16

धातुओं की प्राप्ति और उनका निष्कर्षण

धातुओं और उनकी मिश्रधातुओं* का हमारे दैनिक जीवन में व्यापक उपयोग होता है। उनका उपयोग मशीनों, रेलों, मोटर, वाहनों, भवनों, कृषि, औजारो,वायुयानों, और जलयानों आदि को बनाने में किया जाता है। इसलिए, देश की आर्थिक प्रगति के लिए विभिन्न धातुओं का बड़े पैमाने पर उत्पादन आवश्यक है। स्वर्ण, रजत, पारद, आदि केवल कुछ ही धातुएँ प्रकृति में मुक्त अवस्था में पाई जाती हैं, किन्तु अधिकाशं अन्य धातुएँ भू-पर्पटी में संयुक्त रूप अर्थात् ऑक्साइडों, सल्फाइडों, हैलाइडों आदि विभिन्न ऋणायनों के साथ यौगिकों के रूप में पायी जाती हैं। यही कारण है कि आप धातुओं को उनके अयस्कों से प्राप्त करने के लिए प्रयुक्त कुछ प्रक्रमों के बारे में पढ़ेंगे। इन प्रक्रमों को धातुकर्मीय प्रक्रम कहते हैं।

उद्देश्य

इस पाठ को पढ़ने के बाद आप:

- खनिजों और अयस्कों में भेद कर सकेंगे;
- प्रकृति में मुक्त रूप और संयुक्त रूप जैसे आक्साइड, सल्फाइड, कार्बोनेट और क्लोराइड की उपस्थिति का चिंतन कर सकेंगे;
- Na, Al, Sn, Pb, Ti, Fe, Cu, Ag और Zn के कुछ मुख्य अयस्यकों के नामों और सूत्रों की सूची बना सकेंगे;
- भारत में विभिन्न धातुओं के खनिज की उपस्थिति को सूचीबद्ध कर सकेंगे;
- धातुओं के निष्कर्षण में शामिल होने वाले विभिन्न चरणों की सूची बना सकेंगे;

- दो से अधिक धातुओं अथवा एक धातु और एक अधातु को मिश्रधातु कहते हैं। उदाहरण के लिए, पीतल, तांबे और जस्ते का, इस्पात लोहे और कार्बन का मिश्रधातु है।

- अयस्कों के सान्द्रण की विभिन्न विधियाँ (गुरुत्व पृथक्करण, चुम्बकीय पृथक्करण, झाग (फेन) प्लवन और रासायनिक विधि) की सूची बनाकर व्याख्या कर सकेंगे;
- विभिन्न धातुकर्मीय प्रचालनों; भर्जन, निस्पातन और प्रगलन की उचित उदाहरणों द्वारा व्याख्या कर सकेंगे;
- किसी अयस्क के लिए उपयुक्त अपचायक का निर्णय कर सकेंगे;
- गालक और धातुमल में भेद कर सकेंगे;
- धातुओं के शुद्धिकरण के लिए विधियों, दंड विलोपन (प्रदंडन) गलनिक, पृथक्करण, आसवन और विद्युत अपघटनी परिष्करण की व्याख्या कर सकेंगे; और
- Al, Fe, Cu और Zn के निष्कर्षण में उपयुक्त प्रक्रमों का वर्णन कर सकेंगे।

16.1. धातुओं की प्राप्ति

प्रकृति में धातुएँ मुक्त और संयुक्त अवस्था में पायी जाती हैं। जिन धातुओं की अभिक्रियाशीनता कम होती है वे वायु, आर्द्रता, कार्बन डाइऑक्साइड अथवा प्रकृति में विद्यमान अन्य अधातुओं के प्रति बहुत कम बंधुता दर्शाते हैं। ऐसी धातुएँ प्रकृति (मुक्त) अवस्था में पाई जाती हैं। ऐयी धातुओं को उत्कृष्ट धातुएँ कहते हैं क्योंकि वे बहुत कम अभिक्रियाशीलता प्रदर्शित करती हैं। उदाहरण के लिए, स्वर्ण, रजत, पारद और प्लेटिनम मुक्त अवस्थाओं में पाये जाते हैं।

दूसरी ओर अधिकांश धातुएँ अभिक्रियाशील होती हैं, वे वायु, आर्द्रता, कार्बन डाइऑक्साइड तथा ऑक्सीजन, गंधक, हैलोजन आदि अधातुओं के साथ संयुक्त होकर ऑक्साइड, सल्फाइड, कार्बोनेट, हैलाइड एवं सिलिकेट जैसे यौगिक बनाते हैं अर्थात् वे प्रकृति में संयुक्त अवस्था में पाए जाते हैं।

प्रकृति में पाए जाने वाले पदार्थ को, जिसमें कोई धातु अथवा उसका यौगिक विद्यमान रहता है, खनिज कहलाता है। जिस खनिज से धातु को कम लागत पर निष्कर्षित किया जा सकता है, उसे अयस्क कहा जाता है।

अयस्क उस खनिज को कहते हैं, जिससे धातु अधिक मात्रा में विद्यमान हो और जिससे कम खर्च पर शुद्ध धातु प्राप्त की जा सके।

प्रकृति में और विशेष रूप से वायुमंडल में पाए जाने वाले सक्रिय घटक, ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड हैं। भू-पर्पटी में गंधक और सिलिकन बड़ी मात्राओं में पाए जाते हैं। समुद्री जल में क्लोराइड आयनों की बहुत बड़ी मात्रा पाई जाती है (जो सोडियम क्लोराइड के घुलने से प्राप्त होती है।) अधिकांश सक्रिय धातुएं अत्यंत विद्युत धनात्मक होती हैं और आयनों के रूप में पाई जाती हैं, यही कारण है कि इन धातुओं के अधिकांश महत्वपूर्ण अयस्कक (i) ऑक्साइडों (ii) सल्फाइडों (iii) कार्बोनेटों (iv) हैलाइडों (v) सिलिकेटों के रूप में पाए जाते हैं। कुछ सल्फाइड अयस्कों के वायु द्वारा ऑक्सीजन से सल्फेट अयस्क पाए जाते हैं।

अयस्क बहुधा प्रकृति में शैलीय पदार्थों के संपर्क में पाए जाते हैं। अयस्कों के साथ पाए जाने वाले इन शैलीय अथवा मृत्तिकामय उपद्रव्यों अपद्रव्यों को गैंग अथवा मैट्रिक्स कहते हैं।

कुछ महत्त्वपूर्ण अयस्कों और उनमें विद्यमान धातुओं की सूची सारणी 16.1 में दी गई है।

सारणी 16.1 : कुछ महत्त्वपूर्ण अयस्क

अयस्क की किस्म	धातुएँ (सामान्य अयस्क)
प्राकृत धातुएँ	स्वर्ण (Au), रजत (Ag)
आक्साइड अयस्क	लोहा (हेमाटाइड, Fe_2O_3); ऐलुमिनियम (बॉक्साइड, Al_2O_3, $2H_2O$); टिन (कैसिटेराइट, SnO_2); ताँबा (क्यूप्राइट, CuO); यशद (जिंकाइट, ZnO);टाइटेनियम (इल्मेनाइट, $FeTiO_3$, रूटाइल, TiO2)
सल्फाइड अयस्क	यशद (जिंक ब्लेड अथवा ब्लैक जिंक, ZnS); सीसा (गैलना PbS); ताँबा (कॉपर ग्लास, Cu_2S); (सिल्वर ग्लांस अथवा आर्जेन्टाइट Ag_2S); लोहा (आयरन पाइराअट, FeS_2)
कार्बोनेट अयस्क	लोहा (सिडेराइट, $FeCo_3$); यशद (कैलामाइन, $ZnCO_3$), सीसा (सेरुसाइट, $PbCO_3$)
हैलाइड अयस्क	रजत (हार्न सिल्वर, AgCl); सोडियम (नमक अथवा खनिज नमक, NaCl); ऐलुमिनियम (क्रायोलाइट, Na, AlF_6)
सिलिकेट अयस्क	यशद (हेमीमार्फाहिट, $2ZnO, SiO_2, H_2O$)

16.1.1 भारत की खनिज संपदा

भारत में लोहा, मैगनीज, ऐलुमिनियम, मैग्नीशियम, क्रोमियम, थोरियम, यूरेनियम, टाइटेनियम, लीथियम आदि महत्वपूर्ण धातुओं के खनिजों के बहुत बड़े निक्षेप पाए जाते हैं। वे संसार के ज्ञात खनिज संसाधनों का एक चौथाई हिस्सा संघनित करते हैं। प्रतिवर्ष कुल खनिज उत्पादन का 80 प्रतिशत, कोयला, पेट्रोलियम, प्राकृतिक गैस आदि खनिज ईंधन होते हैं जबकि धातु खनिज केवल 10 प्रतिशत होते हैं। पाठ के इस भाग में F3, Cu, Ag, Zn, Al, Sn, Pb, और Na आदि प्रमुख धातुओं के महत्वपूर्ण खनिजों की सूची दी जाएगी और भारत में उनके प्राप्ति स्थानों का उल्लेख किया जाएगा।

कुछ सामान्य तत्वों के महत्वपूर्ण अयस्क

लोहा देश में लोहा अयस्क का अनुमानत: भण्डार 1750 करोड़ टन हैं। लोहे अयस्क का खनन मुख्यत: गोवा, मध्य प्रदेश, बिहार, कर्नाटक, उड़ीसा और महाराष्ट्र में किया जाता है।

एलुमिनियम इसका प्रमुख अयस्क, बॉक्साइड, भारत में प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है। बॉक्साइड का वार्षिक उत्पादन अनुमानत: 20 लाख टन से अधिक होता है। देश में बॉक्साइड के प्रमुख भण्डार बिहार गोवा, महाराष्ट्र तमिलनाडु, गुजरात, कर्नाटक, उड़ीसा, उत्तर प्रदेश, आंध्र प्रदेश, जम्मू एवं कश्मीर और राजस्थान में पाए जाते हैं।

ताँबा भारत में ताम्र अयस्क निक्षेप नहीं है। देश में अयस्क का कुल भण्डार अनुमानत: 60 करोड़ टन है। मुख्य अयस्क उत्पादक क्षेत्र सिंघभूम जिला (बिहार), बालाघाट जिला (मध्य प्रदेश) और झुंझनू जिला (राजस्थान) हैं।

जिंक और सीसा भारत में सीसा अयस्कों के महत्वपूर्ण निक्षेप नहीं हैं। सीसा और जिंक उदयपुर (राजस्थान) के निकट जावर खानें और हजारों बाग (झारखंड) में, उड़ीसा सरगीपल्ली और आध्रं प्रदेश में बंदलामोड सीसे की खानों में पाए जाते हैं। कुल भण्डार अनुमानत: 36 करोड़ टन है जिसमें सीसे की मात्रा लगभग 0.5 करोड़ टन और जिंक की मात्रा लगभग 1.6 करोड़ टन है।

टिन (वंग) प्रस्तर (SnO_2) के निक्षेप हजारीबाग (झारखंड) और उड़ीसा में पाए जाते हैं।

रजत भारत में रजत के प्रचुर निक्षेप नहीं है। कोलार में मौजूद सोने की खानों, हट्टी (कर्नारक) सोने की खानों और जावर की सीसा-जिंक अयस्क की खानों में कुछ रजत भी पाया जाता गया है।

टाइटेनियम इल्मेनाइट, ($FeTiO_3$) केरल और तमिलनाडु की समुद्र तटीय बालू से प्राप्त किया जाता है। इसके भण्डार औसतन 10 से 15 करोड़ टन है।

सोडियम सुहागा अथवा प्राकृत बोरेक्स ($Na_2B4O7.10H2O$) लद्यरख और कश्मीर में पाया जाता है।

16.2 धातुओं के निष्कर्षण के सामान्य सिद्धांत

धातुओं को उनके अयस्कों से निष्कर्षित करने और परिष्कृत करने के प्रक्रम को धातुकर्म कहते हैं। धातुकर्म के लिए प्रक्रम का चुनाव अयस्क के स्वभाव और धातु की किस्म पर निर्भर करता है। अयस्क में धातु की मात्रा, विद्यमान अपद्रव्यों तथा अयस्क के रासायनिक संघटन पर निर्भर करती है। अयस्कों से धातुओं के निष्कर्षण में शामिल कुछ सर्वसामन्य चरण इस प्रकार हैं :

(i) दलन और पेषण (चूर्णन)

(ii) अयस्क सान्द्रण अथवा प्रसाधन

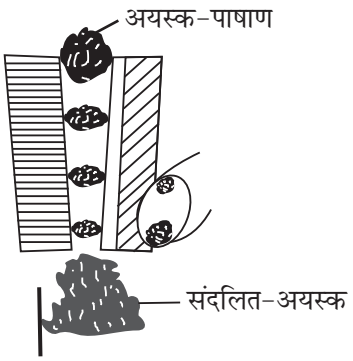
(iii)अयस्क का निस्तारण अथवा भर्जन

(iv)धातु ऑक्साइडों का मुक्त धातु में अपचयन

(v) धातुओं का शोधन और परिष्करण।

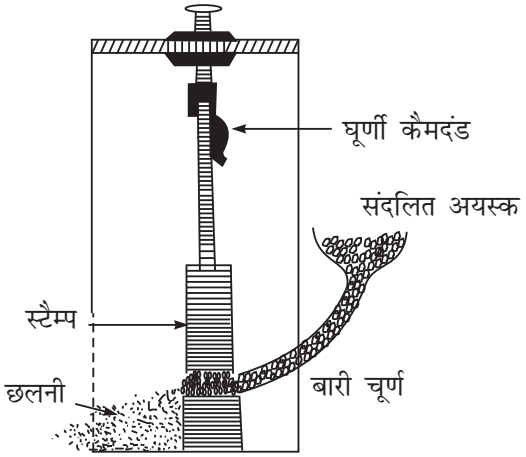
16.2.1 दलन और चूर्णन

अयस्क साधारणतया बड़े-बड़े टुकड़ों के रूप में पाया जाता है। अयस्क के इन बड़े टुकड़ों का हनुसंदलित्रों और पेषण की मशीनों द्वारा छोटे-छोटे टुकड़ों में पीस लिया जाता है। संदलित अयस्क के साथ काम करना आसान होता है। अयस्क के बड़े टुकड़ों को हनुसंदलित्र की प्लेटों के बीच रखा जाता है। दलित्र की एक प्लेट स्थिर रहती है जबकि दूसरी आगे-पीछे चलती है। संदलित टुकड़े नीचे जमा हो जाते हैं जैसा कि चित्र 16.1 में दिखाया गया है।



चित्र 16.1 हनुसंदलित

अयस्क के संदलित टुकड़ों को प्रघात मिल में घूर्णित (चूर्ण) किया जाता है जैसा कि चित्र 16.2 में दिखाया गया है। भारी स्टैम्प उठकर कठोर रूपदा पर गिरता है जिससे अयस्क घूर्णित हो जाता है। घूर्णित अयस्क को पानी की धारा छलनी से बाहर निकाला जाता है। घूर्णन बॉल मिल में किया जा सकता है। संदलित अयस्क को इस इस्पात सिलिंडर में लिया जाता है जिसमें लोहे के बॉल होते हैं। सिलिंडर को घुमाया जाता है। बॉलो के आघात से संदलित अयस्क का बारीक चूर्ण बन जाता है।



चित्र 16.2 प्रघात मिल

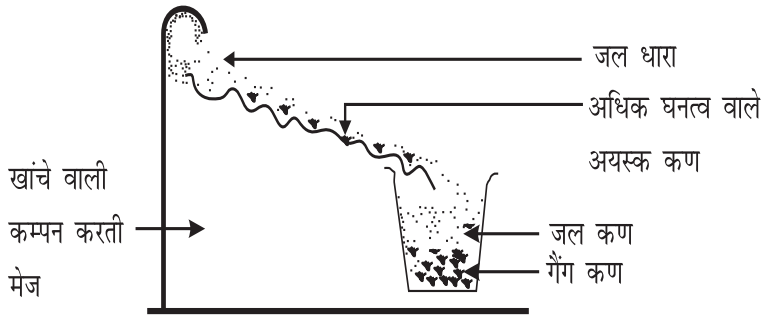
16.2.2 अयस्क का सान्द्रण अथवा प्रसाधन

साधारणतया अयस्क बालू मिट्टी, चूने के पत्थर आदि भू-अपद्रव्यों के साथ मिश्रित रहते हैं। अयस्क में मौजूद इन अवांछित अपद्रव्यों को गैंग अथवा मैट्रिक्स कहते हैं।

घूर्णित अयस्क से गैंग को पृथक करने के प्रक्रम को सान्द्रण अथवा अयस्क प्रसाधन कहते हैं।

अयस्क सान्द्रण की अनेक विधियाँ हैं। विधि का चयन अयस्क के स्वभाव पर निर्भर करता है। कुछ महत्वपूर्ण विधियाँ इस प्रकार हैं:

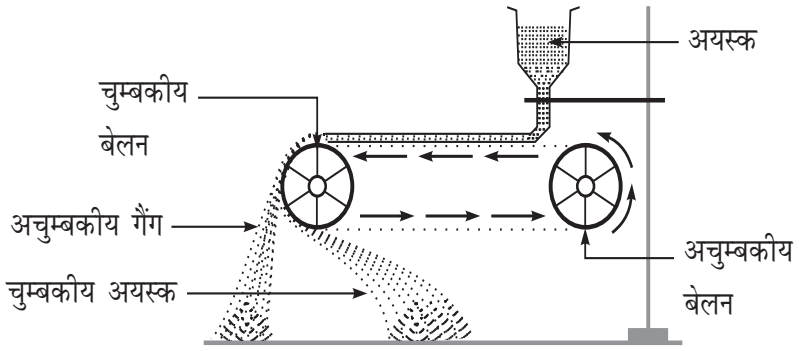
(i) गुरुत्व पृथक्करण (चलजलीय धोना) : इस विधि में हल्के (कम आपेक्षित घनत्व वाले) भू-अपद्रव्य को पानी में घोलकर भारी धात्विक अयस्क कणों से पृथक किया जाता है। अत: इसका उपयोग हेमटाइट (Fe_2O_3) वंग, प्रस्तर (SnO_2) और स्वर्ण (Au) जैसे भारी आक्साइड, अयस्कों के सान्द्रण के लिए किया जाता है। इस विधि में (चित्र 16.3) घूर्णित अयस्क का पानी के साथ प्रक्षोभन किया जाता है। अथवा पानी की तेज धारा से धोया जाता है। अयस्क का भारी हिस्सा शीध्र नीचे खांचे में बैठ जाता है और हल्का भू-पदार्थ (गैंग के कण) वह जाता है।



चित्र 16.3 गुरुत्व पृथक्कण (चलजलीय धोना)

(ii) चुम्बकीय पृथक्करण विधि : इस विधि द्वारा केवल उन अयस्कों का सान्द्रण किया जा सकता है जिनमें या तो चुम्बकीय अपद्रव्य होते हैं अथवा निष्कर्षित किए जाने वाले चुम्कीय होते हैं।

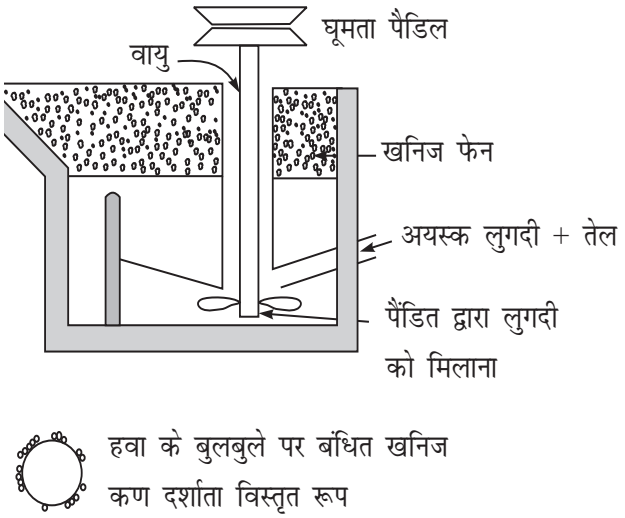
उदाहरण के लिए वंग अयस्क, वंग प्रस्तर (SnO_2) स्वयं अचुम्बकीय हैं किन्तु उसमें आयरन टंगस्टेट ($FeWO_4$) और मैंगनीज टंगस्टेट ($MnWO_4$) चुम्बकीय अपद्रव्य होते हैं।



चित्र 16.4 चुम्बकीय पृथक्करण विधि

सूक्ष्म घूर्णित अयस्क को दो वेलनों के ऊपर घूम रहे वाहक पट्टे पर डाला जाता है जिनमें से एक बेलन में विद्युत चुम्बक (चित्र 16.4) लगा होता है चुम्बकीय पदार्थ, चुम्बक द्वारा आकर्षित होने के कारण चुम्बक के निकट गिरकर ढेर बनाता है। इस प्रकार चुम्बकीय अपद्रव्य अचुम्बकीय पदार्थों से पृथक हो जाता है।

(iii) झाग (फेन) प्लवन विधि : यह विधि विशेषता सल्फाइड अयस्कों जैसे गैलना (PbS,) जिंक ब्लेंड (ZnS), और ताम्र पाइराइट गुणधर्मों पर आधारित होती है। सल्फाइड अयस्क के कण तेल द्वारा और गैंग के कण पानी द्वारा क्लेदित होते हैं। इस प्रक्रम में बारीक चूर्णित अयस्क को चीड़ के तेल अथवा युकेलिप्टस तेल के साथ मिलाया जाता है। उसके बाद पानी मिलाया जाता है मिश्रण में बलपूर्वक वायु घुमिल की जाती है इस प्रक्रम में झाग (फेन) बनता है जो शोधित अयस्क के साथ ऊपर की ओर रहता है अपद्रव्य (गैंग कण) पानी में रह जाते हैं और डूब कर तली में चले जाते हैं जहाँ से उन्हें निकाल लिया जाता है। (चित्र 18.5)।



चित्र 16.5 झाग प्लवन विधि

(iv) रासायनिक विधि : इस विधि में अयस्क की उपयुक्त रासायनिक अभिकर्मक के साथ अभिक्रिया की जाती है। अयस्क घुल जाता है और अविलेय छूट जाते हैं। इसके बाद अयस्क को उचित रासायनिक विधि द्वारा प्राप्त कर लिया जाता है। यह बॉक्साइड ($Al2O_3H_2O$) से एलुमिनियम के निष्कर्षण में प्रयुक्त होता है। बॉक्साइड में आयरन (III) आक्साइड (Fe2O3), टाइटेनियम (IV) आक्साइड (TiO_2) और सिलिका (SiO_2) मिले होते हैं।

अपद्रव्यों को हटाने के लिए चूर्णित अयस्क का दाब और 420 K तापमान पर सोडिम हाइड्रोक्साइड के जलीय विलयन के साथ पाचन किया जाता है। एलुमिनियम आक्साइड सोडियम हाइड्रोक्साइड में घुल जाता है जबकि आयरन (III) आक्साइड, सिलिका और टाइटनियम (IV) आक्साइड अविलेय रह जाते हैं और छानकर उन्हें अलग किया जाता है।

$$Al_2O_3 + 6NaOH \longrightarrow \underset{\text{सोडियम एलूमिनेट}}{2Na_2AlO_3} + 3H_2O$$

सोडियम एलूमिनेट का पानी मिलाकर तनुकरण कर लिया जाता है जिसमें एलुमिनियम हाइड्रोक्साइड का अवक्षेप प्राप्त होता है। उसे छानकर प्रज्वलन करने से शुद्ध एलुमिनियम प्राप्त होता है,

$$Na_3AlO_3 + 3H_2 \longrightarrow Al(OH)_3 + 3NaOH$$

$$2AL(OH)_3 \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3 + 3H_2O$$

पाठगत प्रश्न 16.1

1. आठ प्रमुख धातुओं के नाम लिखिए। प्रत्येक धातु के एक महत्वपूर्ण अयस्क का उदाहरण दीजिए।
2. अयस्क और खनिज से भिन्नता बताइए?
3. धातुओं के अयस्कों को सान्द्रित करने की कुछ विधियाँ बताइए।
4. निम्नलिखित स्थितियों में सान्द्रण की कौन-सी विधि प्रयुक्त की जाती है

   (i) चुम्बकीय अयस्क (ii) सल्फाइड अयस्क (iii) बॉक्साइड
5. जिंक ब्लेड खनिज से कौन सी धातु निष्कर्षित की जाती है।

16.2.3 अयस्क का निस्पातन और भर्जन

निस्पातन अथवा भर्जन द्वारा सांद्रित अयस्क को धातु आक्साइड में परिवर्तित किया जाता है।

(A) निस्पातन

निस्पातन में सान्द्रित अयस्क को हवा की सीमित मात्रा में गरम किया जाता है जिसमें नमी, जलयोजन जल और गैसीय वाष्पशील पदार्थ निकल जाते हैं। अयस्क को इतना गरम किया जाता है कि वह पिघले नहीं। निस्पातन के दो उदाहरण नीचे दिये गये हैं :

(i) जलयोजन जल का निष्कासन

$$Al_2O_3 2H_2O \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3 + 2H_2O$$

(ii) कार्बोनेट से CO_2 का निष्कासन

$$ZnCO_3 \xrightarrow{\Delta} ZnO + 2CO_2$$

(B) भर्जन

भर्जन एक ऐसा प्रक्रम है जिसमें सान्द्रित अयस्क हो हवा की असीमित मात्रा में इतने ताप पर गरम किया जाता है कि वह पिघले नहीं। भर्जन के दौरान निम्नलिखित परिवर्तन होते हैं:

(i) अयस्क का शुष्कन

(ii) आर्सेनिक, गंधक, फासफोरस और कार्बनिक द्रव्यों जैसे वाष्पित अपद्रव्यों का निष्कासन

$$4As+3O_2 \longrightarrow 2As_2O_3(g)$$

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2(g)$$

$$4P+5O_2 \longrightarrow P_4O_{10}(g)$$

(iii) सल्फाइड अयस्कों का आक्साइडों में परिवर्तन

$$2PbS+3O_2 \longrightarrow 2PbO+2SO_2$$

$$2ZnS+3O_2 \longrightarrow 2ZnO+2SO_2$$

निस्पतान और भर्जन सामान्यता परावर्तनी भट्टी अथवा बहुहार्थ भट्टी में किए जाते हैं।

16.2.4 धातु आक्साइडों का मुक्त धातु में अपचयन

यह प्रक्रम अयस्क के निस्पातन और भर्जन के बाद किया जाता है। इस प्रक्रम, जिसे प्रगलन कहते हैं आक्साइड को अपचयन द्वारा धात्विक अवस्था में परिवर्तित किया जाता है।

(A) प्रगलन :

प्रगलन वह प्रक्रम है जिसमें आक्साइड अयस्क है गलित अवस्था में कार्बन या अन्य अपचायन द्वारा मुक्त धातु में अपचयित किया जाता है।

(i) इस विधि का उपयोग लोहा, वंग (टिन) और (जिंक) धातुओं को उनके क्रमिक आक्साइडों से पृथक करने के लिए किया जाता है। आक्साइड अयस्कों को चारकोल अथवा कोक के साथ गरम किया जाता है।

अपचयन, कार्बन या कार्बन मोनोआक्साइड, जो कि कोक या चारकोल के आंशिक दहन से उत्पन्न होती है, के द्वारा होता है।

$$Fe_2+3C \longrightarrow 2F_e+3CO$$

$$Fe_2 + CO \longrightarrow 2F_eO + CO_2$$

$$FeO + CO \longrightarrow F_eO + CO_2$$

$$ZnO + C \longrightarrow Zn + CO$$

यद्यपि अयस्क का पहले चरण में सांद्रण हो चुका है किन्तु अब भी उसमें कुछ गैंग पदार्थ विद्यमान रहता है, इसे पृथक करने के लिए अपचयन प्रक्रम में प्रगलन के दौरान कुछ गालक मिलाया जाता है।

गालक एक रासायनिक पदार्थ है जो कि उच्च ताप पर गैंग के साथ संयुक्त होकर संगलनीय पदार्थ बनाता है जिसे धातुमल कहते हैं कि गलित धातु में विलेय नहीं होता है। गालक दो प्रकार के होते हैं।

(i) क्षारीय गालक

चूना पत्थर गर्म करने पर कैल्सियम आक्साइड बनाता है जो क्षारीय गालक के रूप में प्रयोग होता है SiO_2 अम्लीय अपद्रव्यों के साथ संयुक्त होकर संगलनीय कैल्सियम सिलिकेट ($CaSiO_3$) बनाता है।

$$\underset{\text{चूने के पत्थर}}{CaCO_3} \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2(g)$$

$$\underset{(\text{क्षारीय गालक})}{CaO} + \underset{(\text{अम्लीय गैग})}{SiO_2} \longrightarrow \underset{(\text{धातुमल})}{CaSiO_3}$$

अम्लीय गालक :

Cu की धातुकर्मीय में FeO जैसे क्षारीय अपद्रव्यों को हटाने के लिए SiO_2 का अम्लीय गालक के रूप में उपयोग किया जाता है।

$$\underset{(\text{अम्लीय गालक})}{SiO_2} + \underset{(\text{क्षारीय गैग})}{FeO} \longrightarrow \underset{(\text{धातुमल})}{FeSiO_3}$$

प्रगलन के दौरान कैल्सियम सिलिकेट ($CaSiO_3$) आदि संगलनीय धातुमल गलित धातु के ऊपर तैरने लगता है और उसे आसानी से पृथक कर सकते हैं। दूसरा लाभ यह है कि धातुमल, गलित धातु को आवरण प्रदान करता है और वायु द्वारा आक्सीकृत होने से रोकता है।

(ii) अन्य अपचायक

जिन आक्साइड अयस्कों का कार्बन द्वारा अपचयन नहीं हो सकता है अथवा जो कार्बन के साथ धातु-कार्बाइड बनाते हैं उन्हें एलुमिनियम, सोडियम, मैग्नीशियम या हाइड्रोजन आदि अपचायकों द्वारा अपचयित किया जा सकता है। क्रोमियम आक्साइड (Cr_2O_3) या मैग्नीज आक्साइड (Mn_3O_4) जैसे आक्साइड (Mn_3O_4) जैसे आक्साइड ऐलुमिनियम चूर्ण द्वारा अपचयित होते हैं जो अत्यधिक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है। इस प्रक्रम को *गोल्डश्मिट ऐलूमिनोथमाईट अपचयन विधि* कहते हैं।

$$Cr_2O_3 + 2Al \longrightarrow 2Cr + Al_2O_3 + \text{ऊष्मा}$$

$$3Mn_3O_4 + 8Al \longrightarrow 9Mn + 4Al_2O_3 + \text{ऊष्मा}$$

इस प्रक्रम में Al_2O_3 बनने से बहुत ऊष्मा उत्पन्न होती है अत: यह अत्यधिक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है। टाइटेनियम, आर्गन के अक्रिय परिमंडल में Mg द्वारा $TiCl_4$ (कार्बन एवं क्लोरीन की TiO_2 पर क्रिया से उत्पन्न होता है) के अपचयन से प्राप्त होता है। (क्रौल प्रक्रम)

$$TiCl_4 + 2Mg \xrightarrow[1103K]{\text{ऊष्मा}} Ti + 2MgCl_2$$

टाइटेनियम TiC_2 के सोडियम द्वार अपचयन से भी प्राप्त होता है।

$$TiO_2 + 4Na \rightarrow Ti + 2Na_2O$$

टंगस्टन और मोलिब्डेनम, हाइड्रोजन द्वारा उनके आक्साइडों का अपचयन करके प्राप्त किए जा सकते हैं।

$$MoO_3 + 3H_2 \longrightarrow Mo + 3H_2O$$

(iii) स्व-अपचयन

यह कॉपर, पारद तथा सीसे के सल्फाइड अयस्कों के लिए प्रयुक्त की जाती है। अयस्कों को वायु में गर्म किया जाता है। जिससे उनका एक भाग आक्साइड अथवा सल्फेट में परिवर्तित हो जाता है। फिर यह आक्साइड अथवा सल्फेट, सल्फाइड अयस्क के शेष भाग से क्रिया करके SO_2 बनाता है। जो अभिक्रियाएँ इनका निष्कर्षण दर्शाती हैं वे निम्न हैं

(1) $$2Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 2Cu_2O_2SO_2$$

कॉपर ग्लास

$$2Cu_2O + Cu_2S \longrightarrow 6Cu_2 + SO_2$$

इस अवस्था में उत्पन्न ताँबे को फफोलेदार ताँबा कहते हैं। सल्फर डाइआक्साइड के निकलने से ठोस ताम्र धातु के पृष्ठ पर फफोले बन जाते हैं।

(2) $$2HgS + 3O_2 \longrightarrow 2HgO + 2SO_2$$

सिनेवार

$$2HgO + HgS \longrightarrow 3Hg + SO_2$$

(3) $$2PbS + 3O_2 \longrightarrow 2PbO + 2SO_2$$

सिनेवार

$$2PbS + 2O_2 \longrightarrow 2PbO + SO_2$$

$$2PbS + 2PbO \longrightarrow 3PbO + SO_2$$

$$PbS + 2PSO_4 \longrightarrow 2Pb + 2SO_2$$

(B) सान्द्रित अयस्कों का अन्य विधियों द्वारा अपचयन :

कुछ धातुओं को उनके अयस्कों से सामान्य अपचायकों जैसे C, CO, H2 आदि के प्रयोग से प्राप्त नहीं किया जा सकता है। ऐसी स्थिति में अपचयन की अन्य विधियाँ प्रयोग की जाती है।

(i) *अवक्षेपण द्वारा अपचयन*

रजत और स्वर्ण जैसी उत्कृष्ट धातुओं को उनके सान्द्रित अयस्कों से निष्कर्षित करने के लिए धातु-आयनों को उनके विलेय संकुलों के रूप मे घोला जाता है। फिर उपयुक्त अभिकर्मक मिलाकर धातु आयनों को पुनः प्राप्त लिया जाता है। उदाहरण के लिउ सान्द्र आर्जेन्टाइट अयस्क (Ag_2S) सोडियम सायनाइड (NaCN) के तनु विलियन के साथ अभिक्रिया कर विलेय संकुल बनाता है;

$$Ag_2S + 4NaCN \longrightarrow 2Na[Ag(CN)_2 + Na_2S$$

इस विलयन को निथार कर उसकी, जिंक (यशद) के साथ अभिक्रिया की जाती है। जिससे रजत अवक्षेपित होता है।

$$2Na[Ag(CN)_2 + Zn \longrightarrow Na_2[Zn(CN)_4 + 2Ag \downarrow$$

(ii) *विद्युत अपघटनी अपचयन*

क्रियाशील धातुएँ जैसे कि सोडियम, पोटेशियम और एलुमिनियम आदि को उनके गलित लवणों से विद्युत अपघटन द्वारा निष्कर्षित किया जाता है। उदाहरण के लिए सोडियम को गलित सोडियम क्लोराइड के विद्युत अपघटन (डाउन प्रक्रम) द्वारा प्राप्त किया जाता है। विद्युत अपघटनी सेल में होने वाली अभिक्रियाएँ इस प्रकार हैं

$$NaCl \rightleftharpoons Na^+Cl^-$$

Na^+ आयन कैथोड की तरफ गमन करता है और Cl^- आयन ऐनोड की तरफ गमन करता है।

इलेक्ट्रोडों पर निम्नलिखित अभिक्रियाएँ होती हैं:

कैथोड पर $Na^+ + e^- \longrightarrow Na$ (अपचयन)

(ऋणत्मक इलेक्ट्रोड)

एनोड पर $Cl^- \longrightarrow Cl + e^-$ (ऑक्सीकरण)

(धनात्मक इलेक्ट्रोड)

$$Cl + Cl \longrightarrow Cl_2$$

एलुमिनियम को विद्युत-अपघटन द्वारा गलित गलुमिना (।स2ब3) से निष्कर्षित किया जाता है। एलुमिना का गलनांक बहुत अधिक (2323 ज्ञ) होता है जो विद्युत-अपघटन के लिए सुविध ाजनक नहीं होता है। यह लगभग 1273ज्ञ पर गलित क्रायोलाइट में घुल जाता है। सेल में जो अभिक्रिया होती है वह है:

कैथोड पर $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$ (धातु)

एनोड पर $C + 2O^{2-} \longrightarrow CO_2 + 4e^-$

पाठगत प्रश्न 16.2

1. निम्नलिखित पदों की व्याख्या कीजिए :

   निस्पातन, भर्जन, प्रगलन, गालक और धातुमल।

2. धातुओं के निष्कर्षण में प्रयुक्त सबसे सस्ता और प्रचुर मात्रा में प्रयुक्त अपचायक का नाम बताइए।

3. सल्फाइड अयस्कों को आक्साइडों में परिवर्तित करने के लिए प्रयुक्त प्रक्रम का नाम बताइए।

4. आक्साइड अयस्कों का अपचयन कैसे किया जाता है?

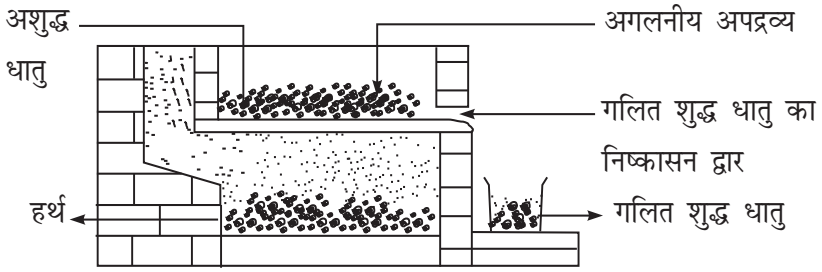
5. कुछ पदार्थों के नाम बताइए जिनका धातुकर्मीय प्रक्रमों में गालक के रूप में उपयोग किया जाता है।

6. निस्पातन के दौरान (i) बाक्साइड और (ii) कैलामाइन अयस्कों के साथ होने वाली अभिक्रियाएँ लिखिए।

16.2.5 धातुओं का परिष्करण

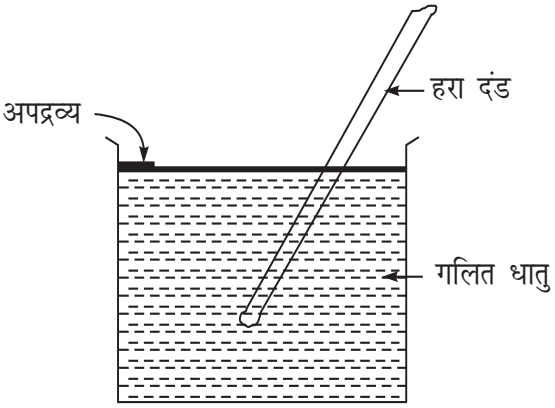
विद्युत अपघटनी अपचयन विधि को छोड़कर अन्य सभी विधियों से प्राप्त धातु में अपद्रव्य मिले होते हैं। ये अपद्रव्य (i) अन्य धातुओं के रूप में (ii) धातु के अनापचित आक्साइड के रूप में (iii) कार्बन, सिलिकन, फॉसफोरस एवं गंधक आदि अधातु के रूप में (iv) गालक अथवा धातुमल के रूप में होते हैं। अपरिष्कृत धातु को निम्नलिखित विधियों में से एक या अधिक विधियों का उपयोग करके निम्ननिखित विधियों में से परिष्कृत किया जा सकता है।

(i) **गलनिक पृथकन :** इस प्रक्रम द्वारा टिन (वंग), सीसा आदि आसानी से संगलित होने वाली धातुओं का परिष्करण किया जा सकता है। इसमें अशुद्ध धातु को परावर्तनी भट्टी के ढालहर्थ में उड़ेल कर (चित्र 16.6) धातु के गलनांक के कुछ अधिक ताप पर धीरे-धीरे गरम किया जाता है। शुद्ध धातु बह जाता है और अगलनीय अपद्रव्य हर्थ में रह जाते हैं।



चित्र 16.6 गलनिक पृथकन

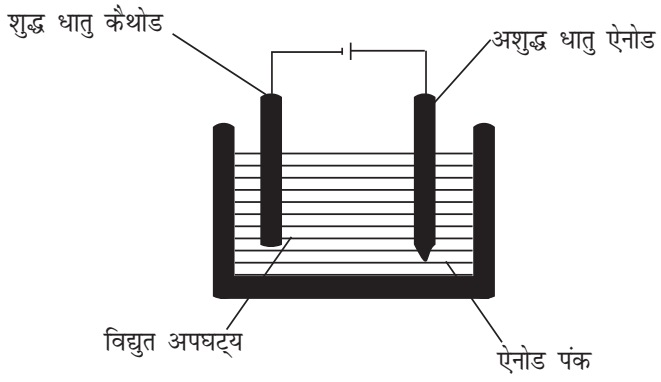
(ii) प्रदंडन : इसमें गलित धातु का हरे अथवा बांस के दंडों के द्वारा विलोड़न किया जाता है। डंडों के द्वारा विलोड़न किया जाता है। डंडों में मौजूद हाइड्रोकार्बन, अपद्रव्यों के रूप में विद्यमान धातु ऑक्साइड का अपचयन कर देते हैं। इस विधि द्वारा ताम्र और वंग का परिष्करण किया जाता है। (चित्र 16.7)



चित्र 16.7 पदंडन

(iii) आसवन : यशद (Zn), पारद (Hg) गलित धातु आदि वाष्पशील धातुओं का परिष्करण आसवन द्वारा किया जाता है। शुद्ध धातु आसवित हो जाती है और अवाष्पशील अपद्रव्य शेष रह जाते हैं।

(iv) विद्युत अपघटनी परिष्करण : विद्युत आदि धातुओं का परिष्करण किया जाता है। इसमें अशुद्ध धातु के खंड को विद्युत अपघटनी सेल का ऐनोड तथा शुद्ध धातु की पतली चादर को कैथोड बनाया जाता है। सेल में मौजूद धातु लवण कैथोड चादर पर जमा हो जाता है, अधिक विद्युत-धनात्मक अपद्रव्य विलयन में रह जाते हैं तथा ऐनोड के नीचे ऐनोड पंक के रूप में एकत्रित हो जाते हैं।



चित्र 16.8 विद्युत अपघटनी परिष्करण

उदाहरण के लिए अपरिष्कृत ताँबे (फफोलेदार ताँबे) के विद्युत अपघटनी परिष्कण में अशुद्ध ताँबे के बहुत बड़े टुकड़े को ऐनोड बनाया जाता है और अशुद्ध ताँबे का पतला टुकड़ा कैथोड का कार्य करता है। कॉपर सल्फेट के अम्लीकृत विलयन का विद्युत अपघट्य के रूप में उपयोग किया जाता है। विलयन में अल्प वोल्टता की विद्युतधारा प्रवाहित करने पर कॉपर सल्फेट विलयन से प्राप्त कॉपर (II) आयन कैथोड की ओर जाते हैं। जहाँ वे मुक्त ताम्र धातु में परिवर्तित होकर निक्षेपित हो जाते हैं।

$$Cu^{2+} + 2^{e-} \longrightarrow Cu \text{ (कैथोड पर)}$$

ऐनोड से धातु की तुल्य मात्रा ब्न2 आयनों के रूप में विद्युत अपघटय में घुल जाती है।

$$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2^{e-} \text{ (ऐनोड पर)}$$

जैसे-जैसे प्रक्रम आगे बढ़ता है ऐनोड पतला होता जाता है जबकि कैथोड मोटा हो जाता है। रजत, स्वर्ण आदि अपद्रव्य सेल की तली में ऐनोड पंक के रूप में जमा हो जाते हैं।

16.3 Al, Fe, Cu और Zn का निष्कर्षण

16.3 ऐल्यूमिनियम

ऐल्यूमिनियम का निष्कर्षण

ऐल्यूमिनियम पृथ्वी की पट्टीयों में अधिक प्रचुरता में पाये जाने वाला तत्व है जो कि विभिन्न एल्यूमिनोसिलकेटो जैसे कि चिकनी मिट्टी, माइका और फेल्डस्पार में मिलता है। ऐल्यूमिनियम का अयस्क वॉक्साइट ($Al_2O_32H_2O$) है जिससे से एल्यूमिनियम का निष्कर्षण लाभदायक रुप में कर सकते हैं।

सबसे पहले बॉक्साइट की सोडियम हाइड्रॉक्साइड के विलयन में डाला जाता है जिससे एल्यूमिनियम हाइड्रॉक्साइड का आवक्षेप प्राप्त होता है। इस प्रतिक्रिया में सिलिका और आयरन आयन (Fe^{3+}) अविलेय होता है एवं पृथक हो जाता है।

$$A1_2O_3(s) + 2OH^-(aq) + 3H_2O(1) \longrightarrow \underset{\text{ऐल्यूमिनेट आयन}}{2A1(OH)_4^-(aq)}$$

$$Al(OH)_4^-(aq) \longrightarrow Al(OH)_3(s) + OH^-(aq) \text{ (takes place on seeding)}$$

अब ऐल्यूमिनियम हाइड्रोक्साइड को सुखाकर गर्म किया जाता है जिससे शुद्ध एम्यूमिनियम ऑक्साइड प्राप्त होता है।

$$2A1(OH)_3(s) \longrightarrow A1_2O_3(s) + 3H_2O(I)$$

यह गलित क्रायोलाइट में $(Na^+)_3A1F_6^{3-}$ में विलेय होता है और 900°C पर बहुत सी ग्रेफाइट ब्लाक ऐनोड और ग्रेफाइट लाइन्ड वर्तन कैथोड का प्रयोग करके इसका विद्युत अपघटन करते हैं। एल्यूमिनियम कैथोड पर निकलती है और इस द्रवीय रुप में गलित विद्युत

अपघटनी की तली में एकत्र कर लेते हैं जहाँ से इसे अलग कर लेते है और ठोसीय कारण होने के लिए रख देते हैं। आक्सीजन ऐनोड पर निकलती है जो कि धीरे-धीरे जल कर कार्बन डाई-आक्साइड के रुप में गायब हो जाती है।

जहाँ पर सस्ती विद्युत पावर संयन्त्रों से मिलती है केवल वहॉ पर एल्यूमिनियम का निष्कर्षण कम खर्ची से होता है। जो कि विलायक की भाँति कार्य करता है।

उदाहरण के लिए स्काटलैंड के पश्चिम हाइलैंड में नार्वे और केनेडियन के पहाड़ो में। गलित क्रायोलाइट के वियोजन से बचाने के लिए कम वोल्टेज का प्रयोग किया जाता है। बहुत अधिक धारा का प्रयोग होता है। एक सिद्धांत है कि एल्यूमिनियम आक्साइड का $A1^{3+}$ और $A1O_3^{3-}$ में विघटन होता है-

$$A1_2O_3 \rightleftharpoons A1^{3+} + A1O_3^{3-}$$

कैथोड	**ऐनोड**
$A1^{3+}$ मुक्त होती है	AlO_3^{3-} मुक्त होती है
$4A1^{3+} + 12e- \rightarrow 4A1$	$4A1O_3^{3-} \rightarrow 2A1_2O_3 + 3O_2 + 12e-$

$(Na^+)_3\ A1F_6^{3-}$
गलित क्रायोलाइट

लेकिन यह प्रक्रम सम्भवतया अधिक कठिन होता है।

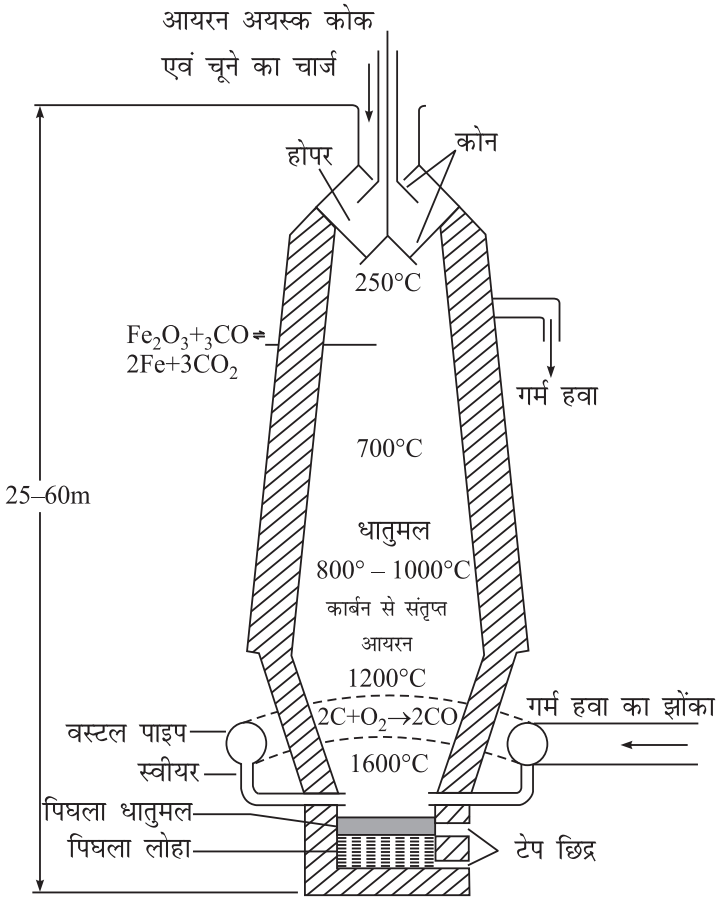
16.3.2 आयरन

आयरन का निष्कर्षण

आयरन पृथ्वी की परत में दूसरा अधिक प्रचुरता में पाये जाने वाला तत्व हैं। इसका हैमेटाइट Fe_2O_3, मेग्नेटाइट Fe_3O_4 और सीडेराइट, Fe_2CO_3 से निष्कर्षण होता हे। आयरन पायराइट FeS_2 को आयरन का महत्वपूर्ण अयस्क नहीं माना जाता है।

आयरन का निष्कर्षण बात्या भट्टी में किया जाता है जो कि आकार में भिन्न होती है और ऊचाई में 25 और 60 मीटर और 10 मीटर व्यास तक होता है। यह स्टील की बनी होती है जिसका अन्दर का क्षेत्र आग न गलने वाली ईटों का बना होता है। आयरन अयस्क का चार्ज, चूने का पत्थर और कोक एक सही अनुपात में कोन और होपर की व्यवस्था से भटटी के ऊपर भाग में डाला जाता है। 600°C तापमान पहले से गर्म हुई हवा बहुत से पाइपों के द्वारा जिन्हें ट्वीयर कहते हैं भट्टी में भेजी जाती है। ट्वीयर में वस्टल पाइपों से भरपाई होते हैं। जो कि वात्या भट्टी को लपेटे हुए होती है।

वात्या भट्टी में दो टोटी के छेद होते हैं जिन्हें चिकनी मिट्टी से बंद कर देते हैं। गलित धातुमल दूसरे भाग से एकत्र हो जाते हैं आयरन का उत्पादन निरंतर प्रक्रम होता है और भट्टी के आकार पर निर्भर करता है। वात्या भट्टी से प्रत्येक 24 घन्टे में 1000 से 1800 टन आयरन का उत्पादन होता है।



आयरन को पिघलाने के लिए ऊर्जा और अपचायक अभिकर्मक की आवश्यकता कोक के जलाने से प्राप्त होती है। चार्ज का तापमान धीरे धीरे ऊपर चढ़ती हुई दहनशील गैसों के कारण गिरता है।

$$2C(s) + O_2(g) \longrightarrow 2CO(g)$$

लगभग 700°C पर आयरन आयस्क कार्बनमोनोक्साइड के द्वारा उपचयित होकर स्पोंजि आयरन देता है।

$$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightleftharpoons 2Fe(s) + 3CO_2(g)$$

क्योंकि अपचयन उत्क्रमणीय अभिक्रिया होती है। इसलिए आयरन के अपचयन को करने के लिए CO/CO_2 3 उच्च दाब अनुपात होना चाहिए।

चूने का पत्थर लगभग 800°C पर वियोजित हो जाता है और कैल्सीयम ऑक्साइड रेतीली अशुद्धियों से अभिक्रिया करके कैल्सीयम सिलिकेट का धातुमल बनाता है।

कार्बनडाईआक्साइड के अपचयन से और अधिक कार्बनमोनोऑकसाइड बनती है।

$$CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

$$\underset{\text{impurity}}{CaO(s) + SiO_2(s)} \longrightarrow \underset{\text{slag}}{CaSiO_3(l)}$$

$$C(s) + CO_2(g) \longrightarrow 2CO(g)$$

1200ºC क्षेत्र के तापमान पर कोक द्वारा आयरन ऑक्साइड का पूर्ण रुप से अपचयन हो जाता है। अन्य अभिक्रियायें भी अधिक तापमान पर होती है उदाहरण के लिए सिलिका सिलिकन में अपचयित हो जाती है।

$$SiO_2(s) + 2C(s) \longrightarrow Si(s) + 2CO(g)$$

भट्टी के ऊपरी भाग से निकलने वाली गर्म गैसों में काफी मात्रा कार्बनमोनोक्साइड की होती है और यह कूपरस्टोव में वायु को वात्या भट्टी के लिए पूर्व गर्म करने के लिए भेज दी जाती है।

ढालना (संचक) आयरन

गुबंद दार भट्टी में कच्चा लोहा, लोहा छीलन और कोक के मिश्रण को गर्म वायु द्वारा जलाने पर लोहा को ढाला जाता है। पिघले हुए लोहे को साचों में ढाला जाता है। पिघले हुए लोहे को साचों में डालकर विभिन्न प्रकार की वस्तुऐ जैसे मेनहोल के ढक्कन, अपात्रण, मशीनरी फ्रेम और ड्रेन पाइंट आदि बनायें जाते हैं ढलवा लोहा ठोसीय अवस्था में फैल जाता है और साचे की आकृति प्राप्त कर लेता है। यह अत्यधिक कठोर होता है लेकिन यह बहुत भंगुर होता है और अगर इसे पीटा जाए तो टूट जाता है। ढलवा लोहे में अशुद्धिया आयरन के गलनांक को लगभग 1535ºC से 1200ºC पर पहुचा देता है।

पिटवा लोहा

यह अशुद्ध आयरन के हैमीटाइट के साथ गर्म करके बनाया जाता है जिससे अशुद्धियों का आक्सीकरण हो जाता है। कार्बन कार्बनमोनोक्साइड में और सिलिकान और मैगनीज धातुमल में परिवर्तित हो जाते हैं।

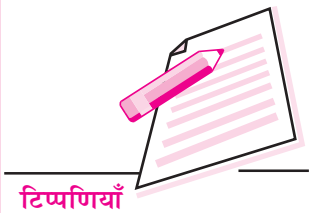
$$Fe_2O_3(s) + 3C(s) \longrightarrow 2Fe(l) + 3CO(g)$$

जैसे ही अशुद्धियां हटती हैं आयरन का गलनांक घटकर 1500ºC हो जाता है और भट्टी से पेस्टी मास को गेंद के रुप हटा दिया जाता है जो कि धातुमल को निचोड़ने के लिए हथौड़े का काम करता है। पिटवा लोहा सख्त, अघातवर्ध्य व तन्य होता है। लोहार इसका उपयोग शाकल रेलवे केरिज जोड़ और सुन्दर गेटों आदि को बनाने में करते हैं।

16.3.3 कॉपर

कॉपर का निष्कर्षण

यद्यपि कॉपर प्रकृति में प्रचुरता में नहीं पाया जाता है लेकिन कॉपर के अयस्क प्रकृति में पाए



जाते हैं। इसका मुख्य रुप से कॉपर पायराटीज $CuFeS_2$ कॉपर ग्लांस और क्यूप्राइट से निष्कर्षण होता है। आइए कॉपर का कॉपर पायराइटीज से निष्कर्षण की विधि को समझे।

सबसे पहले, पीसे हुए अयस्क को, अयस्क झाग प्रक्रम द्वारा सांद्र किया जाता है और ऑक्सीजन की सीमित मात्रा की उपस्थिति में इसका अर्जन किया जाता है। इस अभिक्रिया में आयरन, आयरन ऑक्साइड में परिवर्तीत हो जाती है।

$$2CuFeS_2(s) + 4O_2(g) \longrightarrow Cu_2S(s) + 3SO_2(g) + 2FeO(s)$$

अब इस मिश्रण मो सिलिका SiO_2 के साथ मिलाकर हवा की अनुपस्थिति में गर्म किया जाता है। इससे आयन ऑक्साइड, आरन सिलिकेट नामक धातुमल में परिवर्तित हो जाता है।

$$FeO + SiO_2 \longrightarrow FeSiO_3$$

इस अभिक्रिया के बाद Cu_2S एवं FeS का ठोस प्राप्त होता है जिसे माटे (Mattee) कहते है।। माटे को बेसिमर कन्भर्टर में गर्म करने पर यह Cu में अपचयित हो जाता है।

$$Cu_2S(s) + O_2(g) \longrightarrow 2Cu(s) + SO_2(g)$$

कॉपर का शुद्धिकरण विद्युतअपघनीकरण द्वारा किया जाता है जो कि लगभग 99.95 प्रतिशत शुद्ध उत्पाद देता हैं। शुद्ध कॉपर विद्युत अपघनी सेल में ऐनोड होता है। जिसमें शुद्ध कॉपर की एक छड़ कैथोड और कॉपर सल्फेट विलयन विद्युत अपघटन का काम करते हैं। विद्युत अपघटन के समय कॉपर का ऐनोड से कैथोड पर स्थानान्तरण हो जाता है और इस प्रक्रम के समय एक ऐनोड कीचड़ जिसमें सिल्वर और सोना होते हैं उत्पन्न होते हैं इसलिए इस प्रक्रम को कम खर्चीला बनाना सम्भव है।

जिंक का निष्कर्षण

जिंक अयस्क को पहले सांद्र किया जाता है और तब इसको आक्साइड में परिवर्तित करने के लिए हवा में अर्जन किया जाता है।

$$2ZnS(s) + 3O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2ZnO(s) + 2SO_2(g)$$

$$ZnCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} ZnO(s) + CO_2(g)$$

सल्फरडाईआक्साइड का उपयोग सल्फ्यूरिक अम्ल के बनाने में किया जाता है।

कैडमियम, लेड और आयरन के अवशेषों को हटाया जा सकता है। जिकं आक्साइड को चूर्णीय कोक के साथ मिश्रित करके 1400°C पर गर्म किया जाता है। कोक जिंक आक्साइड को अपचयति कर देता हैं और जिक वाष्प और कार्बन मोनोक्साइड का मिश्रण रिटॉर्ट के ऊपरी भाग के पास से निर्गम हो जाती है।

$$ZnO(s) + C(s) \xrightarrow{\Delta} Zn(g) + CO(g)$$

द्रव जिंक साँचे में डालकर ठोसीयकरण करते हैं। गर्म कार्बनमोनोक्साइड का उपयोग ब्राइम्बैट को पहले गर्म करने में किया जाता है।

पाठगत प्रश्न 16.3

1. ताँबे के परिष्करण के लिए प्रयुक्त विद्युत अपघटनी सेल में कैथोड और ऐनोड बनाने के लिए इस्तेमाल होने वाले पदार्थों के स्वभाव पर प्रकाश डालिए। इसमें होने वाली रासायनिक अभिक्रियाओं के समीकरण लिखिए।
2. आसानी से संगलित होने वाले धातुओं के परिष्करण के लिए प्रयुक्त विधि कौन-सी है?
3. प्रदंडन द्वारा किन धातुओं का परिष्करण किया जाता है?
4. उस धातु का नाम बताइए जिसका कि आसवन विधि द्वारा परिष्करण किया जाता है।
5. विद्युत अपघटनी परिष्करण द्वारा परिष्कृत की जाने वाली तीन धातुओं के नाम लिखिए।
6. Al के निष्कर्षण में क्रायोलाइट का क्या कार्य होता है।
7. C और Co में से कौन-सा Fe_2O_3 को Fe अपचयन के लिए उत्तरदायी होता है।

आपने क्या सीखा

- हमाने दैनिक जीवन में धातु महत्वपूर्ण अदा करते हैं।
- अधिकांश धातु प्रकृति में संयुक्त रूप से पाए जाते हैं-ताम्र, रजत, स्वर्ण, आदि उत्कृष्ट धातु ही मुक्त रूप में पाए जाते हैं।
- धातुओं को उनके योगिकों से निष्कर्षित करने वे प्रक्रम को धातुकर्मीय कहते हैं।
- प्रकृति में पाया जाने वाला पदार्थ जिसमें धातु या उसके यौगिक विद्यमान रहते हैं, खनिज कहलता है। जिस खनिज से धातु को कम खर्चे पर निष्कर्षित किया जा सकता है उसे अयस्क कहते हैं। इस प्रकार सब खनिज, अयसक की भांति प्रयुक्त नहीं होते हैं।
- सबसे अधिक क्रियाशील धातु अत्यंत धनात्मक होते हैं और डद् के रूप में पाए जाते हैं अत: वे प्रकृति में कुछ सामान्य ऋणायनों के साथ संयुक्त रूप में अर्थात् आक्साइड, सल्फाइड, कार्बोनेट हैलाइड, सिलिवेट आदि लवणों के रूप में पाए जाते हैं। वायु द्वारा कुछ सल्फाइडों के मंद आक्सीजन से सल्फेट प्राप्त होते हैं।
- भारत समृद्ध खनिज संपदा का देश है जिसमें लोहा, एलुमिनियम प्रचुर मात्रा में और ताँबा, टिन, सीसा, रजत और स्वर्ण कुछ मात्रा में पाए जाते हैं।
- अयस्कों से धातुओं के निष्कर्षण में विभिन्न चरण शामिल होते हैं :

  (क) संदलन एवं चूर्णन

(ख) अयस्क का सान्द्रण अथवा प्रसाधन

(ग) सान्द्रित अयस्क का मुक्त धातु के रूप में अपचयन

(घ) सान्द्रित अयस्क का मुक्त धातु के रूप में अपचयन

- इस प्रकार प्राप्त धातु को उपयुक्त विधि जैसे गलनिक पृथकन, प्रदंडन, आसवन या विद्युत अपघटनी परिष्करण में से चुनकर, शोधन किया जाता है।
- Fe, Al, Cu, और Zn के निष्कर्षण में शामिल होने वाले धातुकर्मी प्रक्रमों का वर्णन करना।

पाठांत प्रश्न

1. उन धातु-आक्साइडों के नाम बताइए जो कार्बन के साथ गरम किए जाने पर धात्विक अवस्था में अपचयित नहीं होते हैं।
2. कौन-सा धातु सल्फाइड अपने आक्साइड के साथ संयुक्त होकर धातु बनाता है? अभिक्रियाएँ लिखिए।
3. कार्बन के अलावा ऐसे चार अभिकर्मकों के नाम बताइए जिनका प्रगलन के दौरान उपयोग होता है।
4. निस्पातन और भर्जन में अंतर बताइए।
5. निम्नलिखित धातुओं में से प्रत्येक के एक अयस्क का नाम और उसका संघटन बताइए:
   (i) कैलामाइन का निस्पादन किया जाता है।
   (ii) जिंक ब्लेंड का भर्जन किया जाता है।
   (iii) सिलिका को चूना पत्थर के साथ गरम किया जाता है।
7. सल्फाइड अयस्क के सान्द्रण के लिए झाग (फेन) प्लवन विधि की व्याख्या कीजिए।
8. स्व-अपचयन विधि द्वारा कॉपर (ताँबा) के निष्कर्षण में शामिल रासायनिक अभिक्रियाएँ दीजिए।
9. आयरन को इसके अयस्क से किस प्रकार प्राप्त करोगे?
10. $Al_2O_3 2H_2O$ से Al के निष्कर्षण में शामिल प्रक्रमों को वर्णन कीजिए।

अपने उत्तरों की जाँच कीजिए

16.1

1. सोडियम (Na), एलुमिनियम (Al), रजत (Ag), लोहा (Fe), जिंक (Zn), सीसा (Pb) स्वर्ण (Au), पारद (Hg)

अयस्क : क्रमश : खनिज नमक, बाक्साइट, आर्जेटाइन, हेमाटाइट, जिंकाइट, गैलेना, प्राकृत स्वर्ण, सिनेवार।

2. खनिज प्रकृति में पाया जाने वाला वह पदार्थ है जिसमें धातु या इसके यौगिक पाए जाते हैं। अयस्क एक खनिज है जिसमें धातु प्रचुर मात्रा में पाया जाता है और जिससे शुद्ध और उच्च कोटि के धातु को कम खर्चे में प्राप्त किया जा सकता है।

3. गुरुत्व पृथक्करण, चुम्बकीय पृथक्करण, फेन प्लवन और रासायनिक विधि।

4. (i) चुम्बकीय पृथक्करण विधि

(ii) फेन प्लवन विधि

(iii) रासायनिक विधि

5. जिंक (यशद)

16.2

1. **निस्पापन** : इसमें अयस्क को हवा की सीमित मात्रा में उस ताप तक गरम किया जाता है कि अयस्क द्रवित न हो।

भर्जन : इसमें अयस्क को हवा की असीमित मात्रा में उस ताप तक गरम किया जाता है कि अयस्क द्रवित न हो।

प्रगलन : संगलित अवस्था में धातु के निष्कर्षण को प्रगलन कहते हैं। अयस्क कार्बन द्वारा मुक्त धातु में अपचियत हो जाता है।

गालक : गालक वह रासायनिक पदार्थ है जो उच्च ताप पर गैंग के साथ संयुक्त होकर आसानी से संगलनीय पदार्थ बनाता है।

धातुमल : गालक का गैंग के साथ अभिक्रिया से प्राप्त धातुमल, गलित धातु में विलेय नहीं होता है अत: उसे पृथक किया जा सकता है।

2. कोक के रूप मे कार्बन

3. **भर्जन** : $2ZnS + 3O_2 \longrightarrow 2ZnO + 2SO_2\,(g)$

4. आक्साइड अयस्कों को कोक के साथ गरम करके धातु में अपचयित करते हैं।

5. सिलिका, बोरेक्स तथा अन्य अधातुओं के आक्साइड अम्लीय गालक है। चूना पत्थर ($CaCO_3$) क्षारीय गालक है।

6. (i) $Al_2O_3\,2H_2O \longrightarrow Al_2O_3 + 2H_2O$

(ii) $ZnCO_3 \longrightarrow ZnO + CO_2$

16.3

1. **कैथोड** : शुद्ध धातु कैथोड पर : $Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$

   ऐनोड : अशुद्ध धातु ऐनोड पर : Cu + Cu2+ + 2e

2. गलनिक पृथकन

3. कॉपर एवं टिन (वंग)

4. जिंक

5. कॉपर, रजत और टिन

6. ऐल्यूमिना का गलनांक कम करता है (ii) चालकता में वृद्धि करता है।

7. CO