बुलेटिन सं 7

रॉक ड्रिल का खानों में उपयोग और देखभाल

तकनीकी परामर्श और अनुसंधान
और प्रकाशन विभाग
भारतीय खान ब्यूरो
इस्पात और खान मंत्रालय
नागपुर

अगस्त 1978

भारत सरकार
इस्पात और खान मंत्रालय
भारतीय खान ब्यूरो

तकनीकी परामर्श, खनि अनुसंधान और प्रकाशन विभाग

बुलेटीन नं. 7

रॉक ड्रिल का खानों में उपयोग और देखभाल

नियंत्रक, भारतीय खान ब्यूरो
नागपुर

अगस्त 1978

भारतीय खान ब्यूरो

देवकी नन्दन पाण्डेय
नियंत्रक

डा० सुरेश चन्द्र सिंघल
खान नियंत्रक

सुशील कुमार चौधरी
क्षेत्रीय खान नियंत्रक

नन्द लाल चटर्जी
क्षेत्रीय खान नियंत्रक

सैयद विजारत अली
उप खान नियंत्रक

कृष्ण कुमार
क्षेत्रीय खान नियंत्रक

जगदीश चन्द्र मित्तल
उप खनिज अर्थशास्त्री

रामाकृष्ण
सहायक खनन अभियंता

रामास्वामी नमः शिवायम्
प्रकाशन अधिकारी

प्रेम श्रीवास्तव
सहायक खनन भूविज्ञानी

मधु डबरी
प्रकाशन अधिकारी

बल भद्र शुक्ल
वरिष्ठ हिन्दी अनुवादक

रमेश चावक
वरिष्ठ तकनीकी सहायक

राज नारायण तिवारी
हिन्दी अनुवादक

चाकी थामस
कनिष्ठ तकनीकी सहायक

इस प्रकाशन में सम्मिलित सामग्री का उपयोग
स्रोत के नाम के साथ किया जा सकता है ।

प्राक्कथन

कुछ समय पूर्व भारतीय खान ब्यूरो द्वारा अंग्रेजी भाषा में एक पुस्तक 'Use and Care of Rock drills in Opencast Operations' प्रकाशित हुई थी । इस संस्करण की उपयोगिता और लोकप्रियता को देखते हुए इस विषय पर हिन्दी में पुस्तक तैयार करना आवश्यक समझा गया विशेषकर इसलिए कि भारत की लगभग 2,900 खानों में जहाँ ड्रिल मशीनें इस्तेमाल होती हैं अथवा होने की सम्भावना है, करीब 73 प्रतिशत तो हिन्दी बोलने व समझने वाले राज्यों में आती हैं । सुरक्षा के विषय पर उसके महत्व को देखते हुए इस हिन्दी संस्करण में उसकी उपयोगिता बढ़ाने के लिए, एक और अध्याय जोड़ दिया गया है ।

यह एक सामान्य अनुभव है कि बड़ी खानों में अक्सर ड्रिल मशीन और कम्प्रेसर चलाने एवं उनकी देखभाल करना सिखाने की भली-भाँति व्यवस्था हो सकना संभव है, परन्तु छोटी खानों में ऐसा सम्भव नहीं हो पाता । वहाँ अक्सर कर्मचारी काम करते हुए धीरे-धीरे तरह-तरह की ड्रिल मशीनों, ड्रिल-स्टील, बिट और कम्प्रेसर के उपयोग एवं देखभाल के विषय में जानकारी हासिल करते हैं । ऐसी खानों में फोरमैन, मेट एवं दूसरे सुपरवाईजर इस पुस्तक की मदद से इन उपकरणों का सही उपयोग अपने मातहतों को व्यवस्थित रूप से सिखला सकेंगे । आशा है कि यह पुस्तक विवृत (Opencast) और भूमिगत (underground) दोनों ही प्रकार की खानों में समान रूप से उपयोगी सिद्ध होगी ।

इस प्रकार के तकनीकी विषय पर हिन्दी में साहित्य प्रकाशित करने का भारतीय खान ब्यूरो का यह प्रथम प्रयास है । इस पुस्तक के, हिन्दी में तकनीकी साहित्य के सृजन में एक कड़ी का काम करने के साथ-साथ, इस विषय पर उपयोगी सिद्ध होने की आशा है । रॉक ड्रिल से संबंधित जाने-माने अंग्रेजी के शब्द इस पुस्तक में ज्यों के त्यों ही देवनागरी

लिपि में ले लिए गए हैं और अंग्रेजी लिपि में उन्हें साथ ही कोष्ठक में दे दिया गया है । जो शब्द प्रचलित नहीं हैं उनका अंग्रेजी का शब्दार्थ, हिन्दी वर्णमाला के क्रम के आधार पर पुस्तक के अन्त में दी गई शब्दावलि में दिया गया है ।

यह पुस्तक, भारतीय खान ब्यूरो के हिन्दी अनुभाग के श्री बलभद्र शुक्ल, वरिष्ठ हिन्दी अनुवादक एवं श्री राजनारायण तिवारी, हिन्दी अनुवादक द्वारा श्री जगदीश चन्द्र मित्तल, उप-खनिज अर्थशास्त्री के मार्गदर्शन में किए गए प्रयासों का फल है । श्री सैयद विजारत अली, उपखान नियंत्रक (प्रकाशन अनुभाग) और श्री कृष्ण कुमार, क्षेत्रीय खान नियंत्रक (तकनीकी परामर्श अनुभाग) को इसके तकनीकी पहलू को संवारने और पठनीय बनाने के लिए डॉ० सुरेश चन्द्र सिंघल, खान नियंत्रक (तकनीकी परामर्श, खनन अनुसंधान एवं प्रकाशन प्रभाग) के पर्यवेक्षण में काम करने का श्रेय है । इस पुस्तक में दिए गए कार्टून श्री वि० वि० पान्दरकर (दादाजी आर्ट सर्विसेस) द्वारा बनाए गए हैं ।

(देवकी नन्दन भार्गव)
नियंत्रक
भारतीय खान ब्यूरो

नागपुर :
दिनांक : 8-12-77

विषय–सूची

			पृष्ठ
1.0	भूमिका		1
	1.1	ड्रिलिंग की मूल विधियाँ	2
	1.2	विशिष्ट मशीनों की तुलना और उनके मुख्य तथ्य	4
2.0	रॉक ड्रिल		10
	2.1	परकसिव रॉक ड्रिलिंग के सिद्धांत	10
	2.2	जैक हैमर	14
	2.2.1	जैक हैमर की क्रिया-विधि	16
	2.3	वैगन ड्रिल	23
	2.4	डाउन-दी-होल-ड्रिल	26
	2.5	रॉक ड्रिल का चयन	28
	2.6	आवश्यक ड्रिलों की संख्या का अनुमान	31
3.0	ड्रिल बिट और उसके उपांग		35
	3.1	ड्रिल बिट	35
	3.1.1	ड्रिल बिट के प्रकार	35
	3.1.2	काटने वाली धार बनाने के पदार्थ	42
	3.1.3	बिटों का चयन	44
	3.2	ड्रिल रॉड / स्टील	50
	3.3	बिट और ड्रिल की आयु	55
	3.3.1	बिट की आयु	55
	3.3.2	ड्रिल स्टील / रॉड की आयु	55

4.0	रॉक ड्रिलों का उपयोग, देखभाल और अनुरक्षण		60
	4.1	सामान्य अवलोकन	60
	4.2	कार्य करने के ढंग	66
	4.2.1	जैक हैमर	66
	4.2.2	वैगन ड्रिल	68
	4.2.3	टाउन - दि - हील ड्रिल	72
	4.3	रॉक ड्रिलों की देखभाल	72
	4.4	रॉक ड्रिलों का अनुरक्षण	75
	4.5	रॉक ड्रिलों की आयु	83
	4.6	रॉक ड्रिल के कार्य का अभिलेख	83
5.0	ड्रिल स्टील का उपयोग, देखभाल और अनुरक्षण		89
	5.1	अच्छे ड्रिल स्टीलों का सही उपयोग	89
	5.2	ड्रिल स्टील की देखभाल और अनुरक्षण	90
	5.3	टी० सी० नीक वाली स्टीलों को पुनः धार करना	99
	5.4	ड्रिल स्टीलों के कार्य का अभिलेख	106
	5.5	उपयोग किए ड्रिल स्टीलों की पुनः निवेश फिट करना	107
6.0	कम्प्रेस्ड हवा का संयंत्र		109
	6.1	खान में जरूरी वायु का अनुमान	109
	6.2	कम्प्रेसर के प्रकार	114
	6.2.1	वहनीय बनाम अचल कम्प्रेसर	118

	6·3	कम्प्रैसर का प्रतिष्ठान	119
	6·3·1	वहनीय कम्प्रैसर	119
	6·3·2	अचल कम्प्रैसर	121
	6·4	नए प्रतिष्ठान की कमीशन करना	124
	6·5	कम्प्रेसरों को चालू और बन्द करना	127
	6·6	कम्प्रेसरों की देखभाल और अनुरक्षण	128
	6·7	कम्प्रेस्ड हवा का संचारण	135
7·0	ड्रिल करते समय सुरक्षा की आवश्यकता		147
	7·1	प्रबंध व्यवस्था एवं देखभाल	150
	7·2	ड्रिलर एवं सहयोगी कर्मचारी	156
	7·3	ड्रिलिंग की सुरक्षित कार्यप्रणाली	161
	7·4	उपकरण एवं अन्य सामग्री	164
	7·5	उर्जा का इस्तेमाल	169

चित्रों की सूची

चित्र	2·1	विशिष्ट जैक हैमर ड्रिल	17
चित्र	2·2	जैक हैमर ड्रिल का कटा हुआ दृश्य	18
चित्र	2·3	फ्लैंज स्लीव वाल्व युक्त जैक हैमर की परकसिव क्रिया को दिखाते हुए सरल रेखा चित्र (अ) नीचे की ओर के आघात का प्रारम्भ (ब) ऊपर की ओर के आघात का प्रारम्भ	20
चित्र	2·4	विशिष्ठ वैगन ड्रिल	24
चित्र	3·1	छैनी के आकार वाली टंगस्टन कार्बाईड की एक भटकीपीय ड्रिल स्टील, विभिन्न हिस्सों के नाम सहित	37

चित्र	3.2	अलग होने वाली टी० सी० बिट, विभिन्न हिस्सों के नाम सहित	39
चित्र	3.3	ड्रिल स्टील से अलग होने वाली बिट को जोड़ने की विधियाँ	40
चित्र	3.4	ड्रिल स्टील की श्रेणी का चुनाव	52
चित्र	4.1	एयर लाईन लुब्रीकेटर	61
चित्र	4.2	दबाव टंकी स्थापित करके सूखा ड्रिलिंग करने की व्यवस्था	64
चित्र	5.1	अक्षम ड्रिल स्टीलों में समय के पहले होनेवाली विभिन्न प्रकार की विफलताएँ	94 - 95
चित्र	5.2	अक्षम ड्रिल स्टील की पुनः धार बनाना	101
चित्र	6.1	विशिष्ठ कम्प्रेसर गृह	122
चित्र	6.2	हवा के बहाव को विभिन्न दाब पर दबाव की कमी दिखाने वाला ग्राफ (मीट्रिक और ब्रिटीश इकाईयों में)	138 - 139
चित्र	6.3	वाल्व एवं उपकरण	142
कार्टून			151 - 172

चार्ट की सूची

चार्ट	1	रॉक ड्रिल में होनेवाली बराबियों का चार्ट	79
चार्ट	2	सुरक्षित ड्रिलिंग के आवश्यक घटक	149
चार्ट	3	रॉक ड्रिल के विभिन्न पुर्जों को दिखलाने वाला चित्र	173

सारणियों की सूची

सारणी	1.1	परकशन, रोटरी एवं रोटरी परकशन ड्रिलों की तुलना	5
सारणी	1.2	सामान्य प्रकार के ड्रिलों के प्रमुख तथ्य	8
सारणी	2.1	उपलब्ध देसी जेक-हैमरों की विशिष्टियाँ	33
सारणी	3.1	टंगस्टन कार्बाइड की श्रेणियाँ और उनके उपयोग के क्षेत्र	43
सारणी	3.2	बिटों में प्रयुक्त इस्पात के कुछ विशिष्ठ गठन	44
सारणी	3.3	विभिन्न प्रकार की चट्टानों में बिटों और राडों की आयु का अनुमान	59
सारणी	4.1	विभिन्न किस्म के राक ड्रिलों के लिए आवश्यक तेल की मात्रा	62
सारणी	4.2	रॉक ड्रिलों के लिए सिफारिश किए गए लुबरीकेशन के पदार्थ	63
सारणी	4.3	विभिन्न प्रकार की राक ड्रिलों के लिए सजल ड्रिलिंग में जल की आवश्यकता	65
सारणी	4.4	जेक हैमर के लिए संचित करने योग्य न्यूनतम अतिरिक्त पुर्जों की सूची	78
सारणी	5.1	कुछ भारतीय खानों में अक्षम ड्रिल स्टील की आयु का अनुमान	91
सारणी	5.2	ग्राइंडर सम्बंधी आंकड़े	102
सारणी	6.1	रॉक ड्रिलों को वायु की आवश्यकता	110
सारणी	6.2	भिन्न ऊँचाईयों पर ड्रिलों के वायु उपभोग के लिए गुणन-कारक	112
सारणी	6.3	कम्प्रेसर की क्षमता पर प्रवेशी वायु के तापमान का प्रभाव	119

सारणी 6.4 5.62 से 8.79 किलोग्राम प्रति वर्ग से0 मी0 (80 से 125 पौण्ड प्रति वर्ग इंच) पर कम्प्रेस्ड हवा के संचारण हेतु अनुमोदित होज के माप 120

सारणी 6.5 5.62 से 8.79 किलोग्राम प्रति वर्ग से0 मी0 (80 से 125 पौण्ड प्रति वर्ग इंच) के गेज पर कम्प्रेस्ड हवा के संचारण हेतु अनुमोदित पाइप का व्यास 137

सारणी 6.6 प्रामाणिक पाइप उपकरणों के लिए समतुल्य पाइप की लम्बाईयां 140

सारणी 7.1 ड्रिलिंग के समय होने वाली दुर्घटनाओं का विश्लेषण 148

BIBLIOGRAPHY 179

शब्दावलि 182

1.0 भूमिका (Introduction)

प्रारम्भ में चट्टानों में ड्रिल(drill) करने के लिए खान कर्मचारी जंपर (jumper) एवं हाथ द्वारा चालित घन-ड्रिल (hand hammer drill) का उपयोग करते थे । आज भी ऐसी छोटी-छोटी खानों में जहाँ चट्टानें अधिक कठोर नहीं है, मजदूरी सस्ती है और खनन की गति इतनी धीमी है कि ब्लास्टिंग (blasting) के लिए थोड़े से ही छेद बनाना पड़ते है, यही विधियाँ अपनाई जाती है । जंपर, इस्पात (steel) का एक भारी नुकीला सब्बल होता है, जिसे वैज प्रक्रिया (wedging action) द्वारा चट्टानें काटने के लिए बार-बार हाथ से ऊपर उठाकर अपने ही वजन से नीचे गिरने दिया जाता है । इसका उपयोग ऊपर से नीचे सीधी दिशा में छेद करने के लिए किया जाता है । हाथ से चलने वाली घन ड्रिल पर एक ही या दो खान कर्मचारी मिलकर काम करते है । जब एक ही आदमी इस तरह से ड्रिल करता है, तब वह 25 से 31 मिली-मीटर चौड़ी इस्पाती पैनी छैनी को पकड़कर घुमाता है तथा दूसरे हाथ से 1.8 किलोग्राम (4 पौण्ड) भारी हथौड़े से उस पर मार करता है । जब दो आदमी मिलकर काम करते है, तब उनमें से एक छैनी को चट्टान की सतह पर सीधे पकड़े रहता है और दूसरे आदमी द्वारा लगाए गए 3.2 किलोग्राम (7 पौण्ड) भारी हथौड़े की चोटों के बीच उसको घुमाता जाता है ।

हाथ से वेधन (drilling) करने की विधियाँ धीमी और मँहगी होती है । चट्टानों में इनसे ड्रिल करने की दर जो उनकी कठोरता पर निर्भर करती है, औसतन 0.3 से 0.6 मीटर (1 से 2 फुट) प्रति घंटा है । इसलिए उन्नीसवीं शताब्दी के प्रारम्भ में विशेषतः संयुक्त राष्ट्र अमेरिका, ग्रेट ब्रिटेन और जर्मनी में कई आविष्कारकों ने ऐसी यांत्रिक ड्रिलों का विकास करने का प्रयास किया जो तेज गति एवं सस्ते में चट्टानों को वेध सके । सबसे पहिले इस तरह के ड्रिल भाप से चलते थे । बाद में रॉक ड्रिल (rock drill) चलाने के लिए कम्प्रेस्ड हवा (compressed air) अपनी कम क्षमता के बावजूद सुरक्षित होने के कारण लोकप्रिय हुई । खान में काम करने के स्थान तक इसे इस्पात के पाईप और रबड़ के होज (hose) द्वारा ले जाया जा सकता है, जिसे साधारण कर्मचारी भी बिछा सकते है । कम्प्रेस्ड हवा की मुख्य लाईन को सरलता पूर्वक शाखाओं में बाँटा जा सकता है ।

1.1 ड्रिलिंग की मूल विधियां (BASIC METHODS OF DRILLING)

आजकल प्रचलित ड्रिलों में निम्नलिखित तीन मूल विधियों में से एक का उपयोग किया जाता है –

(1) परकशन ड्रिलिंग (Percussion drilling)

इस विधि में हाथ से चलने वाले घन ड्रिल के सिद्धांत को यांत्रिक रूप दिया गया है। इसमें वेज आकार की बिट (bit) पर प्रत्यागामी (reciprocating) पिस्टन से ड्रिल रॉड की अक्ष में चोट की जाती है। चट्टान के टूटने और संदलन (crushing) के कारण वेधन होता है। दो लगातार चोटों के बीच के समय में, बिट को एक छोटे से कोण पर घुमा दिया जाता है, ताकि चट्टान बिंधती रहे। वापसी आघात के समय घूमती हुई बिट की चट्टान से रगड़ने की कोई सम्भावना नहीं होती। परकशन ड्रिलिंग की कार्यक्षमता अधिक नहीं है, क्योंकि दो आघातों के 33 मिली-सेकंड के अन्तर में, बिट केवल 1 से 3 मिली सेकंड के लिए ही छेद में आगे बढ़ती है। साथ ही इस विधि में चट्टान को कूटकर तोड़ने के कारण उतने ही पत्थर को छीलकर बेधने की तुलना में अधिक उर्जा की जरूरत होती है।

अधिकतर खानों में हलकी परकशन ड्रिलिंग मशीन द्वारा छोटे व्यास के छेद बनाए जाते हैं। कभी-कभी 50 से 100 मि०मी० (2 से 4 इंच) व्यास के छेद बनाने के लिए वैगन पर लगाई (wagon mounted) ड्रिल का भी उपयोग किया जाता है। 1965 से 1970 के बीच, कोयले के अतिरिक्त अन्य खानों में प्रयुक्त रॉक ड्रिलों की संख्या नीचे दिखलाई गई है।

वर्ष	रॉक ड्रिलों का उपयोग करने वाली खानों की संख्या	प्रयुक्त रॉक ड्रिलों की संख्या
1965	637	2,981
1966	642	3,237
1967	674	3,113
1968	688	3,113
1969	705	3,218
1970	703	3,363

(2) रोटरी ड्रिलिंग (Rotary Drilling)

इस विधि से चट्टानों में छेद, सीनिघर्षण (attrition) कर्तन (cutting) अपरूपता (shearing) या संदलन द्वारा बिट को घुमाकर किया जाता है। ड्रिलिंग में कोर (core) प्राप्त करने के लिए ऐसे बिट प्रयुक्त होते हैं जिसमें चट्टान काटने के लिए हीरे लगे होते हैं और जो अपघर्षण (abrasion) एवं पेषण (grinding) जैसी सीनिघर्षण प्रक्रियाओं द्वारा छेद करते हैं। आगर (auger) ड्रिल का उपयोग नर्म चट्टानों में छेद करने के लिए होता है। इसमें कटी हुई चट्टानों का चूरा छेद से सर्पाकार रूप में बाहर निकलता है। बाक्साइट एवं कोयले जैसी कम कठोर चट्टानों में छेद करने के लिए इस तरह की ड्रिलिंग का काफी उपयोग होता है। आगर ड्रिल हाथ, द्रव या यंत्र चलित हो सकता है। रोटरी ड्रिलिंग में ड्रैग बिट पर नियमित दबाव लगाकर अपरूपण और वेज क्रिया द्वारा चट्टान को काटा जाता है। यह क्रिया कई तरह से आगर ड्रिलिंग से मिलती-जुलती है। अन्तर केवल इतना है कि रोटरी ड्रिलिंग में अधिक दबाव लगाने की जरूरत पड़ती है, साथ ही चट्टान में छेद करने की क्रिया भी भिन्न होती है। संदलन और वेज द्वारा चट्टानों में छेद, दांतदार रोलर बिट पर भारी दबाव (200 से 1,200 कि० / सें०मी०^2) एवं टार्क (torque) निरन्तर घूमने से होता है। यह ड्रिल अपघर्षी चट्टानों में उपयोग के लिए ठीक नहीं है।

(3) रोटरी परकुशन ड्रिलिंग (Rotary Percussion Drilling)

यह विधि पिछली दो विधियों का मेल है, जिसमें प्राथमिक क्रिया घूमने की है। बिट से चट्टान का टूटना एवं संदलन दोनों तरह के लाभ उठाने के लिए घूमते हुई ड्रिल रॉड के अक्ष पर आघात किया जाता है। इन आघातों से चट्टान कमजोर हो जाती है, जिससे घूमते हुए बिट पर घर्षण का अवरोध कम हो जाता है, साथ ही दबाव की आवश्यकता भी कम हो जाती है। बिट पर बेन्डिंग स्ट्रैस प्रतिबल (bending stress) भी कम हो जाता है। यह बिट, रोटरी बिट की अपेक्षा वैसे भी अधिक मजबूत होती है। रोटेशन और परकशन की प्रक्रियाएँ एक दूसरे से स्वतंत्र होने के कारण, चट्टान की बदलती हुई दशाओं के अनुसार बिट के घूमने की गति में परिवर्तन कर के ड्रिलिंग को गति को ज्यादा अच्छा रखा जा सकता है। ऐसा करना मात्र परकशन ड्रिलिंग में सम्भव नहीं है,

क्योंकि उसमें घूमने की गति और आघातों की संख्या बदली नहीं जा सकती । रोटरी परकशन ड्रिलिंग का उपयोग 100 मिली मीटर (4 इंच) या इससे अधिक व्यास के छेद करने में किया जाता है । ड्रिल के उतने ही क्षय (wear) होने में ये ड्रिलें परकशन ड्रिलों की अपेक्षा सैन्डस्टोन जैसी मध्य से कठोर घर्षणकारी चट्टानों में अधिक गति से वेधन करती हैं । ये ड्रिलें इस तरह की चट्टानों में गहरे छेद बनाने के लिए बहुत ही अनुकूल हैं ।

1.2 विशिष्ट मशीनों की तुलना और उनके मुख्य तथ्य
(COMPARISON AND SALIENT DATA ON TYPICAL MACHINES)

ड्रिलिंग की इन तीनों विधियों के अपने अलग-अलग लाभ एवं हानियाँ हैं (सारणी 1.1) । भारत में परकशन ड्रिल मशीनें कोयले के अतिरिक्त अन्य छोटी खानों में अपनी कमियों के बावजूद भी बहुत ही लोकप्रिय हैं ।

ड्रिल की स्थापना-व्यवस्था, छेद के व्यास का माप, छेद की अधिकतम एवं सामान्य गहराई तथा परकशन और रोटरी रॉक ड्रिल की औसतन क्षमता एवं उपयोगिता जैसे मुख्य तथ्यों की सूचि सारणी 1.2 में दी गई है । रोटरी परकशन ड्रिलों का उपयोग अभी तक भारतीय खानों में नहीं हुआ है ।

विभिन्न प्रकार की रॉक ड्रिलों में हाथ से पकड़ने वाले जैक हैमर (jack-hammer) (सं0 1), वैगन माउन्टेड ड्रिफ्टर(wagon mounted drifter)(सं0 2) एवं वैगन माउन्टेड डाउन दि होल ड्रिलें(wagon-mounted-down-the-hole drill)(सं0 3), जिसमें परकशन ड्रिलिंग की विधि का इस्तेमाल होता है, छोटे और मध्यम पैमाने की विवृत (opencast) खानों में प्रयुक्त होती है ।

अगले अध्याय में इनका विस्तृत विवरण दिया गया है ।

सारणी–1.1 परक्शन, रोटरी एवं रोटरी परक्शन ड्रिलों की तुलना

(COMPARISON OF PERCUSSIVE, ROTARY AND ROTARY PERCUSSIVE DRILLS)

क्रम संख्या	परक्शन ड्रिल	रोटरी ड्रिल	रोटरी परक्शन ड्रिल
1.	अधिकतर चट्टानों में उपयोगी हो सकती है, लेकिन इनकी बिट, नरम और दरार वाली (fissured) परिवर्ती (variable) कठोरता वाली चट्टानों में जाम हो सकती है।	इनका उपयोग सामान्य रूप से अनपर्षी (non-abrasive) किस्म की नरम या मध्यम कठोरता वाली चट्टानों तक ही सीमित है।	ये अत्यंत अपर्षी चट्टानों सहित अधिकांश चट्टानों में प्रयुक्त हो सकती है।
2.	चूंकि भारी दबाव की आवश्यकता नहीं है, मशीन हाथ या हल्की बल्लियों के सहारे स्थिर रखी जा सकती है।	बिट पर लगातार भारी दबाव की आवश्यकता होने के कारण मशीनों को काफी भारी ड्रिल रिगों (rigs) पर लगाते है।	मशीनों को मजबूत रिंग की आवश्यकता होती है।
3.	यांत्रिक दृष्टि से बिट मजबूत होती है। कम क्षय (wearing) वाली टंगस्टन कार्बाइड बिट की नोंकों का उनकी कम तनन सामर्थ्य (tensile strength) के बावजूद उपयोग किया जा सकता है, क्योंकि ड्रिलिंग के समय	यह ड्रिल बिट, परक्शन ड्रिल बिट की अपेक्षा कमजोर होती है। चूंकि बिट की नोंकों पर बेन्डिंग प्रतिबल रहता है, इसलिए रोटरी ड्रिल की बिटों में टंगस्टन कार्बाइड निवेशों (inserts) का उपयोग लाभदायक ढंग से नहीं किया जा सकता।	यह बिट रोटरी एवं परक्शन ड्रिलों के बिट का संयोजन है। बटन के आकार वाले टंगस्टन कार्बाइड के निवेशों का उपयोग रोलर-कोन बिट में किया जाता है।

सारणी–1.1 परकशन, रोटरी एवं रोटरी परकशन ड्रिलों की तुलना

(COMPARISON OF PERCUSSIVE, ROTARY AND ROTARY PERCUSSIVE DRILLS) (क्रमशः)

क्रम संख्या	परकशन ड्रिल	रोटरी ड्रिल	रोटरी परकशन ड्रिल
	दबाव अक्ष की दिशा में होता है और घूमते समय बिट चट्टान पर दबाव नहीं डालती ।		
4.	ड्रिलिंग की गति तुलनात्मक रूप से कम है ।	चूंकि चट्टान काटने का काम लगातार होता है, इसलिए बाक्साईट तथा शैल जैसी चट्टानों में ड्रिलिंग की गति काफी अधिक होती है ।	कठोर चट्टानों में तीव्र गति से ड्रिलिंग करने में समर्थ है । रोलर कोन बिट की घूमने की क्रिया के साथ परकशन क्रिया का संयोजन करने वाली कुछ मशीनों की ड्रिलिंग की गति कई लाइम स्टोन में रोटरी ड्रिलों की अपेक्षा 15 गुना अधिक बतलाई जाती है ।
5.	उर्जा के उपयोग की दृष्टिकोण से यह विधि कम कार्यक्षम वाली है ।	यह विधि, परकशन ड्रिल की अपेक्षा अधिक कार्यक्षम है । सामान्यतः ड्रिलिंग द्वारा चट्टानों के अधिक बड़े टुकड़े निकलते हैं ।	यह विधि, परकशन की अपेक्षा अधिक परन्तु रोटरी ड्रिलिंग की अपेक्षा कम कार्यक्षम है ।

सारणी–1.1 परक्शन, रोटरी एवं रोटरी परक्शन ड्रिलों की तुलना

(COMPARISON OF PERCUSSIVE, ROTARY AND ROTARY PERCUSSIVE DRILLS) (क्रमशः)

क्रम संख्या	परक्शन ड्रिल	रोटरी ड्रिल	रोटरी परक्शन ड्रिल
6.	भारी ड्यूटी में छेद का व्यास 114 मि0मी0 और डाउन-दि-होल में 150 मि0मी0 तक सीमित होता है ।	ब्लास्टिंग के लिए छेद अपेक्षाकृत बड़े व्यास के बनाए जा सकते हैं ।	छेद का व्यास रोटरी ड्रिलिंग के बराबर तक हो सकता है ।
7.	ये सामान्यतः कम्प्रेस्ड हवा से चलते है, जिसकी कार्य-क्षमता कम होती है।	विद्युत, डीज़ल, पेट्रोल और कम्प्रेस्ड हवा द्वारा चलने वाले मॉडल बनते हैं । विद्युत शक्ति के उपयोग से कार्य-क्षमता बढ़ जाती है ।	कम्प्रेस्ड हवा से चलने वाले मॉडल बनाए जाते हैं ।

(समापित)

सारणी 1.2 : सामान्य प्रकार के ड्रिलों के प्रमुख तथ्य

(SALIENT DATA ON COMMON TYPES OF ROCK DRILLS)

ड्रिल का प्रकार	चालन-व्यवस्था	शक्ति	छेद का व्यास	छेद की गहराई		कोड		निष्पादन	उपयुक्तता
				अधिकतम	सामान्यतः	प्रकार	लम्बाई		
चरखवान ड्रिल									
1. जैक हैमर	हाथ	कम्प्रेस्ड हवा 5.6 किलोग्राम/सें०मी०² पर 0.57 से 3.3 घन मीटर/मिनट (80 पौंड/इंच² पर 20 से 120 घनफुट/मिनट)	24 से 40 मि०मी० (15/16 से 1 37/64 इंच)	– –	3 से 3.66 मीटर (10 से 12 फुट)	– –	– –	36.57 मीटर (120 फुट) प्रति पारी	इसका उपयोग छोटी खानों की कड़ी चट्टानों में उथले व सीधे छेद बनाने में होता है। बड़ी विवृत खानों में गौण वेधन (secondary drilling) के लिए भी इसका उपयोग होता है।
2. वैगन ड्रिल	तीन पहियों वाला चेसिस	कम्प्रेस्ड हवा 6.33 कि०ग्रा०/सें०मी०² पर 3.96 से 8.49 घनमीटर/मिनट (90 पौंड/इंच² पर 140 से 300 घनफुट/मिनट)	50 से 100 मि०मी० (2 से 4 इंच)	15 मी० (50 फुट)	7.7 मीटर (25 फुट)	चेन या स्क्रू	1.5 से 3 मीटर (5 से 10 फुट)	61 मीटर (200 फुट) प्रति पारी	इसका उपयोग ऐसी विवृत खानों में सीधे और तिरछे ड्रिल करने के लिए होता है, जहाँ बेंच की ऊँचाई 7 मीटर से अधिक न हो। अधिक फुट-माप की आवश्यकता होने पर इससे छोटे बेंच (लगभग 1.2 मीटर ऊँचे) पर भी इसका उपयोग होता है।
3. डाउन-दि होल-ड्रिल	तीन पहियों वाला चेसिस या क्रालर पर	कम्प्रेस्ड हवा 6.33 किलोग्राम/सें०मी०² पर 3.3 से 5.66 घन मीटर/मिनट (90 पौंड/इंच² पर 120 से 200 घनफुट/मिनट)	65 से 150 मि०मी० (2 5/8 से 6 इंच)	60 मीटर (200 फुट)	– –	चेन	3 मीटर	42 मीटर (140 फुट) प्रति पारी	यह कठोर और नरम ताकोनाइट तथा क्वार्ट्‌जाइट की चट्टानों में बहुत कारगर है, फिर भी डाउन-दि-होल ड्रिल बिट के दरार वाली चट्टानों में फँसने की सम्भावना रहती है।

सारणी 1.2 : सामान्य प्रकार के ड्रिलों के प्रमुख तथ्य

(SALIENT DATA ON COMMON TYPES OF ROCK DRILLS)

(क्रमशः)

ड्रिल का प्रकार	आपन-व्यवस्था	शक्ति	छेद का व्यास	छेद की गहराई: अधिकतम	छेद की गहराई: सामान्यतः	छड़: प्रकार	छड़: लम्बाई	निष्पादन	उपयुक्तता
रोटरी									
4. औगर ड्रिल	तीन पहियों वाला बेसिस	कम्प्रेस्ड हवा, विद्युत, डीजल या पेट्रोल	100 से 200 मि०मी० (4 से 8 इंच)	30 मीटर (100 फुट)			1 मीटर	60 से 75 मीटर (200 से 250 फुट) प्रति पाली	बाक्साइट तथा चिकनी मिट्टी जैसे चिपचिपे (sticky) पदार्थों में तेजी से ड्रिल करने में बहुत काम आता है।
5. ब्लास्ट होल ड्रिल (उदाहरणार्थ - ड्रिल मास्टर)	स्वयं चालित	कम्प्रेस्ड हवा, डीजल या विद्युत	113 से 375 मि०मी० (4.5 से 15 इंच)	37.5 मीटर (125 फुट)		वायु मोटर से चलने वाली केन	7.5 से 12 मीटर (25 से 40 फुट)	12 से 30 मीटर (40 से 100 फुट) प्रति घंटा	6 मीटर से अधिक ऊँची बेंच वाली बड़ी खानों में उपयुक्त है।

* डाउन-दि-होल-ड्रिलें ट्रक पर सवार भारी रिग पर लगाने के लिए भी बनाई जाती हैं। कुछ भारी रोटरी ड्रिलों के रिग, रोटरी और डाउन-दि-होल दोनों प्रकार की ड्रिलिंग के लिए बनाए जाते हैं।

(समाप्त)

2.0 रॉक ड्रिल (Rock Drills)

2.1 परकसिव रॉक ड्रिलिंग के सिद्धांत
(PRINCIPLES OF PERCUSSIVE ROCK DRILLING)

परकसिव ड्रिलिंग (Percussive drilling) में ड्रिलिंग की गति निम्नलिखित अवयवों द्वारा प्रभावित होती है –

i. चट्टान की विशेषताएँ
ii. वायु का दबाव
iii. फीड का दबाव
iv. रॉक ड्रिल की विशेषताएँ
v. लुबरीकेशन (lubrication)
vi. ड्रिल किये हुए छेद की लम्बाई
vii. ड्रिलिंग से उत्पन्न पत्थर के चूरे का प्रवाह
viii. छेद की दिशा और
ix. बिट की बनावट और उसकी गेज

i. चट्टान की विशेषताएँ

रॉक ड्रिल की ड्रिलिंग की गति अधिकांशतः चट्टान की कठोरता, भंगुरता (brittleness) और संरचना (structure) पर निर्भर होती है। इन विशेषताओं में फिसलने (slips) जोड़ (joints) संस्तरण तल (bedding planes) आदि के कारण होने वाले परिवर्तन से ड्रिलिंग की गति पर विपरीत प्रभाव पड़ता है। इसके अलावा छेद टेढ़ा और जाम हो जाता है।

ii. वायु का दबाव

एक निश्चित सीमा तक वायु के दबाव को बढ़ाने से ड्रिलिंग की गति बढ़ती है, किन्तु उसके बाद हाथ वाले रॉक ड्रिल को नियंत्रित करने में कठिनाई होने के कारण, इस गति में बाधा पड़ सकती है। सामान्यतः लगभग 5.6 किलोग्राम/सेंटीमीटर^2 (80 पौण्ड/इंच^2) के दबाव को हाथ से सम्हाला जा सकता है। यांत्रिक

या द्रव चालित फीड वाले शक्तिशाली आरूढित(mounted) रॉक ड्रिल 8.5 किलो-ग्राम / सेंटीमीटर^2 (120 पौण्ड/इंच^2) से अधिक दबाव पर भी कार्य कर सकते है ।

iii. फीड का दबाव

फीड का दबाव ऐसा बल है जो बिट को चट्टान के सम्पर्क में रखता है और जिससे ड्रिल होते हुए छेद में ड्रिलिंग सम्पन्न होती है । नीचे की ओर ड्रिल किए गए छेदों में शारीरिक प्रयास या 'फीड मैकेनिज्म' (feed mechanism) द्वारा लगाए गये दबाव के अलावा ड्रिल और ड्रिल स्ट्रिंग(drill string)के वजन से अतिरिक्त फीड का दबाव प्राप्त होता है । पारकशन ड्रिलिंग में ड्रिल रॉड के शैंक (shank) पर पिस्टन की मार से उत्पन्न अधिकांश ऊर्जा, मध्यम और संतुलित दबाव रखने पर बिट में पहुँच जाती है । कम दबाव से ड्रिलिंग की गति कम हो जाती है । इसके अलावा और भी विपरीत परिणाम होते है जैसे पिस्टन द्वारा अगले सिरे (front head) पर लगने वाले आघातों से ड्रिल की हानि, छेद शुरू होने के समय चट्टान की सतह पर बिट की अस्थिरता, ड्रिल रॉड और बिट का गर्म होना जो कि बची हुई गतिक ऊर्जा(kinetic energy) के ताप में परिवर्तित हो जाने से होता है तथा सम्भवतः बिट का अधिक क्षय । दूसरी ओर ज्यादा दबाव से पिस्टन के आघातों के बीच प्रति सेप समय (rebound time) के सीमित हो जाने के कारण बिट का स्वतंत्र रूप से घूमना रुक सकता है तथा आघात की शक्ति कम हो जाने पर आखिर में ड्रिल रुक जाती है । अत्याधिक दबाव से ड्रिल रॉड मुड़ भी सकती है और छेद टेढ़ा भी हो सकता है ।

iv. रॉक ड्रिल की विशेषतायें

ये निम्नलिखित है --

(क) पिस्टन हैमर का भार और व्यास, (ख) पिस्टन-आघात की लम्बाई, (ग) प्रति मिनट आघातों की संख्या और (घ) प्रति मिनट घूर्णन(rotation) की संख्या ।

जैसा कि पहिले बतलाया जा चूका है कि फीड के थीड़े कम हो दबाव के अन्तर्गत अधिक ऊर्जा वाले तेज आघात लगते है जिनसे बिट को गतिक दबाव(dynamic load) मिलता है । यदि दूसरे अवयवों को स्थिर रखा जाए तो ड्रिलिंग की गति आघातों से मिलने वाली ऊर्जा पर निर्भर करती है । दूसरी ओर हर आघात में प्राप्त ऊर्जा की मात्रा, पिस्टन-हैमर के भार और व्यास, तथा आघात की लम्बाई पर निर्भर होती है । प्रति मिनट कुल कितनी ऊर्जा उत्पन्न होती है, यह आघातों की आवृति पर निर्भर होता है । रॉक ड्रिल का बैरल-व्यास(bore diameter) जितना बड़ा होगा पिस्टन का व्यास उतना ही बड़ा होगा । इससे कम्प्रेस्ड हवा को अधिक बल लगाना पड़ता है, जिसके फलस्वरूप हवा की खपत अधिक हो जाती है ।

बिट के घूमने की गति का भी ड्रिलिंग की गति से महत्वपूर्ण सम्बन्ध है । यह इस प्रकार है कि बिट के घूमने से प्रत्येक आघात के पहिले छेद के अन्दर बिट के सामने चट्टान की नई सतह आ जाती है, (जिसे इन्डेक्सिंग(indexing)कहते है) जो कि ड्रिलिंग के लिए बहुत ही आवश्यक है । बिट की घूमने की गति जितनी अधिक होगी, ड्रिलिंग की गति भी उतनी अधिक होगी लेकिन कठोर चट्टानों में बहुत अधिक घूर्णन से बिट का क्षय बढ़ सकता है । बिट को तेजी से घूमने से कम टार्क(torque) लगता है, जिससे नरम और विपविधी चट्टानों में बिट जाम हो सकती है । यही कारण है कि इस तरह की चट्टानों में कम गति से घूमने वाली ड्रिल पसन्द की जाती है ।

v. <u>लुबरीकेशन (Lubrication)</u>

तेजी से ड्रिलिंग करने के लिए रॉक ड्रिल में मजबूत इस्पात और तेज चलने वाले पुर्जों की जरूरत होती है, जिन्हे लुबरीकेशन के विशेष पदार्थों द्वारा पर्याप्त चिकना रखना जरूरी है ।

vi. <u>ड्रिल किए हुए छेद की लम्बाई</u>

छेद जितना गहरा होगा ड्रिल स्टील उतना ही लम्बा होगा और उसका भार उतना ही अधिक होगा । पिस्टन हैमर की हर चोट की कुल ऊर्जा का एक महत्वपूर्ण भाग, ड्रिल स्ट्रिंग के भार के अवरोध को दूर करने में खर्च हो जाता है और इसलिए ड्रिल स्ट्रिंग की लम्बाई जितनी बढ़ती है, चट्टान को काटने के लिए बची हुई

ऊर्जा उतनी ही कम रह जाती है । इससे ड्रिलिंग की गति घट जाती है ।

(vii) ड्रिलिंग से उत्पन्न पत्थर के चूरे का प्रवाह

परकशन ड्रिलिंग में पत्थर का चूरा बनते ही छेद में उन्हें बिट से दूर हटाने के लिए हवा (जो साधारणतः काफी जगहों में इस्तेमाल होती है) और पानी जैसी प्रवाही माध्यम का उपयोग किया जाता है । यदि ऐसा न किया जाए तो छेद में बिट के समीप चूरे के बड़े और भारी टुकड़ों के जो बाहर नहीं निकल पाते हैं और अधिक पिसने के कारण, ड्रिलिंग की गति कम हो जाएगी । इसके लिए प्रवाही माध्यम को समुचित मात्रा प्रवाहित करना पड़ती है ताकि वह छेद में अन्दर उत्पन्न बड़े से बड़े पत्थर के टुकड़ों को उठा सके और उनके बनते ही उन्हें दूर कर सके । बड़े टुकड़ों से इस बात का संकेत मिलता है कि उनकी बार-बार पिसाई नहीं हो रही है, ड्रिलिंग का कार्य ठीक हो रहा है और आघातों की ऊर्जा अधिक कारगर ढंग से खर्च हो रही है । इसके अतिरिक्त कम वेग के प्रवाही माध्यम की क्षमता अपर्याप्त होती है, जिस के कारण पत्थर का चूरा, छेद के बाहर नहीं आ पाता और इस प्रकार बिट जाम हो सकती है । परकशन ड्रिलिंग में प्रवाही माध्यम (वायु) के वेग की सीमा कम्प्रेस्ड हवा के प्राथमिक दबाव और ड्रिल रॉड के बीच में बने छोटे से छिद्र के व्यास पर निर्भर करती है । प्रवाही माध्यम इस छिद्र से होकर ड्रिल किए हुए छेद में जाता है और वहाँ से ड्रिल रॉड के चारों ओर की अपेक्षाकृत बड़ी जगह से बाहर निकलती है । 21 मि०मी० (7/8 इंच) के ड्रिल स्टील में यह प्रवाही छिद्र केवल 3 मि०मी० (1/8 इंच) का होता है । ड्रिल रॉड की मजबूती को कायम रखने के लिए यह जरूरी है कि इस छिद्र का व्यास कम से कम रखा जाए, क्योंकि बड़े व्यास के छिद्र के लिए अधिक बड़े व्यास वाले ड्रिल स्टील की जरूरत होगी, जो हाथ द्वारा आसानी से उपयोग करने के लिए बहुत भारी होगा । इसलिए इस बात की बहुत ही सावधानी रखनी चाहिए कि समुचित दबाव वाली कम्प्रेस्ड हवा की पूर्ति की जाए जिससे ड्रिल करते समय पत्थर के चूरे का ठीक से प्रवाह हो सके । बड़े (vertical) छेदों के लिए वायु के वेग का सामान्यतः स्वीकृत स्तर 1,520 सेंटीमीटर प्रति सेकंड (300 फुट प्रति मिनट) है ।

(viii) छेद की दिशा

इससे ड्रिल पर दबाव की मात्रा तथा छेद से पत्थर के चूरे की सफाई होने की क्षमता में परिवर्तन हो जाता है, जिनका ड्रिलिंग की गति से महत्वपूर्ण सम्बन्ध है । नीचे की दिशा में ड्रिल करने में मशीन और ड्रिल स्ट्रिंग का वजन ड्रिलर या फीड मैकेनिज्म द्वारा लगाए गए दबाव में मदद करते हैं, परन्तु पत्थर के चूरे को साफ करने में कठिनाइयाँ पैदा हो सकती हैं । ऊपर की ओर ड्रिल करने में लगाए गए दबाव से ड्रिल और ड्रिल स्ट्रिंग के गुरुत्वाकर्षण (gravity) का निराकरण करना पड़ता है, परन्तु पत्थर का चूरा स्वयं बाहर आ जाता है । इन दो दिशाओं के बीच क्षैतिज (horizontal) दिशा में ड्रिल करना अधिक संतुलित होता है, क्योंकि इसमें सामान्य दबाव की आवश्यकता होती है और पत्थर के चूरे को सफाई में भी ज्यादा कठिनाई नहीं होती । तथापि छोटी विवृत खानों में सामान्यतः नीचे की ओर बड़े छेद किए जाते हैं और जो इतने गहरे नहीं होते कि पर्याप्त वायु का दबाव होने पर भी चूरे का प्रवाह एक समस्या बन जाए ।

(ix) बिट की बनावट

ड्रिलिंग की गति अधिकांशतः बिट की काटने वाली धार के पदार्थ, उसके आकार और व्यास तथा उसमें बने हुए प्रवाही छिद्रों के प्रति रूप पर निर्भर करती है । इस विषय पर अधिक विवरण अध्याय 3 में दिया गया है ।

2.2 जैक हैमर

ये हवा से चलने वाले परकसिव ड्रिल हैं । इनका उपयोग सामान्यतः विवृत खानों में नीचे की दिशा में ड्रिल करने के लिए किया जाता है । भार और शक्ति के आधार पर इसका वर्गीकरण किया जाता है, जो निम्नलिखित है:-

(क) बहुत हल्के ड्रिल

इसका वजन लगभग 7 किलोग्राम (15 पौण्ड) होता है और इनका उपयोग प्लग और फेदर विधि(plug and feather method)द्वारा नियत माप के पत्थर (dimension stones) के निकालने के लिए उथले छेद करने में होता है ।

ये ड्रिल सामान्यतः स्वयं नहीं घूमते और इनमें नुकीले सिरों वाले सादे कार्बन स्टील (carbon steel) का उपयोग होता है ।

(ब) हल्के ड्रिल

इनका वजन 12 से 18 किलोग्राम (25 से 40 पौण्ड) होता है और ये पॉप होल (pop hole) करने एवं कंक्रीट में ड्रिलिंग के लिए इस्तेमाल होते हैं ।

(ग) मध्यम वजन के जैक हैमर

ये वजन में 18 से 23 किलोग्राम (40 से 50 पौण्ड) के होते हैं और लाईम स्टोन या नरम चट्टानों में इस्तेमाल होते हैं ।

(घ) भारी जैक हैमर

ये वजन में 23 से 30 किलोग्राम (50 से 65 पौण्ड) होते हैं । खानों में प्रयुक्त होने वाले अधिकांश हस्ताधारित ड्रिल इसी वर्ग के रहते हैं ।

इन चारों किस्मों में छिद्रित ड्रिल स्टील का उपयोग होता है । अन्तिम तीनों किस्मों में स्वतः घूमने की व्यवस्था होती है । प्रवाह के लिए तीन विधियाँ उपलब्ध हैं, जो निम्नलिखित हैं –

(I) निर्जल ड्रिलिंग में जब हैमर नहीं चलता तब ड्रिल स्टील और बिट में वायु व्दारों से होकर वायु के प्रवाह के जरिए पत्थर का चूरा बाहर निकल जाता है । ड्रिलिंग करते समय बहुत कम हवा, ड्रिल स्टील से होकर गुजरती है ।

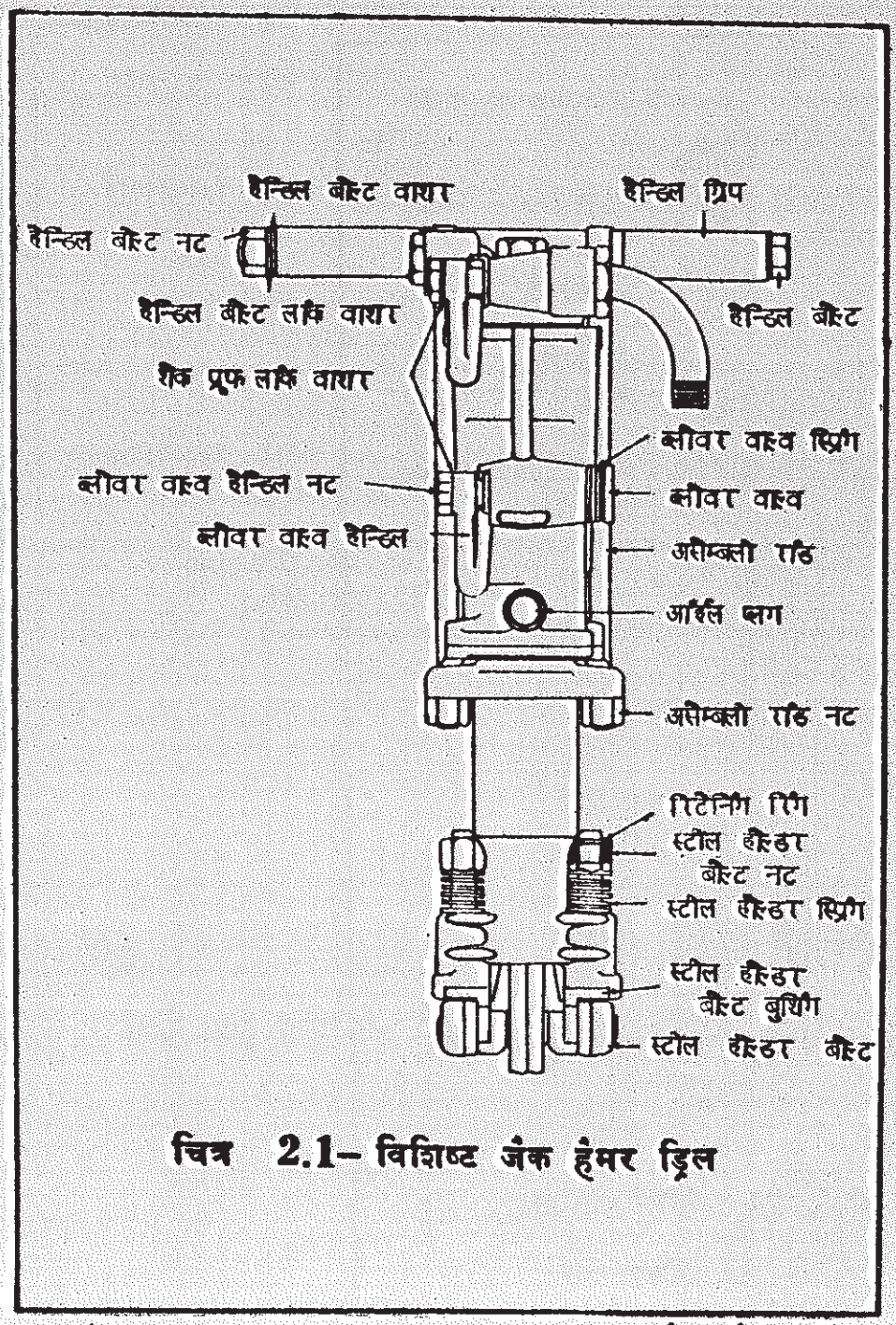
(II) ब्लोवर (blower) किस्म के ड्रिलों में जब ड्रिल चलता है, तब वायु की स्थिर धारा ड्रिल-स्टील की रॉड में से होकर गुजरती है । जबपिस्टन कार्य न कर रहा हो तब अतिरिक्त प्रवाह के लिए भी व्यवस्था होती है । ड्रिलिंग करते समय सामने वाले केम्बर (chamber) से बाहर निकलने वाली हवा (exhaust air) पिस्टन स्टैम बियरिंग (piston stem bearing) में बने हुए छिद्र मार्ग से होकर चक ड्राइवर स्प्लाईनों (chuck driver spline)के सम्पर्क में चलती हुई ड्रिल रॉड के वायु छिद्र (air hole) तक पहुँचती है । यदि अधिक हवा

चाहिए जो ब्लोआर वाल्व खोलने से मिल सकती है । ऐसा करने से हवा प्रवेश-द्वार से सीधी प्रवाह के लिए छेद तक पहुंच जाती है ।

(iii) सजल ड्रिलिंग में ड्रिल चालू रहने पर, पत्थर के चूर्ण के प्रवाह के लिए ड्रिल की अक्ष से गुजरती हुई ड्रिल-स्टील तक जाने वाली एक नली के जरिए, जल को लगातार पूर्ति की जाती है । पाइप के जरिए जल की पूर्ति उपलब्ध न हो तो विशेष बनावट की जल की टंकियों का उपयोग किया जा सकता है ।

2.2.1 जैक हैमर की क्रिया-विधि
(Action of Jack-hammer)

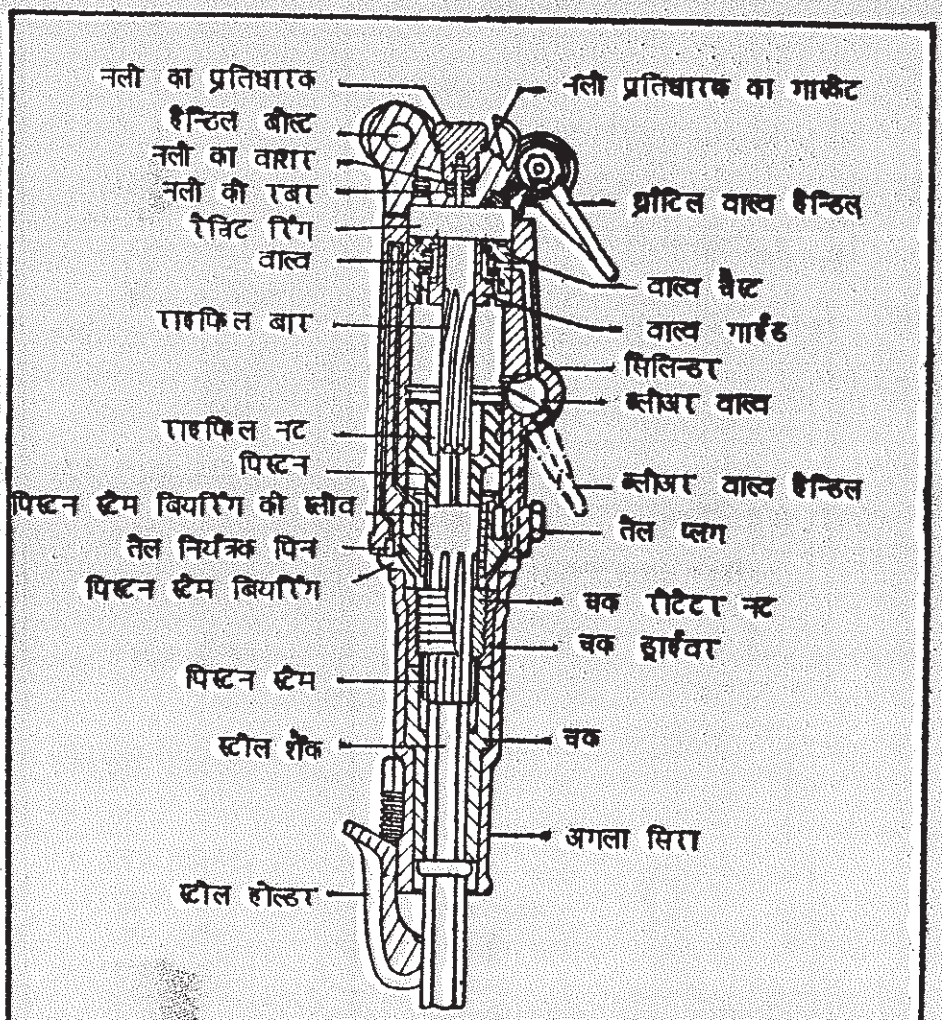
जैक हैमर (चित्र 2.1 और 2.2) में एक सिलिण्डर (cylinder) होता है, जिसमें एक ओर पिछला सिरा (back head) और दूसरी ओर अगला-सिरा (front head) जुड़े रहते हैं । पिछले सिरे में हैण्डिल और नियन्त्रक पुर्जे लगे होते हैं । अगले सिरे में चक (chuck) के लिए एक अक्षीय द्वारक (axial-aperture) रहता है और ड्रिल-स्टील को पकड़ने के लिए एक स्टील होल्डर (steel holder) लगा रहता है । पिछला सिरा, सिलिण्डर और अगला सिरा इस तरह मशीन (machine) किए होते हैं कि वे आपस में एक दूसरे से बिना गैस्किटों (gaskets) के ठीक-ठीक बैठ जाते हैं और बगल में लगी दो छड़ों द्वारा एक दूसरे को पकड़े रहते हैं । प्रत्यागामी (reciprocating) पिस्टन (piston) में एक सिर (head) होता है, जो सिलिण्डर में फिट होता है और एक ग्रीवा (neck) होती है, जो सिलिण्डर की बुशिंग में से निकली होती है । ग्रीवा के निचले भाग में स्प्लाइन (spline) बने रहते हैं । ड्रिल को कम्प्रेस्ड हवा की पूर्ति रबड़ के एक लचीले होज के जरिए की जाती है । रबड़ के होज का एक छोर एक मुड़े हुए पाइप से क्लैम्प (clamp) द्वारा जुड़ा रहता है । यह पाइप एक घूमने वाले जोड़ (swivel joint) के जरिए ड्रिल के पिछले सिरे से जुड़ा होता है । ड्रिल की कम्प्रेस्ड हवा की पूर्ति नियंत्रित करने के लिए, इस स्थान पर एक थ्राटिल (throttle) लगा होता है जो बंद, पूर्णतया खुला या अन्य कई बीच की अवस्थाओं में रखा जा सकता है । थ्राटिल वाल्व से हवा पिछले सिरे में एक ड्रिल किये हुए मार्ग से होकर वाल्व चेम्बर (valve chamber) से होती हुई सिलिण्डर के ऊपरी और निचले भाग में जाती है ।



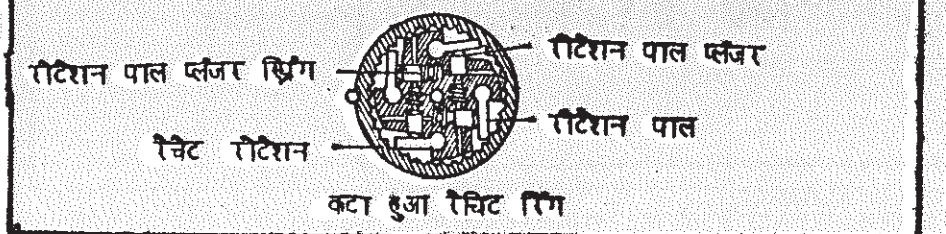
चित्र 2.1– विशिष्ट जैक हैमर ड्रिल

इन्गरसॉल रॅण्ड (इन्डिया) प्रा० लि० के सौजन्य से

टी. एम. पी./374/78



चित्र 2.2-- जैक हैमर ड्रिल का कटा हुआ दृश्य



कटा हुआ रैचिट रिंग

इन्गरसोल रैन्ड (इन्डिया) प्रा० लि० के सौजन्य से

डी.एन.पी/873/78

ट्रिलिंग का कार्यचक्र निम्नलिखित है :-

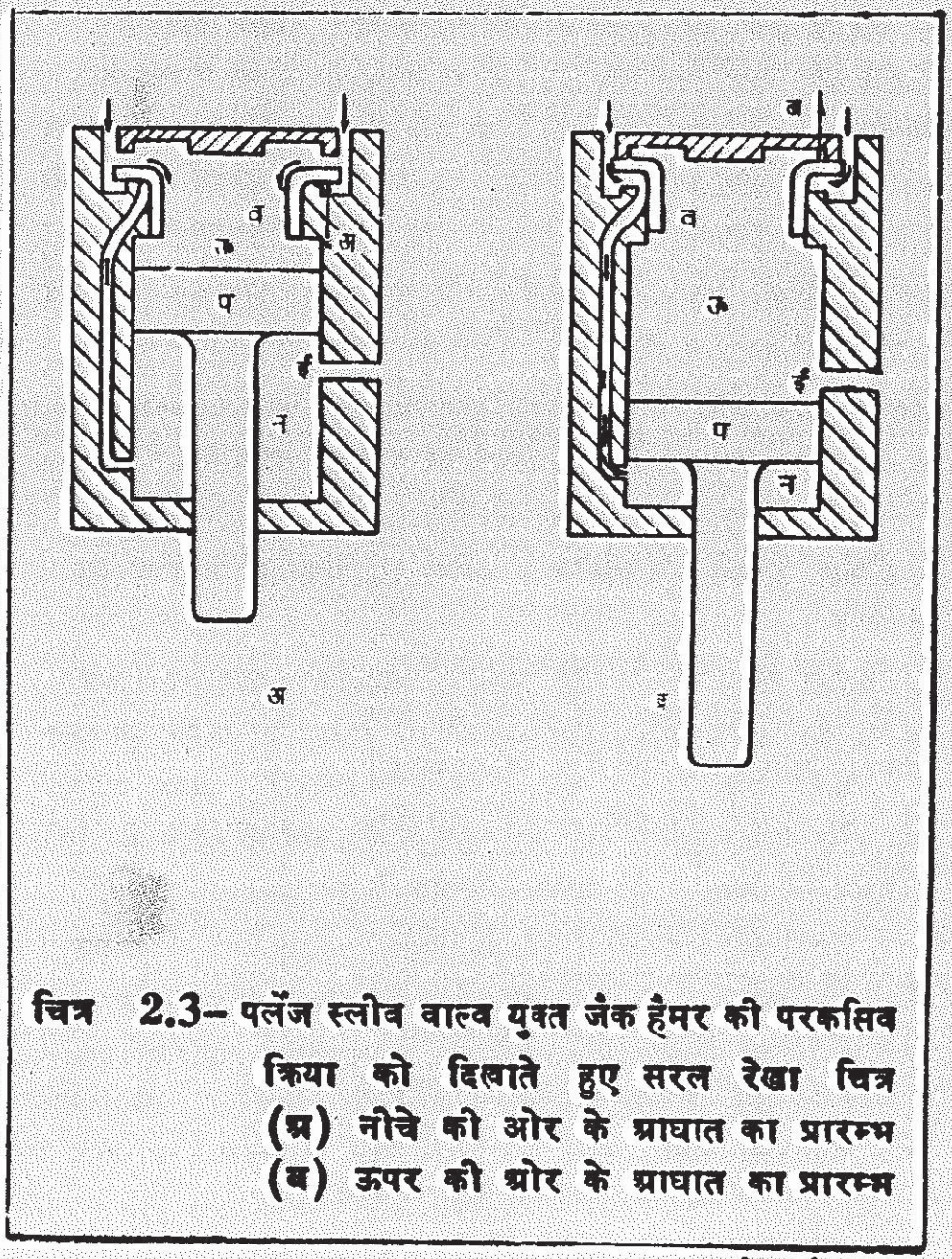
1. नीचे की ओर आघात प्रारम्भ होने पर पिस्टन 'प' उच्चतम अवस्था में रहता है और वाल्व 'व' चित्र 2.3 (अ) में दिखाई गई अवस्था में होता है। कम्प्रेस्ड हवा वाल्व फलैंज (flange) की सतह के ऊपर से सिलिण्डर के ऊपरी चेम्बर 'ऊ' में प्रवेश करती है और पिस्टन को नीचे की ओर ढकेलती है। निचले चेम्बर की हवा निकास-द्वार 'ई' के द्वारा वायु मण्डल में निकल जाती है।

2. नीचे की ओर होने वाले आघात के अन्त में पिस्टन 'प' चित्र 2.3 (ब) में दिखाई गई अवस्था में होता है। ऊपरी चेम्बर में दबाव अचानक कम हो जाता है, जिससे वाल्व 'व' की निचली सतह 'अ' पर सशक्त (live) हवा का दबाव उसे चित्र 2.3 (ब) में दिखाई गई अवस्था में पहुंचा देता है।

3. अब वाल्व कम्प्रेस्ड हवा को प्रवेश-द्वार (in-let port) 'प्र' के जरिए निचले चेम्बर में प्रवेश करने देता है। कम्प्रेस्ड हवा पिस्टन को ऊपर की ओर ढकेलती है।

4. जैसे-जैसे पिस्टन ऊपर की ओर जाता है, निकास द्वार पहले ऊपरी चेम्बर 'अ' के लिए बंद हो जाता है और बाद में निचले चेम्बर 'न' के लिए खुल जाता है। ऊपरी चेम्बर 'ऊ' की हवा, पिस्टन द्वारा दबती है। उसका दबाव, वाल्व फलैंज की ऊपरी सतह 'ब' पर पड़ता है और वाल्व को आकृति 2.3 (अ) में दिखाई गई अवस्था में पीछे वापिस पहुंचा देता है।

उपर्युक्त कीरदार (flanged) स्लीव वाल्व(sleeve valve)सादे किन्तु प्रभावी होते हैं। जैक हैमरों की बनावट में इनके अलावा दूसरी तरह के वाल्वों का इस्तेमाल भी होता है। फलैपर (flapper) ऐसा ही एक बहुत ही सादे किस्म का वाल्व है जिसमें एक पतली चक्री (disc) एक धारदार ढक्कन (ridged cover) के आधार पर एक स्थिति में झुकती है। किकर द्वार (kicker port) की व्यवस्था में पिस्टन के चलने से निकास-द्वार खुलने के पहिले तक प्रत्येक चेम्बर में हवा का दबाव बढ़ता जाता है, जो अतिरिक्त नलियाँ (auxiliary channel) स्पूल(spool) से होता हुआ या स्लीव (sleeve) वाल्व



चित्र 2.3– पलेंज स्लीव वाल्व युक्त जैक हैमर की परकसिव क्रिया को दिखाते हुए सरल रेखा चित्र
(अ) नीचे की ओर के आघात का प्रारम्भ
(ब) ऊपर की ओर के आघात का प्रारम्भ

डी. एम. पी./375/78

की कोरदार सतही पर काम करता है ।

नीचे की ओर आघात के अन्त में निचले सिलिण्डर और ऊपर की ओर आघात के अन्त में ऊपरी सिलिण्डर में बंद हवा हवाई गद्दी (air - cushion) का काम करती है, जो पिस्टन को क्रमशः अगले सिरे और पिछले सिरे से टकराने और उन्हें नुकसान पहुँचाने से रोकती है ।

ड्रिल बिट के स्वयं घूमने की क्रिया, सामान्यतः घूमने की एक मैकेनिज्म(rotation mechanism) द्वारा सम्पन्न होती है । इस मैकेनिज्म में रैचेट (rachet) , राइफिल बार (rifle bar), राइफिल बार-नट और रोटेशन नट रहते हैं । राइफिल बार नट पिस्टन के सिरे के पीछे कस किया जाता है और राइफिल बार की स्प्लाईनों का निचला भाग इसमें आता है । राइफिल बार की स्प्लाईनें टेढ़ी रहती हैं और झुकाव का कोण, सूत्रान्तर (pitch) के अंकों में (जैसे 40 में ।) लिखा जाता है, । राइफिल बार में बने 40 में । सूत्रान्तर वाली नालियाँ ऐसे कोण पर झुकी होती है कि यदि उन्हें आगे बढ़ाया जाय तो एक चक्कर पूरा करने में राइफिल बार की 40 इंच की लम्बाई की आवश्यकता होगी । यदि पालों (pawls) और रैचेट (rachet)के दाँतों की संख्या उतनी ही रहे तो छोटे सूत्रान्तर वाले राइफिल बार से घूमने की गति कम और घूमने की शक्ति अधिक मिलती है । लम्बे सूत्रान्तर वाले राइफिल बार अपघर्षी चट्टानों के लिए उपयुक्त हैं ।

पिस्टन ग्रीवा में सीधे स्प्लाइन बने रहते हैं, जो चक ड्राइवर (chuck driver) में कसे हुए चक रोटेशन नट (chuck rotation nut)में बने खाँचों में चलते हैं । चक ड्राइवर अपने निचले सिरे पर बने हुए डाग्स-दाँतों (dogs) के जरिए चक से फँसा रहता है, इसलिए ये तीनों पुर्जे अर्थात् पिस्टन, चक ड्राइवर में लगा हुआ चक रोटेशन नट और चक एक साथ घूमते हैं. और चूँकि ड्रिल रॉड, चक में फँसी रहती है इसलिए वह भी घूमने लगती है । पिस्टन के नीचे की ओर वाले अथवा शक्ति-दायी-आघात के समय राइफिल-बार घड़ी की विपरीत दिशा में घूमती है, क्योंकि पाल रैचेट रिंग (rachet ring) के आन्तरिक सतह पर बने दाँतों की पकड़ में तब नहीं रहते । ऊपरी आघात में रैचेट के दाँत,

पाली को पकड़ते है, जिससे राइफिल बार का घूमना रुक जाता है और पिस्टन स्वयं घूमने लगता है। जैसा कि ऊपर बताया गया है, यह घूमने की क्रिया, चक रोटेशन नट और चक द्वारा ड्रिल रॉड या ड्रिल-स्टील को संचालित हो जाती है। षटकोणीय ड्रिल रॉड या ड्रिल स्टील का रौंक, चक के निचले सिरे पर स्थित उसी आकार के खांचे (socket) में फिट हो जाता है। वैगन आरूढ़ित ड्रिफ्टरों के साथ प्रयुक्त गोल रौंकों में लग (lug) निकले रहते हैं, जो ड्रिल के चक में बने हुए खांचों में फंसते हैं। ड्रिल के अगले सिरे पर स्थित ड्रिल स्टील होल्डर या धारक (retainer) ड्रिलिंग के समय ड्रिल स्टील को यथास्थान पर रखता है। आधुनिक परकशन ड्रिलों में बिट प्रति मिनट 200 से 300 बार घूमती है।

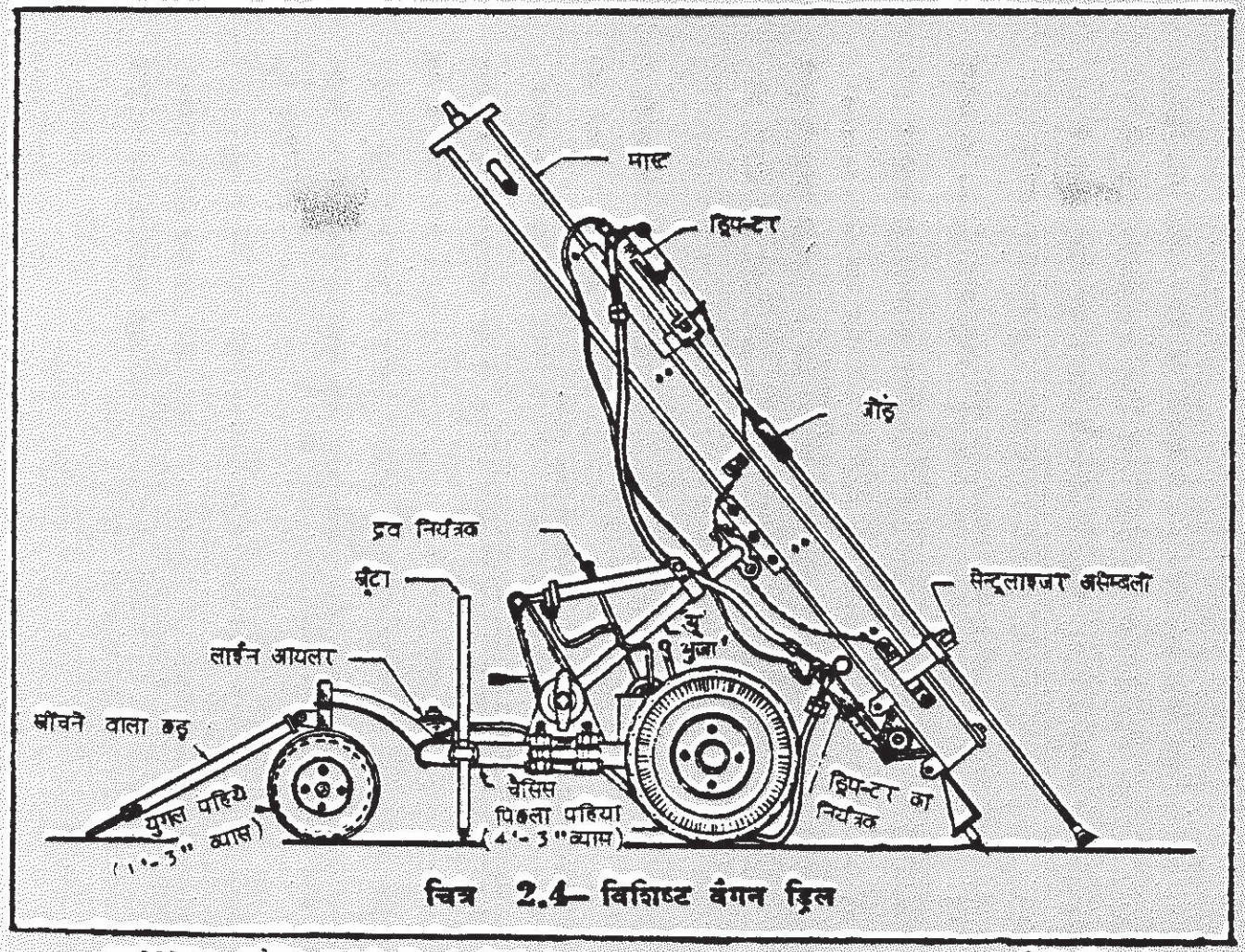
ऊपर बताई गई व्यवस्था को ऊपरी आघात में घूमने (up stroke-rotation) की व्यवस्था कहते हैं, क्योंकि इसमें ड्रिल स्टील, पिस्टन के ऊपरी आघात के समय घूमती है। पिस्टन के नीचे की ओर वाले अथवा शक्ति-दायी आघात के समय भी ड्रिल स्टील को घुमाया जा सकता है। इसके लिए प्रमाणिक राइफिल बार की जगह उल्टी और पिच वाले बार और उससे मेल खाने वाले राइफिल नट को लगाना पड़ता है। ऐसा करने से आघात का बल उतना ही कम हो जाता है, जितनी कि ड्रिल स्टील को घुमाने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसलिए इसका उपयोग कठोर चट्टान में नहीं किया जाता। तथापि ऐसी चट्टानों में जिनमें बिट आसानी से छेद कर सके, किन्तु घूमने में कठिनाई हो, इसका उपयोग लाभदायक हो सकता है।

पिस्टन स्टेम बियरिंग (piston stem bearing) के चारों ओर भरे हुए तेल से लुब्रीकेशन किया जाता है। तेल भरने के लिए ड्रिल की बगल में एक स्क्रू प्लग (screw plug) होता है। हवा के दबाव के कारण तेल को कुछ पुर्जों की ओर जाना पड़ता है। वायु का बहाव तेल की छोटी-छोटी बूंदों को अन्य भागों में ले जाता है। इस लुब्रीकेशन के अलावा, लुब्रीकेशन के लिए एक लाईन-आयलर (line oiler) भी हमेशा लगाना चाहिए।

2.3 वैगन ड्रिल (WAGON DRILL)

एक वैगन ड्रिल चित्र 2·4 में दिखाई गई है । इसमें एक ड्रिफ्टर (drifter) ड्रिल होता है, जो तीन पहिए वाले चैसिस पर स्थापित होता है । ड्रिफ्टरों का वर्गीकरण प्रायः पिस्टन के व्यास के आधार पर किया जाता है । 66·7, 70, 76·2, 88·4, 101·6, 114 और 133 मि०मी० (अर्थात् $2\frac{5}{8}$, $2\frac{3}{4}$, 3, $3\frac{1}{2}$, 4, $4\frac{1}{2}$ और $5\frac{1}{4}$ इंच) बोर (bore) की मशीनें सामान्य है । ड्रिफ्टर की बनावट वस्तुतः जैक-हैमर के समान ही होती है । बड़े ड्रिफ्टरों में पालों (pawl) को उलटा करने के लिए एक कल (device) लगी होती है, ताकि घूमने की दिशा को उलटा जा सके । उल्टी दिशा में घूमने की क्रिया का उपयोग, चूड़ीदार कपलिंगों (couplings) राडों और बटनों को जोड़ने और खोलने के लिए किया जाता है ।

ड्रिफ्टर, रोलर चैन (roller chain) पर लगी हुई एक स्लाईड (slide) पर स्थापित होता है । रोलर चैन को सीधी और उल्टी घुमाई जाने वाली वायु-मोटर (air motor) द्वारा एक रिडक्शन गियर (reduction gear) के जरिए घुमाया जाता है । इसके घूमने से ड्रिफ्टर को पकड़नेवाली स्लाईड माष्ट के सहारे ऊपर और नीचे चलता है । 2·4 मीटर (8 फुट) लम्बे माष्ट के साथ फोड की लम्बाई 1·8 मीटर (6 फुट) होती है, अर्थात् 6 फुट लम्बे ड्रिल राड का उपयोग किया जा सकता है । इच्छानुसार लम्बे माष्ट भी मिलते हैं । माष्ट के निचले सिरे पर एक ड्रिल स्टील सेन्ट्रलाइजर (centraliser) लगा होता है, ताकि छेद प्रारम्भ करते समय ड्रिल स्टील को सीधा पकड़े रह सकें । कुछ मौडलों में अतिरिक्त स्थिरता के लिए माष्ट के निचले सिरे पर एक खूँटा (spike) भी लगा होता है । कुछ मौडलों में ड्रिल स्टीलों को खड़ी स्थिति में जमा करने के लिए माष्ट के ऊपरी भाग में आयताकार लूप (loop) स्टील का राड लगा होता है । माष्ट एक भारी स्टील पाईप के बने 'यू' (U) बार या योक (yoke) के आधार पर घूम सकता है । 'यू' बार की भुजाएँ, फ्रेम या पहिए लगे चैसिस से कब्जे द्वारा जुड़ी होती है । 'यू' बार की भुजाएँ या योक की,



चित्र 2.4— विशिष्ट वैगन ड्रिल

कन्सोलिडेटिड न्यूमैटिक कम्पनी लि० के सौजन्य से

डी.एम.पी/ 376/78

चैसिस से 15^0 नीचे से 75^0 ऊपर तक किसी भी स्थिति में चढ़ाने या उतारने के लिए एक द्रव चालित रैम (hydraulic ram) या हस्त चालित वोर्म और पिनियन (warm and pinion) की व्यवस्था रहती है ।

मुख्य फ्रेम भी स्टील की भारी नलियों का बना होता है । रबड़ के टायर वाले सामने में दो पहिये, घूमने वाली कड़ियों (swivel) पर लगे रहते हैं और इन्हें फ्रेम के अंगों के समानान्तर या समकोण पर रखा जा सकता है ताकि फेस (face) के किनारे (quarry edge) के पास की एक कतार में छेदों को ड्रिल करते समय माउन्टिंग (mounting) को अलग बगल सरकाया जा सके । पीछे के रबर के टायर वाले पहिये छोटे रहते हैं और वे एक ड्रा बार (drawbar) में लगे रहते हैं जो फ्रेम के साथ घूमने वाले कुण्डे के जरिए जुड़ा रहता है । थ्रोटल और ब्लोइंग का दोहरा काम करने वाला एक वाल्व मास्ट पर, एक सुविधा-जनक ऊँचाई पर, लगा होता है । ड्रिफटर के प्रवेश द्वार से जुड़े हुए होज में प्रवेश करनेवाली वायु को थ्रोटिल (throttle) वाल्व के जरिए नियंत्रित किया जाता है । इस वाल्व के द्वारा आवश्यकतानुसार फीड की दिशा और गति में परिवर्तन किया जा सकता है । कम्प्रेस्ड हवा को वैगन ड्रिल तक 37.5 या 31.25 मि0 मी0 ($1\frac{1}{2}$ या $1\frac{1}{4}$ इंच) के ऐसे रबड़ के होज के जरिए लाया जाता है जो वैगन फ्रेम पर लगे हुए एक एअर-लाईन-लुब्रीकेटर (air line lubricator) के प्रवेश द्वार से जुड़ा होता है ।

हाथ में पकड़ने वाले ड्रिलों की अपेक्षा वैगन ड्रिलों के निम्नलिखित लाभ हैं –

1. एक ही व्यक्ति बिना अधिक प्रयास के अपेक्षतया अधिक शक्तिशाली और भारी ड्रिफटर को चला सकता है ।

2. इसके उपयोग के समय 1.8 मी0 (6 फुट) या अधिक लम्बे ड्रिल रॉड बदले जा सकने के कारण, स्टील को बदलने में बहुत कम समय लगता है ।

3. ड्रिल करने की गति अच्छी होती है, क्योंकि चेन फीड, बिट को लगातार चट्टान के सम्पर्क में रखती है ।

4. यह अधिक व्यास के गहरे छेद, ड्रिल कर सकता है, जिससे भार (burden) और अंतर(spacing)को इतना बढ़ाया जा सकता है कि छेद की गहराई के प्रत्येक मीटर से अधिक से अधिक पत्थर तोड़ने का लाभ उठाया जा सके । इस प्रकार, एक वैगन ड्रिल से तीन जैक हैमरों से भी ज्यादा उत्पादन मिल सकता है ।

5. किसी भी कारण से यदि छिद्र में ड्रिल स्टील जाम हो जाए तो उसे चैन फीड को उल्टा घुमाकर निकाला जा सकता है ।

6. इससे खड़े से लेकर क्षैतिज तक किसी भी कोण में आसानी से ड्रिलिंग की जा सकती है ।

2.4 डाउन-दी-होल-ड्रिल (DOWN-THE-HOLE DRILLS)

डाउन-दी-होल ड्रिल एक परकशन ड्रिल है जिसमें प्रत्यागामी (reciprocating) पिस्टन, हैमर नाम के एक परकशन यन्त्र में लगी बिट के ठीक पीछे लगा होता है । हैमर को चलाने के लिए कम्प्रैस्ड हवा की पूर्ति ऐसे पोले ड्रिल स्ट्रिंग से होकर की जाती है जो हैमर को थामें रहता है । ड्रिल स्ट्रिंग में मजबूत स्टील के पाइप होते हैं जो सादी नुकीली चूड़ियों (thread) द्वारा जुड़े होते हैं, क्योंकि उन्हें आघात सहन नहीं करना पड़ते हैं । ड्रिल रिग (rig) पर लगी वायुमोटर या रोटरी हैड (head) ड्रिल स्ट्रिंग के जरिए हैमर और इस प्रकार बिट को घुमाया जाता है । रोटरी हैड के घूमने की गति 10 से 100 परिभ्रमण प्रति मिनट तक हो सकती है । क्वार्टजाइट जैसी अपघर्षी चट्टानों (abrasive rock)के लिए कम गति आवश्यक होती है, जबकि लाइम स्टोन जैसी अनअपघर्षी चट्टानों में अधिक गति का इस्तेमाल किया जा सकता है । सामान्यतः छोटी विवृत खानों में इस्तेमाल होने वाले डाउन-दी-होल ड्रिल वैगनों पर स्थापित होते हैं । परकसिव ड्रिल की तुलना में, डाउन-दी-होल ड्रिल से निम्नलिखित लाभ हैं :-

1. ड्रिल द्वारा ऊर्जा का उपयोग अधिक अच्छा होता है, क्योंकि उसका कोई भी भाग ड्रिल स्ट्रिंग का जड़त्व (innertia) दूर करने में खर्च नहीं होता । इसलिए वायु की एक निश्चित मात्रा से अधिक बड़े और गहरे छेद बनाए जा सकते हैं ।

2. चूँकि ड्रिल स्ट्रिंग के लिए एक बड़े व्यास के पाइप (62 मि0मी0 या 2½ इंच) का उपयोग किया जाता है, इसलिए वायु के जाने के लिए उपलब्ध रास्ता ज्यादा बड़ा होता है, जिससे बिट के तल में पहुँचने के लिए अधिक वायु छोड़ी जा सकती है। हवा के लौटने के लिए ड्रिल स्ट्रिंग के चारों ओर कम जगह होने से वापस आनेवाली हवा का वेग बढ़ जाता है, जिससे पत्थर के चूरे का प्रवाह अधिक अच्छा होता है। चूँकि हैमर को पूर्ति की जानेवाली सारी हवा पत्थर के चूरे को दूर करने के लिए उपलब्ध होती है, इसलिए और भी अच्छा प्रवाह संभव होता है।

3. घूमने की गति पर निर्भर नहीं है, और चट्टान की विशेषताओं के अनुसार उसे इच्छानुसार परिवर्तित किया जा सकता है।

4. छेद की गहराई बढ़ने का ड्रिलिंग की गति पर कम असर पड़ता है, क्योंकि हैमर की आघात ऊर्जा, ड्रिल स्ट्रिंग में खर्च नहीं होती।

5. ड्रिल स्टैम (stem) का लगभग कोई भय नहीं होता। इसलिए ड्रिल पाइप हल्के होते हैं और उन्हें हाथों से सुगमता पूर्वक काम में लाया जा सकता है। इसके अतिरिक्त ड्रिल पाइप की देखभाल का खर्च भी नहीं के बराबर होता है।

डाउन-दि-होल ड्रिल से निम्नलिखित हानियाँ होती हैं –

1. चूँकि हैमर, बिट के पीछे होता है इसलिए हैमर का व्यास, छिद्र के व्यास की अपेक्षा छोटा होता है, और चूँकि पिस्टन हैमर के भीतर ही चलता है, इसलिए उसका व्यास बिट के व्यास की अपेक्षा काफी कम होता है। (वह बिट के व्यास का लगभग 50 से 60 प्रतिशत होता है।) बिट की धार की प्रति सेन्टीमीटर लम्बाई के लिए उपलब्ध ऊर्जा, समान आकार वाले अन्य परकसिव ड्रिलों की अपेक्षा कम होती है। डाउन-दी-होल बिट बहुत कड़ी या बुरी तरह टूटी हुई चट्टानों में बहुत प्रभावी नहीं होती।

2. सामान्य परकसिव ड्रिल में इस्तेमाल होने वाली बिट की किस्मों की अपेक्षा, डाउन-दि-होल बिटें बनावट में अधिक भारी और जटिल होती हैं और इसलिए अधिक खर्चीली होती हैं।

2.5 रॉक ड्रिल का चयन
(SELECTION OF ROCK DRILLS)

रॉक ड्रिल का चयन अग्रलिखित बातों पर निर्भर होता है –

क चट्टान की ड्रिलिंग सम्बन्धी विशेषताएँ,

क चट्टान टूटने की प्रवृत्ति और परिमाण, और

ग भू-भाग (terrain) की प्रवृत्ति

क चट्टान की ड्रिलिंग सम्बन्धी विशेषताएँ

चट्टान में ड्रिलिंग की गति केवल उसकी कठोरता पर ही नहीं बल्कि उसकी बनावट और गठन (texture) पर भी निर्भर होती है। कण-संयोजन की मजबूती, चट्टान की भंगुरता (brittleness) और लचक (elasticity) तथा गीलापन या सूखापन भी इस पर असर डालते हैं। कुछ ड्रिल निर्माता, चट्टानों का उनकी वेधनीयता के आधार पर वर्गीकरण करते हैं। संयुक्त राज्य अमेरिका की इंगरसोल रैन्ड कम्पनी ने बारे ग्रेनाईट के साथ तुलना के आधार पर निम्नलिखित वर्गीकरण के सुझाव दिये हैं–

1. बहुत कठोर चट्टानें :

छोटे कणों वाला भूरा हेमाटाइट (hematite), टैकोनाइट (taconite), चर्ट (chert), आदि जिनमें ड्रिलिंग की गति, संयुक्त राज्य अमेरिका की बारे ग्रेनाइट में उपलब्ध गति की 0·5 या इससे कम होती है।

2. कठोर चट्टानें :

अधिकांश ग्रेनाइट (granite), छोटे कणों वाली अन्तर्वेधी इगनियस (igneous intrusive) चट्टानें, ट्रैप (trap) चट्टानें, क्वार्टजाइट (quartzite) और नाइस (gneiss) जिनमें कुल ड्रिलिंग की गति एक (अर्थात् 'बारे ग्रेनाइट' के बराबर) होती है। कुछ सघन लाइम स्टोन भी इस समूह में आते हैं।

3. मध्यम चट्टानें –

लाईम स्टोन, डोलोमाइट (dolomite), संगमरमर (marble), आदि जिनमें ड्रिलिंग की गति बारे ग्रेनाइट में उपलब्ध गति से 1 से 1·5 गुनी है।

4. नरम चट्टानें –

इनमें ड्रिलिंग की तुलनात्मक गति 'बारे प्रेनाइट' की अपेक्षा 1·5 गुनी अधिक या उससे भी अधिक है । शैल (shale), सेन्डस्टोन (sandstone), मंगुर लाइम-स्टोन और शिस्ट (schist) इस समूह में आते हैं ।

बहुत कठोर, कठोर और मध्यम चट्टानों में 30 से 40 मि0मी0 व्यास के ब्लास्टिंग के लिए बने छेदों को ड्रिलिंग करने के लिए 22·6 से 29·4 कि0ग्रा0 (50 से 65 पौण्ड) वजन के हाथ में पकड़ने वाले जैक हैमरों का उपयोग किया जाता है । ऐसी चट्टानों में आधुनिक शक्तिशाली मशीनों से जिनमें तेजी से घूमने वाली बिट इस्तेमाल होती है, अच्छे परिणाम प्राप्त होंगे । नरम चट्टानों में 18 से 22·6 कि0ग्रा0 (40 से 50 पौण्ड) वजन के हाथ में पकड़ने वाले हल्के जैक हैमरों का उपयोग किया जाता है । नरम और चिपचिपी (sticky) चट्टानों में बिट की धीमी गति को पसन्द किया जाता है, क्योंकि इससे अधिक टार्क (torque) मिलता है । अपघर्षी और अनअपघर्षी दोनों किस्म के मध्यम कठोर और ठोस (compact) चट्टानों में डाउन-दि-होल ड्रिल अधिक प्रभावी होते हैं । इनका उपयोग अधिकांश इगनियस चट्टानों, नाइस, क्वार्टजाइट, शिस्ट, कठोर लाइम स्टोन और डोलोमाइटों में किया जा सकता है । देश में अनेक लाइम स्टोन की खानों में और कम से कम एक लौह-अयस्क (iron ore) की खान में इनका कार्य मुख्य ड्रिलों के रूप में सन्तोष जनक पाया गया है ।

ख चट्टान टूटने की प्रकृति और परिणाम

किसी खान की प्रति पारी में तोड़े जानेवाली चट्टान का टनमान, प्रतिदिन के उत्पादन तथा अधिभार से अयस्क या मलमें से अयस्क के अनुपात पर निर्भर होता है । अधिकांश विवृत खानों में तोड़े जानेवाली चट्टान का टनमान और बेंच के परिमाणों (parameters) से ही ब्लास्टिंग के लिए बनाए गए छेदों के व्यास, भार और गहराई तथा प्रति पारी में किया जानेवाला कुल फुटमान निश्चित होता है । जैक हैमरों का उपयोग तब होता है जब तोड़ी जाने वाली चट्टान का टनमान अधिक न हो तथा छेदों का व्यास और गहराई कम हो । वैगन आरूढ़ित ड्रिलरों या डाउन-दी-होल ड्रिलों का उपयोग तब किया जाता है जब अपेक्षतया अधिक व्यास और गहराई के छेदों द्वारा भारी मात्रा में चट्टानें तोड़ी जाती हैं ।

ग. भूभाग की प्रकृति

जैक हैमरों को विशेषत: हल्के और मध्यम वजन वालों को हाथ द्वारा ऊबड़-खाबड़ भूमि पर भी ले जाया जा सकता है । वेगन ड्रिल भारी होते हैं और उन्हें लाने ले जाने और लगाने में कठिनाई होती है जब तक कि भूमि पर्याप्त समतल न हो ।

जैक हैमरों का उपयोग बड़े पत्थरों को ब्लास्टिंग, छोटे पैमाने पर चट्टान और खनिजों के खनन, खाई खोदने और साधारण खुदाई के कामों में होता है । उनके उथले छेद (3 मीटर या 10 फुट से कम) और ड्रिलिंग की मात्रा बहुत अधिक न होने पर ज्यादा पसन्द किया जाता है । अनुमान लगाने के लिए टंगस्टन कार्बाइड लगे बिट वाले जैक हेमर से औसत ड्रिलिंग मध्यम से कठोर चट्टानों में आठ घंटे की प्रति पारी में 36 मीटर (120 फुट) के हिसाब से ली जाती है । पत्थरों की ब्लास्टिंग के लिए प्रयुक्त छोटे छिद्र (pop holes) सामान्यत: गहराई में 0·6 से 0·75 मीटर (2 से 2·5 फुट) से कम होते हैं, जबकि उनकी ड्रिलिंग के लिए जैक हैमरों का प्रयोग करने पर केवल 18 से 22·5 मीटर (60 से 75 फुट) ड्रिलिंग होगी क्योंकि उसे एक पत्थर से दूसरे पत्थर तक ले जाने में समय लगता है । 11·3 से 18 कि0ग्रा0 (25 से 40 पौण्ड) वजन के जैक हैमरों का उपयोग ऐसे छेद बनाने में होता है ।

जब प्रति पारी में तोड़े जाने वाली चट्टानों के परिमाण के लिए 3 या इससे अधिक जैक हैमरों का उपयोग आवश्यक हो जाता है, तब ब्लास्टिंग के लिए 2 से 7·5 मीटर (6 और 25 फुट) के बीच गहराई और 50 से 100 मि0मी0 (2 से 4 इंच) व्यास तक के छेद बनाने के लिए वेगन ड्रिल अधिक उपयुक्त समझा जाता है । वेगन ड्रिल में अधिक भारी और अधिक शक्तिशाली ड्रिल लगा रहता है, इसलिए यह बहुत कठोर चट्टानों में भी हाथ वाले ड्रिल की अपेक्षा अधिक तीव्र गति से ड्रिलिंग कर सकता है । बड़े व्यास के छेदों से प्रति मीटर लम्बाई में अधिक मात्रा में चट्टान टूटती है । अनुमान लगाने के लिए ड्रिलिंग की गति 8 घंटे की पारी में औसतन 60 मीटर (200 फुट) प्रति मशीन के हिसाब से ली जाती है । वेगन ड्रिल वजन में लगभग 270 से लेकर 900 किलोग्राम (600 से 2,000 पौण्ड) तक भारी होती है और अपने बेडौल आकार और वजन के कारण ऊबड़-खाबड़ भूमि पर शारीरिक श्रम से उन्हें लाना-ले जाना

कुछ हद तक कठिन होता है । यही कारण है कि वैगन ड्रिल, ऊबड़-खाबड़ भूमि या अधिक ढाल वाली सतह पर बहुत उपयोगी नहीं होती । ऐसी परिस्थितियों में जैक-हैमर अधिक पसंद किया जाता है, क्योंकि उसे उसके वजन के अनुसार एक या अधिक व्यक्तियों द्वारा लाया ले जाया सकता है ।

मध्यम कठोर लाइम स्टोन, मजबूत शैल, स्मारकों में लगने वाले लाईम स्टोन और मैग्नीशियन लाईम स्टोन में 60 से 150 मि०मी० ($2\frac{3}{8}$ से 6 इंच) व्यास के छेद करने के लिए हलके डाउन-दी-होल ड्रिल उत्तम होती है । वे लाइम स्टोन में प्रति घंटे 5 से 6 मीटर (16 से 20 फुट) और कठोर ग्रेनाइट में प्रति घंटे 3 से 4 मीटर (10 से 13 फुट) ड्रिलिंग कर सकते है ।

किसी भी खान की जहाँ तक हो सके जितनी मशीनों की जरूरत हो वे सब समान बनावट, आकार और विशिष्टियों की होना उचित है । इससे अतिरिक्त पुर्जों (spares) की समस्या सरल हो जाएगी क्योंकि इनका संग्रह कम रखना पड़ेगा ।

2.6 आवश्यक ड्रिलों की संख्या का अनुमान

चट्टान के उत्पादन की एक दी हुई मात्रा के लिए कितनी ड्रिलिंग की आवश्यकता होगी इसकी गणना, सूत्र क = आ / उ से की जा सकती है, जहाँ 'क' प्रति 8 घंटे की पारी में ड्रिलिंग का कुल मीटर माप है और 'आ' प्रति 8 घंटे की पारी में तोड़े जानेवाली चट्टान का आयतन (घन-मीटर) और 'उ' छेद की प्रति मीटर लम्बाई से टूटने वाली चट्टान का आयतन (घन-मीटर) जो कि (भा x द x अ) / ग जिसमें 'भा' छेद का भार (मी०) 'द' उसका अन्तर (मी०), 'अ' बेंच या फेस की ऊँचाई और 'ग' छेद की गहराई (मी०) है ।

ऊपर बताए गए तथ्यों पर आधारित उपयोग किए जाने वाले ड्रिल की किस्म का निर्णय ले लेने पर आवश्यक ड्रिलों की संख्या का अनुमान बड़ी आसानी से कर लिया जाता है । वस्तुतः आवश्यक ड्रिलों की संख्या स = (क / 8 त) द्वारा दी जाती है । जहाँ 'स' आवश्यक ड्रिलों की संख्या, 'क' प्रति 8 घंटे की पारी में ड्रिल किया जाने वाला कुल मीटर मान (मी०) और 'त' चुने गए ड्रिल से मिलने वाले प्रति घंटे ड्रिलिंग की कुल गति (मी०) होता है ।

सभी सामान्य विलम्बों सहित अनेक शिफ्टों में की गई लम्बे समय में किसी विशिष्ट ड्रिल की प्रति घंटे औसत ड्रिलिंग की दर ही उसकी ड्रिलिंग की कुल दर होती है[2] । यह दर छेद के भार, गहराई, भूभाग की प्रकृति, चट्टान की दशाओं और ड्रिलर की कुशलता पर निर्भर होने के कारण विभिन्न खानों में भिन्न होती है । ड्रिलिंग की कुल दर का अनुमान लगाने का सबसे अच्छा तरीका यह है कि उसी समान दशाओं वाली आसपास की खानों में उसी प्रकार की ड्रिल के कार्य के अभिलेखों से लिया जाए । यदि ऐसे आंकड़े उपलब्ध न हों तो निर्माताओं द्वारा मोटे तौर पर दी गई ड्रिलिंग की दरों का उपयोग, इस सूत्र में किया जा सकता है ।

अन्ततः यह लाभदायक होता है कि कुल आवश्यकता के लगभग 25 प्रतिशत अतिरिक्त पुर्जों की व्यवस्था कर ली जाए ताकि कुछ कार्यरत ड्रिलों की निरीक्षण और साफ-सफाई के लिए खान को वर्कशॉप में ले जाया जा सके । यदि उपयोग की जाने वाली मशीनों की संख्या अधिक हो तो उपयोग में प्रति 6 मशीनों के लिए कम से कम एक अतिरिक्त मशीन होनी चाहिए ।

भारत में आजकल उपलब्ध विभिन्न बनावट के जैक-हैमरों की विशिष्टियों की सूची सारणी 2.1 में दी गई है ।

सारणी–2.1 : उपलब्ध देसी जैक-हैमरों की विशिष्टियाँ

(SPECIFICATIONS OF INDIGENOUSLY AVAILABLE JACKHAMMERS)

क्रम संख्या	निर्माता	मॉडल / प्रकार	भार कि0ग्रा0	बोर मि0मी0	आघात की लम्बाई मि0मी0	प्रति मिनट आघातों की संख्या	दिये गए दबाव (कि0 ग्रा0/वर्ग से0 मी0) पर वायु की खपत (घन मी0/ मिनट)	वैशिष्ट्य
1.	मै0 एटलस कोपको (इण्डिया) प्रा0 लि0, महात्मा गांधी मेमोरियल बिल्डिंग, नेताजी सुभाष चन्द्र मार्ग, बम्बई - 400 002	i. आर0 एच0 656-4 डब्ल्यू जल प्रवाहित	25·7	65	60	2,000	6 पर 2·8	अंग्रेजी के 'एच' या 'के' की शक्ल का हैण्डिल
		ii. आर0 एच0 659-4 डब्ल्यू जल प्रवाहित	23·9	65	55	2,000	अप्राप्य	अंग्रेजी के 'टी' की शक्ल का हैण्डिल
		iii. आर0 एच0 658-4 एल वायु प्रवाहित	25·4	65	60	2,000	6 पर 3·1	अंग्रेजी के 'टी' की शक्ल का हैण्डिल
2.	मै0 कन्सालिडेटेड न्यूमेटिक टूल कं0 लि0, 301/302, आगरा रोड, मुलुंड, बम्बई - 400 080	i. सी0 पी0 225 डब्ल्यू जल प्रवाहित	19	60·3	41·3	अप्राप्य	अप्राप्य	ड्रिलिंग की लगभग गहराई : वायु प्रवाहित मॉडल 3 मी0 (10 फुट), जल प्रवाहित मॉडल 4मी0 (12 फुट)
		ii. सी0 पी0 32 एफ- डब्ल्यू जल प्रवाहित	23·6	66·7	50·8	अप्राप्य	अप्राप्य	- - -
		iii. सी0 पी0 225 वायु प्रवाहित	17·2	60·3	41·3	अप्राप्य	अप्राप्य	- - -
		iv. सी0 पी0 32 एफ वायु प्रवाहित	21·8	66·7	50·8	अप्राप्य	अप्राप्य	- - -

सारणी–2.1 : उपलब्ध देसी जैक-हैमरों की विशिष्टियाँ

(SPECIFICATIONS OF INDIGENOUSLY AVAILABLE JACKHAMMERS)

(क्रमशः)

क्रम संख्या	निर्माता	मॉडल / प्रकार	भार कि0ग्रा0	बोर मि0मी0	आघात की लम्बाई मि0मी0	प्रति मिनट आघातों की संख्या	दिये गए दबाव (कि0 ग्रा0/वर्ग से0 मी0) पर वायु की खपत (घन मी0/ मिनट)	टैकियल
3.	डौलमन क्लाइमैक्स मैन्यु0 लि0, डालफिन कोर्ट, 7-ए, मिडलटन स्ट्रीट, कलकत्ता - 700 016	i. मिल्वर 3/30	22·6	76	49	अप्राप्य	5·6 पर 3·3	बार हैण्डिल और अंग्रेजी के 'डी' की शक्ल का हैण्डिल
		ii. एस0 एल0 9-डी	17·5	64	48	2,300	5·6 पर 1·85	मध्यम कठोर चट्टानों में 3 से 4 मी0 बार हैण्डिल
4.	किर्लोस्कर न्यूमैटिक कं0 लि0, हडपसार इंडस्ट्रियल इस्टेट, पुणे - 411 013	i. सी0 बी0 250	17·78	60·3	57·1	2,300	5·6 पर 1·69	3 से 4 मी0 गहराई
		ii. सी0 बी0 600	21·77	66·6	50·8	2,300	5·6 पर 2·12	गहराई में 4 से 5 मी0 (12 से 15 फुट) तक
5.	ठकुरिया इंजीनियरिंग वर्क्स प्रा0 लि0, 13, इण्डिया एक्सचेंज प्लेस, कलकत्ता - 700 001	i. टाइगर 72-डब्ल्यू जल प्रवाहित	21	70	53	2,000	6 पर 2·9	अंग्रेजी के 'टी' की शक्ल का हैण्डिल
		ii. टाइगर 72-डब्ल्यू वायु प्रवाहित	20·5	70	53	2,000	6 पर 3·2	अंग्रेजी के 'टी' की शक्ल का हैण्डिल

(समापित)