधिकतम}} / \sqrt{2} \quad \text{और} \quad V_{\text{आरएमएस}} = V_{\text{अधिकतम}} / \sqrt{2}$$

अब मान लीजिए, $V(t) = V_{\text{अधिकतम}} \sin(\omega t + \theta_v)$ और $I(t) = I_{\text{अधिकतम}} \sin(\omega t + \theta_i)$, तो आरएमएस मान में विद्युत को इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है

$$P = \frac{1}{2} V_{\text{अधिकतम}} I_{\text{अधिकतम}} \sin(\theta_v - \theta_i) \quad \text{or,} \quad P = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \sin(\theta_v - \theta_i) \quad \text{या,} \quad P = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \sin \Phi \quad \text{जहाँ } \Phi = (\theta_v - \theta_i) \text{ या वोल्टेज और करंट के बीच फेज विस्थापन।}$$

रेसिस्टर R द्वारा अवशोषित विद्युत है

$$P = I_{\text{आरएमएस}}^2 R = V_{\text{आरएमएस}}^2 / R$$

प्रस्तुत चित्र में **विद्युत त्रिभुज**

वास्तविक विद्युत (P), प्रत्यक्ष विद्युत (S)

और प्रतिक्रिया विद्युत (Q) को दर्शाता है।

समीकरण $P = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \sin \Phi$ को निम्नानुसार

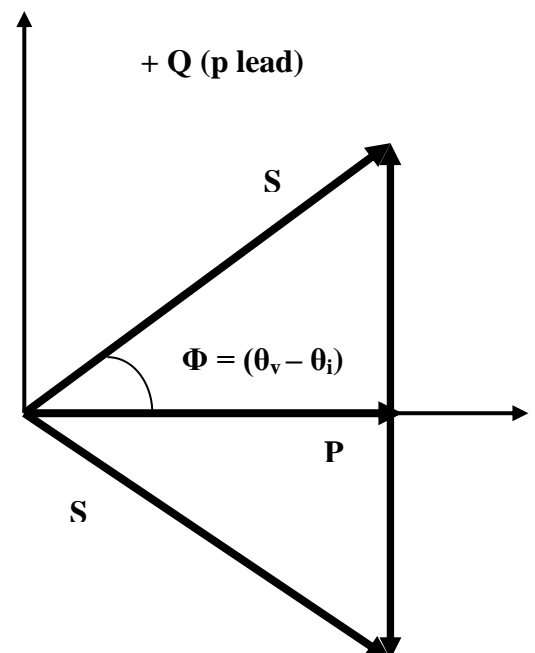
भी लिखा जा सकता है।

$P = S \sin \Phi$, जहाँ P सक्रिय विद्युत है

$S = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}$ प्रत्यक्ष विद्युत है

$Q = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \cos \Phi$ प्रतिक्रिया विद्युत है,

प्रणाली की इंडक्टिव/कैपेसिटिव घटकों को दर्शाता है



सक्रिय विद्युत की यूनिट वाट या W है।

प्रत्यक्ष विद्युत की यूनिट वोल्टएम्प या VA है।

प्रतिक्रिया विद्युत की यूनिट वोल्टएम्प रिएक्टिव या VAR है।

$\cos \Phi$ विद्युत फैक्टर (pf) है	- O (pf lead)
------------------------------------	---------------

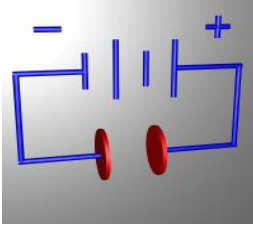
विद्युत फैक्टर (pf) = P / S = $\cos \Phi$ वोल्टेज और करंट के बीच फेस अंतर का कोसाइन है।

शुद्ध प्रतिरोधी लोड के लिए वोल्टेज और करंट एक ही फेज में होते हैं, अर्थात् $\theta_v - \theta_i = 0$, इसलिए पावर फैक्टर (pf) = 1 होता है। शुद्ध रिएक्टिव लोड के लिए $\theta_v - \theta_i = \pm 90^\circ$ होता है और इसलिए पावर फैक्टर (pf) = 0 होता है। इन दोनों चरम स्थितियों के बीच पावर फैक्टर या तो लीडिंग होता है या लैगिंग। लीडिंग पावर फैक्टर का अर्थ है कि करंट वोल्टेज से आगे होती है, जो कि कैपेसिटिव लोड को दर्शाता है। लैगिंग पावर फैक्टर का अर्थ है कि करंट वोल्टेज से पीछे होती है, जो **इंडक्टिव लोड** को दर्शाता है। अधिकांश औद्योगिक और घरेलू लोड इंडक्टिव होते हैं और इसलिए उनका पावर फैक्टर सामान्यतः लैगिंग होता है।

संधारित्र और धारिता

एक **कैपेसिटर** दो चालक सतहों से मिलकर बना होता है, जिनके बीच एक इन्सुलेटिंग माध्यम (या डाइलेक्ट्रिक) की परत होती है। चालक सतहें गोलाकार, आयताकार, गोलाकार गोले के रूप में या बेलनाकार आकार की हो सकती हैं। कैपेसिटर डाइलेक्ट्रिक में उत्पन्न इलेक्ट्रोस्टैटिक तनाव के द्वारा विद्युत ऊर्जा को संग्रहित करता है। कृपया ध्यान दें कि कैपेसिटर के लिए “कंडेंसर” शब्द का उपयोग गलत है, क्योंकि यह ऊर्जा को कंडेंस नहीं करता।

प्रतिरोधकों के बाद, कैपेसिटर विद्युत परिपथ में सबसे अधिक उपयोग किए जाने वाले अवयवों में से एक हैं। इनका उपयोग इलेक्ट्रॉनिक्स और संचार प्रणालियों में (जैसे रेडियो रिसीवर के ट्यूनिंग सर्किट), कंप्यूटरों में (डायनेमिक मेमोरी के रूप में), तथा विद्युत प्रणाली (विद्युत कारक में सुधार) किया जाता है।



समानांतर प्लेट वाला एक कैपेसिटर बैटरी से जुड़ा हुआ माना जाता है। कैपेसिटर की प्लेटों के बीच विभवांतर बैटरी के वोल्टेज के बराबर होता है, जिससे कैपेसिटर चार्ज हो जाता है। किंतु कैपेसिटर के स्वाभाविक गुण के कारण वह अपने ऊपर आवेश के संचय का विरोध करता है। धीरे धीरे कैपेसिटर की धनात्मक प्लेट पर $+Q$ आवेश और ऋणात्मक प्लेट पर $-Q$ आवेश जमा हो जाता है। विद्युत परिपथ में कैपेसिटर वोल्टेज के मान में होने वाले किसी भी परिवर्तन का विरोध करता है।

धारिता

धारिता (C) कैपेसिटर का वह गुण है जिसके कारण वह विद्युत आवेश को संग्रहित कर सकता है। इसे इस प्रकार परिभाषित किया जाता है कि प्लेटों के बीच एक इकाई विभवांतर उत्पन्न करने के लिए जितने आवेश की आवश्यकता होती है वही धारिता कहलाती है।

$$C = Q / V$$

अर्थात् धारिता प्रति इकाई विभवांतर पर आवश्यक आवेश होती है।

धारिता की इकाई फैराड (F) होती है। तथापि फैराड बहुत बड़ी इकाई है, इसलिए व्यवहार में इसे छोटी इकाइयों में व्यक्त किया जाता है जैसे माइक्रोफैराड ($\mu F = 10^{-6} F$), नैनोफैराड ($nF = 10^{-9} F$) या पिकोफैराड ($pF = 10^{-12} F$)।

धारिता C कैपेसिटर की एक अंतर्निहित विशेषता है और यह Q तथा V पर निर्भर नहीं करती है। यह कैपेसिटर के भौतिक आयामों पर निर्भर करती है। समानांतर प्लेट कैपेसिटर के लिए धारिता का मान होता है:

$$C = \epsilon A / d$$

जहाँ ϵ = डाइलेक्ट्रिक की परमिटिविटी A = प्लेटों का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल d = प्लेटों के बीच की दूरी है

जैसे विद्युत परिपथ में प्रतिरोध होता है, उसी प्रकार कैपेसिटर कैपेसिटिव रिएक्टेंस (X_c) प्रदान करता है जिसकी इकाई ओम होती है।

$$X_c = 1 / \omega C \text{ या } X_c = 1 / 2\pi fC$$

कैपेसिटर के प्रकार

कैपेसिटर को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है:

1. निर्माण के प्रकार के आधार पर - स्थिर या परिवर्तनीय
2. डाइलेक्ट्रिक पदार्थ के आधार पर - पॉलिएस्टर, माइका, पॉलीस्टाइरीन या इलेक्ट्रोलाइटिक

इंडक्टर और इंडक्टेंस

यद्यपि कैपेसिटर अपने विद्युत क्षेत्र में ऊर्जा संग्रहित करते हैं, वहीं इंडक्टर अपने चुंबकीय क्षेत्र में ऊर्जा संग्रहित करते हैं। इंडक्टर का उपयोग पावर आपूर्ति, ट्रांसफॉर्मर, रेडियो, टीवी, रडार और विद्युत मोटरों में किया जाता है। इंडक्टर का सामान्य उपयोग कॉइल या चोक के रूप में होता है। विद्युत प्रणाली में इंडक्टर का उपयोग रिले, डिले टाइमर, सेंसिंग डिवाइस आदि में किया जाता है। दूरसंचार प्रणालियों में इनका उपयोग सेंसिंग हेड, टेलीफोन सर्किट और लाउडस्पीकर में किया जाता है।

इंडक्टर एक चालक तार की कॉइल से बना होता है। इंडक्टर के पार वोल्टेज निम्न समीकरण से दिया जाता है:

$$V = L (di / dt) \text{ जहाँ } L \text{ इंडक्टेंस है।}$$

इंडक्टेंस वह विशेषता है जिसके कारण इंडक्टर अपने माध्यम से बहने वाले करंट के परिवर्तन का विरोध करता है। इंडक्टेंस की इकाई हेनरी (एच) होती है।

इंडक्टेंस इंडक्टर के भौतिक आयाम और निर्माण पर निर्भर करता है। एक सोलोनॉयड के लिए इंडक्टेंस का मान उसके आकार, टर्न्स की संख्या और कोर के पदार्थ पर निर्भर करता है।

$$L = N^2 \mu A / l$$

जहाँ N = टर्न्स की संख्या l = लंबाई A = अनुप्रस्थ क्षेत्रफल μ = कोर की पारगम्यता

जैसे विद्युत परिपथ में प्रतिरोध होता है, उसी प्रकार इंडक्टेंस इंडक्टिव रिएक्टेंस प्रदान (XL) करता है जिसकी इकाई ओम होती है।

$$X_L = \omega L \quad \text{या} \quad X_L = 2\pi fL$$

इंडक्टर के प्रकार

इंडक्टर को निम्न आधारों पर वर्गीकृत किया जा सकता है:

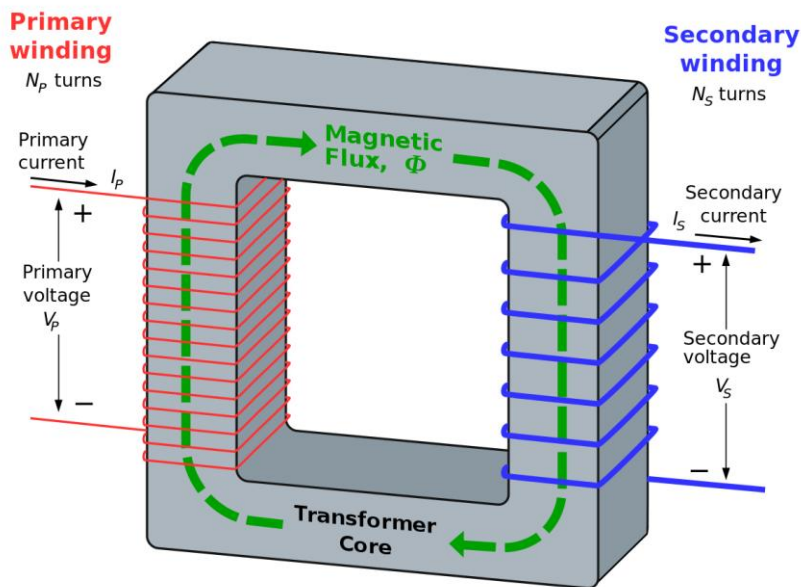
1. निर्माण के प्रकार के आधार पर - स्थिर या परिवर्तनीय
2. कोर सामग्री के आधार पर - आयरन, इस्पात, प्लास्टिक या वायु

9.2 ट्रांसफॉर्मर के मूल सिद्धांत

ट्रांसफॉर्मर क्या है?

ट्रांसफॉर्मर एक स्थिर विद्युत उपकरण है जो विद्युतचुंबकीय प्रेरण (ईएमआई) के सिद्धांत का उपयोग करके प्रत्यावर्ती वोल्टेज को एक स्तर से दूसरे स्तर में प्रभावी रूप से परिवर्तित करता है। प्राथमिक कुंडली में उत्पन्न प्रत्यावर्ती चुंबकीय फ्लक्स द्वितीयक कुंडली से जुड़ा है और दोनों कुंडलियों में टर्न्स की संख्या के अनुपात के आधार पर द्वितीयक कुंडली में प्रत्यावर्ती वोल्टेज प्रेरित करता है।

ट्रांसफॉर्मर विद्युत वितरण नेटवर्क का एक महत्वपूर्ण हिस्सा होते हैं। ये बहुत उच्च दक्षता लगभग (95 से 99 प्रतिशत) पर कार्य करते हैं। ट्रांसफॉर्मर का मुख्य उपयोग आवश्यकता के अनुसार प्रणाली के वोल्टेज को स्टेप अप या स्टेप डाउन के लिए किया जाता है।



चित्र -1 में आदर्श सिंगल फेस ट्रांसफॉर्मर दर्शाया गया है

एक आदर्श ट्रांसफॉर्मर के मूल घटक

- लैमिनेटेड आयरन का चुंबकीय कोर, जो सामान्यतः सीआरजीओ (कोल्ड रोल्ड ग्रेन ओरिएंटेड) ग्रेड इस्पात का होता है।
- कोर को लैमिनेट किया जाता है ताकि हिस्टीरिसिस लॉस और एडी करंट लॉस को कम किया जा सके।
- प्राइमरी और सेकेंडरी वाइंडिंग, जो कोर के चारों ओर लगाई जाती हैं।
 - जो वाइंडिंग स्रोत से जुड़ी होती है उसे प्राइमरी वाइंडिंग कहा जाता है और जो लोड से जुड़ी होती है उसे सेकेंडरी वाइंडिंग कहा जाता है।
 - जिस वाइंडिंग में उच्च वोल्टेज होता है उसे एचवी या एचटी वाइंडिंग कहा जाता है और जिस वाइंडिंग में निम्न वोल्टेज होता है उसे एलवी या एलटी वाइंडिंग कहा जाता है।

टर्न्स अनुपात (k)

टर्न्स अनुपात (k) = प्राथमिक वोल्टेज/ सेकेंडरी वोल्टेज

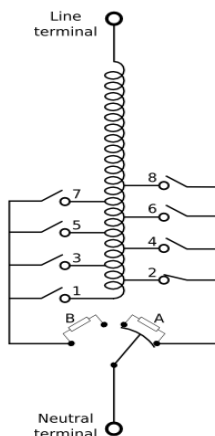
= प्राथमिक टर्न्स की संख्या/ सेकेंडरी टर्न्स की संख्या

= सेकेंडरी करंट/ प्राथमिक करंट

ट्रांसफॉर्मर वाइंडिंग में टैप्स

टैप्स सामान्यतः कम करंट अर्थात उच्च वोल्टेज वाइंडिंग से टैप चेंजिंग स्विच तक निकाले जाते हैं। चुंबकीय संतुलन बनाए रखने के लिए टैप पॉइंट्स को सामान्यतः वाइंडिंग के मध्य से निकाला जाता है और ये सामान्यतः $\pm 1.25\%$, $\pm 2.5\%$ और $\pm 5.0\%$ के अनुरूप होते हैं।

यदि प्राइमरी वोल्टेज अधिकतर समय असामान्य रूप से कम रहता है, तो -10% टैपिंग लेना उचित होता है।



एक सामान्य ओएलटीसी (ऑन लोड टैप चेंजर) में यदि वर्तमान में टैप-2 चुना गया है, तो करंट टैप-2 से डाइवर्टर स्विच की स्थिति A के माध्यम से न्यूट्रल टर्मिनल तक जाता है। जब टैप-3 चुना जाता

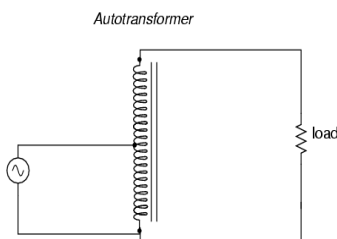
है, तो डाइवर्टर स्विच की स्थिति A से B में बदल जाती है और करंट का मार्ग टैप-3 से डाइवर्टर स्विच की स्थिति B के माध्यम से न्यूट्रल टर्मिनल तक पूरा होता है।

टैप चेंजर मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं: ऑफलोड- प्रकार - यह सामान्यतः डिस्ट्रीब्यूशन ट्रांसफॉर्मर में उपयोग किया जाता है और इसे ट्रांसफॉर्मर को बंद करने के बाद ही चलाया जाता है। ऑनलोड- प्रकार - यह सामान्यतः पावर ट्रांसफॉर्मर में उपयोग किया जाता है जहाँ बार बार टैप बदलने की आवश्यकता होती है और इसे विद्युत आपूर्ति बंद किए बिना बदला जा सकता है।

इस्पात प्लांट्स में उपयोग होने वाले अन्य ट्रांसफॉर्मर

परंपरागत दो वाइंडिंग पावर और डिस्ट्रीब्यूशन ट्रांसफॉर्मर के अलावा इस्पात संयंत्रों में कई अन्य प्रकार के ट्रांसफॉर्मर भी उपयोग किए जाते हैं, जो इस प्रकार हैं : -

इनका वर्गीकरण निम्न प्रकार है:



क. ऑटो ट्रांसफॉर्मर : ऑटो ट्रांसफॉर्मर में सेकेंडरी वोल्टेज टैप की गई प्राइमरी वाइंडिंग से प्राप्त होता है। इसका उपयोग बड़ी मात्रा में विद्युत के ट्रांसफर के लिए किया जाता है जहाँ विद्युत पृथक्करण की आवश्यकता नहीं होती।

ख. विद्युत ट्रांसफॉर्मर : इनका उपयोग स्विचयार्ड में बड़ी मात्रा में विद्युत शक्ति के ट्रांसफर के लिए वोल्टेज को स्टेप डाउन (ईएचवी से एचवी) या स्टेप अप (एचवी से ईएचवी) करने के लिए किया जाता है। इनमें एक या दो सेकेंडरी वाइंडिंग हो सकती हैं। ये ट्रांसफॉर्मर अधिक लोड पर उच्च दक्षता दिखाते हैं।

ग. डिस्ट्रीब्यूशन ट्रांसफॉर्मर : इनका उपयोग सब - स्टेशन पर लोड के पास एचवी से एलवी वोल्टेज कम करने के लिए किया जाता है। ये कम लोड पर अधिक दक्षता प्रदान करते हैं।

घ. थाइरिस्टर (कनवर्टर / इनवर्टर) ट्रांसफॉर्मर : इनका उपयोग ड्राइव प्रणाली में किया जाता है, जो एसी मोटरों को चलाने के लिए एसी-से-डीसी या डी-से-एसी परिवर्तन करते हैं, जैसे वीवीवीएफ ड्राइव्स। इन ट्रांसफॉर्मरों में इन्वर्टर ग्रेड इन्सुलेशन होता है ताकि तेज स्विचिंग झटकों को सहन किया जा सके।

ङ. फर्नेस ट्रांसफॉर्मर : इनका उपयोग आर्क फर्नेस में किया जाता है जहाँ सामान्यतः 33 केवी के उच्च वोल्टेज को लगभग 440 वी तक घटाया जाता है ताकि बहुत अधिक कार्य धारा लगभग 20-30 केए उत्पन्न की जा सके जो आर्किंग के लिए आवश्यक होती है।

इसका उपयोग मुख्यतः सेकेंडरी इस्पात निर्माण में होता है। यहाँ वोल्टेज परिवर्तन ऑन-लोड टैप चेंजर (ओएलटीसी) द्वारा किया जाता है, जो सामान्यतः एक दिन में 70-80 बार संचालित होता है।

च. इंस्ट्रूमेंट ट्रांसफॉर्मर : इस श्रेणी में सीटी या करंट ट्रांसफॉर्मर और पीटी या पोटेन्शियल ट्रांसफॉर्मर आते हैं। इनका उपयोग सुरक्षा और मीटरिंग के लिए किया जाता है। इनका आकार पारंपरिक ट्रांसफॉर्मरों की तुलना में बहुत छोटा होता है और इनका मुख्य कार्य नेटवर्क में प्रवाहित करंट या वोल्टेज का मापन करना होता है।

छ. आइसोलेशन ट्रांसफॉर्मर : इनमें प्राइमरी और सेकेंडरी वोल्टेज का अनुपात समान होता है। इनका उपयोग विद्युत पृथक्करण प्रदान करने के लिए किया जाता है ताकि डाउनस्ट्रीम में होने वाली खराबी प्रणाली के अन्य भागों को प्रभावित न करे। सामान्यतः इन्हें लाइटिंग लोड से पहले लगाया जाता है ताकि प्राथमिक परिपथ में आने वाले सर्ज सेकेंडरी परिपथ में न पहुँचें और इस प्रकार लोड को सुरक्षित रखा जा सके।

ज. इम्पीडेंस मैचिंग ट्रांसफॉर्मर : इनका उपयोग लोड प्रतिरोध को स्रोत प्रतिरोध से मिलाने के लिए किया जाता है, जैसे लाउडस्पीकर को ऑडियो पावर एम्प्लीफायर से जोड़ना। स्पीकर का प्रतिरोध कुछ ओम होता है जबकि एम्प्लीफायर का आंतरिक प्रतिरोध कई हजार ओम होता है। आवश्यक इम्पीडेंस मिलान के लिए ट्रांसफॉर्मर के टर्न्स का उपयुक्त चयन किया जाता है।

झ. कैपेसिटेंस वोल्टेज ट्रांसफॉर्मर : 66 केवी से अधिक वोल्टेज के लिए वाउंड प्रकार के वोल्टेज ट्रांसफॉर्मर बहुत बड़े और महंगे हो जाते हैं। इसलिए 66 केवी से ऊपर कैपेसिटर वोल्टेज ट्रांसफॉर्मर का उपयोग किया जाता है। इसमें लाइन टू ग्राउंड वोल्टेज को श्रृंखला में जुड़े उच्च वोल्टेज कैपेसिटर के माध्यम से विभाजित किया जाता है। ग्राउंड एंड कैपेसिटर के पार प्राप्त वोल्टेज को एक छोटे वाउंड पोटेन्शियल ट्रांसफॉर्मर पर लगाया जाता है जिसमें कम से कम दो सेकेंडरी वाइंडिंग होती हैं जिनका आउटपुट $110V/\sqrt{3}$ होता है।

ट्रांसफॉर्मरों में इन्सुलेशन माध्यम

इन्सुलेशन माध्यम के आधार पर ट्रांसफॉर्मरों को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जाता है:

- i. खनिज तेल से भरे ट्रांसफॉर्मर
- ii. सिंथेटिक द्रव से भरे ट्रांसफॉर्मर
- iii. ड्राई टाइप ट्रांसफॉर्मर

पावर और फर्नेस ट्रांसफॉर्मर सामान्यतः खनिज तेल से भरे होते हैं, जो इन्सुलेटिंग माध्यम के साथसाथ- कूलेंट का भी कार्य करता है।

डिस्ट्रीब्यूशन और थाइरिस्टर ट्रांसफॉर्मर तीनों प्रकार के इन्सुलेटिंग माध्यम का उपयोग कर सकते हैं। ड्राई टाईप ट्रांसफॉर्मर दो प्रकार के होते हैं कास्ट रेजिन और वैक्यूम प्रेशर इम्प्रेग्नेटेड। तथापि बाहरी कूलेंट या इन्सुलेटिंग माध्यम की अनुपस्थिति के कारण इनकी क्षमता सीमित होती है (15 एमवीए तक)।

ड्राई टाईप ट्रांसफॉर्मर



सिंथेटिक द्रव से भरे ट्रांसफॉर्मरों में उत्कृष्ट इन्सुलेटिंग गुण होते हैं और ये मिनरल ऑयल की तरह जल्दी खराब नहीं होते। किंतु ये द्रव और उनकी गैसों मनुष्यों के लिए हानिकारक होती हैं, इसलिए विश्वभर में इनका उपयोग प्रतिबंधित कर दिया गया है। फिर भी 1950 के दशक के अंत से 1980 के मध्य तक लगाए गए कई द्रव से भरे ट्रांसफॉर्मर अभी भी उपयोग में हैं, जिन्हें धीरे धीरे ड्राईटाईप ट्रांसफॉर्मरों से बदला जा रहा है।

9.3 मोटर के मूलभूत सिद्धांत

मोटर क्या है?

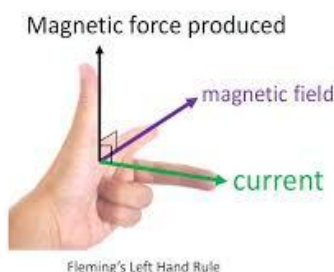
मोटर एक विद्युत यांत्रिक उपकरण है जो विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित करता है। सरल शब्दों में, वह उपकरण जो घूर्णन बल उत्पन्न करता है, मोटर कहलाता है।

मोटर का सिद्धांत

विद्युत मोटर के कार्य करने का मूल सिद्धांत यह है कि जब किसी चालक में धारा प्रवाहित होती है और वह चुंबकीय क्षेत्र में रखा होता है, तो चालक पर एक बल उत्पन्न होता है। यह बल करंट और चुंबकीय क्षेत्र दोनों की दिशा के लंबवत दिशा में कार्य करता है।

इस बल का परिमाण निम्नलिखित समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है।

$$F = B \times I \times L$$



जहाँ,

F = लगाया गया बल (न्यूटन)

B = चुंबकीय क्षेत्र (वेबर/मी²)

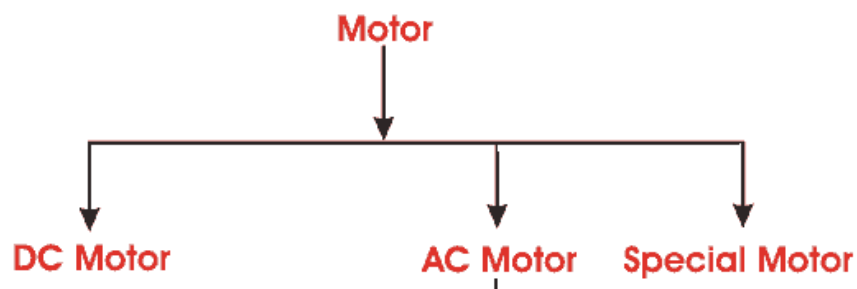
I = धारा (एम्पियर)

L = कुंडली की लंबाई (मीटर)

यांत्रिक बल की दिशा **दर्शाए गए अनुसार** फ्लेमिंग के **लेफ्ट हैंड** के नियम से निर्धारित की जाती है। इस नियम के अनुसार बल, धारा और चुंबकीय क्षेत्र तीनों **एक दूसरे** के लंबवत होते हैं।

मोटरों का वर्गीकरण

मोटरों का वर्गीकरण मुख्यतः उस विद्युत आपूर्ति के प्रकार के आधार पर किया जाता है जिससे उनका रोटर घूमता है। मोटरों का व्यापक वर्गीकरण निम्नांकित चित्र में दर्शाया गया है।



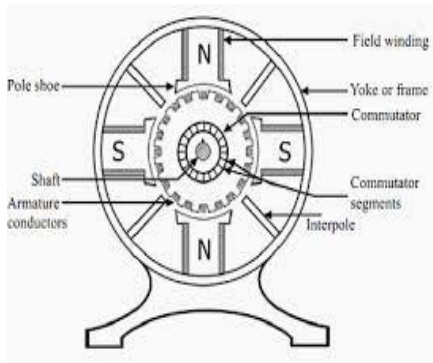
डीसी मोटर

ऐसी मोटर जो औद्योगिक अनुप्रयोगों में प्रयुक्त होती है, आम तौर पर मल्टी पोल डीसी मोटर होती है। जब इसके फील्ड मैग्नेट्स को उत्तेजित किया जाता है और इसके आर्मेचर कंडक्टर को आपूर्ति मेन से करंट दिया जाता है, तो कंडक्टर पर बल उत्पन्न होता है जो आर्मेचर को घुमाने का प्रयास करता है। चूंकि सभी कंडक्टर पर बल कार्य करता है, ये बल संयुक्त रूप से ड्राइविंग टॉर्क उत्पन्न करते हैं, जिससे आर्मेचर घूमना शुरू करता है। डीसी मोटर के प्रमुख भाग

डीसी मोटर की मूल संरचना

क. योक :

मोटर का बाहरी फ्रेम योक कहलाता है और यह दो प्रयोजनों को पूरा करता है।



1. यह पोल्स को यांत्रिक समर्थन प्रदान करता है और पूरे मशीन के लिए सुरक्षात्मक आवरण का कार्य करता है।
2. यह पोल्स द्वारा उत्पन्न चुंबकीय फ्लक्स को वहन करता है।

ख. पोल कोर और पोल शूज़ (फील्ड)

फील्ड मैग्नेट्स पोल कोर और पोल शूज़ से मिलकर बने होते हैं। पोल शूज़ के दो मुख्य कार्य हैं:

1. ये एयर गैप में फ्लक्स का फैलाव करते हैं और बड़े क्रॉससेक्शन- के होने के कारण चुंबकीय पथ की रिलक्टेंस को कम करते हैं।
2. ये एक्साइटिंग कॉइल्स (फील्ड कॉइल्स) को समर्थन देते हैं।

फील्ड कॉइल्स या पोल कॉइल्स तांबे के तार या स्ट्रिप से बनी होती हैं और सही आयाम के लिए फॉर्मर वाउंड होती हैं। जब इन कॉइल्स से करंट प्रवाहित होता है, तो ये पोल्स को मैग्नेटाइज करता हैं और आवश्यक फ्लक्स उत्पन्न करता हैं, जिसे घूमते हुए आर्मेचर कंडक्टर काटते हैं।

ग. आर्मेचर कोर

आर्मेचर कोर में आर्मेचर कंडक्टर या कॉइल्स स्थित होते हैं, जो घूमते हुए फील्ड मैग्नेट्स के चुंबकीय फ्लक्स को काटते हैं। आर्मेचर कोर का सबसे महत्वपूर्ण कार्य है कि यह फील्ड फ्लक्स के लिए बहुत कम रिलक्टेंस वाला उत्तर पोल से दक्षिण पोल तक पथ प्रदान करे।

यह सिलिंड्रिकल या ड्रम आकार का होता है और आमतौर पर सर्कुलर शीट इस्पात डिस्क या लैमिनेशन से निर्मित होता है। लैमिनेटेड कोर हाई सिलिकॉन इस्पात से बनाया जाता है ताकि हिस्टीरिसिस लॉस कम हो और लैमिनेटेड डिज़ाइन एडी करंट लॉस को कम करता है।

घ. कम्यूटेटर और ब्रशेस

कम्यूटेटर का कार्य आर्मेचर कंडक्टर से करंट एकत्रित करने में सुविधा प्रदान करना है। ब्रशेस का कार्य कम्यूटेटर से करंट एकत्रित करना है। ये आमतौर पर कार्बन के बने होते हैं और आयताकार ब्लॉक के रूप में होते हैं। ब्रशेस को ब्रश होल्डर्स में रखा जाता है, जो स्प्रिंग की सहायता से ब्रशेस को कम्यूटेटर पर दबाए रखते हैं। ब्रश के शीर्ष पर स्थित फ्लेक्सिबल कॉपर पिगटेल ब्रश से होल्डर तक करंट पहुंचाता है।

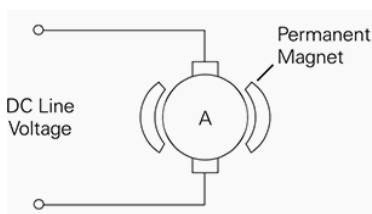
डीसी मोटर के प्रकार और विशेषताएँ

डीसी मोटर को फील्ड एक्साइटेशन के प्रकार के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है।

डीसी मोटर के फील्ड प्रकार निम्नलिखित हो सकते हैं:

1. स्थायी चुम्बक (स्थायी चुम्बक स्टेटर)
2. श्रृंखला में जुड़े इलेक्ट्रोमैग्नेट्स (वाउंड स्टेटर)
3. शंट (वाउंड स्टेटर)
4. कंपाउंड (वाउंड स्टेटर)

1. स्थायी चुम्बक मोटर



स्थायी चुम्बक मोटर फील्ड फ्लक्स प्रदान करने के लिए स्थायी चुम्बक का उपयोग करती है। स्थायी चुम्बक डीसी मोटर में उत्कृष्ट प्रारंभिक टॉर्क क्षमता होती है। इसका स्पीड रेगुलेशन भी अच्छा होता है। डीसी मोटर केवल सीमित लोड तक ही संचालित हो सकती है। इन मोटरों का उपयोग

सामान्यतः लो हॉर्सपावर अनुप्रयोगों में किया जाता है।

एक और खराबी यह है कि टॉर्क आम तौर पर रेटेड टॉर्क के 150 प्रतिशत तक सीमित होता है ताकि स्थायी चुम्बकों का अचुम्बकीकरण न हो।

2. सीरीज मोटर

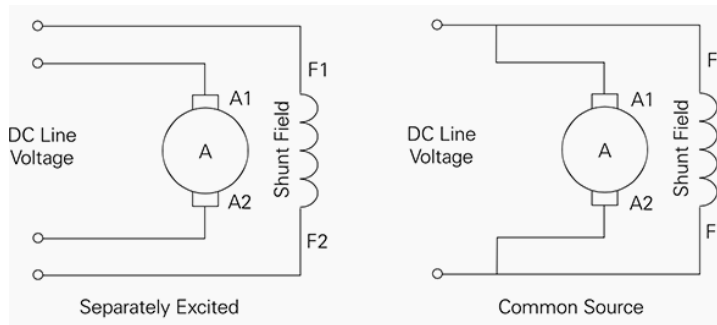
सीरीज डीसी मोटर में फील्ड को आर्मेचर के साथ श्रृंखला में जोड़ा जाता है। फील्ड वाइंडिंग में कम टर्न और मोटे तार का उपयोग किया जाता है क्योंकि इसमें पूरा आर्मेचर करंट प्रवाहित होता है। सीरीज मोटर की एक प्रमुख विशेषता यह है कि यह स्टार्टिंग के समय बहुत अधिक टॉर्क उत्पन्न करती है। तथापि, इसकी गति बिना लोड

और पूर्ण लोड के बीच बहुत अधिक बदलती रहती है। सीरीज मोटर का उपयोग उन स्थानों पर नहीं किया जा सकता जहाँ बदलते हुए लोड के साथ स्थिर गति की आवश्यकता होती है।

इसके अतिरिक्त, जब सीरीज मोटर बिना लोड के चलती है, तो उसकी गति इतनी बढ़ सकती है कि मोटर को नुकसान पहुँच सकता है। इसलिए, सीरीज मोटर के साथ हमेशा कुछ न कुछ लोड जुड़ा होना आवश्यक है।

सामान्यतः, सीरीज मोटर अधिकांश वेरिएबल स्पीड ड्राइव अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त नहीं होती हैं।

3. शंट मोटर



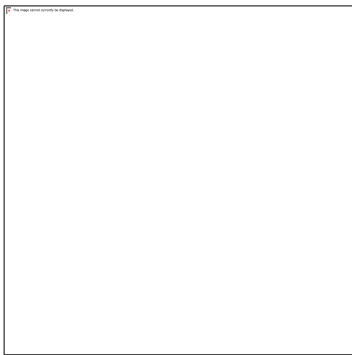
शंट मोटर में फील्ड को आर्मेचर वाइंडिंग के साथ समानांतर (शंट) में जोड़ा जाता है। शंट-कनेक्टेड मोटर अच्छी स्पीड रेगुलेशन प्रदान करती है। फील्ड वाइंडिंग को अलग से एक्साइट किया जा सकता है या आर्मेचर के समान स्रोत से भी जोड़ा जा सकता है।

अलग से एक्साइटेड शंट फील्ड का एक लाभ यह है कि वेरिएबल स्पीड ड्राइव के माध्यम से आर्मेचर और फील्ड का स्वतंत्र नियंत्रण संभव हो जाता है।

शंट-कनेक्टेड मोटर रिवर्सिंग के लिए सरल नियंत्रण प्रदान करती है। यह विशेष रूप से रीजेनेरेटिव ड्राइव्स में लाभकारी होती है।

4. कंपाउंड मोटर

कंपाउंड मोटर में एक फील्ड वाइंडिंग आर्मेचर के साथ सीरीज में जुड़ी होती है और एक अलग से एक्साइट की गई शंट फील्ड भी होती है। सीरीज फील्ड बेहतर स्टार्टिंग टॉर्क प्रदान करती है, जबकि शंट फील्ड बेहतर स्पीड रेगुलेशन देती है।



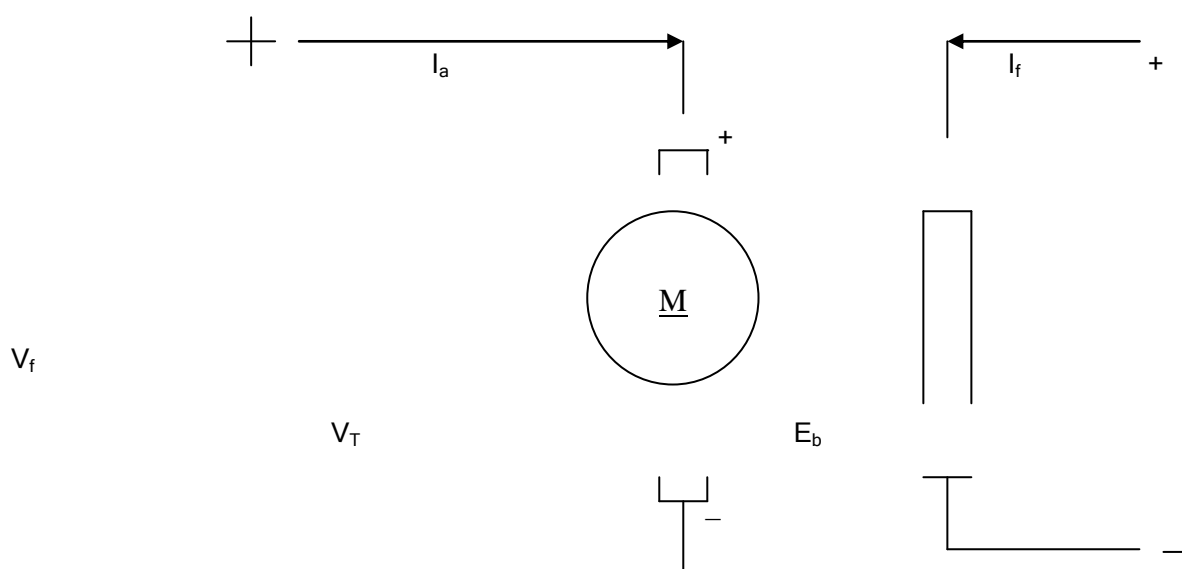
तथापि, सीरीज फील्ड वेरिएबल स्पीड ड्राइव अनुप्रयोगों में नियंत्रण संबंधी समस्याएँ उत्पन्न कर सकती है और सामान्यतः इसे फोर क्वार्टेंट ड्राइव्स में उपयोग नहीं किया जाता है।

सारांश रूप में

सीरीज वाउंड	शंट वाउंड	कम्पाउंड वाउंड
<ul style="list-style-type: none"> फील्ड और आर्मेचर वाइंडिंग्स सीरीज में होते हैं। उच्चतम स्टार्टिंग टॉर्क. खराब स्पीड नियंत्रण <p>ओवर-स्पीडिंग यदि बिना लोड या कम लोड पर प्रयोग किया जाए.</p>	<ul style="list-style-type: none"> फील्ड और आर्मेचर वाइंडिंग्स समानांतर होती हैं। मध्यम स्टार्टिंग टॉर्क। अच्छा स्पीड नियंत्रण। कम से रेटेड लोड में प्रयोग किया जा सकता है। 	<ul style="list-style-type: none"> एक फील्ड वाइंडिंग सीरीज में होती है और दूसरी आर्मेचर से समानांतर होती है। अनुप्रयोग के अनुकूल निष्पादन ईष्टतम होता है। सीरीज वाउंड से बेहतर. कम से रेटेड लोड में प्रयोग किया जा सकता है।

आमतौर पर उन उद्योगों में, जहाँ गति में बदलाव और नियंत्रण की आवश्यकता होती है, एक 'अलग से एक्साइटेड प्रकार की डीसी मोटर का उपयोग किया जाता है। इसमें आर्मेचर और फील्ड को समानांतर क्रम में जोड़ने के बजाय (जैसा कि शंट मोटर के मामले में होता है), उन्हें अलग-अलग एक्साइट किया जाता है; इसका अर्थ है कि फील्ड और आर्मेचर वाइंडिंग को अलग-अलग स्रोतों से विद्युत आपूर्ति दी जाती है।

आइए, डीसी मोटर के मूल समीकरणों को देखें। (नीचे दिए गए चित्र को देखें)



ऊपर दिया गया चित्र एक अलग से एक्साइटेड डीसी मोटर की सामान्य संरचना को दर्शाता है।

- VT आर्मेचर पर लगाया गया टर्मिनल वोल्टेज है।
 - Ia आर्मेचर वाइंडिंग में प्रवाहित होने वाली धारा है।
 - Ra आर्मेचर वाइंडिंग का प्रतिरोध है।
 - Vf फील्ड वाइंडिंग पर लगाया गया वोल्टेज है।
 - If फील्ड वाइंडिंग में प्रवाहित होने वाला करंट है।
 - If चुम्बकीय फ्लक्स = ϕ . उत्पन्न करेगा।
 - $\propto If\phi$, अतः $\propto Vf\phi$ ।
- जब करंट Ia आर्मेचर वाइंडिंग में बहता है, तो यह अपना स्वयं का चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है, जो फील्ड फ्लक्स के साथ परस्पर क्रिया करता है। परिणामी चुंबकीय क्षेत्र आर्मेचर पर टॉर्क उत्पन्न करता है।
- चुंबकीय क्षेत्र में आर्मेचर के घूर्णन से जनरेटर क्रिया के कारण आर्मेचर में “बैक ई.एम.एफ” (Eb) उत्पन्न होता है।
- गतिशील स्थिति को ध्यान में रखते हुए, हम निम्न समीकरण लिख सकते हैं:—
- ❖ $VT = Eb + IaRa$
- ❖ $\phi Eb \propto N \times \phi$
- ❖ $Ia\phi$ (टॉर्क) $T \propto$, जहाँ पुनः $\propto If \propto Vf$
- ❖ (मोटर की गति) $N \propto (Eb / \phi)$
- ❖ $Ia \propto$ (मोटर पर यांत्रिक लोड)
- (विद्युत) $P = VT \times Ia$ आर्मेचर को दी गई इनपुट शक्ति
- = $Eb \times Ia$ उपयोगी शक्ति
- = $2\pi NT$ यांत्रिक शक्ति

अनुप्रयोगों का सारांश :

मोटर का प्रकार	विशेषताएँ	अनुप्रयोग
शंट	<ul style="list-style-type: none"> • लगभग स्थिर गति • समायोज्य गति • मध्यम स्टार्टिंग टॉर्क 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ स्थिर गति वाली लाइन शाफ्टिंग चलाने के लिए। ➤ लेथ मशीनें ➤ सेंट्रीफ्यूगल पंप

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ ब्लोअर और पंखे ➤ रेसिप्रोकेटिंग पंप
सीरीज़	<ul style="list-style-type: none"> • परिवर्तनीय गति • समायोज्य परिवर्तनीय गति • उच्च स्टार्टिंग टॉर्क 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ट्रेक्शन कार्यों के लिए, जैसे: इलेक्ट्रिक लोकोमोटिव ➤ रैपिड ट्रांज़िट प्रणाली ➤ ट्रॉली कारें, कन्वेयर
क्युमुलेटिव कंपाउंड	<ul style="list-style-type: none"> • परिवर्तनीय गति • समायोज्य परिवर्तनीय गति • उच्च स्टार्टिंग टॉर्क 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ बीच-बीच में लगने वाले उच्च स्टार्टिंग टॉर्क वाले लोड के लिए ➤ शीयर और पंच ➤ एलिवेटर, कन्वेयर

एसी मोटर

कार्य करने के सिद्धांत के आधार पर एसी मोटरों को निम्नलिखित समूहों में वर्गीकृत किया जाता है :

- सिंक्रोनस मोटर
- असिंक्रोनस मोटर (इंडक्शन मोटर)
- स्विचरल केज
- स्लिप रिंग

इंडक्शन मोटर

डीसी मोटर में विद्युत शक्ति ब्रश और कम्यूटेटर के माध्यम से सीधे आर्मेचर (अर्थात् रोटेटिंग हिस्से) तक पहुंचाई जाती है। इसलिए डीसी मोटर को कंडक्शन मोटर कहा जा सकता है।

तथापि, एसी मोटरों में रोटर को विद्युत शक्ति सीधे नहीं दी जाती, बल्कि प्रेरण के माध्यम से मिलती है, ठीक उसी प्रकार जैसे ट्रांसफॉर्मर के सेकेंडरी को प्राइमरी से शक्ति

मिलती है। यही कारण है कि ऐसी मोटरों को इंडक्शन मोटर कहा जाता है। और ट्रांसफॉर्मर तथा इंडक्शन मोटर का विद्युत समतुल्य परिपथ समान होता है।

पाली फेज इंडक्शन मोटर का विभिन्न औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। इसके निम्नलिखित लाभ और हानियाँ होते हैं।

लाभ :

1. इसकी संरचना बहुत सरल और अत्यंत मजबूत होती है (विशेष रूप से स्क्रिप्ट केज प्रकार)
2. इसकी लागत कम होती है और यह बहुत विश्वसनीय होती है।
3. इसकी दक्षता काफी अधिक होती है। सामान्य प्रचालन में ब्रश की आवश्यकता नहीं होती, जिससे घर्षण हानियाँ कम हो जाती हैं। इसका पावर फैक्टर भी अच्छा होता है।
4. इसे बहुत कम रखरखाव की आवश्यकता होती है।
5. यह स्वयं स्टार्ट हो जाती है, किसी अतिरिक्त स्टार्टिंग मोटर की जरूरत नहीं होती और इसे सिंक्रोनाइज़ करने की आवश्यकता नहीं होती।
6. विशेषकर स्क्रिप्ट केज मोटर में, इसका स्टार्टिंग अरेंजमेंट सरल होता है।

हानि:

1. इसकी गति को दक्षता कम किए बिना नियंत्रित करना कठिन होता है।
2. डीसी शंट मोटर की तरह, लोड बढ़ने पर इसकी गति कम हो जाती है।
3. इसका स्टार्टिंग टॉर्क, डीसी शंट मोटर की तुलना में कुछ कम होता है।

मूल संरचना

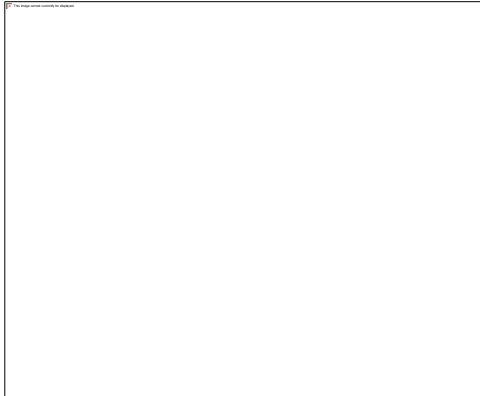
एसी इंडक्शन मोटर में दो विद्युत चुम्बकीय भाग शामिल होते हैं:

- स्थिर भाग जिसे स्टैटर कहते हैं।
- घूर्णन भाग जिसे रोटर कहते हैं, जो दोनों सिरों पर बेयरिंग द्वारा समर्थित होता है।

स्टैटर और रोटर दोनों में निम्नलिखित भाग होते हैं:

- एक विद्युत परिपथ, जो सामान्यतः इंसुलेटेड तांबे या एल्युमिनियम से बना होता है, जो करंट वहन करता है।
- एक चुंबकीय परिपथ, जो सामान्यतः लैमिनेटेड इस्पात से बना होता है, जो चुंबकीय फ्लक्स को वहन करता है।

क. स्टेटर



स्टेटर मोटर का बाहरी, स्थिर हिस्सा होता है, जिसमें निम्नलिखित शामिल होते हैं:

- **मोटर का बाहरी बेलनाकार फ्रेम**, जो वेल्डेड शीट इस्पात, कास्ट आयरन या कास्ट एल्युमिनियम मिश्र धातु से बना होता है। इसमें माउंटिंग के लिए पैर या फ्लेंज हो सकता है।
- **चुंबकीय पथ**, जिसमें स्लॉटेड इस्पात लैमिनेशन का एक सेट होता है, जिसे बाहरी फ्रेम के अंदर बेलनाकार स्थान में दबाकर लगाया जाता है। चुंबकीय पथ को लैमिनेटेड बनाया जाता है ताकि एडी करंट कम हों, हानियाँ कम हों और ताप भी कम हो।
- **इंसुलेटेड विद्युत वाइंडिंग्स**, जिन्हें लैमिनेटेड चुंबकीय पथ के स्लॉट्स के अंदर रखा जाता है। इन वाइंडिंग्स का क्रॉसअनुसार सेक्शनल क्षेत्र मोटर की पावर रेटिंग के पर्याप्त बड़ा चाहिए। 3 - फेज मोटर के लिए 3 सेट वाइंडिंग्स, अर्थात प्रत्येक फेज के लिए एक, की आवश्यकता होती है।

इंडक्शन मोटर का स्टेटर सिद्धांत रूप से सिंक्रोनस मोटर के स्टेटर के समान होता है। यह स्टैम्पिंग्स से बना होता है, जिनमें वाइंडिंग्स रखने के लिए स्लॉट्स बने होते हैं। स्टेटर में 3-फेज आपूर्ति दी जाती है। इसे निश्चित संख्या के पोल के लिए वाइंड किया जाता है, जहाँ पोल की संख्या गति की आवश्यकता के अनुसार निर्धारित होती है। जितने अधिक पोल होंगे, गति उतनी कम होगी और इसके विपरीत भी यही लागू होगा। जब स्टेटर वाइंडिंग को तीन फेज का करंट दिया जाता है तो यह एक ऐसा चुंबकीय फ्लक्स उत्पन्न करती है जिसकी मात्रा स्थिर रहती है, किंतु वह सिंक्रोनस स्पीड ($N_s = 120f / P$) पर घूमता रहता है: यह घूमता हुआ चुंबकीय फ्लक्स पारस्परिक प्रेरण द्वारा रोटार में ई. एम. एफ. उत्पन्न करता है।

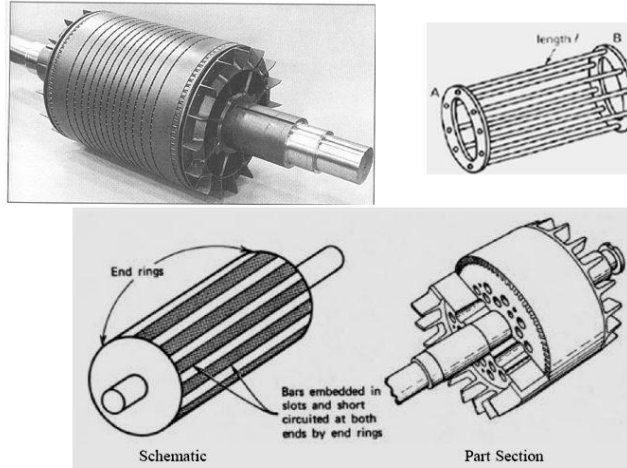
ख. रोटार

यह मोटर का रोटेटिंग भाग होता है। जैसा कि ऊपर स्टेटर में बताया गया है, उसी प्रकार रोटार भी स्लॉटेड इस्पात लैमिनेशन के एक सेट से बना होता है, जिन्हें एक साथ दबाकर

बेलनाकार चुंबकीय पथ का रूप दिया जाता है, तथा इसमें एक विद्युत परिपथ भी होता है।
रोटर का विद्युत परिपथ निम्न में से किसी एक प्रकार का हो सकता है:

Construction

1. **Squirrel cage** – the conductors would look like one of the exercise wheels that squirrel or hamsters run on.



स्क्विअरल केज रोटर प्रकार में, स्लॉट्स में तांबे या एल्यूमीनियम की छड़ों का एक सेट लगा होता है, जो रोटर के दोनों सिरों पर एक एंड-रिंग से जुड़े होते हैं। इन रोटर वाइंडिंग्स की बनावट एक 'स्क्विअरल केज' जैसी दिखती है। एल्यूमीनियम रोटर छड़ें आमतौर पर रोटर स्लॉट्स में डाई-कास्ट की जाती हैं, जिसके परिणामस्वरूप इसकी बनावट बहुत मज़बूत होती है। भले ही एल्यूमीनियम रोटर छड़ें स्टील लैमिनेशन्स के सीधे संपर्क में होती हैं, लेकिन व्यावहारिक रूप से रोटर का लगभग सारा करंट एल्यूमीनियम छड़ों से ही बहता है, न कि लैमिनेशन्स से।

इस प्रकार के रोटर का उपयोग करने वाली मोटरों को स्क्विअरल-केज इंडक्शन मोटर कहा जाता है। लगभग 90% इंडक्शन मोटरें स्क्विअरल-केज प्रकार की होती हैं, क्योंकि इस प्रकार के रोटर की बनावट सबसे सरल और सबसे मज़बूत होती है, जिसकी कल्पना की जा सकती है, और यह लगभग हानिरहित होती है।

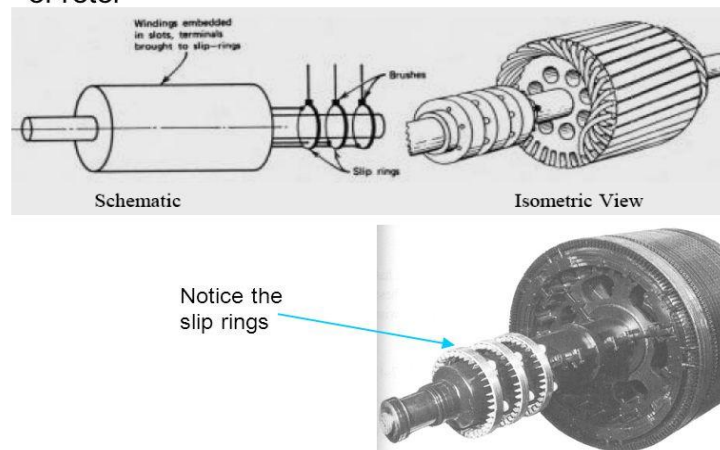
रोटर में एक बेलनाकार लैमिनेटेड कोर होता है, जिसमें कंडक्टरों को ले जाने के लिए समानांतर स्लॉट्स होते हैं; ये कंडक्टर तार नहीं होते, बल्कि तांबे, एल्यूमीनियम या मिश्र धातुओं की भारी छड़ें होती हैं। रोटर छड़ों को दो भारी और मज़बूत शॉर्ट-सर्किटिंग एंड-रिंग्स से ब्रेज़ या इलेक्ट्रिकली वेल्ड या बोल्ट द्वारा जोड़ा जाता है। इसलिए, मोटर को चालू करने के उद्देश्य से रोटर सर्किट के साथ सीरीज़ में बाहरी प्रतिरोध जोड़ना

संभव नहीं होता है। रोटर स्लॉट्स शाफ्ट के बिल्कुल समानांतर नहीं होते, बल्कि जान-बूझकर उन्हें थोड़ा तिरछा रखा जाता है। इससे दो तरह से मदद मिलती है:

- क. यह चुंबकीय गंज को कम करके मोटर को शांत ढंग से चलाने में मदद करता है, और
- ख. यह रोटर की लॉक होने की प्रवृत्ति को कम करने में मदद करता है, अर्थात् रोटर के दांतों की, स्टैटर के दांतों के नीचे ही बने रहने की प्रवृत्ति को कम करता है, जो दोनों के बीच सीधे चुंबकीय आकर्षण के कारण उत्पन्न होती है।

Construction

2. **Wound rotor** – have a brushes and slip ring at the end of rotor



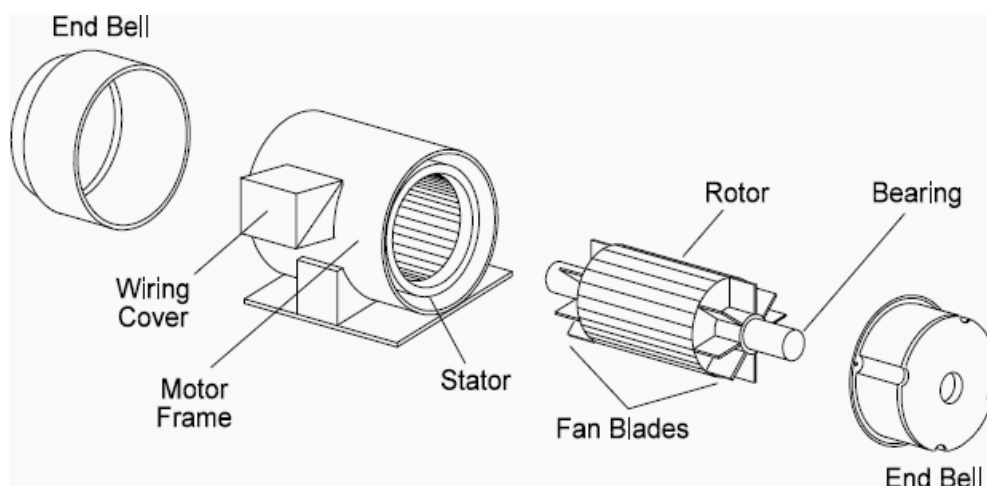
वाउंड रोटर प्रकार, जिसमें इंसुलेटेड वाइंडिंग के 3 सेट होते हैं, जिनके कनेक्शन शाफ्ट पर लगे 3 स्लिप रिंग तक लाए जाते हैं। घूमने वाले हिस्से के बाहरी कनेक्शन, स्लिप रिंग पर लगे ब्रश के ज़रिए किए जाते हैं। परिणामस्वरूप, इस प्रकार की मोटर को अक्सर स्लिप रिंग मोटर कहा जाता है। इस प्रकार के रोटर में 3-फेज़, डबल-लेयर, डिस्ट्रीब्यूटेड वाइंडिंग होती है, जिसमें कॉइल लगे होते हैं। रोटर में उतने ही पोल के लिए वाइंडिंग की जाती है, जितने स्टैटर में होते हैं; और अगर स्टैटर में दो-फेज़ वाइंडिंग हो, तब भी रोटर में हमेशा 3-फेज़ वाइंडिंग ही की जाती है। तीनों फेज़ अंदर से ही स्टार-कनेक्टेड होते हैं। वाइंडिंग के तीनों टर्मिनल बाहर निकालकर शाफ्ट पर लगे तीन इंसुलेटेड स्लिप रिंग से जोड़ दिए जाते हैं, जिन पर ब्रश टिके रहते हैं। ये तीनों ब्रश बाहर से एक 3-फेज़ स्टार-कनेक्टेड रिओस्टेट से जुड़े होते हैं। इसकी मदद से, मोटर चालू करते समय रोटर सर्किट में अतिरिक्त प्रतिरोध डाला जा सकता है, जिससे स्टार्टिंग टॉर्क बढ़ जाता है और टॉर्क/करंट की विशेषताएं बदली

जा सकती हैं। जब मोटर सामान्य स्थिति में चल रही होती है, तो स्लिप रिंग अपने-आप ही एक मेटल कॉलर की मदद से शॉर्ट-सर्किट हो जाते हैं; यह कॉलर शाफ्ट पर आगे खिसककर सभी रिंग को आपस में जोड़ देता है। घर्षण से होने वाले नुकसान और टूट-फूट को कम करने के लिए, ब्रश अपने-आप ही स्लिप रिंग से ऊपर उठ जाते हैं। इस तरह, यह देखा जा सकता है कि सामान्य रूप से चलते समय, वाउंड रोटर भी स्क्विअल-केज रोटर की तरह ही अपने-आप शॉर्ट-सर्किट हो जाता है।

ग. अन्य पुर्जें

इंडक्शन मोटर को पूरा करने के लिए जिन अन्य पुर्जों की ज़रूरत होती है, वे इस प्रकार हैं:

- दो बेयरिंग को सहारा देने के लिए दो एंड-फ्लेंज-एक ड्राइव-एंड (डीई) पर और दूसरा नॉन-ड्राइव-एंड (एनडीई) पर।
- घूमने वाले शाफ्ट को सहारा देने के लिए दो बेयरिंग-डीई और एनडीई पर।
- लोड तक टॉर्क पहुँचाने के लिए एक स्टील का शाफ्ट।
- स्टेटर और रोटर को बाध्यकारी रूप से ठंडा करने के लिए एनडीई पर लगा एक कूलिंग फैन।
- बाहरी इलेक्ट्रिकल कनेक्शन लेने के लिए, मोटर के ऊपर या किसी एक तरफ लगा एक टर्मिनल बॉक्स।



एसी मोटर, इलेक्ट्रिकल एनर्जी को एसी रूप में उपयोग करके उसे मैकेनिकल एनर्जी में बदलती है।

सिंक्रोनस मोटर

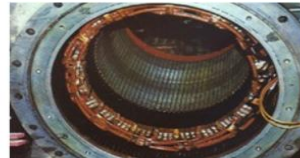
सिंक्रोनस मोटर तीन-फेज़ वाली ऐसी मोटर होती है जो बिना किसी स्लिप के, सिंक्रोनस स्पीड पर चलती है। एक सिंक्रोनस इलेक्ट्रिक मोटर ऐसी मोटर होती है जिसमें शाफ्ट का घूमना, आपूर्ति करंट की फ्रीक्वेंसी के साथ सिंक्रोनाइज़्ड होता है।

सिंक्रोनस मोटर के स्टेटर पर मल्टी-फेज़ ऐसी इलेक्ट्रोमैग्नेट लगे होते हैं, जो एक मैग्नेटिक फ़ील्ड बनाते हैं; यह फ़ील्ड लाइन करंट के उतार-चढ़ाव के साथ-साथ घूमता है। परमानेंट मैग्नेट या इलेक्ट्रोमैग्नेट वाला रोटार, स्टेटर फ़ील्ड के साथ ताल मिलाकर उसी रफ़्तार से घूमता है, और इसके परिणामस्वरूप, यह किसी भी ऐसी मोटर का दूसरा सिंक्रोनाइज़्ड घूमता हुआ मैग्नेटिक फ़ील्ड बनाता है। एक सिंक्रोनस मोटर को 'डबली फ़ेड' तभी माना जाता है, जब उसके रोटार और स्टेटर, दोनों पर स्वतंत्र रूप से एक्साइटेड मल्टी-फेज़ ऐसी इलेक्ट्रोमैग्नेट लगे हों।

मूलभूत संरचना

Stator

- ☒ The stator of a synchronous machine carries the **armature** or **load** winding which is a **three-phase winding** .
- ☒ The **armature winding** is formed by interconnecting various conductors in slots spread over the periphery of the machine's stator. Often, more than one independent three phase winding is on the stator. An arrangement of a three-phase stator winding is shown in Figure below. Notice that the windings of the three-phases are displaced from each other in space.

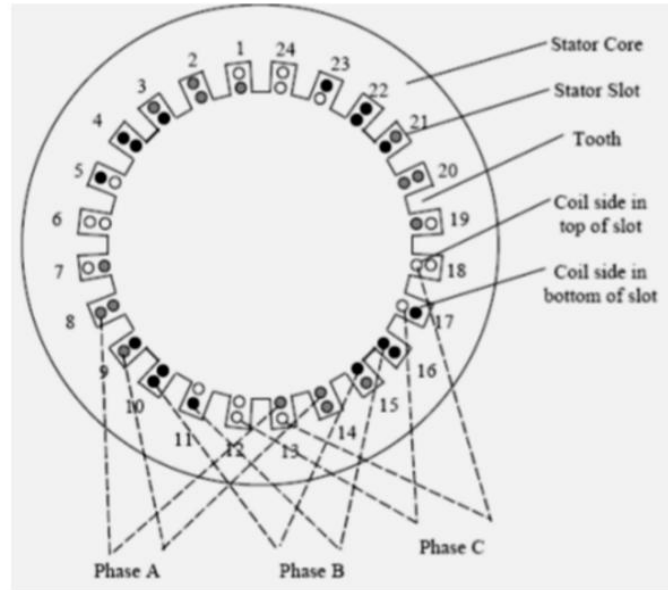


स्टेटर

- स्टेटर एक सिंक्रोनस मशीन होता है जो **आर्मेचर** या **लोड** वाइंडिंग वहन करता है जो थ्री फेस वाइंडिंग होती है।
- **आर्मेचर वाइंडिंग** मशीन स्टेटर की परिधि में फैले स्लाटों के विभिन्न संचालकों के जुड़ने से बनती है। प्रायः स्टेटर पर एक से अधिक स्वतंत्र थ्री फेस वाइंडिंग होती है। थ्री फेस स्टेटर वाइंडिंग की एक व्यवस्था नीचे चित्र में दर्शाई गई है। ध्यान दीजिए कि स्पेस में थ्री फेस की वाइंडिंग्स एक दूसरे से विस्थापित हुई हैं।

Construction

✖ Stator



(इंडक्शन मोटर में रोटर में “स्लिप” होना आवश्यक है। रोटर की गति स्टेटर के घूमते हुए चुंबकीय क्षेत्र से कम होनी चाहिए, ताकि रोटर में करंट प्रेरित हो सके। यदि इंडक्शन मोटर का रोटर सिंक्रोनस स्पीड प्राप्त कर लेता है, तो कोई लाइन्स ऑफ फोर्स रोटर को नहीं काटेंगी। ऐसे में रोटर में कोई करंट प्रेरित नहीं होगा और टॉर्क विकसित नहीं होगा।)

अधिकतर सिंक्रोनस मोटर 150 कि.वा. से 15 मेगावाट रेटिंग की होती हैं और 150 से 1800 आरपीएम की गति पर चलती हैं।

सिंक्रोनस मोटर की विशेषताएँ

सिंक्रोनस मोटर की कुछ विशेषताएँ निम्नलिखित हैं:

1. यह या तो सिंक्रोनस गति पर चलती है या बिल्कुल नहीं चलती। अर्थात्, चलते समय इसकी गति स्थिर रहती है। इसकी गति बदलने का एकमात्र तरीका आपूर्ति की आवृत्ति बदलना है, (क्योंकि $N_s = 120f/P$)।
2. यह अपने आप चालू नहीं होती है। इसे आपूर्ति से सिंक्रोनाइज़ करने से पहले, किसी न किसी तरीके से सिंक्रोनस (या लगभग सिंक्रोनस) स्पीड तक चलाना पड़ता है।

सिंक्रोनस मोटर की ये विशेषताएं होती हैं:

- एक थ्री-फेज़ स्टेटर, जो इंडक्शन मोटर जैसा ही होता है। अक्सर मीडियम वोल्टेज वाले स्टेटर इस्तेमाल किए जाते हैं।
- एक वाउंड रोटर (घूमने वाला फील्ड), जिसमें स्टेटर जितने ही पोल होते हैं, और जिसे डायरेक्ट करंट (डीसी) के किसी बाहरी सोर्स से आपूर्ति मिलती है। रोटर को डीसी फील्ड करंट देने के लिए ब्रश-टाइप और ब्रश-लेस, दोनों तरह के एक्साइटर इस्तेमाल किए जाते हैं। रोटर का करंट, रोटर के पोल में नॉर्थ/साउथ मैग्नेटिक पोल का संबंध बनाता है, जिससे रोटर स्टेटर के घूमते हुए फ्लक्स के साथ "लॉक-इन-स्टेप" हो पाता है।
- यह इंडक्शन मोटर की तरह ही चालू होता है। सिंक्रोनस मोटर के रोटर में एक स्विचरल-केज वाइंडिंग भी होती है, जिसे अमोर्टिस्योर वाइंडिंग कहते हैं; यह मोटर को चालू करने के लिए टॉर्क पैदा करती है।
- सिंक्रोनस मोटर इस फॉर्मूले के अनुसार सिंक्रोनस गति पर चलेगी:

सिंक्रोनस आरपीएम (एनएस) = $120 \times \text{फ्रीक्वेंसी (एफ)}$ या, $\text{एनएस} = 120 \text{ एफ} / \text{पी}$
पोल की संख्या (पी)

उदाहरण: 60 Hz पर चलने वाली 24-पोल वाली सिंक्रोनस मोटर की गति यह होगी: $120 \times 60 / 24 = 7200 / 24 = 300$ आरपीएम

सिंक्रोनस मोटर का प्रचालन

- रोटर में मौजूद स्विचरल-केज अमोर्टिस्योर वाइंडिंग, सिंक्रोनस मोटर को स्पीड तक लाने के लिए स्टार्टिंग टॉर्क और तीव्र टॉर्क उत्पन्न करती है।
- जब मोटर की स्पीड नेमप्लेट पर लिखे आरपीएम के लगभग 97% तक पहुँच जाती है, तो रोटर को डीसी फील्ड करंट दिया जाता है, जिससे पुल इन टॉर्क उत्पन्न होता है; इसके बाद रोटर "स्टेप में आ जाता है" और स्टेटर में घूमते हुए फ्लक्स फील्ड के साथ "सिंक्रोनाइज़" हो जाता है। अब मोटर सिंक्रोनस स्पीड पर चलेगी और सिंक्रोनस टॉर्क उत्पन्न करेगी।
- सिंक्रोनाइज़ेशन के बाद, पुल आउट टॉर्क की सीमा पार नहीं होनी चाहिए, अन्यथा मोटर "स्टेप से बाहर" हो जाएगी। कभी-कभी, अगर ओवरलोड कुछ ही देर के लिए

हो, तो मोटर "एक पोल फिसलकर" फिर से सिंक्रोनाइज़ हो जाती है। पुल आउट से बचाने का इंतज़ाम ज़रूर होना चाहिए, वरना मोटर एक इंडक्शन मोटर की तरह चलेगी और बहुत ज़्यादा करंट खींचेगी, जिससे मोटर को गंभीर नुकसान पहुँचने का खतरा रहता है।

सिंक्रोनस मोटरों के लाभ :

एक सिंक्रोनस मोटर की शुरुआती लागत, एक आम एसी इंडक्शन मोटर से अधिक होती है, क्योंकि इसमें वाउंड रोटर और सिंक्रोनाइज़िंग सर्किटरी का खर्च शामिल होता है। ये शुरुआती लागत प्रायः प्रतिपूरित हो जाती है:

- एसटीक स्पीड रेगुलेशन की वजह से सिंक्रोनस मोटर कुछ खास इंडस्ट्रियल प्रक्रियाओं के लिए और जनरेटर के लिए प्राइम मूवर के तौर पर एक बेहतरीन विकल्प बन जाती है।
- सिंक्रोनस मोटरों में स्पीड/टॉर्क की ऐसी विशेषताएं होती हैं, जो अधिक हॉर्सपावर वाले, कम आरपीएम वाले लोड, जैसे कि रेसिप्रोकेटिंग कंप्रेसर, को सीधे चलाने के लिए एकदम सही होती हैं।
- सिंक्रोनस मोटरें बेहतर पावर फैक्टर पर कार्य करती हैं, जिससे पूरी प्रणाली का पावर फैक्टर बेहतर होता है और यूटिलिटी पावर फैक्टर से जुड़ी पेनल्टी खत्म हो जाती हैं या कम हो जाती हैं। बेहतर पावर फैक्टर से प्रणाली में वोल्टेज ड्रॉप और मोटर टर्मिनलों पर होने वाला वोल्टेज ड्रॉप भी कम हो जाता है।

9.4 विद्युत का वितरण

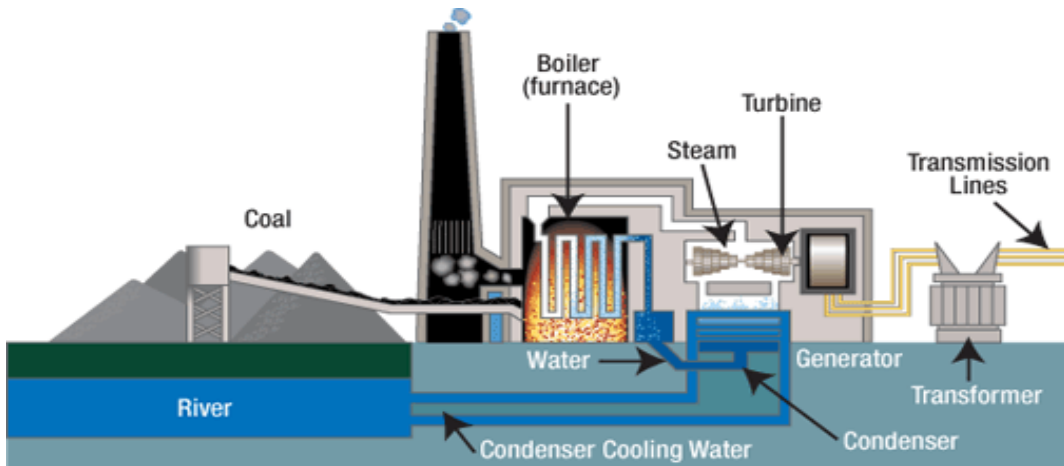
एक प्रणाली इंजीनियर के तौर पर, किसी भी व्यक्ति के पास उस नेटवर्क की विशालता के बारे में जानकारी अवश्य होनी चाहिए, जिसके साथ वह कार्य कर रहा है। एक सामान्य सिद्धांत के तौर पर, सेल के प्रत्येक समेकित इस्पात संयंत्र में संयंत्र को विद्युत देने की दो मुख्य श्रेणियां होती हैं:

गैर - आवश्यक लोड: वे लोड जो विद्युत गुल होने की स्थिति में प्लांट को चालू रखने की श्रेणी में नहीं आते, उन्हें गैर-आवश्यक लोड कहा जाता है। इन लोड को बाहरी विद्युत स्रोत, जैसे कि बाहरी पावर ग्रिड से विद्युत दी जाती है।

आवश्यक लोड: वे लोड जो विद्युत गुल होने की स्थिति में संयंत्र को चालू रखने की श्रेणी में आते हैं, उन्हें ज़रूरी लोड कहा जाता है। इन लोड को आंतरिक विद्युत स्रोत, जैसे कि आबद्ध विद्युत संयंत्र (सीपीपी) से विद्युत दी जाती है।

कैप्टिव विद्युत संयंत्र:

किसी समेकित इस्पात संयंत्र की सभी प्रमुख प्रक्रियाओं के लिए भरोसेमंद विद्युत आपूर्ति का उपलब्ध होना सबसे ज़रूरी है। यह संयंत्र के उपकरणों और कर्मचारियों की सुरक्षा के लिए बहुत ज़रूरी है, क्योंकि विद्युत गुल होने से असुरक्षित स्थितियां पैदा हो सकती हैं, जैसे कि कोक ओवन में गैस का रिसाव, ब्लास्ट फर्नेस के ट्यूबर को नुकसान, या इस्पात निर्माण की प्रक्रिया में प्रयोग होने वाले ऑक्सीजन लांस का पिघलना। इसके अलावा, एक समेकित इस्पात संयंत्र की किसी एक प्रोडक्शन शांप में कार्य रुकने से, उस चेन में अगली शांप के उत्पादन पर भी गंभीर असर पड़ सकता है। इसलिए, सभी समेकित इस्पात संयंत्रों के पास, स्टेट ग्रिड से मिलने वाली विद्युत के अलावा, इन अहम लोड की ज़रूरतें पूरी करने के लिए अपने स्वयं के **कैप्टिव विद्युत संयंत्र (सीपीपी)** होते हैं। एक थर्मल पावर स्टेशन का क्रॉस-सेक्शनल दृश्य नीचे दिखाया गया है।



सेल में सीपीपी कोयला / गैस-आधारित थर्मल विद्युत संयंत्र हैं। थर्मल पावर स्टेशनों में, मैकेनिकल पावर एक स्टीम टर्बाइन द्वारा पैदा की जाती है, जो ईंधन (कोयला या उप-उत्पाद गैसों) के जलने से मिलने वाली थर्मल एनर्जी को रोटेशनल एनर्जी में बदल देती है। पिसा हुआ कोयला बॉयलर में डाला जाता है, जहाँ वह जलता है, जिससे थर्मल एनर्जी पैदा होती है जो बॉयलर ट्यूबों के अंदर के पानी को गर्म करती है। उसके बाद, ज़्यादा दबाव और ज़्यादा तापमान वाली भाप टर्बाइन से गुज़रती है। फैलती हुई भाप से पैदा होने वाला डायनामिक दबाव टर्बाइन के ब्लेडों को घुमाता है। विद्युत पैदा करने वाला एक जनरेटर इस

टर्बाइन से जुड़ा होता है। टर्बाइन से निकलने वाली भाप का इस्तेमाल करने के लिए, कंडेंसर का उपयोग करके उस भाप को कंडेंसेट (पानी) में बदला जाता है, जिसे पंप करके वापस बॉयलर में भेज दिया जाता है। बची हुई भाप का इस्तेमाल इस्पात संयंत्रों में कुछ प्रक्रियाओं के लिए किया जाता है, जैसे कि कोक ओवन में स्टीम एग्जॉस्टर चलाना। कोयले की बचत करने के लिए, सेल के सीपीपी में ब्लास्ट फर्नेस और कोक ओवन से निकलने वाली गैसों का भी ईंधन के तौर पर इस्तेमाल किया जाता है।

विद्युत आमतौर पर 6.6 केवी, 11 केवी, या 25 केवी पर उत्पादित की जाती है। जनरेटर एक ट्रांसफॉर्मर के ज़रिए ग्रिड से जुड़ा होता है, जो उत्पादित विद्युत के वोल्टेज को बढ़ाकर ग्रिड वोल्टेज के बराबर कर देता है। फिर इसे स्टेप-डाउन ट्रांसफॉर्मर के ज़रिए 11 केवी, 6.6 केवी, 3.3 केवी और 440 वी पर अलग-अलग उत्पादन शॉप्स में बाँटा जाता है।

प्लांट लोड फैक्टर

प्लांट लोड फैक्टर (पीएलएफ) किसी विद्युत संयंत्र की कार्यक्षमता का एक मुख्य पैमाना है।

पीएलएफ = वास्तविक उत्पादन / स्थापित क्षमता

यदि किसी 60 मेगावाट के जनरेटर से एक वर्ष की अवधि में औसतन 57 मेगावाट विद्युत उत्पादित होती है, तो उसका वार्षिक 0.95 या 95% होगा।

जनरेटरों का सिंक्रोनाइजेशन

सीपीपी में लगे जनरेटरों को एक सिंक्रोस्कोप के ज़रिए ग्रिड आपूर्ति के साथ सिंक्रोनाइज़ किया जाता है, जिससे टाई सर्किट ब्रेकर बंद किए जा सकते हैं। इन जनरेटरों को स्टेट ग्रिड आपूर्ति के साथ सिंक्रोनाइज़ करने के लिए आवश्यक शर्तें इस प्रकार हैं:

- वोल्टेज का अंतर रेटेड वोल्टेज के 10% की सीमा में होना चाहिए।
- ग्रिड वोल्टेज और जनरेटर वोल्टेज के बीच फेज़ एंगल का अंतर 20 डिग्री से ज़्यादा नहीं होना चाहिए।
- 50 हर्ट्ज की प्रणाली फ्रीक्वेंसी के लिए फ्रीक्वेंसी में अंतर 0.11% होना चाहिए।

पैरेललिंग के दौरान सावधानियाँ

एक इस्पात संयंत्र में ज़्यादातर उपकरणों में स्टेट ग्रिड और सीपीपी आपूर्ति, दोनों होते हैं। यह ज़रूरी है कि उप-स्टेशनों पर कोई भी पैरेललिंग ऑपरेशन तभी किया जाए, जब यह पक्का हो जाए कि सीपीपी आपूर्ति ग्रिड आपूर्ति के साथ सिंक्रोनाइज़्ड है। यदि दो ऐसे आपूर्ति स्रोतों के बीच

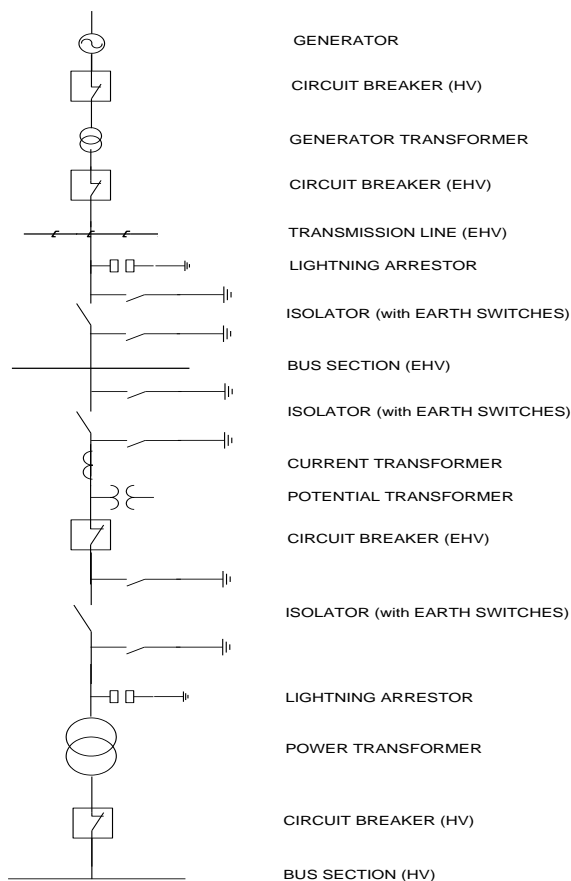
पैरेललिंग की जाती है जो सिंक्रोनाइज़ेशन में नहीं हैं, तो दोनों विद्युत स्रोतों के वोल्टेज में अंतर के कारण उत्पन्न होने वाले सर्कुलेटिंग करंटों की वजह से फ़्लैशओवर का खतरा रहता है।

आइलैंडिंग

प्रणाली में गड़बड़ी के दौरान, ओवर / अंडर-फ्रीक्वेंसी पर ग्रिड से सीपीपी की आइलैंडिंग की जाती है, ताकि जनरेटरों को ग्रिड की गड़बड़ियों से अलग किया जा सके और इस्पात संयंत्र में ज़रूरी लोड को बिना किसी रुकावट के विद्युत आपूर्ति मिलती रहे। सीपीपी जनरेटरों की आइलैंडिंग के दौरान, वे ग्रिड आपूर्ति के साथ सिंक्रोनाइज़ेशन में नहीं होते हैं। इसलिए, डाउनस्ट्रीम उप-स्टेशनों पर दोनों आपूर्ति स्रोतों की किसी भी पैरेललिंग को रोकने के लिए पूरी सावधानी बरतनी चाहिए।

डीएसपी से बीएसपी, वीआईएसएल और एसएसपी तक विद्युत की आपूर्ति

डीएसपी के 2 x 60 मेगावाट सीपीपी की विद्युत उत्पादन क्षमता का पूरी तरह से उपयोग करने और साथ ही बीएसपी की विद्युत की ज़रूरतों को पूरा करने के लिए, डीएसपी 15 जुलाई 2004 से बीएसपी को 20 मेगावाट विद्युत की आपूर्ति कर रहा है। यह भारतीय विद्युत अधिनियम, 2003 में ट्रांसमिशन प्रणाली में 'ओपन एक्सेस' (खुली पहुँच) के प्रावधानों के कारण संभव हो पाया है। डीएसपी की विद्युत की आपूर्ति का विस्तार 1 जनवरी 2008 से विश्वेश्वरैया आयरन एंड स्टील लिमिटेड, भद्रावती तक और 23 फरवरी 2008 से सेलम स्टील प्लांट तक किया गया है।



9.5 सर्किट ब्रेकर्स

उद्देश्य: सर्किट ब्रेकर का उपयोग विद्युत की आपूर्ति को चालू करने और उसे अलग करने के लिए किया जाता है। लेकिन इनका अधिक महत्वपूर्ण उपयोग ये हैं:

- क. खराबी के दौरान पावर प्रणाली की सुरक्षा करना, और
- ख. नियंत्रण के सिद्धांत को बनाए रखना—इसके लिए खराबी को एक निश्चित निर्धारित समय तक प्रवाहित होने दिया जाता है, ताकि डाउनस्ट्रीम ब्रेकर अपनी तरफ से फॉल्ट को ठीक कर सके; यदि वह ऐसा करने में विफल रहता है, तो अपस्ट्रीम ब्रेकर को अपने स्तर पर कार्य करना चाहिए।

खराबी के दौरान, प्रोटेक्टिव रिले सर्किट ब्रेकर को ट्रिप करने के लिए 'ट्रिपिंग कमांड' शुरू करते हैं, जिससे प्रणाली अलग हो जाती है। यदि सर्किट ब्रेकर ट्रिप होने में विफल रहता है, तो इसके गंभीर परिणाम हो सकते हैं जिससे उपकरणों को, और कभी-कभी, कार्य करने वाले कर्मचारियों को भी अपूरणीय क्षति पहुँच सकती है।

प्रचालन: सर्किट ब्रेकर में आमतौर पर तीन पोल होते हैं। प्रत्येक पोल में एक स्थिर और एक गतिशील हिस्सा होता है। जब 'स्विच ऑन' करने का कमांड दिया जाता है, तो गतिशील हिस्सा स्थिर हिस्से से जुड़ जाता है। खराबी के दौरान, गतिशील हिस्सा स्थिर हिस्से से अलग हो जाता है। तथापि, स्थिर और गतिशील संपर्कों के बीच 'आर्किंग' उत्पन्न होती है; यदि संपर्कों का अलगाव साइनवेव के 'शून्य करंट' बिंदु पर नहीं होता है, तो यह आर्किंग फिर से भड़क सकती है। पोल के अंदर मौजूद 'आर्क-शमन माध्यम' इस पुनः-भड़कने वाले करंट को सीमित करता है, जिससे सुरक्षित अलगाव सुनिश्चित होता है।

इलेक्ट्रिकल सर्किट ब्रेकर एक 'स्विचिंग डिवाइस' है, जिसे किसी भी विद्युतीय प्रणाली के नियंत्रण और सुरक्षा के लिए, मैनुअल रूप से और स्वचालित रूप से—दोनों तरह से संचालित किया जा सकता है। चूंकि आधुनिक विद्युत प्रणाली में बहुत अधिक मात्रा में करंट प्रवाहित होता है, इसलिए सर्किट ब्रेकर के डिज़ाइन के दौरान इस बात पर विशेष ध्यान दिया जाना चाहिए कि ब्रेकर को खोलने या बंद करने की प्रक्रिया में उत्पन्न होने वाली आर्किंग को सुरक्षित रूप से कैसे बुझाया जाए।

आर्क का शमन (तेजी से ठंडा करने) वाले माध्यम के आधार पर सर्किट ब्रेकर को इस प्रकार बांटा जा सकता है:

- 1) एयर सर्किट ब्रेकर
- 2) ऑयल सर्किट ब्रेकर
- 3) वैक्यूम सर्किट ब्रेकर
- 4) एसएफ6 सर्किट ब्रेकर

उनकी सेवाओं के आधार पर सर्किट ब्रेकर को इस प्रकार विभाजित किया जा सकता है:

- 1) आउटडोर सर्किट ब्रेकर
- 2) इनडोर सर्किट ब्रेकर

सर्किट ब्रेकर के ऑपरेटिंग मैकेनिज्म के आधार पर उन्हें इस प्रकार विभाजित किया जा सकता है:

- 1) स्प्रिंग ऑपरेटेड सर्किट ब्रेकर
- 2) न्यूमैटिक सर्किट ब्रेकर
- 3) हाइड्रोलिक सर्किट ब्रेकर

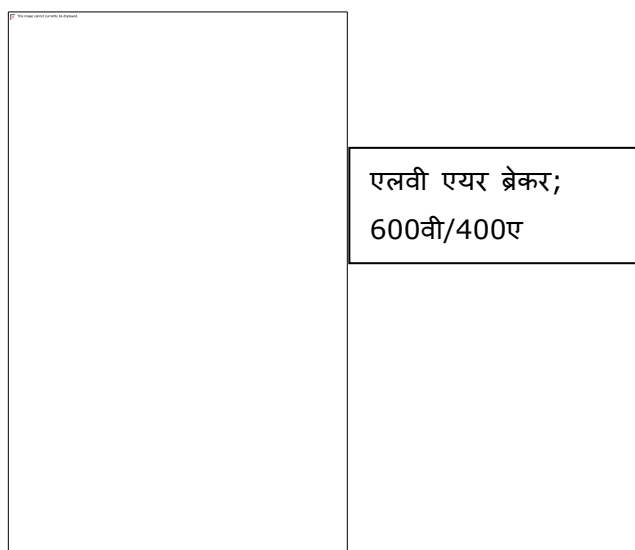
इंस्टॉलेशन के वोल्टेज स्तर के आधार पर सर्किट ब्रेकर के प्रकारों को इस प्रकार बताया जाता है:

- 1) हाई वोल्टेज सर्किट ब्रेकर (> 72 केवी)
- 2) मीडियम वोल्टेज सर्किट ब्रेकर (1-72 केवी)
- 3) लो वोल्टेज सर्किट ब्रेकर (< 1 केवी)

ब्रेकर के लिए संक्षिप्त सारांश:

प्लेन-ब्रेक एयर ब्रेकर का उपयोग लो वोल्टेज और 15 केवी तक के मीडियम वोल्टेज में किया जाता है। लो और मीडियम वोल्टेज के लिए फ्यूज का भी उपयोग किया जा सकता है, लेकिन इसका मुख्य नुकसान यह है कि फॉल्ट ठीक होने के बाद उन्हें बदलना पड़ता है। मीडियम वोल्टेज प्रणाली में मिनिमम ऑयल, एसएफ6 और वैक्यूम ब्रेकर का भी उपयोग किया जा रहा है। हाई वोल्टेज के लिए मिनिमम ऑयल, एसएफ6 और ब्लास्ट-एयर ब्रेकर का उपयोग किया जाता है, किंतु हमेशा सीरीज में कई इंटरप्टर के साथ ऐसा किया जाता है।

एयर सर्किट ब्रेकर्स (एसीबी)





एलवी एयर ब्रेकर, 400V/6300A

एसीबी वह सर्किट ब्रेकर है जो वायुमंडलीय दबाव में हवा में कार्य करता है। इस ब्रेकर का कार्य सिद्धांत अन्य प्रकार के सर्किट ब्रेकरों से काफी भिन्न होता है। सभी प्रकार के सर्किट ब्रेकरों का मुख्य उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि करंट जीरो के बाद आर्क फिर से पुनः स्थापित न हो। इसे प्राप्त करने के लिए ऐसा वातावरण बनाया जाता है जहाँ संपर्क अंतराल प्रणाली रिकवरी वोल्टेज को सहन कर सके। एयर सर्किट ब्रेकर भी यही कार्य करता है, किंतु एक अलग तरीके से। आर्क को रोकने के लिए यह आपूर्ति वोल्टेज से अधिक आर्क वोल्टेज पैदा करता है। आर्क वोल्टेज को आर्क को बनाए रखने के लिए अपेक्षित न्यूनतम वोल्टेज के रूप में परिभाषित किया जाता है।

यह सर्किट ब्रेकर आर्क वोल्टेज बढ़ाने के तीन मुख्य तरीकों से आर्क वोल्टेज बढ़ाता है:

- यह आर्क प्लाज्मा को ठंडा करके आर्क वोल्टेज में वृद्धि कर सकता है। जब आर्क प्लाज्मा का तापमान कम किया जाता है, तो आर्क प्लाज्मा में कणों की गतिशीलता घट जाती है। इसलिए, आर्क को बनाए रखने के लिए अधिक वोल्टेज ग्रेडिएंट की आवश्यकता होती है।
- आर्क के पथ को लंबा करके आर्क वोल्टेज बढ़ सकता है। जब आर्क पथ लंबा किया जाता है, तो पथ का प्रतिरोध बढ़ जाता है। इसलिए, समान आर्क करंट बनाए रखने के लिए अधिक वोल्टेज आर्क पथ पर लगाया जाता है। इसका अर्थ है कि आर्क वोल्टेज बढ़ जाता है।

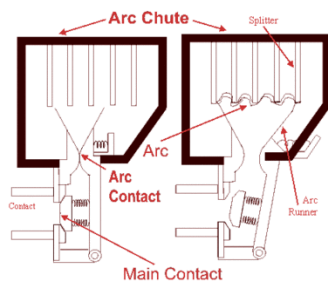
- आर्क को कई छोटेछोटे आर्क्स में विभाजित करने से भी आर्क वोल्टेज बढ़ जाता है।

एयर सर्किट ब्रेकर के मुख्यतः दो प्रकार उपलब्ध हैं :

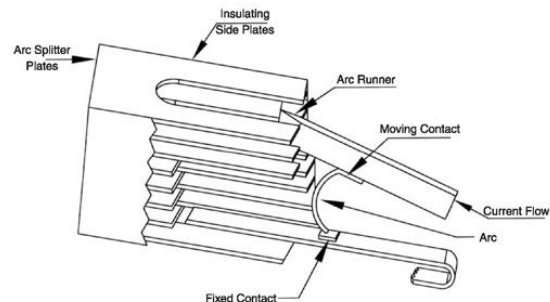
1. साधारण एयर सर्किट ब्रेकर
2. एयरब्लास्ट- सर्किट ब्रेकर

साधारण ब्रेक

एयर-ब्रेक सर्किट ब्रेकर आर्क को तब तक खींचकर बुझाते हैं, जब तक कि गैप की डाइइलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ गैप के अक्रॉस वोल्टेज से ज़्यादा न हो जाए। लंबी आर्क की कूलिंग सतह बड़ी होती है और उसका प्रतिरोध भी ज़्यादा होता है, जिससे करंट का बहाव और पैदा होने वाली गर्मी कम हो जाती है। आर्क को खींचने के लिए, हॉर्न गैप के आकार वाले कॉन्टेक्ट्स का इस्तेमाल किया जाता है। नैचुरल कन्वेक्शन की वजह से, आर्क ऊपर की ओर बढ़ती है। इसकी लंबाई और बढ़ाने के लिए, आर्क को मेटल बैरियर्स या इंसुलेटिंग सामग्री से बने आर्क शूट में ज़बरदस्ती भेजकर खींचा जाता है। मेटल बैरियर्स आर्क को कई छोटी-छोटी आर्क में बाँट देते हैं। इनका इस्तेमाल 120 वी से लेकर 15 केवी तक किया जाता है।



एयर ब्रेकर- प्लेन ब्रेक

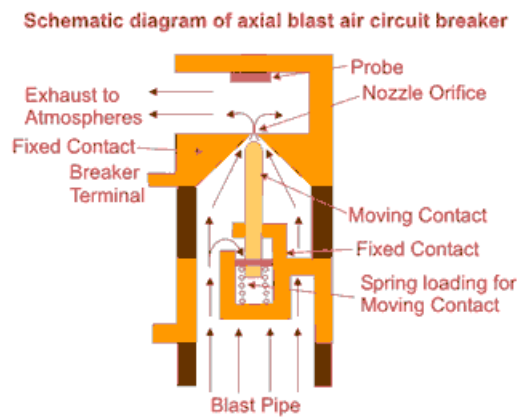


एयर ब्रेकर - प्लेन ब्रेक, स्केच

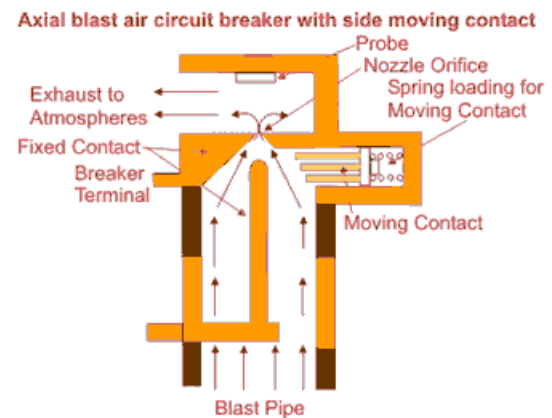
एयर-ब्लास्ट ब्रेक

एयर-ब्लास्ट ब्रेकर में आर्क को खींचकर नहीं बुझाया जाता। आर्क को समाप्त करने के लिए संपीड़ित हवा का एक जोरदार विस्फोट आर्क पथ में डाला जाता है ताकि आयनित गैस को ठंडा किया जा सके और इसे संपर्कों के बीच के गैप से निकाल दिया जाए। संपर्क स्प्रिंग द्वारा बंद रखे जाते हैं। इंटरप्टिंग हेड में हवा का ब्लास्ट डालने से संपर्क खुल जाते हैं। जैसे ही हवा का प्रवाह रुकता है, संपर्क पुनः बंद हो जाते हैं। संपीड़ित हवा को आर्क के लंबवत (क्रॉस ब्लास्ट) या उसके अक्ष के साथ (एक्सिसल ब्लास्ट) निकाला जा सकता है। आधुनिक सभी ब्रेकरों में एक्सिसल ब्लास्ट का उपयोग किया जाता है। एयर-ब्लास्ट सर्किट

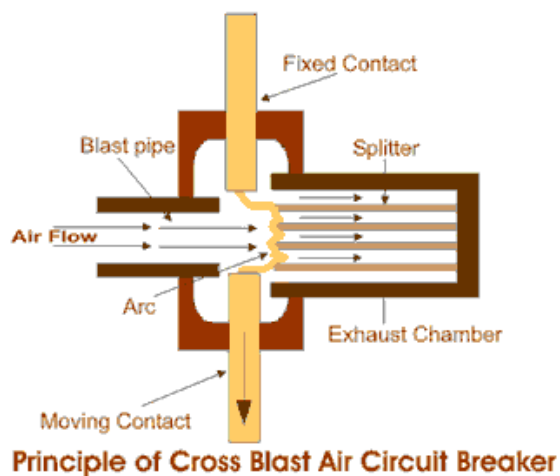
ब्रेकर को सबसे अधिक उपयोग किए जाने वाले वोल्टेज (765 केवी) तक बनाने के लिए कई इंटरपटर हेड्स को श्रृंखला में जोड़ा जाता है।



क) एक्सियल एयर ब्लास्ट ब्रेकर



ख) एक्सियल एयर ब्लास्ट ब्रेकर



ग) क्रॉस एयर ब्लास्ट ब्रेकर

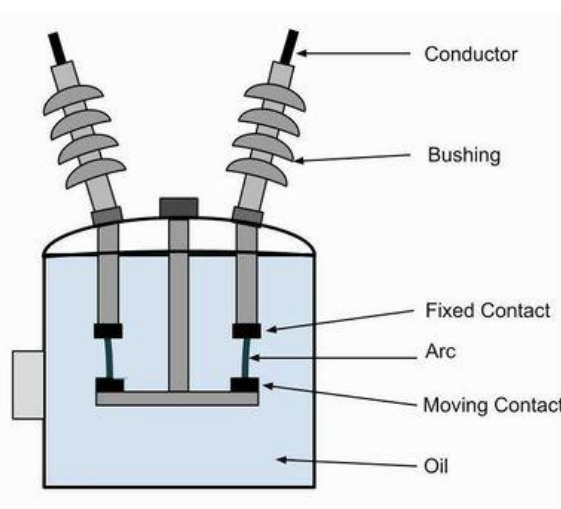
ऑयल सर्किट ब्रेकर (ओसीबी)

खनिज तेल की वायुमंडलीय हवा की तुलना में बेहतर इन्सुलेटिंग क्षमता होती है। तेल का उपयोग चरणों के बीच और चरणों और ग्राउंड के बीच इन्सुलेशन के लिए तथा आर्क को बुझाने के लिए किया जाता है। जब आर्क तेल के अंदर खींचा जाता है, तो आर्क तेल को

वाष्पित कर देता है और हाइड्रोजन का बड़ा बुलबुला बनता है जो आर्क को घेर लेता है। बुलबुले के चारों ओर का तेल आर्क से गर्मी को दूर ले जाता है और इस प्रकार आर्क को डीआयोनाइज और बुझाने में भी योगदान देता है। ऑयल सर्किट ब्रेकर का नुकसान तेल की ज्वलनशीलता और आवश्यक रखरखाव है। ऑयल सर्किट ब्रेकर सर्किट ब्रेकरों में सबसे पुराना प्रकार है।

बल्क ऑयल सर्किट ब्रेकर (बीओसीबी)

बल्क ऑयल सर्किट ब्रेकर (या बीओसीबी) वह प्रकार है जिसमें तेल का उपयोग आर्क बुझाने के माध्यम और करंट वाहक संपर्कों और ग्राउंडेड हिस्सों के बीच इन्सुलेटिंग माध्यम के रूप में किया जाता है। यहाँ उपयोग किया जाने वाला तेल वही होता है जो ट्रांसफॉर्मर के लिए इन्सुलेटिंग तेल में प्रयोग किया जाता है। इन ब्रेकरों को 1 केवी से लेकर 330 केवी तक के सभी वोल्टेज रेंज में डिज़ाइन किया जाता है।



क) 66 केवी ऑयल सर्किट ब्रेकर

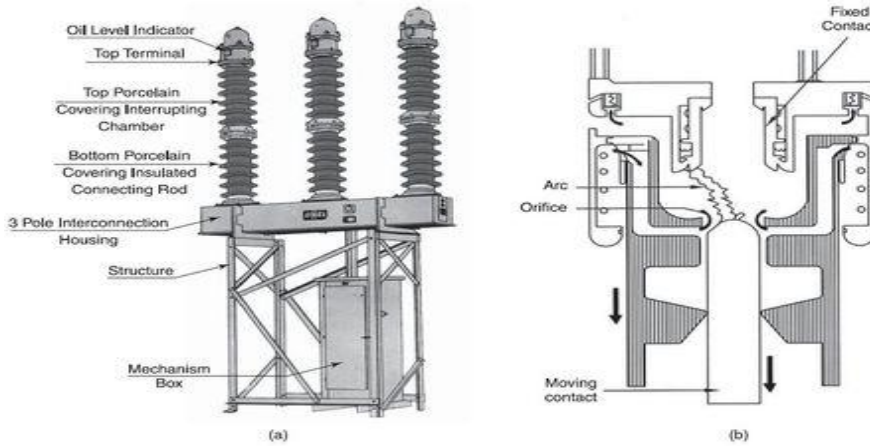
ख) बल्क ऑयल सर्किट ब्रेकर

आधुनिक आर्क कंट्रोल ऑयल ब्रेकरों में ब्रेकर के संपर्कों के चारों ओर एक आर्क नियंत्रण-उपकरण होता है ताकि आर्क को बुझाने की क्षमता बढ़ाई जा सके। क्रॉस ब्लास्ट इंटरप्टर में, आर्क कई पार्श्व वेंट्स के सामने खींचा जाता है। आर्क द्वारा उत्पन्न गैस आर्क नियंत्रण उपकरण के अंदर उच्च दबाव उत्पन्न करती है। आर्क को पॉट में पार्श्व वेंट्स की ओर झुकने के लिए बाध्य किया जाता है, जिससे आर्क की लंबाई बढ़ जाती है और इंटरप्शन समय कम हो जाता है। एक्सिसल ब्लास्ट इंटरप्टर इसी सिद्धांत का उपयोग करते हैं। ऑयल ब्रेकर तीन - फेज और एकल - फेज सर्किट ब्रेकर दोनों के लिए डिज़ाइन किए जाते हैं।

115 केवी से अधिक वोल्टेज पर, प्रत्येक फेज़ के लिए अलग टैंक का उपयोग किया जाता है। बल्क ऑयल ब्रेकर के लिए व्यावहारिक सीमा 275 केवी है।

मिनिमम ऑयल सर्किट ब्रेकर (एमओसीबी)

मिनिमम ऑयल ब्रेकर में तेल का उपयोग केवल आर्क को बुझाने के लिए किया जाता है। आर्क नियंत्रण उपकरण बल्क ऑयल ब्रेकर के समान होते हैं। तथापि, बल्क ऑयल सर्किट ब्रेकर के विपरीत, इन डिज़ाइनों में इंटरप्टिंग यूनिट्स को लाइव पोटेंशियल वाले इन्सुलेटिंग चैंबर में रखा जाता है। ब्रेकर के प्रदर्शन को बेहतर बनाने के लिए आर्क में तेल इंजेक्ट किया जाता है। मिनिमम ऑयल ब्रेकर के इंटरप्टर कंटेनर इन्सुलेटिंग सामग्री के बने होते हैं और जमीन से अलग होते हैं। इसे सामान्यतः लाइव अैंक निर्माण कहा जाता है। उच्च वोल्टेज (132 केवी से ऊपर) इंटरप्टर को श्रृंखला में लगाया जाता है। यह सुनिश्चित करना आवश्यक है कि प्रत्येक इंटरप्टर अपने हिस्से का कार्य निभाए। ध्यान रखा जाना चाहिए कि सभी ब्रेक एक साथ हों और इंटरप्टिंग प्रक्रिया के दौरान रेस्ट्राइकिंग वोल्टेज सभी ब्रेक्स में समान रूप से वितरित हो। एमओसीबी को डिज़ाइन करने की विशेषता यह है कि तेल की आवश्यकता कम होती है, इसलिए इसे मिनिमम ऑयल सर्किट ब्रेकर कहा जाता है। ये डिज़ाइन 1 केवी से 765 केवी तक के वोल्टेज रेंज में, मल्टीब्रेक तकनीक का उपयोग - करके उपलब्ध हैं।

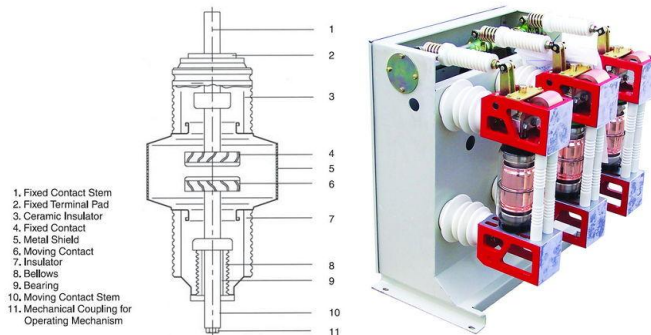


36 केवी एमओसीबी क) सामान्य डिज़ाइन, ख) इंटरप्टिंग चैंबर का क्रॉस सेक्शन

वैक्यूम सर्किट ब्रेकर (वीसीबी)

वैक्यूम सर्किट ब्रेकर मुख्य रूप से निम्न और मध्यम वोल्टेज के लिए उपयोग किए जाते हैं। वैक्यूम इंटरप्टर 36 केवी तक विकसित किए गए हैं और उच्च वोल्टेज के लिए श्रृंखला में जोड़े जा सकते हैं। इंटरप्टिंग चैंबर पोरसेलिन के बने होते हैं और सील किए जाते हैं। इन्हें रखरखाव के लिए खोल नहीं सकते, किंतु यदि वैक्यूम बनाए रखा जाए तो इनकी

अपेक्षित आयु लगभग 20 वर्ष होती है। वैक्यूम की उच्च डाइलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ के कारण, इंटरपटर छोटे होते हैं। संपर्कों के बीच गैप लगभग 15 केवी इंटरपटर के लिए 1 सेमी और 3 kV इंटरपटर के लिए 2 मिमी होता है।



क) वैक्यूम इंटरपटर ख) 12 केवी, 40 केए इनडोर वैक्यूम सर्किट ब्रेकर

वीसीबी का सेवा जीवन अन्य प्रकार के सर्किट ब्रेकरों की तुलना में बहुत लंबा होता है। इसमें ऑयल सर्किट ब्रेकर की तरह आग लगने का कोई खतरा नहीं होता। यह एसएफ6 सर्किट ब्रेकर की तुलना में पर्यावरण के लिए अधिक अनुकूल है।

सल्फर-हेक्साफ्लोराइड (एसएफ6) सर्किट ब्रेकर

गैस की विशेषताएं

सल्फर हेक्साफ्लोराइड (एसएफ6) उच्च वोल्टेज पावर एप्लीकेशन के लिए एक उत्कृष्ट गैसीय डाइलेक्ट्रिक है। एसएफ 6 एक रंगहीन, गैरविषैला गैस है, जिसमें अच्छी थर्मल कंडक्टिविटी होती है और इसका घनत्व हवा की तुलना में लगभग पाँच गुना अधिक होता है (6.14 किग्रा/एम^3)। यह सामान्यतः प्रयुक्त सामग्री के साथ प्रतिक्रिया नहीं करता और मुख्य रूप से उच्च वोल्टेज सर्किट ब्रेकरों में इस्तेमाल होता है। इसे उच्च वोल्टेज सर्किट ब्रेकरों और अन्य स्विचगियर में व्यापक रूप से प्रयोग किया गया है। एसएफ6 के अनुप्रयोगों में गैस इन्सुलेटेड ट्रांसमिशन लाइनें और गैस इन्सुलेटेड पावर डिस्ट्रीब्यूशन सबस्टेशन शामिल हैं। इसके सम्मिलित इलेक्ट्रिकल, भौतिक, रासायनिक और थर्मल गुण पावर स्विचगियर में कई लाभ प्रदान करते हैं। एसएफ6 के कुछ प्रमुख गुण जो इसे पावर एप्लीकेशन में उपयोगी बनाते हैं:

- उच्च डाइलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ
- अद्वितीय आर्क बुझाने की क्षमता
- उत्कृष्ट थर्मल स्थिरता

- अच्छी थर्मल कंडक्टिविटी

एसएफ6 गैस को ग्रीनहाउस गैस के रूप में पहचाना गया है और कई देशों में इसके वातावरण में उत्सर्जन को रोकने के लिए सुरक्षा नियम लागू किए जा रहे हैं।

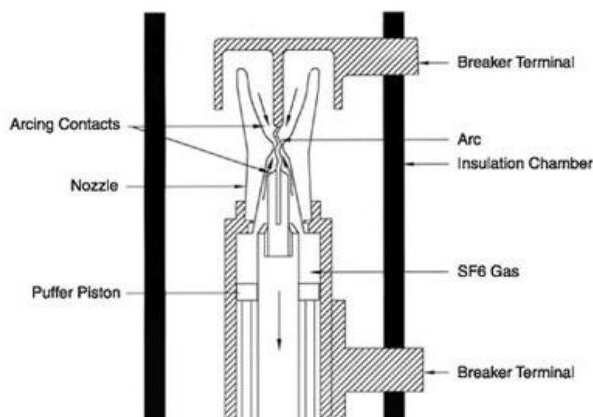
ब्रेकर की विशेषताएं

इसका प्रचालन सिद्धांत एयरब्लास्ट ब्रेकरों के समान है-, केवल एसएफ6 वातावरण में नहीं छोड़ा जाता। इसमें बंद - सर्किट, सील्ड कंस्ट्रक्शन का उपयोग किया जाता है।

मुख्य रूप से तीन प्रकार के एसएफ6 सर्किट ब्रेकर अनुप्रयोग के वोल्टेज स्तर के अनुसार हैं:

1. एकल इंटरप्टर एसएफ6 सीबी - 245 केवी (220 केवी) प्रणाली तक
2. दो इंटरप्टर एसएफ6 सीबी - 420 केवी (400 केवी) प्रणाली तक
3. चार इंटरप्टर एसएफ6 CB - 800 केवी (715 केवी) प्रणाली तक

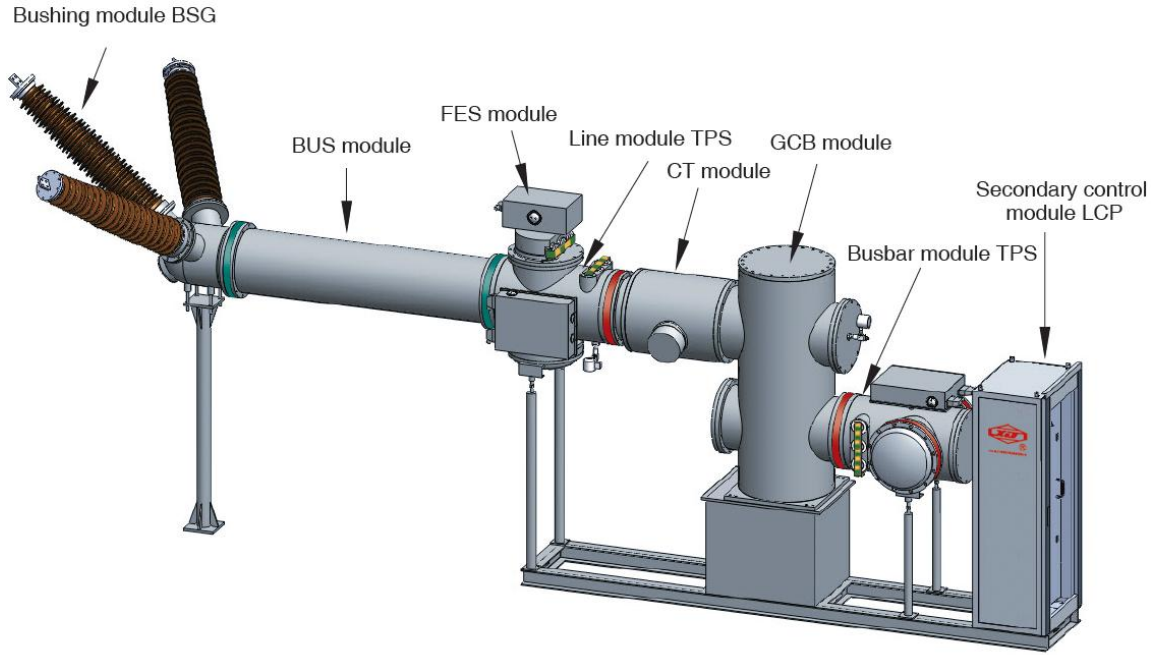
ओपनिंग ऑपरेशन के दौरान, ब्रेकर के एक हिस्से में मौजूद गैस को एक मूविंग सिलेंडर या पिस्टन द्वारा संकुचित किया जाता है जो संपर्कों का समर्थन करता है। यह गैस को इंटरप्टिंग नोजल के माध्यम से धकेलता है। जब संपर्क अलग होते हैं, आर्क स्थापित हो जाता है। यदि करंट बहुत अधिक नहीं है, तो यह पहला जीरो क्रॉसिंग पर ही एसएफ6 को पिस्टन के माध्यम से आर्क में धकेलकर बुझा दिया जाता है। यदि शॉर्ट सर्किट करंट अधिक है, तो पहला जीरो क्रॉसिंग पर आर्क बुझ नहीं सकता, किंतु गैस का दबाव पर्याप्त रूप से बढ़ जाएगा और आर्क को बाहर फेंक देगा। कई इंटरप्टिंग हेड्स को श्रृंखला में जोड़कर, एसएफ6 ब्रेकरों को 765 केवी तक के वोल्टेज के लिए बनाया जा सकता है।



क) एसएफ6 सीबी स्कीम

ख) 40.5 केवी, एसएफ6 सर्किट ब्रेकर

गैस इन्सुलेटेड उप - स्टेशन (जीआईएस)



Structure diagram of ZF48-126 (L)

गैस इन्सुलेटेड उप स्टेशन में उच्च वोल्टेज कंडक्टर्स, सर्किट ब्रेकर इंटरप्टर, स्विच, करंट ट्रांसफॉर्मर, वोल्टेज ट्रांसफॉर्मर और लाइटनिंग अरेस्टर को एसएफ6 गैस में ग्राउंडेड मेटल एनक्लोज़र के अंदर कैप्सुलेट किया जाता है। वह स्थान जहाँ गैस इन्सुलेटेड सबस्टेशन को प्राथमिकता दी जाती है:

- बड़े शहर और कस्बे
- भूमिगत स्टेशन
- अत्यधिक प्रदूषित और खारे वातावरण इनडोर जीआईएस बहुत कम स्थान घेरता है
- ऑफ़शोर स्थित सबस्टेशन और पावर स्टेशन
- पहाड़ी और घाटी क्षेत्र

गैस इन्सुलेटेड सबस्टेशन में गैस मॉनिटरिंग प्रणाली होता है। प्रत्येक कम्पार्टमेंट के अंदर गैस का दबाव लगभग 3 किग्रा/सेमी² होना चाहिए। प्रत्येक कम्पार्टमेंट में गैस का घनत्व मॉनिटर किया जाता है। यदि दबाव थोड़ा कम हो जाता है, तो गैस अपने आप पुनः भर दी जाती है। अधिक गैस रिसाव होने पर कम प्रेशर अलार्म बजता है या ऑटोमैटिक ट्रिपिंग होती है या लॉक आउट हो जाता है।

हटाये जाने योग्य एचवी वीसीबी पैनल



हाई वोल्टेज पर वीसीबी को ही प्राथमिकता दी जाती है; आर्क-बुझाने वाले माध्यम (वैक्यूम) में हवा और नमी की अनुपस्थिति के कारण कॉन्टैक्ट का क्षरण बिल्कुल नहीं होता। ये एसएफ6सीबीएस की तुलना में बेहतर सेवा प्रदान करते हैं, जिनमें एसएफ6 गैस लीक होने की समस्याएँ होती हैं।

वीसीबी में प्रयोग होने वाली वैक्यूम

बोतलें फ़ैक्टरी-सील्ड होती हैं और इनकी ऑपरेटिंग लाइफ़ 30,000 से 1,00,000 ऑपरेशन तक होती है। स्विचिंग सर्ज को दबाने के लिए वीसीबी के साथ सर्ज अरेस्टर का उपयोग किया जाता है। वैक्यूम कॉन्टैक्टर, जो वीसीबी का ही एक प्रकार हैं, उन मोटरों के लिए उपयोग किए जाते हैं जिन्हें बार-बार चालू और बंद किया जाता है।

एलवी (लो वोल्टेज) पर एसीबी, मोल्डेड केस सीबी (या एमसीसीबी), मिनिएचर सीबीए (एमसीबी), एसी / डीसी कॉन्टैक्टर, डीओएल स्टार्टर, आदि भी स्विचगियर परिवार का हिस्सा हैं। इन्हें उपकरणों के स्थानों पर अलग-अलग लगाया जाता है, उदाहरण के लिए, किसी मोटर के पास, या अन्य स्विचगियर घटकों के साथ संयोजन में, जैसा कि नीचे दिए गए चित्र में दिखाया गया है।

एलवी वितरण / नियंत्रण पैनल



अर्थिंग - अवधारणा और महत्व

एक इलेक्ट्रिकल प्रणाली में अर्थिंग न केवल सभी संबंधित विद्युत उपकरणों के लिए एक महत्वपूर्ण सुरक्षा उपाय है, बल्कि यह विद्युत परिसर में कार्य कर रहे व्यक्तियों के जीवन की सुरक्षा के लिए भी आवश्यक है। अर्थिंग का अर्थ है विद्युत उपकरणों को कम प्रतिरोध वाली पृथ्वी के सामान्य द्रव्यमान से जोड़ना। इसका उद्देश्य विद्युत परिसर के नीचे और आसपास एक समान पोटेंशियल वाली सतह प्रदान करना है, जो लगभग शून्य या पूर्ण पृथ्वी पोटेंशियल के लगभग हो।

सभी इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन, चाहे वह स्विचयार्ड हो या सब-स्टेशन, में एक अर्थ ग्रिड / मैट होता है। अर्थिंग प्रणाली में कई वर्टिकली लगाए गए अर्थ इलेक्ट्रोड (लगभग 40 मिमी व्यास और 3 मी. लंबे) होते हैं, जिन्हें नमक और चारकोल की परतों के बीच ज़मीन में गाड़ा जाता है, और फिर उन्हें एक अर्थ ग्रिड से जोड़ा जाता है। यह अर्थ ग्रिड जीआई/एमएस प्लैट या एमएस रॉड से बना होता है, जिसे ज़मीन की ऊपरी सतह से 500 मिमी की गहराई पर क्षैतिज रूप से बिछाया जाता है। किसी भी इलेक्ट्रिकल उपकरण को अर्थ ग्रिड से दो बिंदुओं पर निश्चित रूप से जोड़ा जाना चाहिए। ईएचवी प्रणाली में अर्थ ग्रिड का प्रतिरोध 0.5 ओम से ज़्यादा नहीं होना चाहिए, और अन्य एचवी या एलवी प्रणाली में अर्थ प्रतिरोध 1.0 ओम से ज़्यादा नहीं होना चाहिए।

एक कारगर अर्थिंग प्रणाली का उद्देश्य खराबी की स्थितियों में खतरनाक पोटेंशियल से मानव जीवन और उपकरणों को सुरक्षा देना होता है। इसे अधिकाधिक अर्थ फॉल्ट करंट को ज़मीन में प्रवाहित करना चाहिए, जिससे कंट्रोल पैनल में लगे अर्थ फॉल्ट रिले सक्रिय हो सकें और खराब फीडरों को अलग किया जा सके। अर्थ मैट पावर और नियंत्रण / संचार प्रणाली के बीच होने वाले इलेक्ट्रो-मैग्नेटिक इंटरफेरेंस को भी कम करता है।

9.6 केबल्स

यद्यपि ईएचवी और एचवी में पावर ट्रांसफर के लिए ओवरहेड लाइनों का उपयोग किया जाता है, इस्पात संयंत्र में अधिकांश पावर केबल्स के माध्यम से ट्रांसफर की जाती है, जिन्हें केबल टनल में बिछाया जाता है या भूमिगत दबाया जाता है। भूमिगत केबल्स की लागत समान क्षमता वाली ओवरहेड लाइनों की तुलना में अधिक होती है। तथापि, भूमिगत प्रणाली के स्पष्ट लाभ - सुरक्षा, स्थान की सौंदर्यता और आपूर्ति की स्थिरता हैं।

सभी केबलों के केंद्र में फंसे हुए कंडक्टर (तांबा या एल्यूमीनियम) होते हैं, जिनके चारों ओर इन्सुलेशन की परतें लिपटी होती हैं। कंडक्टर और इन्सुलेशन के बीच की खाली जगहों में अत्यधिक विद्युत तनाव को रोकने के लिए कंडक्टर स्क्रीन (शील्ड) का उपयोग किया जाता है। इन्सुलेशन के

ऊपर इन्सुलेशन स्क्रीनिंग होती है, जिसके बाद इन्सुलेशन टेप, ओवर शीथ और अंत में यांत्रिक सुरक्षा के लिए आर्मरिंग की जाती है।

इंसुलेटिंग सामग्री के वांछनीय गुण इस प्रकार हैं :

- उच्च डाइलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ
- उच्च इंसुलेशन प्रतिरोध
- कम थर्मल रेजिस्टिविटी
- कम रिलेटिव परमिटिविटी और कम टैन δ
- व्यापक तापमान रेंज में रासायनिक हमलों के प्रति प्रतिरोध
- अधिमानतः नॉन-हाइड्रोस्कोपिक

केबल्स का वर्गीकरण

प्रयोग किए गए इंसुलेशन के प्रकार के आधार पर, केबलों को इस प्रकार वर्गीकृत किया जाता है:

- ऑयल-इम्प्रेग्नेटेड पेपर इंसुलेटेड लीड कवर्ड (पीआईएलसी) - एचवी / एलवी में प्रयोग किया जाता है
- पॉली विनाइल क्लोराइड (पीवीसी) - एचवी / एलवी में प्रयोग किया जाता है
- क्रॉस-लिंकड पॉलीइथाइलीन (एक्सएलपीई) - बेहतर थर्मल और इंसुलेटिंग गुणों के कारण एलवी से ईएचवी तक में प्रयोग किया जाता है
- रबर इंसुलेटेड केबल



पीआईएलसी केबल का इस्तेमाल एलवी और एमवी अनुप्रयोगों के लिए बड़े पैमाने पर किया जाता है। कंडक्टरों के बीच इंसुलेशन और केबल के ऊपर समग्र इंसुलेशन, तरल-इम्प्रेग्नेटेड इलेक्ट्रिकल ग्रेड पेपर द्वारा प्रदान किया जाता है। पेपर इंसुलेशन के ऊपर एक लीड शीथ, इंसुलेशन को यांत्रिक सुरक्षा प्रदान करती है, इम्प्रेग्नेटेड तरल को सुरक्षित रखती है, और पर्यावरणीय क्षरण को रोकती है। लीड शीथ, फॉल्ट की स्थितियों में एक ग्राउंड पाथ भी प्रदान करती है।

पीआईएलसी केबल

पीआईएलसी केबल्स को आसानी से टनल के माध्यम से बिछाया जा सकता है, भूमिगत दबाया जा सकता है और एरियल रूप में भी लगाया जा सकता है। पीआईएलसी केबल्स का उपयोग उन सर्किट्स में किया जाता है जहाँ कड़े सेवा मानकों की आवश्यकता होती है, जैसे उच्चतम विश्वसनीयता, सबसे लंबी निर्बाध सेवा आयु, और सर्वोत्तम सर्ज, इम्पल्स तथा

एसी डाइलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ। सामान्य परिस्थितियों में इनका ऑपरेटिंग तापमान 90 °C तक होता है।

तथापि, इस प्रकार के केबल का आजकल उपयोग नहीं किया जाता है।

पीवीसी केबल इंसुलेशन के रूप में सबसे अधिक उपयोग किया जाने वाला पॉलिमर है। इसका उपयोग एलवी (विद्युत और नियंत्रण), एमवी (6.6 केवी तक) और दूरसंचार जैसे कुछ विशिष्ट अनुप्रयोगों में किया जाता है।



पीवीसी केबल्स के कई लाभ होते हैं, जैसे:

- 80° से. तक के व्यापक तापमान रेंज में अच्छी विद्युत एवं इंसुलेशन विशेषताएँ
- निरंतर सामान्य तथा शॉट सर्किट तापमान स्थितियों में थर्मल और थर्मो-मेकेनिकल को सहन करने की क्षमता
- गैल्वनाइज्ड आयरन की मजबूत और लचीली शीथ द्वारा अंतर्निहित अग्नि सुरक्षा, जिसका उपयोग अर्थिंग के लिए भी किया जाता है
- इलेक्ट्रोलाइटिक और रासायनिक क्षरण के विरुद्ध पूर्ण सुरक्षा - इसलिए प्रदूषित इस्पात संयंत्र वातावरण में अत्यंत उपयोगी
- गैर हाईग्रोस्कोपिक इंसुलेशन, जो नमी से लगभग अप्रभावित रहता है
- उत्कृष्ट टिकाऊपन और लंबी सेवा आयु
- अंतिम उत्पादों के लिए वांछित विनिर्देशन प्राप्त करने हेतु सरल प्रसंस्करण विशेषताएं - संभालने / स्ट्रीप में सरल
- कंपन से अप्रभावित
- लागत प्रभावी

एक्सएलपीई केबल निम्नलिखित घटकों से बने होते हैं:



एक्सएलपीई केबल

- कॉपर या एल्युमिनियम स्ट्रैंडेड कॉम्पैक्टेड कंडक्टर
- कंडक्टर की लॉन्गिट्यूडिनल वाटर सीलिंग
- ट्रिपल एक्सट्रूडेड और ड्राई कयोर एक्सएलपीई इंसुलेशन प्रणाली
- सेमीकंडक्टिंग कंपाउंड के साथ कंडक्टर एवं इंसुलेशन स्क्रीनिंग-
- सेमीकंडक्टिंग इंसुलेशन स्क्रीन के ऊपर मेटैलिक स्क्रीन-
- पॉलीएथिलीन या पीवीसी की गैर धात्विक आग रोधी बाहरी शीथ
- गैल्वनाइज्ड आयरन का आर्मर

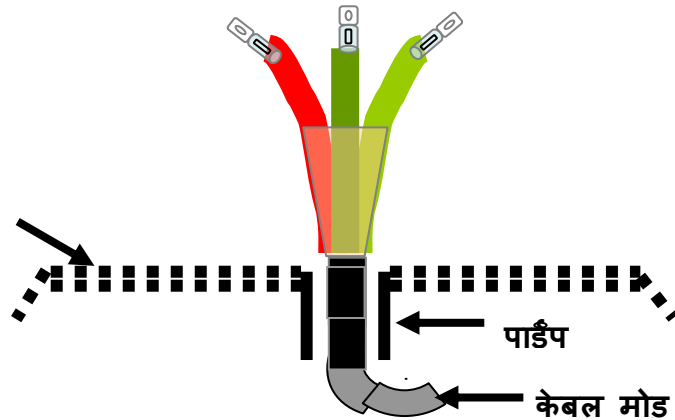
एक्सएलपीई केबल्स का उपयोग एचवी और ईएचवी अनुप्रयोगों में व्यापक रूप से किया जाता है। इन्हें टनल, ट्रेंच, भूमिगत और समुद्र के नीचे बिछाया जा सकता है। इन केबल्स को निरंतर 90 डिग्री से. कंडक्टर तापमान तक लोड किया जा सकता है। एक्सएलपीई केबल को 90 डिग्री से. से अधिक कुछ समय के लिए ओवरलोड किया जा सकता है, जिसमें कंडक्टर तापमान 105 डिग्री से. तक पहुँच सकता है। एक्सएलपीई इंसुलेटेड कंडक्टर्स के लिए अधिकतम अनुमेय शॉर्ट सर्किट तापमान 250 डिग्री से. है।

केबल्स के साथ सावधानियाँ

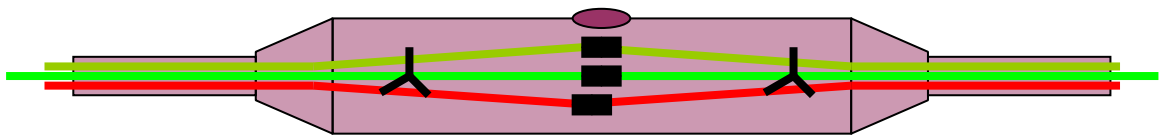
केबल्स के साथ सावधानियाँ। यदि पीआईएलसी केबल को खुला छोड़ दिया जाए या उनकी बाहरी शीथ खराब हो जाए, तो वे नमी सोख लेती हैं। पीवीसी केबल 80° सेल्स. से ज़्यादा तापमान पर स्थिर नहीं रहतीं। एक्सएलपीई केबल्स में समय के साथ 'वाटर ट्रीज़' बनने की समस्या आ जाती है। पानी के अंदर जाने से बचाने के लिए (एचवी / ईएचवी केबल्स के लिए), कोर को संभावित यांत्रिक नुकसान से बचाने के लिए, और एक अर्थ शील्ड बनाने के लिए धात्विक शीथ या पॉलीथीन-कोटेड मेटल टेप (पॉली – एएल, पॉली – सीयू) का प्रयोग किया जाता है। यांत्रिक नुकसान / तनाव से बचाने के लिए सभी तरह की केबल में स्टील टेप या गैल्वेनाइज्ड तार / स्ट्रिप या एल्यूमीनियम तार / स्ट्रिप के ज़रिए *आर्मरिंग* की जाती

है। केबल्स बिछाते या उन्हें संभालते समय, यांत्रिक तनाव को कम करने के लिए निर्धारित न्यूनतम बेंडिंग रेडियस (मोड़ने की त्रिज्या) का सख्ती से पालन किया जाना चाहिए।

केबल्स पर मार्किंग: तीन कोर की पहचान के लिए कलर कोड / टेप का इस्तेमाल किया जाता है। मानक मार्किंग रंगों (जैसे लाल, पीला, नीला - क्रमशः लाल फेज़, पीला फेज़, नीला फेज़ के लिए) या संख्याओं (1, 2, 3) के ज़रिए की जाती है। एलटी केबल के लिए न्यूट्रल के लिए काला रंग दिया जाता है। दो केबल्स को आपस में जोड़ते समय, या जब किसी मौजूदा प्रणाली से कोई नई केबल जोड़ी जा रही हो, तो यह मार्किंग या कोडिंग बहुत ज़रूरी होती है, ताकि फेज़िंग का सही मिलान हो सके। किसी पैनल या उपकरण (मोटर या ट्रांसफॉर्मर) के सिरों पर, एंड-टर्मिनेशन बहुत सावधानी से किए जाने चाहिए। केबल की लंबी लंबाई के लिए, टुकड़ों को 'स्ट्रेट-थ्रू जॉइंट्स' के ज़रिए जोड़ना पड़ता है, क्योंकि केबल आमतौर पर केबल ड्रम में 250 मी. या 500 मी. की लंबाई में उपलब्ध होती हैं। नीचे दिए गए चित्र एक विशिष्ट एंड-टर्मिनेशन (जब एमवी पैनल के पिछले हिस्से से देखा जाता है) और सुरंग में एक स्ट्रेट-थ्रू जॉइंट को दिखाते हैं।



एंड टर्मिनेशन जॉइंट का चित्र



स्ट्रेट - थ्रू जॉइंट का क्रॉस - सेक्शनल चित्र

सामग्री	फायदे	नुकसान	अधिकतम ऑपरेटिंग तापमान
पीवीसी	सस्ता, टिकाऊ, आसानी से उपलब्ध	सबसे ज़्यादा डाइइलेक्ट्रिक नुकसान, ज़्यादा तापमान पर पिघल जाता है, इसमें हैलोजन होते हैं	सामान्य इस्तेमाल के लिए 70 डिग्री से., गर्मी सहने वाले इस्तेमाल के लिए 85 डिग्री से.
पीई	सबसे कम डाइइलेक्ट्रिक नुकसान, शुरू में डाइइलेक्ट्रिक मज़बूती ज़्यादा होती है	वॉटर ट्रीडिंग के प्रति बहुत ज़्यादा संवेदनशील, ज़्यादा तापमान पर सामग्री टूट जाती है	
एक्सएलपीई	कम डाइइलेक्ट्रिक नुकसान, ज़्यादा तापमान पर सामग्री के गुण बेहतर हो जाते हैं	पिघलता नहीं है किंतु गर्मी से फैलता है, वॉटर ट्रीडिंग के प्रति मध्यम संवेदनशीलता (तथापि कुछ एक्सएलपीई पॉलीमर वॉटर-ट्री प्रतिरोधी होते हैं)	90 डिग्री से.

9.7 रिलेज

ओवर करंट और अर्थ फॉल्ट रिले

ये रिले तब कार्य करते हैं जब उनके सर्किट में प्रवाहित करंट, जो सीधे या करंट ट्रांसफार्मरों से आता है, किसी पूर्व निर्धारित मान से अधिक हो जाता है। इन रिले में कई करंट सेटिंग्स होती हैं ताकि इन्हें विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त बनाया जा सके। एलिमेंट फेज फॉल्ट के लिए अधिकतर दो ओवर करंट और सॉलिडली अर्थेड प्रणाली के लिए एक अर्थ फॉल्ट एलिमेंट अर्थ फॉल्ट के लिए प्रदान किए जाते हैं। हाई इम्पीडेंस के माध्यम से अर्थेड या अनअर्थेड प्रणाली पर तीन फेज फॉल्ट रिले होना वांछनीय है। ये डेल्टा - स्टार ट्रांसफार्मर के डेल्टा साइड के लिए भी आवश्यक है क्योंकि एक फेस में करंट स्टार साइड पर फेज टू फेज किसी खराबी के लिए अन्य दो फेजों में दुगुना हो सकता है। अर्थ फॉल्ट सुरक्षा कोर बैलेंस करंट ट्रांसफार्मर का उपयोग करके प्रदान की जा सकती है। कोर बैलेंस प्रोटेक्शन में एक रिंग-कोर करंट ट्रांसफॉर्मर होता है, जिसे 3 कोर केबल्स के ऊपर से गुज़रने के लिए डिज़ाइन किया गया है। इस करंट ट्रांसफॉर्मर से मिलने वाले आउटपुट का

इस्तेमाल एक करंट-ऑपरेटेड रिले को सक्रिय करने के लिए किया जाता है। यह व्यवस्था बहुत संवेदनशील अर्थ फॉल्ट संरक्षण प्रदान करती है।

डेल्टा-स्टार ट्रांसफॉर्मर में रूपांतरित होते समय फॉल्ट करंट का मान और फेज़ बदल जाता है। स्टार साइड पर होने वाला अर्थ फॉल्ट डेल्टा वाइंडिंग में एक सर्कुलेटिंग जीरो सीक्वेंस करंट उत्पन्न करता है, लेकिन ट्रांसफॉर्मर के डेल्टा साइड की लाइनों में कोई जीरो सीक्वेंस करंट उत्पन्न नहीं करता। इसलिए, डेल्टा साइड पर लगा अर्थ फॉल्ट रिले, ट्रांसफॉर्मर के स्टार साइड पर होने वाले अर्थ फॉल्ट पर प्रतिक्रिया नहीं देगा। ग्रेडेशन के उद्देश्य से, डेल्टा और स्टार साइड के अर्थ फॉल्ट रिले इस प्रकार एक-दूसरे से स्वतंत्र हो जाते हैं।

ओवर करंट और अर्थ फॉल्ट रिले में समय - करंट विशेषताओं में से कोई एक विशेषता हो सकती है:

- क) समय-विलंब
- ख) इंस्टैंटेनियस
- ग) दोनों का संयोजन।

समय विलंब विशेषताएँ आईडीएमटी (इन्वर्स डेफिनिट मिनिमम टाइम) या डेफिनिट टाइम प्रकार की हो सकती हैं। आईडीएमटी रिले में, रिले के कार्य करने का समय करंट के मान के व्युत्क्रमानुपाती होता है। तथापि, करंट के एक निश्चित मान (मान लीजिए 20 गुना) तक पहुँचने के बाद, रिले के कार्य करने का समय एक न्यूनतम मान पर स्थिर हो जाता है। डेफिनिट टाइम रिले के लिए, समय स्थिर रहता है, भले ही करंट निर्धारित मान से काफी अधिक बढ़ जाए। इंस्टैंटेनियस रिले तब तुरंत कार्य करता है, जब करंट निर्धारित मान से अधिक हो जाता है।

डिफरेंशियल रिले

डिफरेंशियल रिले के कार्य करने का सिद्धांत मर्ज-प्राइस प्रणाली पर आधारित है। मूल रूप से, इसके कनेक्शन और कार्य करने का तरीका इस प्रकार है:

करंट ट्रांसफॉर्मर को सुरक्षित ज़ोन (जैसे ट्रांसफॉर्मर/मोटर की वाइंडिंग) के दोनों सिरों पर लगाया जाता है और उन्हें विपरीत दिशा में जोड़ा जाता है। जब तक वाइंडिंग के दोनों सिरों पर करंट बराबर रहता है, तब तक उस वाइंडिंग के दोनों करंट ट्रांसफॉर्मर में बराबर और विपरीत ईएमएफ (इलेक्ट्रोमोटिव फोर्स) पैदा होता है, और रिले से कोई करंट प्रवाहित नहीं होता। जब भी वाइंडिंग में कोई खराबी आती है, तो वाइंडिंग के दोनों सिरों पर करंट बराबर नहीं रहता, और डिफरेंशियल करंट के प्रवाह के कारण रिले कार्य करना शुरू कर देता है।

मोटर सुरक्षा रिले

ये रिले मोटर को पाँच मुख्य खराबियों से बचाते हैं। ये मुख्य खराबियाँ इस प्रकार हैं:

- ओवर-करंट (शॉर्ट सर्किट)
- किसी भी वाइंडिंग में अर्थ फॉल्ट
- ओवरलोड
- असंतुलित आपूर्ति (नेगेटिव क्रम)
- वोल्टेज देने पर रोटार का न घूमना (स्टॉलिंग सुरक्षा)

अंडर-वोल्टेज / ओवर-वोल्टेज रिले

अंडर-वोल्टेज / ओवर-वोल्टेज रिले वोल्टेज के एक पहले से तय मान पर कार्य करता है। यह रिले आम तौर पर विभवांतर ट्रांसफॉर्मर की सेकेंडरी वाइंडिंग से जुड़ा होता है, जो विद्युत सर्किट में प्राइमरी वोल्टेज की एक प्रति भेजता है। ओवर-वोल्टेज और अंडर-वोल्टेज के सामान्य मान क्रमशः 110% और 88% होते हैं।

अल्प - आवृत्ति / अधिक आवृत्ति रिले

अल्प - आवृत्ति / अधिक आवृत्ति रिले फ्रीक्वेंसी के एक पहले से तय मान पर कार्य करते हैं। ये रिले आम तौर पर पोर्टेबिल ट्रांसफॉर्मर की सेकेंडरी वाइंडिंग से, और कभी-कभी 230वीं सिंगल फेज़ एसी मेन आपूर्ति से भी जुड़े होते हैं। इन रिले का उपयोग जनरेटर और मोटरों को सुरक्षित रखने के लिए किया जाता है।

डीएफ/डीटी रिले

यह रिले तब कार्य करता है, जब आवृत्ति के गिरने (या बढ़ने) की दर, आवृत्ति के गिरने (या बढ़ने) की पहले से तय दर से ज़्यादा हो जाती है। उदाहरण के लिए, यदि कोई रिले 0.1 हर्ट्ज/सेकंड पर सेट है, और आवृत्ति के गिरने (या बढ़ने) की वास्तविक दर 0.2 हर्ट्ज/सेकंड हो जाती है, तो यह कार्य करना शुरू कर देता है। जब ग्रिड में कोई समस्या आती है तो ये रिले जनरेटर को अलग कर देते हैं। आवृत्ति बढ़ने की सुविधा वाले डीएफ / डीटी रिले का उपयोग जनरेटर को ओवर-स्पीडिंग से बचाने के लिए किया जाता है।

पायलट वायर रिले

ये ऐसे डिफरेंशियल रिले हैं, जिनका उपयोग ट्रांसमिशन लाइन या केबल को सुरक्षित रखने के लिए किया जाता है। यहाँ रिले के दो सेट हैं—एक भेजने वाले छोर पर और दूसरा पाने वाले छोर पर—जो दोनों सिरों पर करंट ट्रांसफॉर्मर के ज़रिए जुड़े होते हैं। दोनों सिरों पर लगे रिले एक पायलट वायर लूप के ज़रिए जुड़े होते हैं, जिससे रिले को चलाने वाला करंट गुज़रता है और दोनों सिरों पर रिले को सक्रिय करता है। सामान्य स्थिति में, दोनों सिरों पर लगे करंट ट्रांसफॉर्मर से गुज़रने वाला करंट एक जैसा होगा और पायलट लूप में करंट शून्य होगा। यदि दोनों करंट ट्रांसफॉर्मर के बीच के क्षेत्र में कोई खराबी आती है, तो दोनों करंट ट्रांसफॉर्मर में करंट की मात्रा अलग-अलग होगी; ऐसे में एक 'डिफरेंशियल करंट' पायलट लूप से होकर गुज़रेगा और दोनों सिरों पर लगे रिले को सक्रिय कर देगा।

न्यूमेरिकल रिले:

ये आधुनिक, माइक्रोप्रोसेसर-आधारित और प्रोग्राम करने योग्य इलेक्ट्रॉनिक रिले हैं, जो मोटर, फीडर आदि को व्यापक सुरक्षा प्रदान करते हैं। इनका एक मुख्य लाभ यह है कि ये अलग-अलग तरह के सुरक्षा रिले को एक ही इकाई में समाहित कर लेते हैं, जिससे इनका आकार छोटा हो जाता है और इनकी विश्वसनीयता बढ़ जाती है। ये कुछ उन्नत सुविधाएँ भी प्रदान करते हैं, जैसे कि खराबी आने के दौरान विभिन्न मापदंडों को रिकॉर्ड करना; यह जानकारी विश्लेषण और समस्या-समाधान के लिए अत्यंत उपयोगी होती है। ये 'कम्युनिकेबल' प्रकार के भी होते हैं—अर्थात्, रिले द्वारा उत्पन्न डेटा को प्रणाली में मौजूद किसी अन्य रिले, किसी पीसी, या किसी स्काडा प्रणाली तक भेजा जा सकता है, ताकि उसका आगे उपयोग और विश्लेषण किया जा सके। आजकल, इन न्यूमेरिकल रिले के माध्यम से ही 'मीटरिंग' का कार्य भी किया जाता है।

9.8 विद्युत इंसुलेशन

इंसुलेटिंग सामग्रियाँ

इंसुलेटिंग सामग्री वर्तमान के प्रवाह के लिए उच्च प्रतिरोध प्रदान करती हैं और सभी विद्युत उपकरणों में उपयोग होती हैं। किसी भी केबल या मशीन में इंसुलेशन हिस्सा सबसे अधिक विफल होने योग्य होता है। विद्युत और यांत्रिक तनाव के अलावा, गर्मी इंसुलेटिंग सामग्री के जीवन और प्रदर्शन को निर्धारित करने में सबसे महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। इसलिए किसी भी केबल या मशीन का ऑपरेटिंग तापमान अनुमेय तापमान वृद्धि सीमा से अधिक नहीं होना चाहिए। नमी और धूल भी इंसुलेटिंग सामग्री को खराब करते हैं।

इंसुलेशन सामग्री को उनकी गर्मी सहने की क्षमता के अनुसार वर्गीकृत किया गया है। आईएस 1271-1958 के अनुसार मान्यता प्राप्त इंसुलेशन सामग्री और उनके असाइन किए गए तापमान निम्नलिखित हैं।

इंसुलेशन की श्रेणी	सामग्री	तापमान
श्रेणी वाई या ओ	सूती कागज़, प्रेसबोर्ड, लकड़ी, फाइबर	90 डिग्री से.
श्रेणी ए	पीवीसी, वल्कनीकृत रबर	105 डिग्री से.
श्रेणी ई	एपॉक्सी रेज़िन, कागज़ के लैमिनेट	120 डिग्री से.
श्रेणी बी	फाइबरग्लास, एस्बेस्टस	130 डिग्री से.
श्रेणी एफ	वार्निश किया हुआ फाइबरग्लास और एस्बेस्टस	155 डिग्री से.
श्रेणी एच	सिलिकॉन इलास्टोमर	180 डिग्री से.
श्रेणी सी	अभ्रक , पॉर्सिलेन	180 डिग्री से. से अधिक

इंसुलेशन प्रतिरोध (आईआर) की अवधारणा

इंसुलेशन प्रतिरोध (आई.आर.) उस इंसुलेशन का प्रतिरोध है जो लाइव कंडक्टर और मशीन की बॉडी/केबल आर्मर/अर्थ पॉइंट के बीच दिया जाता है। इंसुलेशन प्रतिरोध मा मान इंसुलेशन टेस्टर से मापा जाता है और इसकी मापने की यूनिट के Ω /एम Ω /जी Ω आदि होती है।

आईआर टेस्टर (प्रकार, उपयोग)

आईआर मापने के लिए, एक इंसुलेशन मटीरियल पर आई आर परीक्षक के ज़रिए डीसी वोल्टेज लगाया जाता है। आई आर टेस्टर का लाइन टर्मिनल कंडक्टर टर्मिनल से जोड़ा जाता है और अर्थ टर्मिनल बॉडी/आर्मर/अर्थ से जोड़ा जाता है, और फिर टेस्ट वोल्टेज लगाया जाता है।

जब यह वोल्टेज लगाया जाता है, तो इंसुलेशन सामग्री से होकर एक लीकेज करंट बहता है। इस लीकेज करंट को इंसुलेशन प्रतिरोध के रूप में कैलिब्रेट किया जाता है, जिसे के Ω , एम Ω या जी Ω में दिखाया जाता है। आई आर का मान वास्तव में, लगाए गए वोल्टेज और इंसुलेशन मटीरियल से बहने वाले लीकेज करंट का सही अनुपात होता है।

आई आर का मान इंसुलेशन सामग्री की स्थिति का एक अच्छा संकेत होता है। एक आदर्श इंसुलेशन सामग्री के लिए, लीकेज करंट जीरो होता है; इसलिए आईआर का मान अनंत

होता है। गर्मी, धूल या नमी की वजह से इंसुलेटिंग मटीरियल में होने वाली किसी भी खराबी का पता आई आर के मान के कम होने से चलता है।

आई आर टेस्टर कई तरह के होते हैं, जैसे हाथ से चलने वाले, मोटर से चलने वाले या सॉलिड स्टेट टाइप के। आउटपुट टेस्ट वोल्टेज, उपयोग के प्रकार के आधार पर 100वी से 5 केवी तक अलग-अलग होते हैं। उपयोग के प्रकार के आधार पर, नीचे दिए गए टेस्ट वोल्टेज ज़्यादा बेहतर माने जाते हैं:

आई आर टेस्टर परीक्षण वोल्टेज	अनुप्रयोग
100 वी	टेलीफोन केबल
500 वी	एलटी पावर केबल और कंट्रोल केबल, एलटी मोटर, ट्रांसफॉर्मर एलटी साइड (415वी)
1000 वी	एलटी पावर केबल, एलटी मोटर, ट्रांसफॉर्मर एलटी साइड (415वी)
2.5 केवी	एचटी पावर केबल, एचटी मोटर, ट्रांसफॉर्मर एचटी साइड (3.3 या 6.6 या 11 केवी)
5.0 केवी	एचटी पावर केबल, एचटी मोटर, ट्रांसफॉर्मर एचटी साइड (33 केवी, 11 केवी), ईएचटी स्विचयार्ड उपकरण (132 या 220 केवी)

केबल में खराबी का पता लगाने की तकनीकें:

जब भी केबल में कोई खराबी आती है, तो खराबी की प्रकृति का पता एक उपयुक्त आई आर टेस्टर से लगाया जाता है। केबल में होने वाली मुख्य खराबियाँ हैं: फेज़ से आर्मर शॉर्ट सर्किट (अर्थ फ़ॉल्ट), फेज़ से फेज़ शॉर्ट सर्किट (शॉर्ट सर्किट), और कंडक्टर का टूट जाना (ओपन सर्किट फ़ॉल्ट)।

केबल में खराबी के स्थान पर पता लगाने के लिए, अर्थ फ़ॉल्ट और फेज़ से फेज़ फ़ॉल्ट के मामले में मुरे लूप टेस्टर और टाइम डोमेन रिफ्लेक्टोमीटर (टीडीआर) जैसे उपकरणों का उपयोग किया जाता है, ताकि केबल के दोनों सिरों से खराबी की अनुमानित दूरी का पता लगाया जा सके। ओपन सर्किट फ़ॉल्ट के लिए केवल टीडीआर का उपयोग किया जाता है। ऑप्टिकल फाइबर केबलों में खराबी का पता लगाने के लिए ऑप्टिकल टाइम डोमेन रिफ्लेक्टोमीटर (ओटीडीआर) नामक उपकरण का उपयोग किया जाता है।

खराबी की सटीक जगह का पता इम्पल्स जेनरेटर का उपयोग करके लगाया जाता है। एक इम्पल्स जेनरेटर में, एक निश्चित वोल्टेज पर चार्ज किए गए कैपेसिटर को हर 6 सेकंड के अंतराल पर खराबी वाली जगह पर डिस्चार्ज होने दिया जाता है; इस डिस्चार्ज से उत्पन्न होने वाली तेज़ आवाज़ को ज़मीन पर रखे गए विशेष प्रोब्स के माध्यम से इयरफ़ोन द्वारा सुना जाता है। इम्पल्स जेनरेटर की रेटिंग आमतौर पर एलटी केबलों के लिए 0-8 केवी और एचटी केबलों के लिए 0-25 केवी होती है।

9.9 इलेक्ट्रॉनिक उपकरण

परिचय

1. इलेक्ट्रॉनिक उपकरण इलेक्ट्रॉनिक उद्योग की रीढ़ हैं।
2. बच्चों के खेलौनों से लेकर जीवन रक्षक उपकरणों तक, लगभग हर चीज़ इन्हीं घटकों पर निर्भर करती है।
3. बाज़ार में अरबों की संख्या में ये घटक उपलब्ध हैं।
4. हमारे जैसे बड़े औद्योगिक संयंत्रों में, विभिन्न इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों में अलग-अलग प्रकार के घटकों का उपयोग किया जाता है।

प्रकार

- **निष्क्रिय घटक :** स्थिर और परिवर्तनीय प्रतिरोध, स्थिर और परिवर्तनीय कैपेसिटर, इंडक्टर आदि।
- **सक्रिय घटक :**
 - i. **(वैक्यूम ट्यूब उपकरण):** डायोड, ट्रायोड, पेंटोड आदि।
 - **ये उपकरण अपने भारी आकार और धीमी प्रतिक्रिया के कारण अब अप्रचलित हो चुके हैं।** इनकी जगह अब सेमीकंडक्टर उपकरणों ने ले ली है, जिन्हें ठोस अवस्था उपकरण के नाम से भी जाना जाता है।
 - ii. **ठोस अवस्था उपकरण :**

अलग-अलग घटक : डायोड, ट्रांजिस्टर, थायरिस्टर, फ़ील्ड प्रभाव ट्रांसिस्टर्स, यूजेटी आदि।

एकीकृत परिपथ : लीनियर आईसी, डिजिटल आईसी, इन्सूलेटेड गेट बाइपोलर ट्रांसिस्टर (आईजीबीटी) आदि।

प्रतिरोध

1. **परिभाषा:** प्रतिरोधक एक ऐसा इलेक्ट्रॉनिक उपकरण है जो विद्युत करंट के प्रवाह में रुकावट डालता है।
2. **मापन की इकाई:** ओम (Ω)
3. **विशेष विवरण:** प्रतिरोधक के विशेष विवरण इन बातों के आधार पर दिए जाते हैं:

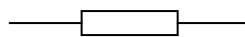
क. **मान :** ओम में बताया जाता है।

ख. **सहनशीलता:** बताए गए मान से कितने विचलन की अनुमति है, इसे प्रतिशत (1%/5%/10%/20%) में दर्शाया जाता है।

ग **विद्युत :** प्रतिरोधक को एक निश्चित मात्रा में विद्युत को संभालने के लिए डिज़ाइन किया जाता है। एक ही मान वाले प्रतिरोधक अलग-अलग विद्युत रेटिंग्स में उपलब्ध होते हैं, जैसे क्वार्टर, वाट, हॉफ वॉट, 1 वॉट आदि।

घ. **प्रकार :** इन्हें बनाने में प्रयोग की गई सामग्री के आधार पर, प्रतिरोधक कार्बन, धातु फिल्म, वायर वाउंड आदि प्रकार के हो सकते हैं।

4. सिंबल :

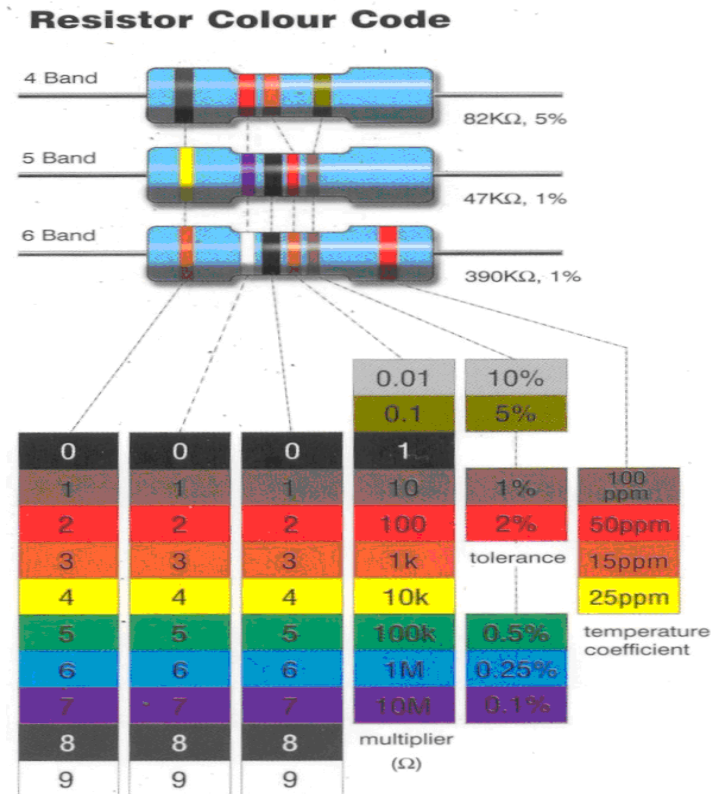


या



5. मान की पहचान :

मान और सहनशीलता की पहचान उन पर कलर कोडेड बैंड या मुद्रण द्वारा की जाती है जैसे आर33एम = $0.33\Omega \pm 20\%$ और 4के7एफ= $4700\Omega \pm 1\%$ सहनशीलता



6. अनुप्रयोग

- क. करंट लिमिटिंग रेसिस्टर
- ख. लोडिंग रेसिस्टर
- ग. टाइमिंग एलिमेंट
- घ. ब्लीडर आदि

कैपेसिटर

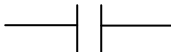
1. **परिभाषा:** कैपेसिटर एक इलेक्ट्रॉनिक डिवाइस है जो इलेक्ट्रिकल चार्ज को स्टोर करता है और अपने टर्मिनलों पर वोल्टेज में किसी भी बदलाव का प्रतिरोध करता है।
2. **मापन की इकाई:** फैराड (F), किंतु आम तौर पर माइक्रोफैराड (μF) में उपलब्ध होते हैं।
3. **विनिर्देशन :** कैपेसिटर को इन आधारों पर निर्दिष्ट किया जाता है:
 - क. **क्षमता या मान :** इसे फैराड में व्यक्त किया जाता है।
 - ख. **पोलरिटी :** पोलर (डीसी कैपेसिटर) या नॉन-पोलर (एसी कैपेसिटर)।

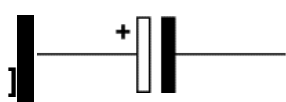
ग. **वोल्टेज** : वह अधिकतम वोल्टेज जिसे कैपेसिटर बिना किसी नुकसान के सहन कर सकता है।

घ. **सहनशीलता** : निर्दिष्ट मान से अनुमेय विचलन, जिसे प्रतिशत में व्यक्त किया जाता है।

ङ. **पैकेजिंग** : एक्सियल लीड पैकेज, रेडियल लीड पैकेज, सोल्डर टाइप टर्मिनल, स्कूएबल टर्मिनल आदि।

च. **प्रकार**: कैपेसिटर बनाने में उपयोग किए गए डाइइलेक्ट्रिक के आधार पर, वे इलेक्ट्रोलाइटिक, सिरेमिक डिस्क, पेपर, माइका, मेटल पॉलिएस्टर आदि हो सकते हैं।

4. **सिंबल** :  यूनिपोलर (एसी/डीसी)



पोलर (डीसी)

5. अनुप्रयोग:

कैपेसिटर एक बहुत बहुमुखी घटक है जिसके व्यापक उपयोग हैं, उदाहरण के लिए:

क. थर्मोस्टैट, रिले आदि में स्पार्क को दबाना;

ख. पावर आपूर्ति में रिज़र्वॉयर और स्मूदिंग फ़िल्टर;

ग. एम्पलीफायर में डी-कपलिंग और कपलिंग;

घ. मल्टी-वाइब्रेटर, डिस्चार्ज सर्किट आदि के लिए ट्यूनिंग एलिमेंट;

ङ. फ़िल्टर, वेवफॉर्म शेपिंग और ऑस्सीलेटर।

इंडक्टर्स

1. **परिभाषा**: एक इंडक्टर सरलता से एक तार की कॉइल है। एक इंडक्टर अपनी चुंबकीय क्षेत्र में ऊर्जा संग्रहीत कर सकता है, और उस करंट की मात्रा में किसी भी बदलाव का विरोध करता है जो उसके माध्यम से बह रहा है।

2. **माप की इकाई**: हेनरी (एच)।

3. सिंबल :



4. अनुप्रयोग:

- क. एनालॉग सर्किट और सिग्नल प्रोसेसिंग।
- ख. फ़िल्टर, जब कैपेसिटर और अन्य घटकों के साथ उपयोग किया जाता है।
(चोकस, आरएफ सप्रेसर आदि)।
- ग. दो (या अधिक) इंडक्टर्स जिनका चुंबकीय फ्लक्स जुड़े हुए होते हैं, एक ट्रांसफॉर्मर बनाते हैं।
- घ. कुछ स्विच-मोड पावर आपूर्ति में ऊर्जा संग्रहीत करने वाले उपकरण के रूप में।
- इ. विद्युत ट्रांसमिशन प्रणाली में, जहाँ इन्हें जानबूझकर प्रणाली वोल्टेज को कम करने या फॉल्ट करंट को सीमित करने के लिए उपयोग किया जाता है। इस क्षेत्र में, इन्हें आमतौर पर रिएक्टर कहा जाता है।

5. सामग्री: कॉइल सामग्री के रूप में लगभग हमेशा तांबा, किंतु कोर विभिन्न सामग्रियों का हो सकता है।

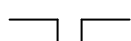
विविध घटक

उपरोक्त के अलावा, कई अन्य घटक इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में उपयोग किए जाते हैं जैसे रिले, स्विच और क्रिस्टल आदि।

स्विच :

परिभाषा: स्विच एक उपकरण है जिसका उपयोग सर्किट को इच्छा अनुसार जोड़ने और अलग करने के लिए किया जाता है। स्विच व्यापक प्रकारों के होते हैं, जो सूक्ष्म आकार से लेकर औद्योगिक संयंत्र में उच्च वोल्टेज वितरण लाइनों पर मेगावाट विद्युत स्विचिंग करने तक के होते हैं।

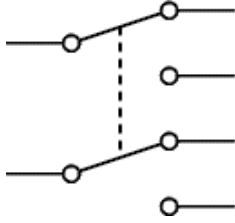
सिंबल :



या



प्रकार: स्विच कई आधारों पर वर्गीकृत किए जाते हैं। स्विच में संपर्कों की संख्या के आधार पर, वे सिंगल या डबल पोल आदि हो सकते हैं। यदि किसी स्विच के दो स्थिति होते हैं जिनमें इसे संचालित किया जा सकता है (जैसे ऑन और ऑफ), तो इसे सिंगल थ्रो स्विच कहा जाता है। यदि इसके तीन स्थिति होते हैं, तो इसे डबल थ्रो कहा जाता है।



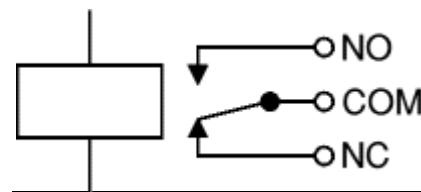
एक डबल पोल डबल थ्रो स्विच

रिले:

परिभाषा: रिले एक इलेक्ट्रिकल स्विच है जो किसी अन्य इलेक्ट्रिकल सर्किट के नियंत्रण में चालू होता और बंद होता है। मूल रूप में, स्विच को एक इलेक्ट्रोमैग्नेट द्वारा संचालित किया जाता है ताकि एक या कई सेट के संपर्क खोले या बंद किए जा सकें। इसे जोसेफ हेनरी ने 1835 में आविष्कार किया था। क्योंकि एक रिले उच्च शक्ति वाले आउटपुट सर्किट को इनपुट सर्किट की तुलना में नियंत्रित कर सकता है, इसे व्यापक अर्थ में एक प्रकार के इलेक्ट्रिकल एम्पलीफायर के रूप में माना जा सकता है।

सिद्धांत: जब करंट कॉइल से होकर गुजरता है, तो उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र एक आर्मेचर को आकर्षित करता है जो यांत्रिक रूप से एक चलते हुए संपर्क से जुड़ा होता है। यह गति या तो स्थिर संपर्क के साथ कनेक्शन बनाती है या तोड़ देती है। जब कॉइल को करंट बंद कर दिया जाता है, तो आर्मेचर लगभग आधी ताकत वाले बल द्वारा अपनी आरामदायक स्थिति में लौट आता है। आमतौर पर यह एक स्प्रिंग होती है, किंतु औद्योगिक मोटर स्टार्टर में सामान्यतः गुरुत्वाकर्षण का भी उपयोग किया जाता है। अधिकांश रिले शीघ्र संचालित होने के लिए निर्मित किए जाते हैं। कम वोल्टेज वाले अनुप्रयोग में यह शोर को कम करने के लिए होता है। उच्च वोल्टेज या उच्च करंट वाले अनुप्रयोग में यह आर्किंग को कम करने के लिए होता है।

सिंबल :

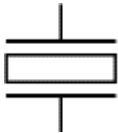


क्रिस्टल:

परिभाषा: क्रिस्टल ऑस्सीलेटर एक इलेक्ट्रॉनिक सर्किट है जो पायजोइलेक्ट्रिक सामग्री के कंपन करने वाले क्रिस्टल के यांत्रिक रेजोनेंस का उपयोग करके बहुत सटीक आवृत्ति वाला इलेक्ट्रिकल सिग्नल उत्पन्न करता है। यह आवृत्ति आमतौर पर समय का पालन करने के लिए (जैसे क्वार्ट्ज घड़ियों में), डिजिटल इंटीग्रेटेड सर्किट के लिए स्थिर क्लॉक सिग्नल प्रदान करने और रेडियो ट्रांसमीटर/रिसीवर के लिए आवृत्तियों को स्थिर करने में उपयोग की जाती है।

सिद्धांत: जब क्वार्ट्ज का क्रिस्टल सही तरीके से काटा और माउंट किया जाता है, तो इसे इलेक्ट्रिक फील्ड में विकृत किया जा सकता है, क्रिस्टल के पास या क्रिस्टल पर इलेक्ट्रोड पर वोल्टेज लगाने से। इस गुण को पायजोइलेक्ट्रिसिटी कहा जाता है। जब फील्ड हटा दी जाती है, तो क्वार्ट्ज वापस अपनी पिछली आकृति में लौटते समय एक इलेक्ट्रिक फील्ड उत्पन्न करेगा, और इससे वोल्टेज उत्पन्न हो सकता है। परिणाम यह है कि क्वार्ट्ज क्रिस्टल एक ऐसे सर्किट की तरह व्यवहार करता है जिसमें इंडक्टर, कैपेसिटर और रेसिस्टर होते हैं, और इसकी सटीक रेजोनेंट आवृत्ति होती है।

सिंबल :



सेमीकंडक्टर्स के विकास का इतिहास:

- प्वाइंट कॉन्टैक्ट ट्रांजिस्टर 1948 में विकसित हुआ।
- बीजेटी 1950 में अस्तित्व में आया।
- प्लेनर प्रोसेस 1959 में प्रस्तुत किया गया।
- पहला इंटीग्रेटेड सर्किट 1960 के शुरुआती वर्षों में निर्मित हुआ; जिसमें 100 से कम घटक (एसएसआई) शामिल थे।
- एमओएस ट्रांजिस्टर 1962 में विकसित हुआ।
- 1966 में एक ही चिप पर 100 से 10,000 घटक सम्मिलित किए गए (एमएसआई)।
- 1969 में लार्ज स्केल इंटीग्रेशन (एलएसआई) तकनीक।
- 1975 तक एक ही चिप पर 10,000 से अधिक घटक (वीएलएसआई)।
- 1984 तक वीएलएसआई चिप में 100,000 से अधिक घटक भी थे।

परीक्षण :

थायरिस्टर का साइट पर बैटरी टेस्टर का उपयोग करके परीक्षण किया जा सकता है। बैटरी टेस्टर का पॉजिटिव टर्मिनल थायरिस्टर के एनोड से और नेगेटिव टर्मिनल कैथोड से जोड़ा जाना चाहिए। बैटरी लैंप तब तक नहीं जलेगी जब तक थायरिस्टर का गेट भी बैटरी टेस्टर के पॉजिटिव से नहीं जुड़ा हो। एक बार लैंप जलने लगने पर, यह तब भी जलती रहेगी जब गेट को ओपन सर्किट किया जाए क्योंकि थायरिस्टर ने लैच कर लिया है। यह केवल तब रुकेगी जब एनोड या कैथोड वायर भी हटा दिया जाए। यह ध्यान में रखना चाहिए कि कभी-कभी थायरिस्टर लैच नहीं करता क्योंकि बैटरी लैचिंग करंट प्रदान करने में सक्षम नहीं होती। इस स्थिति में, कम से कम तीन बैटरियों को सीरीज में इस्तेमाल करना चाहिए और यदि बैटरियां पुरानी हों तो उन्हें बदलना चाहिए।

प्रयोगशाला में वही परीक्षण दो पावर आपूर्ति का उपयोग करके और उपयुक्त लोड रेसिस्टेंस के साथ किया जा सकता है (एक एनोड-कैथोड सर्किट के लिए और दूसरा गेट-कैथोड सर्किट के लिए) ।

9.10 परीक्षण, मापन उपकरण और औजार:

डिजिटल मल्टीमीटर:

मल्टीमीटर या मल्टीटेस्टर, जिसे वोल्ट / ओम मीटर या वीओएम भी कहा जाता है, एक इलेक्ट्रॉनिक माप उपकरण है जो कई कार्यों को एक ही यूनिट में संयोजित करता है। एक स्टैंडर्ड मल्टीमीटर में वोल्टेज, करंट और रेसिस्टेंस मापने की क्षमता शामिल हो सकती है। मल्टीमीटर के दो प्रकार होते हैं: एनालॉग मल्टीमीटर और डिजिटल मल्टीमीटर (जिन्हें प्रायः संक्षेप में डीएमएम कहा जाता है)।

मल्टीमीटर एक हाथ में पकड़ने योग्य उपकरण हो सकता है जो आधारभूत दोष खोजने और फील्ड सर्विस कार्य के लिए उपयोगी है, या एक बेंच उपकरण हो सकता है जो बहुत उच्च सटीकता तक माप सकता है। इसे औद्योगिक और घरेलू उपकरणों में विद्युत समस्याओं को हल करने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

मापी जाने वाली मात्राएं:

आधुनिक मल्टीमीटर कई मात्राएँ माप सकते हैं। सामान्यतः ये हैं:

- वोल्टेज वोल्ट में
- करंट एम्पीयर में

- प्रतिरोध ओम में

इसके अलावा, इसमें सर्किट शामिल होते हैं:

- कंटीन्यूइटी, जो सर्किट में कंडक्ट होने पर बीप करता है; वायर की कंटीन्यूइटी जांचने के लिए उपयोगी।
- डायोड्स का परीक्षण

कुछ मल्टीमीटर निम्न को भी माप सकते हैं:

- कैपेसिटेंस फ़ैराड में
- आवृत्ति हर्ट्ज में
- ड्यूटी साइकल प्रतिशत में
- तापमान डिग्री सेल्सियस या फ़ारेनहाइट में
- कंडक्टेंस सीमेंस में
- इंडक्टेंस हेनरी में
- ऑडियो सिग्नल स्तर डेसिबल में

मल्टीमीटर में विभिन्न सेंसर जोड़े जा सकते हैं ताकि माप लिया जा सके जैसे:

- प्रकाश स्तर
- अम्लता/क्षारीयता (पीएच)
- पवन गति
- सापेक्ष आर्द्रता

डिजिटल मल्टीमीटर (डीएमएम) अपनी रेज़ोल्यूशन द्वारा निर्दिष्ट होते हैं, जो आमतौर पर मल्टीमीटर के रीडआउट पर प्रदर्शित अंकों की संख्या से मापा जाता है (3 ½ अंक या 4 ½ अंक आदि)। आधा अंक या तो शून्य या एक दिखा सकता है और यह डिस्प्ले का सबसे बायाँ अंक होता है। इसलिए, 3 ½ अंक का मल्टीमीटर 0 से 1999 तक सिग्नल स्तर दिखा सकता है।

कैथोड रे ऑस्सिलोस्कोप (सीआरओ) :



एक **ऑस्सिलोस्कोप** (जिसे कभी-कभी **सीआरओ**, कैथोड-रे ऑस्सिलोस्कोप के लिए संक्षिप्त किया जाता है, या आमतौर पर केवल **स्कोप** या **ओ-स्कोप** कहा जाता है) एक प्रकार का इलेक्ट्रॉनिक परीक्षण

उपकरण है जो सिग्नल वोल्टेज को देखने को संभव बनाता है, आमतौर पर एक या अधिक इलेक्ट्रिकल सिग्नल का दो-आयामी ग्राफ के रूप में (ऊर्ध्वाधर अक्ष पर) समय या किसी अन्य वोल्टेज (क्षितिज अक्ष पर) के फंक्शन के रूप में प्लॉट किया जाता है। एक सामान्य सीआरओ के फ्रंट पैनल पर एक छोटा स्क्रीन होता है जिस पर ग्राफ तब प्रदर्शित होते हैं जब इनपुट कनेक्ट किए जाते हैं। सीआरओ के फ्रंट पैनल में इनपुट को सेट करने और कनेक्ट करने के लिए कई बटन, स्विच और कनेक्टर भी होते हैं। सीआरओ ग्राफ को प्रदर्शित करने के लिए एक कैथोड रे ट्यूब का उपयोग करता है, जो टेलीविजन सेट के पिकचर ट्यूब के समान होती है।

सीआरओ में दो या अधिक चैनल हो सकते हैं ताकि एक से अधिक सिग्नल को एक साथ प्रदर्शित किया जा सके। सीआरओ इलेक्ट्रिकल और इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में समस्या निवारण के लिए एक बहुत उपयोगी उपकरण है क्योंकि यह सिग्नल का ग्राफिकल डिस्प्ले देता है, जो वोल्टमीटर के साथ संभव नहीं है। इसके अलावा, कभी-कभी सिग्नलों के सटीक आकार को जानना विश्लेषण और डिजाइन के लिए महत्वपूर्ण होता है, और ऐसे अनुप्रयोगों में सीआरओ एक बहुत बहुमुखी उपकरण है।

मूल रूप से, सीआरओ एनालॉग उपकरण थे, किंतु अब डिजिटल सीआरओ आमतौर पर उपलब्ध हैं और अपने एनालॉग पूर्ववर्तियों की तुलना में बहुत अधिक उन्नत हैं। ये वेवफॉर्म को स्टोर कर सकते हैं और कंप्यूटर से कनेक्ट किए जा सकते हैं ताकि वेव शेप का डाउनलोड और विश्लेषण किया जा सके।

9.11 ड्राइव और नियंत्रण

डीसी मोटरों की गति नियंत्रण

डीसी ड्राइव्स का परिचय:

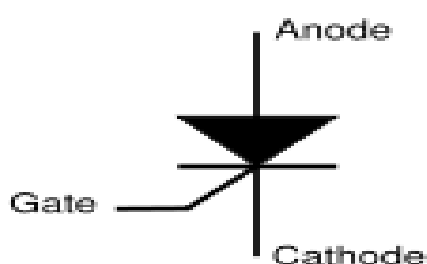
डीसी ड्राइव्स का उपयोग डीसी मोटर को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है। डीसी ड्राइव्स के दो मुख्य घटक होते हैं: एक **कन्वर्टर** और एक **रेगुलेटर**। कन्वर्टर एक इलेक्ट्रिकल सर्किट है जो एसी पावर को डीसी पावर में बदलता है। डीसी ड्राइव कन्वर्टर आमतौर पर एक डिवाइस का उपयोग करते हैं जिसे **सिलिकॉन कंट्रोल्ड रेक्टिफायर** (एससीआर) अर्थात् इस रूपांतरण प्रक्रिया के लिए थायरिस्टर कहा जाता है। एससीआर एसी करंट को नियंत्रित रूप में डीसी करंट में बदलता है। एक **रेगुलेटर** ड्राइव का नियंत्रण भाग है। रेगुलेटर वह "स्मार्ट" या प्रोसेसिंग लॉजिक है जो निर्धारित करता है कि मोटर को कौन सा वोल्टेज और करंट आपूर्ति किया जाए। ड्राइव से आउटपुट वोल्टेज/करंट मोटर की गति या टॉर्क को नियंत्रित कर सकता है (इस प्रकार किसी प्रक्रिया लोड का तनाव भी नियंत्रित किया जा

सकता है)। मोटर को आपूर्ति की जाने वाली पावर में बदलाव रेगुलेटर के लॉजिक और मोटर से मिलने वाले फीडबैक के प्रकार पर निर्भर करता है। फीडबैक डिवाइस ऐसे होते हैं जैसे टैको या एन्कोडर, मोटर पर सेंसर होते हैं। टैकोमीटर (टैको) एक डिवाइस है जो मोटर की वास्तविक गति की निगरानी करता है। टैको ड्राइव को एक सिग्नल भेज सकता है कि मोटर वास्तव में कितनी तेजी से चल रही है। ड्राइव रेगुलेटर उस सिग्नल की तुलना ड्राइव रेफरेंस से कर सकता है और यह निर्धारित कर सकता है कि मोटर पर और अधिक या कम वोल्टेज की आवश्यकता है ताकि मोटर की वास्तविक गति प्रोग्राम की गई गति के बराबर हो। क्योंकि डीसी ड्राइव मोटर को आपूर्ति किया गया वोल्टेज बदलते हैं, उन्हें वैरिएबल वोल्टेज कंट्रोल माना जाता है। फीडबैक सेंसर का उपयोग करने वाले ड्राइव को क्लोज़्ड लूप कंट्रोल वाला ड्राइव कहा जाता है।

सामान्य रूप से, डीसी ड्राइव मोटर की गति को दो तरीकों से नियंत्रित कर सकते हैं:

- क. मोटर के बेस स्पीड से नीचे गति प्राप्त करने के लिए आर्मचर को आपूर्ति किए गए वोल्टेज को नियंत्रित करके, या
- ख. मोटर के बेस स्पीड से ऊपर गति प्राप्त करने के लिए फील्ड को आपूर्ति किए गए करंट को घटाकर।

थायरिस्टर या एससीआर क्या है?:



यह नाम थायरिस्टर चार-परत वाले सेमीकंडक्टर डिवाइस के परिवार को परिभाषित करता है, जिसमें पी प्रकार और एन प्रकार की सामग्री (पीएनपीएन) वैकल्पिक रूप से होती हैं। थायरिस्टर परिवार का सबसे लोकप्रिय सदस्य सिलिकॉन कंट्रोल्ड रेक्टिफायर (एससीआर) है, जो एक तीन टर्मिनल डिवाइस है और एकदिशात्मक प्रवाह सक्षम करता है। **साहित्य में**

थायरिस्टर शब्द प्रायः एससीआर का पर्यायवाची के रूप में प्रयोग किया जाता है।

एक थायरिस्टर में आमतौर पर तीन इलेक्ट्रोड होते हैं: एक एनोड, एक कैथोड और एक गेट (कंट्रोल इलेक्ट्रोड)। जब एनोड, कैथोड के सापेक्ष सकारात्मक होता है (फॉरवर्ड बायस्ड) और गेट पर एक पल्स लागू किया जाता है, तो एससीआर संचालित होना शुरू करता है और तब तक संचालित रहता है जब तक कैथोड और एनोड के बीच वोल्टेज उल्टा नहीं हो जाता या किसी निश्चित सीमा से नीचे नहीं चला जाता। इस प्रकार के थायरिस्टर का उपयोग करके,

बड़ी मात्रा में पावर को एक छोटे ट्रिगरिंग करंट या वोल्टेज के माध्यम से स्विच या नियंत्रित किया जा सकता है।

थायरिस्टर नियंत्रित नियंत्रण के मूल सिद्धांत

डीसी ड्राइव्स (थायरिस्टर नियंत्रित) - प्रचालन के सिद्धांत

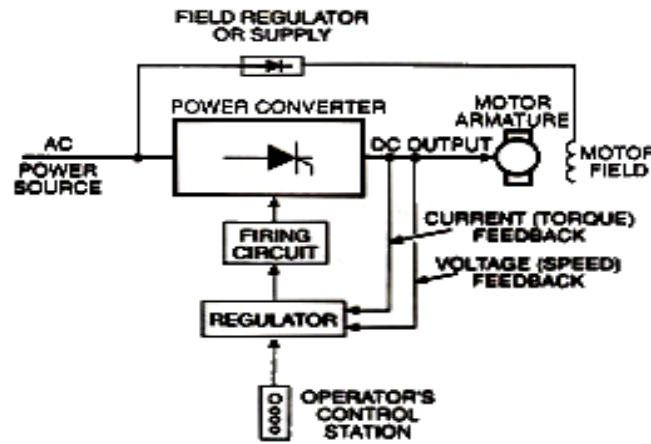


FIGURE 2. Typical DC Drive

चित्र 2 सामान्य डीसी ड्राइव

एक सामान्य समायोज्य गति ड्राइव, जो सिलिकॉन कंट्रोल रेक्टिफायर (एससीआर) पावर कन्वर्शन सेक्शन का उपयोग करता है, को चित्र 2 में दिखाया गया है। एससीआर (जिसे थायरिस्टर भी कहा जाता है) पावर स्रोत के स्थिर वोल्टेज वाले वैकल्पिक करंट (एसी) को एक समायोज्य वोल्टेज, नियंत्रित प्रत्यक्ष करंट (डीसी) आउटपुट में बदलता है, जिसे डीसी मोटर के आर्मेचर पर लगाया जाता है।

एससीआर 'फेस एंगल नियंत्रण' द्वारा नियंत्रण योग्य विद्युत आउटपुट प्रदान करते हैं इन्हें ऐसा इसलिए कहा जाता है क्योंकि फायरिंग एंगल को (एससीआर को कंडक्शन में ट्रिगर करने के समय) एसी पावर स्रोत के फेज़ रोटेशन के साथ समन्वित होता है। यदि डिवाइस को आधे चक्र की शुरुआत में ट्रिगर किया जाता है, तो मोटर को अधिकतम पावर प्रदान की जाती है; आधे चक्र के अंत में देर से ट्रिगर करने पर न्यूनतम पावर मिलती है, जैसा कि चित्र 3 में दिखाया गया है।

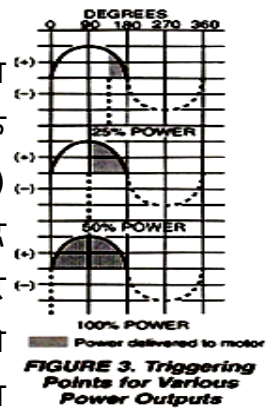
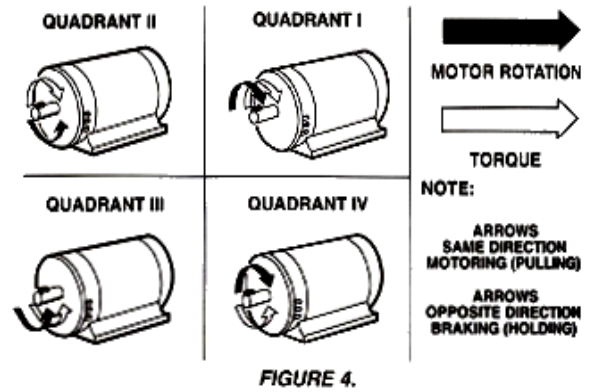


FIGURE 3. Triggering Points for Various Power Outputs

डीसी ड्राइव के प्रकार

नॉन-रिजेनेरेटिव डीसी ड्राइव्स - नॉन-रिजेनेरेटिव डीसी ड्राइव्स सबसे पारंपरिक प्रकार हैं और आमतौर पर उपयोग किए जाते हैं। अपनी सबसे आधारभूत रूप में, ये केवल एक दिशा में मोटर की गति और टॉर्क को नियंत्रित करने में सक्षम होते हैं, जैसा कि चित्र 4 में क्वाड्रंट I द्वारा दिखाया गया है। एक इलेक्ट्रोमैकेनिकल (मैग्नेटिक) आर्मेचर रिवर्सिंग कॉन्टैक्टर या मैनुअल स्विच जोड़ने से कंट्रोलर आउटपुट ध्रुवता और इसलिए मोटर आर्मेचर की घूर्णन दिशा को उलटना संभव हो जाता है, जैसा कि क्वाड्रंट III में दिखाया गया है। दोनों ही मामलों में टॉर्क और घूर्णन दिशा समान होती है।

रिजेनेरेटिव डीसी ड्राइव्स - रिजेनेरेटिव समायोज्य गति ड्राइव्स, जिन्हें फोर-क्वाड्रंट ड्राइव्स भी कहा जाता है, केवल मोटर की गति और घूर्णन दिशा ही नहीं, बल्कि मोटर के टॉर्क की दिशा को भी नियंत्रित करने में सक्षम होते हैं। यह चित्र 4 द्वारा दर्शाया गया है।



रिजेनेरेटिव शब्द उस क्षमता को दर्शाता

है जिसमें ड्राइव ब्रेकिंग की स्थिति में मोटर और जुड़े लोड की यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदल सकता है, जो एसी पावर स्रोत को वापस (या पुनर्जनित) कर दी जाती है।

जब ड्राइव क्वाड्रंट I और III में संचालित हो रहा होता है, तो मोटर का घूर्णन और टॉर्क दोनों समान दिशा में होते हैं और यह एक पारंपरिक नॉन-रिजेनेरेटिव यूनिट के रूप में कार्य करता है। रिजेनेरेटिव ड्राइव की अद्वितीय विशेषताएँ केवल क्वाड्रंट II और IV में प्रकट होती हैं। इन क्वाड्रंट्स में, मोटर का टॉर्क मोटर के घूर्णन की दिशा के विपरीत होता है, जो नियंत्रित ब्रेकिंग या धीमा करने वाली शक्ति प्रदान करता है। एक उच्च प्रदर्शन रिजेनेरेटिव ड्राइव मोटरिंग से ब्रेकिंग मोड में तेजी से स्विच करने में सक्षम होता है, जबकि मोटर के घूर्णन की दिशा को भी एक साथ नियंत्रित करता है।

गति / टॉर्क नियंत्रण

क) डीसी मोटर की गति नियंत्रण: सपरेरेटली एक्साइटेड डीसी मोटर की गति को नियंत्रित किया जा सकता है:

- क) आर्मेचर वोल्टेज को नियंत्रित करके
- ख) फील्ड एक्साइटेशन को नियंत्रित करके

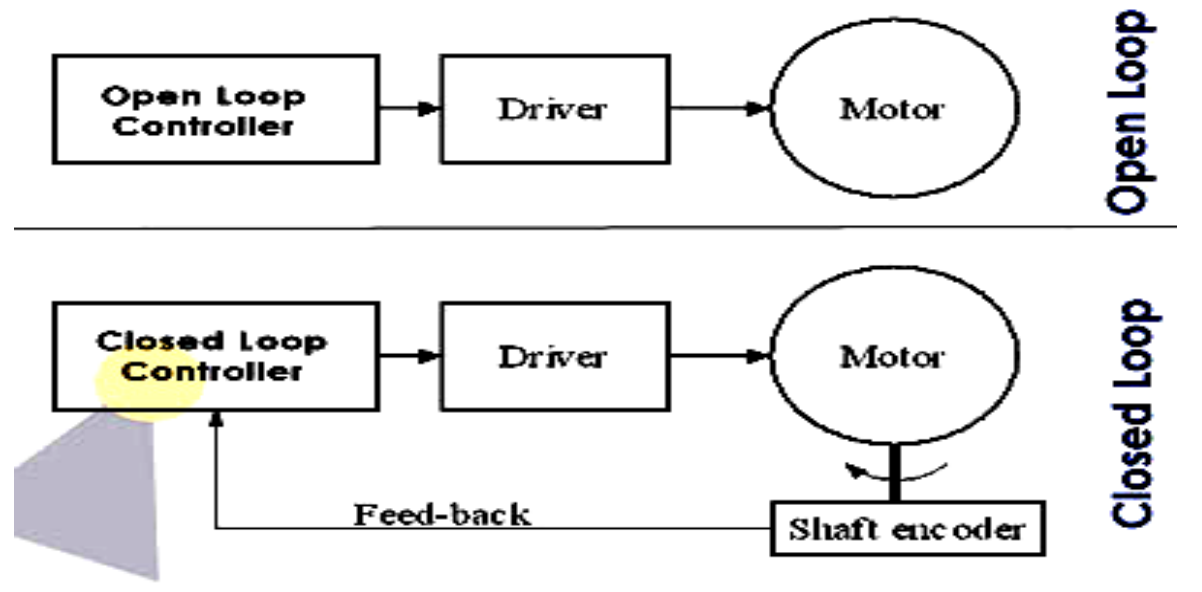
सामान्यतः, डीसी मोटर की गति को बेस स्पीड तक आर्मेचर वोल्टेज नियंत्रण द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है और बेस स्पीड से ऊपर इसे फील्ड अर्थात फील्ड करंट द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है।

डीसी मोटर का टॉर्क नियंत्रण:

कोइलर, अनकोइलर, टेंशन रील जैसे अनुप्रयोगों में मोटर की गति की बजाय मोटर के टॉर्क पर सीधे नियंत्रण आवश्यक होता है। इसे आर्मेचर करंट (एम्पीयर) को नियंत्रित करके प्राप्त किया जा सकता है, जो टॉर्क के समानुपाती होता है।

ओपन / क्लोज्ड लूप नियंत्रण:

सामान्यतः, ओपन लूप नियंत्रण का अर्थ है कि आप एक्टुएटर को किसी कार्य को करने के लिए इलेक्ट्रिकल सिग्नल भेजते हैं, जैसे किसी मोटर को बैटरी से जोड़ना। इस नियंत्रण योजना में, आपके कंट्रोलर के पास यह सुनिश्चित करने का कोई तरीका नहीं होता कि कार्य सही तरीके से किया गया या नहीं और प्रायः सही परिणाम पाने के लिए मानव हस्तक्षेप की आवश्यकता होती है। ओपन लूप नियंत्रण का बहुत सरल उदाहरण एक टॉय कार का रिमोट कंट्रोल है; आपको - मानव - लगातार कार की स्थिति और गति की जांच करनी पड़ती है ताकि स्थिति के अनुसार कार को इच्छित स्थान पर ले जाया जा सके।



क्लोज्ड लूप बनाम ओपेन लूप

किंतु अगर आप इलेक्ट्रॉनिक्स को ओपन लूप कंट्रोलर में मानव द्वारा किए जाने वाले यदि सभी नहीं, तो कुछ कार्यों को संभालने दें और साथ ही अत्यधिक छोटे प्रतिक्रिया समय के साथ अधिक सटीक परिणाम प्राप्त करें तो क्या होगा? इसे ही क्लोज्ड लूप नियंत्रण कहा जाता है। क्लोज्ड लूप कंट्रोलर बनाने के लिए, आपको शाफ्ट के घूर्णन के बारे में जानकारी प्राप्त करने का कोई तरीका चाहिए, जैसे प्रति सेकंड किए गए रिवॉल्यूशन की संख्या, या यहां तक कि शाफ्ट का सटीक कोण भी चाहिए। मोटर के शाफ्ट के बारे में यह सूचना स्रोत "फीडबैक" कहा जाता है क्योंकि यह नियंत्रित एक्टुएटर से कंट्रोलर को जानकारी वापस भेजता है।

चित्र 5 में दोनों नियंत्रण योजनाओं के बीच का अंतर स्पष्ट रूप से दिखाया गया है। दोनों प्रकारों में एक कंट्रोलर होता है जो ड्राइवर को आदेश देता है, और ड्राइवर एक पावर सर्किट है जो मोटर को आवश्यक दिशा में चलाता है। यह स्पष्ट है कि क्लोज्ड लूप प्रणाली अधिक जटिल है क्योंकि इसमें 'शाफ्ट एन्कोडर' या टैको की आवश्यकता होती है, जो शाफ्ट के घूर्णन को इलेक्ट्रिकल सिग्नल में बदलने वाला उपकरण है जिसे कंट्रोलर तक पहुँचाया जा सकता है। दूसरे शब्दों में, एक क्लोज्ड लूप कंट्रोलर मोटर को दी जाने वाली पावर को नियंत्रित करेगा ताकि आवश्यक गति प्राप्त की जा सके। यदि मोटर को आवश्यक गति से तेज़ घूमना है, तो कंट्रोलर मोटर को कम पावर देगा।

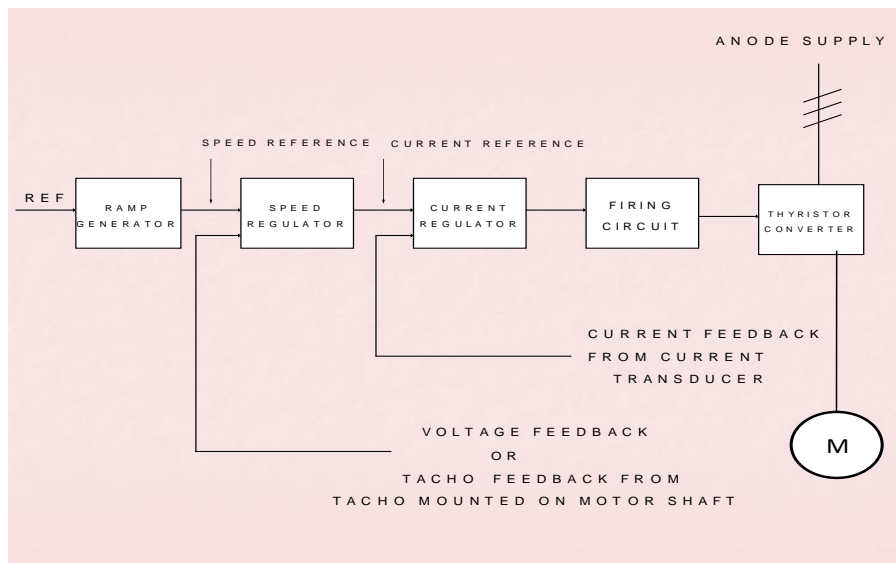
इस प्रकार, ओपन लूप नियंत्रण प्रणाली को मैनुअल नियंत्रण कहा जा सकता है और क्लोज्ड लूप नियंत्रण प्रणाली को ऑटोमैटिक नियंत्रण कहा जा सकता है। क्लोज्ड लूप प्रणाली में

वास्तविक और इच्छित या संदर्भ स्थिति की लगातार तुलना होती है और यदि वास्तविक स्थिति संदर्भ स्थिति से भिन्न होती है, तो एक त्रुटि सिग्नल उत्पन्न होता है जिसे कंट्रोलर नियंत्रित मापदंडों में बदलाव करने के लिए उपयोग करता है ताकि प्रणाली को वांछित ऑपरेटिंग पॉइंट की ओर चलाया जा सके।

थायरिस्टर कन्वर्टर का सिंगल लाइन आरेख

जैसा कि हम जानते हैं, मोटर की गति को आर्मेचर वोल्टेज और फील्ड एक्साइटेशन (करंट) को नियंत्रित करके नियंत्रित किया जा सकता है। यह डायग्राम मोटर की आर्मेचर वोल्टेज को नियंत्रित करके मोटर की गति नियंत्रण को दर्शाता है।

कन्वर्टर एक सर्किट है जो आने वाले एसी पावर (स्थिर वोल्टेज, स्थिर आवृत्ति) को डीसी पावर में बदलता है। कन्वर्टर सिंगल फेज़ या थ्री फेज़ हो सकता है। एक थायरिस्टर कन्वर्टर एक नियंत्रित रेक्टिफायर है जिसका उपयोग एसी को डीसी में बदलने के लिए किया जाता है।



चित्र 6 एक सामान्य डीसी मोटर (आर्मेचर) का क्लोज्ड लूप कंट्रोल दर्शाने वाला आरेख

उपरोक्त आरेख में, एम डीसी मोटर के आर्मेचर को दर्शाता है, और आरईएफ ऑपरेटर से संदर्भ (जैसे गति संदर्भ) को दर्शाता है।

सिंगल लाइन डायग्राम (चित्र 6) में, ऑपरेटर या किसी अन्य प्रणाली से आरईएफ (संदर्भ) आरएएमपी जेनरेटर में प्रवेश करता है और सिग्नल को स्पीड रेगुलेटर, करंट रेगुलेटर आदि

के माध्यम से संसाधित किया जाता है। करंट रेगुलेटर का आउटपुट फायरिंग सर्किट में पल्स की स्थिति को नियंत्रित करता है ताकि आर्मेचर वोल्टेज को नियंत्रित किया जा सके।

एनालॉग / डिजिटल ड्राइव्स

एनालॉग ड्राइव : एनालॉग ड्राइव वह ड्राइव है जिसमें रेगुलेशन सर्किट में उपयोग किए जाने वाले घटक जैसे वेलांसिटी/स्पीड और करंट लूप एनालॉग घटक होते हैं (जैसे ऑप-एम्प्लिफायर के गेन को पैसिव घटकों (जैसे रेसिस्टर्स, पोटेंशियोमीटर और कैपेसिटर) का उपयोग करके सेट किया जाता है।

डिजिटल ड्राइव : डिजिटल ड्राइव में, ड्राइव के सभी कार्य माइक्रोप्रोसेसर/माइक्रोकंप्यूटर द्वारा किए जाते हैं। डिजिटल ड्राइव में, एनालॉग ड्राइव के विपरीत, सभी बाहरी एनालॉग सिग्नल जैसे करंट फीडबैक, स्पीड फीडबैक को एनालॉग-टू-डिजिटल कन्वर्टर द्वारा डिजिटल रूप में बदला जाता है। एनालॉग ड्राइव के सभी कंट्रोलिंग ब्लॉक्स जैसे रैंप फंक्शन जेनरेटर, स्पीड कंट्रोलर, करंट कंट्रोलर और फायरिंग सीक्वेंस जेनरेशन को डिजिटल ड्राइव के माइक्रोप्रोसेसर में प्रोग्राम/मानदंड के माध्यम से लागू किया जाता है। बेहतर सटीकता के लिए एनालॉग टैको के बजाय डिजिटल टैको (पल्स टैको/एन्कोडर) का उपयोग किया जाता है। डिजिटल ड्राइव रखरखाव और दोष पहचान के लिए शक्तिशाली डायग्नोस्टिक सहायता प्रदान कर सकता है। यह घटना के इतिहास और खराबी के इतिहास को स्टोर कर सकता है। डिजिटल ड्राइव स्पीड और करंट नियंत्रण कार्यों का ऑटो ट्यूनिंग प्रदान करता है।

एनालॉग और डिजिटल ड्राइव की तुलना :

एनालॉग ड्राइव कम लागत का लाभ देता है और यदि ड्राइव टैको फीडबैक का उपयोग करता है, तो बहुत उच्च निष्पादन प्रदान करता है।

डिजिटल ड्राइव, यद्यपि अधिक महंगा है, तथापि तुलनात्मक रूप से आसानी से सेटअप किया जा सकता है और कई यूनिटों में समायोजन जल्दी दोहराए जा सकते हैं। जब लोड मानदंड अज्ञात या मापने में कठिन होते हैं, तो ऑटोमैटिक सेल्फ-ट्यूनिंग एक स्पष्ट लाभ होता है।

एनालॉग ड्राइव को ट्यून करने के लिए विभिन्न समायोजन आमतौर पर पोटेंशियोमीटर से किए जाते हैं। थोड़ी अनुभव के साथ, यह आमतौर पर काफी जल्दी किया जा सकता है, किंतु कुछ कठिन अनुप्रयोगों में यह अधिक समय ले सकता है।

सुरक्षा और ट्रबल-शूटिंग :

थायरिस्टर कन्वर्टर में मोटर और कन्वर्टर को सुरक्षित रखने के उपाय :

1. ओवर करंट से सुरक्षा : ओवर करंट से निम्नलिखित कुछ संरक्षण होते हैं
 - इंस्टैंटेनियस ओवरलोड रिले
 - थर्मल ओवरलोड रिले: इस प्रकार के रिले में थर्मल एलिमेंट (बाइमैटल स्ट्रिप) का उपयोग होता है।
 - उच्च वोल्टेज वाले थायरिस्टर कन्वर्टर में ओवर-करंट सुरक्षा थायरिस्टर के गेट कंट्रोल अर्थात गेट शिफ्ट या गेट ब्लॉक, पर आधारित होती है।
2. ओवर वोल्टेज से सुरक्षा : ओवर वोल्टेज रिले का प्रयोग प्रणाली को ओवर वोल्टेज से सुरक्षित रखने के लिए किया जाता है।
3. फ्यूज :

थायरिस्टर कन्वर्टर में थायरिस्टर के ओवर-करंट सुरक्षा के लिए सेमीकंडक्टर फ्यूज का उपयोग किया जाता है। सेमीकंडक्टर एलिमेंट्स (थायरिस्टर) की क्षमता फ्यूजिंग करंट से अधिक चुनी जाती है, ताकि जब ओवरकरंट या शॉर्ट सर्किट होता है, तो संबंधित फ्यूज या फ्यूज पिघल जाएं, करंट को रोकें और सेमीकंडक्टर एलिमेंट्स (थायरिस्टर) को सुरक्षित रखें।
4. सर्ज से सुरक्षा :

सर्ज अचानक और अस्थायी रूप से करंट या वोल्टेज में वृद्धि होती है। एसीएसएस (एसी सर्ज सप्रेसर) और डीसीएसएस (डीसी सर्ज सप्रेसर) थायरिस्टर कन्वर्टर में सर्ज से सुरक्षा के लिए उपयोग किए जाते हैं।
5. ओवरस्पीड रिले : कुछ ड्राइव में सेंट्रीफ्यूगल स्विच/रिले मोटर के शाफ्ट पर लगाया जाता है, जो ड्राइव के ओवरस्पीड होने पर उसे ट्रिप करता है।
6. एसी और डीसी साइड ब्रेकर : उच्च गति के सर्किट ब्रेकर एसी और डीसी साइड पर प्रणाली को फॉल्ट होने पर अलग करने के लिए उपयोग किए जाते हैं।

ट्रबल-शूटिंग :

सामान्यतः दो प्रकार के फॉल्ट संदेश होते हैं: अलार्म और फॉल्ट।

अलार्म किसी खराबी की चेतावनी देता है। कोई सुरक्षा फंक्शन ट्रिप नहीं होता और प्रणाली का प्रचालन बाधित नहीं होता। फॉल्ट प्रणाली को बंद कर देता है और इसे नुकसान से बचाता है। ड्राइव की ट्रबल-शूटिंग के लिए प्रणाली की स्पष्ट समझ आवश्यक है। प्रणाली के ड्राइंग और मैनुअल को देखना चाहिए। एनालॉग ड्राइव में कुछ सीमित फॉल्ट/अलार्म दिखाई देते हैं। फॉल्ट/अलार्म के प्रकार के आधार पर समस्या का समाधान किया जाना चाहिए।

आधुनिक डिजिटल प्रणाली में, यदि अलार्म या फॉल्ट होता है, तो एक एरर कोड दिखाई देता है। यह एरर कोड फॉल्ट लॉगर में स्टोर होता है, साथ ही फॉल्ट सिग्नल और इवेंट टाइम भी। पिछले अलार्म और फॉल्ट की घटनाएँ फॉल्ट लॉगर से पढ़ी जा सकती हैं और डिस्प्ले की जा सकती हैं, भले ही मूल फॉल्ट संकेत रीसेट हो गया हो। रखरखाव/ट्रबल-शूटिंग मैनुअल में अलार्म/फॉल्ट कोड और इसका अर्थ तथा संभावित त्रुटि या सुधारात्मक कार्रवाई सुझाई जाती है।

एसी मोटरों की गति नियंत्रण:

एसी बनाम डीसी ड्राइव की तुलना :

एसी और डीसी ड्राइव दोनों ऐसे अद्वितीय लाभ और विशेषताएँ प्रदान करते हैं, जो कुछ अनुप्रयोगों के लिए किसी एक प्रकार को बेहतर बना सकती हैं।

एसी ड्राइव बेहतर हो सकते हैं क्योंकि :

- अधिकांश अनुप्रयोगों में पारंपरिक, कम लागत वाली 3-फेज़ एसी इंडक्शन मोटर का उपयोग किया जाता है।
- एसी मोटरों को लगभग कोई रखरखाव की आवश्यकता नहीं होती है और उन्हें उन अनुप्रयोगों के लिए प्राथमिकता दी जाती है जहां मोटर संबंधी सेवा या प्रतिस्थापन के लिए आसानी से नहीं पहुंचा जा सकता है।
- एसी मोटर छोटे, हल्के, अधिक सामान्य रूप से उपलब्ध होती हैं और डीसी मोटरों की तुलना में सस्ते होती हैं।

- इसी मोटर उच्च गति प्रचालन (2500 आरपीएम से अधिक) के लिए बेहतर हैं क्योंकि इनमें ब्रश नहीं होते और कम्यूटेशन कोई समस्या नहीं है।
- जब ऑपरेटिंग वातावरण गीला, संक्षारक या विस्फोटक होता है और विशेष मोटर एन्क्लोज़र की आवश्यकता होती है। विशेष इसी मोटर एन्क्लोज़र प्रकार कम कीमत पर अधिक आसानी से उपलब्ध होते हैं।
- किसी प्रणाली में कई मोटर समान समय पर एक सामान्य आवृत्ति/गति पर कार्य करनी चाहिए।
- किसी मौजूदा स्थिर गति इसी मोटर का उपयोग करना वांछनीय है, जो पहले से मशीन पर माउंट और वायर किया गया हो।
- जब लोड बहुत भिन्न होता है और हल्के लोड लंबे समय तक हो सकते हैं। इस स्थिति में डीसी मोटर के कम्यूटेटर और ब्रश तेजी से घिस सकते हैं।
- कम लागत वाले इलेक्ट्रॉनिक मोटर रिवर्सिंग की आवश्यकता होती है।
- यदि कंट्रोलर फेल हो जाए, तो बैकअप (स्थिर गति) होना महत्वपूर्ण हो जाता है।

डीसी ड्राइव बेहतर हो सकते हैं क्योंकि :

- डीसी ड्राइव कम जटिल होते हैं और इसी से डीसी में एकल पावर कन्वर्शन होता है।
- अधिकांश हॉर्सपावर रेटिंग के लिए डीसी ड्राइव सामान्यतः कम महंगे होते हैं।
- डीसी मोटरों का समायोज्य गति मशीन के रूप में लंबा इतिहास है और इस उद्देश्य के लिए कई विकल्प विकसित हुए हैं।
- कूलिंग ब्लोअर्स और इनलेट एयर फ्लैज़ स्थिर टॉर्क पर व्यापक गति रेंज के लिए कूलिंग एयर प्रदान करते हैं।
- एक्सेसरी माउंटिंग फ्लैज़ और फीडबैक टैकोमीटर और एन्कोडर माउंट करने के किट उपलब्ध हैं।

- जहां लगातार ओवरहालिंग लोड के लिए रीजेनेरेटिव ड्राइव की आवश्यकता होती है वहाँ डीसी रिजेनेरेटिव ड्राइव उपलब्ध होती हैं। एसी ड्राइव इस क्षमता के लिए अधिक जटिल और महंगे होंगे।
- सही ढंग से लागू ब्रश और कम्यूटेटर का रखरखाव न्यूनतम है।
- डीसी मोटर प्रारंभिक और त्वरण टॉर्क रेटेड का 400% से अधिक प्रदान कर सकते हैं।
- कुछ एसी ड्राइव ऑडिबल मोटर शोर उत्पन्न कर सकते हैं, जो कुछ अनुप्रयोगों में अवांछनीय है।

एसी ड्राइव - प्रचालन के सिद्धांत

समायोज्य आवृत्ति एसी मोटर ड्राइव कंट्रोलर्स, जिन्हें प्रायः इन्वर्टर कहा जाता है, आमतौर पर डीसी कंट्रोलर्स की तुलना में अधिक जटिल होते हैं क्योंकि इन्हें दो पावर सेक्शन कार्य करने होते हैं: एसी लाइन पावर स्रोत को डीसी में कनवर्ट करना और अंत में डीसी से एसी मोटर के लिए समन्वित समायोज्य आवृत्ति और वोल्टेज आउटपुट में बदलना। समायोज्य आवृत्ति ड्राइव की अपील एसी ड्राइव मोटर की सरलता और विश्वसनीयता पर आधारित है, जिसमें कोई ब्रश, कम्यूटेटर या अन्य भाग नहीं होते जिन्हें नियमित रखरखाव की आवश्यकता होती है। यह एसी कंट्रोलर की जटिलता की भरपाई करता है। एसी मोटर का मजबूत निर्माण और कम लागत इसे व्यापक उपयोग के लिए बहुत वांछनीय बनाती है। इसके अलावा, किसी मौजूदा मानक स्थिर गति एसी मोटर को केवल एक समायोज्य आवृत्ति कंट्रोलर जोड़कर समायोज्य गति उपकरण में बदलने की क्षमता इस प्रकार के ड्राइव के लिए एक सुदृढ़ प्रोत्साहन प्रदान करती है।

एसी मोटर नियंत्रण विशेषताएँ

एसी इंडक्शन मोटर की सिंक्रोनस गति लागू आवृत्ति के प्रत्यक्ष अनुपात में होती है।

$$\text{गति} = \frac{(120 \times \text{आवृत्ति})}{\text{मोटर के पोल की संख्या}}$$

मोटर के पोल की संख्या

सिंक्रोनस गति घूर्णन इलेक्ट्रिकल फील्ड की गति है, न कि वास्तविक मोटर रोटार की गति। सिंक्रोनस गति और फुल-लोड मोटर गति के बीच का अंतर स्लिप कहलाता है, जिसे सामान्यतः प्रतिशत में व्यक्त किया जाता है। स्लिप का प्रतिशत मोटर के डिज़ाइन, मुख्य

रूप से रोटर प्रतिरोध, द्वारा निर्धारित होता है। एनईएमए ने मोटर की विशेषताओं को मानकीकृत करने के लिए कोड अक्षर (ए, बी, सी, डी आदि) सौंपे हैं, जिसमें स्लिप भी शामिल है। सबसे अधिक सामान्य रूप से उपयोग किया जाने वाला प्रकार एनईएमए डिज़ाइन बी है, जिसमें रेटेड ऑपरेटिंग कंडीशन में 3% स्लिप होता है। चित्र 9 एनईएमए डिज़ाइन बी और डी मोटरों के लिए सामान्य गति/टॉर्क वक्र दिखाता है।

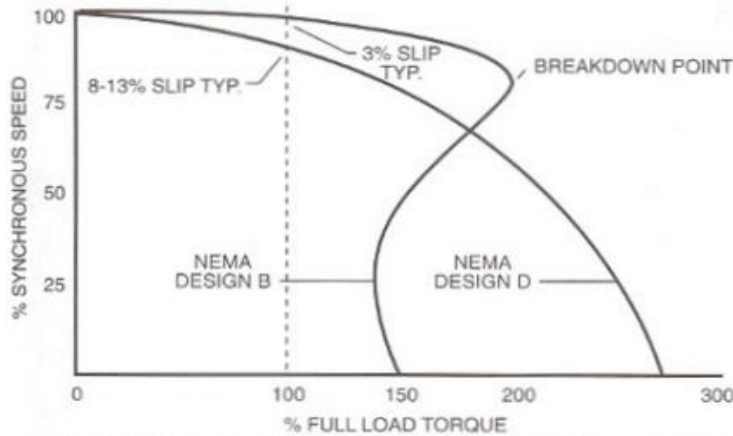


FIGURE 9. Typical Speed-Torque Characteristics at Rated Voltage & Frequency

चित्र 9 रेटेड वोल्टेज और आवृत्ति में सामान्य गति - टॉर्क विशेषताएं

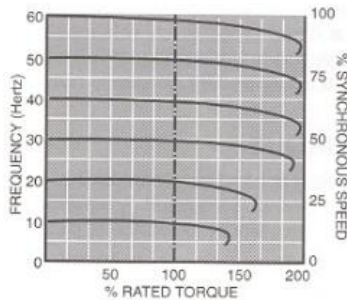


FIGURE 10. Typical Speed Torque Curves for 60 Hz NEMA Design B Motor (Without Voltage Boost)

जैसे-जैसे लगाई गई आवृत्ति बदली जाती है, मोटर तेज़ या धीमी चलेगी, जैसा कि चित्र 10 में दिखाया गया है। वास्तविक फुल-लोड मोटर स्लिप (मोटर की सिंक्रोनस स्पीड के प्रतिशत के रूप में) फ्रीक्वेंसी के विपरीत अनुपात में बदलती है; उदाहरण के लिए, 60 हर्ट्ज पर 3% स्लिप वाली मोटर में 30 हर्ट्ज पर 6% स्लिप होगी, या 120 Hz पर 1 1/2% स्लिप होगी। मोटर की स्पीड सिर्फ़ इनवर्टर की ज़्यादा से ज़्यादा आउटपुट आवृत्ति, लोड टॉर्क की ज़रूरतों और मोटर की मैकेनिकल मज़बूती से ही सीमित होती है।

चित्र 10 - 60 हर्ट्ज एनईएमए डिज़ाइन बी मोटर के लिए सामान्य गति टॉर्क कर्व्स (वोल्टेज बूस्ट के बिना)

एसी कंट्रोलर प्रकार

वर्तमान में सामान्य प्रयोजन ड्राइव के रूप में कई प्रकार के एसी मोटर कंट्रोलर सामान्य रूप से उपयोग में हैं: पल्प्स वाइड मॉड्यूलैटेड (पीडब्लूएम), करंट सोर्स इनपुट (सीएसआई),

और लोड कम्यूटेड इन्वर्टर (एलसीआई)। प्रत्येक प्रकार विशिष्ट लाभ और विशेषताएँ प्रदान करता है, किंतु पीडब्लूएम प्रकार लोकप्रिय रूप से उपयोग किया जा रहा है।

वेरिएबल आवृत्ति आधारित ड्राइव:

▪ **वीएफडी : वेरिएबल आवृत्ति ड्राइव**

वीएफडी वास्तव में क्या है?

यह परिवर्तनीय आवृत्ति ड्राइव का संक्षिप्त रूप है।

वीएफडी का उपयोग एसी मोटर को विभिन्न गति पर चलाने या उनकी गति को धीरे-धीरे बढ़ाकर उन्हें स्मूथ स्टार्ट देने के लिए किया जाता है।

वीएफडी मोटर की आरपीएम को समायोजित करने के लिए उसकी आवृत्ति को समायोजित करता है।

इसके लिए, वीएफडी वास्तव में वोल्टेज को दो बार बदलता है:

1. पहले, यह हमारे तीन-फेज़ एसी को डीसी में बदलता है। यह डायोड्स के माध्यम से किया जाता है।
2. फिर यह कैपेसिटर के माध्यम से डीसी को साफ करता है।
3. इसके बाद, यह डीसी को एसी में बदलता है। यह ट्रांजिस्टर को स्विच के रूप में उपयोग करके किया जाता है।

इन “स्विचेस” का उपयोग वीएफडी को मोटर को आपूर्ति की जाने वाली आवृत्ति को समायोजित करने की अनुमति देता है। यह बदले में मोटर की गति को नियंत्रित करता है।

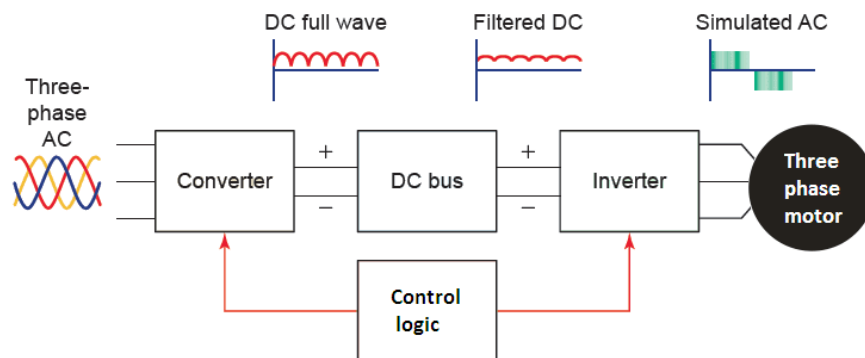
तथापि ड्राइव मोटर को आपूर्ति किए जाने वाले पावर की आवृत्ति और वोल्टेज को नियंत्रित करता है, हम प्रायः इसे गति नियंत्रण के रूप में संदर्भित करते हैं, क्योंकि परिणामस्वरूप मोटर की गति समायोजित होती है।

मोटर की गति समायोजित करने के कई कारण हो सकते हैं, उदाहरण के लिए:

- ऊर्जा बचाना और प्रणाली दक्षता बढ़ाना
- हाइब्रिडाइजेशन अनुप्रयोगों में पावर को बदलना
- ड्राइव की गति को प्रक्रिया आवश्यकताओं के अनुसार मिलाना
- ड्राइव के टॉर्क या पावर को प्रक्रिया आवश्यकताओं के अनुसार मिलाना

- कार्य वातावरण में सुधार करना
- फैन और पंप जैसी मशीनों से उत्पन्न शोर को कम करना
- मशीनों पर यांत्रिक तनाव को कम करना ताकि उनकी कार्य जीवन बढ़ सके
- पीक खपत को कम करना ताकि पीक-डिमांड कीमतों से बचा जा सके और आवश्यक मोटर का आकार घटाया जा सके

वीएफडी ड्राइव का ब्लॉक आरेख



■ वीवीवीएफडी : वेरिएबल वोल्टेज वेरिएबल आवृत्ति ड्राइव

एक वीवीवीएफ ड्राइव वेरिएबल वोल्टेज वेरिएबल आवृत्ति ड्राइव का संक्षिप्त रूप है। यह एक सॉलिड स्टेट यूनिट है जिसमें वोल्टेज और आवृत्ति दोनों को बदलने की क्षमता होती है। इसके द्वारा मोटरों को विभिन्न गति पर चलाना संभव होता है।

मोटर की गति को प्रक्रिया/फंक्शनल आवश्यकता के अनुसार बदलना संभव है। इसे वीवीवीएफ ड्राइव का उपयोग करके प्राप्त किया जा सकता है। एसपीपी में कई ड्राइव का उपयोग किया जाता है, मुख्य रूप से ईओटी क्रेन में माइक्रो स्पीड प्राप्त करने और अन्य अनुप्रयोगों में जैसे पंप, ब्लोअर आदि की गति नियंत्रण के लिए।

वीवीवीएफ ड्राइव के मूल सिद्धांत

वोल्टेज और आवृत्ति दोनों को बदलने की आवश्यकता क्यों होती है?

हम जानते हैं कि, गति $N = 120 \times f / P$

जहाँ N = मोटर की गति

f = आपूर्ति वोल्टेज की आवृत्ति

P = मोटर के पोल की संख्या

गति आवृत्ति के अनुपात में होती है। आवृत्ति बदलकर गति बदली जा सकती है।

किंतु फ्लक्स $\Phi = V / f$

यदि केवल आवृत्ति को बदला जाए और वोल्टेज स्थिर रखा जाए, तो फ्लक्स Φ बदलता है। गति भी फ्लक्स के साथ बदलती है। हम जानते हैं कि टॉर्क = फ्लक्स (Φ) \times आर्मेचर करंट (एलए) के उत्पाद का समानुपाति होता है। चूँकि फ्लक्स बदल रहा है, टॉर्क भी बदलता है। यह कई अनुप्रयोगों में अवांछनीय है। साथ ही, यदि केवल आवृत्ति कम की जाती है, तो मोटर काँइल की इंडक्टेंस बहुत कम हो जाएगी ($X_L = 2\pi fL$) और इसके कारण मोटर वाइंडिंग अत्यधिक करंट खींचेगी, जिससे मोटर जल सकती है।

इसलिए स्थिर फ्लक्स और स्थिर टॉर्क बनाए रखने के लिए वोल्टेज और आवृत्ति दोनों को बदलना आवश्यक है।

एसी वोल्टेज को डीसी में डायोड्स द्वारा बदल दिया जाता है। डीसी को एसी में बदलना इंसुलेटेड गेट बाइपोलर ट्रांसिस्टर (आईजीबीटी) के माध्यम से एक सरल वीवीवीएफ ड्राइव में किया जाता है।

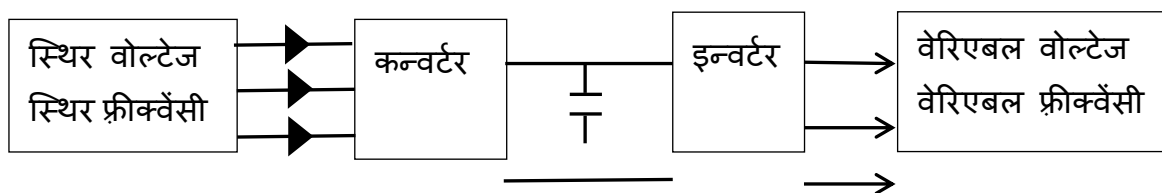
लाभ

- मोटर शाफ्ट पर वेरिएबल स्पीड
- विद्युत की बचत (जैसे पंप लोड में)
- तेज़ रिवर्सल (कॉन्टैक्टर की आवश्यकता नहीं)
- ब्रेक ड्राइव द्वारा कम गति पर लगाने से ब्रेक लाइनर का घिसाव कम होता है
- रैम्प अप और रैम्प डाउन समय के उपयोग से सुचारु एक्सेलरेशन और डीसलेरेशन; अचानक लोड से बचाव और सुचारु हैंडलिंग
- कॉन्टैक्टर्स की अनुपस्थिति के कारण कॉन्टैक्ट टिप्स की पिटिंग नहीं होती और रखरखाव कम होता है
- अच्छी विश्वसनीयता और उपलब्धता
- इनरश करंट में कमी
- इनबिल्ट प्रोटेक्शन जैसे ओवर करंट/शॉर्ट सर्किट

हानि

- प्रारंभिक लागत अधिक
- हार्मोनिक्स का निर्माण

वीवीवीएफ ड्राइव का ब्लॉक डायग्राम



9.12 निर्बाध विद्युत आपूर्ति (यूपीएस)

प्रस्तावना

अधिकांश औद्योगिक और घरेलू प्रक्रियाएँ प्रचालन के लिए विद्युत पर निर्भर हैं, इसलिए विद्युत हमारे जीवन में अत्यंत महत्वपूर्ण हो गई है।

औद्योगिक गतिविधियों में कई ऐसी गतिविधियाँ हैं जिनके लिए केवल निरंतर विद्युत ही नहीं बल्कि उच्च गुणवत्ता वाली विद्युत शक्ति भी आवश्यक है। ये निम्नलिखित हैं:

1. दूरसंचार प्रणाली
2. डेटा प्रोसेसिंग उपकरण और प्रणाली
3. प्रोसेस कंट्रोल
4. निरंतर उत्पादन प्रक्रियाओं में ड्राइव
5. अस्पतालों में जीवन रक्षक प्रणाली
6. एयर ट्रेफिक नियंत्रण प्रणाली
7. पावर स्टेशन में सुरक्षा प्रणाली और अनेक अन्य

विद्युत के स्रोत

हम सामान्यतः सरकारी एजेंसियों जैसे राज्य विद्युत बोर्ड द्वारा स्थापित सार्वजनिक ग्रिड से विद्युत शक्ति प्राप्त करते हैं। ये ग्रिड सामान्यतः जलविद्युत, थर्मल और न्यूक्लियर पावर प्लांट्स द्वारा संचालित होते हैं। विद्युत की गुणवत्ता में निम्नलिखित बातें शामिल होती हैं:

वोल्टेज वेवफॉर्म का शुद्ध साइनसॉइडल होना।

इसमें कोई हार्मोनिक्स नहीं होना चाहिए।

यह बिना किसी रुकावट या अवांछित अस्थिरताओं के लगातार उचित मात्रा और आवृत्ति में उपलब्ध होनी चाहिए।

दुर्भाग्यवश विद्युत से संबंधित अनेक समस्याएं हैं और उनमें शामिल हैं :

स्पाइक्स - स्पाइक्स बहुत ज़्यादा तीव्रता वाली, पल भर में होने वाली घटनाएँ हैं। ये ज़्यादातर बिजली गिरने की वजह से होती हैं; बिजली पावर लाइन पर या उसके पास गिर सकती है, या फिर मीलों दूर भी गिर सकती है, जिससे पावर सिस्टम में स्पाइक्स पैदा हो जाते हैं। स्पाइक्स के दूसरे कारणों में बड़े इलेक्ट्रिक करंट को चालू या बंद करना, मेन स्विचिंग और स्टैटिक डिस्चार्ज शामिल हैं।

प्रभाव: स्पाइक्स का सबसे खतरनाक प्रभाव हार्डवेयर को होने वाला सीधा नुकसान हो सकता है। ज़्यादा वोल्टेज वाले झटके संवेदनशील माइक्रोचिप्स में छेद भी कर सकते हैं। कम गंभीर प्रभाव में डेटा खराब होना, प्रिंटर या टर्मिनल में गड़बड़ी और डेटा प्रोसेसिंग में गलती शामिल हैं।

सर्ज - सर्ज ऐसे ज़्यादा वोल्टेज होते हैं जो एक साइकिल से ज़्यादा समय तक रहते हैं। सर्ज तब उत्पन्न हो सकते हैं जब लाइन पर लगा कोई ऐसा डिवाइस जो बहुत ज़्यादा बिजली खींच रहा था, अचानक रुक जाए या बंद हो जाए। सर्ज तब भी उत्पन्न हो सकते हैं जब बिजली सप्लाई करने वाली कंपनियाँ लाइन से कोई बड़ा लोड हटा देती हैं।

प्रभाव : सर्ज अपनी तीव्रता के बजाय अपनी अवधि की वजह से ज़्यादा खतरनाक होते हैं। लंबे और बार-बार आने वाले सर्ज संवेदनशील इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों को नुकसान पहुँचा सकते हैं।

सैग्स - सैग्स ऐसे कम वोल्टेज होते हैं जो एक साइकिल से ज़्यादा समय तक रहते हैं। असल में, सैग्स, सर्ज के ठीक उल्टे होते हैं। अर्थ फॉल्ट, छोटे आकार के पावर सिस्टम और बड़े इलेक्ट्रिक लोड को चालू करना वोल्टेज सैग्स के कारण होते हैं। बिजली गिरना भी सैग्स का एक बड़ा कारण है।

प्रभाव : सैग्स की वजह से कंप्यूटर का लॉक अप हो सकता है। सैग्स डिस्क ड्राइव की गति को भी धीमा कर सकते हैं, जिससे डेटा पढ़ने में गलतियाँ हो सकती हैं या डिस्क क्रैश हो सकती है।

शोर - शोर अलग-अलग तरह के फ्रीक्वेंसी झटकों के लिए इस्तेमाल होने वाला एक सामूहिक शब्द है, जो सामान्य साइन-वेव के साथ-साथ चलते हैं। शोर तब उत्पन्न होता है जब इलेक्ट्रिक तारों में ज्यादा फ्रीक्वेंसी वाले सिग्नल चलते हैं। ज्यादा फ्रीक्वेंसी वाली शोर को रेडियो फ्रीक्वेंसी (आरएफ) शोर कहा जाता है; यह बिजली गिरने, रेडियो ट्रांसमिशन और पावर सप्लाई से उत्पन्न हो सकता है।

प्रभाव : शोर किसी भी इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में अनियमित व्यवहार पैदा कर सकता है। शोर की वजह से कंप्यूटर प्रोसेसिंग में गलतियाँ हो सकती हैं, डेटा गलत तरीके से ट्रांसफर हो सकता है, और प्रिंटर या टर्मिनल में गड़बड़ियाँ हो सकती हैं।

ब्राउनआउट्स - ब्राउनआउट्स लंबे समय तक रहने वाले कम वोल्टेज होते हैं, जो कुछ मिनटों या घंटों तक भी रह सकते हैं। बिजली सप्लाई करने वाली कंपनियाँ अक्सर ऐसा तब करती हैं जब बिजली की माँग उनकी उत्पादन क्षमता से अधिक हो जाती है।

प्रभाव : ब्राउनआउट्स की वजह से कंप्यूटर में खराबी आ सकती है और हार्डवेयर को नुकसान पहुँच सकता है, ठीक वैसे ही जैसे सैग्स की वजह से होता है।

ब्लैकआउट्स : ब्लैकआउट्स लंबे समय तक रहने वाली 'शून्य वोल्टेज' की स्थितियाँ होती हैं, जो कुछ मिनटों, घंटों या दिनों तक भी रह सकती हैं। ब्लैकआउट्स बिजली के उत्पादन, ट्रांसमिशन और वितरण नेटवर्क में आई खराबी, अर्थ फॉल्ट, दुर्घटनाओं, बिजली गिरने या प्रकृति से जुड़ी अन्य घटनाओं की वजह से हो सकते हैं।

प्रभाव : ब्लैकआउट्स की वजह से सिस्टम के अलग-अलग हिस्सों और डिस्क ड्राइव को नुकसान पहुँच सकता है। इनसे डेटा का नुकसान भी हो सकता है।

हार्मोनिक डिस्टॉर्शन: हार्मोनिक, सामान्य साइन-वेव का डिस्टॉर्शन होते हैं। ये साइन-वेव के बदले हुए आकार के रूप में दिखाई देते हैं। हार्मोनिक, नॉन-लीनियर लोड द्वारा वापस मेन सप्लाई में भेज दिए जाते हैं।

प्रभाव: हार्मोनिक से कम्युनिकेशन में गड़बड़ी और हार्डवेयर को नुकसान हो सकता है। हार्मोनिक के कारण ट्रांसफॉर्मर और कंडक्टर अधिक गरम भी हो सकते हैं, जिससे बहुत अधिक गर्मी पैदा होती है और आग लगने का खतरा बढ़ जाता है।

9.13 रखरखाव प्रथाएँ

सभी उपकरणों का रखरखाव अत्यंत आवश्यक है, ताकि सामान्य एवं असामान्य परिस्थितियों में स्थापना में होने वाली खराबियों को कम किया जा सके। उद्योगों के

आकार में वृद्धि तथा उत्पादन की मात्रा बढ़ने के कारण रखरखाव की भूमिका और भी अधिक महत्वपूर्ण होती जा रही है। उप-इकाइयों और कार्यों की जटिलता एवं पारस्परिक निर्भरता लगातार बढ़ रही है, विशेष रूप से एक समेकित इस्पात संयंत्र में, जहाँ एक उत्पादन इकाई का आउटपुट अगली इकाई का इनपुट होता है।

इस्पात बाज़ार, अन्य उद्योगों की तरह, तेज़ी से विकसित हो रहा है। इसलिए उत्पादन लक्ष्य पहले की अपेक्षा अधिक ऊँचे हो गए हैं। मौजूदा परिसंपत्तियों के अधिकतम उपयोग पर विशेष बल दिया जा रहा है, जिसका अर्थ है कि आकस्मिक परिस्थितियों में सहारा लेने के लिए आरक्षित क्षमता कम उपलब्ध है। उपभोक्ता भी अब निर्बाध विद्युत आपूर्ति की अपेक्षा करते हैं, जो इस्पात उद्योग के कई कार्यों के लिए अत्यंत आवश्यक है।

रखरखाव के प्रकार

रखरखाव को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है:

- 1) निवारक या अनुसूचित रखरखाव
- 2) पूर्वानुमान या स्थिति आधारित रखरखाव
- 3) ब्रेकडाउन रखरखाव

निवारक अथवा निर्धारित रखरखाव

यह पहले से निर्धारित रखरखाव योजना या निर्धारित कार्यक्रम के अनुसार किया जाता है। विभिन्न उपकरणों की रखरखाव आवृत्ति निम्नलिखित पर आधारित होती है :

- उपकरणों के विनिर्माता/आपूर्तिकर्ता की सिफारिश
- रखरखाव कर्मियों का पूर्व अनुभव जिसमें उपकरणों के संचालन की आवृत्ति, कार्य-पर्यावरण तथा उनसे संबंधित समस्याओं को ध्यान में रखा जाता है। उदाहरण के लिए, कोक ओवन और सिण्टर प्लांट जैसे प्रदूषित क्षेत्रों में स्थापित विद्युत उपकरणों के इन्सुलेटरों की सफाई, रोलिंग मिल जैसे अपेक्षाकृत स्वच्छ क्षेत्रों की तुलना में अधिक बार करनी पड़ती है। इसी प्रकार, आर्क फर्नेस ट्रांसफॉर्मर को सफाई देने वाले सर्किट ब्रेकर, जिनमें प्रतिदिन 50 से 60 बार स्विचिंग होती है, उन्हें वितरण ट्रांसफॉर्मरों को सफाई देने वाले सर्किट ब्रेकरों (जिनमें वर्ष में केवल 2 या 3 बार स्विचिंग होती है) की तुलना में अधिक बार रखरखाव की आवश्यकता होती है।

निर्धारित रखरखाव का पालन अनिवार्य है, जो ऑफ-लाइन निरीक्षण का भी कार्य करता है। उपकरणों के शटडाउन के दौरान, विशेष रूप से विद्युत उपकरणों के लिए, सुरक्षा की दृष्टि से निवारक उपाय अपनाए जाते हैं। निवारक रखरखाव की सभी गतिविधियों का रिकॉर्ड रखा जाता है और उनका विश्लेषण किया जाता है, ताकि दीर्घकालिक आधार पर उपकरणों की स्थिति का आकलन किया जा सके। यह अत्यंत महत्वपूर्ण है कि अधिकतम कार्य नियोजित रखरखाव के दौरान किया जाए, न कि अनियोजित बंद या खराबी की स्थिति में।

विद्युत उपकरणों का निवारक / निर्धारित अनुरक्षण

ट्रांसफॉर्मर

ऑइल-फिल्ड पावर ट्रांसफॉर्मर के लिए, फैन, पंप और टैप चेंजर का प्रचालन जांचा जाना चाहिए। आर्क फर्नेस ट्रांसफॉर्मर में, डायवर्टर स्विच का तेल तीन महीने में एक बार बदलना चाहिए क्योंकि उच्च करंट पर बार-बार टैप बदलने से यह कार्बोनाइज हो जाता है। कंजरवेटर में उचित तेल स्तर बनाए रखना चाहिए। ऑयल ब्रीथर में सिलिका जेल का रंग नीला होना चाहिए और जब यह नमी अवशोषित करता है तो गुलाबी हो जाता है; उस समय इसे गर्म करके पुनः सक्रिय किया जाना चाहिए।

ड्राई-टाइप ट्रांसफॉर्मर के लिए, ट्रांसफॉर्मर और उसके इनक्लोजर की अच्छी सफाई के लिए ब्लोअर या वैक्यूम क्लीनर का उपयोग किया जाना चाहिए। विंडिंग्स, लीड्स, कनेक्शन्स आदि में किसी भी भौतिक नुकसान की जांच की जानी चाहिए। सिंथेटिक लिक्विड-फिल्ड ट्रांसफॉर्मर में, द्रव पदार्थों को संभालते समय सावधानी बरतनी चाहिए क्योंकि ये विषैले होते हैं।

सभी प्रकार के ट्रांसफॉर्मर के लिए बाहरी बोल्टेड इलेक्ट्रिकल कनेक्शन्स की कसावट भी जांची जानी चाहिए। बशिंग्स में क्रैक या डिटीरियोरेशन की जांच की जानी चाहिए। आवश्यक होने पर बशिंग्स की सफाई करनी चाहिए।

ट्रांसफॉर्मर चार्ज करने से पहले, उसकी विंडिंग का इंसुलेशन रेसिस्टेंस (आईआर) मान, फेज़ से अर्थ और फेज़ टू फेज़ के बीच, इंसुलेशन टेस्टर से जांचा जाना चाहिए। यदि कूलिंग के लिए तेल का उपयोग किया जाता है, तो तेल को फिल्टर किया जाना चाहिए जब तक कि यह निर्दिष्ट ब्रेकडाउन वोल्टेज (बीडीवी) मान प्राप्त न कर ले।

नए स्थापित एचटी सबस्टेशन और एचटी ट्रांसफॉर्मर चार्ज करने से पहले, क्षेत्रीय केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण (सीईए) से अनुमति प्राप्त करनी चाहिए।

सभी ट्रांसफॉर्मर रूम में पर्याप्त एग्जॉस्ट फैन होने चाहिए ताकि धूल के प्रवेश और ओवरहीटिंग को रोका जा सके। फायर डिटेक्शन और अलार्म (एफडीए) तथा फायर हाइड्रेंट प्रणाली को ट्रांसफॉर्मर रूम में अतिरिक्त फायर फाइटिंग प्रणाली के रूप में स्थापित किया जाना चाहिए।

पैनल और बसबार्स

सबस्टेशन में पैनल और बसबार्स में सर्किट ब्रेकर, सपोर्ट इंसुलेटर, सीटीएस, बस पीटीएस और ऑक्सीलियरी ट्रांसफॉर्मर, इसके अलावा प्रोटेक्शन और कंट्रोल गियर होते हैं। इन्हें ब्लोअर या वैक्यूम क्लीनर से अच्छी तरह साफ किया जाना चाहिए। सभी बोल्टेड इलेक्ट्रिकल और मैकेनिकल कनेक्शन्स को टाइट करना चाहिए। सभी इंसुलेटर्स में क्रैक या ट्रेकिंग की जांच करनी चाहिए। एपॉक्सी इंसुलेटर्स के मामले में, नमी के प्रवेश को रोकने के लिए ऑक्सीलियरी एसी आपूर्ति के साथ स्पेस हीटर लगाए जाते हैं। स्पेस हीटर सर्किट की हेल्थ चेक करनी चाहिए।

एमवी और एलवी पैनल में चूहों और छिपकलियों के प्रवेश बिंदुओं को कॉटन वेस्ट/शीटिंग/फोम/टैप होल मास मड से सील किया जाना चाहिए। पैनल में धूल के प्रवेश को रोकने के लिए, सबस्टेशन परिसर में **अच्छी वेंटिलेशन प्रणाली** होनी चाहिए।

केबल्स

केबल्स पावर डिस्ट्रीब्यूशन की रीढ़ होते हैं। इन्हें पैनल, केबल रैक और ट्रेंच में सही ढंग से बिछाया जाना चाहिए। केबल्स और उनके जॉइंट्स को संभालते समय सावधानी बरतनी चाहिए ताकि इंसुलेशन को भौतिक नुकसान न पहुंचे। पैनल और उपकरणों (मोटर, आइसोलेटर या ट्रांसफॉर्मर) में केबल टर्मिनेशन में पर्याप्त क्लियरेंस सुनिश्चित करना चाहिए। केबल्स का बेंडिंग केबल के प्रकार और वोल्टेज रेटिंग के रेडियस मानक के अनुसार होना चाहिए।

केबल टनल में कई केबल्स साइड-बाय-साइड रैक में बिछी होती हैं। टनल को वेंटिलेशन शाफ्ट में उचित अंतराल पर एग्जॉस्ट फैन से पर्याप्त वेंटिलेशन देना चाहिए। टनल में लगे डीवॉटरिंग पंप्स को उचित ढंग से अनुरक्षण किया जाना चाहिए।

निवारक अनुरक्षण में बाधाएं

उपकरणों के अधिक उपयोग के कारण शटडाउन कम उपलब्ध होते हैं, जिससे उपकरण की उपलब्धता कम होती है। कभी-कभी मरम्मत की गुणवत्ता भी प्रभावित होती है। तकनीकी पुरानी होने की तेजी से अनुरक्षण फंक्शन प्रभावित होता है। अनुरक्षण कर्मियों के पास नए

उपकरणों की सही अनुरक्षण की स्किल या ट्रेनिंग नहीं होने की संभावना रहती है। तकनीक पुरानी होने के कारण स्पेयर पार्ट्स की अनुपलब्धता भी होती है। इसके अलावा पारंपरिक फॉल्ट डायग्नोसिस समय लेने वाला और गलत हो सकता है। अधिकांश इलेक्ट्रिकल फॉल्ट्स नग्न आंख से दिखाई नहीं देते। ब्रेकडाउन की लागत बहुत अधिक होती है क्योंकि फॉल्ट का पता उपकरण के काफी नुकसान या उत्पादन रोकने के बाद चलता है।

निर्धारित अनुरक्षण में अनावश्यक उपकरण डिसमेंटलिंग होती है। शटडाउन घंटों की आवश्यकता उपकरण स्वास्थ्य पर निर्भर नहीं होती है। उपकरण का आउटपुट उत्पादन हानि का कारण बनता है। ओवर-अनुरक्षण का खतरा भी होता है।

पूर्वानुमानित (स्थिति - आधारित) अनुरक्षण

केवल खराबी को ठीक करना या खराब हुए घटकों को बदलना पूर्वानुमानित अनुरक्षण में समस्या को हल नहीं करता है। कई बार उपकरण अनुरक्षण के बाद भी फेल होते हैं। इस समस्या से निपटने के लिए, समय-आधारित पूर्वानुमानित अनुरक्षण से स्थिति - आधारित पूर्वानुमानित अनुरक्षण पर जोर दिया जा रहा है।

कंडीशन-बेस्ड अनुरक्षण से उपकरण की उपलब्धता और विश्वसनीयता बढ़ाई जा सकती है। उपकरणों में आंतरिक फॉल्ट का पूर्वानुमान लगाने वाले टूल्स और तकनीकें लोकप्रिय हो रही हैं, जिससे शटडाउन घंटे घटते हैं और अनुरक्षण की लागत अनुकूलित होती है।

स्थिति आधारित अनुरक्षण का एक सरल अभ्यास है: उपकरण के महत्वपूर्ण मानदंड का नेमी निरीक्षण और परीक्षण। जैसे हम अपने शरीर की विभिन्न स्वास्थ्य जाँच करवाते हैं और यदि हमें कोई गड़बड़ी दिखाई देती है तो हम अस्पताल में भर्ती हो जाते हैं।

उदाहरण के लिए ट्रांसफॉर्मर के लिए लोड करंट, टैप पोজীशन, इनपुट/आउटपुट वोल्टेज, तेल तापमान, विंडिंग तापमान, बुखोल्लज़ रिले गैस संग्रहण, तेल स्तर, ब्रीथर की स्थिति, तेल रिसाव आदि को देखने का कार्य किया जा सकता है। नियमित डीजीए (डिजाल्ड गैस विश्लेषण), तेल बीडीवी और पानी की पीपीएम माप भी की जाती है।

आजकल कंडीशन मॉनिटरिंग उपकरण जैसे तापमान सेंसर, वाइब्रेशन सेंसर, पार्टियल डिस्चार्ज डिटेक्शन, डाइजोल्ड गैस एनालिसिस, रेसिडुअल लाइफ एनालिसिस आदि का उपयोग किया जाता है उचित निदान के लिए किया जाता है जिससे अचानक फेलर कम हुआ है और उपकरणों के अनुरक्षण / मरम्मत/ परिवर्तन की योजना बनाने में मदद मिली है।

ब्रेकडाउन अनुरक्षण

ब्रेकडाउन अनुरक्षण रख रखाव का सबसे अवांछनीय प्रकार है। जैसे पहले बताया गया पारंपरिक फॉल्ट डायग्नोसिस समय खपाने वाला और त्रुटिपूर्ण है। अधिकांश इलेक्ट्रिकल फॉल्ट्स नग्न आंख से दिखाई नहीं देते। प्रचालन के दौरान फॉल्ट्स की अनदेखी या कंट्रोल/इंटरलॉक्स को बायपास करना भी आम बात है। फॉल्ट की अनदेखी से उपकरण का पूर्ण ब्रेकडाउन हो सकता है। कंट्रोल/इंटरलॉक्स बायपास अस्थायी समाधान देते हैं किंतु स्थायी कमी पैदा करते हैं क्योंकि छोटी खराबियाँ बड़ी समस्याएं बन जाती हैं। अप्रत्याशित स्टॉपेज महंगी पूंजी निवेश और उत्पादन हानि का कारण बनती है। जो बाद में समेकित उत्पाद श्रृंखला में व्यवधान का कारण बनती है। विशेष रूप से आज की बढ़ती हुई अर्थव्यवस्था में अवसर को गंवाना काफी बड़ी चूक है। ब्रेकडाउन जैसे फ्लैशओवर, आग, भौतिक नुकसान आदि से उपकरण/कर्मचारी के लिए खतरनाक स्थिति बनती है। ब्रेकडाउन के कारण नुकसान की प्रकृति के संबंध में अधिक जानकारी के लिए *इलेक्ट्रिकल सुरक्षा* संबंधी खंड को देखें।

मूल कारण विफलता विश्लेषण (आरसीएफए) अनुरक्षण प्रबंधन की नवीनतम प्रवृत्ति है ताकि फेलियर का मुख्य कारण पता चल सके और भविष्य में उसे रोका जा सके।

मानक प्रचालन प्रथाएं (एसओपी) / मानक अनुरक्षण प्रथाएं (एसएमपी)

सभी इलेक्ट्रिकल उपकरणों के लिए एसओपी और एसएमपी का सख्ती से पालन करना चाहिए। ये उपकरण के विनिर्माताओं / आपूर्तिकर्ताओं द्वारा प्रदत्त प्रचालन और अनुरक्षण मैनुअल में उपलब्ध हैं। एसओपी/एसएमपी को पिछले अनुभव और संयंत्र-विशेष परिस्थितियों के अनुसार संशोधित किया जा सकता है। सुरक्षित कार्य प्रथाओं के संबंध में अधिक जानकारी के लिए *इलेक्ट्रिकल सुरक्षा* संबंधी खंड को देखें। सभी अनुरक्षण गतिविधियाँ निर्माता द्वारा सुझाए गए सही मटेरियल और टूल्स का उपयोग कर की जानी चाहिए।

9.14 विद्युतीय सुरक्षा

मुख्य सिद्धांत

इलेक्ट्रिकल खतरे, जैसे शॉक, आर्क फ्लैश और आर्क ब्लास्ट, विद्युत कार्मिकों को गंभीर चोट या मृत्यु का कारण बन सकते हैं। समय बचाने के लिए ब्रेकडाउन के दौरान लोग प्रायः शटडाउन प्रक्रिया या सुरक्षा इंटरलॉक्स को बायपास कर देते हैं। यह स्थिति विशेष रूप से तब अधिक होती है, जब कोई खराबी आती है और सारा ध्यान प्रभावित उपकरण की बिजली आपूर्ति बहाल करने पर केंद्रित होता है। इससे संभावित रूप से खतरनाक स्थितियाँ

उत्पन्न हो सकती हैं। इसलिए, कार्यस्थल पर मौजूद सभी विद्युत-संबंधी खतरों की पहचान करना अनिवार्य है, ताकि उन्हें रोकने के लिए उचित कदम उठाए जा सकें।

चालू विद्युत उपकरणों के निकट, अंग्रेजी, हिंदी और स्थानीय भाषा में लिखे हुए आवश्यक 'खतरे के बोर्ड' प्रदर्शित करना अनिवार्य है

कार्यस्थल पर विद्युतीय खतरे

कुछ खतरे/ असुरक्षित स्थितियाँ और उनसे बचाव के उपाय निम्नानुसार हैं :

- ईएचवी स्विचयार्ड में सीढ़ियों, अर्थिंग रॉड्स और डिस्चार्ज रॉड्स की गतिविधि:

लाइन से अर्थ क्लियरेंस आई ई नियम के अनुसार हो (11केवी - 2.75 मी, 33केवी - 3.70 मी, 132 केवी - 4.60 मी, 220केवी - 5.50मी)। आइटम को क्षैतिज रूप में ले जाएं, लंबवत नहीं।

- गलत/चाजर्ड एचवी पैनल बैक कवर, ट्रांसफॉर्मर एचवी टर्मिनल बॉक्स और आइसोलेटर पैनल डोर खोलना: विद्युत आपूर्ति फीडर के लिए पैनल नंबर/फीडर नाम आदि सही रूप में कवर / बॉक्स पर किया जाना चाहिए।
- एलवी आउटगोइंग फीडर्स में बैक-फीडिंग की जांच करें, ट्विन-बल्ब टेस्ट लैंप से वोल्टेज की अनुपस्थिति टेस्ट करें।
- ईएचवी स्विचयार्ड और ओवरहेड लाइन्स पर ऊँचाई पर कार्य करते समय, सुरक्षा बेल्ट/हार्नेस और स्थानीय अर्थिंग का उपयोग करें ताकि लाइन से झटके से बचा जा सके।

कार्य प्रक्रियाएं, औजार और पीपीई

एक महत्वपूर्ण विद्युत सुरक्षा सिद्धांत है कि सुरक्षित कार्य प्रक्रियाओं, उपकरणों और व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरणों (पीपीई) का उपयोग किया जाए। विद्युत उपकरण पर कार्य करते समय जिन पीपीई की आवश्यकता होती है, वे हैं:



- इंसुलेटेड दस्ताने
- हाई वोल्टेज इंडिकेटर या ट्विन-बल्ब टेस्ट लैंप्स, वोल्टेज की अनुपस्थिति जांचने के लिए, इससे पहले कि कार्य शुरू किया जाए।

- इंसुलेटेड रबर मैट्स
- इंसुलेटेड स्कू ड्राइवर्स और प्लायर्स

सुरक्षा के लिए योजना

विद्युतीय कार्य को निष्पादित करने से पहले **योजना** बनानी चाहिए। सभी कार्य प्रक्रियाओं की समय-समय पर समीक्षा, अपडेट और आवश्यकतानुसार संशोधन किया जाना चाहिए। योजना में एक **मानक शटडाउन प्रक्रिया** शामिल होनी चाहिए, जिसमें सामान्य जॉब सूची भी हो। कार्य शुरू करने से पहले संबंधित कार्यकारी / सुपरवाइजर द्वारा कर्मियों को **सुरक्षा निर्देश** दिए जाने चाहिए, संभावित खतरों की जानकारी देते हुए, भले ही यह बहुत स्पष्ट या दोहराव जैसा लगे।

सुरक्षा के लिए डिजाइन

इलेक्ट्रिकल प्रणाली डिजाइन करते समय सुरक्षा एक प्रमुख चिंता का विषय होती है। डिजाइन द्वारा सुरक्षा निम्न बिंदुओं पर केंद्रित होती है :

- ऑफ-लोड आइसोलेटर या ड्रॉ-आउट प्रकार के सर्किट ब्रेकर्स के माध्यम से सर्किट का पृथक्करण।

एमसीसीबी पर कार्य करते समय, जिन्हें ड्रॉ-आउट नहीं किया जा सकता, और उनके जुड़े उपकरणों पर, सुरक्षा निर्देश पैनलों पर चिपकाए जाने चाहिए और कर्मियों को समझाए जाने चाहिए। यदि सही पृथक्करण आवश्यक हो, तो एमसीसीबी को फीड करने वाला ऊपर का ड्रॉ-आउट प्रकार का सर्किट ब्रेकर बाहर निकाला जाना चाहिए।

- ऐसे घटक या अवरोध शामिल करना जो नियमित अनुरक्षण और ट्रबलशूटिंग के दौरान लाइव भागों से आकस्मिक संपर्क को रोकें।
- उपकरण के वोल्टेज स्तर के अनुसार फेज-टू-फेज और फेज-टू-अर्थ मानक क्लियरेंस सुनिश्चित करना।

इस्पात संयंत्र में रासायनिक धुएँ, धूल या नमी के कारण कुछ स्थानों पर प्रदूषण का स्तर अधिक होता है। इसलिए आईपीएसएस के अनुसार अतिरिक्त क्लियरेंस निर्दिष्ट हैं। उदाहरण के लिए, 11 केवी पैनल में फेज-टू-फेज क्लियरेंस 127 मिमी होना चाहिए, जबकि मानक क्लियरेंस 110 मिमी है।

- करंट-लिमिटिंग ओवर-करंट डिवाइस का उपयोग करना, ताकि आर्किंग फॉल्ट के कारण आर्क फ्लैश खतरों और ऊर्जा घटना को कम किया जा सके।

सभी सुरक्षा प्रणालियों की स्वस्थ स्थिति लगातार ट्रिप सर्किट सुपरविजन रिले और फॉल्ट अलार्म के माध्यम से मॉनिटर की जानी चाहिए। उपकरणों के शटडाउन के दौरान, सुरक्षा सेटिंग्स के साथ इंस्ट्रूमेंट ट्रांसफॉर्मर्स और रिले की स्वास्थ्य स्थिति भी जाँच की जानी चाहिए।

प्रमुख इलेक्ट्रिकल सुरक्षा सिद्धांत मालिकों, नियोक्ताओं, कर्मचारियों और उपकरणों की सुरक्षा पर केंद्रित हैं। सुरक्षित कार्यस्थल सुनिश्चित करने के लिए, इलेक्ट्रिकल पेशेवरों को अपनी मौजूदा संस्कृति, विश्वास और प्रथाओं में बदलाव करना चाहिए और इलेक्ट्रिकल सुरक्षा मानकों और नियमों का पालन करना चाहिए।

मानक शटडाउन प्रक्रियाएँ

सभी इलेक्ट्रिकल शटडाउन प्रक्रियाओं को भारतीय विद्युत (आई.ई.) नियमावली, 1956 द्वारा दिए गए दिशानिर्देशों का पालन करना चाहिए। यद्यपि आई.ई. नियमावली सुरक्षा और शटडाउन के लिए दिशानिर्देश देती हैं, किंतु लाइन क्लियर परमिट शटडाउन फॉर्म के लिए कोई मानक प्रारूप निर्दिष्ट नहीं किया गया है। इसलिए सेल के विभिन्न प्लांट्स में अलग-अलग शटडाउन फॉर्म / प्रक्रियाएँ होती हैं। ये शटडाउन प्रक्रियाएँ ब्रेकडाउन या योजनागत अनुरक्षण के अंतर्गत उपकरण पर कार्य करते समय विशेष सावधानियों के विशिष्ट क्षेत्रों को निर्धारित करती हैं। तथापि एलवी / एमवी मोटर्स के कंप्यूटेटर / स्लिप रिंग्स पर 40 वी तक लाइव अनुरक्षण की अनुमति है। 400 वी तक हैंड-ग्लव्स के साथ लाइव लाइनों पर कार्य करना भी अनुमति प्राप्त है।

विद्युत शटडाउन के प्रकार

मूल रूप से ऐसे तीन प्रकार के शटडाउन हैं जिनका विद्युत से संबंध है :

1. इलेक्ट्रिकल एजेंसियों द्वारा कार्य करने के लिए इलेक्ट्रिकल उपकरण का शटडाउन।
2. इलेक्ट्रिकल एजेंसियों इस इतर लोगों द्वारा कार्य करने के लिए इलेक्ट्रिकली ड्रिवन स्थिर उपकरण का शटडाउन।
3. अन्य गैर-इलेक्ट्रिकल एजेंसियों द्वारा कार्य करने के लिए मोबाइल उपकरण का शटडाउन।

शटडाउन की प्रक्रिया

इलेक्ट्रिकल एजेंसी के लिए:

इलेक्ट्रिकल उपकरण / इंस्टालेशन (चाहे स्थिर हो या मोबाइल) का विद्युत एजेंसियों द्वारा किया जाने वाला शटडाउन अलग फॉर्म पर जारी किया जाता है।

बैक-फीड की संभावना होने पर, सामान्य शटडाउन फॉर्म के अलावा **नो बैकफीड फॉर्म** भी उपयोग किया जाना चाहिए। **नो बैकफीड फॉर्म** का उपयोग बहुत महत्वपूर्ण है क्योंकि लगभग 90% उपकरणों में डुअल आपूर्ति स्रोत होता है और यदि समुचित शटडाउन प्रथाओं का पालन नहीं किया जाए तो बैक - फीड की पूरी संभावना होती है।

गैर-इलेक्ट्रिकल एजेंसी के लिए:

अन्य एजेंसियों द्वारा कार्य करने के लिए विद्युत चालित स्थिर उपकरण का शटडाउन अलग फॉर्म पर जारी किया जाता है।

मोबाइल उपकरण के लिए:

अन्य विद्युतीय एजेंसियों द्वारा किए जाने वाले कार्य के लिए क्रेन्स, चार्जिंग कार्स आदि जैसे मोबाइल उपकरणों का शटडाउन अलग फॉर्म पर जारी किया जाता है।

नोट : पाठकों को उनके संबंधित संयंत्रों में प्रयुक्त शटडाउन फार्मों की जानकारी रखने की सलाह दी जाती है।

शटडाउन के लिए कार्य

स्थिर और मोबाइल उपकरण दोनों के लिए निम्नलिखित मूलभूत कार्य निष्पादित करने होंगे:

1. विद्युत आपूर्ति स्रोत बंद करें।
2. विद्युत आपूर्ति स्रोत को पृथक करें।
3. आवश्यकता होने पर अर्थिंग प्रदान करें।
4. उपकरण पर सावधानी वाला बोर्ड लगाएँ जैसे - कार्य प्रगति पर है, स्विच ऑन न करें या अर्थ न करें आदि।

मोबाइल उपकरणों के लिए अतिरिक्त क्रियाएँ

ऊपर उल्लिखित कार्यों के अलावा, निम्नलिखित अतिरिक्त कार्य अपेक्षित हैं

1. स्टॉपर, रेड फ्लैग / रेड लाइट्स लगाएँ।
2. आस-पास के क्रेन ऑपरेटर और ऑपरेशन इन-चार्ज को लिखित में सूचित करें।
3. क्रेन के नीचे क्षेत्र की सुरक्षा सुनिश्चित करें।
4. क्रेन के ऑपरेटर को उपलब्ध कराएँ ताकि शटडाउन के दौरान क्रेन के किसी भी प्रचालन के लिए वह उपस्थित रहे।
5. बस बार के कट पॉइंट्स को सही तरह से अलग करें।
6. सुनिश्चित करें कि कार्यरत लोग क्रेन पर स्वतंत्र रूप से न खड़े हों / न चलें।

शटडाउन की रिकार्डिंग

सभी शटडाउन का रिकॉर्ड रखने के लिए निम्नलिखित प्रथाएँ अपनाई जानी चाहिए:

1. शटडाउन फॉर्म की ऑफिस (कार्बन) कॉपी शटडाउन जारी करने वाली प्राधिकरण के पास रखी जाए।
2. शटडाउन को सुपरवाइजर और शिफ्ट / प्रभारी कार्यकारी दोनों के लॉग-बुक में दर्ज किया जाए।
3. शटडाउन के दौरान की गई सभी गतिविधियों को अलग से शटडाउन रजिस्टर में रिकॉर्ड किया जाए।

यदि एक ही उपकरण पर एक से अधिक एजेंसी को शटडाउन दिया गया है, तो एक एजेंसी को जारी किए गए शटडाउन परमिट नंबर का उल्लेख दूसरी एजेंसी के शटडाउन परमिट में भी किया जाना चाहिए।

शटडाउन स्लिप का खो जाना

यदि मूल शटडाउन स्लिप खो जाती है, तो केवल एक स्तर ऊपर का अधिकारी ऐसी शटडाउन को रद्द करने के लिए अधिकृत होता है।

अंतर - संयंत्र सुरक्षा मानक - परमिट टू वर्क प्रणाली

परमिट टू वर्क (पीटीडब्लू) प्रणाली समेकित इस्पात संयंत्र में सभी प्रकार के शटडाउन को कवर करता है। पीटीडब्लू प्रणाली का उद्देश्य सभी प्रकार के कार्यों के लिए एक समान

शटडाउन परमिट अपनाना है, चाहे कार्य किसी भी फ़ंक्शनल डिसिप्लिन से संबंधित हो। इस्पात संयंत्र और खान कार्यों में कई एजेंसियों का समन्वित दृष्टिकोण आवश्यक होता है, इस पहलू का महत्व बढ़ जाता है यदि गतिविधि खतरनाक हो या खतरनाक वातावरण वाले क्षेत्र में की जा रही हो।

एक इंटर-संयंत्र मानक अर्थात् आईपीएसएस : 1-11-007-01 को स्टैंडर्ड कमिटी ऑन एप्लायंसेस एंड प्रोसीजर्स द्वारा सभी सदस्य इस्पात संयंत्र और संबद्ध संगठनों के प्रतिनिधियों के साथ तैयार किया गया था। इसे जून 2001 में अपनाया गया, तथापि सभी इस्पात संयंत्र में पूरी तरह लागू नहीं किया गया। यह उन क्षेत्रों को भी कवर करता है जहाँ वर्तमान में शटडाउन प्रक्रियाएँ नहीं हैं या जहाँ उपकरण की जिम्मेदारी स्पष्ट नहीं है। विभागाध्यक्षों को ऐसे ग्रे क्षेत्रों पर स्पष्टता सुनिश्चित करनी और जिम्मेदारी तय करनी चाहिए।

पीटीडब्लू प्रणाली में शटडाउन जारी करने वाली दो एजेंसियाँ होती हैं - शटडाउन देने वाला प्राधिकरण और शटडाउन जारी करने वाला प्राधिकरण। पीटीडब्लू प्रणाली में परमिट मांगने, देने और वापस करने के लिए विस्तृत दिशानिर्देश दिए गए हैं। यह नोट किया जाए कि परमिट उसी तारीख और सीमित अवधि के लिए वैध होता है। यदि कार्य परमिट में बताए गए समय से अधिक चलता है, तो नया परमिट लेना आवश्यक है।

वह कार्य जहाँ परमिट टू वर्क की आवश्यकता होती है -

क. इलेक्ट्रिकली ऑपरेटेड उपकरणों पर कार्य।

ख. ऐसी पाइपलाइन / उपकरणों पर कार्य जो रसायन, एसिड गैस, भाप, पानी, तेल आदि सामान्य / निम्न / उच्च दबाव और तापमान पर संभालते हैं।

ग. चलती मशीनें / उपकरण / गैस वाले क्षेत्र / हाई टेंशन लाइन / बेयर कंडक्टर के पास कार्य।

घ. अवरुद्ध स्थानों में कार्य।

ङ. ध्वस्त करना और खुदाई।

च. नए और पुराने यूनिट के बीच कनेक्शन और इंटरफेसिंग।

छ. ऊँचाई पर कार्य।

ज. कोई अन्य उपकरण / स्थान / क्षेत्र जो खतरों से जुड़ा हो।

परमिट टू वर्क प्राप्त करने की प्रक्रिया

1. कार्यकारी विभाग का केवल अधिकृत प्रतिनिधि ही दिए गए फॉर्म में शटडाउन के लिए आवेदन कर सकता है।
2. पीटीडब्लू फॉर्म दो प्रतियों में होता है - एक प्रति कार्यकारी एजेंसी के लिए (सफेद रंग) और दूसरी प्रति जारी करने वाले प्राधिकरण के लिए (पीला रंग)।
3. पीटीडब्लू जारी करने से पहले, जारी करने वाले प्राधिकरण / मालिक विभाग को यह सुनिश्चित करना चाहिए कि:
 - i. उपकरण बंद कर दिया गया है।
 - ii. **सावधान टैग और कार्य प्रगति पर है बोर्ड** प्रदर्शित किए गए हैं।
 - iii. रेड फ्लैग, बैरिकेड, स्टॉपर, अर्थिंग बार आदि उपयुक्त स्थानों पर रखे गए हैं।
 - iv. हवा, गैस, भाप, हाइड्रोलिक फ्लुइड, एसिड, रसायन, पानी आदि के लिए, वाल्व बंद और लॉक किए गए हैं या ब्लैक लगाए गए हैं।
 - v. इलेक्ट्रिकल फ्यूज हटा दिए गए हैं।
 - vi. गैस / हवा का सैंपल विश्लेषण किया गया है।
 - vii. सभी एजेंसियों / संबंधित व्यक्तियों को सूचित किया गया है।
 - viii. सभी लोग जो आसपास कार्य कर रहे हैं, उन्हें सूचित किया गया है।
 - ix. परमिट मांगने वाले व्यक्ति को स्थान की खतरनाक स्थिति के बारे में समझाया गया है।

अनुमति प्रदान करने से पहले जाँच बिंदु:

(लागू होने के अनुसार **हाँ / नहीं / आवश्यक नहीं** लिखें)

1. क्या कार्य करने का प्रोटोकॉल मौजूद है?
2. क्या चेतावनी बोर्ड/टैग लगाए गए हैं?
3. क्या फ्यूज निकाल दिए गए हैं?
4. क्या अर्थिंग कर दी गई है?
5. क्या हाइड्रोलिक/हवा/गैस/भाप/एसिड के वाल्व बंद कर दिए गए हैं?
6. क्या वाल्वों की आपातकालीन चाबी सुरक्षित जगह पर रख दी गई है?

7. क्या गैस/हवा के नमूने का विश्लेषण कर लिया गया है?
8. क. क्या कार्य/शटडाउन से प्रभावित होने वाले विभाग/अनुभाग (गों)/व्यक्ति (यों) को इसके बारे में सूचित कर दिया गया है?
 ख. यदि हाँ, तो किस विभाग /अनुभाग /व्यक्ति को सूचित किया गया है?
9. क. क्या कार्य करने वाली एजेंसियों को इससे जुड़े खतरों और बचाव के उपायों के बारे में समझा दिया गया है?
 ख. क्या आस-पास के सभी कर्मचारियों/एजेंसियों को सूचित कर दिया गया है?
 ग. क्या कोई अन्य सावधानी बरती गई है? यदि हाँ, तो उसका विवरण दें।
10. क्या संबंधित संयंत्र/उपकरण को कार्य से हटा दिया गया है/बंद कर दिया गया है?

परमिट टू वर्क की वापसी / निरस्तीकरण

- कार्य पूरा होने और सामग्री हटाए जाने पर, कार्य करने वाला प्राधिकारी अनुमति-पत्र को जारी करने वाले प्राधिकारी को वापस कर देता है।
- सुरक्षा से जुड़े सभी पहलुओं की जाँच करने के बाद, जारी करने वाला प्राधिकारी मंजूरी देता है। जारी करने वाले प्राधिकारी के हस्ताक्षर के बाद, अनुमति-पत्र की सफ़ेद रंग की प्रति कार्य करने वाली एजेंसी को वापस कर दी जाती है। इस प्रकार, कार्य करने वाले प्राधिकारी के पास अनुमति-पत्र के कार्य पूरा होने/ वापस किए जाने का रिकॉर्ड मौजूद रहता है।
- **यदि अनुमति-पत्र खो जाता है** - तो उसे रद्द करने / वापस करने का कार्य उससे एक स्तर ऊँचे पद पर बैठे व्यक्ति द्वारा किया जाएगा।

भारतीय विद्युत (आईई) नियम, 1956 - मुख्य प्रावधान

आई.ई. नियम, 1956 एक अत्यंत विस्तृत दस्तावेज़ है। इसके कुछ मुख्य प्रावधानों पर यहाँ चर्चा की जा रही है।

वोल्टेज का वर्गीकरण

आई.ई नियम, अध्याय 1, धारा 2 [1(एवी)] में वोल्टेज का निम्नलिखित वर्गीकरण परिभाषित करता है:

कम वोल्टेज	250 वोल्ट तक + 6% अंतर
मध्यम वोल्टेज	650 वोल्ट तक + 6% अंतर
उच्च वोल्टेज	33 केवी तक + 6% अंतर
अतिरिक्त उच्च वोल्टेज	33 केवी से अधिक और उससे ऊपर

प्राधिकार के नियम

इलेक्ट्रिकल उपकरणों पर कार्य करने के लिए कर्मियों के प्राधिकरण के नियम आई.ई नियम के अध्याय 1, खंड 3 में निर्धारित किए गए हैं। नियम 36(2), 51(1) और 64(1) के अंतर्गत कर्मियों को अधिकृत किया जाता है। प्राधिकार फॉर्म में यह स्पष्ट किया जाता है कि किसी व्यक्ति को किस उपकरण, यंत्र या वोल्टेज स्तर पर कार्य करने की अनुमति है। प्राधिकार देने वाले व्यक्ति को यह सुनिश्चित करना चाहिए कि जिसे अधिकृत किया जा रहा है, वह कार्य करने के लिए सक्षम और योग्य है।

शटडाउन जारी करने /प्राप्त करने के लिए सक्षम व्यक्ति

- एलवी और एमवी के लिए शटडाउन जारी करने वाला कम से कम चार्जमैन / सुपरवाइजर होना चाहिए, जबकि एचवी और ईएचवी के लिए एग्जीक्यूटिव होना आवश्यक है।
- शटडाउन प्राप्त करने वाला सक्षम व्यक्ति एलवी, एमवी और एचवी के लिए कम से कम चार्जमैन, सुपरवाइजर या स्विच बोर्ड अटेंडेंट होना चाहिए तथा ईएचवी के लिए एग्जीक्यूटिव होना चाहिए।
- यदि प्राधिकरण इस बात से संतुष्ट हो कि इससे निचले पद का व्यक्ति सक्षम है, तो उसे भी अधिकृत किया जा सकता है।

आई.ई नियम के अनुसार सुपरवाइजरी स्टाफ के लिए न्यूनतम योग्यता इलेक्ट्रिकल में डिग्री / डिप्लोमा है। आईटीआई (इलेक्ट्रिकल) योग्यता वाले व्यक्ति सुपरवाइजर की सहायता कर सकते हैं। इन नियमों में यह भी निर्धारित है कि कम से कम 6 महीने का प्रशिक्षण भारतीय विद्युत प्राधिकरण (सीईए) द्वारा मान्यता प्राप्त संस्थान में किया जाना चाहिए,

साथ ही विज़िट और इन-संयंत्र प्रशिक्षण भी आवश्यक है। न्यूनतम योग्यता या प्रशिक्षण अवधि में छूट समुचित प्राधिकरण (राज्य या केंद्र सरकार) द्वारा मालिक के अनुरोध पर दी जा सकती है।

सभी संस्थानों को अधिकृत व्यक्तियों का रिकॉर्ड रखना अनिवार्य है, जिसमें उनका नाम, पद, योग्यता, लागू नियम आदि दर्ज होने चाहिए। इस रजिस्टर पर अधिकृत करने वाले और अधिकृत व्यक्ति दोनों को वर्ष में एक बार हस्ताक्षर करने होते हैं। यह रिकॉर्ड प्रतिष्ठान के भीतर निरीक्षण के लिए संबंधित प्राधिकरण या राज्यकेंद्र सरकार के / इलेक्ट्रिकल इंस्पेक्टर को उपलब्ध कराया जाना चाहिए।

इलेक्ट्रिकल दुर्घटनाओं की रिपोर्टिंग

सभी विद्युत दुर्घटनाओं की रिपोर्ट नियम 44क के अनुसार की जानी चाहिए। दुर्घटना की रिपोर्ट राज्य या केंद्रीय इलेक्ट्रिकल इंस्पेक्टर को भेजी जानी चाहिए। यदि दुर्घटना घातक हो, तो उसकी सूचना 24 घंटे के भीतर फैक्स द्वारा भेजा जाना आवश्यक है और विस्तृत लिखित रिपोर्ट 48 घंटे के भीतर प्रस्तुत करनी होती है। सभी दुर्घटनाओं की रिपोर्ट आई.ई. नियम, 1956 के अनुबंध-XIII में निर्धारित प्रारूप के अनुसार की जानी चाहिए।

नियम 108(1)(ख)(iii) के अनुसार किसी भी **असामान्य या खतरनाक घटना** की सूचना भी इलेक्ट्रिकल इंस्पेक्टर को देना अनिवार्य है।

इलेक्ट्रिकल परिसरों का निरीक्षण

आई.ई. नियम के अध्याय II में इंस्पेक्टर से संबंधित प्रावधान दिए गए हैं, जबकि अध्याय IV का नियम 46 सभी विद्युत परिसरों के समयसमय पर निरीक्षण से संबंधित है। सभी - नए उपकरणों और इंस्टॉलेशन का निरीक्षण और परीक्षण सीईए के इलेक्ट्रिकल इंस्पेक्टर द्वारा अनिवार्य रूप से किया जाना चाहिए। निरीक्षण और परीक्षण की लागत भी आई.ई. नियम में निर्धारित है और इसे सीईए को भुगतान करना होता है।

अनुरक्षण / परीक्षण के दौरान सुरक्षा सावधानियाँ

विद्युत प्रणाली उपकरण

विद्युत प्रणाली उपकरणों के प्रचालन, रखरखाव और परीक्षण के लिए सुरक्षित पृथक्करण हेतु विस्तृत शटडाउन प्रक्रियाएँ आवश्यक होती हैं। सामान्यतः लाइव स्थिति में अनुरक्षण नहीं किया जाना चाहिए, केवल विशेष परिस्थितियों में ही इसकी अनुमति होती है (नीचे *लाइव उपकरण पर कार्य* देखें)। उपकरण को ठीक प्रकार से अर्थ किया जाना चाहिए ताकि किसी भी आकस्मिक आपूर्ति आने की स्थिति में कर्मियों और उपकरणों की सुरक्षा बनी रहे।

शटडाउन जारी करते समय पीपीई का उपयोग अनिवार्य है। किसी केबल या बसबार में वोल्टेज की अनुपस्थिति को एचवी इंडिकेटर द्वारा जांचना चाहिए, जिसमें व्यक्ति को इंसुलेटेड दस्ताने पहनकर और रबर मैट पर खड़े होकर परीक्षण करना चाहिए। वोल्टेज न होने की पुष्टि के बाद उसे डिस्चार्ज करना चाहिए और अंत में अर्थिंग करनी चाहिए। कुछ स्थितियों में कार्य के प्रकार या स्थान के अनुसार अर्थिंग आवश्यक नहीं होती।

सभी एमवी और कुछ एलवी सर्किट ब्रेकरों में स्प्रिंग चार्जिंग मैकेनिज्म होता है। ऐसे ब्रेकर को सर्विस स्थिति में डालते समय कंट्रोल आपूर्ति (एसी / डीसी) को बंद रखना चाहिए और स्प्रिंग को डिस्चार्ज कर देना चाहिए, ताकि ब्रेकर के चलते समय आकस्मिक क्लोजिंग न हो, जिससे यदि ब्रेकर पोल चार्ज बस के बिल्कुल निकट हों तो फ्लैशओवर का खतरा हो सकता है।

यद्यपि परीक्षण सामान्यतः कम वोल्टेज पर किया जाता है, फिर भी सभी परीक्षण उपकरणों की अर्थिंग सुनिश्चित करनी चाहिए और उन्हें रबर मैट पर रखना चाहिए। परीक्षण प्रोब्स इंसुलेटेड होने चाहिए। उच्च वोल्टेज परीक्षण के दौरान उपकरण के परीक्षण क्षेत्र को बैरिकेड करना चाहिए। उच्च वोल्टेज परीक्षण के बाद उपकरण और परीक्षण यंत्र दोनों को पूरी तरह डिस्चार्ज करना आवश्यक है।

अधिकांश इलेक्ट्रिकल पैनलों में 240 वोल्ट एसी या 110 वोल्ट / 220 वोल्ट डीसी की कंट्रोल और संरक्षण सर्किटों के लिए आपूर्ति होती है, जो पैनलों / उपकरणों और उप स्टेशनों की इंटरलॉकिंग के कारण चालू रहती है। कार्य करने वाले व्यक्ति को यह जानकारी होनी चाहिए कि कौन से टर्मिनल लाइव हैं। चूंकि कंट्रोल और रिले चैंबर प्रायः ऊँचाई पर होते हैं, इसलिए कार्य करते समय लकड़ी के स्टूल या बेंच का उपयोग करना चाहिए।

किसी उपकरण के पार वोल्टेज मापते समय वोल्टमीटर को ग्राउंड से अलग रखना चाहिए और वोल्टमीटर की अधिकतम वोल्टेज क्षमता से अधिक वोल्टेज नहीं मापना चाहिए। 230

वोल्ट से अधिक वोल्टेज मापने के लिए मल्टीमीटर के बजाय एवीओ मीटर का उपयोग करना अधिक सुरक्षित होता है क्योंकि उनका आकार छोटा होता है और घटक एक दूसरे के पास रहते हैं।

लाइव उपकरण पर कार्य

- ईएचवी और एचवी पर कार्य करने की अनुमति नहीं है।
- एमवी / एलवी पर अधिकृत व्यक्ति आवश्यक सावधानियों के साथ कार्य कर सकते हैं।
- हमेशा दो अधिकृत व्यक्तियों को साथ मिलकर कार्य करना चाहिए।
- 230 वोल्ट और 400 वोल्ट पर कार्य करते समय रबर के दस्ताने अनिवार्य हैं।
- कार्य करते समय व्यक्ति को रबर मैट/ सूखे लकड़ी के प्लेटफॉर्म पर खड़ा होना चाहिए।
- अर्थ/ धातु वाले हिस्से को शरीर से छुए बिना इसुलेटेड औजारों के साथ बेयर हाथों से कार्य, यदि लाइव सर्किट पर कार्य करना आवश्यक हो, तो एक हाथ से कार्य करना चाहिए ताकि शरीर के आर-पार (छाती के जरिए) जानलेवा शॉक का रास्ता न बने।
- जिन उपकरणों पर लाइव स्थिति में निरीक्षण या अनुरक्षण की आवश्यकता होती है, उन पर उचित लेबलिंग होनी चाहिए। लेबलिंग में आर्क फ्लैश के खतरे और पीपीई की आवश्यकता के बारे में चेतावनी दी गई हो। यह लेबल अंग्रेजी और स्थानीय भाषा दोनों में होना चाहिए।

इलेक्ट्रॉनिक कार्ड का प्रचालन

- I. सामान्यतः आईसी विशेषकर सीएमओएस आईसी वाले कार्ड को बिना अर्थिंग रिस्ट बैंड के नहीं छूना चाहिए, क्योंकि स्थैतिक विद्युत के कारण ये आईसी खराब हो सकते हैं। ऐसे कार्ड को केवल पीसीबी के किनारों से पकड़ना चाहिए।
- II. सामान्यतः यह भी कि पावर ऑन रहते हुए कार्ड को लगाना या निकालना नहीं चाहिए। तथापि कुछ विनिर्माता (हॉट स्वैप माड्यूल) सुविधा के कारण इसकी अनुमति देते हैं, किंतु जहाँ तक संभव हो कार्ड को लगाने या निकालने से पहले सभी विद्युत स्विचों को बंद करना सुरक्षित प्रक्रिया है।

- III. सोल्डरिंग या डी-सोल्डरिंग करते समय सभी इनपुट और पावर आपूर्ति को बंद कर देना चाहिए। खराब कंपोनेंट को हमेशा बिल्कुल समान स्पेयर से ही बदलना चाहिए। यदि समान स्पेयर उपलब्ध न हो, तो सक्षम व्यक्ति द्वारा सावधानीपूर्वक निर्णय लिया जाना चाहिए। उदाहरण के लिए, यदि किसी कार्ड में कोई विशेष प्रतिरोध बार बार जल रहा है तो हमें बिना सोचे - समझे उच्चतर वाट वाले प्रतिरोधक को नहीं लगाना चाहिए क्योंकि इसके चलते दूसरा घटक (जो संभवतः अधिक महत्वपूर्ण हो) फेल हो सकता है।
- IV. स्पेयर कार्ड को हमेशा उनकी मूल पैकिंग (अधिकांशतः एंटी-स्टैटिक) में रखना चाहिए। यदि वह उपलब्ध नहीं हो तो उन्हें या नमी और धूल रहित स्थान पर सुरक्षित रखना चाहिए। चूहों की गंदगी कार्डों के लिए खतरनाक होती है और उससे ये गंभीर रूप से क्षतिग्रस्त हो सकते हैं।

डिजिटल मल्टीमीटर का उपयोग

परीक्षण के अधीन सर्किट में मल्टी-मीटर को कनेक्ट करने से पूर्व :

- i. विभिन्न कंपनियों और मॉडलों के मल्टीमीटर के फीचर्स अलग-अलग होते हैं। उपयोगकर्ता को उस विशेष मीटर के फीचर्स, सॉकेट व्यवस्था और कार्यप्रणाली की पूरी जानकारी होनी चाहिए। मापन शुरू करने से पहले मीटर की प्रचालन एवं रखरखाव पुस्तिका को ध्यानपूर्वक पढ़ना चाहिए और उसमें दिए गए सभी सुरक्षा निर्देशों का सख्ती से पालन करना चाहिए।
- ii. सदैव सुनिश्चित करें कि आवश्यकता के अनुसार मीटर पर सही मोड (वोल्टेज: एसी/डीसी, करंट एसी/डीसी या ओहम) चुना गया हो। ध्यान दें कि सामान्यतः वोल्टेज और प्रतिरोध मापन के लिए मीटर में एक ही सॉकेट दिया जाता है। यह सुनिश्चित करें कि लाइव सर्किट में कनेक्ट करते समय मल्टीमीटर प्रतिरोध मोड पर न हो।
- iii. स्मरण रखें कि सामान्यतः कम करंट और अधिक करंट मापन के लिए अलग-अलग सॉकेट दिए जाते हैं। कम करंट सॉकेट में आंतरिक फ्यूज सुरक्षा होती है, जबकि उच्च करंट सॉकेट में कोई सुरक्षा नहीं होती। सुनिश्चित करें कि मापा जा रहा अधिकतम करंट मीटर की रेटिंग से अधिक न हो।
- iv. जब प्रोब “करंट” सॉकेट में लगे हों, तब कभी भी वोल्टेज माप न करें।

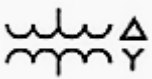
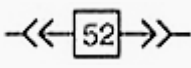
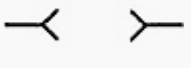
- v. मापे जाने वाले वोल्टेज/करंट के अपेक्षित स्तर के अनुसार सही रेंज चुनें। यदि स्तर के बारे में निश्चित न हों, तो सबसे उच्च रेंज से शुरू करें।
- vi. सुनिश्चित करें कि प्रोब अच्छी स्थिति में हों और उनकी इंसुलेशन में कोई जोड़ / क्षति न हो।
- vii. हमेशा मूल/मानक रंग-कोडेड प्रोब का उपयोग करें। काला प्रोब हमेशा मीटर के कॉमन टर्मिनल सॉकेट में होना चाहिए। कभी भी एक ही रंग के दो प्रोब का उपयोग न करें।
- viii. बिना उचित बनाना पिन वाले प्रोब का उपयोग न करें जो मल्टीमीटर सॉकेट में सही से फिट होते हों। प्रोब के पिन सॉकेट में मजबूती से फिट होने चाहिए और कोई ढीला कनेक्शन नहीं होना चाहिए। साथ ही प्रोब के आगे उचित मापन नुकीले सिरे होने चाहिए ताकि परीक्षण किए जा रहे सर्किट से सही संपर्क हो सके।
- ix. प्रोब खुले रहने चाहिए और उन्हें मल्टीमीटर के चारों ओर मोड़ा, उलझाया या लपेटा हुआ नहीं होना चाहिए।







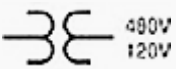


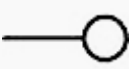
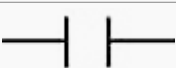
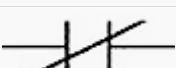
मापन के दौरान:

- i. हमेशा मल्टीमीटर के दोनों प्रोब अलग-अलग हाथों में पकड़ें। या तो किसी दूसरे व्यक्ति से मीटर पकड़ने को कहें या मीटर के स्टैंड का उपयोग करके उसे सुरक्षित स्थान पर स्थिर रखें।
- ii. वोल्टेज मापते समय रीडिंग देखने के लिए अपना चेहरा लाइव सर्किट से दूर न घुमायें। अपना ध्यान प्रोब पर बनाए रखें, अन्यथा प्रोब फिसल सकते हैं और दुर्घटना हो सकती है। यदि मल्टीमीटर एक ही व्यक्ति द्वारा उपयोग किया जा रहा हो, तो सर्किट में जोड़ने के लिए उचित एलिगेटर क्लिप का उपयोग करें ताकि हाथ मुक्त रहें।
- iii. मापन करते समय रबर मैट पर खड़े रहें। अत्यधिक इंडक्टिव सर्किट जैसे ब्रेक मैग्नेट या मोटर फील्ड में वोल्टेज मापने के लिए डिजिटल मल्टीमीटर का उपयोग न करें, क्योंकि करंट कट होने पर इंडक्टर के पार उच्च वोल्टेज उत्पन्न होता है, जिससे मीटर की आंतरिक सर्किटरी को नुकसान हो सकता है और व्यक्ति को चोट लग सकती है। यदि ऐसे मापन आवश्यक हों, तो सुनिश्चित करें कि करंट बंद करने से पहले प्रोब सर्किट से हटा दिए जाएं।


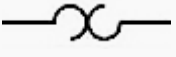
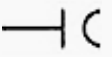



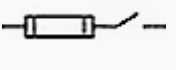
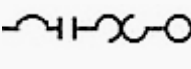
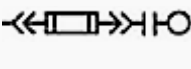
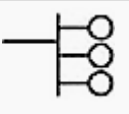

9.15 सिंगल लाइन चित्र) एसएलडी)

हम सामान्यतः विद्युत वितरण प्रणाली को एक ग्राफिकल प्रस्तुति के रूप में दर्शाते हैं जिसे **सिंगल लाइन डायग्राम (एसएलडी)** कहा जाता है। एक सिंगल लाइन पूरे प्रणाली या उसके किसी भाग को दर्शा सकती है। यह बहुत ही बहुउपयोगी और व्यापक होता है क्योंकि यह बहुत सरल डीसी सर्किट से लेकर अत्यंत जटिल तीन फेज-प्रणाली तक को दर्शा सकता है। विभिन्न विद्युत घटकों और उनके आपसी संबंध को प्रदर्शित करने के लिए **सार्वभौमिक रूप से स्वीकृत विद्युत प्रतीकों** का उपयोग किया जाता है। एसएलडी को समझने के लिए पहले इन विद्युत प्रतीकों से परिचित होना आवश्यक है। यह चार्ट सबसे अधिक उपयोग किए जाने वाले प्रतीकों को दर्शाता है।

अलग-अलग इलेक्ट्रिकल सिंबल		
सिंबल	पहचान	व्याख्या
	ट्रांसफार्मर	यह लिक्विड-फिल्ड से लेकर ड्राई टाइप तक, विभिन्न प्रकार के ट्रांसफार्मर को दर्शाता है। आमतौर पर सिंबल के पास अतिरिक्त जानकारी प्रिंट की जाती है, जो वाइंडिंग कनेक्शन, प्राइमरी/सेकेंडरी वोल्टेज और केवीए या एमवीए रेटिंग को दर्शाती है।
	रिमूवेबल या ड्राआउट सर्किट ब्रेकर	सामान्यतः यह 5केवी और उससे अधिक के एमवी ड्राआउट सर्किट ब्रेकर को दर्शाता है।
	भावी रिमूवेबल या ड्राआउट सर्किट ब्रेकर की स्थिति	यह एक ऐसी संरचना को दर्शाता है जो भविष्य में सर्किट ब्रेकर को लगाने के लिए सुसज्जित है, जिसे आमतौर पर प्रोविजन के रूप में जाना जाता है।

अलग अलग इलेक्ट्रिकल सिंबल		
सिंबल	पहचान	व्याख्या
	गैर ड्रा आउट सर्किट ब्रेकरिंट ब्रेकर	एक फिक्स्ड माउंटेड लो वोल्टेज सर्किट ब्रेकर को दर्शाता है।
	हटाने योग्य या ड्राआउट सर्किट ब्रेकर	एक ड्रॉआउट लो वोल्टेज सर्किट ब्रेकर को दर्शाता है।
	डिसकनेक्ट स्विच	लो या मीडियम/हाई वोल्टेज वाले एप्लीकेशन्स में एक स्विच को दर्शाता है (खुली स्थिति दिखाई गई है)।
	फ्यूज	लो वोल्टेज और पावर फ्यूज को दर्शाता है।
	बस डक्ट	लो और मीडियम/हाई वोल्टेज बस डक्ट को दर्शाता है।
	करंट ट्रांसफार्मर	असेंबल किए गए इक्विपमेंट में लगे करंट ट्रांसफॉर्मर को दर्शाता है। 4000ए से 5ए का अनुपात दिखाया गया है।
	संभावित या वोल्टेज ट्रांसफार्मर	पोटेंशियल ट्रांसफॉर्मर को दर्शाता है, जो आमतौर पर असेंबल किए गए इक्विपमेंट में लगे होते हैं। 480वी से 120वी का अनुपात दिखाया गया है।
	ग्राउंड (अर्थ)	एक ग्राउंडिंग (अर्थिंग) पॉइंट को दर्शाता है।
	बैटरी	एक इक्विपमेंट पैकेज में लगी बैटरी को दर्शाता है।
	मोटर	एक मोटर को दर्शाता है, और इसे गोले के अंदर "M" अक्षर के साथ भी दिखाया जाता है। मोटर से जुड़ी अतिरिक्त जानकारी आमतौर पर सिंबल के पास लिखी होती है, जैसे हॉर्सपावर, आरपीएम और वोल्टेज।
	सामान्य रूप से खुला (एनओ) संपर्क	मोटर कंट्रोल के लिए खुली स्थिति में एक सिंगल कॉन्टैक्ट या सिंगल पोल स्विच को दर्शा सकता है।
	सामान्य रूप से बंद (एनसी) संपर्क	मोटर कंट्रोल के लिए बंद स्थिति में एक सिंगल कॉन्टैक्ट या सिंगल पोल स्विच को दर्शा सकता है।

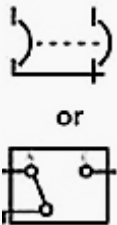
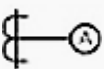
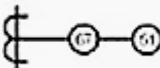
अलग - अलग इलेक्ट्रिकल सिंबल

सिंबल	पहचान	व्याख्या
	संकेतक लाइट	गोले के अंदर का अक्षर रंग को दर्शाता है। यहाँ लाल रंग को दर्शाया गया है।
	ओवरलोड रिले	यदि ओवरलोड की स्थिति उत्पन्न हो जाए, तो यह मोटर की सुरक्षा करता है।
	कैपेसिटर	यह विभिन्न प्रकार के कैपेसिटर को दर्शाता है।
	एमीटर	मीटर के प्रकार को दर्शाने के लिए आमतौर पर एक अक्षर दिखाया जाता है (ए = एमीटर, वी = वोल्टमीटर, आदि)।
	तत्काल ओवरकरंट सुरक्षा रिले	डिवाइस नंबर रिले के प्रकार को दर्शाता है (50 = तात्कालिक ओवरकरंट, 59 = ओवरवोल्टेज, 86 = लॉकआउट, आदि)।
	आपातकालीन जनरेटर	यह सिंबल प्रायः एक ट्रांसफर स्विच के साथ संयोजन में दिखाया जाता है।
	फ्यूज डिस्कनेक्ट स्विच	यह सिंबल एक फ्यूज और डिस्कनेक्ट स्विच का संयोजन है, जिसमें स्विच खुली स्थिति में होता है।
	कम वोल्टेज मोटर नियंत्रण	यह सिंबल एक सामान्यतः खुले संपर्क (स्विच), ओवरलोड रिले, मोटर और डिस्कनेक्ट डिवाइस का संयोजन है।
	मध्यम वोल्टेज मोटर स्टार्टर	यह सिंबल एक ड्रॉआउट फ्यूज, सामान्यतः खुले संपर्क (स्विच) और मोटर का संयोजन है।
	मीटर केंद्र	गोले के सिंबल की एक श्रृंखला जो मीटरों को दर्शाती है, और जो आमतौर पर एक ही एनक्लोजर में लगाए जाते हैं।
	लोड केंद्र या पैनलबोर्ड	एक सर्किट ब्रेकर मुख्य डिवाइस को दर्शाता है और अन्य सर्किट ब्रेकर फीडर सर्किट को दर्शाते हैं; ये आमतौर पर एक ही एनक्लोजर में होते हैं।

जारी....

जारी...

अलग - अलग इलेक्ट्रिकल सिंबल

सिंबल	पहचान	व्याख्या
	ट्रांसफर स्विच	<ul style="list-style-type: none"> सर्किट ब्रेकर प्रकार का ट्रांसफर स्विच
	जुड़े हुए एमीटर के साथ करंट ट्रांसफॉर्मर	जुड़ा हुआ उपकरण अलग उपकरण हो सकता है या अक्षर द्वारा पहचाने गए अनेक विभिन्न उपकरण
	करंट ट्रांसफॉर्मर से जुड़े सुरक्षा रिले	डिवाइस संख्याएं जुड़े हुए रिले के प्रकार दर्शाता है जैसे : <ul style="list-style-type: none"> 67 - विमीय ओवर करंट 51 - समय ओवर करंट

अध्याय - 10

इंस्ट्रुमेंटेशन एवं प्रक्रिया नियंत्रण

10.1 समेकित इस्पात संयंत्र में इंस्ट्रुमेंटेशन और प्रक्रिया नियंत्रण के कार्य

इंस्ट्रुमेंटेशन एवं प्रक्रिया नियंत्रण किसी भी समेकित इस्पात संयंत्र में विभिन्न प्रक्रियाओं और उपकरणों के लिए एक प्रमुख कार्य है।

उद्योग में उपकरण विभिन्न मानदंडों के लिए मूल संवेदक अंग का कार्य करते हैं और प्रक्रिया, उत्पादन, गुणवत्ता तथा सुरक्षा से संबंधित जानकारी प्रदान करते हैं। प्राप्त जानकारी को उपयोगी लॉजिक में परिवर्तित किया जाता है और आवश्यक आउटपुट प्रदान किए जाते हैं ताकि गुणवत्ता और मात्रा के मानकों को पूरा किया जा सके। इंस्ट्रुमेंटेशन का कार्य प्रक्रिया को इस प्रकार संचालित करना है कि वह डिज़ाइन सीमाओं के भीतर रहते हुए कम संसाधनों में अधिकतम दक्षता प्राप्त कर सके।

एक समेकित इस्पात संयंत्र विभिन्न औद्योगिक इकाइयों का एक समूह होता है, जो निर्धारित तरीके से संचालित होकर अंतरराष्ट्रीय मानकों के अनुसार इस्पात उत्पादन का लक्ष्य प्राप्त करता है। संयंत्र के विभिन्न भागों में उपकरणों और वेइंग प्रणालियों का व्यापक रूप से उपयोग होता है। विभिन्न इकाइयों की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए विभाग को कार्यात्मक रूप से विभिन्न क्षेत्रों / जोनों में विभाजित किया जाता है।

प्रत्येक सेक्शन / जोन में इंजीनियरों और तकनीशियनों की टीम होती है जो प्रचालन कर्मियों के साथ मिलकर चौबीसों घंटे कार्य करती है, ताकि विश्वसनीय मापन, नियंत्रण, इंटरलॉक और सुरक्षा प्रणालियों के माध्यम से सुरक्षित प्रचालन, संसाधन अनुकूलन, गुणवत्ता और उत्पादकता सुनिश्चित की जा सके।

इंस्ट्रुमेंटेशन की प्रमुख गतिविधियाँ

1. पूरे संयंत्र में सभी अनुभागों में प्रक्रिया मानदंडों का निरंतर मापन और नियंत्रण।
2. विभिन्न क्षेत्रों में उपकरणों का प्रचालन और रखरखाव।
3. उत्पाद गुणवत्ता और प्रक्रिया दक्षता बढ़ाने के लिए कुशल नियंत्रण रणनीतियों का विकास।
4. उपयुक्त ऑप्टिमाइज़ेशन तकनीकें विकसित करना और इन तकनीकों को वास्तविक समय और निरंतर आधार पर लागू करना।
5. प्रक्रिया की दक्षता में सुधार और उत्पादन लागत में कमी पर ज़ोर देना।

6. प्रक्रिया के विश्लेषण के तरीके विकसित करना और उसके आधार पर सुझाए गए कार्यों को लागू करना।
7. विभिन्न प्रचालन समस्याओं के लिए नवीन और लागत प्रभावी समाधान प्रदान करना।
8. सभी नई परियोजनाओं के कार्यान्वयन में समन्वय और सक्रिय भागीदारी।
9. तकनीकी और मानवीय मूल्यों को सिखाकर मानवीय कौशल को समृद्ध करना।
10. गतिशील और चुनौतीपूर्ण तकनीकी प्रगति के साथ तालमेल बिठाना।
11. उपकरणों की टेस्टिंग और कैलिब्रेशन के लिए आईएसओ मानकों को बनाए रखना।
12. प्रक्रिया अलार्म/ट्रिपिंग सेट पॉइंट्स के अनुरूप इंटरलॉक/सुरक्षा उपायों को लागू करना।
13. स्थिर/पोर्टेबल प्रकार के सीओ डिटेक्टरों और एलईएल (मीथेन) डिटेक्टरों का रखरखाव।

उपरोक्त लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए, विभाग मानक और प्रमाणित सेंसर, एनएबीएल मान्यता प्राप्त प्रयोगशालाओं द्वारा प्रमाणित टेस्ट और मास्टर टेस्ट उपकरण, नवीनतम माइक्रोप्रोसेसर-आधारित कंट्रोलर, प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर, वितरित डिजिटल नियंत्रण प्रणाली, कम्प्यूटरीकृत डेटा अधिग्रहण प्रणाली और प्रक्रिया के अनुकूलन तथा मानवीय सुरक्षा के लिए विभिन्न तरल पदार्थों और गैसों के विश्लेषण हेतु विश्लेषणात्मक उपकरणों का उपयोग करता है।

प्रौद्योगिकी और उपकरणों के अप्रचलित होने की समस्या से निपटने, प्रक्रिया मॉडलिंग और उन्नत नियंत्रण प्रणालियों के क्षेत्र में स्वदेशी रूप से तैयार किए गए विकास कार्यों ने विभाग के प्रदर्शन को बेहतर बनाने में अग्रणी भूमिका निभाई है।

केंद्रीय इंस्ट्रुमेंटेशन प्रयोगशाला

इंस्ट्रुमेंटेशन विभाग एक केंद्रीय प्रयोगशाला से सुसज्जित है, जो पूरे संयंत्र में स्थापित उपकरणों की मरम्मत और कैलिब्रेशन की आवश्यकताओं को पूरा करती है।

प्रक्रिया उपकरणों और परीक्षण उपकरणों का कैलिब्रेशन इंस्ट्रुमेंटेशन प्रयोगशाला में राष्ट्रीय/अंतर्राष्ट्रीय मानकों के अनुरूप किया जाता है, ताकि आईएसओ 9001:2015 गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली की आवश्यकताओं को पूरा किया जा सके।

योजना और प्रशिक्षण

योजना अनुभाग विभाग के विभिन्न अनुभागों के लिए सामग्री और सेवाओं की खरीद से संबंधित विभिन्न गतिविधियों का समन्वय करता है। सामग्री की वार्षिक आवश्यकता का संकलन, विनिर्देशनों की तैयारी, कोडिंग की प्रक्रिया, मांग-पत्र तैयार करना, प्रस्तावों की जांच करना, और स्टोर से सामग्री प्राप्त करके संबंधित अनुभागों को जारी करना—ये सभी कार्य इसी अनुभाग द्वारा संभाले जाते हैं।

कार्यबल के तकनीकी ज्ञान को ताज़ा करने और अद्यतन करने के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम इस अनुभाग के माध्यम से विभाग द्वारा निरंतर आयोजित किए जाते हैं। यह एक विशेष क्षेत्र होने के कारण, पूरे वर्ष भर कई आंतरिक कार्यक्रम तैयार और संचालित किए जाते हैं। तकनीकी आवश्यकताओं के आधार पर इन कार्यक्रमों को अद्यतन और उन्नत किया जाता है। नए कार्यक्रमों को इंस्ट्रूमेंटेशन और प्रक्रिया स्वचालन की नवीनतम अवधारणाओं की बढ़ती ज़रूरतों को पूरा करने के लिए डिज़ाइन किया गया है।

ऊपर बताई गई सभी गतिविधियाँ एसएपी प्लेटफॉर्म पर की जाती हैं।

फील्ड मेंटेनेंस विंग

फील्ड मेंटेनेंस ग्रुप, फील्ड से जुड़े कार्य करता है, जैसे कि इंपल्स पाइप और केबल की मरम्मत, केबल और कंड्यूइट्स बिछाना, फील्ड सेंसर्स की नई स्थापना, फील्ड इंस्ट्रूमेंट्स की मौके पर ही मरम्मत और कैलिब्रेशन, और मैकेनिकल कार्य जैसे कि ओरिफिस प्लेट्स, जंकशन बॉक्स और पुल बॉक्स बनाना, इंस्ट्रूमेंट की सुरक्षा के लिए कैबिनेट बनाना, बदलाव करना और मरम्मत के बड़े कार्य। यह स्कंध इंस्ट्रूमेंटेशन के लिए ज़रूरी सभी मैकेनिकल, इलेक्ट्रिकल और सिविल प्रकार के कार्य करता है।

कोक ओवन एवं कोयला केमिकल सेक्शन

यह संयंत्र धातुकर्मीय कोक और विभिन्न उप-उत्पाद जैसे टार, फिनोल, नेफथलीन, बेंजीन, टोल्यून, जाइलीन आदि का उत्पादन करता है। प्रक्रिया में विभिन्न प्रकार के कोयले का मिश्रण, उसे निर्धारित महीनता तक क्रश करना, वजन करना और बिना वायु के निश्चित तापमान पर ओवन में गर्म करना शामिल है। इस प्रक्रिया के दौरान कोक ओवन गैस उत्पन्न होती है, जिससे मूल्यवान रासायनिक उप-उत्पाद प्राप्त किए जाते हैं।

इस अनुभाग के प्रमुख क्षेत्र कोयला हैंडलिंग यूनिट, कोक ओवन बैटरी, कोक सॉर्टिंग यूनिट, एग्जॉस्टर हाउस, टार संयंत्र, बेंज़ोल रिकवरी संयंत्र, बेंज़ोल रेक्टिफिकेशन संयंत्र, अमोनियम

सल्फेट संयंत्र, एसिड जनरेशन यूनिट, नेफ्थलीन स्ट्रिपिंग संयंत्र, अमोनिया स्टिल और बायोलॉजिकल आक्सीडेशन और डिमांड (बीओडी) यूनिट आदि हैं।

सीओ और सीसीडी का यह पूरा अनुभाग नीचे दिए गए विभिन्न माप और नियंत्रण प्रणालियों से सुसज्जित है। कोक ओवन और कोयला रसायन क्षेत्र में इंस्ट्रूमेंटेशन की भूमिका अधिक महत्वपूर्ण है, क्योंकि यहाँ की प्रक्रिया जटिल है और यहाँ बेंजीन, टोल्यूनि, ज़ाइलीन जैसे ज्वलनशील रसायनों को संभाला जाता है।

- सभी साइलो के लिए कोयले के प्रवाह की निगरानी, नियंत्रण और सेटिंग के साथ-साथ आवश्यक सुरक्षा और इंटरलॉक वाली इलेक्ट्रॉनिक वे फीडिंग प्रणालियाँ।
- कोक ओवन बैटरियों की कोकिंग प्रक्रिया को बेहतर बनाने के लिए डिस्ट्रीब्यूटेड कंट्रोल सिस्टम (डीसीएस) या पीएलसी-आधारित नियंत्रण प्रणाली।
- बैटरी जीसीएम (गैस कलेक्टिंग मेन्स) में सीओ गैस के दबाव को नियंत्रित करने के लिए माइक्रोप्रोसेसर-आधारित प्रणाली के साथ रेनेके और अस्कानिया जैसे हाइड्रोलिक एक्चुएटर।
- उच्च दबाव वाले अमोनिया लिकर और गैस बूस्टिंग स्टेशन के डिलीवरी दबाव जैसे महत्वपूर्ण मापदंडों का नियंत्रण वीएफडी के माध्यम से किया जाता है।
- उप-उत्पाद उत्पादन इकाइयों के लिए डिस्ट्रीब्यूटेड कंट्रोल सिस्टम (डीसीएस) या माइक्रोप्रोसेसर-आधारित नियंत्रक।
- टार हैंडलिंग प्लांट इकाइयों में रिमोट सीलिंग के साथ दबाव/विभेदक दबाव ट्रांसमीटर।
- न्यूमैटिक अंतिम नियंत्रण तत्व।

सिंटरिंग संयंत्र अनुभाग

सिंटरिंग प्लांट के लिए कच्ची सामग्री आरएमएचपी, कोक ओवन, आरएमपी/एलडीसीपी, मिल स्केल और भंडारण डिब्बों से प्राप्त किया जाता है। इन्हें एक निश्चित अनुपात में मिलाया जाता है और भट्टियों में गलाया जाता है। सिंटर को ब्लास्ट फर्नेस में भेजा जाता है।

मुख्य माप और नियंत्रण में शामिल हैं:

1. स्टॉक डिब्बों में बेल्ट वेइंग/रेट फीडर नियंत्रण।
2. डीसीएस/पीएलसी के माध्यम से एग्जॉस्टर नियंत्रण।
3. मशीन सुरक्षा और प्रक्रिया इंटरलॉक/सुरक्षा उपाय।
4. हैमर क्रशर इंटरलॉक और सुरक्षा।
5. एग्जॉस्टर में तापमान और कंपन का माप।
6. न्यूक्लियोनिक प्रकार के नमी माप विश्लेषक।
7. प्रक्रिया को बेहतर बनाना, गुणवत्ता और ऑपरेटर मार्गदर्शन - ये वे मुख्य क्षेत्र हैं जहाँ सिंट्रिंग प्लांट में इंस्ट्रूमेंटेशन प्रणालियाँ अपनी भूमिका निभाती हैं।

महत्वपूर्ण माप इस प्रकार हैं:

1. मिक्सिंग स्टेशन के बंकर स्तर और वेइंग सिस्टम।
2. प्राथमिक मिश्रण के बाद नमी का माप और नियंत्रण।
3. पानी के प्रवाह का माप और नियंत्रण।

एग्जॉस्टर

- मोटर का कंपन और तापमान और एग्जॉस्टर बेयरिंग का तापमान
- लुब्रिकेटिंग तेल का दबाव और तापमान
- मोटर की वाइंडिंग का तापमान

गैस मिक्सिंग स्टेशन

- सीओ गैस और बीएफ गैस का दबाव और प्रवाह
- मिश्रित गैस के दबाव का मापन और नियंत्रण
- अनुपात नियंत्रण
- कैलोरी मान (सीवी) विश्लेषक द्वारा मापन

सिंट्रिंग मशीन

- सिंटर चार्ज बंकर के स्तर का मापन
- सेकेंडरी मिक्सिंग ड्रम पर सिंटर चार्ज की नमी का मापन और नियंत्रण
- एसएमडी (सेकेंडरी मिक्सिंग ड्रम) पर पानी का प्रवाह
- दबाव का मापन
- हवा के दबाव और प्रवाह का मापन
- गैस और हवा के अनुपात का नियंत्रण

- हार्थ के तापमान का मापन और नियंत्रण
- एग्जॉस्टर आउटलेट और कलेक्टर का वैक्यूम
- मशीन की पूरी लंबाई में विंड बॉक्स पर मात्रा और तापमान का मापन
- मशीन और सेंटर कूलर की गति का मापन और नियंत्रण, साथ ही ड्रम फीडर की गति का मापन
- एंगल ऑफ रिपोज़ का मापन और नियंत्रण

ईएसपी

- आईडीएफ और बेयरिंग पर कंपन और तापमान का मापन
- सक्शन और डिस्चार्ज दबाव का नियंत्रण

नट कोक चार्जिंग - बंकर के स्तर का नियंत्रण

कैलोरी मान विश्लेषक (सी. वी. एनेलाइजर):

फर्नेस में उचित दहन होने के लिए, मिश्रित गैस का कैलोरी मान स्थिर और पर्याप्त होना आवश्यक है। बीएफ और सीओ गैस के दबाव में उतार-चढ़ाव होने पर, कैलोरी मान का ऑनलाइन मापन करना और सीओ गैस के प्रवाह को समायोजित करना आवश्यक है।

गैस के दबाव को प्रवेश बिंदु पर नियंत्रित किया जाता है, और दबाव नियंत्रण वाल्व के बाद, कैलोरी मान विश्लेषक का उपयोग करके बीएफ और सीओ गैसों के अनुपात को नियंत्रित किया जाता है।

सीओ गैस एनेलाइजर

- क. बेहतर प्रक्रिया नियंत्रण के लिए, निकास गैसों की संरचना पर नज़र रखना आवश्यक है।
- ख. मुख्य ईएसपी स्टैक की निकास गैसों में एसओ₂, सीओ, सीओ₂ और ओ₂ का विश्लेषण करने के लिए स्टैक विश्लेषक प्रणाली का उपयोग किया जाता है।

ओपेसिटी मीटर

- ग. किसी भी आधुनिक संयंत्र के लिए, एग्जॉस्ट गैसों में धूल की मात्रा पर नज़र रखना ज़रूरी है। मुख्य ईएसपी और रूम डी-डस्टिंग यूनिट्स पर धूल की मात्रा की लगातार निगरानी के लिए ओपेसिटी मीटर लगाए जाते हैं।

नमी का मापन

- घ. गुणवत्ता और उत्पादकता को बेहतर बनाने के लिए, अपरिष्कृत मिश्रण में नमी की सही मात्रा का पता लगाना ज़रूरी है।
- ड. कच्चे सिंटर मिश्रण की ऑनलाइन नमी की माप और नियंत्रण के लिए इन्फ्रारेड नमी माप प्रणालियों का उपयोग किया जाता है।
- च. अपरिष्कृत मिश्रण में सही मात्रा में कोक मिलाने के लिए न्यूक्लियोनिक नमी सेंसर का उपयोग किया जाता है। इस ज़रूरत को पूरा करने के लिए कोक की नमी के हिसाब से बदलाव करना ज़रूरी है।
- छ. कोक हॉपर में भी न्यूक्लियोनिक नमी सेंसर लगाए जाते हैं।

बेल्ट वे फीडर

- ज. सिंटर उत्पाद की गुणवत्ता सीधे तौर पर अपरिष्कृत मिश्रण के सही अनुपात से जुड़ी होती है। लौह अयस्क, फ्लक्स, मिल स्केल, फ्लू डस्ट, चूने की धूल, कोक और प्लांट सिंटर रिटर्न के सही अनुपात को नियंत्रित करने के लिए वे फीडर और बेल्ट वेडगर लगाए जाते हैं।

बेल्ट वेडगर

- झ. सामग्री के प्रवाह की दर और महत्वपूर्ण बेल्टों से गुजरने वाली कुल सामग्री को मापने और नियंत्रित करने के लिए बेल्ट वेडगर लगाए गए हैं।

बंकर का स्तर

- बंकर के स्तर को मापने के लिए लोड सेल-आधारित बंकर स्तर माप प्रणाली और अल्ट्रासोनिक/रडार-प्रकार की बंकर स्तर माप प्रणालियाँ लगाई गई हैं।

स्वचालित बंकर भरने और स्तर नियंत्रण प्रणाली

- स्वचालित बंकर भरने और स्तर नियंत्रण प्रणाली के लिए कैपेसिटेंस/एडमिटेंस-प्रकार के स्तर सेंसर लगाए गए हैं।

ईएसपी स्तर नियंत्रण प्रणाली

- ईएसपी बंकरों में कैपेसिटेंस/एडमिटेंस-प्रकार के स्तर स्विच लगाए गए हैं।

कंपन निगरानी प्रणाली

बैटले कंपनी का विस्थापन-प्रकार
एसपीएम कंपनी का वेग-प्रकार और
मोगेनसन कंपनी का त्वरण-प्रकार

सभी एचटी मोटरों/उपकरणों के कंपन/अक्षीय विस्थापन पर नज़र रखने के लिए कंपन निगरानी प्रणालियाँ लगाई गई हैं।

तापमान निगरानी प्रणाली:

इसमें 10/12 आरटीडी/थर्मोकपल इनपुट वाले तापमान स्कैनर शामिल हैं।
इसके अलावा, महत्वपूर्ण आरटीडी सीधे डीसीएस से जुड़े होते हैं।
विंड लेग्स के तापमान के लिए टीसी-के प्रकार का उपयोग किया जाता है।
इग्निशन भट्टी के तापमान के लिए एस-प्रकार का उपयोग किया जाता है।
बेल्ट के तापमान पर नज़र रखने के लिए पायरोमीटर का उपयोग किया जाता है।
ढलान में रुकावट का पता लगाने के लिए च्युट जैमिंग डिवाइस लगाए गए हैं।

फ्लो मापन और नियंत्रण प्रणाली

कोक ओवन गैस, मिक्स्ड गैस और ब्लास्ट फर्नेस गैस जैसी गैसों के लिए - डीपी आधारित फ्लो मीटर
फर्नेस के लिए कम्बशन एयर हेतु - डीपी आधारित फ्लो मीटर
पानी के फ्लो मीटर के लिए - डीपी आधारित फ्लो मीटर/इलेक्ट्रोमैग्नेटिक फ्लो मेज़रमेंट

इनके अलावा, प्लांट को कुशलतापूर्वक चलाने के लिए निम्नलिखित चीज़ें भी लगाई गई हैं:

विभिन्न मानदंडों के लिए फ्लो स्विच
विभिन्न मानदंडों और इंटरलॉक के लिए प्रेशर स्विच
बेल्ट तापमान नियंत्रण प्रणाली के लिए - रेडिएशन पायरोमीटर
जल स्तर नियंत्रण प्रणाली ।

रिफ़ैक्टरी सामग्री तैयारी अनुभाग

यह शॉप क्रमशः स्टील मेल्टिंग शॉप और सिंटरिंग प्लांट के लिए कैल्सीन्ड लाइम और सिंटर डोलोमाइट बनाती है। इस प्रक्रिया में लाइम किल्न और रोटरी किल्न का उपयोग किया जाता है। निम्नलिखित मुख्य मानदंड मापे और नियंत्रित किए जाते हैं:

1. किल्न तापमान और नियंत्रण
2. ड्राफ्ट मापन
3. बॉयलर ड्रम स्तर मापन और नियंत्रण
4. वेस्ट गैस प्रेशर नियंत्रण प्रणाली
5. इलेक्ट्रॉनिक भार माप प्रणाली
6. रिफ्रेक्टरी मटीरियल के मुख्य कार्य क्षेत्र हैं: लाइम किल्न, रोटरी किल्न और टीबीडीबी शॉप।

आधुनिक लाइम डोलोमाइट शॉप में गैस बूस्टर और नॉन-रोटरी किल्न का भी उपयोग किया जाता है, जहाँ गैस प्रेशर कंट्रोल बूस्टर पर किया जाता है।

बेहतर प्रोसेस कंट्रोल और गुणवत्ता प्राप्त करने के लिए, यहाँ मापे जाने वाले मानदंड निम्नलिखित हैं:

1. चूना भट्टी

- चूना तापमान
- कैल्सिनेशन तापमान
- प्रत्येक शाफ्ट के लिए चैलन और अपशिष्ट गैस तापमान
- एलएसएचएस तेल तापमान, दबाव और फ्लो माप ऑयल फ्लो काउंटर सहित
- शॉफ्ट स्तरीय माप और नियंत्रण

2. टीबीडीबी शॉप

- टैम्परिंग किल्न के लिए तापमान माप
- सीओ गैस दबाव मापन

3. रोटरी किल्न

- फर्नेस का तापमान
- सीओ गैस दबाव और फ्लो माप और नियंत्रण
- वायु दाब का मापन

ब्लास्ट फर्नेस ज़ोन

ब्लास्ट फर्नेस ज़ोन में, इंस्ट्रुमेंटेशन निम्नलिखित इकाइयों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है:

- कच्ची सामग्री के बंकर और चार्जिंग प्रणाली

- मुख्य ब्लास्ट फर्नेस
- कास्ट हाउस और धूल हटाने का प्रणाली
- स्टोव और गर्म हवा तैयार करने की प्रणाली
- कोयला धूल इंजेक्शन/टार इंजेक्शन इकाइयाँ
- स्लैग ग्रैनुलेशन इकाइयाँ
- डस्ट कैचर और गैस साफ करने वाली इकाइयाँ
- ऊपरी दबाव नियंत्रण और बिजली उत्पादन के लिए टीआरटी प्रणाली
- पंप हाउस और जल आपूर्ति प्रणाली

ब्लास्ट फर्नेस के लिए मुख्य आवश्यकताएँ हैं: टर्बो ब्लोअर से एक स्थिर तापमान, दबाव और प्रवाह पर एयर ब्लास्ट, और फर्नेस में चार्ज सामग्री की उचित फीडिंग। कई फर्नेस बीएलटी (बेल लेस टॉप) चार्जिंग प्रणाली के साथ कार्य कर रही हैं, ताकि फर्नेस के अंदर नियंत्रित चार्जिंग हो सके और बर्डन का वितरण अनुकूलित हो सके। बर्डन का अनुकूलित वितरण फर्नेस के अंदर बर्डन के अटकने और फिसलने से बचाता है, और उत्पादकता को बढ़ाता है।

मुख्य मापन और नियंत्रण प्रणालियों में शामिल हैं:

1. फर्नेस और स्टोव के लिए पीएलसी/ डीसीएस आधारित इंस्ट्रुमेंटेशन और नियंत्रण प्रणाली।
2. पीएलसी आधारित स्टॉक हाउस चार्ज प्रबंधन प्रणाली।
3. बीएलटी आधारित चार्ज वितरण नियंत्रण प्रणाली।
4. पीएलसी/ डीसीएस आधारित कोयला टार/कोयला धूल इंजेक्शन नियंत्रण प्रणाली।
5. सभी फर्नेस में चार्जिंग के लिए माइक्रोप्रोसेसर आधारित तौल प्रणाली।
6. ऑक्सीजन संवर्धन प्रणाली।
7. स्टोव डोम तापमान मापन और नियंत्रण प्रणाली।
8. फर्नेस में बर्डन की स्थिति जानने के लिए एनकोडर/सीएमआर।
9. गैस एनेलाइजर- सीओ, सीओ₂, एच₂, ओ₂।
10. गैस सफाई संयंत्र से संबंधित इंस्ट्रुमेंटेशन प्रणाली।
11. ब्लीडिंग स्टेशन में अतिरिक्त गैस के दबाव और प्रवाह के लिए नियंत्रक।
12. ट्यूबरे) रिसाव का पता लगाने वाली प्रणाली।
13. पायरोमीटर/डिप-प्रकार मापन प्रणाली के माध्यम से गर्म धातु रनर का तापमान मापन।

मुख्य क्षेत्र जहाँ ब्लास्ट फर्नेस में प्रक्रिया की निगरानी और नियंत्रण किया जाता है, वे हैं: स्टोव, मुख्य फर्नेस, जीसीपी, एसजीपी, कोयला डस्ट इंजेक्शन प्रणाली, जल आपूर्ति और फर्नेस शीतलन प्रणाली।

स्टोव ब्लास्ट फर्नेस प्रक्रिया का मूल बिंदु होते हैं। स्टोव को नियंत्रित और कुशलतापूर्वक गर्म करने के लिए, निम्नलिखित व्यवस्थाएँ की गई हैं:

- मिश्रित गैस दबाव नियंत्रण
- हवा/गैस अनुपात नियंत्रण
- डोम तापमान नियंत्रण

फर्नेस क्षेत्र में, प्रक्रिया को कुशलतापूर्वक और सुचारू रूप से चलाने के लिए विभिन्न नियंत्रण और सुरक्षा इंटरलॉक प्रदान किए गए हैं।

- हॉट ब्लास्ट तापमान नियंत्रण
- टॉप प्रेशर नियंत्रण
- आरएएफटी नियंत्रण
- ओ₂ प्रवाह नियंत्रण

ब्लास्ट फर्नेस में, कोयला धूल इंजेक्शन संयंत्र चालू किया गया है, जिससे कोक की दर में भारी कमी आई है। यह संयंत्र अत्यधिक स्वचालित है और इसमें विभिन्न नियंत्रण और सुरक्षा इंटरलॉक लगाए गए हैं।

मुख्य इकाइयों के अलावा, गैस सफाई संयंत्र और स्लैग ग्रेनुलेशन संयंत्र जैसी सहायक इकाइयाँ भी प्रक्रिया की निगरानी के लिए विभिन्न उपकरणों से सुसज्जित हैं।

इस्पात मेल्टिंग जोन (कन्वर्टर, कैस्टर और रिफाइनिंग इकाइयाँ जैसे वीएडी, आरएच डिगैसर, लैडल फर्नेस आदि)

इस्पात मेल्टिंग शॉप में एलडी प्रक्रिया के माध्यम से, ब्लास्ट फर्नेस में उत्पादित हॉट मेटल से स्टील बनाया जाता है। एसएमएस से उत्पादित स्टील को बिलेट्स/ब्लूम/बीम ब्लैंक और स्लैब कैस्टर में ढाला जाता है, और फिर रोलिंग के लिए प्लेट मिल/रेल मिल/हॉट स्ट्रिप मिल/वायर रॉड मिल/यूनिवर्सल सेक्शन मिल आदि में भेजा जाता है।

सतत कास्टिंग शॉप का मुख्य कार्य एसएमएस से आने वाले पिघले हुए इस्पात से सीधे स्टील स्लैब/ब्लूम का उत्पादन करना और उन्हें रोलिंग के लिए मिल में भेजना है:

एसएमएस ज़ोन में, निम्नलिखित इकाइयों में इंस्ट्रुमेंटेशन बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है:

- मिक्सर शॉप
- कन्वर्टर शॉप
- आर्गन रिसिंग यूनिट (एआरयू)
- वैक्यूम आर्क डिगैसिंग यूनिट (वीएडी)
- लैडल फर्नेस एवं आरएच डिगैसिंग यूनिट
- कंटीन्यूअस कास्टिंग शॉप (सीसीएस)
- डीसल्फराइजेशन यूनिट (डीएसयू)
- एलडी गैस के लिए गैस होल्डर
- टॉर्च कटिंग मशीन के लिए प्रोपेन संयंत्र
- वाटर ट्रीटमेंट हेतु पंप हाउस

महत्वपूर्ण मापन और नियंत्रण में तापमान, प्रवाह, दाब, स्तर, विभिन्न कच्चे माल का भार, मोटरों का कंपन, एलडी गैस का विश्लेषण ऑक्सीजन एवं सीओ सामग्री आदि शामिल हैं।

कन्वर्टर शॉप में पूरा प्रोसेस डीसीएस (वितरित नियंत्रण प्रणाली) /पीएलसी (प्रोग्रामेबल लॉजिक नियंत्रक) के माध्यम से मॉनिटर और नियंत्रित किया जाता है। अनेक प्रक्रियाएं तथा सुरक्षा इंटरलॉक डीसीएस/पीएलसी द्वारा लागू किए जाते हैं और सभी प्रक्रिया मानदंड सभी एलडी - कन्वर्टर की डिस्प्ले स्क्रीन पर मॉनिटर व नियंत्रित किए जा सकते हैं।

कन्वर्टर शॉप में विभिन्न कंट्रोल लूप कार्यरत होते हैं जैसे ऑक्सीजन फ्लो कंट्रोल, ड्राफ्ट रेगुलेशन, बूस्टर फैन इनलेट प्रेशर रेगुलेशन आदि।

ओ₂ फ्लो कंट्रोल आवश्यक ऑक्सीजन की मात्रा निर्धारित करता है ताकि लक्षित ग्रेड का इस्पात प्राप्त किया जा सके।

ड्राई गैस एनालाइज़र (आईडी फैन से पहले), वेट गैस एनालाइज़र (आईडी फैन के बाद) और कॉमन डक्ट एनालाइज़र सीओ, सीओ₂, एच₂ और ओ₂ मापते हैं।

ड्राफ्ट रेगुलेशन गैस क्लीनिंग संयंत्र को निर्धारित प्रोसेस मानदंड में सही ढंग से कार्य करने में सहायता करता है।

बूस्टर फैन इनलेट प्रेशर रेगुलेशन गैस रिकवरी संयंत्र को डिजाइन की गई सुरक्षित सीमा में संचालित करता है।

इंड्यूस्ड ड्राफ्ट फैन और बूस्टर फैन के कंपन की ऑनलाइन निगरानी और रिकॉर्डिंग की जाती है। खतरे और ट्रिपिंग संकेत मशीन सुरक्षा प्रणाली के भाग के रूप में प्रदान किए जाते हैं।

कन्वर्टर शॉप में एलडी गैस विश्लेषण अत्यंत महत्वपूर्ण है। गैस में सीओ और ओ₂ की मात्रा मापी जाती है। यह विश्लेषण एलडी गैस रिकवरी के लिए निर्णायक होता है। रिकवर की गई एलडी गैस एक समृद्ध ईंधन है और इसे रीहीटिंग फर्नेस में उपयोग किया जाता है। इसलिए रिकवरी प्रति टन इस्पात की ऊर्जा खपत को कम करने में सहायता करती है। इस उद्देश्य हेतु उन्नत तकनीक के गैस एनालाइजर लगाए जाते हैं।

कन्वर्टर शॉप गैस प्रभावित क्षेत्र होने के कारण पूर्वनिर्धारित स्थानों पर चौबीस घंटे सीओ की मात्रा की निरंतर निगरानी की जाती है ताकि गैस विषाक्तता से बचा जा सके।

एआरयू में तापमान-ऑक्सी प्रोब का उपयोग तापमान और बाथ ऑक्सीजन एक्टिविटी मापने हेतु किया जाता है। इसके आधार पर इस्पात को किलन करने हेतु आवश्यक एल्यूमिनियम की मात्रा “मल्टीलैब सेलॉक्स” उपकरण में प्रदर्शित होती है। आर्गन गैस के फ्लो और प्रेशर का मापन स्टिरिंग के लिए एक महत्वपूर्ण निगरानी मानदंड भी है।

एसएमएस में सेकेंडरी इस्पात बनाने के लिए वैक्यूम आर्क डिगैसिंग यूनिट बहुत महत्वपूर्ण है। यहाँ वैक्यूम मापन निगरानी और नियंत्रण के लिए एक बहुत महत्वपूर्ण मानदंड है। विभिन्न प्रक्रिया मानदंडों के लिए कई नियंत्रण लूप और इंटरलॉकिंग शामिल किए गए हैं। पीआरडीएस (दबाव कम करने और डी-सुपर हीटिंग) और बॉटम स्टिरिंग आर्गन प्रवाह नियंत्रण का बहुत महत्व है। यहाँ माइक्रोप्रोसेसर-आधारित नियंत्रक, पिघले हुए इस्पात के मापन संकेतक और मल्टी लैब-सेलॉक्स उपकरण स्थापित हैं।

सेकेंडरी इस्पात बनाने की सुविधा को बढ़ाने के लिए एसएमएस में लैडल फर्नेस और आरएच-डिगैसर यूनिट्स जोड़े गए हैं।

एलएफ में, तरल इस्पात का तापमान, बॉटम स्टिरिंग के लिए आर्गन प्रवाह नियंत्रण, फर्नेस ड्राफ्ट नियंत्रण, कूलिंग पानी का प्रवाह/दबाव और कंपन मापन महत्वपूर्ण मापन हैं।

आरएच-डिगैसर में, सभी मानदंडों का मापन और नियंत्रण पीएलसी प्रणाली के माध्यम से किया जाता है। वैक्यूम मापन, बंद और खुले कूलिंग पानी चक्र की निगरानी करने वाले

उपकरण, पीआरडीएस उपकरण, वेसल हीटिंग और प्री-हीटिंग बर्नर इंस्ट्रुमेंटेशन सिस्टम, सेलोकस और हाइड्रिस मापन महत्वपूर्ण मापन हैं।

मोल्ड कूलिंग (सभी ज़ोन) और सेकेंडरी कूलिंग (स्लैब कास्टर में सभी ज़ोन और ब्लूम कास्टर में सभी ज़ोन) की पानी के प्रवाह को नियंत्रित करने वाली प्रणालियों को मुख्य रूप से स्वचालित मोड में नियंत्रित किया जाता है। मोल्ड का अंतर तापमान, कास्टिंग की गति और स्लैब/ब्लूम की सतह का तापमान मापने वाले उपकरण महत्वपूर्ण हैं।

कास्टर्स में मोल्ड्स के स्तर की निगरानी और नियंत्रण के लिए स्वचालित मोल्ड स्तर नियंत्रण का उपयोग किया जाता है। ऐसे मामलों में न्यूक्लियोनिक प्रकार/एडी करंट-आधारित मोल्ड स्तर मापन और नियंत्रण का उपयोग किया जाता है।

एसएमएस में इस्पात पिघलाने की प्रक्रिया/धातु विज्ञान प्रक्रिया में गर्म धातु/तरल इस्पात के तापमान का मापन सबसे महत्वपूर्ण है। इस्पात की टैपिंग से लेकर कास्टिंग तक के सभी बिंदुओं पर तापमान का मापन किया जाता है। तापमान मापन के लिए व्यय योग्य थर्मोकपल (एस/बी-प्रकार) का उपयोग किया जाता है। इन थर्मोकपलों को एक लांस असेंबली से जोड़ा जाता है और उत्पन्न ईएमएफ को मापने के लिए गर्म धातु/तरल इस्पात के बाथ में डुबोया जाता है। माइक्रोप्रोसेसर/पीसी-आधारित सेकेंडरी उपकरण मापे गए ईएमएफ को संसाधित करते हैं और सटीक तापमान प्रदर्शित करते हैं। इसके अतिरिक्त, ऑपरेटर की सुविधा के लिए "मापन तैयार", "मापन चल रहा है" और "मापन पूर्ण" संकेतों को दर्शाने वाले लैंप भी प्रदान किए जाते हैं।

इस्पात बनाने की प्रक्रिया से उत्पन्न एलडी गैस की रिकवरी और निर्यात के लिए एक एलडी गैस होल्डर है। यदि कनवर्टर प्रक्रिया से निकलने वाली गैसों की रिकवरी की शर्तों को पूरा करती हैं, तो इन गैसों को रिकवर करके एलडी गैस-होल्डर में संग्रहीत किया जाता है। होल्डर के संचालन के लिए, पीएलसी के माध्यम से कई इंटरलॉकिंग योजनाएँ भी लागू की जाती हैं। गैस एनालाइज़र, गैस-होल्डर का आयतन, गैस-होल्डर का दबाव, गैस होल्डर का स्तर, डायफ्राम का विस्थापन (विचलन), निर्यात प्रवाह आदि ऐसे मानदंड हैं जिनकी निगरानी की जाती है। कुछ संयंत्रों में, एलडी गैस निर्यात लाइन में एक सीवी (कैलोरी मान) एनालाइज़र प्रणाली भी स्थापित की जाती है, ताकि पुनः प्राप्त एलडी गैस के सीवी की निगरानी की जा सके।

रोलिंग मिलों और री-हीटिंग भट्टियों में इंस्ट्रुमेंटेशन

इन मिलों की री-हीटिंग भट्टियों में ब्लूम/बिलेट/स्लैब को पहले से गर्म किया जाता है, और उसके बाद उन्हें रोल करके विभिन्न उत्पादों जैसे एंगल, चैनल, टीएमटी रॉड, प्लेन रॉड,

तार, रेल, संरचनात्मक सामग्री और एचआर/सीआर कॉइल व प्लेट में बदला जाता है। मर्चेट मिल, वायर रॉड मिल, रेल मिल, मीडियम स्ट्रक्चरल मिल, आरएवं एसएम, हॉट स्ट्रिप मिल, कोल्ड रोलिंग मिल, हॉट डिप गैल्वनाइजिंग मिल, प्लेट मिल, व्हील और एक्सल प्लांट ऐसे मिल हैं जहाँ तैयार उत्पाद बनाए जाते हैं।

तैयार उत्पाद बनाने की प्रक्रिया में शामिल महत्वपूर्ण नियंत्रण मानदंड निम्नलिखित हैं:

फर्नेस मानदंड:

- फर्नेस प्रेशर मापन एवं नियंत्रण
- सोकिंग जोन तापमान नियंत्रण
- फर्नेस हीटिंग जोन तापमान मापन एवं नियंत्रण
- मिक्स्ट गैस प्रेशर एवं नियंत्रण तथा दहन वायु नियंत्रण
- ईंधन और वायु का फ्लो अनुकूलन
- फ्ल्यू गैस में ओ₂ प्रतिशत मापन
- कूलिंग वाटर फ्लो नियंत्रण

रोलिंग मिल मानदंड:

- विभिन्न हैवी ड्यूटी स्टैंड में रोलिंग से पहले और बाद का तापमान
- कूलिंग बेड तापमान को समान करना
- कूलिंग वाटर फ्लो एवं प्रेशर
- मशीन की स्थिति की निगरानी
- मशीन की लोड एंड और फ्री एंड बेयरिंग का तापमान
- मशीन का वाइंडिंग तापमान
- ओवरहेड टैंक लेवल मापन
- द्रव एनेलाइजर (पीएच, कंडक्टिविटी, टर्बिडिटी) मापन
- प्रोफाइल गेज
- न्यूक्लीओनिक / एकस - रे थिकनेस गेज
- चौड़ाई गेज
- फ्लैटनेस गेज

गैस मिक्सिंग एवं बूस्टर स्टेशन:

कोक ओवन और ब्लास्ट फर्नेस गैस को मिलाकर आवश्यक कैलोरिफिक वैल्यू प्राप्त की जाती है। यह मिक्सिंग इस स्टेशन पर की जाती है, जिसके बाद गैस को 1800

एमएमडब्ल्यूसी के ज़्यादा प्रेशर तक बढ़ाया जाता है और दूर की मिलों तक पहुँचाया जाता है। इस जगह पर ज़रूरी नियंत्रण पैरामीटर ये हैं:

- बीएस गैस का प्रवाह
- कैलोरीफिक वैल्यू (सीवी) एनालाइज़र
- सीओ गैस का प्रवाह
- सीओ एनरिचमेंट का प्रवाह
- बूस्टर से पहले और बाद में मिली हुई गैस का दबाव
- बीएफ और सीओ के अनुपात का नियंत्रण

ऊर्जा प्रबंधन प्रणाली में इंस्ट्रुमेंटेशन।

ऊर्जा के में एक सेंट्रलाइज़्ड और कंप्यूटराइज़्ड ऊर्जा निगरानी प्रणाली (सीईएमएस) और कुछ ज़रूरी ऊर्जा मानदंड के लिए एक बैक-अप सपोर्ट लगी है; जैसे बीएफ, सीओ, एलडी, लिक्विड फ्यूल, भाप, कंप्रेस्ड हवा, नाइट्रोजन और ऑक्सीजन आदि की लगातार निगरानी की जाती है। ये सिग्नल संयंत्र में अलग-अलग जगहों पर लगे रिमोट टर्मिनल यूनिट्स के ज़रिए ऊर्जा सेंटर तक पहुँचाए जाते हैं, जैसा कि नीचे बताया गया है:

इन सभी मानदंड की निगरानी की जाती है और ऊर्जा सेंटर में लगातार डेटा लॉगिंग होती रहती है।

ईएमडी विभाग अलग-अलग गैसों के वितरण का केन्द्रीय रूप से नियंत्रण करता है और इन गैस लाइनों के नेटवर्क प्रेशर को भी मॉनिटर रखता है, ताकि बहुत ज़्यादा कम या ज़्यादा प्रेशर होने से होने वाले खतरों से बचा जा सके।

संयंत्र की अलग-अलग इकाइयों से अलग-अलग ऊर्जा इनपुट और खपत के बारे में डेटा इकट्ठा करके एक सेंट्रलाइज़्ड सर्वर पर भेजने के लिए, एथरनेट और एफओ-आधारित प्रोटोकॉल पर आधारित एक डिजिटल बैकबोन तैयार किया गया है, ताकि ऊर्जा की खपत का विश्लेषण किया जा सके।

जल प्रबंधन विभाग में इंस्ट्रुमेंटेशन:

जल प्रबंधन विभाग, लोहा और इस्पात बनाने के लिए पानी की आपूर्ति की ज़रूरत को पूरा करने के लिए लगाए गए अलग-अलग पंप हाउस का रखरखाव करने के लिए जिम्मेदार है, साथ ही पूरे संयंत्र में पीने के पानी की सप्लाई का भी ध्यान रखता है।

पंप हाउस में होने वाले मुख्य माप और नियंत्रण इस प्रकार हैं:

- पंप के सक्शन दबाव का माप।
- पंप के डिस्चार्ज दबाव का माप।
- इंसर्शन टाइप फ्लोमीटर, इलेक्ट्रोमैग्नेटिक फ्लोमीटर और अल्ट्रासोनिक फ्लोमीटर के ज़रिए हेडर के प्रवाह का माप।
- पानी के तापमान का माप।
- संप के स्तर का माप।
- ओएचटी के लेवल का माप।
- पंप और मोटर की सुरक्षा के लिए वाइंडिंग और बेयरिंग के तापमान का माप।
- यदि डिस्चार्ज दबाव कम हो जाता है, तो ड्यूटी पंप से स्टैंड-बाय पंप पर अपने-आप बदलाव हो जाता है।
- डीएम जल उपचार इकाइयों के लिए इंस्ट्रुमेंटेशन।
- पानी की गुणवत्ता सुनिश्चित करने के लिए पीएच, कंडक्टिविटी और टर्बिडिटी का माप।

विद्युत संयंत्र और ब्लोइंग स्टेशन में इंस्ट्रुमेंटेशन।

विद्युत और ब्लोइंग स्टेशन में इंस्ट्रुमेंटेशन की भूमिका इस प्रकार है:

- सभी ज़रूरी मापों की भरोसेमंद निगरानी को संभव बनाना।
- बॉयलर ड्रम लेवल, मुख्य भाप का तापमान, हॉट वेल लेवल, टर्बाइन की गति आदि जैसे मापदंडों के स्वचालित नियंत्रण को बनाए रखना।
- सुरक्षा इंटरलॉक प्रदान करना, जैसे बॉयलर में विस्फोट से सुरक्षा और टर्बाइन में एक्सिसल शिफ्ट से सुरक्षा।
- बड़े मरम्मत कार्यों के दौरान उपकरणों का नियमित रखरखाव करना।
- उपकरणों के स्तर और विश्वसनीयता में सुधार करके संयंत्र को बेहतर बनाने की दिशा में प्रयास करना।
- मापदंडों में हो रहे बदलावों की ओर ऑपरेटरों का ध्यान आकर्षित करने के लिए पोटेंशियल-फ्री संपर्क-आधारित अलार्म घोषणा प्रणाली का उपयोग किया जाता है। संयंत्र के अन्य क्षेत्रों में, निगरानी और नियंत्रण स्टैंड-अलोन इंडिकेटर्स, रिकॉर्डर्स और नियंत्रण के माध्यम से किया जाता है।

- टर्बाइनों में, विभिन्न मशीनों में आवश्यक एक्सियल शिफ्ट सुरक्षा प्रणाली बेंटली नेवादा टर्बोविज़री प्रणाली के माध्यम से प्राप्त की जाती है। पुराने ब्लोअर्स में, मशीन में सर्जिंग को रोकने के लिए हाइड्रोलिक एंटी-सर्ज प्रणाली स्थापित की गई है। कुछ मशीनों में, सुरक्षा इलेक्ट्रॉनिक एंटी-सर्ज नियंत्रण प्रणाली और सर्ज डिटेक्टर के माध्यम से प्राप्त की जाती है। अपेक्षाकृत नई मशीनों में, टर्बाइन की गति को नियंत्रित करने के लिए इलेक्ट्रो-हाइड्रोलिक कनवर्टर के माध्यम से इलेक्ट्रॉनिक स्पीड गवर्नर भी प्रदान किया गया है।

संयंत्र के सामान्य संचालन में निम्नलिखित मापों का बहुत अधिक महत्व है:

1. बॉयलर ड्रम लेवल
2. बॉयलर ड्रम का दबाव
3. फर्नेस ड्रॉट
4. एक्सियल शिफ्ट
5. ल्यूब ऑयल का दबाव
6. वैक्यूम मापन
7. टर्बाइन की गति
8. बीएफ और सीओ गैस का प्रवाह
9. भाप का प्रवाह

ऑक्सीजन संयंत्र में इंस्ट्रुमेंटेशन

ऑक्सीजन इस्पात निर्माण प्रक्रिया में सबसे महत्वपूर्ण इनपुट्स में से एक है। ऑक्सीजन के उपभोक्ता ब्लास्ट फर्नेस, एसएमएस, एफएसएनएल, मेडिकल विभाग तथा वेल्डिंग हेतु सिलेंडर फिलिंग होते हैं। लिक्विड ऑक्सीजन, नाइट्रोजन और आर्गन को व्यावसायिक रूप से बाहरी ग्राहकों को भी बेचा जाता है।

ऑक्सीजन संयंत्र की प्रमुख इकाइयाँ निम्नलिखित हैं:

- एयर सेपरेशन इकाइयाँ
- एयर टर्बो कंप्रेसर्स
- ऑक्सीजन टर्बो कंप्रेसर्स
- लिक्विड ऑक्सीजन टैंक
- सिलेंडर फिलिंग स्टेशन
- प्रेशर रिड्यूसिंग एवं मीटरिंग स्टेशन
- पंप हाउस

ऑक्सीजन संयंत्र में एयर सेपरेशन यूनिट्स (एसयू) होते हैं। ऑक्सीजन संयंत्र वह स्थान है जहाँ पुराने यूनिट्स में न्यूमैटिक प्रणाली (ट्रांसमीटर, सेकेंडरी इंस्ट्रूमेंट) से लेकर नई इकाइयों में वितरित नियंत्रण प्रणाली तक विभिन्न प्रकार के इंस्ट्रूमेंटेशन प्रणाली पाए जाते हैं। प्रवाह, तापमान, प्रेशर, लेवल आदि के पारंपरिक मापनों के अलावा, मशीन की सुरक्षा हेतु वाइब्रेशन एवं एक्सियल शिफ्ट का मापन भी किया जाता है। ऑक्सीजन एनालाइज़र पीपीएम स्तर से लेकर 100% तक ऑक्सीजन मापते हैं। नाइट्रोजन एनालाइज़र डिस्टिलेशन कॉलम से प्राप्त आर्गन में एन₂ की उपस्थिति मापते हैं। इन्फ्रारेड एब्जॉर्प्शन आधारित सीओ₂ एनालाइज़र डिस्टिलेशन कॉलम में जाने वाली हवा में सीओ₂ की मात्रा मापते हैं। मॉइस्चर एनालाइज़र डिस्टिलेशन कॉलम में जाने वाली हवा में नमी की उपस्थिति का पता लगाते हैं। पारंपरिक ऑटोमैटिक नियंत्रण स्कीम के अतिरिक्त एंटी-सर्ज नियंत्रण स्कीम भी होती है।

गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली के लिए इंस्ट्रूमेंटेशन

कैलिब्रेशन और रखरखाव

- विभिन्न प्रक्रिया मापदंडों की निगरानी और नियंत्रण के लिए उपयोग किए जाने वाले प्रक्रिया इंस्ट्रूमेंट्स, ताकि सटीकता, गुणवत्ता, सुरक्षा और पर्यावरण सुनिश्चित किया जा सके।
- प्रक्रिया इंस्ट्रूमेंट्स के कैलिब्रेशन के लिए उपयोग किए जाने वाले परीक्षण उपकरण।
- एनएबीएल - मान्यता प्राप्त लैब्स से मास्टर इंस्ट्रूमेंट्स का कैलिब्रेशन करवाना, जिनकी ट्रेसिबिलिटी अंतरराष्ट्रीय मानकों से जुड़ी हो। मास्टर इंस्ट्रूमेंट्स का उपयोग परीक्षण उपकरण की जांच के लिए किया जाता है।
- वेब्रिज, मानकीकृत परीक्षण भार, मानक भार।
- कैलिब्रेशन रिकॉर्ड को 3 वर्षों तक सॉफ्ट फॉर्म में सुरक्षित रखना।
- आईएसओ ऑडिट।

सुरक्षा और पर्यावरण प्रबंधन में इंस्ट्रूमेंटेशन

आजकल सुरक्षा और पर्यावरण प्रबंधन में इंस्ट्रूमेंटेशन की भूमिका की अनदेखी नहीं की जा सकती है।

सीपीसीबी उद्योगों द्वारा उत्पन्न प्रदूषण की ऑनलाइन और रियल-टाइम आधार पर बहुत सख्ती से निगरानी कर रहा है।

सभी उद्योगों के लिए सीपीसीबी द्वारा निर्धारित मानदंडों और दिशानिर्देशों का पालन करना अनिवार्य है।

आजकल सुरक्षा को गंभीरता से लिया जाना चाहिए। हमारा शीर्ष प्रबंधन सुरक्षा संबंधी किसी भी उल्लंघन या असुरक्षित कार्य के प्रति बहुत सख्त है।

सुरक्षा और पर्यावरण संबंधी आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए निम्नलिखित इंस्ट्रूमेंट्स/एनालाइज़र स्थापित और रखरखाव किए जाते हैं:

- बंद जगहों और गैस रिसाव की आशंका वाले क्षेत्रों में ऑनलाइन कार्बन मोनोऑक्साइड डिटेक्टर, जिनमें ऑडियो-विज़ुअल अलार्म की सुविधा हो।
- चिमनियों/स्टैक्स में एसओएक्स/ एनओएक्स एनालाइज़र।
- चिमनियों/स्टैक्स में अपारदर्शिता/धूल मॉनिटर।
- प्लांट की सीमा के बाहर छोड़े जाने वाले पानी के पीएच की निगरानी करने वाला मॉनिटर।
- विभिन्न क्लोरीन स्टेशनों पर क्लोरीन रिसाव की निगरानी।
- केंद्रीकृत पर्यावरण प्रबंधन प्रणालियाँ।
- बंद जगहों/ऑक्सीजन की कमी वाले क्षेत्रों में ऑक्सीजन मॉनिटर।

प्रक्रिया और वाणिज्यिक माप - तौल प्रणालियाँ

इंस्ट्रूमेंटेशन विभाग का एक और महत्वपूर्ण अनुभाग 'माप-तौल अनुभाग' है। यह निगरानी के साथ-साथ लेखांकन उद्देश्यों के लिए आवश्यक विभिन्न तौल प्रणालियों के रखरखाव, मरम्मत और कैलिब्रेशन का कार्य संभालता है।

समेकित इस्पात संयंत्रों में उपयोग की जाने वाली विभिन्न प्रकार की तौल प्रणालियों को दो मुख्य श्रेणियों में विभाजित किया गया है:

- प्रक्रिया मापतौल प्रणालियाँ - इन मापतौल प्रणालियों का उपयोग उत्पादन और गुणवत्ता को अनुकूलित करने, तथा प्रक्रिया को नियंत्रित करने के लिए आवश्यक सामग्रियों को तौलने हेतु किया जाता है।
- वाणिज्यिक मापतौल प्रणालियाँ - इन तौल प्रणालियों का उपयोग मुख्य रूप से प्लांट में सामग्री की प्राप्ति और प्रेषण के उद्देश्यों के लिए किया जाता है।

आधुनिक तौल प्रणालियाँ अत्यधिक सटीक, विश्वसनीय और उपयोगकर्ता के अनुकूल होती हैं। ये रियल-टाइम प्रक्रिया प्रबंधन प्रणाली में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं, जिसके परिणामस्वरूप उत्पादन, उत्पादकता, उत्पाद की गुणवत्ता और परिचालन सुरक्षा में सुधार होता है।

इन क्षेत्रों में स्थापित तौल प्रणालियाँ निम्नलिखित हैं:

1. यांत्रिक प्रकार
2. इलेक्ट्रॉनिक प्रकार

कुछ महत्वपूर्ण वजन प्रणालियाँ इस प्रकार हैं:

1. प्राप्ति और प्रेषण रोड वे-ब्रिज
2. प्राप्ति और प्रेषण रेल वे-ब्रिज
3. बीएफ कास्ट हाउस चार्जिंग प्रणाली
4. बेल-लेस टॉप बिन वजन प्रणाली
5. बैचिंग प्रणाली
6. हॉपर वजन प्रणाली
7. वीएडी टैंक वजन प्रणाली
8. वे-लाइन इन-मोशन वजन प्रणाली
9. सीडीआई इंजेक्शन वेसल वजन प्रणाली
10. कोयला साइलो की वजन प्रणाली
11. बल्क सामग्री चार्जिंग प्रणाली
12. वेट -फीडर - सामग्री की फीड दर को नियंत्रित करने के लिए
13. बेल्ट कन्वेयर वजन प्रणाली
14. बैचिंग पैमाना
15. प्लेटफॉर्म पैमाना

10.2 विभिन्न प्रक्रिया मापदंडों के लिए इंस्ट्रुमेंटेशन और नियंत्रण:

तापमान:

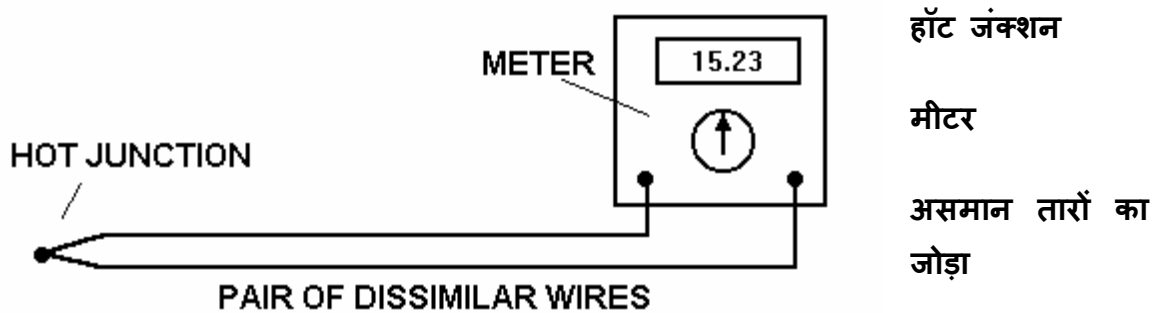
इस्पात संयंत्र में तापमान मापने की कई तरह की आवश्यकताएं और उपयोग होते हैं। तापमान मापने का कार्य पानी, लुब्रिकेशन ऑयल, गर्म धातुएँ, विभिन्न प्रकार की गैसों और रसायन जैसे माध्यमों के लिए किया जाता है। इन उपयोगों के आधार पर सेंसर और उपकरणों का इस्तेमाल किया जाता है। तापमान मापने की प्रक्रिया को तीन मुख्य प्रकारों में बाँटा जा सकता है:

- क) थर्मामीटर
- ख) प्रोब
- ग) नॉन-कॉन्टैक्ट

तापमान मापने के लिए प्रयोग होने वाले कुछ प्रमुख सेंसर इस प्रकार हैं:

थर्मोकपल

जब अलग-अलग विद्युत गुणों वाले दो तारों को दोनों सिरों पर जोड़ा जाता है, और एक जोड़ को गर्म तथा दूसरे को ठंडा किया जाता है, तो तापमान के अंतर के अनुपात में एक छोटा विद्युत प्रवाह उत्पन्न होता है। सीबेक ने इस प्रभाव की खोज की थी। यह बात तब भी सही रहती है, चाहे तारों के सिरे किसी भी तरह से जोड़े गए हों; इसलिए ठंडे सिरे को एक संवेदनशील मिलिवोल्ट मीटर से जोड़ा जा सकता है। गर्म जोड़ वाला सिरा सेंसर का कार्य करता है।



अधिकांश थर्मोकपल धातुएँ दो तापमानों और ई.एम.एफ के बीच इस तरह का संबंध बनाती हैं:

$$e = \alpha(\theta_1 - \theta_2) + \beta(\theta_1^2 - \theta_2^2)$$

यहाँ α और β , थर्मोकपल के प्रकार के लिए स्थिरांक हैं। यह संबंध, प्रचालन रेंज में लगभग रेखीय होती है। वास्तविक विशेषताएँ और उपयुक्त ऑपरेटिंग तापमान, तारों में इस्तेमाल की गई धातुओं पर निर्भर करते हैं। विभिन्न प्रकारों को अंतर्राष्ट्रीय और राष्ट्रीय मानकों में निर्धारित किया गया है। मानक प्रकारों के लिए विशिष्ट रेखीय ऑपरेटिंग रेंज दिखाई गई हैं। यह महत्वपूर्ण है कि थर्मोकपल मानक हों, ताकि एक ही ई.एम.एफ हमेशा एक ही तापमान को दर्शाए।

आरटीडी

आरटीडी एक ऐसा उपकरण है जिसमें एक विद्युत प्रतिरोध स्रोत (जिसे "सेंसिंग एलिमेंट" या "बल्ब" कहा जाता है) होता है, जिसका प्रतिरोध मान उसके तापमान के आधार पर बदलता रहता है। तापमान के साथ होने वाले इस प्रतिरोध परिवर्तन को मापा जा सकता है,

और इसका उपयोग किसी प्रक्रिया या सामग्री के तापमान को निर्धारित करने के लिए किया जा सकता है। आरटीडी को प्रति एलिमेंट 2, 3 या 4 लीड तारों के साथ खरीदा जाता है। औद्योगिक अनुप्रयोगों में तीन-तार वाली आरटीडी संरचना का सबसे अधिक उपयोग किया जाता है।

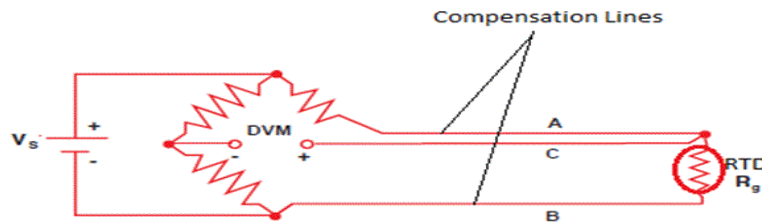


Fig.4. Three wires RTD Bridge

कम्पेंसेशन लाइन

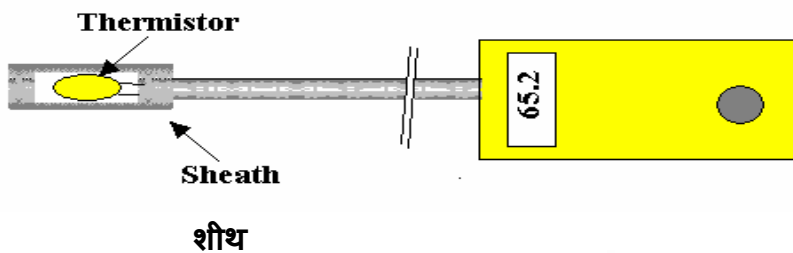
चित्र 4 थ्री वायर आरटीडी ब्रिज

थर्मिस्टर

यह एक विशेष प्रकार का रेसिस्टेंस सेंसर है जो सेमीकंडक्टर पदार्थ के छोटे टुकड़े से बना होता है। यह पदार्थ विशेष होता है क्योंकि तापमान में थोड़े से परिवर्तन पर इसका रेसिस्टेंस काफी बदलता है, इसलिए इसे छोटे सेंसर के रूप में बनाया जा सकता है और यह प्लेटिनम वायर की तुलना में सस्ता होता है। इसका तापमान रेंज सीमित होता है।

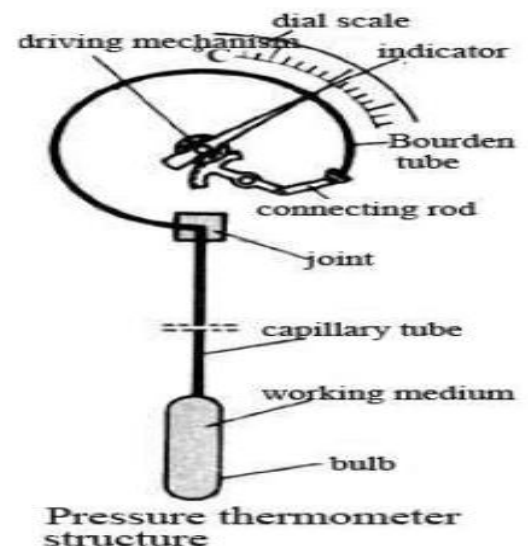
इन्हें सामान्यतः -20 से 120 डिग्री से. की रेंज में ही उपयोग किया जाता है और ये छोटे हैंडहेल्ड थर्मामीटर में आमतौर पर उपयोग होते हैं। रेसिस्टेंस और तापमान के बीच संबंध निम्न प्रकार होता है : $R = Ae^{(B/\theta)}$

थर्मिस्टर



लिक्विड एक्सपेंशन और वेपर प्रेशर सेंसर

ये थर्मामीटर हैं जिनमें किसी लिक्विड जैसे मरकरी या किसी एवापोरेटिंग फ्लूइड को भरा जाता है। तापमान में कोई भी वृद्धि लिक्विड



के विस्तार या वाष्पीकरण का कारण बनती है, जिससे सेंसर में दबाव उत्पन्न होता है। यह दबाव तापमान से संबंधित होता है और इसे एक साधारण प्रेशर गेज पर दिखाया जा सकता है। दबाव को इलेक्ट्रिकल सिग्नल में बदलने के तरीके और साधन मौजूद हैं। यह मूवमेंट सीधे थर्मोस्टैट भी ऑपरेट कर सकता है। ये उपकरण मजबूत होते हैं और व्यापक रेंज में उपयोग किए जाते हैं। इन्हें अलार्म सेट करने के लिए इलेक्ट्रिक स्विच के साथ फिट किया जा सकता है।

1. द्रुवि - धात्विक प्रकार

यहाँ दो धातुओं को सख्ती से एक दो-लेयर स्ट्रिप के रूप में जोड़ा जाता है और गर्म किया जाता है; विस्तार दर में अंतर स्ट्रिप को मोड़ने का कारण बनता है। इंडस्ट्रियल प्रकार में, स्ट्रिप को एक लंबे पतले कॉइल में ट्यूब के अंदर घुमाया जाता है। एक सिरा ट्यूब के नीचे फिक्स होता है और दूसरा घूमता है और डायल पर प्वाइंटर को मूव करता है। बाहरी रूप दबाव प्रकार के बहुत समान होता है। इन्हें लिमिट स्विच ऑपरेट करने, अलार्म सेट करने या थर्मोस्टैट के रूप में कार्य करने के लिए बनाया जा सकता है।

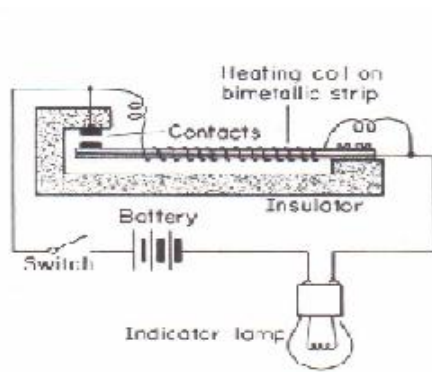


Fig. 15.7. Flasher unit

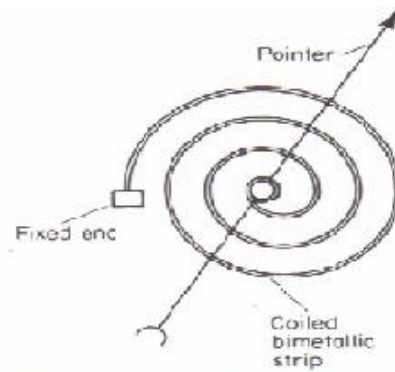
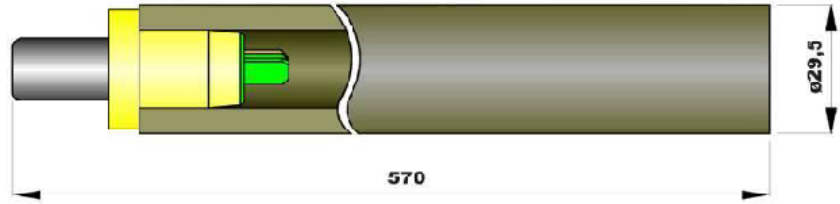


Fig. 15.8. Bimetallic thermometer

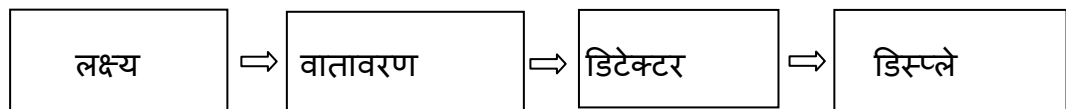
2. थर्मोइलेक्ट्रिक तापमान मापन

हॉट मेटल अनुप्रयोगों का तापमान मापने के लिए, कुछ नोबल मेटल थर्मोकपल्स को मेल्टन मेटल बाथ में डुबाया जाता है ताकि सर्वोत्तम मापन प्राप्त हो सके। आजकल, एक्सपेंडेबल थर्मोकपल्स जैसे कि चित्र में दिखाए गए हैं, सबसे किफायती और प्रभावी तरीका हैं, जो आवश्यक सटीकता, पुनरुत्पादकता और विश्वसनीयता को पूरा करते हैं। इन्हें सख्ती से चयनित किया जाता है ताकि 1554 डिग्री से. (पीडी मेल्टिंग पॉइंट) पर 0 से +3 डिग्री से. की सटीकता की गारंटी दी जा सके। पॉज़िथर्म थर्मोकपल्स टाइप एस, आर या बी कैलिब्रेशन में उपलब्ध हैं।



7. इन्फ्रारेड पायरामीटर्स

इन्फ्रारेड पायरामीटर्स उपयोगकर्ताओं को उन एप्लीकेशन्स में तापमान मापने की अनुमति देते हैं जहाँ पारंपरिक सेंसर का उपयोग नहीं किया जा सकता। विशेष रूप से उन मामलों में जहाँ गतिशील वस्तुओं (जैसे रोलर्स, चलती मशीनरी, या कन्वेयर बेल्ट) के साथ कार्य किया जाता है या जहाँ गैर-संपर्क मापन की आवश्यकता होती है, जैसे कि संदूषण या खतरनाक कारणों (जैसे उच्च वोल्टेज) के कारण जहाँ दूरी बहुत अधिक हो, या जहाँ मापने के लिए तापमान थर्मोकपल्स या अन्य संपर्क सेंसर के लिए बहुत अधिक हो।



दबाव

दबाव मापन इस्पात उद्योग में एक महत्वपूर्ण मानदंड है। इसमें प्रक्रिया के महत्वपूर्ण होने के आधार पर विभिन्न पद्धतियाँ शामिल हैं। कुछ व्यापक रूप से उपयोग किए जाने वाले दबाव मापने वाले उपकरण निम्नलिखित हैं :

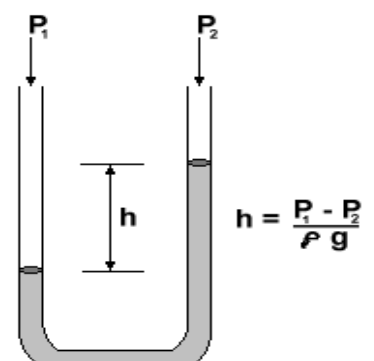
क) दबाव गेज

यह एक यांत्रिक प्रकार का दबाव मापने वाला उपकरण है जो दबाव को मापने और एक समेकित यूनिट में प्रदर्शित करने के लिए उपयोग किया जाता है।

बर्डन ट्यूब्स को दबाव गेज के अंदर माप तत्व के रूप में उपयोग किया जाता है

ख) मैनोमीटर

मैनोमीटर दबाव मापने के सबसे पुराने प्रकारों में से एक हैं। इसका उपयोग गेज दबाव, अलग - अलग दबाव और समग्र दबाव मापने के लिए किया जाता है। यहाँ यू-ट्यूब काँच का बना होता है और इसे एक द्रव से भरा जाता है जिसे मैनोमीटर द्रव कहा जाता है। यू-



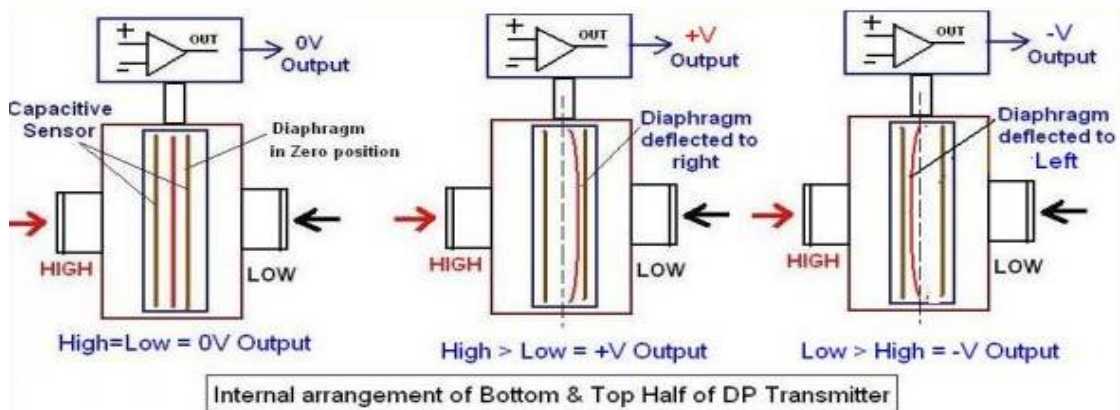
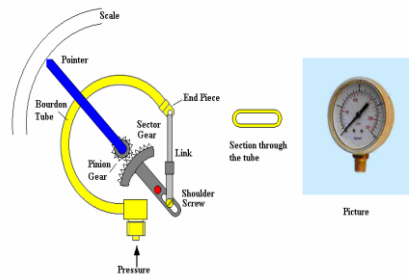
ट्यूब के एक छोर को नमूना गैस से बंद किया जाता है जबकि दूसरे छोर को वायुमंडल के लिए खुला रखा जाता है। दोनों स्तरों के बीच का अंतर नमूना गैस के दबाव को दर्शाता है।

ग) दबाव ट्रांसमीटर

एक दबाव सेंसर दबाव को मापता है, आमतौर पर गैस या द्रव का। यह दबाव को पाईजोइलेक्ट्रिक पदार्थों का उपयोग करके एनालॉग इलेक्ट्रिकल सिग्नल में बदल देता है। अन्य मानदंड जैसे प्रवाह, स्तर, घनत्व, विस्कोसिटी मापने के लिए इंडस्ट्रियल अनुप्रयोगों में विभेदात्मक दबाव ट्रांसमीटर का उपयोग किया जाता है। डीपी फ्लो रेट मापन भिन्न दबाव ट्रांसमीटर के सबसे सामान्य उपयोगों में से एक है। जब द्रव एक पाइप के माध्यम से बहता है, तो द्रव दबाव में अंतर मापकर प्रवाह दर की गणना करना संभव होता है।

डिफरेंशियल प्रेशर फ्लो मीटर में एक प्राइमरी और एक सेकेंडरी एलिमेंट होता है। आम तौर पर, प्राइमरी एलिमेंट को इस तरह से डिज़ाइन किया जाता है कि जैसे-जैसे फ्लो बढ़ता है, वह प्रेशर में अंतर पैदा करे। प्राइमरी एलिमेंट मुख्य रूप से ओरिफिस प्लेट, वेंचुरी, फ्लो नोज़ल और पिटोट ट्यूब होते हैं।

फ्लो मीटर का सेकेंडरी एलिमेंट डिफरेंशियल प्रेशर ट्रांसमीटर होता है। इसे प्राइमरी एलिमेंट द्वारा उत्पन्न डिफरेंशियल प्रेशर को जितना संभव हो, उतनी सटीकता से मापने के लिए डिज़ाइन किया गया है।



डीपी ट्रांसमीटर का निचला और शीर्ष हाफ की आंतरिक व्यवस्था

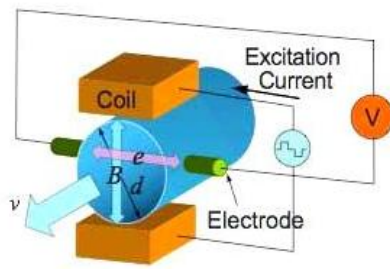
• **प्रवाह :**

प्रवाह मापन इस्पात उद्योग में एक महत्वपूर्ण प्रक्रिया है। प्रवाह मापन प्रणाली किसी दिए गए द्रव की मात्रा के गति या प्रवाह दर को मापती है और इसे एक स्पष्ट इलेक्ट्रिकल सिग्नल के माध्यम से व्यक्त करती है। इस उद्देश्य के लिए कई प्रकार की पद्धतियों का उपयोग किया जाता है जो अनुप्रयोग और प्रवाह माध्यम पर आधारित होती हैं।

कुछ सामान्य रूप से उपयोग किए जाने वाले प्रवाह मापन यंत्र निम्नलिखित हैं:

क) मैग्नेटिक फ्लो मीटर

मापन ट्यूब पर एक चुंबकीय क्षेत्र लगाया जाता है, जिससे फ्लक्स लाइनों के लंबवत प्रवाह वेग के अनुपात में एक पोटेंशियल डिफरेंस उत्पन्न होता है।



$B \propto N \cdot I_{ex}$
 B : Magnetic Flux Density
 N : Number of Coil Turns
 I_{ex} : Excitation Current

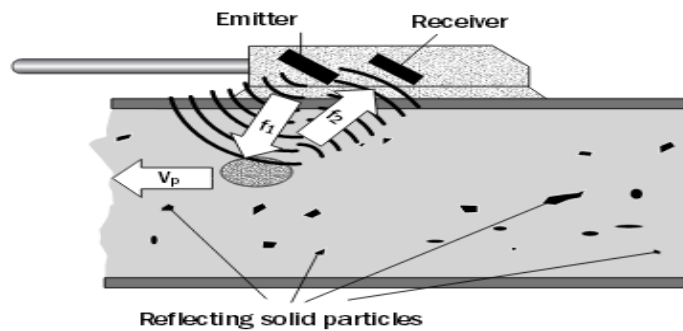
$e = k \cdot B \cdot v \cdot d$
 e : Electromotive Force
 k : Constant
 v : Mean Flow Velocity
 d : Internal Diameter

बी : चुंबकीय फ्लक्स घनत्व
 एन: कॉइल घुमाव की संख्या
 लेक्स: एक्साइटेशन करंट

ई : इलेक्ट्रोमोटिव बल
 के : स्थिर
 वी : माध्य फ्लो वेग
 डी : आंतरिक व्यास

ख) अल्ट्रासोनिक फ्लो मीटर

अल्ट्रासोनिक फ्लो मीटर फ्लो मीटर का एक प्रकार है जो द्रव की वेग को अल्ट्रासाउंड के माध्यम से मापकर आयतन प्रवाह की गणना करता है। अल्ट्रासोनिक ट्रांसड्यूसरों का उपयोग करके, फ्लो मीटर अल्ट्रासाउंड की उत्सर्जित बीम की दिशा में और प्रवाह की दिशा के विपरीत अल्ट्रासाउंड पल्स के मापे गए ट्रांजिट समय के अंतर का औसत लेकर या डॉपलर प्रभाव से आवृत्ति परिवर्तन को मापकर पथ के साथ औसत वेग को माप सकता है।



एमिटर
 रिसीवर

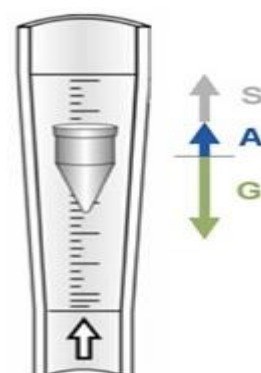
रिफ्लेक्टिंग ठोस
 कण

ग) वेरिएबल एरिया प्रकार फलो मीटर

वेरिएबल एरिया टाइप फलो मीटर एक ऐसा मीटर है जो, फलो के जवाब में डिवाइस के क्रॉस-सेक्शनल एरिया को बदलने की अनुमति देकर, फ्लूइड फलो को मापता है; इससे एक ऐसा मापने योग्य प्रभाव पैदा होता है जो फलो की दर को दर्शाता है। रोटामीटर वेरिएबल एरिया मीटर का एक उदाहरण है, जिसमें फलो रेट बढ़ने पर एक वज़नी "फ्लोट" एक टेपड ट्यूब में ऊपर की ओर उठता है। फ्लोट तब ऊपर उठना बंद कर देता है, जब फ्लोट और ट्यूब के बीच का एरिया इतना बड़ा हो जाता है कि फ्लोट का वज़न, फ्लूइड फलो के ड्रैग से संतुलित हो जाता है।

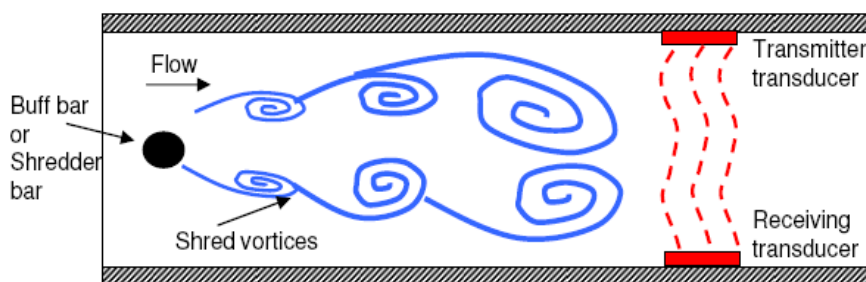
फ्लोट पर क्रियाशील तीन मुख्य बल हैं:

- बॉयेंसी अर्थात ए, जो प्रवाह के माध्यम और घनत्व के साथ-साथ फ्लोट के आयतन पर निर्भर करता है।
- वज़न अर्थात जी, जो फ्लोट के द्रव्यमान पर निर्भर करता है।
- फलो फोर्स अर्थात एस, यह प्रवाह में परिवर्तन के अनुसार अस्थायी रूप से बदलता है।



घ) वॉर्टेक्स फलो मीटर

वॉर्टेक्स फलो मीटर पाइपलाइनों में गैसों और तरल पदार्थों की प्रवाह वेग को मापने के लिए प्रयोग किया जाता है। मापन का सिद्धांत कार्मन वॉर्टेक्स के विकास पर आधारित है, जहाँ एक द्रव जैसे पानी के बहने पर एक ब्लफ (स्ट्रीमलाइन के विपरीत) वस्तु के पास दोलनशील वॉर्टेक्स उत्पन्न होते हैं। वॉर्टेक्स के उत्पन्न होने की आवृत्ति वस्तु के आकार और माप पर निर्भर करती है। यह उन अनुप्रयोगों के लिए आदर्श है जहाँ कम रखरखाव लागत महत्वपूर्ण होती है।



Vortex Flow meter

- **लेवल:**

इस्पात संयंत्रों में विभिन्न उद्देश्यों के लिए स्तर मापन किया जाता है। अनुप्रयोगों और प्रक्रियाओं के आधार पर मापन की विधि तय की जाती है और उसके अनुसार यंत्रों का चयन किया जाता है। व्यापक रूप से उपयोग किए जाने वाले स्तर मापन यंत्र निम्नलिखित हैं:

क) ग्लास लेवल गेज

ये तरल स्तर मापन के लिए उपलब्ध सबसे सरल विधियाँ हैं। इनके डिज़ाइन द्वारा प्रदान की गई स्पष्ट दृश्यता उनका सबसे बड़ा लाभ है, जबकि कांच के कमजारे होना, जो रिसाव या कर्मचारियों की सुरक्षा पर प्रभाव डाल सकती है, यह इसका नुकसान है।

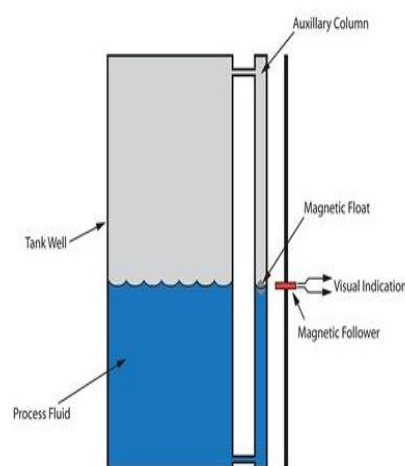
ख) डिस्प्लेसर्स, बबलर्स और डिफरेंशियल प्रेशर ट्रांसमीटर

बबलर्स, डिफरेंशियल प्रेशर ट्रांसमीटर और डिस्प्लेसर्स सभी अलग-अलग- हाइड्रोस्टैटिक मापन उपकरण हैं। तापमान में बदलाव तरल की विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण में परिवर्तन करता है; इसी तरह दबाव में बदलाव भी उस वाष्प की विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण को प्रभावित करता है जो तरल के ऊपर मौजूद होता है। इन परिवर्तनों के परिणामस्वरूप मापन की सटीकता कम हो जाती है।

ग) मैग्नेटिक लेवल गेज

ये फ्लोट डिवाइसों के समान होते हैं, तरल सतह के स्तर का संचार चुंबकीय रूप से होता है। इस मामले में फ्लोट मजबूत स्थायी चुंबकों का एक सेट होता है, जो एक सहायक कॉलम में चलता है जो दो प्रक्रिया कनेक्शनों द्वारा वैसल से जुड़ा होता है।

फ्लोट को कॉलम द्वारा पार्श्व रूप से सीमित किया जाता है ताकि यह चैंबर की साइड वॉल के करीब रहे। फ्लोट की स्थिति तरल स्तर के अनुसार ऊपर और नीचे चली जाती है, जिसे एक मैग्नेटाइज्ड शटल या बार ग्राफ द्वारा दिखाया जाता है, जो इसके साथ चलता है, फ्लोट की स्थिति दिखाता है और इस प्रकार स्तर को इंगित करता है।



घ) कैपेसिटेंस ट्रांसमीटर

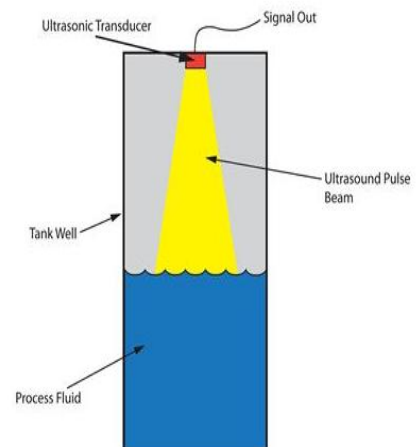
मूल प्रचालन सिद्धांत कैपेसिटेंस में परिवर्तन पर आधारित है, जो स्वयं तरल स्तर में बदलाव पर आधारित होता है। कैपेसिटेंस में बदलाव एक इन्सुलेटेड रॉड द्वारा उत्पन्न होता है जो ट्रांसमीटर और प्रक्रिया तरल से जुड़ा होता है, या एक गैर-इन्सुलेटेड रॉड द्वारा जो ट्रांसमीटर और संदर्भ प्रोब या वैसल से जुड़ा होता है।

जैसे-जैसे तरल का स्तर बढ़ता है और प्लेटों के बीच की जगह भरती है, कैपेसिटेंस में अनुपातिक वृद्धि होती है। कैपेसिटेंस ब्रिज का उपयोग करके कुल कैपेसिटेंस मापा जाता है, जो सतत स्तर मापन प्रदान करता है।



इ) अल्ट्रासोनिक लेवल ट्रांसमीटर

अल्ट्रासोनिक लेवल ट्रांसमीटर इस क्षमता रखते हैं कि वे ट्रांसड्यूसर और सतह स्तर के बीच की दूरी को माप सकें, जो तरल सतह से ट्रांसड्यूसर तक और वापस आने में अल्ट्रासाउंड पल्स द्वारा लिए गए समय पर (टीओएफ) आधारित होती है।



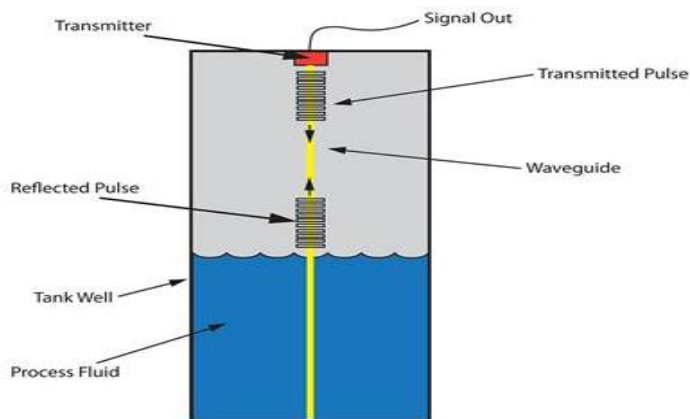
इन ट्रांसमीटरों की प्रचालन आवृत्ति अनेकों किलोहर्ट्ज़ होती है और ट्रांज़िट समय लगभग 6 एमएस/एम होता है। हेडस्पेस में गैस मिश्रण की संरचना और उसका तापमान ध्वनि की गति को प्रभावित करता है (15 डिग्री से. पर हवा में 340 एम/एस)। यद्यपि सेंसर तापमान

के लिए क्षतिपूर्ति करता है, यह केवल नाइट्रोजन या हवा में वायुमंडलीय मापन तक सीमित है।

च) राडार लेवल ट्रांसमीटर

राडार प्रकार के लेवल ट्रांसमीटर में, माइक्रोवेव बीम को एक हॉर्न या रॉड एंटेना से बर्तन के शीर्ष पर नीचे की ओर निर्देशित किया जाता है। तरल सतह संकेत को एंटेना की ओर परावर्तित करती है, और दूरी को टाइमिंग सर्किट द्वारा मापा जाता है जो राउंड ट्रिप समय (टीओपी) को मापता है।

राडार प्रौद्योगिकी में, महत्वपूर्ण कारक तरल का डाईइलेक्ट्रिक स्थिरांक (ईआर) होता है। एक अन्य प्रकार के ट्रांसमीटर गाइडेड वेव राडार (जीडब्लूआर) ट्रांसमीटर हैं, जो अत्यधिक सटीक और विश्वसनीय माप प्रदान करते हैं। इन ट्रांसमीटरों में, एक लचीली केबल एंटेना या कठोर प्रोब वैसल के शीर्ष से तरल स्तर तक और फिर ट्रांसमीटर तक माइक्रोवेव को चैनल करती है। निचले से उच्च ईआर में बदलाव के कारण वेव परावर्तित होती है।



छ) न्यूक्लियोनिक प्रकार के मोल्ड लेवल मापन प्रणाली

सिंटिलेशन काउंटर एक उपकरण है जो रेडिएशन (कोबाल्ट- 60 रेडियोधर्मी γ -रे) का पता लगाने और मापने के लिए क्रिस्टल (एनएआई से निर्मित) में उत्पन्न होने वाली सूक्ष्म चमक के माध्यम से कार्य करता है, जिसे बाद में एक संवेदनशील फोटो मल्टीप्लायर ट्यूब और एक इलेक्ट्रॉनिक एम्पलीफायर कार्ड द्वारा बढ़ाया जाता है। सिग्नल कंडीशनिंग यूनिट संकेतों को इलेक्ट्रिकल सिग्नल में परिवर्तित करती है जिसे बाद में नियंत्रण यूनिट द्वारा संभाला जाता है।

कैलोरीफिक मान/ वॉल्वे इंडेक्स / सीएआरआई मीटर :

इस्पात संयंत्र में उचित दहन और ईंधन गैसों के अनुकूल उपयोग को सुनिश्चित करने के लिए कैलोरीफिक वैल्यू/वॉल्वे इंडेक्स/सीएआरआई मीटर मापा और गणना किया जाता है।

कैलोरीफिक मान:

किसी सामग्री या ईंधन के पूर्ण दहन से उत्पादित ऊर्जा की मात्रा। इसे प्रति सामग्री की मात्रा से ऊर्जा की इकाई के रूप में मापा जाता है।

इसे निम्नलिखित मात्राओं में व्यक्त किया जा सकता है:

- ईंधन के मोल/ ऊर्जा (किला जू/मोल)
- ईंधन के द्रव्यमान/ ऊर्जा
- ईंधन के आयतन/ऊर्जा

वॉल्वे इंडेक्स: वॉल्वे इंडेक्स (डब्लूआई) ईंधन गैसों के परस्पर परिवर्तन का मुख्य संकेतक है और प्रायः गैस आपूर्ति और ट्रांसपोर्ट यूटिलिटी के विनिर्देशों में परिभाषित किया जाता है। वॉल्वे इंडेक्स का उपयोग विभिन्न अवयवों वाली ईंधन गैसों के दहन ऊर्जा आउटपुट की तुलना करने के लिए किया जाता है। यदि दो ईंधन के वॉल्वे इंडेक्स समान हैं, तो दिए गए दबाव और वाल्व सेटिंग्स पर ऊर्जा आउटपुट भी समान होगा। वॉल्वे इंडेक्स ईंधन गैस आपूर्ति में उतार-चढ़ाव के प्रभाव को न्यूनतम करने के लिए महत्वपूर्ण है और इसलिए इसे बर्नर या गैस टरबाइन अनुप्रयोगों की दक्षता बढ़ाने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

वॉल्वे इंडेक्स = हीटिंग वैल्यू /

√स्पेसिफिक ग्रेविटी

जहाँ, स्पेसिफिक ग्रेविटी = ईंधन का घनत्व / हवा का घनत्व

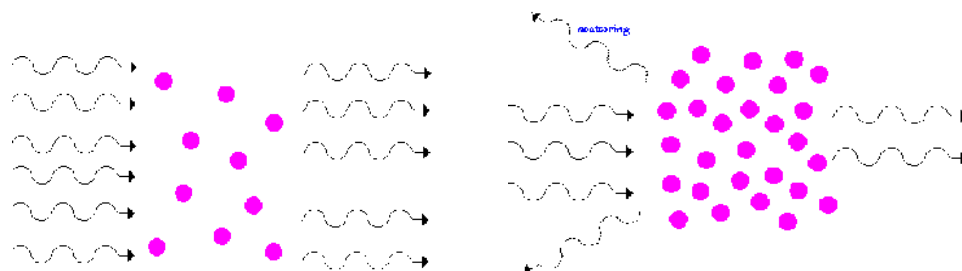
पर्यावरण विश्लेषक प्रणाली :

केन्द्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (सीपीसीबी) द्वारा दिए गए पर्यावरण संबंधित दिशानिर्देशों का पालन करने के लिए विभिन्न प्रकार के एनालाइज़र स्थापित किए जाते हैं ताकि स्टैक उत्सर्जन, एसओएक्स, एनओएक्स, सीओ और धूल की निगरानी की जा सके।

क) ओपेसिटी मॉनिटर :

ओपेसिटी को औपचारिक रूप से एक नमूने के माध्यम से विद्युत चुम्बकीय विकिरण की अपारगम्यता के रूप में परिभाषित किया जाता है। ओपेसिटी मॉनिटर मुख्य रूप से हवा और धुएँ का विश्लेषण करने के लिए उपयोग किए जाते हैं। इन मीडिया प्रकारों को उनकी ओपेसिटी के आधार पर "साफ़" या "गंदा" के रूप में वर्णित किया जा सकता है। ओपेसिटी

मापन बड़े पैमाने पर नमूने में कणों की सांद्रता पर निर्भर करता है। जब विद्युत चुम्बकीय विकिरण, दृश्य प्रकाश या इन्फ्रारेड विकिरण किसी नमूने की ओर उत्सर्जित होता है, तो निलंबित ठोस कण विकिरण को बिखेरते, परावर्तित करते और अवशोषित करते हैं, जिससे यह गुजर नहीं पाता। ओपेसिटी सेंसर प्रेषित प्रकाश की मात्रा को मापते हैं और इसे संबंधित मान में परिवर्तित करते हैं।



क्लीन मीडियम के जरिए विकिरण

डर्टी मीडियम के जरिए विकिरण

ख) एसओएक्स, एनओएक्स एनालाइजर

इस्पात संयंत्र में कैल्सिनेशन, मेल्टिंग या सिन्टरिंग रॉस के लिए तथा गैर-लोह धातुओं के उत्पादन के लिए उपयोग किए जाने वाले यूनिट में उच्च धूल भार और मजबूत कंपन जैसी कठोर पर्यावरणीय परिस्थितियाँ होती हैं। कोयला, तेल या गैस जैसे ईंधनों के उपयोग से उत्पन्न गैसों में प्रदूषक जैसे सीओ, एनओएक्स, एसओ₂ विशेष रूप से निरंतर मापे जाने चाहिए। ये प्रक्रियाएँ आगे संसाधित होती हैं और इन्हें मापा और मॉनिटर किया जाना आवश्यक है।

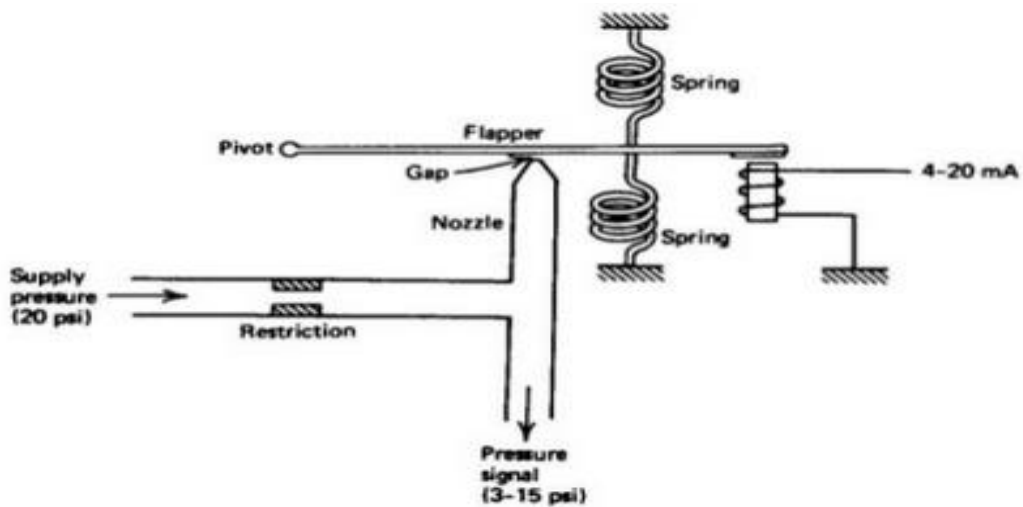
ग) सीओ मॉनिटर

कार्बन मोनोऑक्साइड (सीओ) एक रंगहीन, गंधहीन और बेस्वाद गैस है जो हवा से थोड़ा कम घनी है। सीओ वायु प्रदूषक के रूप में आंतरिक दहन इंजन और विभिन्न ईंधनों को अधूरा या अप्रभावी तरीके से जलाने वाले उपकरणों से उत्पन्न होता है। उद्योगों में सीओ गैस विश्लेषण आवश्यक है ताकि विभिन्न अनुप्रयोगों में ईंधन गैसों का सही दहन सुनिश्चित किया जा सके। इन अनुप्रयोगों में सीओ मापन ऊर्जा संतुलन, ऊर्जा पुनर्प्राप्ति और उत्पाद गुणवत्ता बनाए रखने के लिए महत्वपूर्ण हो सकता है। बॉयलर, भट्ठी और हीटर जैसी दहन प्रक्रियाओं में, तापमान और ऑक्सीजन सामग्री के साथ सीओ मापन का उपयोग दक्षता और बर्नर प्रदर्शन का मूल्यांकन करने के लिए किया जा सकता है। सीओ मॉनिटर इलेक्ट्रोकेमिकल और इन्फ्रारेड पद्धतियों पर कार्य करते हैं।

• इलेक्ट्रो-न्यूमैटिक कन्वर्टर

इलेक्ट्रो-न्यूमैटिक कन्वर्टर इनपुट धारा या वोल्टेज को समानुपाती आउटपुट प्रेशर में बदलते हैं। इन्हें प्रायः वाल्व, न्यूमैटिक रिले और फ्लो रेगुलेटर के साथ प्रक्रिया नियंत्रण अनुप्रयोगों में जोड़ा जाता है।

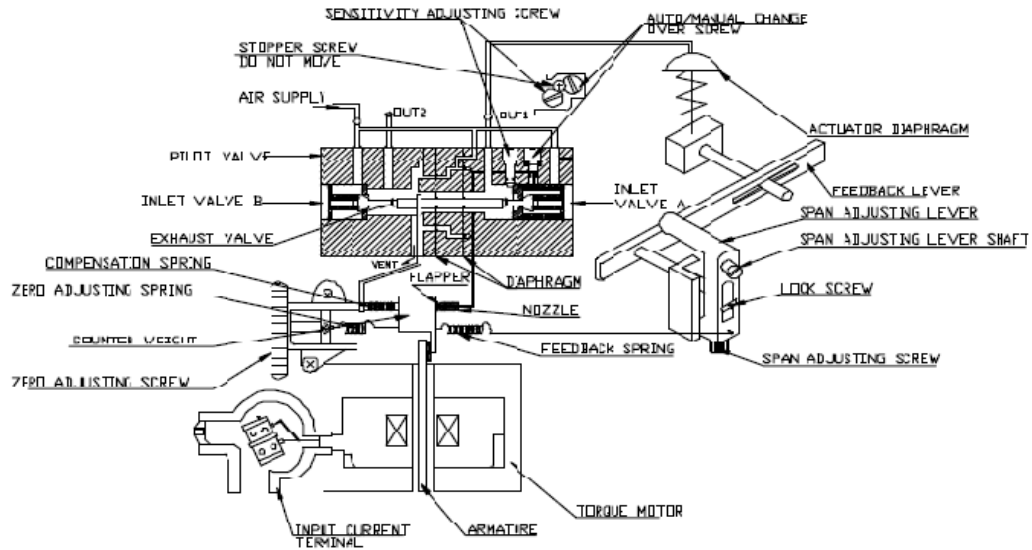
इलेक्ट्रो-न्यूमैटिक (जिसे ई/पी या आई/पी के रूप में भी जाना जाता है) कन्वर्टर आमतौर पर 4-20 एमए के स्टैंडर्ड करंट लूप, या 0-5वी या 0-10वी वोल्टेज सिग्नल स्वीकार करते हैं। सभी ट्रांसड्यूसरों की तरह, डिवाइस के आउटपुट मानों को इनपुट रेंज के साथ कैलिब्रेट करना आवश्यक है ताकि सटीक आउटपुट प्रेशर मिल सके। महत्वपूर्ण कैलिब्रेशन विनिर्देशन में जीरो शामिल है, जो न्यूनतम इनपुट मान के लिए न्यूनतम संभव प्रेशर के बराबर होता है, और स्पैन, जो न्यूनतम और अधिकतम आउटपुट के बीच का मान होता है। जीरो मान में स्पैन जोड़ने पर कैलिब्रेटेड डिवाइस के लिए अधिकतम आउटपुट प्रेशर प्राप्त होता है। एनालॉग ई/पी कन्वर्टर 20वीं सदी के मध्य से अंत तक अधिकांश न्यूमैटिकली नियंत्रित ऑटोमेशन प्रणाली में आम थे। डिजिटल प्रेशर नियंत्रण अब अधिकांश अनुप्रयोगों में मानक हैं।



• इलेक्ट्रो न्यूमैटिक पोजिशनर:

इलेक्ट्रो-न्यूमैटिक पोजिशनर का इस्तेमाल उन कंट्रोल वाल्व में किया जाता है जिनमें न्यूमैटिकली ऑपरेटेड एक्चुएटर लगे होते हैं। वाल्व को एक इलेक्ट्रिकल कंट्रोलर या कंट्रोल सिस्टम की मदद से ऑपरेट किया जाता है, जो 4 से 20 एमए का कंट्रोल सिग्नल या 4~12/ 12~20 एमए की स्प्लिट रेंज भेजता है। इलेक्ट्रो-न्यूमैटिक पोजिशनर इस कंट्रोल सिग्नल को एक न्यूमैटिक आउटपुट में बदल देता है, जो कंट्रोल वाल्व की लिफ्ट के अनुपात में होता है।

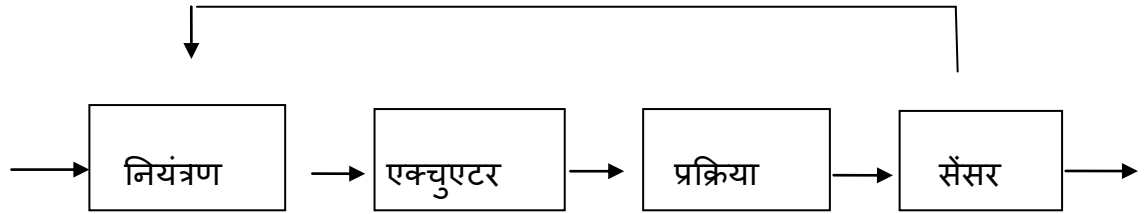
यह उपकरण 'फोर्स बैलेंस' के सिद्धांत पर कार्य करता है। यह एक फ्लैपर/नोज़ल और स्प्रिंग्स के एक सेट का प्रयोग करके, दिए गए सिग्नल/कमांड के अनुसार, वाल्व की आवश्यक स्थिति पर बलों को संतुलन में लाता है। जब कंट्रोलर से आने वाला इनपुट सिग्नल टॉर्क मोटर पर लगाया जाता है, तो आर्मेचर को घड़ी की विपरीत दिशा में एक टॉर्क मिलता है। इस टॉर्क के कारण, काउंटर वेट/फ्लैपर बाईं ओर खिसक जाता है, जिससे नोज़ल और फ्लैपर के बीच की दूरी बढ़ जाती है; इसके परिणामस्वरूप, नोज़ल अंदर का बैक प्रेशर कम हो जाता है।



- **फाइनल कंट्रोल एलिमेंट/एक्चुएटर्स:**

फाइनल कंट्रोल एलिमेंट/एक्चुएटर वह मैकेनिज्म है जिसके ज़रिए कोई एजेंट किसी वातावरण पर कार्य करता है। यह एजेंट या तो कोई आर्टिफिशियल इंटेलिजेंट एजेंट हो सकता है या कोई अन्य ऑटोनॉमस जीव (जैसे इंसान, अन्य जानवर, आदि)। यह मैकेनिज्म किसी चीज़ को अपने-आप कार्य करने की स्थिति में लाता है। यह एक इनपुट सिग्नल (मुख्य रूप से एक इलेक्ट्रिकल सिग्नल) को गति में बदल देता है। इलेक्ट्रिकल मोटर्स, न्यूमैटिक एक्चुएटर्स, हाइड्रोलिक पिस्टन, रिले, कॉम्ब ड्राइव, पीज़ोइलेक्ट्रिक एक्चुएटर्स और थर्मल बाइमॉर्फ ऐसे एक्चुएटर्स के कुछ उदाहरण हैं।

फाइनल कंट्रोल एलिमेंट क्लोज्ड कंट्रोल लूप का आखिरी एलिमेंट होता है जो कंट्रोल एक्शन को लागू करता है। यह एक प्रोसेस कंट्रोलर से आउटपुट सिग्नल (कंट्रोल या एक्चुएटिंग सिग्नल) प्राप्त करता है और उसके अनुसार मैनिपुलेटेड वेरिएबल की वैल्यू को एडजस्ट करता है; ऐसा यह प्रोसेस में प्रवेश करने वाले पदार्थ या ऊर्जा की मात्रा को बदलकर करता है, ताकि कंट्रोल वेरिएबल (प्रोसेस वेरिएबल) को उसके सेट पॉइंट तक लाया जा सके।



एक्टुएटर्स के प्रकार :

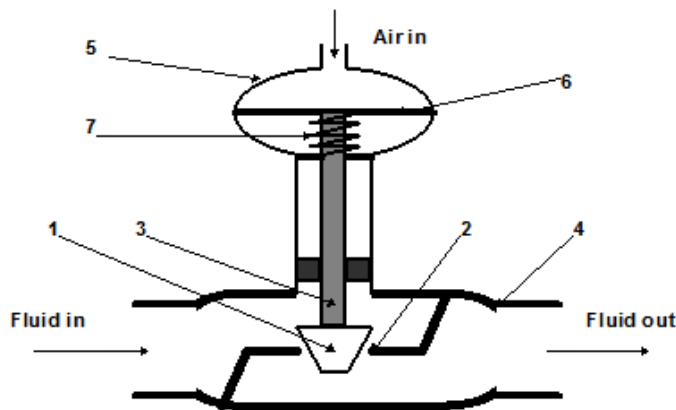
एक्टुएटर्स के चार प्रमुख प्रकार हैं:

- क) न्यूमैटिक
- ख) हाइड्रॉलिक
- ग) सोलिनाइड
- घ) इलेक्ट्रिक मोटर

एक नियंत्रण वाल्व वह वाल्व है जिसमें न्यूमैटिक, हाइड्रॉलिक, इलेक्ट्रिक या अन्य बाहरी शक्ति से चालित एक्टुएटर होता है, जो नियंत्रक उपकरणों से प्राप्त सिग्नल के अनुसार वाल्व को स्वचालित, पूरी तरह या आंशिक रूप से खोलता या बंद करता है।

• न्यूमैटिक एक्टुएटर के साथ वाल्व

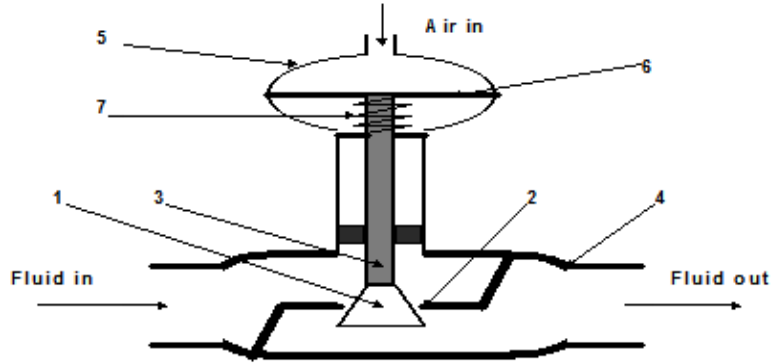
न्यूमैटिक वाल्व एक एयर-ऑपरेटेड डिवाइस है जो उपयुक्त रूप से प्लग को स्थित करके किसी ओरिफिस के माध्यम से फ्लो को नियंत्रित करता है, । (चित्र 1 और 2)



चित्र.1 एयर टु क्लोज न्यूमैटिक वाल्व सहित एक्चुएटर

प्लग (1) को वाल्व के छिद्र (2) में लगाया जाता है और स्टेम (3) के सिरे से जोड़ा जाता है। यह छिद्र वाल्व की बॉडी (4) के अंदर स्थित होता है, जो कास्ट आयरन, अलॉय स्टील, अलॉय स्टील के साथ-साथ जंग-रोधी अलॉय, या कांस्य से बनी होती है। अंतिम नियंत्रण तत्व का ऊपरी हिस्सा एक एक्चुएटर (5) होता है। एक डायफ्राम (6) इस एक्चुएटर को दो हिस्सों में बांटता है। स्टेम का ऊपरी सिरा डायफ्राम पर टिका

होता है। जब डायफ्राम के ऊपर हवा का दबाव (जो एक न्यूमैटिक कंट्रोलर से मिलने वाला आउटपुट सिग्नल होता है) बढ़ता है, तो डायफ्राम नीचे की ओर झुकता है और स्टेम भी नीचे की ओर खिसकता है; इस प्रकार, प्लग छिद्र से होकर बहने वाले द्रव के प्रवाह को नियंत्रित करता है। इस प्रकार के न्यूमैटिक वाल्व को 'एयर-टू-क्लोज' वाल्व कहा जाता है।

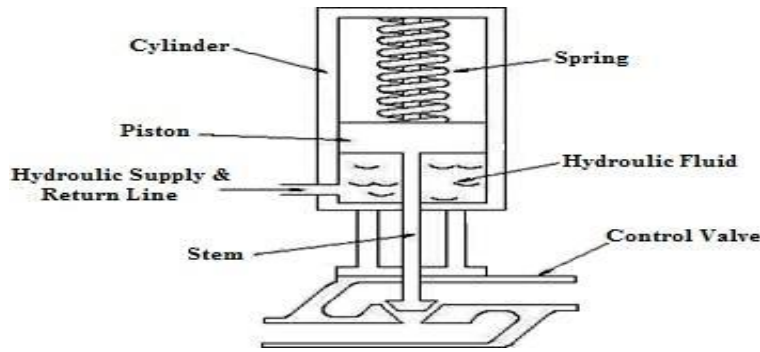


चित्र .2 एयर टु ओपेन न्यूमैटिक वाल्व सहित एक्चुएटर

जब हवा का दबाव कम होता है, तो एक स्प्रिंग (7) के असर से स्टेम ऊपर की ओर खिसकता है, जिससे छिद्र खुल जाता है। एक और तरह के वाल्व भी होते हैं, जो इसके ठीक उलटा कार्य करते हैं; अर्थात्, जब हवा का दबाव बढ़ता है, तो प्लग छिद्र को खोल देता है। ऐसे वाल्वों को 'एयर-टू-ओपन' वाल्व कहा जाता है। यदि हवा का दबाव 20 से 100 केपीए के बीच बदलता है, तो प्लग पूरी तरह से खुली स्थिति से पूरी तरह से बंद स्थिति में चला जाता है।

- **हाइड्रोलिक एक्चुएटर्स**

हाइड्रोलिक वाल्व का इस्तेमाल तब किया जाता है, जब किसी वाल्व को चलाने के लिए बहुत ज़्यादा बल की ज़रूरत होती है (उदाहरण के लिए, मुख्य स्टीम-स्टॉप वाल्व); ऐसे मामलों में आमतौर पर हाइड्रोलिक एक्चुएटर्स का इस्तेमाल किया जाता है। हाइड्रोलिक एक्चुएटर्स एक सिलेंडर के अंदर पिस्टन को खिसकाने के लिए द्रव के विस्थापन का इस्तेमाल करते हैं, जिससे वाल्व को ज़रूरत के हिसाब से 0-100% द्रव प्रवाह के लिए सही स्थिति में रखा जा सके। हालाँकि हाइड्रोलिक एक्चुएटर्स कई डिज़ाइन में आते हैं, लेकिन पिस्टन वाले प्रकार सबसे ज़्यादा आम हैं। एक आम पिस्टन-प्रकार का हाइड्रोलिक एक्चुएटर चित्र 3 में दिखाया गया है।

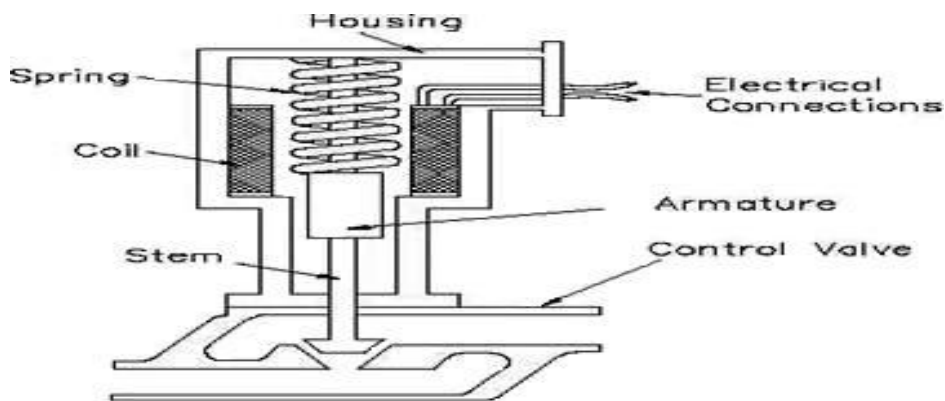


चित्र. 3 इलेक्ट्रॉनिक सोलेनायड एक्चुएटर्स

- **इलेक्ट्रॉनिक सोलिनाइड एक्चुएटर्स**

सोलेनोइड एक्चुएटर का उपयोग छोटे वाल्व पर किया जाता है और ये स्टेम को हिलाने के लिए एक इलेक्ट्रोमैग्नेट का उपयोग करते हैं, जिससे वाल्व या तो पूरी तरह खुल जाता है या पूरी तरह बंद हो जाता है। एक आम इलेक्ट्रिक सोलेनोइड एक्चुएटर चित्र 30.5 में दिखाया गया है। इसमें एक कॉइल, आर्मेचर, स्प्रिंग और स्टेम होता है।

सोलेनोइड एक्चुएटर का मुख्य फायदा इनका तेज़ी से कार्य करना है। इन्हें न्यूमैटिक या हाइड्रोलिक एक्चुएटर की तुलना में लगाना कहीं ज़्यादा सरल होता है। तथापि, सोलेनोइड एक्चुएटर के दो नुकसान भी हैं। पहला, इनकी सिर्फ़ दो ही स्थितियाँ होती हैं: पूरी तरह खुला और पूरी तरह बंद। दूसरा, ये अधिक शक्ति का उत्पादन नहीं करते, इसलिए ये आमतौर पर सिर्फ़ अपेक्षाकृत छोटे वाल्व को ही चलाते हैं।

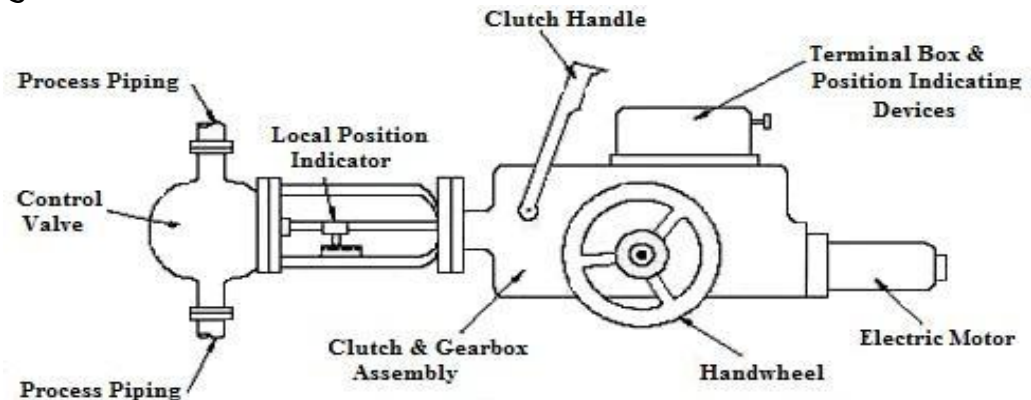


चित्र .4

- **इलेक्ट्रिक मोटर एक्चुएटर्स**

एक इलेक्ट्रिक मोटर में एक घूर्णनशील केंद्र होता है, जिसे रोटार कहते हैं, और एक

स्थिर बाहरी हिस्सा होता है, जिसे स्टेटर कहते हैं। इलेक्ट्रिक मोटर एक्टुएटर्स डिज़ाइन और अनुप्रयोगों में व्यापक रूप से भिन्न होते हैं। कुछ इलेक्ट्रिक मोटर एक्टुएटर्स केवल दो स्थितियों में कार्य करने के लिए डिज़ाइन किए गए हैं (पूरी तरह खुला या पूरी तरह बंद)। अन्य इलेक्ट्रिक मोटर दो स्थितियों के बीच भी स्थित की जा सकती हैं। एक सामान्य इलेक्ट्रिक मोटर एक्टुएटर चित्र में दिखाया गया है। इसके मुख्य भागों में एक इलेक्ट्रिक मोटर, क्लच और गियर बॉक्स असेंबली, मैनुअल हैंड व्हील और वाल्व से जुड़ा स्टेम शामिल है।



• पीएच और चालकता मापन:

विभिन्न अनुप्रयोगों में पानी का बड़े पैमाने पर उपयोग किया जाता है, जैसे कि तेलों, गर्म धातुओं को ठंडा करने के लिए, पावर संयंत्र में भाप बनाने के लिए आदि। पानी की गुणवत्ता सुनिश्चित करने के लिए पीएच और चालकता विश्लेषण बहुत महत्वपूर्ण है। पीएच संतुलन की जांच करना और पानी की मृदुलता बनाए रखना प्राथमिक कार्य हैं।

प्रक्रिया इंस्ट्रुमेंटेशन और ऑटोमेशन में नई टेक्नोलॉजी:

• फाउंडेशन फील्डबस पर आधारित फील्ड इंस्ट्रुमेंट:

फाउंडेशन फील्डबस को प्रोसेस ऑटोमेशन के भीतर अलग-अलग आवश्यकताओं को पूरा करने के साथ-साथ 4-20 एमए स्टैंडर्ड के विकल्प के तौर पर प्रस्तुत किया गया था। आजकल यह मोडबस, प्रॉफीएस, और औद्योगिक ईथरनेट जैसी दूसरी टेक्नोलॉजी के साथ-साथ प्रयोग हो रहा है। फाउंडेशन फील्डबस एक पूरी तरह से डिजिटल, सीरियल टू-वे, मल्टी-ड्रॉप संचार प्रणाली है। इससे जुड़े दो एफएफ संचार प्रणाली अलग-अलग फिजिकल मीडिया और संचार स्पीड का प्रयोग करते हैं।

क) फाउंडेशन फील्डबस एच1 - यह 31.25 केबिट/एस की स्पीड से कार्य करता है और आम तौर पर फील्ड डिवाइस और होस्ट प्रणाली को जोड़ने के लिए प्रयोग होता है। यह पारंपरिक और इंट्रिंसिक सेफ्टी, दोनों तरह के एप्लीकेशन

में स्टैंडर्ड स्ट्रैंडेड ट्विस्टेड-पेयर वायरिंग के ज़रिए संचार और पावर सप्लाई करता है। एच1 अभी सबसे अधिक प्रयोग होने वाली प्रणाली है।

- ख) एचएसई (उच्च गति ईथरनेट) - यह 100/1000 एमबिट/एस की स्पीड से कार्य करता है और आम तौर पर इनपुट/आउटपुट सब-प्रणाली, होस्ट प्रणाली, लिंकिंग डिवाइस और गेटवे को जोड़ता है। अभी यह केबल के ज़रिए पावर सप्लाई नहीं करता है।

एक आम फील्डबस सेगमेंट में ये घटक इस प्रकार हैं:

- एच1 कार्ड - फील्डबस इंटरफेस कार्ड (प्रायः एक से अधिक एच 1 कार्ड प्रयोग किए जाते हैं, लेकिन यह पूरी तरह से एप्लीकेशन पर निर्भर करता है)
- पीएस - फील्डबस विद्युत आपूर्ति के लिए बल्क विद्युत (वीडीसी)
- एफपीएस - फील्डबस विद्युत आपूर्ति और सिग्नल कंडीशनर (आजकल इंटीग्रेटेड विद्युत आपूर्ति और कंडीशनर ही स्टैंडर्ड बन गए हैं)
- टी - टर्मिनेटर (हर फील्डबस सेगमेंट में ठीक 2 टर्मिनेटर प्रयोग होते हैं। एक एफपीएस पर और दूसरा सेगमेंट के सबसे अंतिम पॉइंट पर, डिवाइस कपलर के पास)
- एलडी - लिंकिंग डिवाइस; इसे एचएसई नेटवर्क के साथ प्रयोग किया जाता है ताकि 4-8 एच1 सेगमेंट को एचएसई बैकबोन नेटवर्क से गेटवे के तौर पर जोड़ा जा सके।
- और फील्डबस डिवाइस (जैसे ट्रांसमीटर, ट्रांसड्यूसर आदि)

• प्रॉफीबस पीए और डीपी पर आधारित उपकरण:

प्रॉफीबस एक अंतर्राष्ट्रीय फील्डबस संचार मानक है, जिसका प्रयोग प्रक्रिया नियंत्रण और संयंत्र ऑटोमेशन मॉड्यूल को आपस में जोड़ने के लिए किया जाता है। मुख्य कंट्रोलर से हर सेंसर और एक्जुएटर तक अलग-अलग केबल चलाने के बजाय, सभी डिवाइस को जोड़ने के लिए एक ही मल्टी-ड्रॉप केबल (या कोई और संचार लिंक - जैसे फाइबर या वायरलेस) का प्रयोग किया जाता है। जानकारी भेजने के लिए तेज़ रफ़्तार वाले, दो-तरफ़ा, सीरियल मैसेजिंग का प्रयोग होता है।

प्रॉफीबस के दो अलग-अलग संस्करण हैं।

प्रॉफीबस डीपी

सरल शब्दों में कहें तो, प्रॉफीबस डीपी आमतौर पर बैंगनी रंग की शीथ वाली, दो-कोर वाली शील्डेड केबल पर चलता है। इसकी रफ़्तार 9.6 केबीपीएस से लेकर 12 एमबीपीएस तक होती है और यह आरएस 485 बैलैन्स्ड ट्रांसमिशन का प्रयोग करता है। ध्यान दें कि आरएस 485 स्टैंडर्ड सिर्फ 32 डिवाइस को जोड़ने की अनुमति देता है -

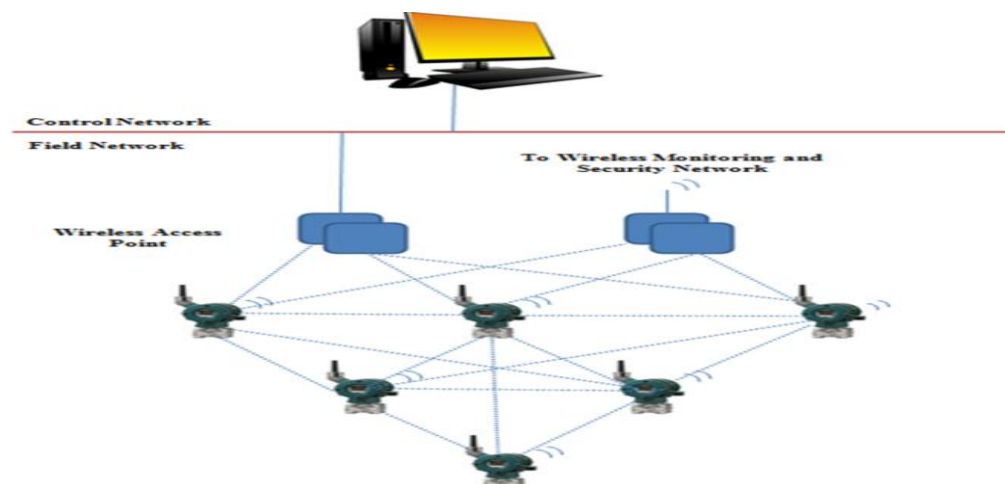
बड़े नेटवर्क बनाने के लिए, रिपीटर और/या हब का प्रयोग करके और भी अधिक, बिजली से अलग सेगमेंट जोड़े जा सकते हैं।

प्रॉफीबस पीए

प्रॉफीबस पीए आमतौर पर अधिक मोटे गेज वाली, दो-कोर वाली शील्डेड केबल पर चलता है। इसकी बाहरी शीथ अक्सर नीले रंग की होती है और इसकी संचार रफ़्तार 31.25 केबीपीएस पर तय होती है। इसके मैसेज फ़ॉर्मेट प्रॉफीबस डीपी जैसे ही होते हैं, लेकिन इसमें स्लेव पावर और संचार सिग्नल, दोनों अक्सर एक ही तारों से भेजे जाते हैं। प्रॉफीबस पीए संचार का प्रयोग उन प्रणाली के लिए किया जा सकता है जिन्हें ऐसे उपकरण चाहिए जो अंदर से सुरक्षित हों, अर्थात जहाँ धमाके का खतरा कम से कम करना ज़रूरी हो।

• वायरलेस उपकरण:

वायरलेस प्रौद्योगिकी हमारी दैनिक ज़िंदगी के लगभग हर हिस्से में शामिल हो चुकी है। इंस्ट्रूमेंटेशन के लिए वायरलेस प्रौद्योगिकी से काफी पैसे बचते हैं; जैसे, पारंपरिक वायर्ड नेटवर्क के मुकाबले इसे चालू करना अधिक तेज़ होता है और इसका रखरखाव भी अधिक असरदार होता है। वायरलेस इंस्ट्रूमेंटेशन से काफी पैसे बचते हैं, क्योंकि इसमें लोकल फ़ील्ड केबल और उससे जुड़ी फ़ील्ड-रन केबल ट्रे की ज़रूरत नहीं पड़ती और इसका रखरखाव भी सरल होता है। प्रोडक्शन फैसिलिटी में अक्सर बदलाव होते रहते हैं, जो काफी महंगे पड़ते हैं। ऐसे अपग्रेड के दौरान, पारंपरिक वायर्ड उपकरणों के मुकाबले वायरलेस इंस्ट्रूमेंटेशन अधिक लचीलापन देता है। समुद्र तटीय सुविधा के लिए, वायरलेस इंस्ट्रूमेंटेशन से वज़न में कमी आना भी एक बड़ा फ़ायदा है। ब्राउनफ़ील्ड प्रोजेक्ट में, वायरलेस इंस्ट्रूमेंटेशन के प्रयोग से पैसे बचाने और वज़न कम करने का महत्व और भी अधिक बढ़ जाता है। आधुनिक वायरलेस नेटवर्क उन्नयन का एक भरोसेमंद मार्ग देते हैं, जिससे पारंपरिक कॉपर नेटवर्क के मुकाबले कुछ ऐसे फ़ायदे भी मिलते हैं जिनकी आशा नहीं होती है।



10.3 प्रक्रिया नियंत्रण और ऑटोमेशन का इतिहास

1. मैनुअल नियंत्रण
2. हार्ड वायर लॉजिक नियंत्रण
3. लॉजिक गेट्स का उपयोग करके इलेक्ट्रॉनिक नियंत्रण
4. डिस्क्रीट प्रक्रिया नियंत्रण
5. प्रोग्रामेबल लॉजिक नियंत्रण
6. डिस्ट्रीब्यूटेड डिजिटल नियंत्रण

मैनुअल नियंत्रण

इसमें प्रक्रिया नियंत्रण और ऑटोमेशन से संबंधित सभी क्रियाएँ ऑपरेटर द्वारा की जाती हैं। इस विधि की एक प्रमुख कमी मानव त्रुटियों की संभावना है और इसके परिणामस्वरूप अंतिम उत्पाद की गुणवत्ता पर प्रभाव पड़ता है। मैनुअल नियंत्रण की अपनी सीमाएँ होती हैं, विशेषकर भारी उत्पादन तकनीकों के मामले में, इसलिए यह पद्धति उपभोक्ता को किफायती मूल्य पर गुणवत्ता वाले उत्पाद नहीं प्रदान कर सकती।

हार्ड वायर लॉजिक नियंत्रण

इसे ऑटोमेशन की दिशा में पहला कदम माना गया। यहाँ, ऑटोमेशन का वांछित स्तर हासिल करने के लिए टाइमर और काउंटर के साथ-साथ कॉन्टैक्टर और रिले का उपयोग किया गया था।

इसकी कतिपय सीमाएँ थीं, जो नीचे दी गई हैं:

1. भारी और जटिल वायरिंग
2. कंट्रोल लॉजिक में बदलाव लागू करने के लिए बहुत अधिक रीवर्क की आवश्यकता होती थी।

लॉजिक गेट्स का उपयोग करके इलेक्ट्रॉनिक कंट्रोल

इलेक्ट्रॉनिक्स के आगमन के साथ, डिजिटल लॉजिक गेट्स ने कंट्रोल सर्किट में रिले और सहायक कॉन्टैक्टरों का स्थान लेना शुरू कर दिया।

इन बदलावों को शामिल करने से हमें निम्नलिखित लाभ मिले:

1. कम जगह की आवश्यकता
2. ऊर्जा की बचत
3. कम रखरखाव, और इसलिए अधिक विश्वसनीयता

4. इलेक्ट्रॉनिक्स के उपयोग के बावजूद, कंट्रोल लॉजिक में बदलाव लागू करना और साथ ही प्रोजेक्ट के लीड समय को कम करना संभव नहीं था। तथापि, नियंत्रण और ऑटोमेशन की यह विधि भी काफी समय तक लोकप्रिय रही।

डिस्क्रीट प्रोसेस कंट्रोल और मापन

डिस्क्रीट प्रोसेस कंट्रोल, सिंगल लूप कंट्रोलर, डिजिटल प्रोसेस इंडिकेटर, प्रोसेस पैरामीटर रिकॉर्डर, अलार्म एनाउंसिएटर आदि पर आधारित होता है। इस प्रकार की प्रणालियाँ डीसीएस के अस्तित्व में आने से पहले उपयोग में थीं/हैं। इस प्रकार की प्रक्रिया निगरानी और नियंत्रण प्रणाली के लिए अधिक जगह और बड़े आकार के इंस्ट्रूमेंट पैनल की आवश्यकता होती थी। तथापि, संयंत्र ऑपरेटरों को एक ही समय में सभी मानदंड दिखाई देते थे।

प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर (पीएलसी) और डिस्ट्रीब्यूटेड डिजिटल कंट्रोलर

माइक्रोप्रोसेसर और उससे संबंधित पेरिफेरल चिप्स के आने के साथ, कंट्रोल और ऑटोमेशन की पूरी प्रक्रिया में आमूल-चूल परिवर्तन आया।

कंट्रोल उपकरणों की भौतिक वायरिंग के माध्यम से वांछित कंट्रोल या ऑटोमेशन हासिल करने के बजाय, पीएलसी/डीसीएस में इसे एक प्रोग्राम या सॉफ्टवेयर के माध्यम से प्राप्त किया जाता है। चूंकि वांछित लॉजिक नियंत्रण और पीआईडी कंट्रोल एक 'प्रोग्राम' के माध्यम से हासिल किया जाता है, इसलिए इन कंट्रोलरों को प्रोग्रामेबल कंट्रोलर कहा जाता है।

पीएलसी/डीसीएस के महत्वपूर्ण लाभ क्या हैं?

कम स्थान की आवश्यकता, ऊर्जा की बचत, रखरखाव और लॉजिक में बदलाव की सरलता, किफायती, अधिक जीवनकाल और विश्वसनीयता।

हम पीएलसी/डीसीएस का उपयोग कहाँ करते हैं?

- उद्योगों में, कई उत्पादन कार्य ऐसे होते हैं जो स्वभाव से अत्यधिक दोहराव वाले होते हैं। तथापि ये कार्य दोहराव वाले और नीरस होते हैं, फिर भी अंतिम उत्पाद की अच्छी गुणवत्ता सुनिश्चित करने के लिए प्रत्येक चरण पर ऑपरेटर के सावधानीपूर्वक ध्यान की आवश्यकता होती है।
- कई बार, प्रक्रियाओं की बारीकी से निगरानी करने के कारण ऑपरेटर को अत्यधिक थकान हो जाती है, जिसके परिणामस्वरूप वह प्रोसेस कंट्रोल पर उतना ध्यान नहीं दे पाता है।

- कभी-कभी यह खतरनाक भी हो सकता है, जैसा कि संभावित रूप से विस्फोटक रासायनिक प्रक्रियाओं के मामले में होता है।
- इन सभी स्थितियों में, हम मानवीय गलतियों की संभावनाओं को पूरी तरह से खत्म करने के लिए पीएलसी का प्रभावी ढंग से उपयोग कर सकते हैं।

संक्षेप में, जहाँ भी अनुक्रमिक तर्क नियंत्रण और स्वचालन की आवश्यकता होती है, वहाँ इस कार्य को पूरा करने के लिए पीएलसी सबसे उपयुक्त होते हैं। इसमें साधारण इंटरलॉकिंग कार्यों से लेकर जटिल एनालॉग सिग्नल प्रोसेसिंग तक सब कुछ शामिल है।

हार्डवेयर (सीपीयू, विद्युत आपूर्ति, डिजिटल और एनालॉग आई/ओ)

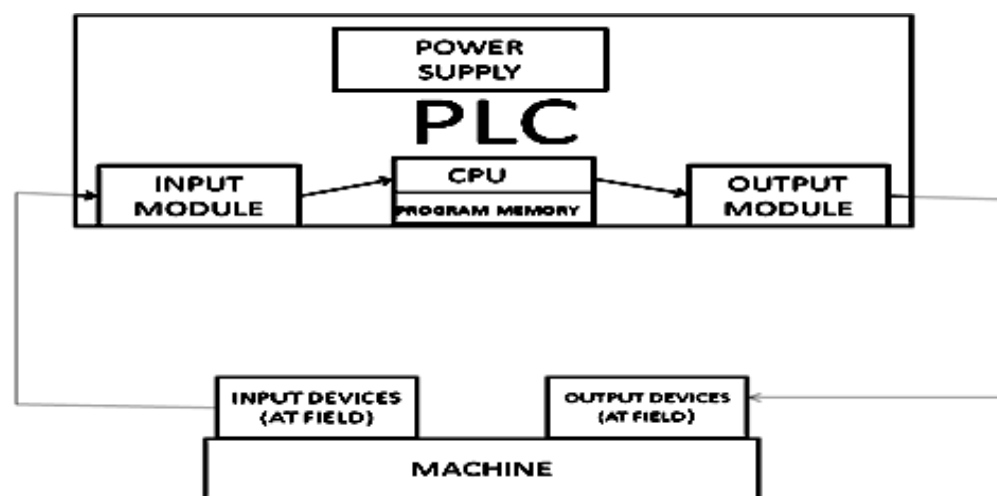
पीएलसी/डीसीएस का गठन कैसा है?

पीएलसी/डीसीएस मूल रूप से फील्ड इनपुट तत्वों (जैसे लिमिट स्विच, सेंसर, ट्रांसड्यूसर, पुश-बटन आदि) और अंतिम नियंत्रण तत्वों (जैसे एक्चुएटर, सोलनॉइड वाल्व, डैम्पर, ड्राइव, लाइट एमिटिंग डायोड (एलईडी), हूटर आदि) के बीच एक प्रोग्राम किया हुआ इंटरफ़ेस होता है।

यह इंटरफ़ेस को पीएलसी/डीसीएस कहलाता है और इसमें निम्नलिखित शामिल होते हैं:

1. इनपुट मॉड्यूल
2. प्रोसेसर और प्रोग्राम मेमोरी वाला सीपीयू
3. आउटपुट मॉड्यूल
4. पावर सप्लाय यूनिट

पीएलसी/डीसीएस का ब्लॉक आरेख



पीएलसी/डीसीएस का निर्माण करने वाले विभिन्न ब्लॉकों के कार्य

इनपुट मॉड्यूल

इनपुट मॉड्यूल, फील्ड कंट्रोल इनपुट और सीपीयू के बीच एक इंटरफ़ेस का कार्य करता है।

सेंसर, ट्रांसड्यूसर, लिमिट स्विच, पुश बटन आदि जैसे इनपुट डिवाइस से बनने वाले वोल्टेज या करंट सिग्नल, इनपुट मॉड्यूल के टर्मिनल पर लगाए जाते हैं।

इनपुट मॉड्यूल इस प्रकार से सहायता करता है:

यह फील्ड सिग्नल को पीएलसी द्वारा प्रोसेसिंग के लिए एक स्टैंडर्ड कंट्रोल सिग्नल में बदलता है। इनपुट मॉड्यूल से मिलने वाला स्टैंडर्ड कंट्रोल सिग्नल 5 वी या 9 वी हो सकता है, जबकि इससे मिलने वाला फील्ड सिग्नल 24 वी डीसी या 230 वी एसी हो सकता है।

यदि अपेक्षित हो, तो यह फील्ड सिग्नल को सीपीयू से अलग कर देता है। फील्ड से आने वाले इनपुट सिग्नल के प्रकृति के आधार पर, इनपुट मॉड्यूल हो सकता है

एनालॉग इनपुट मॉड्यूल

डिजिटल इनपुट मॉड्यूल

आम तौर पर एनालॉग करंट इनपुट मॉड्यूल 4-20 एमए 0-20 एमए होते हैं और एनालॉग वोल्टेज इनपुट मॉड्यूल 0 -50 एमवी, 0-500 एमवी और 0-10 वी होते हैं।

आम तौर पर डिजिटल इनपुट मॉड्यूल 24 वी डीसी, 115 वी एसी और 230 वी एसी होते हैं। (एक डिजिटल इनपुट आम तौर पर एक स्विच जैसा होता है और स्विच के ओपन/क्लोज्ड स्टेटस के आधार पर, सेंसिंग डिवाइस वोल्टेज या नो वोल्टेज कंडीशन का पता लगाता है, जो बदले में एक लॉजिकल 0 या 1, ऑन या ऑफ, या इसी तरह की तय स्टेट बनाता है। एक एनालॉग इनपुट एक मेज़रेबल इलेक्ट्रिकल सिग्नल होता है जिसकी एक तय रेंज होती है और यह एक सेंसर से बनता है। एनालॉग इनपुट, मेज़र की गई प्रॉपर्टी के हिसाब से एक तय तरीके से लगातार बदलता रहता है।)

सेंट्रल प्रोसेसिंग यूनिट

सेंट्रल प्रोसेसिंग यूनिट या सीपीयू में निम्नलिखित ब्लॉक होते हैं:

- अरिथमेटिक लॉजिक यूनिट (एएलयू)
- प्रोग्राम मेमोरी
- प्रोसेस इमेज मेमोरी (अर्थात सीपीयू की इंटरनल मेमोरी)

- इंटरनल टाइमर और काउंटर
- फ्लैग
- सीपीयू का दिल इसका माइक्रोप्रोसेसर/माइक्रो-कंट्रोलर चिप होता है।
- सीपीयू का कार्य पूरी तरह से 'यूजर प्रोग्राम मेमोरी' में स्टोर इंस्ट्रक्शन/प्रोग्राम से कंट्रोल होता है।
- यूजर प्रोग्राम सीपीयू के कार्य को डायरेक्ट और कंट्रोल करता है।
- यह प्रोग्राम यूजर कंट्रोल और ऑटोमेशन टास्क के लिए ज़रूरी कंट्रोल लॉजिक के आधार पर तैयार करता है।

आउटपुट मॉड्यूल:

- आउटपुट मॉड्यूल सीपीयू और फील्ड में मौजूद आउटपुट डिवाइस के बीच एक लिंक का कार्य करता है।
- फील्ड आउटपुट डिवाइस रिले, कॉन्टैक्टर, लैंप, एक्चुएटर, सोलनॉइड वाल्व आदि हो सकते हैं। ये डिवाइस असल में प्रोसेस को कंट्रोल करते हैं।
- आउटपुट मॉड्यूल सीपीयू से मिले आउटपुट सिग्नल को आउटपुट फील्ड डिवाइस के लिए सही वोल्टेज लेवल में बदलता है। सीपीयू से मिला वोल्टेज सिग्नल 5 वी या 9 वी हो सकता है, लेकिन आउटपुट मॉड्यूल इस वोल्टेज लेवल को 24 वी डीसी, या 115 वी एसी या 230 वी एसी आदि में बदल देता है।
- इस प्रकार, प्रोसेसर से सिग्नल मिलने पर आउटपुट मॉड्यूल वोल्टेज को संबंधित आउटपुट टर्मिनल पर स्विच कर देता है। इससे टर्मिनल से जुड़े एक्चुएटर (अर्थात कॉन्टैक्टर, रिले आदि) या इंडिकेटिंग लाइट आदि ऑन या ऑफ हो जाते हैं।
- इनपुट मॉड्यूल की तरह, एक आउटपुट मॉड्यूल एनालॉग या डिजिटल हो सकता है। आम तौर पर **एनालॉग आउटपुट मॉड्यूल** की रेटिंग 4 - 20 एमए या 0 -10 वी होती है और **डिजिटल आउटपुट मॉड्यूल** में 24 वी डीसी, 115 वी एसी, 230 वी एसी या रिले आउटपुट होता है।

(एक **डिजिटल आउटपुट** में आम तौर पर एक स्विच होता है (या तो रिले जैसा मैकेनिकल, या ट्रांजिस्टर या ट्रायैक जैसा इलेक्ट्रॉनिक) जो आउटपुट की बाइनरी स्थिति के आधार पर दो टर्मिनलों के बीच सर्किट को खोलता या बंद करता है। एक एनालॉग आउटपुट एक निर्धारित रेंज वाला एक नापा जा सकने वाला इलेक्ट्रिकल सिग्नल होता है जो एक कंट्रोलर से बनता है और एक कंट्रोल्ड डिवाइस, जैसे वेरिबल स्पीड ड्राइव या एक्चुएटर को भेजा जाता है।)

विद्युत आपूर्ति:

विद्युत आपूर्ति मॉड्यूल सीपीयू और सिस्टम के लिए ज़रूरी वोल्टेज बनाता है।

अतिरिक्त मॉड्यूल:

ऊपर बताए गए मॉड्यूल के अलावा, खास कामों के लिए अक्सर उपयोग होने वाले दूसरे मॉड्यूल इंटरफ़ेस मॉड्यूल, कम्युनिकेशन प्रोसेसर और इंटेलिजेंट पेरिफ़ेरी या फ़ंक्शन मॉड्यूल हैं।

पीएलसी/डीसीएस कैसे कार्य करता है?

1. सीपीयू की इंटरनल मेमोरी में इनपुट सिग्नल स्टेटस लाना

चूंकि फ़िल्ड सिग्नल इनपुट मॉड्यूल से जुड़े होते हैं, इसलिए इनपुट मॉड्यूल के आउटपुट पर सीपीयू के लिए आवश्यक वोल्टेज लेवल में बदला हुआ फ़िल्ड स्टेटस हमेशा उपलब्ध रहता है।

हर चक्र की शुरुआत में, सीपीयू इनपुट मॉड्यूल से सभी फ़िल्ड इनपुट सिग्नल लाता है और इनपुट सिग्नल की प्रोसेस इमेज के तौर पर अपनी इंटरनल मेमोरी में स्टोर करता है। सीपीयू की इस इंटरनल मेमोरी को पीआईआई कहा जाता है, जिसका अर्थ है प्रोसेस इमेज इनपुट।

प्रोग्रामेबल कंट्रोलर चक्रीय रूप से कार्य करता है, जिसका अर्थ है कि जब पूरा प्रोग्राम स्कैन हो जाता है, तो यह प्रोग्राम की शुरुआत में फिर से शुरू हो जाता है।

2. प्रोग्राम का प्रयोग करके सिग्नलों की प्रोसेसिंग:

एक बार जब फ़िल्ड इनपुट स्टेटस सीपीयू की इंटरनल मेमोरी में, अर्थात पीआईआई में आ जाता है, तो यूजर प्रोग्राम का कार्यकरण, एक-एक स्टेटमेंट करके शुरू हो जाता है। यूजर प्रोग्राम के आधार पर, सीपीयू पीआईआई से मिले डेटा पर लॉजिकल और अरिथमेटिक ऑपरेशन करता है।

3. प्रोसेसिंग के परिणामों को इंटरनल मेमोरी में स्टोर करना:

यूजर प्रोग्राम स्कैन के परिणाम फिर सीपीयू की इंटरनल मेमोरी में स्टोर किए जाते हैं। इस इंटरनल मेमोरी को प्रोसेस आउटपुट इमेज या पीआईक्यू कहा जाता है।

4. प्रोसेस आउटपुट इमेज को आउटपुट मॉड्यूल में भेजना:

प्रोग्राम रन के आखिर में, अर्थात स्कैनिंग साइकिल के आखिर में, सीपीयू प्रोसेस इमेज आउटपुट में मौजूद सिग्नल स्टेटस को आउटपुट मॉड्यूल में ट्रांसफर कर देता है, जो अंत में फ्रील्ड कंट्रोल या एक्चुएटर तक पहुँचते हैं।

पीएलसी/डीसीएस की प्रोग्रामिंग

पीएलसी/डीसीएस, कंप्यूटर की तरह ही, एक सॉफ्टवेयर-चालित उपकरण है। पीएलसी/डीसीएस को कैसे कार्य करना चाहिए, या मशीन या प्रोसेस को कैसे कंट्रोल करना चाहिए, यह यूजर 'यूजर प्रोग्राम' या 'एप्लिकेशन प्रोग्राम' के माध्यम से तय करता है।

प्रोसेस कंट्रोल की आवश्यकता के अनुसार, यूजर प्रोग्राम तैयार करता है, अर्थात 'इंस्ट्रक्शन लिखता है'। ये इंस्ट्रक्शन फिर सीपीयू की 'यूजर मेमोरी' या 'प्रोग्राम मेमोरी' में मशीन कोड के रूप में स्टोर किए जाते हैं।

सीपीयू इन निर्देशों को क्रम से पढ़ता है और इनपुट स्टेटस और प्रोग्राम इंस्ट्रक्शन को ध्यान में रखते हुए कंट्रोल एलिमेंट को ऑपरेट करता है। इस तरह, पीएलसी प्रोसेस को नियंत्रित करता है।

हम यूजर प्रोग्राम को नीचे दिए गए किसी भी रूप में लिख सकते हैं:

1. स्टेटमेंट लिस्ट (एसटीएल)
2. फ़ंक्शन ब्लॉक डायग्राम (एफबीडी)
3. लैडर डायग्राम (एलएडी)

पीएलसी/डीसीएस नेटवर्किंग के बुनियादी कॉन्सेप्ट

नेटवर्क में मौजूद कंप्यूटरों की तरह ही, पीएलसी/डीसीएस को भी एक नेटवर्क में जोड़ा जा सकता है। जब कई पीएलसी/डीसीएस को एक नेटवर्क में जोड़ा जाता है, ताकि वे किसी मिल या शॉप में प्रोसेस को कंट्रोल करने के लिए आपस में डेटा का आदान-प्रदान कर सकें, तो उन्हें पीएलसी/डीसीएस नेटवर्क में कहा जाता है। नेटवर्क में मौजूद हर पीएलसी/डीसीएस को एक 'नोड' कहा जाता है और उसे एक यूनिक नोड नंबर दिया जाता है।

अधिकांश पीएलसी/डीसीएस संचार, ईथरनेट या किसी खास नेटवर्क और प्रोटोकॉल के ज़रिए, ट्विस्टेड पेयर केबल या फ़ाइबर ऑप्टिक केबल का प्रयोग करके नेटवर्क से जोड़े जाते हैं।

अधिकांश पीएलसी/डीसीएस, होस्ट कंप्यूटर, प्रिंटर, टर्मिनल और दूसरे डिवाइस के साथ संचार को संभालने में सक्षम होते हैं।

फाइबर-ऑप्टिक संचार को अब ज़्यादा स्वीकार किया जा रहा है और इसका प्रयोग अधिक से अधिक इंस्टॉलेशन में हो रहा है। फाइबर-ऑप्टिक केबल, खराब पर्यावरणीय स्थितियों और इलेक्ट्रिकल शोर से लगभग पूरी तरह सुरक्षित रहती है। साथ ही, ये लिंक बहुत लंबी दूरी तक फैल सकते हैं और बहुत तेज़ गति से डेटा भेज सकते हैं। उदाहरण के लिए, कुछ लैन प्रणाली में, ये लिंक काफी तेज़ गति से डेटा भेज सकते हैं और बिना किसी रिपीटर की ज़रूरत के लंबी दूरी तय कर सकते हैं। जब रिपीटर का प्रयोग किया जाता है, तो लगभग असीमित दूरी तक पहुँचा जा सकता है।

पीएलसी/डीसीएस की संचार की बहुमुखी प्रतिभा को समझने के लिए, आइए विभिन्न प्रणालियों का वर्णन करने में प्रयोग होने वाले शब्दों को परिभाषित करें।

सीपीयू. इसका अर्थ "सेंट्रल प्रोसेसिंग यूनिट" है, जो असल में कंप्यूटर, पीएलसी या किसी अन्य स्मार्ट डिवाइस का वह हिस्सा होता है जहाँ अंकगणितीय और तार्किक ऑपरेशन किए जाते हैं और निर्देशों को डिकोड और निष्पादित किया जाता है।

आई/ओ. इसका अर्थ "इनपुट और आउटपुट" है; ये ऐसे मॉड्यूल होते हैं जो पीएलसी को डेटा (इनपुट) या पीएलसी से किसी बाहरी डिवाइस को सिग्नल (आउटपुट) भेजने का कार्य करते हैं।

केबीपीएस. इसका अर्थ "हज़ार बिट्स प्रति सेकंड" है, जो इलेक्ट्रॉनिक डेटा ट्रांसफर की गति को मापने की एक इकाई है। (किलो बिट्स प्रति सेकंड)

एमबीपीएस. इसका अर्थ "मिलियन बिट्स प्रति सेकंड" है। (मेगा बिट्स प्रति सेकंड)

नोड. इस शब्द का प्रयोग नेटवर्क में किसी भी एक स्थान या स्टेशन के लिए किया जाता है। हर नोड में एक ऐसा डिवाइस होता है जो नेटवर्क पर मौजूद बाकी सभी डिवाइस के साथ संचार कर सकता है।

प्रोटोकॉल. नेटवर्क प्रोटोकॉल यह तय करते हैं कि लैन (लोकल एरिया नेटवर्क) पर डेटा भेजने के लिए संदेशों को किस तरह व्यवस्थित और कोड किया जाएगा। इसके दो सामान्य प्रकार नीचे दिए गए हैं।

प्रोप्राइटी प्रोटोकॉल संदेशों को व्यवस्थित करने और कोड करने के ऐसे अनोखे तरीके होते हैं जिन्हें किसी खास वेंडर द्वारा सिर्फ अपने ही प्रोडक्ट के साथ प्रयोग करने के लिए विकसित किया जाता है।

ओपेन प्रोटोकॉल उद्योग के मानकों, जैसे टीसीपी/आईपी या आईएसओ/ओएसआई मॉडल पर आधारित होते हैं और इन्हें सार्वजनिक रूप से उपलब्ध कराया जाता है।

कई पीएलसी/डीसीएस वेंडर ऐसे प्रोप्राइटी नेटवर्किंग सिस्टम उपलब्ध कराते हैं जो अद्वितीय होते हैं और किसी दूसरे निर्माता के पीएलसी/डीसीएस के साथ संचार नहीं कर पाते हैं। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि हर निर्माता अलग-अलग संचार प्रोटोकॉल, कमांड सीक्वेंस, त्रुटि-जाँच के तरीके और संचार माध्यमों का प्रयोग करता है।

आरएस232. यह सीरियल संचार के लिए एक आईईईई मानक है, जो इलेक्ट्रॉनिक डेटा संचार के लिए खास वायरिंग कनेक्शन, वोल्टेज लेवल और दूसरे ऑपरेटिंग मापदंडों के बारे में बताता है।

सीरियल। यह एक इलेक्ट्रॉनिक डेटा ट्रांसफर स्कीम है, जिसमें जानकारी एक समय में एक बिट करके भेजी जाती है।

सीरियल पोर्ट। यह किसी डिवाइस पर संचार का वह एक्सेस पॉइंट है, जिसे सीरियल संचार के लिए सेट किया गया होता है।

क्या पीएलसी/डीसीएस अन्य डिवाइसों के साथ जुड़े हो सकते हैं?

पीएलसी/डीसीएस को कंप्यूटर या अन्य इंटेलिजेंट डिवाइसों के साथ भी जोड़ा जा सकता है। वास्तव में, छोटे से लेकर बड़े पीएलसी/डीसीएस तक अधिकांश सीधे कंप्यूटर से जुड़े जा सकते हैं या मल्टी-ड्रॉप होस्ट कंप्यूटर नेटवर्क का हिस्सा हो सकते हैं। कंप्यूटर और नियंत्रण के इस संयोजन से पीएलसी/डीसीएस की क्षमताएँ अधिकतम होती हैं, जैसे कि नियंत्रण और डेटा अधिग्रहण के लिए, और कंप्यूटर के लिए डेटा प्रोसेसिंग, डॉक्यूमेंटेशन और ऑपरेटर इंटरफेस।

पीएलसी/डीसीएस नेटवर्क में संदेश/डेटा का आदान-प्रदान

डेटा/संदेश पीएलसी/डीसीएस नेटवर्क पर आदान-प्रदान किए जाते हैं। एक लैन (लोकल एरिया नेटवर्क) का एक्सेस मेथड यह सुनिश्चित करता है कि नेटवर्क पर एक समय में केवल एक ही संदेश हो। दो प्रकार के सामान्य एक्सेस मेथड हैं:

- i) कोलिजन डिटेक्शन वह प्रक्रिया है जिसमें नोड्स नेटवर्क को "सुनते" हैं और तभी डेटा ट्रांसमिट करते हैं जब नेटवर्क पर कोई अन्य मैसेज मौजूद न हो। यदि दो नोड्स एक ही समय पर डेटा ट्रांसमिट करते हैं, तो कोलिजन (टकराव) का पता चल जाता है और दोनों नोड्स तब तक डेटा को दोबारा ट्रांसमिट करते रहते हैं जब तक कि उनके मैसेज सही तरीके से पहुँच नहीं जाते।
- ii) टोकन पासिंग की प्रक्रिया में, प्रत्येक नोड केवल तभी डेटा ट्रांसमिट कर सकता है जब उसके पास 'टोकन' नामक एक विशेष इलेक्ट्रॉनिक मैसेज मौजूद हो। यह टोकन एक नोड से दूसरे नोड तक पास किया जाता है, जिससे प्रत्येक नोड को बिना किसी रुकावट के डेटा ट्रांसमिट करने का अवसर मिलता है। आमतौर पर, टोकन के लिए एक समय सीमा निर्धारित होती है, ताकि कोई भी एक नोड लंबे समय तक टोकन को अपने पास रोककर न रख सके।

प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर (पीएलसी)

पीएलसी को शुरू में उन हार्डवेयर रिले लॉजिक, टाइमर और काउंटर की जगह लेने के लिए विकसित किया गया था जिनका उपयोग इलेक्ट्रिकल सर्किट में किया जाता था। किंतु, अत्यंत शक्तिशाली सीपीयू के विकास के साथ, प्रोसेस कंट्रोलर, रिकॉर्डर, अलार्म, प्रोसेस डायग्नोस्टिक्स आदि के सभी कार्य पीएलसी सिस्टम में जोड़ दिए गए; जिसके परिणामस्वरूप पीएलसी और डीसीएस सिस्टम के बीच का अंतर बहुत ही कम रह गया है।

डिस्ट्रिब्यूटेड कंट्रोल सिस्टम (डीसीएस)

डीसीएस को शुरू में प्रोसेस मॉनिटर, सिंगल लूप कंट्रोलर, प्रोसेस रिकॉर्डर, अलार्म एनाउंसिएटर आदि का स्थान लेने के लिए विकसित किया गया था।

एक डिस्ट्रिब्यूटेड कंट्रोल सिस्टम (डीसीएस) आमतौर पर किसी विनिर्माण प्रणाली, प्रक्रिया, या किसी भी प्रकार के डायनामिक सिस्टम के कंट्रोल सिस्टम को संदर्भित करता है। इस सिस्टम में, कंट्रोलर के तत्व किसी एक केंद्रीय स्थान (मस्तिष्क की तरह) पर स्थित न होकर, पूरे सिस्टम में फैले हुए होते हैं; और सिस्टम के प्रत्येक उप-घटक को एक या एक से अधिक कंट्रोलर द्वारा नियंत्रित किया जाता है। कंट्रोलर का यह संपूर्ण सिस्टम, आपस में संचार और निगरानी के लिए नेटवर्क के माध्यम से जुड़ा होता है। डीसीएस एक बहुत ही व्यापक शब्द है, जिसका उपयोग विभिन्न प्रकार के उद्योगों में, वितरित उपकरणों की निगरानी और उन्हें नियंत्रित करने के लिए किया जाता है।

डीसीएस में आमतौर पर कंट्रोलर के रूप में विशेष रूप से डिज़ाइन किए गए प्रोसेसर का उपयोग किया जाता है, और संचार के लिए यह विशिष्ट इंटरकनेक्शन तथा कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल, दोनों का ही प्रयोग करता है। इनपुट और आउटपुट मॉड्यूल, डीसीएस के ही घटक भाग होते हैं। प्रोसेसर, इनपुट मॉड्यूल से जानकारी प्राप्त करता है और आउटपुट मॉड्यूल को जानकारी भेजता है। इनपुट मॉड्यूल, प्रोसेसर (जिसे 'फील्ड' भी कहा जाता है) में लगे इनपुट उपकरणों से जानकारी प्राप्त करते हैं, और फील्ड में मौजूद आउटपुट उपकरणों को निर्देश प्रेषित करते हैं। फील्ड उपकरणों में प्रेशर ट्रांसमीटर, रेजिस्टेंस टेम्परेचर डिटेक्टर (आरटीडी), वाल्व, फ्लो मीटर आदि शामिल होते हैं।

कंप्यूटर बसें या इलेक्ट्रिकल बसें, मल्टीप्लेक्सर अथवा डी-मल्टीप्लेक्सर के माध्यम से प्रोसेसर और मॉड्यूल को आपस में जोड़ती हैं। ये बसें, वितरित कंट्रोलर को केंद्रीय कंट्रोलर से, और अंततः ह्यूमन-मशीन इंटरफेस (एचएमआई) या कंट्रोल कंसोल से भी जोड़ती हैं।

एक सामान्य डीसीएस में कार्यात्मक और/या भौगोलिक रूप से वितरित डिजिटल नियंत्रक होते हैं जो एक ही नियंत्रण बॉक्स में 1 से 256 या उससे अधिक विनियामक नियंत्रण लूप निष्पादित करने में सक्षम होते हैं। इनपुट/आउटपुट डिवाइस (आई/ओ) नियंत्रक के साथ एकीकृत हो सकते हैं या फील्ड नेटवर्क के माध्यम से दूरस्थ रूप से स्थित हो सकते हैं। आज के नियंत्रकों में व्यापक गणना क्षमताएं होती हैं और आनुपातिक, समेकित और व्युत्पन्न (पीआईडी) नियंत्रण के अलावा, वे सामान्यतः तर्क और अनुक्रमिक नियंत्रण भी कर सकते हैं।

डीसीएस में एक या अनेक वर्कस्टेशन हो सकते हैं और इन्हें वर्कस्टेशन पर या ऑफ़लाइन पर्सनल कंप्यूटर द्वारा कॉन्फ़िगर किया जा सकता है। स्थानीय संचार ट्विस्टेड पेयर, को एक्सीय या फाइबर ऑप्टिक केबल के माध्यम से संचरण करने वाले नियंत्रण नेटवर्क द्वारा नियंत्रित किया जाता है। अतिरिक्त गणना, डेटा संग्रह और रिपोर्टिंग क्षमता के लिए सिस्टम में एक सर्वर और/या एप्लिकेशन प्रोसेसर शामिल किया जा सकता है।

डीसीएस नियंत्रण कक्ष में ऑपरेटर या इंजीनियरिंग कंसोल से केंद्रीकृत कॉन्फ़िगरेशन की अनुमति देते हैं। आप प्रोग्रामिंग को ऑफ़लाइन बदल सकते हैं और परिवर्तन को प्रभावी होने के लिए सिस्टम को रीस्टार्ट किए बिना डाउनलोड कर सकते हैं।

एक सामान्य डीसीएस में एकीकृत निदान और मानक डिस्प्ले टेम्प्लेट होते हैं जो डेटाबेस में परिवर्तन होने पर स्वचालित रूप से विस्तारित/अपडेट हो जाते हैं। यह डेटाबेस सिस्टम का केंद्र बिंदु है। डीसीएस में उपयोगकर्ता के अनुकूल कॉन्फ़िगरेशन उपकरण होते हैं, जिनमें व्यवस्थित अंग्रेजी, नियंत्रण ब्लॉक लाइब्रेरी और एसएफसी (अनुक्रमिक फ़ंक्शन चार्ट) शामिल हैं। डीसीएस सिस्टम को विकसित करने में अधिक लचीलापन प्रदान करता है और

अतिरिक्त कार्यक्षमता जोड़ी जा सकती है, और अधिकांशतः मौजूदा कार्यशील सिस्टम को अपरिवर्तित छोड़ा जा सकता है।

पीएलसी का उपयोग वहां किया जाता है जहां संचालन की गति एक महत्वपूर्ण कारक है, जबकि डीसीएस का उपयोग एक निश्चित गति से एकल संयंत्र को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है, लेकिन यह अधिक जटिल लूप और बड़े इनपुट और आउटपुट को संभाल सकता है। डीसीएस का उपयोग वहां भी किया जाता है जहां उच्च स्तर की अतिरेक/सुरक्षा/दोष निदान सुविधाओं की आवश्यकता होती है।

एससीएडीए:

एससीएडीए का पूरा नाम सुपरवाइजरी कंट्रोल एंड डेटा एक्विजिशन है। एससीएडीए के मुख्य कार्य इस प्रकार हैं:

- करंट, वोल्टेज, आवृत्ति, पावर फील्ड, माइक्रोवेव, माइक्रोवेव वेलोसिटी, माइक्रोवेव वेलोसिटी आदि जैसे एनालॉग डेटा और सीबी ऑन/ऑफ, फॉल्ट ट्रिप रिले ऑपरेशन आदि जैसी डिजिटल स्थिति डेटा को रिमोट टर्मिनल यूनिट्स (आरटीयू) से मास्टर कंट्रोल स्टेशन तक पूरे नेटवर्क के लिए (एनालॉग मान और डिजिटल स्थिति) एकत्रित करना और आगे की निगरानी, नियंत्रण और विश्लेषण के लिए इन डेटा को स्थानांतरित करना। इन डेटा को एआई और डीआई डेटा कहा जाता है।
- दूरस्थ स्थानों पर स्थित मानवरहित सबस्टेशनों पर, आवश्यकतानुसार, डिजिटल आउटपुट (अर्थात् डीओ कमांड) जेनरेट करके विभिन्न सर्किट ब्रेकर्स को चालू/बंद करना।
- लोड संतुलन को सरल बनाना और सिस्टम की स्थिरता सुनिश्चित करना, जब सीपीपी अपनी पूरी उत्पादन क्षमता के साथ ग्रिड से अलग हो जाता है। यह कार्य मास्टर कंट्रोल स्टेशन पर मौजूद सर्वर में चल रहे एक खास प्रोग्राम के ज़रिए किया जाता है।

डीएस:

डीएस का अर्थ है डेटा एक्विजिशन सिस्टम। इसका कार्य वास्तविक समय आधार पर प्रोसेस की जानकारी एकत्र करना और उस जानकारी को प्रोसेस करने के बाद संयंत्र ऑपरेटरों, प्रोसेस इंजीनियरों, मेंटनेंस इंजीनियरों और संयंत्र प्रबंधकों को मनचाहे या उपयोगी फॉर्मेट में दिखाना है।

प्रक्रिया से जुड़े अलार्म और घटनाओं को टाइम स्टैम्पिंग के साथ रिकॉर्ड किया जाता है और ऑपरेटर को दिखाया जाता है, ताकि वे समय पर आवश्यक कदम उठा सकें। पेपरलेस रिकॉर्डर भी डेटा एक्विजिशन सिस्टम का ही एक छोटा रूप होते हैं। अधिकांश डीएस मॉडलों में कई तरह के गणितीय कार्य शामिल होते हैं, जैसे कि कुल योग, औसत निकालना, जोड़ना, गुणा करना आदि।

डीएस प्रणाली में इंस्ट्रुमेंटेशन से जुड़े अनेक कार्य भी शामिल होते हैं, जैसे कि नॉइज़ फिल्टरिंग, स्केलिंग, लीनियराइज़िंग, कम्पनसेशन, अलार्म सेटिंग आदि।

तथापि, डीएस में प्रोसेस कंट्रोल शामिल नहीं होता; बल्कि यह सिर्फ प्रोसेस के मानदंडों की निगरानी करने वाला सिस्टम है।

- **लेवल-2 ऑटोमेशन प्रणाली**

लेवल-2 ऑटोमेशन का प्रयोग जटिल प्रोसेस को सॉफ्टवेयर मॉडलिंग के आधार पर बेहतर बनाने के लिए किया जाता है।

लेवल-2 सिस्टम उत्पादन और प्रोसेस के लिए योजनाएँ और शेड्यूल भी तैयार करता है। लेवल-2 सिस्टम, लेवल-1 सिस्टम से सभी इनपुट लेता है और ऑपरेटर के साथ-साथ लेवल-1 सिस्टम के लिए भी आउटपुट और सेट पॉइंट तैयार करता है।

सॉफ्टवेयर मॉडल दो तरह के होते हैं, अर्थात:

- ऑफ़लाइन एडवाइज़री मॉडल - इस तरह के मॉडल में, लेवल-2 सिस्टम प्रोसेस को ट्यून करने के लिए की गई गणनाओं के आधार पर ऑपरेटर को सलाह देता है।
- ऑनलाइन मॉडल - ऑनलाइन मॉडल में, लेवल-2 सिस्टम मॉडल से मिली गणनाओं के आधार पर लेवल-1 कंट्रोलर के सेट पॉइंट में सीधे तौर पर बदलाव करता है।

सेल की इकाइयों में लगाए गए सामान्य पीएलसी/डीसीएस प्रणाली मेक:

1. सिमन्स
2. स्केनाइडर
3. एबीबी
4. जीई फानूक
5. रॉकवेल/एलेन ब्रेडले
6. एमर्सन

7. योकोगावा
8. हनीवेल
9. तोशीबा

अध्याय - 11

कंप्यूटर

11.1 कंप्यूटर का परिचय

- **डिजिटल कंप्यूटर** एक इलेक्ट्रॉनिक डिवाइस है जो बाइनरी संख्या प्रणाली (बेस-2) पर कार्य करता है, जिसमें मानों का प्रतिनिधित्व दो अंकों, 0 और 1 (जिसे बाइनरी डिजिट या बिट्स कहा जाता है) का उपयोग करके किया जाता है। सभी डिजिटल कंप्यूटर आंतरिक रूप से बाइनरी का उपयोग करते हैं क्योंकि इसे इलेक्ट्रॉनिक सर्किट्री में सरलता से लागू किया जा सकता है।
- **बिट** (बाइनरी डिजिट) कंप्यूटर में भंडारण की सबसे छोटी इकाई है। एक बाइट में 8 बिट्स होते हैं और यह आम तौर पर एक वर्ण का प्रतिनिधित्व करता है।
- कंप्यूटर डेटा भंडारण क्षमता को इस प्रकार व्यक्त किया जाता है: **किलोबाइट्स** (केबी = 1,024 बाइट्स), **मेगाबाइट्स** (एमबी), **गीगाबाइट्स** (जीबी), **टेराबाइट्स** (टीबी = 1,024 जीबी), और **पेटाबाइट्स** (पीबी = 1,024 TB) – यह आधुनिक भंडारण आवश्यकताओं में भारी वृद्धि को दर्शाता है।
- आधुनिक कंप्यूटर उच्च-आवृत्ति **क्लॉक** (0 और 1 की पल्स ट्रेन) का उपयोग प्रचालन को सिंक्रोनाइज़ करने के लिए करते हैं। क्लॉक गति गीगा जीएचजेड (गीगाहर्ट्ज) में मापी जाती है। वर्तमान मल्टी-कोर प्रोसेसर सामान्यतः प्रति कोर 3-5 जीएचजेड पर कार्य करते हैं, और कई कोर समानांतर निष्पादन की सुविधा देते हैं।
- कंप्यूटर **मल्टीमीडिया** डेटा को सपोर्ट करते हैं – टेक्स्ट, इमेज, ऑडियो, वीडियो, और इंटरैक्टिव कंटेंट। फॉर्म फैक्टर में अब डेस्कटॉप पीसी, लैपटॉप, टैबलेट, स्मार्टफोन और एंबेडेड कंप्यूटिंग डिवाइस शामिल हैं।

क) कंप्यूटर की परिभाषा

कंप्यूटर एक इलेक्ट्रॉनिक डिवाइस है जो:

- अपने स्वयं के मेमोरी यूनिट में संग्रहित निर्देशों के नियंत्रण में कार्य करता है
- विभिन्न इनपुट स्रोतों से डेटा स्वीकार करता है
- डेटा को उच्च गति से अंकगणितीय और तार्किक रूप से प्रोसेस करता है
- प्रोसेसिंग का आउटपुट उत्पन्न करता है और परिणामों को स्थायी या अस्थायी माध्यम में संग्रहित करता है

ख) प्रकार और वर्गीकरण

- **डेस्कटॉप / लैपटॉप (नोटबुक) पर्सनल कंप्यूटर** - कार्यालय और इंजीनियरिंग कार्य के लिए मानक कंप्यूटिंग डिवाइस। लैपटॉप में सभी घटक पोर्टेबल, बैटरी-समर्थित रूप में समेकित होते हैं।
- **टैबलेट / स्मार्टफोन** - टच-आधारित मोबाइल कंप्यूटिंग डिवाइस, एंड्रायड या आईओएस जैसे ऑपरेटिंग प्रणाली पर चलते हैं। इन्हें औद्योगिक वातावरण में फील्ड डेटा एंट्री, निगरानी और अनुमोदन के लिए बढ़ते उपयोग किया जा रहा है।
- **वर्कस्टेशन** - शक्तिशाली डेस्कटॉप कंप्यूटर, बड़ी हुई सीपीयू, जीपीयू और मेमोरी क्षमताओं के साथ, सीएडी/सीएम, सिमुलेशन, 3डी मॉडलिंग और डेटा एनालिटिक्स के लिए उपयोग किया जाता है।
- **सर्वर** - अन्य कंप्यूटरों को नेटवर्क के माध्यम से सेवाएं प्रदान करने के लिए अनुकूलित। इसके प्रकारों में डेटाबेस सर्वर, एप्लिकेशन सर्वर, वेब सर्वर, मेल सर्वर, फाइल सर्वर और वर्चुअलाइजेशन सर्वर शामिल हैं।
- **एज कंप्यूटिंग डिवाइस** - छोटे, रगड़ाइज्ड कंप्यूटर, उत्पादन प्रक्रिया के निकट (जैसे पीएलसी, सेंसर, और आईओटी गेटवे) पर लगाए जाते हैं ताकि डेटा स्थानीय रूप से प्रोसेस किया जा सके और लेटेंसी कम हो।
- **मेनफ्रेम** - उच्च-थ्रूपुट प्रणाली, बड़े संगठन द्वारा बड़े पैमाने पर लेन-देन प्रोसेसिंग (बैंकिंग, बीमा) के लिए उपयोग किया जाता है। मिशन-क्रिटिकल, उच्च-आयतन कार्यभार के लिए अभी भी प्रासंगिक है।
- **सुपरकंप्यूटर** - कई उच्च-प्रदर्शन प्रोसेसर समानांतर में कार्य करते हैं। भारत का परम सिद्धि - एआई (नेशनल सुपरकंप्यूटिंग मिशन के तहत निर्मित) एशिया में सबसे तेज़ में से एक है। सुपरकंप्यूटर मौसम पूर्वानुमान, सामग्री विज्ञान सिमुलेशन और एआई अनुसंधान के लिए उपयोग किए जाते हैं।

ग) कंप्यूटर की विशेषताएं और लाभ

- कंप्यूटर की मुख्य विशेषताएँ हैं गति, सटीकता, बहुमुखी प्रतिभा, स्वचालन और बिना थके दोहराए जाने वाले कार्यों को संभालने की क्षमता।

- कंप्यूटर ज्ञान अब सभी नौकरी भूमिकाओं में आवश्यक है। डिजिटल साक्षरता कर्मचारियों को तेजी से बदलते तकनीकी वातावरण में अद्यतन बनाए रखती है।
- कंप्यूटर का उपयोग करके प्रचालन डेटा का गहन विश्लेषण किया जा सकता है और समय पर, संसूचित निर्णय लिए जा सकते हैं। भविष्यवाणी विश्लेषण प्रोसेस विचलन को बढ़ने से पहले पहचान सकता है।
- **ईमेल, इंस्टेंट मैसेजिंग और वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग** ने कागज़ आधारित संचार को बदल दिया है, जिससे वैश्विक स्तर पर व्यावसायिक भागीदारों और सहयोगियों के साथ वास्तविक समय कनेक्टिविटी संभव हुई।
- कंप्यूटर अत्यधिक सटीक गणना और रिपोर्ट प्रदान करते हैं। कंप्यूटरीकृत वित्तीय विवरण और तकनीकी रिपोर्ट विश्वसनीय और सुसंगत होती हैं चाहे उसे किसी ने भी तैयार किया हो।
- कंप्यूटर द्वारा दोहराए जाने वाले कार्यों का ऑटोमेशन उच्च उत्पादकता, कम त्रुटियाँ, कम प्रचालन लागत और संगठन के लिए मापनीय लाभ देता है।

घ) कंप्यूटर की पीढ़ियाँ (जेनरेशन्स)

- **प्रथम पीढ़ी (1940-50 का दशक):** हजारों वैक्यूम ट्यूब (थर्मियोनिक वाल्व) का उपयोग। उदाहरण: ईएनआईएससी (1945, यूएसए) – पहला सामान्य-उद्देश्य इलेक्ट्रॉनिक कंप्यूटर। ये मशीनें बड़ी, अधिक ऊर्जा-खपत करने वाली और अविश्वसनीय थीं।
- **द्वितीय पीढ़ी (1950-60 के दशक के अंत में):** वैक्यूम ट्यूब को ट्रांजिस्टर द्वारा प्रतिस्थापित किया गया, जिससे कंप्यूटर छोटे, तेज़, सस्ते और अधिक विश्वसनीय हो गए। असेंबली भाषा और प्रारंभिक उच्च-स्तरीय भाषाओं का उद्भव हुआ।
- **तृतीय पीढ़ी (1960-70 का दशक):** इंटीग्रेटेड सर्किट्स (आईसी/माइक्रोचिप्स) की शुरुआत ने कंप्यूटिंग शक्ति बढ़ाई और आकार व लागत कम की। ऑपरेटिंग प्रणाली और टाइम-शेयरिंग की शुरुआत हुई।
- **चतुर्थ पीढ़ी (1970 के दशक - वर्तमान):** माइक्रोप्रोसेसर (इंटेल, 1971) का आविष्कार, जिसने पूरी सीपीयू को एक ही चिप पर रख दिया। इससे पर्सनल कंप्यूटर, लैपटॉप और घर तथा कार्यालय में पीसी का प्रभुत्व आया।

- **पांचवी पीढ़ी (उभरती हुई): एआई-ऑप्टिमाइज़्ड प्रोसेसर** (जीपीयू, एनपीयू, टीपीयू), क्वांटम कंप्यूटिंग रिसर्च, और न्यूरोमॉर्फिक चिप्स इसकी विशेषताएं हैं। ये सिस्टम मशीन लर्निंग, नेचुरल लैंग्वेज प्रोसेसिंग और स्वायत्त निर्णय लेने के लिए डिज़ाइन किए गए हैं।

ड.) स्टील इंडस्ट्री में कंप्यूटरों की पदानुक्रमित प्रणाली (लेवल I से IV)

एक सामान्य मैनुफैक्चरिंग डिजिटल कंट्रोल सिस्टम में निम्नलिखित लेवल होते हैं:

- **लेवल I** - प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर (पीएलसी), डिस्ट्रीब्यूटेड कंट्रोल सिस्टम (डीसीएस), और इंस्ट्रूमेंटेशन/एससीएडीए डेटा एक्विजिशन सिस्टम सीधे प्रोसेस कंट्रोल (जैसे, वाल्व चलाना, ड्राइव कंट्रोल, सेंसर रीडिंग) का कार्य करते हैं।
- **लेवल II** - सुपरवाइजरी मॉनिटरिंग और प्रोसेस कंट्रोल को बेहतर बनाना। सॉफ्टवेयर मॉडल रियल टाइम में प्रोसेस के पैरामीटर को बेहतर बनाते हैं (जैसे, ब्लास्ट फर्नेस बर्डन मॉडल, बीओएफ ऑक्सीजन ब्लोइंग मॉडल)। इसमें डिजिटल ट्विन एप्लिकेशन भी शामिल हैं।
- **लेवल III** - प्रोडक्शन प्लानिंग, एमईएस (मैनुफैक्चरिंग एग्जीक्यूशन सिस्टम), मेंटेनेंस मैनेजमेंट, और क्वालिटी मैनेजमेंट के लिए संयंत्र-लेवल सिस्टम। यह लेवल II और लेवल IV दोनों से जुड़ा होता है।
- **लेवल IV** - बिजनेस और फाइनेंशियल प्लानिंग के लिए कॉर्पोरेट सिस्टम। उदाहरण: एसएपी एस/4एचएएनए ईआरपी। यह पूरे एंटरप्राइज में फाइनेंस, एचआर, खरीद, बिक्री, और स्ट्रेटेजिक रिपोर्टिंग का मैनेजमेंट करता है।
- एक ही लेवल के कंप्यूटरों के बीच और आस-पास के लेवल के कंप्यूटरों के बीच संचार होता है। मॉडर्न आर्किटेक्चर में क्लाउड प्लेटफॉर्म भी इंटीग्रेट किए जाते हैं, ताकि संयंत्र की सीमाओं से बाहर भी एडवांस्ड एनालिटिक्स और रिपोर्टिंग तक पहुँचा जा सके।

11.2 हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर की अवधारणाएं

हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर को समझना

- **कंप्यूटर हार्डवेयर** में सभी फिजिकल कंपोनेंट शामिल होते हैं: इनपुट डिवाइस, सीपीयू, मेमोरी, आउटपुट डिवाइस, और स्टोरेज। हार्डवेयर मूर्त रूप होता है – इसे देखा और छुआ जा सकता है।

- **कंप्यूटर सॉफ्टवेयर** प्रोग्रामों का एक सेट होता है, जिसमें विस्तृत निर्देश होते हैं जो कंप्यूटर को बताते हैं कि उसे ठीक-ठीक क्या करना है। सॉफ्टवेयर को **सिस्टम सॉफ्टवेयर** (ओएस, ड्राइवर, यूटिलिटी) और **एप्लिकेशन सॉफ्टवेयर** (एमएस ऑफिस, ईआरपी, ब्राउज़र, प्रोसेस कंट्रोल एप्लिकेशन) के रूप में बांटा गया है।)

कंप्यूटर के भाग और उनके कार्य

सेंट्रल प्रोसेसिंग यूनिट (सीपीयू)

- सीपीयू प्रोग्राम के निर्देशों को कार्यान्वित करता है। आधुनिक सीपीयू **मल्टी-कोर आर्किटेक्चर** (डुअल-कोर, क्वाड-कोर, हेक्सा-कोर, ऑक्टा-कोर और उससे ऊपर) का प्रयोग करते हैं, जिससे एक ही समय में कई कार्यों को पैरेलल तरीके से किया जा सकता है।
- निर्देशों के प्रकारों में शामिल हैं: इनपुट/आउटपुट, अंकगणित, लॉजिक, ब्रांच, और कैरेक्टर मैनिपुलेशन। सीपीयू की **परफॉर्मेंस कोर की संख्या, क्लॉक स्पीड (जीएचजेड), और कैश के आकार** से तय होती है। एआरएम-आधारित प्रोसेसर (जो मोबाइल डिवाइस में और अब सर्वर में भी अधिक प्रयोग हो रहे हैं) प्रति वॉट ज़्यादा निष्पादन देते हैं।

मुख्य मेमोरी

- **रीड ओनली मेमोरी (आरओएम)** फर्मवेयर को हमेशा के लिए स्टोर करती है। बिजली बंद होने पर भी इसका डेटा सुरक्षित रहता है (नॉन-वोलाटाइल)। आधुनिक सिस्टम, पुराने बीआईओएस की जगह, फ़्लैश-आधारित आरओएम चिप्स में स्टोर किए गए **यूईएफआई फ़र्मवेयर** का इस्तेमाल करते हैं।

आरओएम (रोम) के प्रकार:

- **मास्क प्रोग्राम्ड रोम (एमपीरोम)** - फैक्टरी में प्रोग्राम किया जाता है; इसे बदला नहीं जा सकता।
- **पीरोम (प्रोग्रामेबल रोम)** - विशेष हार्डवेयर का इस्तेमाल करके, यूज़र इसे एक बार प्रोग्राम कर सकता है।
- **ईपीरोम** - अल्ट्रावायॉलेट लाइट का इस्तेमाल करके इसे मिटाया और दोबारा प्रोग्राम किया जा सकता है।

- **ईईपीरोम/ फ्लैश रोम** - इसे विद्युत से मिटाया और सिस्टम के अंदर ही दोबारा प्रोग्राम किया जा सकता है। इसका इस्तेमाल पेन ड्राइव, एसएसडी और बीआईओएस/यूईएफआई चिप्स में होता है।
- **रैंडम एक्सेस मेमोरी (आरएएम)** एक वोलाटाइल वर्किंग मेमोरी है – जब विद्युत चली जाती है, तो इसमें मौजूद डेटा भी खत्म हो जाता है। इसमें ऑपरेटिंग सिस्टम, चालू एप्लिकेशन और प्रोसेस हो रहा डेटा स्टोर रहता है। आम तौर पर, आधुनिक पीसी में **8 जीबी से 64 जीबी** तक रैम होती है।

आरएएम (रैम) के प्रकार:

- **एसआरएएम (स्टैटिक रैम)** - जब तक पावर मिलती रहती है, डेटा को बनाए रखता है; बहुत तेज़ होता है; सीपीयू कैश मेमोरी में इस्तेमाल होता है।
- **डीआरएएम (डायनेमिक रैम)** - इसे समय-समय पर रिफ्रेश करने की ज़रूरत होती है; मुख्य मेमोरी के तौर पर इस्तेमाल होता है; एसआरएएम से धीमा होता है, लेकिन इसकी डेंसिटी ज़्यादा होती है।
- **डीडीआर4 एसडीरैम** - मौजूदा मुख्य स्टैंडर्ड है, जो 2133-3200 एमटी/एस की स्पीड से चलता है। यह क्लॉक के बढ़ते और गिरते, दोनों किनारों पर डेटा ट्रांसफर करता है।
- **डीडीआर5 एसडीरैम** - सबसे नया स्टैंडर्ड है, जो डीडीआर4 के मुकाबले दोगुनी बैंडविड्थ (6400 एमटी/एस तक), कम पावर की खपत, और प्रति माँड्यूल ज़्यादा क्षमता देता है – अब यह नई पीढ़ी के सर्वर और वर्कस्टेशन में एक स्टैंडर्ड बन गया है।

सेकेंडरी स्टोरेज

- **सॉलिड स्टेट ड्राइव (एसएसडी)** आज के कंप्यूटरों में डेटा स्टोर करने का मुख्य माध्यम हैं। एनएएनडी फ्लैश मेमोरी का इस्तेमाल करने वाली एसएसडी में कोई भी घूमने वाला पुर्जा नहीं होता, इसलिए ये एचडीडी के मुकाबले कहीं ज़्यादा तेज़ रीड/राइट स्पीड (500 एमबी/एस से लेकर एनवीएमई एसएसडी के लिए 7,000 एमबी/एस से भी ज़्यादा), कम पावर की खपत, और ज़्यादा टिकाऊपन देती हैं।
- **हार्ड डिस्क ड्राइव (एचडीडी)** में एक घूमने वाली धुरी पर लगी चुंबकीय प्लेटों का इस्तेमाल होता है, जिन पर गोल ट्रैक में रीड/राइट हेड लगे होते हैं। इनकी क्षमता

अब 1 टीबी से लेकर 20+ टीबी तक होती है। ज़्यादा क्षमता वाले आर्काइव और बैकअप स्टोरेज के लिए एचडीडी आज भी किफ़ायती विकल्प बने हुए हैं।

- **नेटवर्क से जुड़ी स्टोरेज (एनएस) / स्टोरेज एरिया नेटवर्क (एसएन)** एक सेंट्रलाइज़्ड और हमेशा उपलब्ध रहने वाला स्टोरेज देते हैं, जिसे किसी नेटवर्क के ज़रिए एक्सेस किया जा सकता है – साझा फ़ाइल स्टोरेज और डेटाबेस वॉल्यूम के लिए एंटरप्राइज़ डेटा सेंटर में यह एक स्टैंडर्ड है।
- **क्लाउड स्टोरेज** (जैसे, माइक्रोसॉफ़्ट एज्यूर ब्लाब स्टोरेज, एडब्लूएस एस3) डेटा को दूर स्थित सर्वर पर स्टोर करता है, जिसे इंटरनेट या प्राइवेट वैन के ज़रिए एक्सेस किया जा सकता है। यह बैकअप, आर्काइव, और साझा दस्तावेज़ों के प्रबंधन के लिए एक ऐसा स्टोरेज देता है, जिसकी क्षमता को ज़रूरत के हिसाब से बढ़ाया-घटाया जा सकता है और जो भौगोलिक रूप से कई जगहों पर सुरक्षित रहता है।
- **पैन ड्राइव्स (यूएसबी फ़्लैश ड्राइव्स)** में यूएसबी कनेक्टर के साथ जुड़ी हुई फ़्लैश मेमोरी का इस्तेमाल होता है। इसके नए वर्शन तेज़ डेटा ट्रांसफ़र के लिए **यूएसबी 3.1/3.2 और यूएसबी-सी** को सपोर्ट करते हैं। पोर्टेबल डेटा ट्रांसफ़र के लिए इनका इस्तेमाल आज भी बड़े पैमाने पर किया जाता है।
- **ऑप्टिकल मीडिया (सीडी/डीवीडी)** का इस्तेमाल अब सामान्य कार्यों के लिए लगभग बंद हो चुका है, लेकिन पुराने डेटा या सॉफ़्टवेयर के वितरण के लिए इनका प्रयोग आज भी देखने को मिल सकता है।

इनपुट डिवाइस

- इनपुट डिवाइस कंप्यूटर में डेटा डालते हैं। सामान्य उदाहरण: **कीबोर्ड, माउस, टचपैड, टचस्क्रीन, बारकोड/क्यूआर स्कैनर, बायोमेट्रिक रीडर** (फिंगरप्रिंट, चेहरे की पहचान), **वेबकैम, माइक्रोफ़ोन, और डिजिटाइज़र/ग्राफ़िक्स टैबलेट**।
- औद्योगिक वातावरण में, **आरएफआईडी रीडर, बारकोड स्कैनर, मज़बूत हैंडहेल्ड टर्मिनल, और आईओटी सेंसर** स्वचालित इनपुट डिवाइस के रूप में कार्य करते हैं, जो बिना किसी मैन्युअल एंट्री के प्रोसेस डेटा को सीधे संयंत्र कंप्यूटर के सिस्टम में भेजते हैं।
- डिजिटल असिस्टेंट और स्पीच-टू-टेक्स्ट इंजन के ज़रिए **वॉइस इनपुट** का इस्तेमाल शॉप-फ़्लोर और फ़िल्ड एप्लीकेशन में हैंड्स-फ्री डेटा एंट्री के लिए तेज़ी से बढ़ रहा है।

आउटपुट डिवाइस

- आउटपुट डिवाइस प्रोसेस किए गए डेटा को उपयोगकर्ता के सामने प्रस्तुत करते हैं।
उदाहरण: **मॉनिटर, प्रिंटर, स्पीकर, प्रोजेक्टर, प्लॉटर, और औद्योगिक डिस्प्ले पैनल।**
- आधुनिक मॉनिटर **एलईडी-बैकलिट एलसीडी** या **ओएलईडी** तकनीक का इस्तेमाल करते हैं। ये पुराने सीआरटी और शुरुआती टीएफटी डिस्प्ले की तुलना में ज़्यादा रिज़ॉल्यूशन (फुल एचडी 1920×1080, 4के 3840×2160), रंगों की ज़्यादा विस्तृत रेंज, और कम बिजली की खपत देते हैं।
- प्रिंटर के प्रकारों में **लेज़र** (तेज़, ज़्यादा मात्रा में मोनोक्रोम/रंगीन प्रिंटिंग के लिए किफ़ायती), **इंकजेट** (उच्च-गुणवत्ता वाला रंगीन आउटपुट), और **मल्टीफ़ंक्शन प्रिंटर** (प्रिंट/स्कैन/कॉपी/ईमेल) शामिल हैं। नेटवर्क प्रिंटर अलग-अलग विभागों में साझा पहुँच की सुविधा देते हैं।
- **डिवाइस ड्राइवर** एक सॉफ़्टवेयर है जो ऑपरेटिंग सिस्टम को किसी हार्डवेयर पेरिफेरल के साथ संवाद करने में सक्षम बनाता है। आधुनिक ऑपरेटिंग सिस्टम (विंडोज 11, लाइनक्स) ऑनलाइन रिपॉजिटरी के माध्यम से अधिकांश मानक डिवाइसों के लिए ड्राइवों का अपने आप पता लगा लेते हैं और उन्हें इंस्टॉल कर देते हैं।

डिजिटल कंप्यूटर डेटा का निरूपण

- **इंटीजर डेटा** (पूर्ण संख्याएँ) 4-बाइट (32-बिट) या 8-बाइट (64-बिट) के ब्लॉक में संग्रहीत किया जाता है। 64-बिट कंप्यूटिंग, जो अब हर जगह इस्तेमाल होती है, 32-बिट सिस्टम की तुलना में कहीं अधिक बड़ी संख्याओं और मेमोरी एड्रेसिंग का समर्थन करती है।
- **फ़्लोटिंग-पॉइंट (वास्तविक) संख्याएँ** 4-बाइट (सिंगल प्रिसिजन) या 8-बाइट (डबल प्रिसिजन) के ब्लॉक में संग्रहीत की जाती हैं, जिन्हें आईईईई 754 मानक के अनुसार मेंटीसा और एक्सपोनेंट में विभाजित किया जाता है।
- अक्षर डेटा को बुनियादी अंग्रेज़ी अक्षरों के लिए एससीआईआई और बहुभाषी टेक्स्ट के लिए यूनिकोड (यूटीएफ-8/यूटीएफ-16) का उपयोग करके संग्रहीत किया जाता है – जिससे एक ही एकीकृत एन्कोडिंग मानक में हिंदी, तमिल, चीनी, अरबी, और दुनिया की सभी लिपियों के लिए समर्थन सक्षम होता है।

11.3 इस्पात उद्योग में कंप्यूटर के अनुप्रयोग

कुछ प्रमुख कंप्यूटरीकृत प्रकार्य नीचे सूचीबद्ध किए गए हैं :

वित्त और लेखांकन

- बिल और क्लेम प्रोसेसिंग, स्टोर्स और बिक्री लेखांकन
- स्टॉक और परिसंपत्ति प्रबंधन, पेट्रोल प्रोसेसिंग, बजटिंग और नियंत्रण
- ईआरपी के माध्यम से वास्तविक समय वित्तीय डैशबोर्ड और प्रबंधन रिपोर्टिंग

सामग्री प्रबंधन

- आइटम मास्टर और वेंडर मास्टर प्रबंधन; ई-टेंडरिंग और ऑनलाइन खरीद
- रसीद, भंडारण, जारी करना, इन्वेंटरी ट्रैकिंग बारकोड/आरएफआईडी एकीकरण के साथ
- आपूर्तिकर्ता संबंध प्रबंधन (एसआरएम) वेंडर प्रदर्शन मूल्यांकन के लिए

मानव संसाधन

- कर्मचारी मास्टर, रिपोर्टिंग संबंध, नामांकन प्रबंधन
- भर्ती, पदोन्नति, स्थानांतरण, विभाजन और निष्पादन प्रबंधन प्रणाली
- सेल्फ-सर्विस एचआर पोर्टल्स, कर्मचारियों को पेस्लिप एक्सेस करने, छुट्टी आवेदन करने और जानकारी ऑनलाइन अपडेट करने को संभव बनाते हैं

प्रोसेस नियंत्रण एप्लिकेशन

- न्यूनतम ऊर्जा उपयोग, अधिकतम कोक उत्पादन, और गुणवत्ता नियंत्रण के लिए कोक ओवन प्रचालन का अनुकूलन:
- सिंटर संयंत्र प्रचालन के लिए नमी, चार्ज स्तर, संरचना और ईंधन अनुकूलन
- ब्लास्ट फर्नेस के लिए हीट और मास बैलेंस अनुकूलन, स्टोव शेड्यूलिंग, और बर्डन वितरण मॉडल
- बीओएफ इस्पात निर्माण में ऑक्सीजन ब्लोइंग प्रोफाइल, फ्लक्स जोड़ने, और स्लैग संरचना का पूर्वानुमान
- सतत कैस्टर में सेकेंडरी कूलिंग नियंत्रण, कट-लेंथ अनुकूलन, और स्लैब ट्रैकिंग
- रिहिटिंग फर्नेस नियंत्रण, मिल सेटअप कैलकुलेशन, गेज नियंत्रण, चौड़ाई नियंत्रण और रोलिंग मिल में इन-प्रोसेस मटेरियल ट्रैकिंग

उद्योग 4.0 और आईओटी एप्लीकेशंस

- **कंडीशन निगरानी प्रणाली (सीएमएस)** वाइब्रेशन सेंसर, थर्मल कैमरा, और ध्वनिक सेंसर के माध्यम से – महत्वपूर्ण उपकरणों के लिए भविष्यसूचक रखरखाव, अनियोजित डाउनटाइम को कम करना।
- **आईओटी - कनेक्टेड सेंसर** उत्पादन इकाइयों में रियल-टाइम डेटा केंद्रीय प्लेटफॉर्म में भेजते हैं, जिससे रिमोट निगरानी, एनॉमली डिटेक्शन और ऑटोमेटेड अलर्ट सक्षम होते हैं।
- **कृत्रिम बुद्धिमत्ता/मशीन लर्निंग** मॉडल गुणवत्ता पूर्वानुमान, यील्ड अनुकूलन, ऊर्जा बेंचमार्किंग और प्रोसेस एनॉमली डिटेक्शन के लिए लेवल-2 और लेवल-3 पर तैनात किए जाते हैं।
- **एकीकृत संयंत्र दृश्य (यूपीवी)** डीसीएस, पीएलसी, लेवल-1, और लेवल-2 प्रणाली से डेटा को एकल वेब-आधारित डैशबोर्ड में समेकित करता है, जिसे पूरे संयंत्र और मोबाइल उपकरणों पर एक्सेस किया जा सकता है।

ईआरपी के माध्यम से एप्लिकेशन इंटीग्रेशन

- **उद्यम संसाधन योजना (ईआरपी)** एक सॉफ्टवेयर प्रणाली है, जो ओपन इंडस्ट्री स्टैंडर्ड पर आधारित, केंद्रीकृत रूप से तैनात और वैश्विक रूप से एक्सेस किया जाता है, डिज़ाइन किया गया है ताकि डेटा डुप्लीकेशन को समाप्त किया जा सके और सभी बिज़नेस फंक्शंस को समेकित किया जा सके।
- ईआरपी सभी एंटरप्राइज जानकारी की सभी आवश्यकताओं को प्रोसेस व्यू के साथ संबोधित करता है, वित्त, एचआर, खरीद, उत्पादन, बिक्री, गुणवत्ता और रखरखाव को समेकित प्लेटफॉर्म में जोड़ता है।
- **एसएपी एस/4एचएएनए** वर्तमान पीढ़ी का ईआरपी है जिसे सेल ने अपनाया है, यह इन-मेमोरी डेटाबेस (एचएएनए) पर चलता है, वास्तविक समय विश्लेषण और ट्रांजेक्शन प्रोसेसिंग के लिए और पहले के एसएपी ईसीसी 6.0 की तुलना में तेज़ प्रदर्शन प्रदान करता है।
- ईआरपी के साथ, **बिज़नेस प्रोसेस री-इंजीनियरिंग** गैर-मूल्य-आवर्धन प्रोसेसेस को समाप्त करती है और वर्कफ़्लो को ऑटोमेट करती है। इसके लाभों में शामिल हैं:

बेस्ट-प्रेक्टिस समाधान, एंटरप्राइज-व्यापी सूचना साझा करना, बेहतर सप्लायर/कस्टमर इंटरैक्शन और उन्नत लाभप्रदता।

11.4 ऑपरेटिंग प्रणाली और कंप्यूटर आर्किटेक्चर

- **ऑपरेटिंग प्रणाली (ओएस)** हार्डवेयर संसाधनों का प्रबंधन करता है और उपयोगकर्ताओं और एप्लिकेशन के लिए इंटरफ़ेस प्रदान करता है। यह मेमोरी प्रबंधन, प्रोसेस शेड्यूलिंग, फाइल प्रबंधन, डिवाइस I/O और नेटवर्किंग करता है।
- अधिकांश ओएस **प्री-एम्प्टिव मल्टीटास्किंग** का उपयोग करते हैं, प्राथमिकता के आधार पर समानांतर प्रोसेसों में सीपीयू समय आवंटित करते हैं। आधुनिक ओएस कर्नेल कई कोर में सैकड़ों समानांतर थ्रेड का समर्थन करते हैं।
- **सामान्य ऑपरेटिंग प्रणाली: माइक्रोसॉफ्ट विंडोज 11** (एंटरप्राइज डेस्कटॉप में प्रमुख), **लाइनक्स** (आरएचईएल, उबंटू, सेंटओएस – सर्वर और औद्योगिक प्रणाली में व्यापक उपयोग), **मैकोस** (एप्पल वर्कस्टेशन), और **एंड्रॉयड/आईओएस** (मोबाइल और टैबलेट डिवाइस)।

होस्ट केन्द्रित, 2-टायर, 3-टायर, और क्लाउड आर्किटेक्चर

- **होस्ट - केन्द्रित (लिगेसी):** ऑपरेटर इंटरफेस के लिए डम्ब टर्मिनल के साथ प्रोग्राम सेंट्रल सर्वर पर स्टोर होते हैं। उदाहरण: सन-सोलरिस सर्वर ओरेकल आरडीबीएमएस और टेक्स्ट-आधारित फॉर्म्स के साथ। ये प्रणाली अब अधिकांशतः बदल दिए गए हैं किंतु पुराने संयंत्र में अभी भी हो सकते हैं।
- **2-टायर (क्लाइंट - सर्वर):** सर्वर और क्लाइंट पीसी लैन पर इंटरैक्ट करते हैं। क्लाइंट स्थानीय रूप से एप्लिकेशन लॉजिक चलाता है। उदाहरण: एससीएडीए प्रणाली, जहां ऑपरेटर वर्कस्टेशन सीधे प्रोसेस डेटाबेस सर्वर से क्वेरी करते हैं।
- **3-टायर (वेब - आधारित):** एप्लिकेशन सर्वर, डेटाबेस सर्वर, और क्लाइंट (वेब ब्राउज़र) अलग-अलग टियर होते हैं। ब्राउज़र यूआरएल के माध्यम से एप्लिकेशन तक पहुँचता है। अधिकांश आधुनिक संयंत्र-स्तरीय पोर्टल, डैशबोर्ड और ईआरपी थिन क्लाइंट इस मॉडल का उपयोग करते हैं।
- **क्लाउड/हाइब्रिड आर्किटेक्चर :** एप्लिकेशन और डेटा क्लाउड डेटा सेंटर (माइक्रोसॉफ्ट एज्यूर, एडब्लूएस, गूगल क्लाउड) में होस्ट होते हैं और सुरक्षित इंटरनेट या वैन लिंक के माध्यम से एक्सेस किए जाते हैं। हाइब्रिड क्लाउड ऑन-प्रीमाइसेस संयंत्र

प्रणाली को एनालिटिक्स, एआई और डिजास्टर रिकवरी के लिए क्लाउड सर्विस के साथ जोड़ता है। इसे लगातार बढ़ते हुए ईआरपी, सहयोगी टूल और डेटा लेक्स के लिए अपनाया जा रहा है।

ऑनलाइन, ऑफलाइन, और रियल-टाइम प्रोसेसिंग

- **बैच (ऑफलाइन) जॉब्स:** पहले से कॉन्फ़िगर किए गए कार्य बिना किसी मानवीय हस्तक्षेप के पूरे होते हैं, जिसमें सभी इनपुट पहले से चुने हुए होते हैं। उदाहरण: वेतन पर्ची बनाना, मासिक एमआईएस रिपोर्ट तैयार करना, डेटा अभिलेख के कार्य।
- **ऑनलाइन (इंटरैक्टिव) कार्य:** उपयोगकर्ता से वास्तविक समय में इनपुट मांगते हैं। उदाहरण: वित्तीय लेन-देन, मांग प्रणाली, रेलवे आरक्षण, छुट्टी के आवेदन।
- **वास्तविक-समय प्रोसेसिंग:** सिस्टम की सही कार्यप्रणाली न केवल तार्किक सटीकता पर, बल्कि समय पर भी निर्भर करती है – परिणाम निर्धारित समय सीमा के भीतर ही आने चाहिए। उदाहरण: कास्टर में अनुकूलित कट-लेंथ सेट पॉइंट डाउनलोड करना, डायनामिक रीहीटिंग फर्नेस सेट पॉइंट, स्वचालित मिल गेज नियंत्रण।
- इस्पात संयंत्र में औद्योगिक प्रणालियाँ इन तीनों प्रकार की प्रोसेसिंग का मिश्रण उपयोग करती हैं, जिन्हें अक्सर एमआईएस और लेवल-2 स्वचालन प्रणालियों के माध्यम से एकीकृत किया जाता है।

बूट प्रक्रिया और शटडाउन

- **बूटस्ट्रैपिंग (कोल्ड बूट):** जब कोई कंप्यूटर चालू किया जाता है, तो वह आरओएम से फर्मवेयर (यूईएफआई) को सक्रिय करता है। चरण: (1) पीओएसटी (पावर-ऑन सेल्फ टेस्ट), (2) बूट डिवाइस की पहचान करना और ओएस बूटलोडर लोड करना, (3) हार्डवेयर, फ़ाइल सिस्टम की जाँच, और नेटवर्क इंटरफ़ेस को आरम्भ करना, और (4) ओएस लॉगिन स्क्रीन प्रदर्शित करना।
- **उचित शटडाउन:** कंप्यूटर को हमेशा ओएस के शटडाउन कमांड का उपयोग करके ही बंद किया जाना चाहिए। यह चल रही प्रक्रियाओं को रोकता है, फ़ाइल सिस्टम बफ़र्स को खाली करता है, और लंबित डेटा को डिस्क पर सुरक्षित रूप से लिखता है। अचानक बिजली बंद करने से डेटा खराब होने और फ़ाइल सिस्टम में विसंगति आने का खतरा रहता है।

11.5 कंप्यूटर भाषा और एप्लीकेशन सॉफ्टवेयर

प्रोग्रामिंग की अवधारणाएँ

- किसी समस्या को हल करने के लिए, सबसे पहले एक **एल्गोरिदम** – सटीक निर्देशों का एक सीमित क्रम – तैयार किया जाना चाहिए। प्रोग्रामिंग भाषा में कोड लिखने से पहले, एल्गोरिदम को अक्सर ग्राफ़िक रूप में **फ्लोचार्ट** या **स्यूडोकोड** के रूप में व्यक्त किया जाता है।
- एक **उच्च-स्तरीय प्रोग्रामिंग भाषा**, एल्गोरिदम को व्यक्त करने के लिए उपयोग की जाने वाली एक मानवीय-पठनीय संकेतन प्रणाली है। कंपाइलर या इंटरप्रेटर, उच्च-स्तरीय कोड को मशीन द्वारा निष्पादित किए जा सकने वाले बाइनरी निर्देशों में अनुवादित करता है।

प्रोग्राम विकास जीवनचक्र

- डिज़ाइन शुरू करने से पहले उपयोगकर्ता की आवश्यकताओं का गहन विश्लेषण करें।
- समाधान की वास्तुकला, डेटा मॉडल, और सॉफ्टवेयर फ्रेमवर्क का डिज़ाइन तैयार करें।
- संस्करण नियंत्रण (जैसे, गिट) का उपयोग करते हुए डेटाबेस संरचनाएँ और प्रोग्राम कोड विकसित करें।
- गुणवत्ता की जाँच करें – यूनिट टेस्टिंग, एकीकरण टेस्टिंग, और उपयोगकर्ता स्वीकृति टेस्टिंग (यूएटी)
- समाधान को लागू करें; लागू करने के बाद समीक्षा और सुधार करना
- लगातार सुधार, परफॉर्मंस की निगरानी, और सहायक रखरखाव

हाई-लेवल कंप्यूटर भाषाओं के उदाहरण

- **पायथन** – अब डेटा एनालिटिक्स, मशीन लर्निंग, वैज्ञानिक कंप्यूटिंग, और ऑटोमेशन स्क्रिप्ट के लिए सबसे ज़्यादा इस्तेमाल की जाने वाली भाषा है। एआई/एमएल और इंडस्ट्री 4.0 एप्लिकेशन्स में इसका बड़े पैमाने पर इस्तेमाल होता है।

- **सी / सी++** – सिस्टम प्रोग्रामिंग, एम्बेडेड सिस्टम, रियल-टाइम प्रोसेस कंट्रोल (लेवल-1/लेवल-2 ऑटोमेशन), और परफॉर्मंस के लिहाज़ से अहम एप्लिकेशन्स के लिए इस्तेमाल की जाती है।
- **जावा / सी#** – एंटरप्राइज़ एप्लिकेशन डेवलपमेंट, ईआरपी मॉड्यूल, और वेब एप्लिकेशन बैकएंड के लिए इस्तेमाल की जाती है। जावा प्लेटफॉर्म-इंडिपेंडेंट है; सी# माइक्रोसॉफ्ट टेक्नोलॉजी स्टैक में अधिक प्रचलित है।
- **फोर्ट्रान** – यह एक पुरानी भाषा है जिसका इस्तेमाल अभी भी स्टील प्रोसेस मॉडल में न्यूमेरिकल/वैज्ञानिक गणना मॉड्यूल में किया जाता है।
- **जावा स्क्रिप्ट/ टाईप स्क्रिप्ट** – वेब फ्रंट-एंड डेवलपमेंट के लिए और अब सर्वर-साइड (नोड.जेएस) एप्लिकेशन्स के लिए भी मुख्य भाषाएँ हैं। इनका प्रयोग प्लांट डैशबोर्ड और वेब पोर्टल में किया जाता है।
- **एसक्यूएल (स्ट्रक्चर्ड क्वेरी भाषा)** – रिलेशनल डेटाबेस ऑपरेशन्स के लिए एक यूनिवर्सल भाषा है: टेबल बनाना, चुनना, प्रविष्टि, अपडेट करना, हटाना। इसका प्रयोग सभी डेटाबेस प्लेटफॉर्म (ओरेकल, एसक्यूएल, सर्वर, माईएसक्यूएल, पोस्टग्रे एसक्यूएल) पर किया जाता है।
- आधुनिक डेवलपमेंट में **डेवओपीएस प्रक्रियाओं** का इस्तेमाल होता है – जिसमें डेवलपमेंट और ऑपरेशन्स को ऑटोमेटेड टेस्टिंग, लगातार इंटीग्रेशन/लगातार डिप्लॉयमेंट (सीआई/सीडी) पाइपलाइन, और कंटेनराइज़ेशन (डॉकर, क्यूबेमीट्स) के साथ मिलाकर, ज़्यादा तेज़ और भरोसेमंद सॉफ़्टवेयर डिलीवरी की जाती है।

11.6 डेटा सेंटर प्रबंधन

केंद्रीय सर्वर में डेटा स्टोरेज

- एक **डेटा सेंटर** एक सुरक्षित, वातानुकूलित सुविधा है जिसमें सर्वर कंप्यूटर, स्टोरेज सिस्टम और नेटवर्क उपकरण रखे जाते हैं। यह 24×7 कार्य करता है, जिसमें बिना रुकावट बिजली की सप्लाई (यूपीएस), डीज़ल जनरेटर, सटीक कूलिंग, आग बुझाने के सिस्टम और फिजिकल एक्सेस कंट्रोल की सुविधा होती है।
- आधुनिक डेटा सेंटर हाई-कैपेसिटी वाले एसएसडी और एनएएस/एसएन स्टोरेज एरे के साथ **रैक-माउंटेड सर्वर** का इस्तेमाल करते हैं, जो तेज़ रैंडम एक्सेस देते हैं। वर्चुअलाइज़ेशन (वीएमवेयर, हाइपर-वी) कई वर्चुअल सर्वर को एक ही फिजिकल

हार्डवेयर पर चलाने में मदद करता है, जिससे उपयोग और लचीलापन बेहतर होता है।

- **क्लाउड डेटा सेंटर** (माइक्रोसॉफ्ट एज्यूर, एडब्लूएस, गूगल क्लाउड) सब्सक्रिप्शन के आधार पर डेटा सेंटर सेवाएँ देते हैं, जिससे सभी हार्डवेयर को अपने परिसर में रखने की आवश्यकता समाप्त हो जाती है। कई संगठन एक **हाइब्रिड मॉडल** का इस्तेमाल करते हैं – संवेदनशील संयंत्र डेटा को अपने परिसर में रखते हुए, एनालिटिक्स, डीआर और सहयोग के लिए क्लाउड का इस्तेमाल करते हैं।
- डेटा सेंटर कर्मचारियों की भूमिका सिस्टम की स्थिति पर नज़र रखना, समस्याओं को ठीक करना, बैकअप का प्रबंधन करना, सुरक्षा नीतियों को लागू करना और हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर सहायता के लिए विक्रेताओं के साथ समन्वय करना है।

बैकअप डिवाइस और प्रक्रियाएँ

- डेटा को **ट्रांज़ैक्शन डेटा** (दैनिक रिकॉर्ड) और **मास्टर डेटा** (संदर्भ रिकॉर्ड) में विभाजित किया जाता है। हार्डवेयर की खराबी, रैंसमवेयर हमले या अन्य आपदाओं की स्थिति में डेटा के नुकसान को कम करने के लिए नियमित बैकअप ज़रूरी हैं।
- आधुनिक बैकअप रणनीतियाँ **डिस्क-आधारित बैकअप** (तेज़ रिकवरी) को **क्लाउड बैकअप** (ऑफसाइट, भौगोलिक रूप से अलग जगह पर) के साथ जोड़ती हैं। **3-2-1** नियम का व्यापक रूप से पालन किया जाता है: डेटा की 3 प्रतियाँ, 2 अलग-अलग मीडिया प्रकारों पर, जिसमें 1 प्रति ऑफसाइट होती है।
- **बैकअप शेड्यूल** पूर्ण बैकअप (सभी डेटा की पूरी प्रति, आमतौर पर साप्ताहिक) को इंक्रिमेंटल बैकअप (पिछले बैकअप के बाद से केवल किए गए बदलाव, जो रोज़ाना या उससे ज़्यादा बार लिए जाते हैं) के साथ जोड़ते हैं। इससे बैकअप का समय और स्टोरेज का उपयोग कम होता है, साथ ही किसी खास समय पर डेटा को वापस पाने की सुविधा मिलती है।
- पहले, पुराने **मैग्नेटिक टेप और डीएटी (डिजिटल ऑडियो टेप)** मीडिया क्रमिक बैकअप के लिए मानक थे। आधुनिक सिस्टम अब ज़्यादातर लंबे समय तक डेटा सुरक्षित रखने (प्रति कार्ट्रिज 45 टीबी तक, कंप्रेस्ड रूप में) के लिए **एलटीओ (लीनियर टेप-ओपन) टेप** या क्लाउड आर्काइव सेवाओं पर निर्भर हो गए हैं।

रिकवरी के लिए डेटा वापस पाने की प्रक्रियाएँ

- सर्वर या स्टोरेज में खराबी आने पर, डेटा को सबसे नए पूर्ण बैकअप और उसके बाद के इंक्रीमेंटल बैकअप से वापस पाया जाता है। रिकवरी टाइम ऑब्जेक्टिव (आरटीओ) और रिकवरी पॉइंट ऑब्जेक्टिव (आरपीओ) अधिकतम स्वीकार्य डाउनटाइम और डेटा के नुकसान की सीमा तय करते हैं।
- अलग-अलग भौगोलिक जगहों (अलग-अलग भूकंपीय क्षेत्रों) पर मौजूद **डिज़ास्टर रिकवरी (डीआर) स्थल** लगभग-रियल-टाइम डेटा रेप्लिकेशन बनाए रखती हैं, जिससे कम से कम डेटा नुकसान के साथ फ़ेलओवर और कुछ ही घंटों में बिज़नेस की निरंतरता सुनिश्चित होती है।

11.7 नेटवर्क और कनेक्टिविटी

लोकल एरिया नेटवर्क (एलएएन), वाइड एरिया नेटवर्क (डब्लूएन)

- एक एलएएन (लोकल एरिया नेटवर्क) एक सीमित भौगोलिक क्षेत्र को कवर करता है, जैसे कि कोई ऑफिस की इमारत या संयंत्र का कोई हिस्सा। एलएएन उच्च डेटा ट्रांसफर दरें (आधुनिक स्विच का उपयोग करके 1 जीबीपीएस से 10 जीबीपीएस तक) प्रदान करते हैं और संयंत्र-स्तरीय कंप्यूटर संचार की रीढ़ होते हैं।
- एक डब्लूएन (वाइड एरिया नेटवर्क) बड़े भौगोलिक दूरियों – जैसे कि अलग-अलग संयंत्र, अलग-अलग शहर, या वैश्विक स्तर पर – के नेटवर्क को आपस में जोड़ता है। डब्लूएन लीज़्ड टेलीकम्युनिकेशन लाइनों, एमपीएलएस (मल्टीप्रोटोकॉल लेबल स्विचिंग) लिंक, या इंटरनेट वीपीएन टनल का उपयोग करते हैं।

केबल और नेटवर्क उपकरण

- नेटवर्क मीडिया के प्रकार: ट्विस्टेड पेयर केबल (10 जीबीपीएस तक के लिए **कैट 6 /कैट 6ए यूटीपी/एसटीपी**), हाई-स्पीड बैकबोन लिंक (100 जीबीपीएस तक) और लंबी दूरी के लिए **ऑप्टिकल फ़ाइबर केबल (ओएफसी)**, और लचीली पहुँच के लिए वायरलेस (वाई-फाई)।
- **वाई-फाई 6 (802.11एक्स)** एंटरप्राइज़ वायरलेस एलएएन के लिए वर्तमान मानक है; यह 9.6 जीबीपीएस तक का थ्रूपुट, घने वातावरण में बेहतर प्रदर्शन और कम विलंबता प्रदान करता है – जो संयंत्र निगरानी अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त है।

- **5जी कनेक्टिविटी** औद्योगिक आईओटी, स्वायत्त वाहनों और बड़े संयंत्र क्षेत्रों के भीतर मोबाइल उपकरणों की निगरानी के लिए हाई-स्पीड, कम विलंबता वाली वायरलेस कनेक्टिविटी प्रदान करती है, जहाँ केबल बिछाना अव्यावहारिक होता है।
- **आईपी पता (इंटरनेट प्रोटोकॉल पता):** प्रत्येक नेटवर्क डिवाइस को असाइन किया गया एक अद्वितीय संख्यात्मक पता। आईपीवी4 32-बिट पतों का उपयोग करता है (उदाहरण के लिए, 192.168.1.10)। **आईपीवी6** 128-बिट पतों का उपयोग करता है (उदाहरण के लिए, 2001:db8::1) और **आईपीवी4** पतों की कमी की समस्या को हल करने के लिए इसे तेजी से अपनाया जा रहा है। 'आईपीकानफिंग' (विंडोज) या 'आईपी एडर' (लाइनक्स) कमांड किसी डिवाइस का आईपी पता प्रदर्शित करता है।

नेटवर्क डिवाइस

- **राउटर** - अलग-अलग नेटवर्क (अलग-अलग आईपी पता श्रेणियों) के बीच पैकेट को आगे भेजता है। यह संयंत्र के एलएएन को डब्लूएन या इंटरनेट से जोड़ता है। आधुनिक राउटर्स में फ़ायरवॉल, वीपीएन और सेवा की गुणवत्ता (क्यूओएस) फ़ंक्शन शामिल होते हैं।
- **नेटवर्क स्विच** - यह एक एलएएन सेगमेंट के भीतर कई डिवाइसों को आपस में जोड़ता है। सुरक्षा और विश्वसनीयता के लिए औद्योगिक नेटवर्कों में प्रबंधित स्विचेज (जो वीएलएएन, पोर्ट सुरक्षा और ट्रैफ़िक मॉनिटरिंग को सपोर्ट करते हैं) का उपयोग किया जाता है।
- **फ़ायरवॉल** - एक सुरक्षा डिवाइस (हार्डवेयर या सॉफ़्टवेयर) जो तय सुरक्षा नियमों के आधार पर आने वाले और जाने वाले नेटवर्क ट्रैफ़िक की निगरानी और उसे नियंत्रित करता है। संयंत्र नेटवर्क को साइबर खतरों से बचाने के लिए यह आवश्यक है।
- **मॉडेम / ओएफसी कन्वर्टर** - अलग-अलग ट्रांसमिशन मीडिया के बीच इंटरफ़ेस का कार्य करता है। ऑप्टिकल-से-इलेक्ट्रिकल कन्वर्टर का प्रयोग वहाँ किया जाता है जहाँ फ़ाइबर बैकबोन, कॉपर ईथरनेट उपकरणों से जुड़ा है।

नेटवर्क कनेक्टिविटी के लिए पोर्ट्स

- **ईथरनेट पोर्ट (आरजे-45):** सभी आधुनिक पीसी और सर्वर पर एक स्टैंडर्ड नेटवर्क इंटरफ़ेस, जो 1 जीबीपीएस या 10 जीबीपीएस की स्पीड को सपोर्ट करता है। यह कैट 6 केबल के ज़रिए नेटवर्क स्विच से जुड़ा होता है।

- **यूएसबी पोर्ट्स (यूएसबी 3.0/3.1/यूएसबी-सी):** पेरिफेरल्स (जैसे – प्रिंटर, कीबोर्ड, माउस, कैमरे, बाहरी ड्राइव) के लिए यूनिवर्सल कनेक्टिविटी देता है। यूएसबी-सी एक ही कनेक्टर के ज़रिए डेटा, वीडियो और पावर तीनों को सपोर्ट करता है।
- **वाई-फाई/ ब्लूटूथ:** आधुनिक लैपटॉप और डेस्कटॉप में पहले से मौजूद वायरलेस कनेक्टिविटी। ब्लूटूथ कम दूरी वाले पेरिफेरल्स (हेडसेट, कीबोर्ड) को जोड़ता है; जबकि वाई-फाई नेटवर्क अवसंरचना से जुड़ता है।
- **पुराने पोर्ट्स (सीरियल 9-पिन आरएस-232, पैरेलल 25-पिन)** अब आधुनिक पीसी में ज्यादातर प्रयोग नहीं होते, किंतु ये अभी भी पुराने औद्योगिक उपकरणों (जैसे – वेब्रिज कंट्रोलर और पुराने पीएलसी) में मिल सकते हैं। इन्हें आपस में जोड़ने के लिए यूएसबी-से-सीरियल एडाप्टर का प्रयोग किया जाता है।

11.8 विंडोज का परिचय

विंडोज शुरू करना और डेस्कटॉप नेविगेशन

- जब पीसी चालू होता है, तो **यूईएफआई फ़र्मवेयर** पोस्ट करता है, और फिर **विंडोज 11** ऑपरेटिंग सिस्टम को लोड करता है। यूजरनेम और पासवर्ड डालने (या विंडोज हैलो बायोमेट्रिक लॉगिन का प्रयोग करने) के बाद, **जीयूआई डेस्कटॉप** सामने आता है, जिसमें स्टार्ट मेनू, टास्कबार और डेस्कटॉप आइकन्स दिखाई देते हैं।
- **विंडोज 11** में बीच में स्थित टास्कबार, बेहतर वर्चुअल डेस्कटॉप (टास्क व्यू), कई विंडो को एक साथ मैनेज करने के लिए स्नैप लेआउट, और मिलकर कार्य करने व क्लाउड फ़ाइलों तक पहुँचने के लिए **माइक्रोसाफ्ट टीम्स** और **वनड्राइव** के साथ गहरा इंटीग्रेशन मिलता है।
- अनेक एप्लिकेशन (वर्ड, एक्सेल, ब्राउज़र, ईमेल) एक साथ चल सकते हैं। हर एप्लिकेशन टास्कबार में दिखाई देता है। **आल्ट+टैब** दबाने पर खुली हुई विंडो के बीच स्विच किया जा सकता है; **विंडोज की + टैब** दबाने पर वर्चुअल डेस्कटॉप को मैनेज करने के लिए टास्क व्यू खुल जाता है।

विंडोज को मैक्सिमाइज, मिनिमाइज और एग्जिट करना

- हर एप्लिकेशन विंडो में **मिनिमाइज**, **मैक्सिमाइज/रिस्टोर** और **क्लोज** बटन (ऊपर-दाएँ कोने में) होते हैं। **स्नैप लेआउट** (मैक्सिमाइज बटन पर होवर करें) विंडोज को

एक-दूसरे के बगल में या ग्रिड व्यवस्था में स्नैप करने की सुविधा देता है, जिससे मल्टीटास्किंग ज़्यादा असरदार हो जाती है।

- मानक मेनू संरचना (फाइल, एडिट, इन्सर्ट, फॉर्मेट, व्यू, हैल्प) सभी माइक्रोसॉफ्ट ऑफिस एप्लिकेशन्स पर लागू होती है। **रिबन इंटरफ़ेस** कमांड्स को श्रेणी के अनुसार विज़ुअली ग्रुप करता है।

फ़ाइल प्रबंधन

- फाइल एक्सप्लोरर (विंडोज़ की + ई) का उपयोग ड्राइव, फ़ोल्डर और फ़ाइलों को नेविगेट करने के लिए किया जाता है। फ़ाइलें बनाई, हटाई, कॉपी, मूव, नाम बदली और खोजी जा सकती हैं। सामान्य फ़ाइल प्रकार: ``.docx`` (Word), ``.xlsx`` (Excel), ``.pptx`` (PowerPoint), ``.pdf`` (पोर्टेबल डॉक्यूमेंट्स), ``.jpg/.png`` (इमेज)।
- विंडोज़ 11 में **वनड्राइव इंटीग्रेशन** की मदद से वन ड्राइव फ़ोल्डर में सेव की गई फ़ाइलें अपने-आप क्लाउड से सिंक्रोनाइज़ हो जाती हैं और किसी भी डिवाइस से एक्सेस की जा सकती हैं। यह एक इन-बिल्ट बैकअप और सहयोग तंत्र के रूप में कार्य करता है।
- उपयोगकर्ता अपनी कार्य की फ़ाइलों को सही फ़ोल्डरों में व्यवस्थित करने और ज़रूरी डेटा का बैकअप स्वीकृत स्टोरेज (नेटवर्क ड्राइव या वन ड्राइव) पर लेने के लिए ज़िम्मेदार होते हैं। फ़ाइल नामकरण के नियम और फ़ोल्डर संरचनाएँ विभागीय मानकों के अनुसार होनी चाहिए।

पैन ड्राइव, क्लाउड स्टोरेज, और प्रिंटर का उपयोग

- **पैन ड्राइव** को यूएसबी पोर्ट में लगाने पर वे अपने-आप पहचान ली जाती हैं। फाइल एक्सप्लोरर का उपयोग करके फ़ाइलें कॉपी और हटाई जा सकती हैं। डेटा खराब होने से बचाने के लिए पैन ड्राइव को फिज़िकली निकालने से पहले हमेशा सेफली रिमूव हार्डवेयर (सिस्टम ट्रे आइकन) का उपयोग करें।
- **क्लाउड स्टोरेज (वन ड्राइव, शेयर प्वाइंट)** बिना किसी फिज़िकल मीडिया के विभिन्न डिवाइसों पर फ़ाइल एक्सेस और सहयोग की सुविधा देता है। फ़ाइलें सहकर्मियों के साथ शेयर की जा सकती हैं और मोबाइल डिवाइसों पर एक्सेस की जा सकती हैं।

- **प्रिंटर** ओएस के माध्यम से ड्राइवर सॉफ्टवेयर (जो विंडोज अपडेट या निर्माता की वेबसाइट से अपने-आप डाउनलोड हो जाता है) का उपयोग करके इंस्टॉल किए जाते हैं। नेटवर्क प्रिंटर पूरे विभाग में शेयर किए जाते हैं – किसी भी एप्लिकेशन में प्रिंट डायलॉग से प्रिंटर चुनें।

11.9 ऑफिस ऑटोमेशन सॉफ्टवेयर (एमएस ऑफिस/माइक्रोसॉफ्ट 365)

एमएस वर्ड

- वर्ड में बनाई गई फ़ाइल को **डॉक्यूमेंट** (.docx एक्सटेंशन) कहते हैं। वर्ड का प्रयोग नोट-शीट, इंटर-ऑफ़िस मेमो, रिपोर्ट, तकनीकी डॉक्यूमेंट और पत्राचार के लिए किया जाता है।
- मुख्य फ़ीचर: मार्जिन, पेज लेआउट, टेबल, टेक्स्ट फ़ॉर्मेटिंग (फ़ॉन्ट, साइज़, रंग, बोल्ड, इटैलिक), पैराग्राफ़ स्पेसिंग, बुलेट और नंबरिंग, स्पेलिंग और ग्रामर की जाँच, बदलावों को ट्रैक करना, कमेंट और मेल मर्ज।
- **माइक्रोसॉफ्ट 365 (क्लाउड-आधारित):** वनड्राइव या शेयरप्वाइंट पर सेव किए गए वर्ड डॉक्यूमेंट को कई यूज़र एक साथ, वेब ब्राउज़र या डेस्कटॉप ऐप के ज़रिए, रियल टाइम में मिलकर लिख सकते हैं – जिससे मिलकर डॉक्यूमेंट तैयार करते समय वर्शन से जुड़ी कोई दिक्कत नहीं आती।

एमएस एक्सेल

- एक्सेल में बनाई गई फ़ाइल को **वर्कबुक** (.xlsx एक्सटेंशन) कहते हैं। एक वर्कबुक में एक या ज़्यादा वर्कशीट होती हैं। एक्सेल का प्रयोग डेटा के विश्लेषण, वित्तीय हिसाब-किताब, एमआईएस रिपोर्ट और डैशबोर्ड के लिए किया जाता है।
- डेटा उन **सेल** में डाला जाता है जिनका पता कॉलम के अक्षर और पंक्ति के नंबर से चलता है (जैसे, ए1, बी23)। सेल में नंबर, टेक्स्ट, फ़ॉर्मूला और फ़ंक्शन डाले जा सकते हैं। जब किसी फ़ॉर्मूला में प्रयोग किया गया डेटा बदलता है, तो फ़ॉर्मूला का परिणाम अपने आप अपडेट हो जाता है।
- इसके खास फ़ीचर में **पाइवट टेबल** (बड़े डेटासेट का सारांश बनाने के लिए), **पावर क्वेरी** (कई स्रोतों से डेटा इंपोर्ट करने और उसे बदलने के लिए), कंडीशनल फ़ॉर्मेटिंग, डेटा वैलिडेशन, वीलुकअप/एक्सलुकअप और डायनामिक चार्ट शामिल हैं।

- उपलब्ध चार्ट के प्रकार: बार, कॉलम, लाइन, पाई, स्कैटर (एक्स - वाई), एरिया और कॉम्बिनेशन चार्ट। चार्ट लाइव डेटा से जुड़े होते हैं और अपने आप अपडेट होते रहते हैं।

एमएस पावरपाइंट

- पावरपाइंट में बनाई गई फ़ाइल को **प्रेजेंटेशन** (.pptx एक्सटेंशन) कहते हैं। पावरपाइंट का प्रयोग मीटिंग, समीक्षा, ट्रेनिंग सेशन और मैनेजमेंट ब्रीफ़िंग में स्लाइड-आधारित प्रेजेंटेशन देने के लिए किया जाता है।
- फ़ीचर: स्लाइड लेआउट, डिज़ाइन थीम, एनिमेशन, ट्रांज़िशन, एम्बेडेड वीडियो, चार्ट और स्मार्टआर्ट **प्रेजेंटर व्यू** की मदद से बोलने वाला एक अलग स्क्रीन पर अपने नोट्स और अगली स्लाइड देख सकता है, जबकि दर्शकों को सिर्फ़ प्रेजेंटेशन दिखाई देती है।
- प्रेजेंटेशन को ऑनलाइन मीटिंग के लिए **माइक्रोसॉफ्ट टीम्स** के ज़रिए शेयर किया जा सकता है, प्रिंट करने के लिए पीडीएफ़ के तौर पर एक्सपोर्ट किया जा सकता है, या बाद में देखने के लिए वीडियो के तौर पर सेव किया जा सकता है – इसके लिए देखने वाले के डिवाइस पर पावरपाइंट इंस्टॉल होना ज़रूरी नहीं है।

11.10 डेटाबेस की अवधारणाएं

डेटा और सूचना

- **डेटा** का अर्थ उन अव्यवस्थित संख्याओं, अक्षरों, तस्वीरों या संकेतों से है जिन्हें कंप्यूटर में सेव और प्रोसेस किया जा सकता है। अकेले तौर पर डेटा का कोई अपना अर्थ नहीं होता। उदाहरण के लिए: 12345, 10000.0, 1000.0 अव्यवस्थित डेटा मान हैं।
- **सूचना** वह डेटा है जिसे प्रोसेस किया गया है और जिसे संदर्भ और संबंधों के माध्यम से अर्थ दिया गया है। उदाहरण के लिए: कर्मचारी संख्या = 12345, मूल वेतन = 10,000 रुपये, डीए = 1,000 रुपये – यह सार्थक जानकारी है जो पेरोल प्रोसेसिंग और निर्णय लेने में मदद करती है।

पंक्तियों (रो) और कॉलमों में डेटा का व्यवस्थित भंडारण

- एक डेटाबेस रिकॉर्ड का एक व्यवस्थित संग्रह है जिसे कुशल भंडारण, पुनर्प्राप्ति, अद्यतन और प्रबंधन के लिए व्यवस्थित किया जाता है। एक डेटाबेस प्रबंधन प्रणाली (डीबीएमएस) डेटा भंडारण, पहुंच, समेकन और सुरक्षा को नियंत्रित करती है।
- रिलेशनल डेटाबेस डेटा को तालिकाओं (पंक्तियों और स्तंभों) में संग्रहीत करते हैं। तालिकाएँ सामान्य मुख्य क्षेत्रों के माध्यम से जुड़ी होती हैं, जिससे डेटा की पुनरावृत्ति समाप्त हो जाती है। उदाहरण: ओरेकल, एमएस एसक्यूएल सर्वर, माईएसक्यूएल, पोस्टग्रेएसक्यूएल. एसक्यूएल (व्यवस्थित क्वेरी भाषा) का उपयोग डेटा को क्वेरी करने और उसमें बदलाव करने के लिए किया जाता है।
- एनओएसक्यूएल डेटाबेस (जैसे, मॉगोडीबी, कैसांड्रा, इनफ्लक्स) अव्यवस्थित या अर्ध-व्यवस्थित डेटा – समय-श्रृंखला सेंसर डेटा, जेएसओएन दस्तावेज़, लॉग फ़ाइलें – को संभालते हैं, जो आईओटी और इंडस्ट्री 4.0 डेटा प्लेटफ़ॉर्म के लिए तेजी से महत्वपूर्ण होते जा रहे हैं।
- बड़े डेटा प्लेटफ़ॉर्म (अपाचे, हाडुप, अपाचे स्पार्क) का उपयोग कई संयंत्र प्रणालियों से अत्यधिक बड़े डेटासेट को संसाधित करने के लिए किया जाता है, जिससे उन्नत विश्लेषण, मशीन लर्निंग मॉडल प्रशिक्षण और ऐतिहासिक रुझान विश्लेषण संभव हो पाता है।

11.11 इंटरनेट और इंटरनेट

प्रोग्राम कार्यान्वयन आर्किटेक्चर

- होस्ट-सेंट्रिक (लिगेसी): एक सेंट्रल सर्वर पर प्रोग्राम होते हैं, जिन्हें डंब टर्मिनल के ज़रिए एक्सेस किया जाता है। उदाहरण: ओरेकल आरडीबीएमएस के साथ सन-सोलारिस। अधिकांश ऐसे सिस्टम बदल दिए गए हैं, किंतु लिगेसी स्थापनाएं अभी भी मौजूद हो सकती हैं।
- 2-टायर (क्लाइंट सर्वर): एलएएन पर सर्वर और क्लाइंट पीसी होते हैं। एप्लिकेशन लॉजिक का कुछ हिस्सा क्लाइंट पर चलता है। उदाहरण: पुराने एससीएडीए सिस्टम।
- 3-टायर (वेब-आधारित): एप्लिकेशन सर्वर, डेटाबेस सर्वर और ब्राउज़र-आधारित क्लाइंट। उदाहरण: संयंत्र पोर्टल जिन्हें यूआरएल के ज़रिए एक्सेस किया जा सकता है। अधिकांश आधुनिक संयंत्र एप्लिकेशन इसी आर्किटेक्चर का प्रयोग करते हैं।

- **क्लाउड आधारित/ माइक्रोसर्विसेज:** एप्लिकेशन को अलग-अलग डिप्लॉय की जा सकने वाली सेवाओं में बांटा जाता है, जो क्लाउड इंफ्रास्ट्रक्चर पर होस्ट होती हैं। इन्हें एपीआई के ज़रिए एक्सेस किया जाता है। इससे स्केलेबिलिटी, तेज़ी से अपडेट और एआई/एमएल सेवाओं के साथ समेकन संभव हो पाता है।

इंट्रानेट और वर्ल्ड वाइड वेब की परिभाषाएं

- **इंट्रानेट** एक प्राइवेट ऑर्गनाइज़ेशनल नेटवर्क है जो टीसीपी/आईपी प्रोटोकॉल का प्रयोग करता है, और जिसे सिर्फ अधिकृत कर्मचारी ही एक्सेस कर सकते हैं। इसमें इंटर्नल पोर्टल, डॉक्यूमेंट रिपॉजिटरी, ईआरपी थिन क्लाइंट, एचआर सेल्फ-सर्विस और डिपार्टमेंटल होमपेज होस्ट किए जाते हैं। इससे आंतरिक संचार बढ़ता है और कागज़ बांटने का खर्च कम होता है।
- **इंटरनेट**, नेटवर्क का एक ग्लोबल नेटवर्क है जो ईमेल, फ़ाइल ट्रांसफ़र, वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग और वेब पेज जैसी जानकारी वाली सेवाएं देता है। यह आधुनिक डिजिटल कॉमर्स और संचार का आधार है।
- **वर्ल्ड वाइड वेब (डब्लूडब्लूडब्लू)** इंटरनेट पर मौजूद सभी सार्वजनिक रूप से एक्सेस की जा सकने वाली वेबसाइटों और वेब संसाधनों का संग्रह है, जिन्हें एचटीटीपी/एचटीटीपीएस प्रोटोकॉल का प्रयोग करके वेब ब्राउज़र के ज़रिए एक्सेस किया जाता है।
- **क्लाउड कंप्यूटिंग** इंटरनेट के ज़रिए कंप्यूटिंग सेवाएं — स्टोरेज, प्रोसेसिंग पावर, डेटाबेस, एनालिटिक्स और एआई — उपलब्ध कराती है। ऑर्गनाइज़ेशन आपदा रिकवरी, स्केलेबल एनालिटिक्स, ईआरपी होस्टिंग और सहयोग टूल के लिए क्लाउड का प्रयोग करते हैं, जिससे परिसर में अवसंरचना का खर्च कम होता है।

वेब ब्राउज़र्स, सर्च इंजन, ईमेल और संचार साधन

- **ईमेल:** इलेक्ट्रॉनिक मेल से मैसेज लिखने, भेजने, स्टोर करने और पाने की सुविधा मिलती है। इसके प्लेटफॉर्म में माइक्रोसॉफ्ट आउटलुक (एंटरप्राइज़ स्टैंडर्ड), जीमेल और ऑर्गनाइज़ेशनल मेल सिस्टम शामिल हैं। कर्मचारियों को फ़िशिंग ईमेल से सावधान रहना चाहिए — ये ऐसे धोखाधड़ी वाले मैसेज होते हैं जिन्हें क्रेडेंशियल चुराने या मेलवेयर फैलाने के लिए डिज़ाइन किया जाता है। अनजान भेजने वालों से मिले अटैचमेंट कभी न खोलें।

- **वेब ब्राउज़र:** वेब कंटेंट को एक्सेस करने और दिखाने वाला सॉफ्टवेयर। आधुनिक ब्राउज़र में **गूगल क्रोम**, **माइक्रोसाफ्ट एज** (क्रोमियम-आधारित) और **मोजिला फायरफॉक्स** शामिल हैं। ब्राउज़र एक्सटेंशन, इंटीग्रेटेड पीडीएफ व्यूइंग, सुरक्षित एचटीटीपीएस कनेक्शन और डेवलपर टूल्स को सपोर्ट करते हैं। इंटरनेट एक्सप्लोरर (Internet Explorer) अब बंद हो चुका है और इसे अब कोई सपोर्ट नहीं मिलता।
- **वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग:** माइक्रोसाफ्ट टीम्स, जूम और गूगल मीट जैसे टूल्स वर्चुअल मीटिंग, स्क्रीन शेयरिंग, फ़ाइल कोलैबोरेशन और वेबिनार को संभव बनाते हैं — जो हाइब्रिड और रिमोट वर्किंग मॉडल्स और अलग-अलग संयंत्र के बीच तालमेल के लिए ज़रूरी हैं।
- **सर्च इंजन:** वेब-आधारित जानकारी खोजने वाले टूल्स। उदाहरण: गूगल (www.google.co.in), बिंग (www.bing.com)। कारगर सर्चिंग के लिए विशेष कीवर्ड, सटीक वाक्यांशों के लिए कोटेशन मार्क्स और तारीख के फ़िल्टर का प्रयोग किया जाता है।
- **वेबसाइट WWW** पर एक ऐसी जगह होती है जिसे कोई व्यक्ति या संगठन मैनेज करता है; इसमें एक होम पेज और उससे जुड़े हुए दूसरे पेज होते हैं। इसे किसी ब्राउज़र में इसका यूआरएल डालकर खोला जाता है।

कुछ महत्वपूर्ण वेबसाइटों के उदाहरण

- सेल: www.sail.co.in
- भारतीय रेल की जानकारी: www.indianrail.gov.in
- रेल ई - टिकट : www.irctc.co.in
- आयकर ई-फाइलिंग : www.incometax.gov.in
- सरकारी सेवाओं का पोर्टल: www.india.gov.in
- सर्च इंजन: www.google.co.in
- दि हिन्दू समाचार पत्र : www.thehindu.com

वेब के लाभ

- विश्व भर में, चौबीसों घंटे अपने संगठन की मौजूदगी बनाए रखना; तकनीकी सहायता और ग्राहक सेवाएं देना।

- ऑनलाइन विज्ञापन, मल्टीमीडिया कंटेंट की डिलीवरी और ई-कॉमर्स (प्रोडक्ट कैटलॉग, ई-टेंडरिंग, बिक्री पोर्टल)।
- वेतन, वेंडर को पेमेंट और खरीदारी के लिए **इलेक्ट्रॉनिक पेमेंट** सिस्टम।
- **कोलैबोरेशन प्लेटफॉर्म** जो अलग-अलग जगहों पर मौजूद लोगों को एक ही समय पर डॉक्यूमेंट पर मिलकर कार्य करने, वर्चुअल मीटिंग करने और प्रोजेक्ट मैनेज करने की सुविधा देते हैं।

11.12 ईआरपी का परिचय

- **ईआरपी (एंटरप्राइज़ रिसोर्स प्लानिंग)** एक इंटीग्रेटेड सॉफ़्टवेयर सिस्टम है जो किसी भी एंटरप्राइज़ के सभी विभागों और व्यावसायिक कार्यों को एक ही प्लेटफॉर्म पर एक साझा डेटाबेस के साथ जोड़ता है। इससे डेटा अलग-अलग हिस्सों में बँटा नहीं रहता और अलग-अलग विभागों के बीच एक ही समय पर जानकारी शेयर करना सरल हो जाता है।
- ईआरपी पूरे संगठन में जानकारी के सभी प्रवाहों को बिना किसी रुकावट के जोड़ने को बढ़ावा देता है, और इसके लिए विश्व भर में अपनाए जाने वाले सबसे अच्छे व्यावसायिक तरीकों का प्रयोग करता है। यह बहुराष्ट्रीय कार्यों के लिए कई तरह की मुद्राओं, भाषाओं और कानूनी ढाँचों को सपोर्ट करता है।
- **एसएपी एस/4एचएनए** मौजूदा पीढ़ी का ईआरपी है जिसे सेल ने अपनाया है; यह एसएपी एचएनए इन-मेमोरी डेटाबेस प्लेटफॉर्म पर आधारित है। यह लेन-देन के अंदर ही रियल-टाइम एनालिटिक्स देता है, जिससे पुराने सिस्टम की बैच रिपोर्टिंग में होने वाली देरी समाप्त हो जाती है। एसएपी का पूरा नाम डेटा प्रोसेसिंग में प्रणाली, एप्लीकेशंस और उत्पाद है।
- ईआरपी को लागू करने के लिए इंफ्रास्ट्रक्चर को अपग्रेड करने (सर्वर, नेटवर्क, डिज़ास्टर रिकवरी), प्रोसेस को फिर से डिज़ाइन करने, यूज़र को ट्रेनिंग देने और बदलावों को मैनेज करने की ज़रूरत होती है। इसके लाभों में एकीकरण, ऑपरेटिंग खर्चों में कमी, सही जानकारी तक तेज़ी से पहुँच और एक जैसी ग्लोबल रिपोर्टिंग शामिल हैं।

ईआरपी डेटा सेंटर और इंफ्रास्ट्रक्चर

- जिन संयंत्र में ईआरपी होता है, उनमें सर्वर, फायरवॉल, नेटवर्क स्विच, स्टोरेज सिस्टम और फिजिकल एक्सेस कंट्रोल के साथ विशेष **प्राइमरी और सेकेंडरी डेटा सेंटर** होते हैं। डेटा सेंटरों के बीच रियल-टाइम डेटा मिररिंग यह पक्का करती है कि अगर कोई एक सेंटर बंद हो जाए, तो बिना किसी यूजर रुकावट के ऑटोमैटिक फेलओवर हो जाए।
- एक अलग भौगोलिक जगह (अलग भूकंपीय क्षेत्र) पर मौजूद **डिज़ास्टर रिकवरी (डीआर) साइट**, कुछ ही घंटों के बदलाव के समय और कम से कम डेटा नुकसान के साथ बिज़नेस की निरंतरता बनाए रखती है। रिडंडेंट नेटवर्क मार्ग और अलग-अलग फाइबर लिंक कनेक्टिविटी की मज़बूती पक्का करते हैं।
- नेटवर्क अवसंरचना को अनावश्यक मार्गों, वीएलएएन सेगमेंटेशन और फायरवॉल के साथ डिज़ाइन किया गया है, ताकि ईआरपी के निष्पादन, सुरक्षा और मेटल एक्सचेंज, सेल कॉर्पोरेट नेटवर्क और इंटरनेट इंटरफेस के साथ समेकन को सपोर्ट किया जा सके।

ईआरपी के लाभ

मूर्त फ़ायदे:

- सभी व्यवसाय कार्यों का समेकन; बेहतर प्रोसेस तालमेल के ज़रिए प्रचालन व्ययों में कमी
- प्रोसेस और कर्मचारियों की बेहतर उत्पादकता; खरीद और उत्पादन में लगने वाले समय में कमी
- रियल-टाइम डैशबोर्ड और ड्रिल-डाउन रिपोर्टिंग के साथ दैनिक प्रबंधन को सरल बनाता है

अमूर्त फ़ायदे:

- संगठनात्मक पारदर्शिता और जवाबदेही; जानकारी तक तेज़ और ज़्यादा सटीक पहुंच
- रणनीतिक योजना को सपोर्ट करता है; वैश्विक मानकों के अनुसार एक जैसी रिपोर्टिंग

- वेब ब्राउज़र या मोबाइल के ज़रिए कहीं से भी पहुंच; रिमोट और कई जगहों से प्रबंधन को सपोर्ट करता है
- बेहतर ग्राहक संतुष्टि और संबंध

महत्वपूर्ण एसएपी मॉड्यूल

- **एफआईसीओ (वित्तीय लेखांकन और नियंत्रण):** जनरल लेजर, प्राप्य/देय खाते, एसेट लेखांकन, कॉस्ट सेंटर अकाउंटिंग, प्रोडक्ट कॉस्टिंग और लाभप्रदता विश्लेषण।
- **पीपी (उत्पादन योजना):** वार्षिक, मासिक, साप्ताहिक और दैनिक उत्पादन योजना; क्षमता शेड्यूलिंग; प्रोडक्शन ऑर्डर ट्रैकिंग; सामग्री की खपत की बुकिंग; शिफ्ट-समाप्त और दिन-समाप्त होने की रिपोर्टिंग।
- **पीएम (संयंत्र रखरखाव):** निवारक रखरखाव की योजना, खराबी की रिकॉर्डिंग, स्थिति-आधारित रखरखाव, वारंटी प्रबंधन और रखरखाव के कार्यों की आउटसोर्सिंग।
- **एसडी (बिक्री और वितरण):** ऑर्डर प्रबंधन, डिस्पैच, कीमत तय करना, बिलिंग, छूट, बिक्री सूचना प्रणाली और रियल एस्टेट प्रबंधन।
- **एमएम (सामग्री प्रबंधन):** खरीद, माल की प्राप्ति, इन्वेंट्री प्रबंधन, वेंडर का मूल्यांकन, इनवॉइस का सत्यापन। एसआरएम (सप्लायर संबंध प्रबंधन) ई-टेंडरिंग और ऑनलाइन वेंडर बातचीत को सपोर्ट करता है।
- **क्यूएम (गुणवत्ता प्रबंधन):** गुणवत्ता की योजना, निरीक्षण, प्रमाणन (परीक्षण प्रमाण पत्र) और पूरी सप्लाई चेन में गुणवत्ता नियंत्रण – कच्चे माल से लेकर तैयार उत्पादों तक।
- **पीएस (परियोजना प्रणाली):** परियोजना पंजीकरण, बजट प्रबंधन, शेड्यूल कंट्रोल, लागत/संसाधन प्रबंधन, प्रोजेक्ट अकाउंटिंग, और रिपोर्टिंग।

11.13 करने योग्य और न करने योग्य— कंप्यूटर के लिए मानक प्रचालन प्रक्रिया (एसओपी)

करने योग्य

- सही अर्थिंग और स्थिर बिजली सप्लाई पक्का करें। न्यूट्रल-से-ग्राउंड वोल्टेज को समय-समय पर चेक करें (यह 5 वी से कम रहना चाहिए)। हार्डवेयर को सुरक्षित

रखने और बिजली जाने पर सुरक्षित रूप से शटडाउन करने के लिए **यूपीएस (अनइंटरप्टिबल पावर सप्लाई)** का प्रयोग करें।

- **चालू करने का क्रम:** पहले यूपीएस चालू करें, फिर मॉनिटर, और अंत में कंप्यूटर।
बंद करने का क्रम: सभी एप्लिकेशन बंद करें, फिर सीपीयू, मॉनिटर, और अंत में यूपीएस। बिजली जाने पर, अपना कार्य सेव करें और यूपीएस की बैटरी समाप्त होने से पहले (लगभग 20 मिनट की क्षमता) कंप्यूटर बंद कर दें।
- कंप्यूटर को सही तरीके से बंद करने के लिए हमेशा **स्टार्ट मेन्यू > शट डाउन** विकल्प का प्रयोग करें। इससे सभी खुली हुई फ़ाइलें और प्रोसेस सही क्रम में बंद हो जाते हैं, जिससे डेटा खराब होने और फ़ाइल सिस्टम में गड़बड़ी होने का खतरा नहीं रहता।
- कंप्यूटर चालू करने से पहले **सभी पेरिफेरल डिवाइस (प्रिंटर, मॉनिटर, स्कैनर) को कनेक्ट करें और चालू करें।**
- **मज़बूत पासवर्ड का प्रयोग करें** – कम से कम 12 अक्षर, जिनमें बड़े अक्षर, छोटे अक्षर, संख्याएँ और विशेष सिंबल शामिल हों। जहाँ भी उपलब्ध हो, **टू फैक्टर प्रमाणन (2एफए)** चालू करें। अपना पासवर्ड कभी किसी के साथ शेयर न करें और न ही कहीं लिखकर रखें। कंपनी की पॉलिसी के अनुसार समय-समय पर अपना पासवर्ड बदलते रहें।
- **एंटीवायरस/एंडपॉइंट प्रोटेक्शन सॉफ़्टवेयर इंस्टॉल करें और उसे नियमित रूप से अपडेट** करते रहें। ऑपरेटिंग सिस्टम और सभी एप्लिकेशन को पैच और अपडेटेड रखें, ताकि सुरक्षा से जुड़ी ज्ञात कमियों को ठीक किया जा सके।
- जब भी आप अपनी डेस्क से उठें – चाहे कुछ ही देर के लिए क्यों न हो – तो **अपने वर्कस्टेशन को लॉक** (विंडोज की + एल) कर दें, ताकि कोई भी बिना अनुमति आपके सिस्टम और डेटा तक न पहुँच सके।
- **महत्वपूर्ण डेटा** का नियमित रूप से किसी सुरक्षित जगह (नेटवर्क ड्राइव, वनड्राइव, या पेन ड्राइव) पर **बैकअप** लेते रहें। 3-2-1 बैकअप नियम का पालन करें: 3 कॉपी, 2 अलग-अलग तरह के मीडिया, 1 ऑफ़साइट (किसी दूसरी जगह)।
- हार्डवेयर को साफ़-सुथरा रखें। जब उपकरण प्रयोग में न हों, तो उन्हें धूल से बचाने वाले कवर से ढककर रखें। हार्डवेयर में कोई भी खराबी या सिस्टम में कोई भी

संदिग्ध व्यवहार दिखने पर तुरंत आईटी हेल्पडेस्क को इसकी जानकारी दें और एक खराबियों का रिकॉर्ड बनाकर रखें।

- जब आपका दिन भर का कार्य समाप्त हो जाए या आप लंबे समय के लिए बाहर जा रहे हों, तो कंप्यूटर से **लॉग ऑफ़** कर दें।

नहीं करने योग्य

- **अज्ञात या संदिग्ध भेजने वालों के ईमेल या अटैचमेंट न खोलें।** फ़िशिंग हमले रैंसमवेयर और डेटा चोरी का सबसे सामान्य माध्यम हैं। भेजने वाले की पहचान की पुष्टि करें और कभी भी संदिग्ध लिंक पर क्लिक न करें।
- **अनधिकृत सॉफ़्टवेयर डाउनलोड या इंस्टॉल न करें।** ऑफ़िस के कंप्यूटरों पर केवल आईटी-अनुमोदित सॉफ़्टवेयर ही इंस्टॉल किया जाना चाहिए। बिना अनुमति वाले सॉफ़्टवेयर में मैलवेयर, स्पाईवेयर या रैंसमवेयर हो सकता है।
- आईटी की अनुमति के बिना ऑफ़िस के कंप्यूटरों से **अपनी निजी या अज्ञात यूएसबी ड्राइव कनेक्ट न करें** – उनमें वायरस हो सकते हैं या उनका प्रयोग डेटा चुराने के लिए किया जा सकता है।
- **संगठन का गोपनीय डेटा** निजी ईमेल, वाट्सएप, सोशल मीडिया या बिना अनुमति वाले क्लाउड स्टोरेज प्लेटफ़ॉर्म के ज़रिए साझा न करें। डेटा को संभालने का कार्य संगठन की सूचना सुरक्षा नीति के अनुसार ही होना चाहिए।
- गलती से होने वाले नुकसान से बचने के लिए कंप्यूटर के उपकरणों के पास कुछ भी खाएँ-पिएँ नहीं।
- चालू हालत में मौजूद उपकरणों को न हिलाएँ और न ही यूएसबी उपकरणों को सुरक्षित रूप से निकालने से पहले उन्हें कंप्यूटर से अलग करें।
- जब पीसी चल रहा हो, तो यूपीएस को बंद न करें। आईटी सहायता टीम से सलाह लिए बिना, किसी समस्या को ठीक करने के तरीके के तौर पर बाहरी उपकरणों को बार-बार चालू और बंद न करें।

कंप्यूटर वायरस और साइबर सुरक्षा

- **कंप्यूटर वायरस** ऐसे नुकसान पहुँचाने वाले प्रोग्राम होते हैं जिन्हें एक कंप्यूटर से दूसरे कंप्यूटर में फैलने के लिए बनाया जाता है; ये डेटा को खराब या डिलीट कर सकते हैं, प्रचालन में रुकावट डाल सकते हैं, या अटैकर को बिना अनुमति के कंप्यूटर तक पहुँच दे सकते हैं।
- **रैंसमवेयर** मैलवेयर का एक बहुत ही खतरनाक रूप है जो फ़ाइलों को एन्क्रिप्ट कर देता है और उन्हें डिक्रिप्ट करने के लिए पैसे की माँग करता है। इसने विश्व भर के औद्योगिक और कॉर्पोरेट वातावरण में बड़ी रुकावटें उत्पन्न की हैं।
- **फ़िशिंग ईमेल** वास्तविक स्रोतों (जैसे बैंक, आईटी विभाग, प्रबंधन) की नकल करते हैं ताकि उपयोगकर्ताओं को धोखा देकर उनके लॉगिन विवरण हासिल किए जा सकें या उनके कंप्यूटर में मैलवेयर इंस्टॉल किया जा सके। अचानक आने वाले किसी भी अनुरोध की पुष्टि हमेशा किसी दूसरे माध्यम से करें।
- अपने कंप्यूटर में **एंडपॉइंट सुरक्षा (एंटीवायरस/एंटी-मैलवेयर)** सॉफ़्टवेयर इंस्टॉल करें, उसे ठीक से चलाए रखें और नियमित रूप से अपडेट करते रहें। पेन ड्राइव का प्रयोग करने से पहले उसे स्कैन ज़रूर करें। ईमेल के साथ आए अटैचमेंट को तब तक न खोलें जब तक कि आप भेजने वाले को जानते न हों और आपको उस फ़ाइल के आने की उम्मीद न हो।
- साइबर सुरक्षा एक साझा ज़िम्मेदारी है। सुरक्षा नीतियों का पालन करके, किसी भी घटना की सूचना देकर, और डिजिटल सुरक्षा से जुड़ी अच्छी आदतों को अपनाकर, हर उपयोगकर्ता संगठन की डिजिटल संपत्तियों की सुरक्षा में एक बहुत ही महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

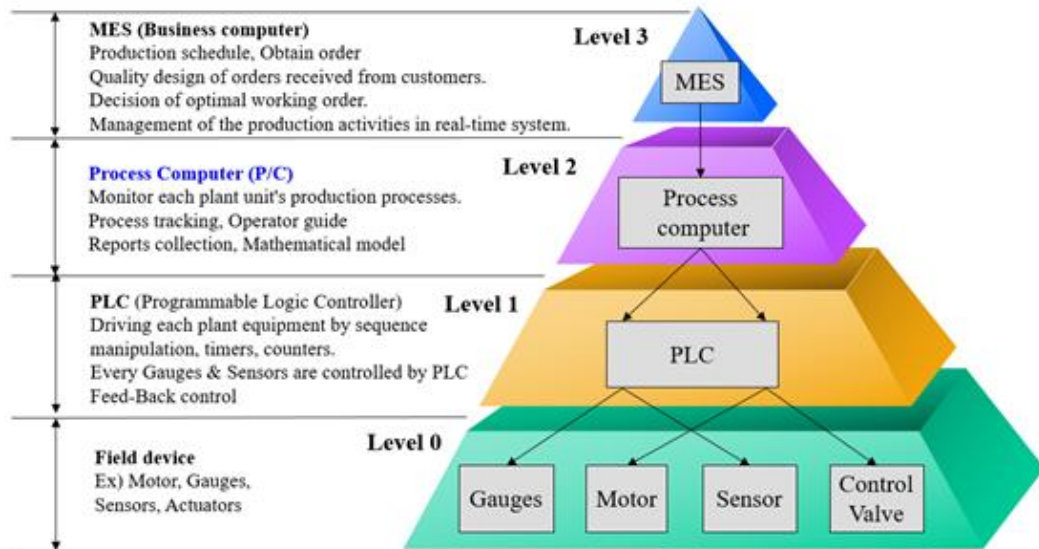
कंप्यूटर हार्डवेयर का रखरखाव

- कंप्यूटर का रखरखाव आईटी/कंप्यूटर विभाग द्वारा किया जाता है। एक उपयोगकर्ता के तौर पर, आपको किसी भी समस्या की शिकायत आधिकारिक आईटी हेल्पडेस्क के माध्यम से करनी चाहिए और समस्या का स्पष्ट विवरण देना चाहिए। कंप्यूटर के हार्डवेयर को स्वयं खोलने या उसकी मरम्मत करने की कोशिश न करें। रिपोर्ट की गई खराबियों और उन पर की गई कार्रवाई का रिकॉर्ड अपने पास ज़रूर रखें।

11.14 डिजिटल कायाकल्प

लेवल-2 ऑटोमेशन

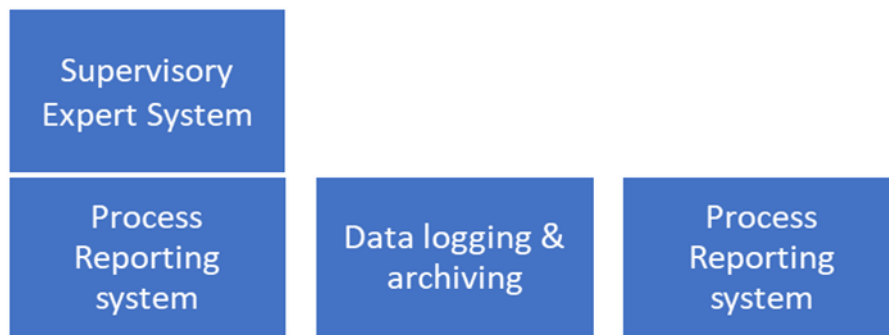
Automation System Structure in Industries



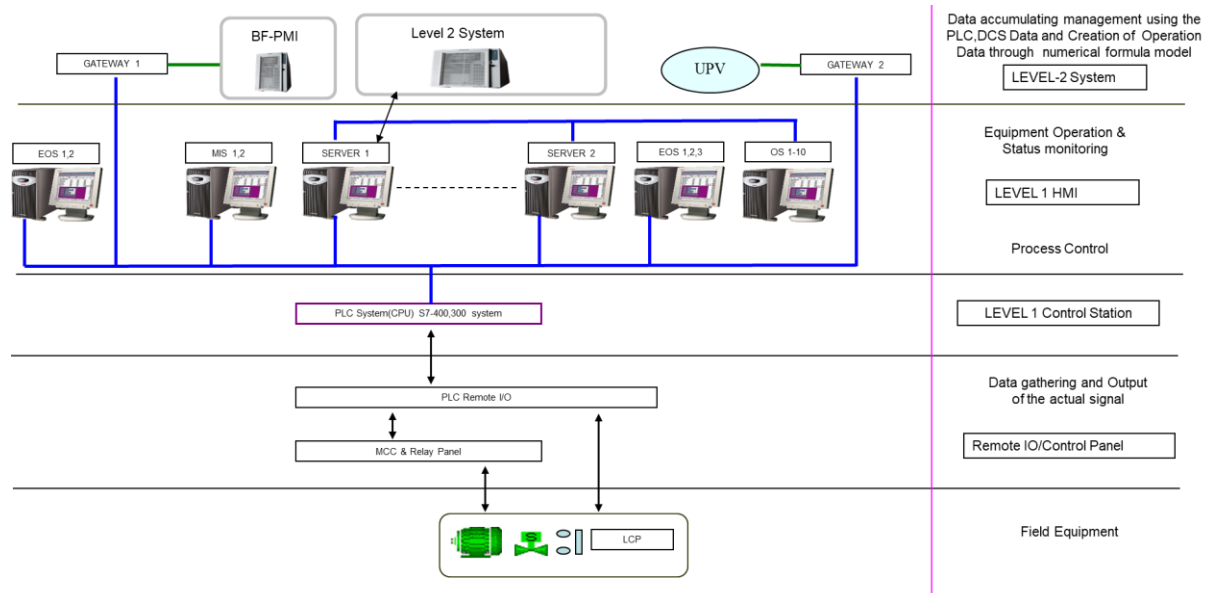
- **लेवल-2 ऑटोमेशन** जटिल निर्माण प्रोसेसों में प्रचालन को अनुकूलित करने के लिए **सॉफ्टवेयर प्रोसेस मॉडल** का उपयोग करता है। लेवल-2 प्रणाली लेवल-1 (सेंसर, एक्ट्यूएटर) से सभी इनपुट प्राप्त करता है और ऑपरेटरों और लेवल-1 नियंत्रकों के लिए ईष्टतम सेट पॉइंट्स उत्पन्न करता है।
- **ऑफ़-लाइन सलाहकार मॉडल** वर्तमान परिस्थितियों के आधार पर बिना सीधे लेवल-1 सेट पॉइंट्स को बदलने के ऑपरेटरों के लिए प्रोसेस संबंधी सलाह और सिफ़ारिशें तैयार करते हैं।
- **ऑन-लाइन मॉडल** निरंतर मॉडल गणनाओं के आधार पर वास्तविक समय में लेवल-1 नियंत्रक सेट पॉइंट्स को सीधे समायोजित करते हैं – जिससे क्लोज़्ड-लूप प्रोसेस अनुकूलन सक्षम होता है (उदाहरण: बीएफ भार वितरण, बीओएफ ऑक्सीजन ब्लोइंग, स्लैब रीहीटिंग फर्नेस कर्व्स)।
- **ब्लास्ट फर्नेस में लेवल-2 प्रणाली** हीट और मास बैलेंस, स्टोव शेड्यूलिंग, हार्थ प्रबंधन, ट्यूबर स्वास्थ्य और उत्पादन पूर्वानुमान के लिए प्रोसेस ऑप्टिमाइजेशन मॉडल प्रदान करते हैं – जो प्रचालन दक्षता, उत्पाद गुणवत्ता और सुरक्षा को बढ़ाते हैं।

- एसएमएस / बीओएफ-सीसीपी कॉम्प्लेक्स में लेवल-2 प्रणाली कैस्टर और बीओएफ के बीच डेटा एक्सचेंज, हीट पेसिंग, फेरो-एलॉय खपत मॉडलिंग और सेकेंडरी कूलिंग नियंत्रण करते हैं – जिससे उपचार समय और मिश्र धातु खपत का उन्नयन होता है।
- लेवल-2 ऑटोमेशन के प्रमुख लाभ: समान प्रचालन प्रथाएँ, प्रोसेस और उत्पाद गुणवत्ता में सुधार, ऊर्जा और मिश्र धातु खपत में कमी, उपचार समय का अनुकूलन, पूर्ण ट्रेसबिलिटी और प्रचालन में पारदर्शिता।

लेवल-2 प्रणाली के प्रमुख घटक:

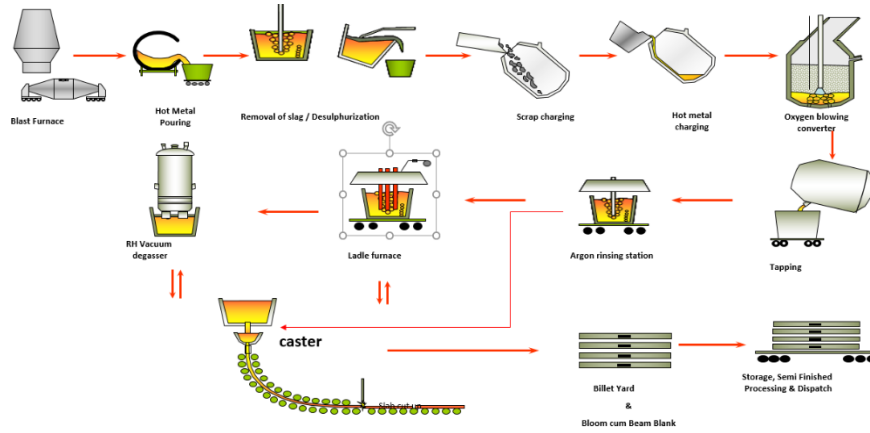


प्रणाली संरचना:

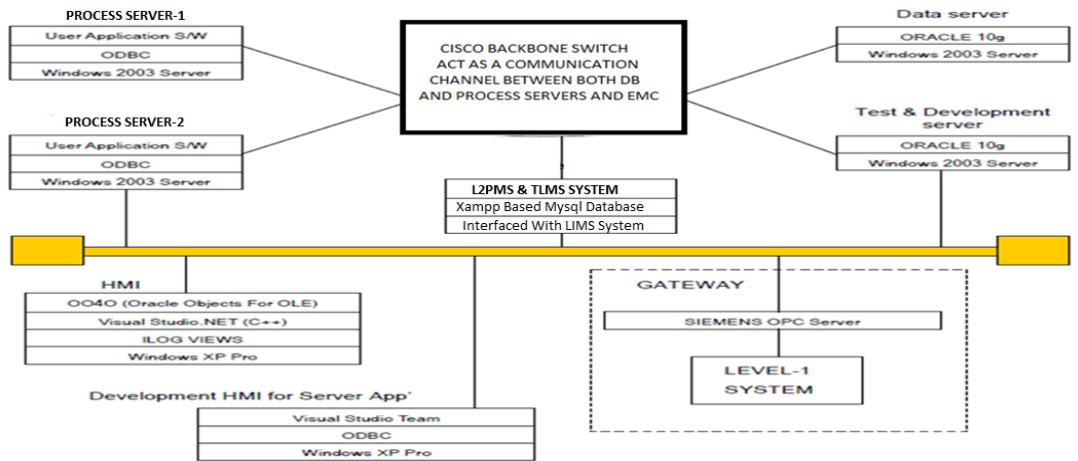


एसएमएस कॉम्प्लेक्स की लेवल 2 ऑटोमेशन प्रणालियाँ

बीओएफ-सीसीपी कॉम्प्लेक्स का प्रोसेस फ्लो चित्र



लेवल 2 संरचना



इंडस्ट्री 4.0

- अब तक चार औद्योगिक क्रांतियाँ हुई हैं: (1) स्टीम पावर और यांत्रिकीकरण; (2) विद्युत, आंतरिक दहन इंजन, बड़े पैमाने पर उत्पादन; (3) डिजिटल तकनीक, कंप्यूटर, इंटरनेट और ऑटोमेशन; (4) **इंडस्ट्री 4.0** – निर्माण में आईओटी, एआई, एमएल, रोबोटिक्स, साइबर-फिजिकल प्रणाली और बिग डेटा का एकीकरण।
- इंडस्ट्री 4.0 **स्मार्ट, कनेक्टेड मैनुफैक्चरिंग इकोप्रणाली** बनाता है, जहाँ मशीनें, उत्पाद और लोग वास्तविक समय में संवाद करते हैं, जिससे स्वायत्त निर्णय, प्रेडिक्टिव अनुरक्षण और मास कस्टमाइजेशन संभव होता है।

डिजिटलाइजेशन, डिजिटलाइजेशन और डिजिटल ट्रांसफॉर्मेशन

- **डिजिटलाइजेशन:** एनालॉग जानकारी को डिजिटल फॉर्मेट में बदलना – उदाहरण के लिए, कागज़ के डॉक्यूमेंट्स को इलेक्ट्रॉनिक फाइलों में स्कैन करना, एनालॉग इंस्ट्रूमेंट रीडिंग को डिजिटल सिग्नल में बदलना।
- **डिजिटलाइजेशन:** डिजिटल तकनीकों का उपयोग करके व्यवसाय प्रचालन को बदलना – मोबाइल डिवाइस, क्लाउड सॉफ्टवेयर और ऑटोमेशन टूल्स अपनाकर प्रोसेसों में सुधार और दक्षता बढ़ाना।
- **डिजिटल ट्रांसफॉर्मेशन:** संगठन यह सोचने का एक समग्र तरीका है कि वह मूल्य कैसे बनाता है, डिजिटल तकनीकों का उपयोग करके नए व्यवसाय मॉडल, उत्पाद और सेवाएँ बनाना, और ग्राहकों, साझेदारों और कर्मचारियों के साथ इंटरैक्शन को किस प्रकार से मूल रूप से बदलना है।

इंडस्ट्री 4.0 के डिज़ाइन सिद्धांत

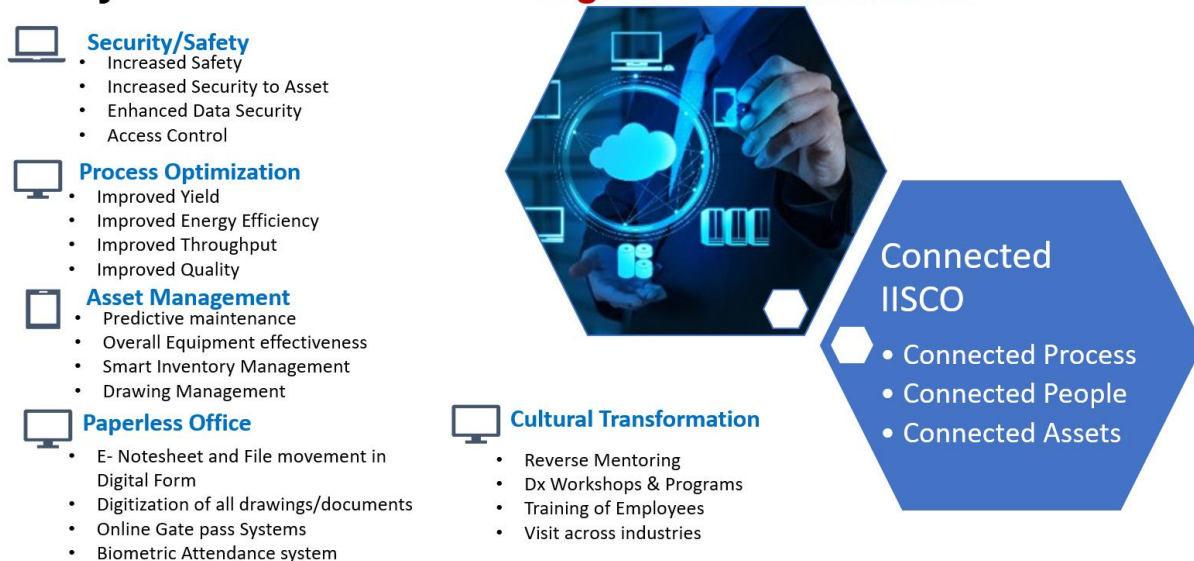
- **इंटरऑपरेबिलिटी:** मशीनें, उपकरण, सेंसर और लोग मानकीकृत औद्योगिक प्रोटोकॉल (ओपीसी-यूए, एमक्यूटीटी, आरईएसटी एपीआई) के माध्यम से निर्बाध रूप से कनेक्ट और संवाद करते हैं।
- **वर्चुअलाइजेशन:** भौतिक संपत्तियों और प्रोसेसों के डिजिटल मॉडल (डिजिटल ट्विन) सिमुलेशन और परीक्षण सक्षम करते हैं, जिससे भौतिक कार्यान्वयन से पहले जोखिम कम होता है।
- **विकेंद्रीकरण:** निर्णय लेने की क्षमता सबसे उपयुक्त निचले स्तर - एज डिवाइस और स्वायत्त नियंत्रक - को वितरित करना – जिससे केंद्रीय प्रणाली पर निर्भरता के बिना तेजी से प्रतिक्रिया संभव होती है।
- **रियल-टाइम डेटा:** लाइव सेंसर डेटा का उपयोग करके उत्पादन प्रोसेसों की निरंतर निगरानी और अनुकूलन, तेजी से और अधिक संसूचित निर्णय लेने में सक्षमता।
- **सेवा उन्मुखता:** नवाचारी डिजिटल सेवाओं के माध्यम से उत्तम सेवा प्रदान करना – पूर्वानुमानित अनुरक्षण सब्सक्रिप्शन, गुणवत्ता विश्लेषण प्लेटफॉर्म और रिमोट विशेषज्ञ समर्थन।

उभरती हुई प्रौद्योगिकियाँ :

- **आईओटी (इंटरनेट ऑफ थिंग्स):** भौतिक उपकरणों और सेंसर को इंटरनेट से जोड़ता है, प्रचालन डेटा की बड़ी मात्रा का संग्रह और विश्लेषण सक्षम करता है, जिससे निगरानी, नियंत्रण और उन्नयन संभव होता है।
- **एआई (कृत्रिम बुद्धिमत्ता) और एमएल (मशीन लर्निंग):** ऐसे एल्गोरिदम जो डेटा से सीखते हैं, पैटर्न पहचानते हैं, भविष्यवाणियाँ करते हैं और स्वायत्त निर्णय लेने में मदद करते हैं – गुणवत्ता पूर्वानुमान, अनियमितता पहचान और प्रोसेस अनुकूलन में उपयोग किये जाते हैं।
- **रोबोटिक्स और ऑटोमेशन:** औद्योगिक रोबोट और सहयोगी रोबोट (कोबॉट्स) दोहराए जाने वाले, खतरनाक या सटीक कार्यों को स्वचालित करते हैं – जो दक्षता, स्थिरता और श्रमिक सुरक्षा बढ़ाते हैं।
- **डिजिटल ट्विन:** भौतिक परिसंपत्ति या प्रोसेस का वास्तविक समय वर्चुअल प्रतिरूप (उदाहरण: ब्लास्ट फर्नेस डिजिटल ट्विन) जो प्रचालन व्यवहार को प्रतिबिंबित करता है, रिमोट निगरानी, परिदृश्य सिमुलेशन और प्रेडिक्टिव एनालिटिक्स सक्षम बनाता है।
- **एआर (आगमेंटेड रियलिटी) और वीआर (वर्चुअल रियलिटी):** एआर वास्तविक संसार पर डिजिटल जानकारी प्रदर्शित करता है (अनुरक्षण गाइडेंस, प्रोसेस डेटा डिस्प्ले); वीआर इमर्सिव प्रशिक्षण वातावरण बनाता है। दोनों निर्णय गति और प्रशिक्षण प्रभावशीलता में सुधार करते हैं।
- **एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग (3D प्रिंटिंग):** सामग्री को परत दर परत जोड़कर घटक बनाना, तेजी से प्रोटोटाइप और जटिल स्पेयर पार्ट्स का ऑन-डिमांड निर्माण संभव करना – इन्वेंट्री और लीड टाइम कम करना।
- **साइबर सुरक्षा:** जब संयंत्र डिजिटल तकनीक अपनाते हैं, तो उन्हें नए साइबर खतरों का सामना करना पड़ता है। साइबर सुरक्षा डिजिटल परिसंपत्तियों – प्रणाली, नेटवर्क और डेटा – को अनधिकृत पहुँच और हमले से सुरक्षित रखती है। इसके लिए एक्सेस नियंत्रण, एन्क्रिप्शन, नेटवर्क सेगमेंटेशन, सुरक्षा निगरानी (एसओसी) और पूरे संगठन में साइबर सुरक्षा जागरूकता की संस्कृति आवश्यक है।

डिजिटल कायाकल्प के लिए अभिज्ञात प्रमुख क्षेत्र

Key Areas Identified For Digital Transformation



इस्पात संयंत्रों में उच्च प्रभाव वाली डिजिटल परियोजनाएं

पूर्ण किए गए उच्च प्रभाव वाली परियोजनाओं का विवरण

संयुक्त संयंत्र व्यू (यूपीवी), प्रयोगशाला सूचना प्रबंधन प्रणाली (एलआईएमएस), और टॉरपीडो लेडल प्रबंधन प्रणाली (टीएलएमएस) जैसे ऑनलाइन प्लेटफॉर्म का विकास आंतरिक संसाधनों के माध्यम से किया गया है।

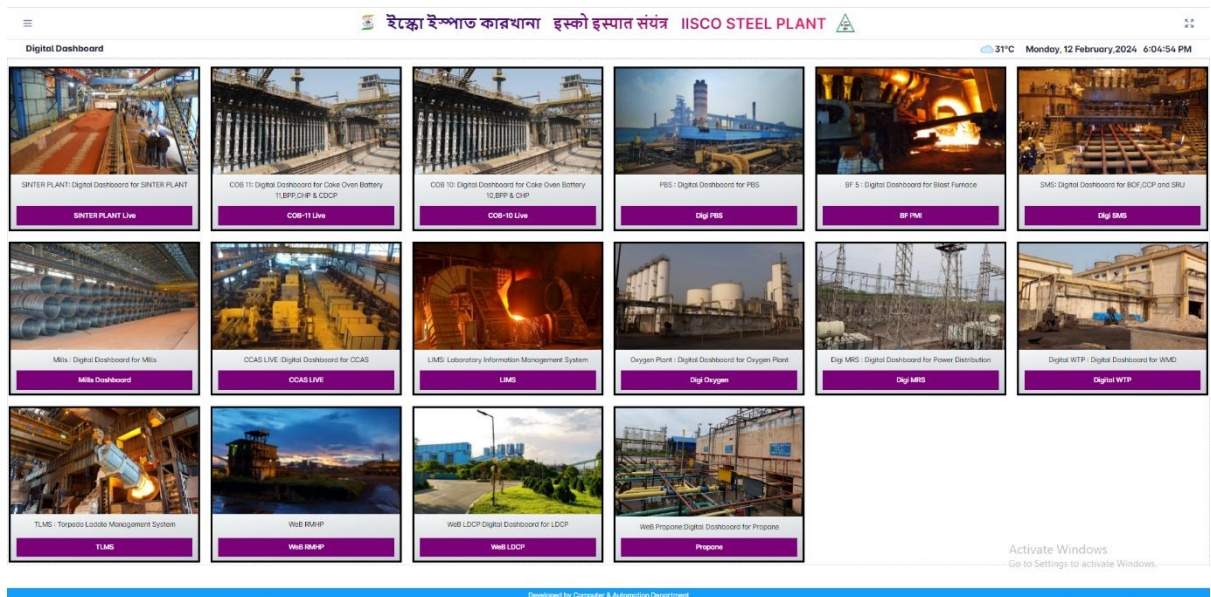
संयुक्त संयंत्र व्यू (यूपीवी) संयंत्र के सभी प्रचालन का एक एकल, व्यापक और समेकित दृश्य प्रदान करता है। यूपीवी के माध्यम से विभिन्न प्रणाली और एप्लिकेशन के डेटा साइलो से जानकारी एक ही इंटरफ़ेस में एकत्र की जाती है, जिससे संयंत्र प्रचालन का प्रबंधन और निगरानी सरल हो जाती है। यह प्रणाली विभिन्न उत्पादन और सहायक इकाइयों के प्रोसेस, उत्पादन और तकनीकी-आर्थिक आकड़ों को शामिल करती है, जिससे संयंत्र की स्थिति का पूर्ण और वास्तविक समय का अवलोकन संभव होता है।

संयुक्त संयंत्र व्यू एक वेब आधारित ऑनलाइन एप्लिकेशन है जो डीसीएस/पीएलसी/लेवल 1/लेवल 2 प्रणाली से वास्तविक समय में प्रोसेस डेटा और उपकरण तथा कार्यशालाओं की स्थिति को कैचर करता है। यूपीवी संयंत्र के अंदर एलएन के माध्यम से और सही प्रमाणीकरण के साथ स्मार्ट डिवाइस (मोबाइल/टैबलेट/लैपटॉप) पर संयंत्र के बाहर से भी एक्सेस किया जा सकता है।

डिजिटल डैशबोर्ड्स

यह सभी उत्पादन और सहायक इकाइयों का वेब-आधारित निगरानी प्रणाली है, जो कुशल निगरानी और प्रबंधन के लिए महत्वपूर्ण प्रोसेस मापदंडों का वास्तविक समय और संग्रहित डेटा प्रदान करती है। ऑपरेटर और प्रबंधक शीघ्र से चिंताजनक क्षेत्रों की पहचान कर सकते हैं, प्रमुख प्रदर्शन संकेतकों को ट्रैक कर सकते हैं और आकड़ा-संचालित निर्णय लेकर समग्र दक्षता और प्रदर्शन बढ़ा सकते हैं।

आरएमएचपी के लिए डिजिटल डैशबोर्ड (आरएमएचपी-वेब), सिंटर प्लांट (सिंटर-डीआई) सीओबी-10 एवं सीओबी-11 (सीओबी लाइव), पीबीएस (डिजी-पीबीएस), बीएफ #5 (बीएफ-पीएमआई), एलडीसीपी (वेब-एलडीसीपी) सीसीएस (सीसीएस-लाइव), एसएमएस (डिजी-एसएमएस), मिल्स (मिल्स- ऑनलाइन), ऑक्सीजन प्लांट (ऑक्सी ऑनलाइन), डब्ल्यूएमडी (डिजिटल डब्ल्यूटीपी), एमआरएस (डिजी एमआरएस) विकसित किए गए हैं।



लाभ:

- प्रोसेस, उत्पादन और महत्वपूर्ण उपकरणों के लिए सीएमएस की वास्तविक समय में निगरानी
- महत्वपूर्ण प्रोसेस का डिजिटल व्यू
- वास्तविक समय में मशीन प्रचालन

प्रोसेस मॉडल और डिजिटल ट्विन

आंतरिक रूप से विकसित प्रोसेस मॉडल

बेसमिक्स मास बैलेंस मॉडल	सिंटर गुणवत्ता पूर्वानुमान मॉडल	भार गणना मॉडल	टर्बोब्लोअर्स के लिए
बर्डन वितरण मॉडल	शाफ्ट ट्रेक मॉडल	ऊष्मा संतुलन मॉडल	एचपी हीटर्स का निष्पादन पूर्वानुमान
स्टेव स्थिति निगरानी	बीएफ में हीट फ्लक्स मॉडल	ट्यूबर स्वास्थ्य प्रबंधन	
कोहेसिव ज़ोन पूर्वानुमान मॉडल	हार्थ प्रबंधन मॉडल (डीसी।)	बीएफ में उत्पादन पूर्वानुमान मॉडल	
बीएफ में परिचालन सूचकांक मॉडल	एसएमएस में हीट पेसिंग मॉडल	फेरो मिश्र धातु खपत मॉडल	

बीएफ-5 के लिए डिजिटल ट्विन

3डी विजुअलाइजेशन आधारित प्रणाली जिसमें ब्लास्ट फर्नेस की प्रोसेस और उसके उपकरणों की वास्तविक समय में एक समयावधि के दौरान फर्नेस मानदंडों में परिवर्तनों के संदर्भ में विस्तृत दृश्य होता है।



आईएसपी में सुरक्षा, सुरक्षा और निगरानी प्रणालियों में डिजिटलाइजेशन

व्हीकल ट्रैकिंग प्रणाली (वीटीएस)

300 पोर्टेबल जीपीएस डिवाइस खरीदे गए हैं। संयंत्र की सभी सड़क मार्गों का नक्शा तैयार किया गया है। वाहन द्वारा लिए गए मार्ग के साथ वाहन की गति और स्टॉप्स की जानकारी वास्तविक समय में नियंत्रण रूम की बड़ी स्क्रीन पर प्रदर्शित होती है।

संयंत्र में प्रवेश करने वाले बाहरी वाहनों की 24x7 निगरानी की जाती है ताकि विश्लेषण और सुरक्षा उद्देश्यों के लिए आकड़े उपलब्ध हो।

गति सीमा उल्लंघन, अनावश्यक रुकावट और कस्टमाइज्ड रिपोर्ट जनरेशन के लिए पॉप-अप संदेश उपलब्ध हैं, जो उपयोगी आसूचना संबंधी जानकारी निकालने में सहायक हैं।

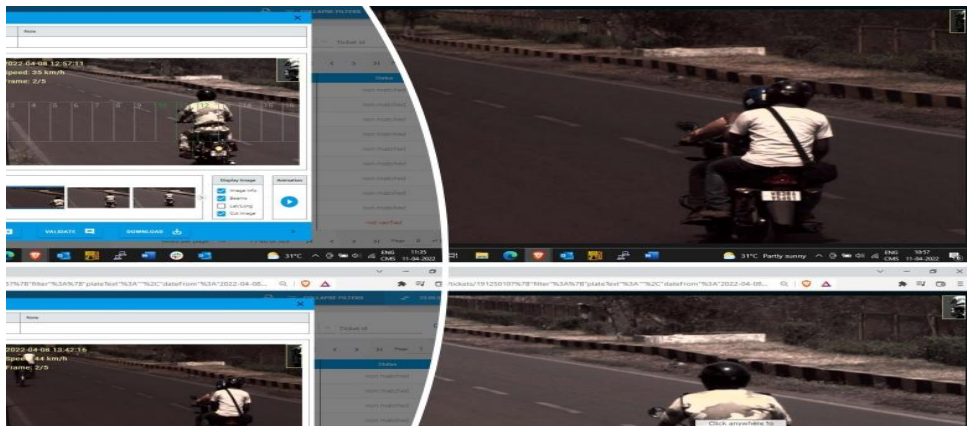
वाहन ट्रैकिंग प्रणाली उत्पादन, दक्षता और लाभप्रदता सुधारने में योगदान देता है।

आईएसपी में ड्रोन निगरानी,

डीजीसीए से आवश्यक स्वीकृति लेकर एक ड्रोन खरीदा गया है। दिन और रात में दूरदराज और रणनीतिक स्थानों की निगरानी में मदद करता है। यह ऐसी दुर्गम जगहों की जानकारी और सर्वेक्षण में सहायक है जहाँ सीसीटीवी नहीं लगा हुआ है। मौजूदा सीसीटीवी आधारित सुरक्षा प्रणाली को बेहतर बनाता है।

वाहन गति निगरानी प्रणाली

09 स्थानों पर गति प्रवर्तन प्रणाली और जागरूकता प्रणाली स्थापित की गई है।



सुरक्षा, सुरक्षा और निगरानी में डिजिटलाइजेशन

- **वाहन ट्रैकिंग प्रणाली (वीटीएस):** संयंत्र के भीतर सभी सड़क वाहनों की जीपीएस-सक्षम ट्रैकिंग। वाहन के मार्ग, गति और स्टॉपेज का वास्तविक समय में नियंत्रण रूम की बड़ी स्क्रीन पर प्रदर्शन। स्पीड उल्लंघन और अनावश्यक रुकावट के लिए स्वचालित अलर्ट। सुरक्षा प्रबंधन और उत्पादन क्षमता सुधार के लिए उपयोगी आसूचना संबंधी जानकारी प्रदान करता है।
- **ड्रोन निगरानी:** डीजीसीए स्वीकृति वाले ड्रोन दिन और रात में सुदूर, रणनीतिक और दुर्लभ स्थानों की निगरानी करते हैं। मौजूदा सीसीटीवी प्रणाली को पूरक करते हैं और उन क्षेत्रों के सर्वेक्षण में मदद करते हैं जहाँ फिक्स्ड कैमरे स्थापित नहीं किए जा सकते।
- **वाहन गति निगरानी प्रणाली:** संयंत्र के प्रवेश/निकास के अनेक बिंदुओं पर स्पीड एन्फोर्समेंट और जागरूकता प्रणाली स्थापित की गई है, ताकि गति उल्लंघनों को कम किया जा सके और संयंत्र के भीतर सड़क सुरक्षा बढ़ाई जा सके।
- **सीसीटीवी और एआई-आधारित वीडियो एनालिटिक्स:** आधुनिक निगरानी प्रणालियाँ एआई-आधारित वीडियो एनालिटिक्स को शामिल करती हैं, जो स्वचालित रूप से सुरक्षा उल्लंघनों (पीपीई अनुपालन, अनधिकृत प्रवेश, आग/धुआँ पहचान) का पता लगाती हैं और मानव निगरानी क्षमता को बढ़ाती हैं।

अध्याय - 12

खनन

12.1 प्रस्तावना

खनन वह प्रक्रिया है जिसके माध्यम से पृथ्वी से बहुमूल्य खनिज या अन्य भौगोलिक पदार्थ निकाले जाते हैं।

खनन में कई चरण शामिल होते हैं जो एक क्रम में होते हैं। चरणों के इस क्रम को खनन क्रम के रूप में जाना जाता है। खनन क्रम में खनन के सभी पहलू शामिल होते हैं, जिनमें शामिल हैं: अयस्क भंडारों की खोज, प्रस्तावित खदान की लाभ क्षमता का विश्लेषण, वांछित सामग्री का निष्कर्षण और, एक बार खदान बंद हो जाने के बाद, खनन के लिए उपयोग की गई सभी भूमि को उनकी मूल स्थिति में बहाल करना।

खदानों को विकसित करने के लिए हमें उस क्षेत्र के भूविज्ञान को समझना होगा।

इस संबंध में अयस्क भंडार का निर्माण महत्वपूर्ण है। अयस्क को खनिजों के एक समूह के रूप में माना जाता है जिससे वाणिज्यिक पैमाने पर आर्थिक रूप से कोई धातु या धात्विक यौगिक प्राप्त किया जा सकता है। जब अयस्क में धातु या मूल्यवान तत्व का प्रतिशत लाभदायक निष्कर्षण के लिए बहुत कम होता है, तो वह चट्टान अयस्क नहीं रह जाती है।

खनिज को एक प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले रासायनिक यौगिक के रूप में माना जा सकता है, जिसकी एक निश्चित रासायनिक संरचना और क्रिस्टल संरचना होती है। विभिन्न अयस्कों के आर्थिक प्रसंस्करण में खनिजों के भौतिक गुण सबसे महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

खनिजों की भौतिक विशेषताएं:

खनिजों की भौतिक विशेषताओं को रासायनिक परीक्षणों का उपयोग किए बिना निर्धारित किया जा सकता है। वे अपनी क्रिस्टल संरचनाओं में परमाणुओं के प्रकार और व्यवस्था पर निर्भर करते हैं। खनिजों के विभिन्न भौतिक गुणों में पारदर्शिता, चमक, रंग, विशिष्ट गुरुत्व, कठोरता, क्लीवेज, भंगुरता, चुंबकीय गुण, विद्युत गुण, रेडियोधर्म और प्रकाशीय गुण शामिल हैं।

पारदर्शिता

इस शब्द का उपयोग यह बताने के लिए किया जाता है कि हम किसी खनिज के आर-पार कितनी आसानी से देख सकते हैं। पारदर्शिता के लिए तीन शब्द आमतौर पर उपयोग किए जाते हैं, अर्थात्: अपारदर्शी, पारदर्शी और पारभासी। अपारदर्शी खनिज वे होते हैं जिनके आर-पार कोई प्रकाश नहीं देखा जा सकता। पारदर्शी खनिज वे होते हैं जिनके आर-पार स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है। पारभासी खनिज वे होते हैं जिनके आर-पार थोड़ा प्रकाश देखा जा सकता है।

चमक

इसे खनिज की सतह से प्रकाश के परावर्तन की मात्रा और गुणवत्ता के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। खनिज की चमक उसकी सतह की दिखावट को संदर्भित करती है।

रंग

अधिकांश मामलों में, खनिज का रंग क्रिस्टल बनाने वाले परमाणुओं द्वारा प्रकाश ऊर्जा की कुछ खास तरंगदैर्घ्य के अवशोषण के कारण होता है। प्रकाश की जो तरंगदैर्घ्य अवशोषित नहीं होतीं, वे ही आँखों को रंग का एहसास कराती हैं।

दीप्ति

इसका अर्थ है किसी खनिज द्वारा प्रकाश का उत्सर्जन, जो सीधे तौर पर तापदीप्ति का परिणाम नहीं होता। अधिकांश खनिजों में दीप्ति बहुत हल्की होती है और इसे केवल अंधेरे में ही देखा जा सकता है। जो खनिज पराबैंगनी प्रकाश और एक्स-रे के संपर्क में आने पर चमकते हैं, उन्हें प्रतिदीप्त खनिज कहा जाता है।

विशिष्ट गुरुत्व

किसी विशेष खनिज का विशिष्ट गुरुत्व लगभग स्थिर रहता है; कुछ अशुद्धियों की मौजूदगी के कारण इसमें थोड़ा-बहुत बदलाव आ सकता है। विशिष्ट गुरुत्व में अंतर खनिजों को एक-दूसरे से अलग करने का सबसे निश्चित तरीका है और इसका व्यावहारिक उपयोग भी किया जाता है। पानी से साधारण धुलाई करके क्वार्ट्ज़ रेत से सोने के कणों को आसानी से अलग किया जा सकता है, जबकि भारी द्रवों का उपयोग करके हल्के कोयले को भारी शेल से अलग किया जा सकता है। विशिष्ट गुरुत्व में अंतर ही अयस्क-प्रसंस्करण की एक श्रेणी का आधार बनता है, जिसे 'गुरुत्व सांद्रण विधि' के नाम से जाना जाता है।

कठोरता

इसे किसी खनिज की खरोंच का विरोध करने की क्षमता के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। यह इस बात से अलग है कि उसे कितनी आसानी से तोड़ा जा सकता है। हीरा ज्ञात पदार्थों में सबसे कठोर पदार्थों में से एक है, किंतु इसे सरलता से तोड़ा जा सकता है। अन्य भौतिक गुणों की तरह, कठोरता भी खनिज संरचनाओं में परमाणुओं के प्रकार और उनकी व्यवस्था पर निर्भर करती है। इस परीक्षण का आधार ऑस्ट्रियाई खनिज विज्ञानी एफ. मोह्स द्वारा चुने गए खनिजों का एक समूह है, जिससे अन्य सभी खनिजों की तुलना करके उनकी सापेक्ष कठोरता निर्धारित की जा सकती है। 1 से 10 तक की संख्या वाला यह पैमाना, जो कठोरता के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित है, 'मोह्स कठोरता पैमाना' के नाम से जाना जाता है। यह खनिजों की पहचान करने या उनकी कठोरता को तुरंत निर्धारित करने का एक बहुत ही उपयोगी साधन है। यह पैमाना एक रैखिक पैमाना नहीं है, बल्कि कुछ हद तक मनमाना है।

कठोरता का मोह्स का पैमाना

कठोरता	खनिज	संबंध और उपयोग
1.	टैल्क	टैल्कम पाउडर
2.	जिप्सम	प्लास्टर ऑफ़ पेरिस। जिप्सम तब बनता है जब पृथ्वी की सतह से समुद्र का पानी भाप बनकर उड़ जाता है।
3.	कैल्साइट	चूना पत्थर और अधिकतर सीपियों में कैल्साइट होता है।
4	फ्लोराइट	फ्लोराइट में मौजूद फ्लोरीन दाँतों को सड़ने से बचाता है।
5	एपैटाइट	एपैटाइट एक प्रेरणादायक पत्थर है। यह मानसिक क्षमताओं और आध्यात्मिक तालमेल को विकसित करता है। इसका उपयोग बातचीत और आत्म-अभिव्यक्ति में मदद के लिए करें। एपैटाइट अधिकतर नीले रंग में देखा जाता है, किंतु यह भूरे, गुलाबी, पीले, हरे (स्पेन से आने वाले को एस्पैरागस स्टोन कहते हैं) और बैंगनी रंग की एक दुर्लभ किस्म में भी मिल सकता है। एपैटाइट

		हड्डियों को ठीक करता है, कैल्शियम के अवशोषण में मदद करता है, और उपास्थि, हड्डियों, दाँतों तथा मोटर कौशल को मज़बूत बनाता है। यह गठिया और जोड़ों की समस्याओं से राहत दिलाता है। यह हाई ब्लड प्रेशर को भी नियंत्रित करता है।
6	ऑर्थोक्लेज़ फेल्डस्पार	ऑर्थोक्लेज़ एक फेल्डस्पार है, और जर्मन भाषा में "फेल्ड" का अर्थ होता है "फील्ड"।
7	क्वार्ट्ज़	क्वार्ट्ज़ पृथ्वी की सतह पर पाया जाने वाला सबसे आम खनिज है। कई आग्नेय, कायांतरित और अवसादी चट्टानों का एक महत्वपूर्ण घटक होने के साथ-साथ, सिलिकॉन डाइऑक्साइड का यह प्राकृतिक रूप कई तरह की किस्मों और रंगों में पाया जाता है।
8	पुखराज	नवंबर महीने का जन्म-रत्न। पन्ना और एक्वामरीन, बेरिल खनिज की ही किस्में हैं, जिनकी कठोरता 8 होती है।
9.	कोरंडम	नीलम और माणिक, कोरंडम खनिज की किस्में हैं। ये टोपाज़ से दो गुना अधिक कठोर होते हैं।
10	हीरा	इनका उपयोग आभूषण बनाने और काटने वाले औज़ारों में किया जाता है। ये कोरंडम से चार गुना अधिक कठोर होते हैं।

उत्खनन

अन्वेषण का उद्देश्य अयस्क पिंड/कोयला परत की मोटाई निर्धारित करना और साथ ही अयस्क/कोयले की गुणवत्ता का पता लगाना है। इस उद्देश्य के लिए, कोर ड्रिलिंग के माध्यम से ज़मीन में एक बोर होल किया जाता है और उससे कोर निकाला जाता है, जिसे अत्यंत सावधानी के साथ एक कोर बॉक्स में रखा जाता है। भूविज्ञानी/खनन इंजीनियर पृथ्वी की पपड़ी से निकाले गए कोर की लंबाई को सावधानीपूर्वक मापते हैं और कागज़ पर अयस्क पिंड/कोयला परत की लंबाई और स्थान का एक चित्र बनाते हैं। कोर को कोर बॉक्स में व्यवस्थित रूप से रखने और उसकी भौतिक विशेषताओं का विवरण दर्ज करते हुए एक लॉग बुक बनाए रखने की इस प्रक्रिया को 'लॉगिंग' के नाम से जाना जाता है। इसके साथ

ही, अयस्क/कोयला परत को गुणवत्ता विश्लेषण के लिए प्रयोगशाला में भेजा जाता है। यह किसी भी खनन सॉफ्टवेयर जैसे सर्पेक, डेटामाइन के लिए भूवैज्ञानिक और विश्लेषण डेटाबेस हेतु बुनियादी जानकारी प्रदान करता है; इस जानकारी का उपयोग भंडार का अनुमान लगाने, औसत गुणवत्ता निर्धारित करने, अयस्क मॉडलिंग करने, खदान योजना तैयार करने और अंत में, निर्धारित गुणवत्ता के साथ अयस्क की लक्षित मात्रा का उत्पादन करने के लिए खदान की समय-सारिणी बनाने हेतु किया जाता है।

बेंच-वार उत्खनन योजना

वांछित गुणवत्ता के साथ लक्षित उत्पादन को पूरा करने के लिए, एक व्यवस्थित और वैज्ञानिक 'बेंच-वार उत्खनन योजना' तैयार की जाती है। इसमें ऊपरी मिट्टी को हटाने की प्रक्रिया को इस तरह से समन्वित किया जाता है कि वांछित उत्पादन के लिए पर्याप्त अयस्क बेंचें सामने आ सकें। इसके साथ ही, अलग-अलग गुणवत्ता वाली विभिन्न अयस्क बेंचों से उत्खनन किया जाता है, जिन्हें क्रशर स्तर पर मिलाकर एक वांछित अंतिम उत्पाद तैयार किया जा सके, जिसे बाद में इस्पात संयंत्र में भेजा जाता है। बेंच के मापदंड, जैसे कि उसकी ऊँचाई, चौड़ाई और ढलान, डीजीएमएस की अनुमति के अनुसार ही बनाए रखे जाते हैं।

उत्खनन योजना का पठन

उस भूभाग का आकार और स्वरूप, जहाँ खनन कार्य किया जाना है, एक 'खदान सतह योजना' में दर्शाया जाता है। यह योजना एक उपयुक्त पैमाने पर तैयार की जाती है और इसमें सतह की प्रत्येक विशेषता को एक निर्धारित क्रम में शामिल किया जाता है। सतह की विभिन्न विशेषताओं को वैधानिक नियमों के तहत निर्धारित एक विशिष्ट अनुसूची के अनुसार दर्शाया जाता है। उत्खनन योजना को या तो 'खदान सतह योजना' पर ही तैयार किया जा सकता है, या फिर अलग से एक 'खदान कार्य योजना' पर बनाया जा सकता है। जिसमें सभी कार्यशील बेंचों/सतहों को स्पष्ट रूप से सीमांकित किया जाता है, और इसमें एक विशिष्ट निर्धारित अवधि के दौरान किए जाने वाले नियोजित उत्खनन की लंबाई और चौड़ाई का विवरण दिया जाता है। सामान्यतः, उत्खनन योजना प्रत्येक माह तैयार की जाती है; यह योजना 'भारतीय खान ब्यूरो' द्वारा अनुमोदित पाँच-वर्षीय खनन योजना के अंतर्गत आने वाली वार्षिक उत्खनन योजना के संदर्भ में बनाई जाती है। आवश्यकताओं में होने वाले बदलावों के अनुसार उत्खनन योजना में परिवर्तन किया जा सकता है, परंतु वार्षिक नियोजित मात्रा को, खनन योजना में निर्धारित मात्रा से अधिक नहीं बढ़ाया जा सकता—जब तक कि इसके लिए आईबीएम से आवश्यक अनुमति प्राप्त न कर ली गई हो।

अल्पकालिक और दीर्घकालिक उत्खनन योजना

दीर्घकालिक योजनाएँ

सभी दीर्घकालिक उत्खनन योजनाएँ, आईबीएम द्वारा अनुमोदित खदान योजनाओं, खनन योजनाओं और खदान बंद करने/प्रगतिशील खदान बंद करने की योजनाओं के अनुरूप बनाई जानी चाहिए।

प्रगतिशील खदान बंद करने की योजना, खदान नियोजन का मूल तत्व है; इसमें नियोजन की शुरुआत खदान के जीवनकाल के अंत में निर्धारित अंतिम गड्ढे की सीमा से होती है, जिसमें व्यवस्थित रूप से भूमि का सुधार और पुनर्वास किया जाता है, ताकि अंत में, यथासंभव, भूमि को उसके मूल स्वरूप में वापस लाया जा सके।

खदान योजना एक व्यवस्थित उत्खनन योजना है, जो आमतौर पर 20 वर्षों की पट्टे की अवधि के लिए बनाई जाती है, जिसमें पर्यावरण संरक्षण और खनिज संरक्षण का पूरा ध्यान रखा जाता है। यदि निर्धारित लक्ष्य से कम उत्पादन होता है या माँग में कोई परिवर्तन आता है, तो खदान योजना से विचलन होने की संभावनाएँ हमेशा बनी रहती हैं।

खनन योजनाएँ :- मूल खदान योजना से होने वाले विचलनों को समायोजित करने के लिए, खदान योजना की अवधि के प्रत्येक 5 वर्ष बाद एक 'खनन योजना' तैयार की जाती है। यह पंच-वर्षीय खनन योजना, खदान की खुदाई की संशोधित योजना को दर्शाती है, जिसमें प्रत्येक वर्ष की खुदाई का स्पष्ट विवरण दिया गया होता है। ये सभी योजनाएँ अयस्क/कोयले के खनन के लिए तैयार की जाती हैं, जिनमें हमारी कंपनी के उद्देश्यों और लक्ष्यों का पूरा ध्यान रखा जाता है। दीर्घकालिक योजनाओं में, समाज और हमारे देश के विकास हेतु भारत सरकार की पंच-वर्षीय योजनाओं का भी ध्यान रखा जाता है। उदाहरण के लिए, 'विजन 2025' तैयार किया गया है, जिसके तहत भारत में इस्पात का उत्पादन बढ़ाकर 100 मिलियन टन तक पहुँचाने का लक्ष्य रखा गया है।

अल्पकालिक योजनाएँ

लक्ष्य तक पहुँचने और संगठन के उद्देश्य को पूरा करने के लिए, खान योजना और खनन योजनाओं जैसी दीर्घकालिक उत्खनन योजनाओं के आधार पर, वार्षिक/मासिक उत्खनन के लिए अल्पकालिक योजना तैयार की जाती है जिसमें हर विवरण पर विस्तार से विचार किया जाता है।

अपशिष्ट डंप/अपशिष्ट डंप योजना/ढलान स्थिरता/प्रकाश व्यवस्था

अपशिष्ट डंप से तात्पर्य टूटे हुए अपशिष्ट पदार्थों के ढेर से है जिनका आर्थिक मूल्य नहीं होता, लेकिन उनकी मात्रा इतनी अधिक होती है कि अपशिष्ट डंप का सावधानीपूर्वक आकलन और योजना बनाना आवश्यक होता है, जो खुली खदान के संचालन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इसे पट्टे के भीतर किसी ठोस भूमि पर या पुराने खदान क्षेत्र में गैर-खनिज क्षेत्र में खपाया जाना चाहिए। योजना इस प्रकार बनाई जानी चाहिए कि अपशिष्ट डंप के पुनर्बंधन की आवश्यकता अर्थात् अयस्क भंडार/कोयले से दूर न्यूनतम हो या बिल्कुल न हो। वर्तमान पर्यावरणीय चिंताओं के कारण, वन विभाग और प्रदूषण नियंत्रण विभाग द्वारा पहाड़ी ढलानों पर डंपिंग की अनुमति नहीं दी जा रही है। इसलिए यह वांछनीय है कि खदान उत्खनन की योजना इस प्रकार बनाई जाए कि उत्खनित खदान क्षेत्र का उपयोग उस पुराने खनन क्षेत्र को भरने के लिए किया जा सके जहाँ से संपूर्ण खनिज निकाला जा चुका है।

अपशिष्ट डंप को 30 मीटर की ऊंचाई के विभिन्न खंडों में बनाया जा सकता है ताकि ढलान के कारण होने वाली विफलता न्यूनतम हो या बिल्कुल भी संभव न हो। इसके लिए परिधि के साथ-साथ क्षैतिज लंबाई छोड़ी जाती है। ढलान के कारण होने वाली विफलता से बचने के लिए अपशिष्ट पदार्थ का विश्राम कोण अर्थात् ड्रॉ एंगल आमतौर पर ऊर्ध्वाधर से 33.5 डिग्री पर रखा जाता है। अपशिष्ट डंप की देखरेख खनन सरडर/खनन सहायक और डंप मैन द्वारा की जाती है और शिफ्ट प्रभारी द्वारा नियमित रूप से इसका निरीक्षण किया जाता है। डोजर/पे लोडर की सहायता से डंप यार्ड के विस्तार की दिशा में एक मेड़ तैयार की जानी चाहिए। धूल को कम करने के लिए नियमित रूप से पानी का छिड़काव किया जाना चाहिए। डंप डिजाइन करते समय इस बात का विशेष ध्यान रखा जाना चाहिए कि मानसून के दौरान वर्षा जल अपशिष्ट को प्राकृतिक जलधारा या नदी में न बहा ले जाए।

नए क्षेत्र की खुदाई करते समय यदि कोई ऊपरी मिट्टी उपलब्ध हो, तो उसे अपशिष्ट पदार्थों के साथ अपशिष्ट डंप में नहीं डालना चाहिए, बल्कि उसे खदान पुनर्वास प्रक्रिया में वृक्षारोपण के लिए भविष्य में उपयोग हेतु अलग से एकत्र करके रखना चाहिए।

यदि खदान का संचालन अंधेरे के समय में जारी रहता है, तो डंपरों की सुचारु आवाजाही को सुविधाजनक बनाने के लिए डंप क्षेत्र में पर्याप्त रोशनी की व्यवस्था की जानी चाहिए। खदान नियमों के अनुसार, रोशनी का न्यूनतम स्तर 3.5 लक्स बनाए रखना आवश्यक है।

उपकरणों की योजना/उपकरणों का चयन

ओपनकास्ट खदान के लिए उपकरणों का चयन अयस्क पिंड के आकार और बनावट, अयस्क के भंडार, उत्पादन की वांछित मात्रा और खदान को बंद करने की समय-सीमा पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए, यदि कोई भंडार बहुत अनियमित है और उसमें चुनिंदा खनन की आवश्यकता है, तो उसे मैन्युअल रूप से ही करना पड़ता है। छोटे भंडारों में अधिक क्षमता वाले उपकरणों की आवश्यकता नहीं होती, जबकि बड़े भंडारों में, जहाँ बड़े पैमाने पर खुदाई की आवश्यकता होती है, अधिक क्षमता वाले उपकरण संचालन में अधिक प्रभावी और किफायती होते हैं। इसलिए, ओपनकास्ट खदान के लिए उपकरणों का चयन एक महत्वपूर्ण प्रक्रिया है। उत्खनन की जाने वाली चट्टानों/खनिजों के प्रकार के आधार पर, निम्नलिखित संयोजन उपयुक्त होते हैं और आमतौर पर इनका उपयोग किया जाता है:

- क) एक्स्क्वेटर-डंपर संयोजन
- ख) इन-पिट क्रशर-बेल्ट कन्वेयर संयोजन
- ग) बकेट व्हील एक्स्क्वेटर
- घ) ड्रैगलाइन

बकेट व्हील एक्स्क्वेटर एक बड़ी क्षमता वाला निरंतर खुदाई करने वाला उपकरण है, जिसका उपयोग नरम संरचनाओं में खदान के मुख से सीधे सामग्री की खुदाई करने और उसे कन्वेयर के माध्यम से वांछित स्थानों तक पहुँचाने के लिए किया जाता है। इसका उपयोग कुछ खदानों में और स्टील संयंत्रों में अयस्क प्रबंधन संयंत्रों में लौह अयस्क के ढेलों/बारीक कणों के रिक्लेमेशन के लिए भी किया जाता है।

ड्रैगलाइन एक विशाल एक्स्क्वेटर है, जिसका उपयोग ऊपरी परत को सीधे काफी दूरी तक एक तरफ फेंकने के लिए किया जा सकता है। इसका उपयोग खनन के लिए ऊपरी परत को अस्थायी रूप से हटाने और पूरे भंडार को निकालने के बाद, उस क्षेत्र को वापस भरने (backfilling) के लिए भी प्रभावी ढंग से किया जा सकता है, विशेष रूप से उन मामलों में जहाँ भंडार की मोटाई बहुत अधिक नहीं होती है।

उपकरण

ओपनकास्ट खनन के लिए आवश्यक उपकरण:

- क) एक्स्क्वेटर: रोप शॉवेल / हाइड्रोलिक एक्स्क्वेटर (फ्रंट एंड या बैक हो)

- ख) डंपर: 35 टन क्षमता, 50 टन क्षमता, 85 टन क्षमता, 100 टन, 120 टन क्षमता आदि।
- ग) टिपर / हाइवा: 16 टन / 25 टन
- घ) ड्रिल: बिजली से चलने वाला, डीजल से चलने वाला
- ङ) डोजर: डी-155, डी-355, डी-510
- च) ग्रेडर
- छ) जल स्पिंकलर

अर्थ मूविंग इक्विपमेंट के मुख्य विनिर्माता

बीईएमएल, कैटरपिलर, टेलकोन, एलएंडटी - कोमात्सु, एटलसकोप्को आदि।

उपकरण संयोजन

उपकरण संयोजन, लक्षित गुणवत्ता के साथ आवश्यक उत्पादन की मात्रा पर निर्भर करता है। मैनुअल खदानों को छोड़कर, सेल की सभी खदानों में खुदाई और अयस्क को क्रशिंग और स्क्रीनिंग प्लांट तक ले जाने के लिए एक्स्क्वेटर-डंपर संयोजन का प्रयोग किया जाता है; ड्रिलिंग के लिए 100 मिमी. से 165 मिमी. तक के बड़े व्यास वाले ड्रिल का इस्तेमाल किया जाता है। खदानों में ज़मीन को समतल करने के लिए डोजर और खदानों की सड़कों को समतल करने के लिए रोड ग्रेडर का इस्तेमाल किया जाता है। खदानों में धूल को दबाने के लिए बड़े वॉटर स्पिंकलर का इस्तेमाल किया जाता है, जो अनिवार्य है, क्योंकि जब तक धूल को दबाया नहीं जाता, तब तक खदान में कोई और कार्य संभव नहीं है।

12.2 खदानों का प्रचालन

ड्रिलिंग/ड्रिल की जगह तय करना/सब-ग्रेड ड्रिलिंग

खदान के उत्पादन वाले हिस्सों से आगे, अलग-अलग बेंचों में, सभी हिस्सों में एक ड्रिलिंग ब्लॉक बनाया जाना चाहिए, जिसकी लंबाई और चौड़ाई इतनी हो कि कम से कम एक सप्ताह के लिए आवश्यक सामग्री की व्यवस्था हो सके। इससे सरलता से साप्ताहिक ब्लास्टिंग हो पाती है और मशीनों को बार-बार एक जगह से दूसरी जगह ले जाने की ज़रूरत नहीं पड़ती। अच्छी ब्लास्टिंग दक्षता के लिए, प्रभावी ड्रिलिंग मानदंड का पालन किया जाना चाहिए। ड्रिलिंग पैरामीटर, चट्टान की विशेषताओं पर निर्भर करते हैं। फ्री फेस से छेदों की पहली लाइन तक की दूरी को 'बर्डन' कहते हैं; एक लाइन में एक छेद से दूसरे छेद तक की दूरी को 'स्पेसिंग' कहते हैं; और बेंच की ऊंचाई से ज़्यादा की गई अतिरिक्त ड्रिलिंग को 'सब-ग्रेड ड्रिलिंग' कहते हैं। ड्रिलिंग ब्लॉक को डोजर की मदद से ठीक से समतल किया

जाता है, और ड्रिलिंग का काम शुरू करने से पहले, तय ड्रिलिंग मापदंड के हिसाब से ज़मीन पर ड्रिल के छेदों की जगहें हाथ से निशान लगाकर तय की जाती हैं। ड्रिलिंग मापदंड को, आम तौर पर तय किए गए व्यावहारिक का पालन करते हुए, प्रयोग के आधार पर तय किया जा सकता है। सख्त चट्टानों के लिए कम बर्डन और स्पेसिंग की ज़रूरत होती है, जबकि नरम चट्टानों में ज़्यादा स्पेसिंग और बर्डन रखा जा सकता है, क्योंकि वहाँ चट्टानों को तोड़ने के लिए कम ऊर्जा की ज़रूरत होती है।

खदान में ड्रिलिंग मापदंड तय करने के लिए, नीचे दिया गया व्यावहारिक नियम प्रयोग में है:

- क) ड्रिल के छेदों का बर्डन, छेदों के व्यास का 200 से 300 गुना हो सकता है।
- ख) स्पेसिंग, बर्डन का 1.2 गुना हो सकती है।
- ग) सब-ग्रेड ड्रिलिंग, बेंच की ऊंचाई का लगभग 10% होनी चाहिए।

सतह पर छेदों की मार्किंग चौकोर पैटर्न या स्टैगर्ड पैटर्न में की जा सकती है। जब दूसरी लाइन के छेदों की दूरी पहली लाइन के छेदों के साथ मिलकर एक चौकोर बनाती है, तो इसे चौकोर पैटर्न कहा जाता है; और जब दूसरी लाइन के छेद पहली लाइन के दो छेदों के बीच में रखे जाते हैं, जिससे एक त्रिभुज बनता है, तो इसे स्टैगर्ड पैटर्न कहा जाता है। ड्रिल हटाने के बाद ड्रिलिंग में हुए नुकसान की भरपाई करने और बेंच के तल को एक समान बनाए रखने के लिए सब-ग्रेड ड्रिलिंग की ज़रूरत होती है। अच्छी ब्लास्टिंग के लिए, छेद की लंबाई बेंच की ऊंचाई से कम से कम 10% ज़्यादा होनी चाहिए; अन्यथा बेंच के निचले हिस्से में 'टो' बन जाएंगे, जो एक्सकेवेटर की खुदाई की क्षमता को कम कर देंगे।

ब्लास्टिंग

ब्लास्टिंग चट्टानों को छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़ने के लिए की जाती है, ताकि उन्हें फावड़े से उठाया जा सके। यह खदान के कार्य की जीवनरेखा होती है, क्योंकि खुदाई, डंपर में माल भरना, ढुलाई, क्रशिंग और स्क्रीनिंग जैसे बाकी सभी कामों की क्षमता ब्लास्टिंग की क्षमता पर ही निर्भर करती है—अर्थात्, ब्लास्ट किए गए चट्टानों के टुकड़ों का आकार कैसा है। चट्टानों को तोड़ने के लिए अलग-अलग तरह के विस्फोटक इस्तेमाल किए जाते हैं।

- क) हाई प्राइम चार्ज
- ख) प्राइम चार्ज
- ग) बेस चार्ज
- घ) कॉलम चार्ज
- ङ) बल्क इमल्शन विस्फोटक - साइट मिक्स्ड इमल्शन (एसएमई) विस्फोटक

विस्फोटक:

एक विस्फोटक में चार मूलभूत विशेषताएं होती हैं: (1) यह एक ऐसा रासायनिक यौगिक या मिश्रण होता है जो गर्मी, झटके, टक्कर, घर्षण, या इन सभी के मेल से जल उठता है; (2) जलने पर, यह तेज़ी से टूटकर एक जोरदार धमाका करता है; (3) इसमें से तेज़ी से गर्मी निकलती है और बड़ी मात्रा में ज़्यादा दबाव वाली गैसों बनती हैं, जो इतनी तेज़ी से फैलती हैं कि आस-पास के दबाव को तोड़कर बाहर निकल जाती हैं; और (4) विस्फोटक के धमाके से निकलने वाली ऊर्जा चार मूल प्रभाव उत्पन्न करती है: (क) चट्टानों का टूटना; (ख) चट्टानों का अपनी जगह से हटना; (ग) ज़मीन में कंपन; और (घ) वायु विस्फोट।

साइट मिक्स्ड विस्फोटक

यह एएनएफओ या दूसरे पैकेट वाले विस्फोटकों के मुकाबले, साइट पर ही तैयार किए जाने वाले इमल्शन विस्फोटक का एक नया और आधुनिक तरीका है। इसकी विशेषता यह है कि, गुणवत्ता के प्रतिशत के आधार पर, इसमें निम्नलिखित घटक संरचना शामिल है: 60 ~ 78% अमोनियम नाइट्रेट, 16 ~ 30% जल, 1 ~ 2.5% इमल्सीफाइंग एजेंट, 4 ~ 7% माइक्रोइमल्सीफाइड तेल चरण और 0.1 ~ 0.5% सेंसिटाइजिंग एजेंट।

एएनएफओ या अन्य पैकेट वाले विस्फोटक उत्पादों की तुलना में बल्क इमल्शन के फायदे:

- परिवहन, रखरखाव और भंडारण सरल।
- सार्वभौमिक, डेटोनेटर-संवेदनशील विस्फोटक।
- विस्फोटक की खपत की सटीक गणना।
- चार्ज करने में कम समय ।
- बेहतर कार्य वातावरण।
- बड़ी हुई वीओडी।
- पूर्ण कपलिंग।
- पानी के प्रति उत्कृष्ट प्रतिरोध।

ओपन पिट माइंस में ब्लास्टिंग सर्किट -

ओपन पिट माइनिंग में चट्टान को तोड़ने और उसकी खुदाई, लोडिंग और ट्रांसपोर्टेशन को सरल बनाने के लिए ब्लास्टिंग एक महत्वपूर्ण कार्य है। ब्लास्टिंग का प्रभाव काफी हद तक ब्लास्टिंग सर्किट के डिज़ाइन पर निर्भर करता है, जो यह तय करता है कि ब्लास्ट होल किस क्रम और समय पर शुरू किए जाएंगे। पिछले कुछ वर्षों में, ओपन पिट माइंस में अलग-अलग ब्लास्टिंग सिस्टम का प्रयोग किया गया है, जिसमें डेटोनेटिंग फ्र्यूज़ वाले प्लेन

डेटोनेटर, इलेक्ट्रिक डेटोनेटर और नॉन-इलेक्ट्रिक डेटोनेटर शामिल हैं। हाल के रेगुलेटरी डेवलपमेंट ने भी ज़्यादा एडवांस्ड इलेक्ट्रॉनिक डेटोनेटर प्रणाली में बदलाव को बढ़ावा दिया है।

प्लेन डेटोनेटर का इस्तेमाल करने वाले पारंपरिक तरीके में, ब्लास्टिंग सर्किट आमतौर पर डेटोनेटिंग फ़्यूज़ से जुड़ा होता है। डेटोनेटिंग रिले को ब्लास्ट होल की लाइनों के बीच रखा जाता है ताकि लाइन-टू-लाइन देरी हो, आमतौर पर लगभग 17/25/42 मिलीसेकंड, जो कंट्रोल्ड ब्लास्टिंग पाने में मदद करता है। ये देरी होल की अगली लाइन को पहले टूटने देती हैं और बाद की लाइनों के लिए एक फ्री फेस बनाती हैं। ब्लास्टिंग प्रौद्योगिकी में फ्री फेस देना ज़रूरी है क्योंकि इससे चट्टान अच्छे से हिलती और टूटती है, जिससे बिना देरी के एक साथ या सॉलिड ब्लास्टिंग के मुकाबले बेहतर फ़ैगमेंटेशन होता है।

एक और पुरानी प्रणाली में **इलेक्ट्रिक डेटोनेटर** का प्रयोग होता है। इस प्रणाली में, लाइनों के बीच देरी का क्रम इलेक्ट्रिक डिले डेटोनेटर से होता है जो श्रृंखला में जुड़े होते हैं और एक एक्सप्लोडर से शुरू होते हैं। इलेक्ट्रिक सर्किट कई ब्लास्ट होल्स को कंट्रोल करके शुरू करने देते हैं, किंतु वे स्ट्रे इलेक्ट्रिकल करंट से जुड़े खतरों के प्रति संवेदनशील होते हैं और फायर करने से पहले उन्हें सावधानी से संभालने और सर्किट परीक्षण की आवश्यकता होती है।

प्रौद्योगिकी में विकास के साथ, शॉक ट्यूब प्रौद्योगिकी पर आधारित **नॉन-इलेक्ट्रिक डेटोनेटर (नोनेल) प्रणाली**, बड़ी ओपन पिट खदानों में बड़े पैमाने पर अपनाई जाने लगी है। इस प्रणाली में, डेटोनेटिंग फ़्यूज़ या इलेक्ट्रिक तारों के बजाय, एक खोखली प्लास्टिक शॉक ट्यूब डेटोनेटर को शुरुआती सिग्नल भेजती है। ट्यूब की अंदरूनी सतह पर एक रिएक्टिव एक्सप्लोसिव कोटिंग होती है जो जलने पर कम-एनर्जी वाला सिग्नल फैलाती है। यह सिग्नल बिना किसी विशेष बाहरी गड़बड़ी के ट्यूब से होकर गुजरता है, जिससे प्रणाली स्ट्रे इलेक्ट्रिकल करंट से काफी हद तक सुरक्षित रहती है। नोनेल प्रणाली में, देरी को सिर्फ़ रो-टू-रो के बजाय होल-टू-होल व्यवस्थित किया जा सकता है, जिससे ब्लास्ट के दौरान अधिक फ्री फेस बनते हैं और रॉक फ़ैगमेंटेशन में काफी सुधार होता है।

नोनेल प्रणाली के अनेक लाभ हैं। यह विस्फोटक ऊर्जा को बचाता है क्योंकि शॉक ट्यूब एक्सप्लोसिव की बबल एनर्जी को समाप्त नहीं करता है, डेटोनेटिंग फ़्यूज़ के उल्टा, जहाँ फ्लेम सीधे एक्सप्लोसिव कॉलम से संपर्क करती है। इससे रॉक को तोड़ने में एक्सप्लोसिव एनर्जी का बेहतर इस्तेमाल होता है, बजाय इसके कि वह एयर ब्लास्ट और ज़मीन के वाइब्रेशन के रूप में बेकार हो जाए। होल-टू-होल देरी से बेहतर फ़ैगमेंटेशन, रॉक थ्रो कम होता है, और बेहतर मक पाइल फॉर्मेशन होता है। इसके अलावा, इस प्रणाली से वाइब्रेशन लेवल कम होता है, हैंडलिंग और ब्लास्टिंग ऑपरेशन में सेफ्टी बेहतर होती है, और एक ही

शॉट में बड़ी संख्या में ब्लास्ट होल को कारगर तरीके से फायर किया जा सकता है। चूँकि डाउन-द-होल देरी शुरू होने से पहले सरफेस कनेक्शन पूरे हो जाते हैं, इसलिए मिसफायर की संभावना तुलनात्मक रूप से कम होती है।

हाल के वर्षों में, विनियामक प्राधिकरणों ने अधिक आधुनिक प्रारंभिक प्रणाली अपनाने के लिए बढ़ावा दिया है। **पेट्रोलियम एंड एक्सप्लोसिव्स सेफ्टी ऑर्गनाइजेशन (पीईएसओ)** के दिशानिर्देशों के अनुसार, इलेक्ट्रिक डेटोनेटर का प्रयोग धीरे-धीरे समाप्त किया जा रहा है, और **30 जून 2025** से पहले उन्हें समाप्त करने का लक्ष्य है। इसलिए, खदानें इलेक्ट्रॉनिक डेटोनेटर प्रणाली की ओर जा रही हैं, जो बहुत सटीक डिले टाइमिंग, विस्फोट के परिणामों पर बेहतर नियंत्रण और बेहतर सुरक्षा देती है।

इस प्रकार, ओपन पिट खदानों में विस्फोट सर्किट सरल डेटोनेटिंग फ्यूज प्रणाली से बदलकर एडवांस्ड नॉन-इलेक्ट्रिक और इलेक्ट्रॉनिक इनिशिएशन प्रौद्योगिकी में बदल गए हैं, जिनका उद्देश्य बेहतर फ्रैगमेंटेशन, बेहतर सुरक्षा, पर्यावरण पर कम प्रभाव और अधिक प्रचालनात्मक दक्षता प्राप्त करना है।

नोनेल प्रौद्योगिकी के उपयोग के लाभ :

- क) नोनेल ट्यूब एक्सप्लोसिव की बबल ऊर्जा को समाप्त नहीं करते, जबकि डेटोनेटिंग फ्यूज में चलने वाली आग एक्सप्लोसिव के कॉन्टैक्ट में आकर उसकी बबल एनर्जी को समाप्त कर देती है। इस प्रकार एक्सप्लोसिव एनर्जी बचाने से लागत बचत होती है और बेहतर फ्रैगमेंटेशन होता है। चट्टान तोड़ने में ज्यादा एनर्जी प्रयोग होती है, जबकि यह वातावरण में बेकार न हो जाए, जिससे एयर ब्लास्ट और ब्लास्ट वाइब्रेशन होता है।
- ख) प्रत्येक होल में अलग-अलग टाइमिंग पर विस्फोट होता है, जिससे एक्स्ट्रा फ्री फेस बनता है जिससे बेहतर फ्रैगमेंटेशन होता है।
- ग) कम थ्रो और बेहतर मक पाइल।
- घ) कम वाइब्रेशन।
- ङ) हैंडलिंग और ब्लास्टिंग में सुरक्षित।
- च) एक ही शॉट में बड़ी संख्या में छेदों को अच्छे से ब्लास्ट किया जा सकता है, जिससे ब्लास्ट किए गए मास का बड़ा वॉल्यूम मिलता है।
- छ) मिसफायर की संभावना कम होती है क्योंकि छेद में नॉन-इलेक्ट्रिक डिले शुरू होने से पहले सभी सरफेस कनेक्शन चार्ज हो जाते हैं।

साइट मिक्स्ड इमल्शन (एसएमई) विस्फोटक :

पारंपरिक ऑन-साइट मिक्स्ड लोडिंग इमल्शन विस्फोटक की तुलना में, इस आविष्कार द्वारा प्रदान किया गया ऑन-साइट मिक्स्ड लोडिंग इमल्शन विस्फोटक, ऑन-साइट मिक्स्ड लोडिंग इमल्शन विस्फोटक के विस्फोट गुणों में उल्लेखनीय सुधार करता है, साथ ही उत्पादन लागत को कम करता है, और तेल चरण सामग्री की परिवहन सुरक्षा में सुधार करता है, और औद्योगिक उत्पादन के लिए विशेष रूप से उपयुक्त है।

प्रचालन अनुसूची/तैनाती/निगरानी

संचालन अनुसूची गुणवत्ता मापदंडों और लक्षित उत्पादन को ध्यान में रखते हुए बनाई गई दैनिक/साप्ताहिक संचालन योजना है। यह उपलब्ध बेंच-वार विस्फोटित सामग्री की गुणवत्ता, मात्रा और उपलब्ध शॉवल संयोजन के बीच समन्वय है। वांछित परिणाम प्राप्त करने के लिए, बेंच-वार शॉवल संचालन की निगरानी पूरी शिफ्ट के दौरान की जानी चाहिए।

परिवहन/परिवहन व्यवस्था

खनन कार्यों में मानव और सामग्री के परिवहन के लिए परिवहन व्यवस्था अत्यंत महत्वपूर्ण है।

गुणवत्ता/निगरानी

यह वांछनीय प्रक्रिया है कि अयस्क पिंड के विस्फोट के बाद अयस्क की कटाई शुरू की जाए। विस्फोट से पहले सभी बाहरी पदार्थों को हटा दिया जाना चाहिए। शिफ्ट में शॉवल की तैनाती का समय निर्धारित करके बेंचवार गुणवत्ता उत्खनन की निगरानी की जाती है। वांछित गुणवत्ता प्राप्त करने के लिए शिफ्ट संचालन योजना के अनुसार होना चाहिए।

क्रशिंग संयंत्र

खदान से परिवहन किया गया अयस्क को प्राथमिक क्रशर में डाला जाता है। प्राथमिक क्रशर सामान्यतः गाइरेटरी क्रशर होता है और कभी-कभी जॉ क्रशर भी होता है, जो अयस्क को 300 मिमी तक के आकार में क्रश करता है। क्रश किए गए अयस्क को कन्वेयर बेल्ट के माध्यम से द्वितीयक कोन क्रशर में भेजा जाता है ताकि 40 मिमी और उससे कम का वांछित आकार प्राप्त किया जा सके। आकारित पिंडों और महीन कणों के मिश्रण को एक

स्टॉकपाइल में संग्रहित किया जाता है, जिसे कन्वेयर के माध्यम से स्क्रीनिंग प्लांट में भेजा जाता है।

स्क्रीनिंग प्लांट

स्क्रीनिंग प्लांट का कार्य डबल डेक स्क्रीन के माध्यम से गांठों (-40 मिमी से +10 मिमी) और महीन कणों (-10 मिमी) को अलग करना और सामग्री को कन्वेयर के माध्यम से अयस्क हैंडलिंग प्लांट के स्टॉकपाइल तक पहुंचाना है। गीली स्क्रीनिंग में, मानसून के दौरान अशुद्धियों को दूर करने के लिए डबल डेक स्क्रीन में पिंडों और महीन कणों को पानी से धोया जाता है।

लौह अयस्क संवर्धन संयंत्र : -

लौह अयस्क से सिलिका और एल्यूमिना को हटाकर वांछित गुणवत्ता का लौह अयस्क प्राप्त करने के लिए, क्रशिंग इकाई के स्लाइम/टेलिंग से लौह अयस्क को पुनः प्राप्त करने हेतु इसका आगे संवर्धन किया जाता है। इसके लिए टेलिंग या स्लाइम को स्लाइम संवर्धन इकाई या सिलिका न्यूनीकरण इकाई से गुजारकर संसाधित किया जाता है। इन संयंत्र में, मुख्य उपकरणों के तौर पर हाइड्रो-साइक्लोन और मैग्नेटिक सेपरेटर का इस्तेमाल उच्च ग्रेड के लौह अयस्क के बारीक कणों को निकालने के लिए किया जा रहा है।

अयस्क हैंडलिंग संयंत्र

अयस्क हैंडलिंग संयंत्र का कार्य स्टॉक पाइल से बकेट व्हील एक्सकेवेटर की मदद से वैगन लोडर को अयस्क पहुंचाना है। बकेट व्हील एक्सकेवेटर से, अयस्क के बड़े टुकड़े और बारीक कण कन्वेयर बेल्ट के ज़रिए वैगन लोडर तक पहुँचाए जाते हैं, जहाँ से उन्हें वैगनों में लोड किया जाता है।

लोडिंग और प्रेषण

निर्धारित समय के भीतर लोडिंग और डिस्पैच का प्रबंधन करना, ताकि कोई विलंब शुल्क न लगे और सही वज़न लोड किया जाए ताकि भारी जुर्माना न देना पड़े, यही इस काम की मुख्य आवश्यकता और बड़ी चुनौती है। अलग-अलग खदानों में लोडिंग के अलग-अलग तरीके होते हैं। लोडिंग का काम वैगन लोडर, शॉवेल या पे-लोडर की मदद से किया जाता है। लोडिंग उपकरणों की संख्या उनकी क्षमता और रेलवे द्वारा दिए गए निर्धारित समय पर निर्भर करती है।

12.3 खदानों में सुरक्षा

सुरक्षा/ व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (पीपीई)/ इंसानों और मशीनों की सुरक्षा

खदानों में कार्य करने वाले लोगों और वहाँ प्रयोग होने वाले उपकरणों की सुरक्षा का दायित्व उन वैधानिक अधिकारियों की होती है जिन्हें डीजीएमएस के दिशानिर्देशों के अनुसार विशेष रूप से तैनात किया जाता है; जैसे—माइनिंग मेट/ फोरमैन/ इलेक्ट्रिकल सुपरवाइज़र/ सहायक प्रबंधक/ खदान प्रबंधक/ और खदान में कार्य करने वाले अन्य इंजीनियर। खदानों में ब्लास्टिंग, कोयले या अयस्क के परिवहन और बिजली के प्रयोग से जुड़े कई तरह के खतरे मौजूद होते हैं। एक सामान्य नियम के तौर पर, खदानों में काम करने वाले सभी लोगों के लिए व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण पहनना और एमएमआर 1961/सीएमआर 2017 के अनुसार 'खान सुरक्षा महानिदेशालय' के सुरक्षा अधिकारी द्वारा जारी अनुमति पत्रों में बताए गए सामान्य नियमों का पालन करना अनिवार्य है। खदान के वातावरण की सामान्य स्थिति अनुकूल होनी चाहिए, और हवा में उड़ने वाली धूल को, उसके मूल स्थान पर जल का छिड़काव करके दबा दिया जाना चाहिए।

ब्लास्टिंग के दौरान, उड़कर आने वाले टुकड़ों से होने वाले नुकसान से बचने के लिए, एक्सकेवेटर, डोजर, ड्रिल जैसे सभी उपकरणों को सुरक्षित दूरी पर रखा जाना चाहिए।

--