ज्ञान ज्योति से मार्गदर्शन
To Beam As A Beacon of Knowledge

जल आपूर्ति

अक्टूबर 2016

भारतीय रेल सिविल इंजिनियरिंग संस्थान, पुणे 411001

प्रथम संस्करण : मार्च 2009

द्वितीय संस्करण : अक्टूबर 2016

किमत ₹ 30/-

ज्ञान ज्योति से मार्गदर्शन
To Beam As A Beacon of Knowledge

जल आपूर्ति

अक्टूबर 2016

भारतीय रेल सिविल इंजिनियरिंग संस्थान पुणे 411001

द्वितीय संस्करण के लिए अभिव्यक्ति

इस पुस्तक को 1998 मे श्री राजेश अग्रवाल–प्राध्यापक कार्य द्वारा मुलरूपसे अंग्रेजी मे लिखी गयी तथा इसे सन 2005 मे पुर्नप्रकाशित किया गया था। इस पुस्तक का हिन्दी अनुवाद सन 2001 में, श्री मनोज अरोरा, प्राध्यापक, रेलपथ मशीन द्वारा किया गया था।

यह पुस्तक इरिसेन के निदेशक श्री एन. सी. शारदा के मार्गदर्शन एवं प्रोत्साहन के फलस्वरूप, कुछ त्रुटीयों को हटाते हुये पुन:प्रकाशित की जा रही है। इसके लिये मै उनका आभारी हूँ। पुस्तक के पुर्नप्रकाशन कार्य मे श्री. राजु पाल, राजभाषा सहायक, तथा श्री. प्रविण कोतकर वरिष्ठ अनुदेशक– रेलपथ ने योगदान दिया।

महेश डेकाटे
प्राध्यापक/रेलपथ मशीन,
इरिसेन, पुणे.

प्रथम संस्करण के लिए प्रस्तावना

रेलवे में जल की आपूर्ति के लिए कई स्तर के कर्मचारी मिलकर कार्य करते है। उनमें से कई कर्मचारी अंग्रेजी भाषा का ज्ञान कम रखते हैं। अत: उन्हें लेखों को पढ़ने और समझने में परेशानी महसूस होती है। इरिसेन में ट्रेनिंग फार ट्रेनर के पाठ्यक्रम के दौरान कई निरीक्षक इस बारे में चर्चा करते हैं। इन सब को ध्यान में रखते हुए इस पुस्तक का हिंदी में अनुवाद कराया गया। इस पुस्तक को हिंदी में बनाने में श्री मनोज अरोरा, प्राध्यापक रेलपथ मशीन एवं मुख्य राजभाषा अधिकारी का विशेष योगदान अत्यंत सराहनीय है।

मुझे उम्मीद है कि यह पुस्तक रेल कर्मचारियों के लिए उपयोगी होगी। इस पुस्तक में जल आपूर्ति से संबंधित सभी विषयों का बहुत संक्षिप्त में समझाया गया है।

अशोक कुमार गोयल
निदेशक, इरिसेन
पुणे.

प्रथम संस्करण के लिए अभिव्यक्ति

जल की आपूर्ति विषय रेल विभाग में अत्यंत महत्वपूर्ण है। सभी यात्री गाड़ियों में पीने का पानी न केवल शुरुआती स्थानक पर भरा जाता है, वरन् एक अंतराल के बाद बीच में आनेवाले स्थानकों पर भी इसकी पूर्ति की जाती है। साथ ही रेल गाडियों को धोने, रेलवे की सभी कालोनियों में एवं सभी बगीचों में पानी की आपूर्ति आवश्यक है। न केवल पानी की आवश्यक मात्रा वरन् इसकी गुणवत्ता का भी विशेष ध्यान रखना होताहै। इससे संबंधित विभिन्न विषयों के बारे में जानकारी अलग अलग लेखों में लिखी है। इस पुस्तक में विभिन्न विषयों को एक साथ संक्षिप्त में समेटने का प्रयास किया गया है।

यह पुस्तक मूल रूप से अग्रेंजी में सन् 1998 में श्री राजेश अग्रवाल, प्राध्यापक कार्य द्वारा लिखी गई थी एवं इसे सन् 2005 में पुन: प्रकाशित किया गया. इस मूल पुस्तक का हिंदी में अनुवाद उन रेलकर्मियों को ध्यान में रखकर किया जा रहा है, जो अंग्रेजी भाषा पढ़ने में अपने को बहुत सहज नहीं पाते है, ताकि उसे आसानी मे समझा जा सके।

यह पुस्तक इरिसेन के निदेशक श्री अशोक कुमार गोयल के मार्गदर्शन एवं प्रोत्साहन के फलस्वरूप अनुवादित की जा सकी है। इसके लिए मैं उनका आभारी हूं। इस पुस्तक के अनुवाद कार्य में श्री श्याम खोचे, सहा, कार्य इंजी., श्री सुनील पोफले, से.इंजी.ड्राईंग, श्रीमती लता श्रीधर, वै. सहा. तथा राजभाषा अनुभाग के श्रीमती अरुणाभा ठाकुर, राजभाषा अधीक्षक, श्री राजू पाल, राजभाषा सहायक ने योगदान दिया।

मनोज अरोरा
प्राध्यापक रेलपथ मशीन
एवं
उप मुख्य राजभाषा अधिकारी

विषय वस्तु

		पृष्ठ क्रमांक
1.0	परिचय	1
2.0	जल की आवश्यक मात्रा	1
3.0	जल का संचयन	6
4.0	जल के स्रोत	8
5.0	जल का वहन	15
6.0	पाइप लाइन में जोड़	25
7.0	पाइप लाइन की जांच	27
8.0	पाइप लाइन का नेटवर्क	28
9.0	वाल्व	34
10.0	पंप	37
11.0	पानी का शुद्धिकरण	40
	संकेताक्षरों की सूची	47

1.0 परिचय–

जलपूर्ति विषय में पानी की आवश्यकता का निर्धारण, जल संसाधनों का विकास, पानी का शुद्धिकरण एवं संचय शामिल है। बोरवेल की सीधाई, उपयुक्त व्यास के पाइप का निर्धारण, जल की मात्रा, प्राप्ति, नेटवर्क, वर्गीकरण एवं जल शुद्धिकरण संयंत्र के अनुरक्षण के लिए आवश्यक जानकारी जैसी सामान्य कठिनाईयों की चर्चा की गयी है। प्रत्येक स्तर में डिजाईन पहलू शामिल है, इसलिए आवश्यकतानुसार उदाहरण शामिल किए गए हैं।

2.0 जल की आवश्यक मात्रा :

रेल परिसर में स्वीकार्य गुणवत्ता वाले पानी का पर्याप्त मात्रा में आपूर्ति की व्यवस्था करना सिविल इंजिनियरिंग विभाग की जिम्मेदारी है। जिसके लिए पानी का आवश्यक मात्रा की जानकारी होना आवश्यक है व उसकी आपूर्ति हेतु उपलब्ध स्रोतों की जाँच करना अतिआवश्यक है। भारतीय रेल कार्य नियमावली में पानी की आवश्यकता का निर्धारण दर्शाया गया है। जिसके अनुसार मांग का निर्धारण निम्नानुसार है।

टेबल 1

विवरण	मांग (लिटर/दिवस)
क) आवासीय परिसर, अधिकारियों एवं कर्मचारियों के लिए घरेलू खपत	200 लीटर प्रति/व्यक्ति (फ्लशिंग के लिए 45 लीटर शामिल)
ख) ऑफिस एवं प्लेटफार्म – कार्यालय – वर्कशॉप	 45 प्रति व्यक्ति 30 प्रति व्यक्ति
ग) स्टेशन एवं प्लेटफार्म – ऐप्रन धुलाई – प्लेटफार्म की धुलाई – रेलवे स्टेशन पर यात्री* – वाशिंग लाईन में कैरेजों की धुलाई	 10/मी^{2} 5/मी^{2} 25 प्रति यात्री 3600 प्रति कैरेज (बी जी)/ 2600 प्रति कैरेज (एम जी)

विवरण	मांग (लिटर/दिवस)
– प्लेटफार्म पर कैरेजों की धुलाई – कैरेजों में पानी भरना**	500 प्रति कैरेज आवश्यकता अनुसार
घ) विविध – लॉन परिसर का उद्यान प्रति हेक्टर – अस्पताल – अग्निशमन सेवा	 22500 अनुमानित 450 प्रति पलंग आपातकाल के लिए हौदियों एवं हाईड्रेन्टस की पर्याप्तता हों

* स्टेशन से जाने वाले यात्रियों की संख्या का पुरा व उतरने वाले यात्रियों की संख्या का आधा।

** प्रारंभिक तथा पानी के लिए निर्धारित स्टेशनों के लिए टंकी की पूरी क्षमता एवं अन्य स्टेशनों के लिए 75%। एक बीजी कोच में 900 ली. प्रति की आवश्यकता होती है। प्रत्येक बी ई एम एल कोच में 225 ली. की 4 टंकियां होती हैं एवं आइ सी एफ कोच में 4 x 275 लीटर।

टेबल 1 के आधार पर पानी की आवश्यक मात्रा की गणना की जाती है भविष्य में होनेवाली वृद्धि के अनुसार बढ़ाया जाता है। त्योहार, छुट्टियां इत्यादी के दौरान कुछ दिनों के लिए अधिक पानी की आवश्यकता के प्रबंध हेतु पानी की मात्रा को बढ़ाया जाता है। सामान्यत: 1.8 के गुणक को औसत रोजाना मांग में गुणा करने पर अधिकतम रोजाना मांग निकाला जाता है। अग्निशमन हेतु पानी की मांग स्थानीय आवश्यकताओं के अनुसार हो सकती है, कोई विशिष्ट मार्ग दर्शन न होने पर आई एस 9668–1980 के निर्धारित पद्धति को अपनाया जाना चाहिए।

उदाहरण –एक डिविजनल हेडक्वार्टर के लिए पानी की आवश्यकता एवं संचयन क्षमता (केवल उदाहरण के उद्देश्य से है):

घरों की संख्या = 150

प्रति परिवार प्रति सदस्यों की संख्या = 5

निवासियों की कुल संख्या = 1500 x 5 = 7500

औसतन प्रति व्यक्ति खपत = 200 ली प्रति व्यक्ति/प्रति दिन

कुल औसतन डिमांड = 7500 x 200 = 1500000 लीटर

अधिकतम खर्च वाले दिनों की मांग =1.8 x 15 = 27 लाख लीटर

अग्निशमन हेतु प्रत्येक 50,000 जनसंख्या या उसके भाग के लिए (आइ एस 9668–1980) 1800 लीटर/मि.के हिसाब से के कम के अनुसार 4 घंटे के स्टॉक को बनाए रखें।

इसलिए अग्निशमन के लिए कुल पानी की आवश्यकता–
1800 x 60 x 4 =4.32 लाख लीटर प्रति दिन।

सर्विस स्टोरेज में फायर डिमांड का 1/3 प्रदान किया जाता है। शेष आवश्यकताओं को विभिन्न टैंको से आवश्यकतानुसार वितरण किया जाए।

अत: सर्विस टैंक में रखा गया पानी = 1/3 x 4.32

= 1.44 लाख लीटर

परिचालन हेतु आवश्यकता

1. मं. रे. प्र. कार्यालय + अधीनस्य कार्यालय (500) व्यक्तियों की कुल कर्मचारी संख्या माना जाए)

   प्रतिव्यक्ति 45 लीटर मानकर पानी की कुल आवश्यकता

   = 500 x 45

   = 22500 लीटर प्रतिदिन

2. मंडल स्तरीय अस्पताल (25 पलंग), 450 लीटर प्रति पलंग के हिसाब से पानी की आवश्यकता = 25 x 450 = 12,250 लीटर प्रतिदिन

3. डी आर एम ऑफिस, अस्पताल एवं चिल्ड्रेन पार्क का गार्डन कुल

2 हेक्टर का कुल परिसर मानकर, 22,500 लीटर/दिन/हेक्टर की मांग के लिए कुल आवश्यकता = 22,500 x 2 = 45,000 लीटर प्रतिदिन

4. यात्री आवश्यकताएं – यात्रियों की कुलसंख्या 2500 प्रति दिन मानकर प्रति यात्री पानी की आवश्यकता को 25 लीटर प्रतिदिन लेकर यात्रियों केलिए पानी की कुल आवश्यकता 2500 x 25 = 62,500 लीटर प्रतिदिन

5. ऐप्रन धुलाई – 400 मी.लंबा, 3 मी. चौड़ाई के 2 ऐप्रन मानकर

   ऐप्रन का कुल क्षेत्रफल = 2 x 400 x 3 = 2400 वर्ग मी.

   10 ली./वर्ग मी./दिन ऐप्रन धुलाई के लिए पानी की आवश्यकता

   2400 x 10 = 24,000 लीटर /प्रतिदिन

6. रेक की धुलाई

   डिवीजनल हेडक्वार्टर्स में 2 रेक, प्रति रेक 18 डिब्बों का माना जाए।

   एक डिब्बे के लिए पानी की आवश्यकता = 3600 ली./दिन

   डिब्बे धुलाई के लिए कुल पानी की आवश्यकता

   = 2 x 18 x 3600 = 1,29,600 लीटर प्रतिदिन

7. कैरेज में भरने हेतु

   एक मुश्त मात्रा 3 लाख ली. प्रति दिन अन्यथा ट्रेनों की वास्तविक संख्या हेतु पानीकी आवश्यकता प्रत्येक ब्रॉ.गे कोच के लिए 900 लीटर मानकर गणना की जाए।

8. विविध आवश्यकताए जैसे घर, इंस्टीट्यूट, छोटी कार्यशाला के बगीचे व नुकसान = 10,000 लीटर प्रति दिन

पानी की कुल आवश्यकता 33 लाख लीटर प्रति दिन

पानी की प्रति घंटे औसतन आवश्यकता 33,00,000/24 = 1.375 लाख लीटर प्रति घंटा

उपरोक्तानुसार निकाली गयी प्रति घंटे औसतन मांग को दिन में विभिन्न समय में पानी की प्रति घंटे मांग में अंतर के अनुसार संशोधन कर सकते हैं। साधारणत: आवासीय कॉलोनी में सुबह एवं सायंकाल में अधिक पानी की आवश्यकता होती है, उसी प्रकार से स्टेशन एरिया में ट्रेन के समय में पानी की खपत अधिक होती है। पानी की टंकियों की संचयन क्षमता एवं पंपिंग व्यवस्था इसी आधार पर तय होती है। प्रायोगिक तौर के लिए, पानी आपूर्ति के लिए योजना में विभिन्न घटकों को टेबल नं. 2 में दर्शाया गया है।

टेबल 2

संरचना	**क्षमता**
क) नदी, तालाब, झील इत्यादि संसाधनों से पानी निकालने के लिए इनटेक संरचना	अधिकतम रोजाना मांग
ख) इनटेक से जल शुद्धिकरण संयंत्र तक मुख्य पाइप लाइन	अधिकतम रोजाना मांग
ग) जल शुद्धिकरण संयंत्र	अधिकतम रोजाना मांग + कुछ आपातकालीन मांग या रोजाना मांग के औसत का दुगना
घ) जल शुद्धिकरण संयंत्र से भंडारण टंकी तक पानी के लिए पंप	रोजाना मांग की औसत का दुगुना
च) कार्यरत स्टैण्डबाय पंप सहित भंडारण क्षमता	अधिकतम रोजाना मांग का 1/4 या औसत मांग का 1/3 में से जो भी अधिक हो
छ) वितरण प्रणाली	अधिकतम घंटे की मांग

3.0 जल का संचयन

जलापूर्ति हेतु सुव्यवस्थित स्थान पर भंडार टंकी में पानी जमा करना चाहिए, भंडार जमीन पर हौज स्तर पर हो या उच्च स्तर पर हो। यह टंकी सामान्यत: खपत की जगह के नजदीक ऊंचे धरातल पर बनायी जाती है। जिससे स्टेजिंग के खर्च में कमी हो। भंडार टंकी की क्षमता का निर्धारण 'मास कर्व'' पर रोजाना पंपिंग एवं खपत, पर आधारित होती हैं। टेबल 3 में पूरे दिन में पानी की बदलती आवश्यकताओं का विवरण दर्शाया है। आई एस हैंडबुक एस पी 35:1987 के अनुसार वितरण का विवरण निम्नानुसार है

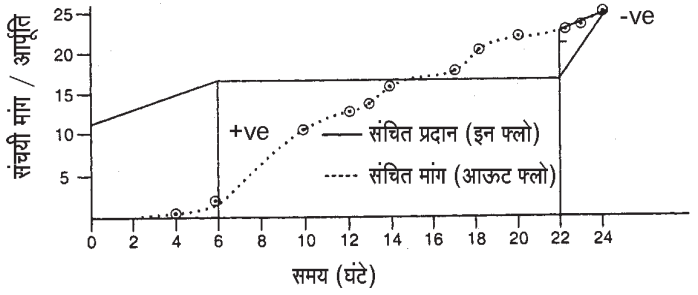
टेबल 3

8 घंटे की पंपिंग के लिए

समय		मांग	संचित	प्रति घंटा	संचित	संचित कमी	अवधि
से (घंटा)	तक (घंटा)	प्रति घंटा	मांग	पंपिंग की औसत दर (24 xa) 8	पंपिंग	या ज्यादा ज्यादा +ve कमी -ve	के अंत में हौज में संचय
0	4	0.2a	0.8a	3a	12a	+11.2a	16.6a
4	5	0.4a	1.2a	3a	15a	+13.8a	19.2a
5	6	0.8a	2.0a	3a	18 a	+16a	21.4a
6	10	2.25a	11.0a	-	18 a	+7a	12.4a
10	12	a	13.0a	-	18 a	+5a	10.4a
12	13	0.6a	13.6a	-	18 a	+4.4a	9.8a
13	14	2.25a	15.85a	-	18 a	+2.15a	7.55a
14	17	0.7a	17.95a	-	18 a	+0.05a	5.45a
17	18	2.25a	20.20a	-	18 a	-2.2a	3.2a
18	20	0.9a	22.0a	-	18 a	-4a	1.4a
20	22	0.7a	23.4a	-	18 a	-5.4a	0
22	23	0.4a	23.8a	3a	21a	-2.8a	2.6a
23	24	0.2a	24.0a	3a	24 a		5.4a

भंडारण हौज की क्षमता = अधिकतम कमी + अधिकतम ज्यादा = 5.4a + 16.a= 21.4a जहां a = एक घंटे की औसतन मांग, अधिकतम

खपतवाले दिनों के आधार पर। टेबल 3 के आंकडे को मास कर्व पर चित्र 1 मे दर्शाया गया है।



चित्र 1 :भंडारण क्षमता की गणना का मास कर्व

3.1 भवनों में भंडारण की आवश्यकता –

पाईप लाइनों में मरम्मत के कारण आपूर्ति में आनेवाली रुकावट के समय भवनों में भंडारण की आवश्यकता होती है। यह मुख्य पाइप लाइन से मांग की अधिकतम दर कम करता है। यह आपूर्ति में रुकावट के समय में सहायता एवं अग्निशमन के लिए सुविधा प्रदान करता है।

भंडारण की मात्रा, आपूर्ति के घंटो, दर एवं आपूर्ति की नियमितता, भंडार के खत्म होने से होनेवाले नुकसान,सेनेटरी फिक्चर्स के प्रकार एवं अग्निशमन की आवश्यकता पर निर्भर करती है।

सामान्य भवनों में भिन्न प्रकार के भंडारण की आवश्यकता होती है, जैसे :

1. रहिवासी घर – 70 लिटर प्रति व्यक्ति
2. वाणिज्यिक बिना कैन्टीन– 35 लीटर प्रति व्यक्ति
3. कैन्टीन युक्त वाणिज्यिक भवन – 45 लीटर प्रति व्यक्ति

जिन भवनों में फ्लशिंग सिस्टम स्थापित हो वहां पानी की आवश्यकता जल शौचालय सीट एवं यूरिनल सीट की संख्या पर आधारित होती है। फ्लशिंग उद्देश्य के लिए भंडारण के लिए निम्नलिखित आंकडों. का

उपयोग किया जाए।

1. मकान के लिए संयुक्त मल निकास, 900 लीटर प्रति जल शौचालय सीट
2. उपरोक्त से अलग आवासी मकान, एक जल शौचालय सीट 270 लीटर एवं अतिरिक्त जल शौचालय सीट के 180 ली.

उपरोक्त आंकड़े बी आई एस प्रकाशन एस पी 35 :1987 – वॉटर सप्लाय एवं ड्रेनेज के हैंड बुक पर आधारित है।

ऊपरी टंकी के लिए कम से कम आधा दिन एवं अधिकतम एक दिन की आपूर्ति वांछनीय है। जहां पर जमीन के स्तर के टंकी प्रदान किए गए। हैं उनकी क्षमता उपरी संचयन टंकी की क्षमता से कम से कम 50% होनी चाहिए।

यदि ऊपरी टंकी की भंडारण क्षमता 5000 लीटर से अधिक हो, तो यहाँ श्रृंखला में एक दूसरे से जुड़े हुए कई टंकी लगाना लाभदायक होता है ताकि प्रत्येक टंकी की पानी की आपूर्ति को बाधित न करते हुए सफाई एवं निरीक्षण किया जा सके। बड़े संचयन टंकी का आउट लेट, इनलेट के विरूद्ध दिशा में हो जिससे पानी के जमाव को टाला जा सके। आउट लेट पाइप को टंकी की निचली सतह से 50 से 75 मि.मी.ऊपर फिट करना चाहिए।

4.0 जल के स्रोत :

पानी की मांग को उपयुक्त स्रोत से पूरा किया जाना चाहिए, जो मात्रा एवं गुणवत्ता की आवश्यक शर्तें पूरी करें। तालाब, नदियां, नहर एवं भूगर्भीय पानी,कुआं इत्यादी जलापूर्ति के सामान्य स्रोत हैं। पानी एकत्रित करने के लिए या तो रेलवे की अपनी व्यवस्था होती है या स्थानीय सरकारी स्रोतों से पूरी या आंशिक सहायता ली जाती है।

4.1 नलकूप के संबंध में कुछ महत्वपूर्ण विशिष्टिताएं, जो बहुत से स्टेशनों पर एक महत्वपूर्ण स्रोत है, नीचे दर्शाई गई हैं। विभिन्न पुस्तकों में पानी के अन्य स्रोत का विवरण उपलब्ध है।

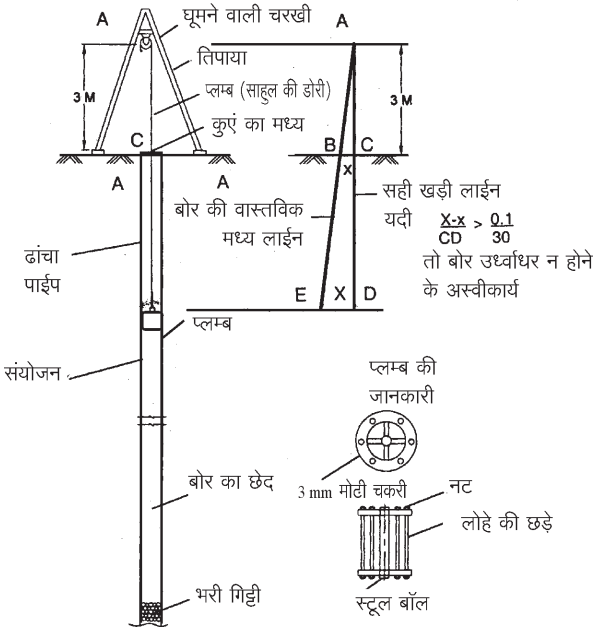
बोरवेल के महत्वपूर्ण मुद्दे जो सिविल इंजीनियरिंग एवं विद्युत इंजीनियरिंग विभाग के बीच साधारणतया विवाद का कारण होते हैं, निम्नानुसार हैं–

ए – बोरवेल का सीधा खड़ा होना

ब – बोरवेल का डेव्हलपमेंट एवं पानी देने की क्षमता की जांच

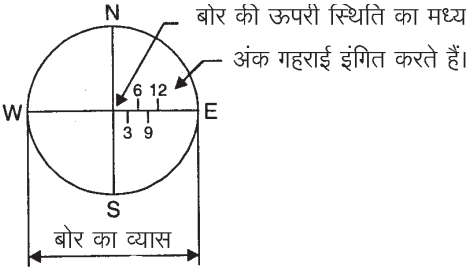
आई एस 2800 (पार्ट 11) 1979 में दर्शित प्रकिया द्वारा बोरवेल के सीधा खड़ा होने की जाँच की जाती है। आवश्यक उपकरण : तिपाया स्टैंड, गाईड पुली के साथ पर्याप्त लंबाई एवं मजबूती की तार व एक विशेष प्रकार के प्लम्ब की आवश्यकता होती है जिसे पानी पार कर सकता है। इसे एक ऐसे टुकड़े से बनाया जाता है जिसका आकार पाइप केसिंग के आंतरिक डायमीटर से 6 मि. मी. कम हो।

चित्र 2 में कुएं पर तार सहित ट्रायपौड की व्यवस्था एवं प्लम्ब दर्शाया गया है।



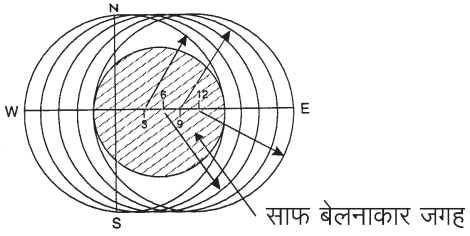
चित्र 2 : बोरवेल के प्लम्ब परीक्षण की पद्धति

प्लम्ब कुएं में नीचे डाला जाता है। मैदान के स्तर पर बोलवेल के मध्य बिंदु से प्लब्म लाइन की दूरी को, हर 3 मीटर पर प्लम्ब को नीचा कर नाप जाता है। इस चित्र में ग्रांउड लेवल की गहराई को हर चिन्ह के सामने दर्शाया है।



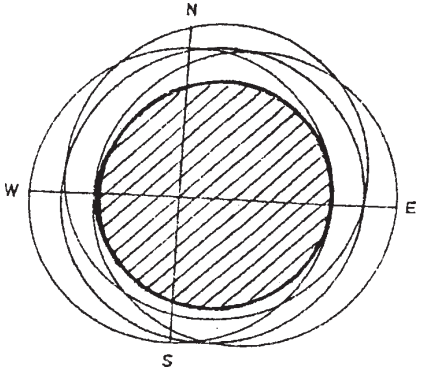
चित्र 3 : बोरवेल के उपर दर्शाए अनुसार विभिन्न गहराई पर बोर का मध्य स्थान

इसके बाद केसिंग पाइप के आंतरिक व्यास के समान व्यास का गोला बानाएं। फील्ड में किए गए नाप के आधार पर विभिन्न गहराई पर बोरवेल के मध्य बिंदु में बदलाव ज्ञात करने पश्चात यह गोला बनाया जाए। जैसा कि चित्र 3 में दर्शाए बोरवेल की 9 मी. गहराई पर उपर नापने पर केंन्द्र का विचलन 5 मि.मी होने का अर्थ है कि 9 मी. गहराई पर वास्तविक विचलन $(5/3) \times (3+9) = 20$ मि.मी.है। इस विचलन की दिशा शीर्ष पर नापे 5 मि.मी विचलन की दिशा में होगी। केसिंग पाइप के आंतरिक व्यास के समान व्यास की गोलाई बनाकर अलग गहराई के विचलन को प्लॉट कर सकते हैं। इस प्रकार से हम नीचे चित्र 4 दर्शाए अनुसार प्लॉट कर सकते हैं।

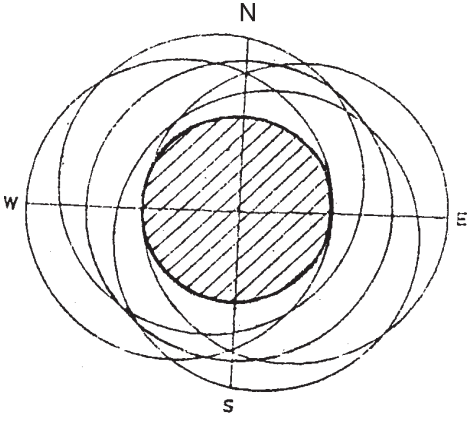


चित्र 4 :प्लंम्ब टेस्ट के दौरान प्राप्त विभिन्न गहराई पर बोर होल स्थिति

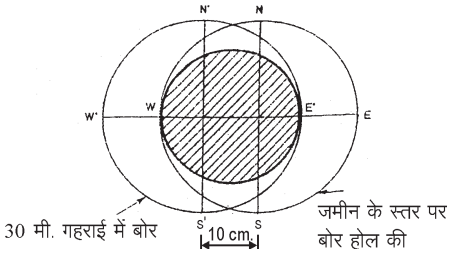
उपरोक्त चित्र में अंदर की साफ जगह पर जिस व्यास की गोलाई बैठ सकती है, कुएं से पानी निकालने हेतु सबमर्सिबल पंप एवं वॉटर पाइप को डालने के लिए उतने ही व्यास की जगह उपलब्ध है। इस प्रकार का बेलनाकार स्थान समान आकार ही अवास्तविक ट्युब वेल में उपलब्ध जगह से कम नहीं होना चाहिए, जिसमें केवल एक प्लेन में एवं एक दिशा में 10 से.मी. प्रति 30 मी. में विचलन होगा।



चित्र 5 (ए) बोरवेल का प्लम्ब टेस्ट का परिणाम (मान्य)



चित्र 5 (बी) : बोरवेल का प्लम्ब टेस्ट का परिणाम (अमान्य)

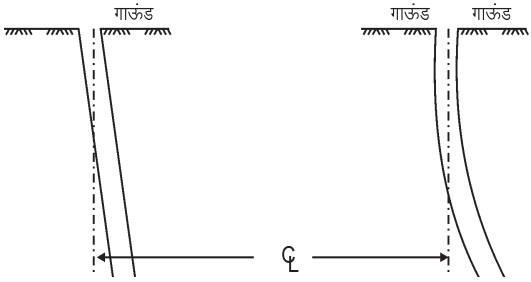


चित्र 5 (सी) : बोरवेल के लिए मान्य विचलन (इनक्लिेशन)

चित्र 5 (ए)एवं चित्र 5 (बी) में दो बोरवेल के प्लम्ब टेस्ट का परिणाम उदाहरण के लिए दिया गया है। चित्र 5 (सी) में इस परिणाम की मर्यादा सीमा से तुलना की गयी है।

उपरोक्त चित्रों में, (बी) चित्र में जैसे बनें बोरवेल अस्वीकार्य हैं। तथा चित्र 5 (ए) जैसा बोरवेल स्वीकार्य है।

आइ एस–2800 (पार्ट II) के अनुसार दिए पद्धति में बोरवेल की सीधाई की जाँच नहीं कर सकते हैं। चित्र 6 में दिखाई अनुसार सीधा परंतु कोणयुक्त एवं गोलाईयुक्त बोर के अन्तर को दर्शाता है।



चित्र 6 (a) : सीधा परंतु कोणयुक्त बोर चित्र 6(b) गोलाईयुक्त बोर

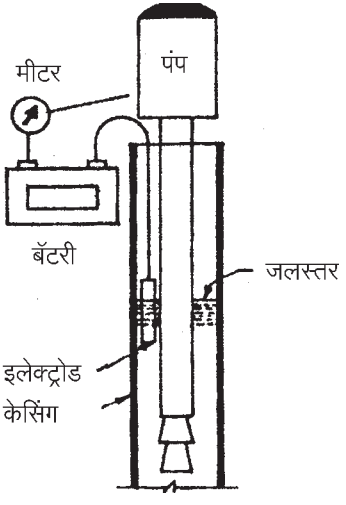
चित्र 6 (a) में सीधे पंप को डाल सकते हैं परन्तु चित्र 6 (b) में लंबा पंप गोलाई के कारण वहीं स्थापित नहीं कर सकते हैं। इसलिए हमें बोरवेल की गोलाई चेक करना चाहिए। बोरिंग की साधीई को नापने के लिए साधारणतया

3 मी लंबाई की खाली पाइप को बोर में डालेंगे, जिसका बाहरी व्यास केसिंग के आंतरिक व्यास से 12 मि.मी.कम होना चाहिए। यदि यह खाली पाइप आवश्यक गहराई तक जाने में सफल होता है, तब यह बोरवेल स्वीकार्य होता है।

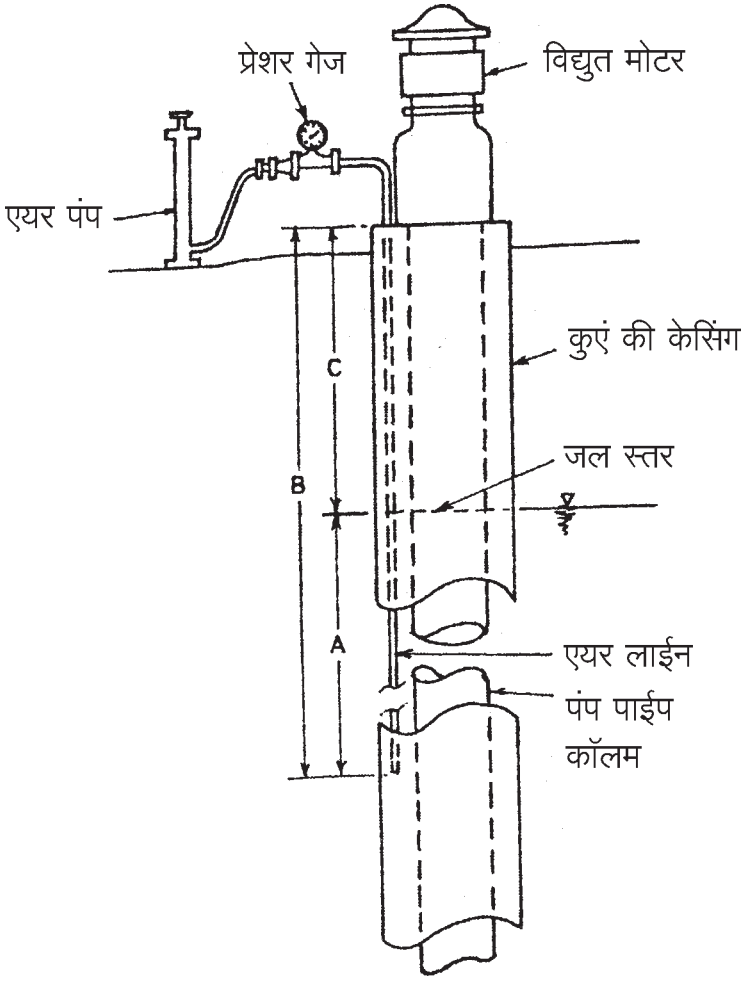
4.2 बोरवेल में वॉटर लेवल ज्ञात करना :

बोरवेल में पानी की मात्रा ज्ञात करने के लिए पंपिंग करने के पहले एवं बाद में पानी की सतह को जानना आवश्यक है। आई एस : 2800 (पार्ट II) – 1979 में निर्धारित पद्धति के अनुसार पानी की सतह को ज्ञात किया जा सकता है। इस पद्धति का विस्तृत विवरण नीचे दिया गया है:

ए) विद्युत पद्धति : चित्र 7 में विद्युत पद्धति के लिए उपयोग में आनेवाले उपकरण को दर्शाया गया है। जिस ही दो इलेक्ट्रोड पानी के संपर्क में आते हैं, वोल्टमीटर में एक संकेत प्राप्त होता है। ट्यूब वेल में डाले गए इलेक्ट्रिक केबल की लंबाई के द्वारा पानी की सतह की गहराई ज्ञात की जा सकती है।



चित्र 7 : बोर होल में पानी की सतह के निर्धारण के लिए विद्युत पद्धति



चित्र 8 : वाटर लेवल के निर्धारण हेतु एयर लाइन पद्धति

बी) एयर प्रेशर लाइन पद्धति – चित्र 8 में एयर प्रेशर लाइन पद्धति के लिए उपयोग में आने वाले उपकरण को दर्शाया गया है। 'ए' गहराई को प्रेशर गेज संकेत करता है। 'बी' गहराई से 'ए' गहराई को घटाने पर (एयर लाईन ट्यूब की लंबाई) गहराई 'सी' (जो पानी की खुली सतह की गहराई) का पता लगा सकते हैं।

4.3 बोरवेल की यील्ड टेस्टिंग :

टेस्ट पंप को अस्थाई तौर पर बोरवेल में डालते हैं एवं ड्रा डाउन का उचित लेवल रखते हुए पानी बाहर निकालते हैं। नौच के उपयोग के मामले में (वी नौच, आयातकार नौच) पानी की मात्रा को मापने के लिए ड्रा डाउन को माप जाता है। सामान्यत: ड्रा डाउन 2 मीटर का होता है। यदि यह बढ़ाया गया तो महीन रेत के कण बोरवेल में प्रवेश कर सकते हैं। साधारणत: पंपिंग की दर, जांच द्वारा निर्धारित जल क्षमता का 60% से अधिक नहीं होना चाहिए। विशिष्ट मामलों में भूगर्भ वैज्ञानिक की सलाह ली जाती है।

4.4 बोरवेल का विकास :

ड्रिलिंग कार्य के दौरान मिट्टी के महीन कण बनते हैं। यही कण पानी के स्रोत के छिद्रों को बाधित करते हैं जिससे कुएं में पानी की आवक दर कम हो जाती है। दाब युक्त हवा पद्धति कुएं के विकास करने की एक प्रचलित पद्धति है। आइ एस :11189. 1985 (ट्यूब वेल विकास की पद्धति) में इस पद्धति के साथ साथ अन्य पद्धतियां भी दर्शायी गई हैं।

5.0 जल का वाहन :

पाइप लाइन को बिछाना एवं अनुरक्षण सिविल इंगजीनियर का महत्वपूर्ण कार्य है। पाइप के लिए उपयुक्त सामग्री एवं व्यास का चयन अति आवश्यक होता है। विभिन्न सामग्री जैसे माईल्ड स्टील, कॉपर कास्ट आयरन, सीमेंट,कंक्रीट,एचडीपीई, पीपीसी, एस्बेस्टस सीमेंट इत्यादि का, पाइप बनाने के लिए उपयोग किया जाता है। परंतु अधिकतर कास्ट आयरन एवं माइल्ड स्टील सामग्री का उपयोग जाता है।

5.1 सी आई पाइप : प्रेशर युक्त मुख्य लाइनें एवं शाखाए,जहां अधिक मात्रा में पानी का वहन करना होता है वहां इन पाइपों का उपयोग किया जाता है। चूंकि इनमें मजबूती एवं जंग प्रतिरोधकता होती है, अत: मृदा एवं पानी में, जिससे जंग लगनेवाले तत्व होते हैं यह पाइप उपयुक्त होते हैं। भारी होने के कारण परिवहन में कठिनाई आती है।

5.1.1 पानी, गैस एवं मल के लिए सेन्ट्रीफ्यूगली कास्ट (स्पन) आयरन प्रेशर पाइप की विशिष्टताएं (आई एस :1536–1989)

निर्माण की पद्धति : सेन्ट्रीफ्यूगली कास्ट (स्पन पाइप)

डायमीटर : 80–1000 मि.मी.

लंबाई : 3.66–6.0 मी.

t(मोटाई) : 10/12 (7+.02 DN) .मि.मी. LA क्लास हेतु

DN : पाइप का नामिनल व्यास (मि.मी.में)

टेबल 4

पाइप का वर्गीकरण

वर्गीकरण	**LA**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
मोटाई	t	t+10% of t	t+20% of t	t+30% of t	t+40% of t	t+50% of t
एस एवं	1.2 MPa	1.8 MPa	2.4 MPa			
एस						
जोड़ स्थापित						
करने के						
पश्चात टेस्ट						
प्रेशर						
फ्लेगंड प्वाइंट	हलका सा कम					
स्थैतिज जल दबाव 3.5 कि.ग्रा,/ वर्ग से.मी. पाइप निर्माण स्थल पर						

5.1.2 आई एस 1537–1976 पानी,गैस एवं एवं सीवेज वर्टिकली कास्ट आयरन पाइप की विशेषताएं

निर्माण पद्धति : वर्टिकल कास्ट

लंबाई : 3.66 मी. से 5.5 मी.

व्यास : 80 मि.मी.से 1500 मि.मी.

साकेट एवं स्पिगाट जोड़ की जांच हेतु दबाव

टेबल 5

व्यास	वर्ग A	वर्ग B
600 मि. मी.तक के एस एवं एस ज्वाइंट के लिए	2.0 एम. पी. ए. (20 कि.ग्रा./से.मी.^{2})	2.5 एम. पी. ए. (25 कि.ग्रा. /से.मी.^{2})
600 - 100 मि.मी. 1000-1500 मि.मी.	1.5 एम प. ए. (15 कि. ग्रा. /से.मी.^{2})	2.0 एम प. ए. (20 कि. ग्रा. /से.मी.^{2})
एवं एस ज्वाइंट के लिए	1.0 एम पी.ए. (10 कि. ग्रा. /से.मी.^{2})	1.5 एम पी.ए. (15 कि. ग्रा. /से.मी.^{2})

स्पन पाइप का वजन उसी क्लास के वर्टिकल कास्ट पाइप के वजन 3/4 के बराबर होता है।

5.2 माईल्ड स्टील पाइप (गेल्वेनाइज्ड)

ये साधारणतया 100 मि.मी. व्यास तक उपलब्ध होते हैं। आर. एस. : 1239 (पार्ट 1)– 1990 के अनुसार पाइप की तीन श्रेणीयां उपलब्ध हैं, लाईट (L), मिडीयम (M) एवं हेवी (H) क्लास होते हैं। यद्यापि M एवं H क्लास में 150 मि.मी. डायमीटर पाइप के लिए कोड में प्रावधान है। आसानी से पहचान के लिए रंगीन पट्टों के द्वारा पाइप को वर्गीकृत किया जाता है जो कि फैक्टरी से बाहर निकालने से पूर्व पाइप के अंतिम छोर में लगाया जाता है। निम्नलिखित प्रकार से रंगो का वर्गीकरण होता है :–

लाईट ट्यूब पीला पट्टा

मिडियम ट्यूब नीला पट्टा

हैवी ट्यूब लाल पट्टा

मिडियम क्लास पाइप का उपयोग रेलवे में विशेष तौर पर बिल्डिंगों में जलापूर्ति के लिए होता है। सभी गेल्वेनाइज आयरन पाइप पर आई एस कोड सं. 1239 (पार्ट 1) अनुसार क्लास कोड L, M एवं (H) पाइप पर खुदाई से लिखा जाता है जो कि काफी साफ दिखाई देता है। वजन प्रति यूनिट लंबाई एवं दीवाल की मोटाई आई एस : 1239 (पार्ट 1) के टेबल 1 से 3 के अनुसार दर्शायी विशिष्टता के अनुसार होना चाहिए। इन पाइपों में लगने वाली फिटिंग की क्वालिटी आइ एस :1239 (पार्ट 2) 1992 के अनुसार होनी चाहिए।

टेबल 6 में मिडियम श्रेणी के साधारणत: उपयोग में आनेवाले जी आई पाइप की विशिष्टताएं दी गईहैं।

टेबल 6

मीडियम क्लास जी आई पाईप की विशिष्टताएं

आंतरिक डायमीटर (मि.मी.)	मोटाई (मि. मी.)	प्लैन एंड सहित ट्यूब का वजन कि. ग्रा./मिटर
15	2.6	1.21
20	2.6	1.56
25	3.2	2.41
40	3.2	3.56
50	3.6	5.03
80	4.0	8.36
100	4.5	12.2

5.3 पीवीसी पाइप :

आई एस : 4985 1988 के अनुसार अनप्लास्टिसाइज पीवीसी पाइप

बनाए जाते हैं। ये पाइप दाब के अनुसार 4 वर्गो में विभाजित किए गए हैं। श्रेणी 1–2.5 कि.ग्रा./वर्ग से. मी., श्रेणी 2–4 कि.ग्रा./ वर्ग से. मी., श्रेणी 3–6 कि.ग्रा./वर्ग से. मी., श्रेणी 4–10 कि. ग्रा./ वर्ग से. मी.। लीक–प्रूफ जोड़ बनाने के लिए विलायक Solvent) सीमेंट का उपयोग किया जाता है। मार्केट में 40–60 कि.ग्रा./वर्ग से.मी. दाब सहने के लायक चूड़ीदार पाइप उपलब्ध हैं। निर्माताओं के दावे के अनुसार ये पाईप अमेरिकन मानक के आधार पर निर्मित किए जाते हैं। पाइप की चूड़ी जी आई पाइप के समान होती है।

5.4 दबाव के अनुसार प्रवाह करने हेतु के व्यास का चयन–

नीचे दर्शायी किसी भी पद्धति का उपयोग कर दबाव केअंतर्गत प्रवाह करने हेतु पाइप के व्यास का चयन किया जा सकता है।

5.5 हैजन एवं विलियम का सूत्र

$$V = 0.849\ CR^{0.63} \times S^{0.54}$$

जहाँ V = पानी का वेग मीटर प्रति सेंकड में

R = हाइड्रॉलिक त्रिज्या (मीटर में)

= प्रवाह का क्षेत्रफल /गीली परिमिती

S = हाइड्रॉलिक ग्रेडिएंट (मीटर प्रति मीटर)

C = हैजन एवं विलियम गुणांक

गोलाकार पाइप के लिए $R = \frac{\pi D^2}{4} \times \frac{1}{\pi D} = \frac{D}{4}$

जहां D आंतरिक व्यास मि. मी. में,

R के मान को $\frac{D}{4} \times 1000$ से बदलने पर

$$V = (4.567 \times 10^{-3} \times C \times D^{0.63} \times S^{0.54}$$

अत: $Q = (4.567 \times 10^{-3} \times C \times D^{0.63} \times S^{0.54}) \times A$

$= (4.567 \times 10^{-3} \times C \times D^{0.63} \times S|^{0.54}) \times .... \pi D2/4 \times 1000 \times 1000$

$= (3.587 \times 10^{-9} \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54})$

जहां Q = जल प्रवाह घन मी/से.

D = व्यास मि. मी. में

S = हाइड्रॉलिक ग्रेडिएंट (मी. /से.)

टेबल 7

हैजन एवं विलियम गुणांक की अनुशंसित मान

पाईप का पदार्थ	C अनुशंसित मान	
	नए पाइप के लिए	डिजाइन उद्देश्य के लिए
कास्ट आयरन	130	100
गैल्वनाईज्ड आयरन > 50 मि. मी.	120	100
गैल्वनाईज्ड आयरन 50 मि.मी. एवं नीचे (घरेलू कनेक्शन के लिए)	120	55
स्टील, रिवेटेड ज्वाइंट	110	95
वेल्डेड ज्वाइंट सीमेंट की आंतरिक परत या कोलतार इनेमल	140	110
स्टील वेल्डेड जोड़	140	100
कंक्रीट	150	120
एस्बेस्टॉस सीमेंट	150	120

हैजन एवं विलियम समीकरण के प्रयोग का नमूना नीचे दर्शाया है।

उदाहरण : 10 मी. ऊंचाई का उपरी टैंक की, 5 मीटर ऊंचे शौचालय की टंकी से दूरी 100 मीटर है। प्रवाह की अपेक्षित दर 20लीटर/मिनट है तो पाईप के उपयुक्त व्यास का गणना करें।

हल : उपरोक्त टेबल के अनुसार C की वैल्यू 100 होगी,

Q = 20 लीटर/मिनट = 3.33×10^{-4} m^3/s.

हैजन एवं विलियम के सूत्र के उपयोग से

$3.33 \times 10^{-4} = 3.587 \times 10^{-9} \times \times 100 \times d^{2.63} \times (10\text{-}5)^{0.54}/100$

D = 24.86 मी. या 25 मि.मी.

5.6 डार्सी वेसबैच समीकरण

यह समीकरण पाइप की आंतरिक सतह के घर्षण के कारण होनेवाले हेड की क्षति पर आधारित है।

$$H_L = flv^2/2gd$$

जहां H_L = हेड लॉस

f = फ्रिक्शन फैक्टर

L = पाइप की लंबाई

g = गुरुत्वीय त्वरण

d = पाइप का आंतरिक व्यास

फ्रिक्शन फैक्टर, रेनाल्ड नंबर एवं (e/d) पर आधारित होता है। जहां पर e रफनेस प्रोजेक्शन एवं d पाइप का आंतरिक व्यास होताहै।

रेनाल्ड नंबर $Ry = \dfrac{Vd\rho}{\mu}$

जहां पर V = पानी का वेग

d = पाइप का आंतरिक व्यास

p = पानी का घनत्व 20^0 से.ताप पर

u = पानी की डायनामिक विस्कोसिटी

= 0.001 कि. ग्रा./मी/सेंकड (20^0 C पर)

Ry की गणना करने के बाद, निम्न समीकरण से f की गणना की जा सकती है।

$f = \dfrac{64}{R_y}$ यदि Ry = 2100 से 4000 के बीच

या $f^{-0.5} = 1.14 + 2.0\log\left(\dfrac{d}{e}\right)$

d = पाइप का आंतरिक व्यास मि. मी.

e = रफनेस प्रोजेक्शन मि. मी.में (0.127 मि. मी.जी आय पाइप हेतु)

फ्रिक्शन फैक्टर को दर्शाने के लिए मूडी डायग्राम का भी उपयोग वैकल्पिक तौर पर कर सकते हैं। मूडी के डायग्राम का उपयोग करने के लिए रेनाल्ड नं e/d का मान जानना होता है। मूडी डायग्राम का उपयोग करने हेतु $\frac{e}{d}$ के अनुसार उचित गोलाई का चयन कर एवं रेनाल्ड नंबर पर बिन्दु अंकित करें। अब y अक्ष पर फ्रिक्शन फैक्टर (f) वैल्यू को पढ़े।

उदाहरण के लिए नमूना प्रस्तुत है, जिसमें 15 मि.मी से 40 मि.मी. के विभिन्न व्यास के पाइपों के लिए हेड लॉस की गणना की है। यह देखा गया है कि जब पाइप का व्यास बढ़ता है तो हेड लॉस कम होता है। इसे मेजर लॉस कहते हैं।

उदाहरण पानी की डायनामिक विस्कोसिटी 20^0 से. ताप पर 0.001 कि. ग्रा./मी. से. है। जिसे जी.आई. पाइप लाइन के द्वारा 20 एलपीएम की दर से पंप किया जाता है। पाइप की लंबाई 100 मी. है। पानी का घनत्व 1000 कि.ग्रा./ घन मी.है। 15,20,25,32 एवं 40 मि.मी.व्यास के पाइपों के हेड लॉस की गणना करें।

टेबल 8

हल :

व्यास	**अनुप्रस्थ काट का क्षेत्र वर्ग मि.मी.**	**V m/s**	$\mathbf{R_y = \frac{Vd\rho}{\mu}}$	e/d	**मुडी डायग्राम से f**	$\mathbf{H_L = flv^2/2gd}$
15	176	1.89	28350	00084	0.025	30.34
20	314	1.06	21200	.00063	0.0270	7.73
25	490	0.68	17000	.00050	0.0275	2.59
32	804	0.41	13248	.00039	0.0295	0.805
40	1256	0.26	10600	.00031	0.031	0.277

5.7 पाइप में फिटिंग एवं ट्रांजिशनों के कारण होनेवाले हेडलॉस :

पाईप लाइन के घर्षण के होनेवाले मेजर लॉस की तुलना में ''माइनर लॉस''कहा जाता है। लंबे पाइप लाइनों में माइनर लॉस नगण्य है। फिटिंगों में होनेवाला लॉस वेग हेड पर निर्भर होताहै।

$$h_L = K\frac{V^2}{2g}$$

जहां, h_L = माईनर लॉस , V = वेलसिटी, g = गुरूत्वाकर्षण, के कारण त्वरण, K= प्रतिरोध गुणांक फिटींग के प्रकार पर निर्भर है।

एल्बो के लिए K का मान 0.15 से 0.60 तक होता है, परंतु वाल्व के लिए यह रेंज बहुत ज्यादा है। हैंडबुक ऑन वॉटर सप्लाय एंड ड्रेनेज SP:35 (S&T) के टेबल 7 में इसके बारे में जानकारी ली जा सकती है। हेड लॉस में कमी करने की दृष्टि से जहां तक संभव हो पाइप लाइन में मोड कम हो। पानी की टंकी से पानी बाहर निकालने के लिए घंटी आकार का जोड़ न होने पर हेड लॉस दस गुणा हो जाता है।

5.8 समानान्तर एवं श्रृंखला पाइप :

कई बार विभिन्न व्यास का पाईप लगातार एक के बाद एक लगाना पड़ता है। विशेषकर जब आवश्यक लंबाई के पाईप एक व्यास के उपलब्ध न हो। इस तरह विभिन्न व्यास के पाइप उपयोग करने से इनके तुल्यमान व्यास निकालते हैं:

$$\frac{L^2}{D^5} = \left\{\frac{L_1}{D_1^5} + \frac{L_2}{D_2^5} + \frac{L_3}{D_3^5} + ...\right\}$$

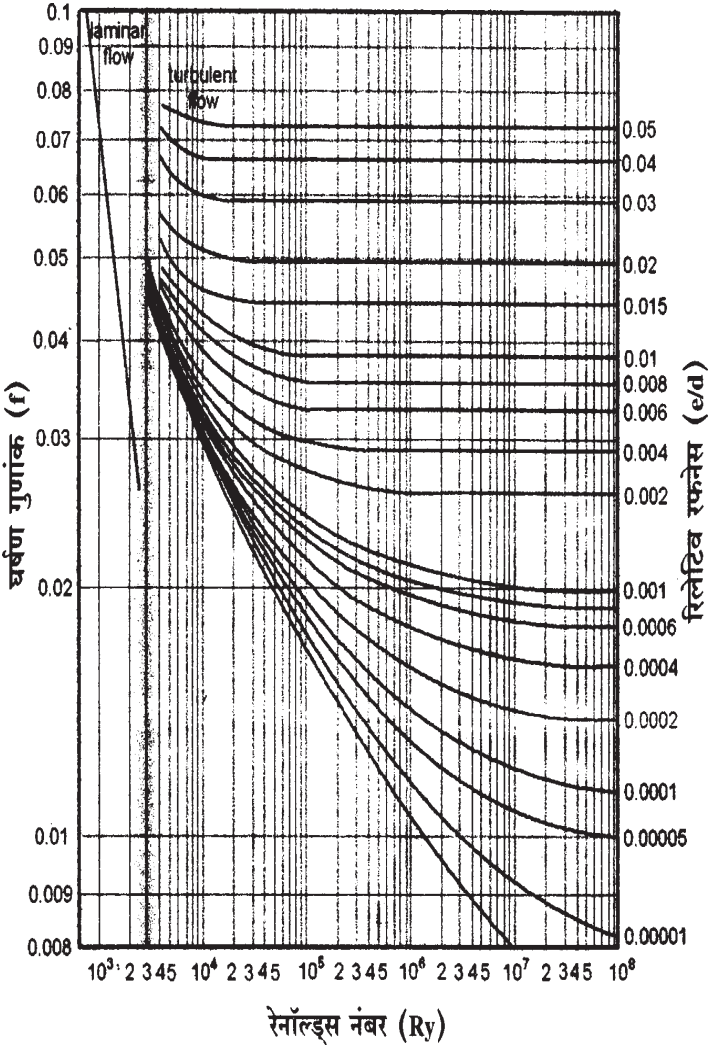
जहां, L = पाइप की कुल लंबाई

D = सभी पाइपों के व्यास का तुल्यमाप

L1, L2, L3 = इत्यादि = श्रृंखला में प्रत्येक पाइप का व्यास

D1, D2, D3 = इत्यादि = श्रृंखला में प्रत्येक पाइप का व्यास

उपरोक्त पैरा में यह माना गया है कि पैरा 5.6 में डार्सी–वेसबीच समीकरण में दर्शाए अनुसार सभी पाइप का फ्रिक्शन फैक्टर समान है।


laminar flow
turbulent flow
0.1
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0.009
0.008
0.05
0.04
0.03
0.02
0.015
0.01
0.008
0.006
0.004
0.002
0.001
0.0006
0.0004
0.0002
0.0001
0.00005
0.00001
घर्षण गुणांक (f)
रिलेटिव रफनेस (e/d)
10^3 2 3 4 5 10^4 2 3 4 5 10^5 2 3 4 5 10^6 2 3 4 5 10^7 2 3 4 5 10^8
रेनॉल्ड्स नंबर (Ry)

चित्र 9 : मूडी का आरेख

5.9 मुख्य लाइन से शाखाएं निकालना :

मुख्य लाईन से लाए गए पानी को शाखाओं द्वारा वितरित किया जाता है। मेन लाइन से कितने कनेक्शन दिए जाने चाहिए, इसे आसानी से समझने के लिए निम्न धारणाएं ली गई हैं :

1. सभी शाखाओं में प्रवाह समान होगा।
2. सभी शाखाओं का पदार्थ, व्यास एवं लंबाई समान होगी।

उपरोक्त धारणा से यह निष्कर्ष निकलता है कि सभी शाखाओं के द्वारा हेड में हानि समान होगी। उपरोक्त धारणा के द्वारा किसी पाइप से कितने कनेक्शन निकालने हैं और उनके क्या डायमीटर होंगे, गणना की जा सकती है। निम्नलिखित समीकरण के उपयोग से उपरोक्त सवाल का हल निकाला जा सकता है।

$$D = dn_b^{2/5}$$

जहां D = मुख्य लाइन का व्यास

d = प्रस्तावित संबंध लाइन का व्यास

n_b =संबंधो की संख्या

उदाहरण : 50 मि. मि. मेन लाइन से दिए जा सकने वाले 15 मि.मि. के कनेक्शन संख्या की गणना करें।

हल : जहाँ D = 50 मि.मि., d = 15 मि.मी.

अत: n_b = 20

अत: 20 कनेक्शन प्रदान किए जा सकते है।

6.0 पाइप लाईन में जोड़ :

पाइप लाईन के प्रकार एवं प्रेशर के अनुसार सामान्यत: दो प्रकार के ज्वाइंट उपयोग में लाए जाते हैं।

6.1 चूड़ीदार जोड़ :

कम व्यास के जी. आय. पाइप के लिए जोड़ का उपयोग किया जाता है। आई एस : 554 : 1985 द्वारा पाइप के लिए चूड़ी की विशिष्टताएं दी गई हैं। पाइप के व्यास के आधार पर 25.5 मि.मी लंबाई में चूडियों की संख्या, इसकी पिच, चूड़ी की गहराई, गेज लंबाई इत्यादी सारणीबद्ध किए गए हैं। आईएस : 1239 (पार्ट 2) :1992 में दिए अनुसार चूड़ी की कुल लंबाई फिटिंग के माप पर आधारित होती है। 15 मि. मी., 20 मि.मी., 25 मि.मी., 40 मि.मी., 50 मि.मी.जैसे कुछ सामान्य साइज के पाइपों का उपयोग रेलवे में मुख्यत: किया जाता है। चूड़ी की माप सहित चूड़ीदार हिस्से की लंबाई को टेबल 9 में दर्शाया गया है।

टेबल 9

पाइप के लिए थ्रेडिंग का विवरण

पाइप की सांकेतिक साइज (आंतरिक व्यास मि.मी)	पाइप के चूड़ीदार सिरे की लंबाई	25.4 मि.मी. लंबाई में चूड़ी की संख्या	कॉलम (2) में दी चूड़िदार सिरे में चूड़ियो की कम से कम संख्या	चूड़ी की गहराई (मि.मी.)	गेज लंबाई (मि.मी.)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
15	19 मि.मी.	14	11	1.162	8.2
20	20 मि.मी.	14	11	1.162	9.5
25	23 मि.मी	11	10	1.479	10.4
40	26 मि.मी.	11	12	1.479	12.7
50	30 मि.मी.	11	13	1.479	15.9
100	44 मि.मी.	11	19	1.479	25.4

6.2 स्पिगाट एंड सॉकेट जोड़ :

सी. आई पाईप को जोड़ने लिए इन जोड़ों का उपयोग होता है। ये जोड़,फ्लेंजयुक्त जोड़ से ज्यादा लचीले होने के कारण ज्यादा प्रचलन में हैं। इस जोड़ को लगाने के लिए पहले पाइप के सॉकेट में दूसरे पाइप को को स्पिगाट सिरे को डालते हैं। पानी के बहाव की दिशा के विपरीत पाइप का सॉकेट सिरा (एंड) को रखते हैं। ढलान की स्थिति में सॉकेट बहाव के विपरीत दिशा में होता है। ऐठंन युक्त सूत के धागे को इस खाली जगह में दबाकर भरा जाता है। फिर साकेट के बाहरी सिरे पर एक रस्सी रखकर उसे गीली मिट्टी से बंद किया जाता है। और उसमें सिर्फ 2 छिद्र छोड़े जाते है। फिर रस्सी को निकाला जाता है एवं पिघला सीसा इस खाली जगह में डाला जाता है। फिर मिट्टी को हटाकर सीसे को दबाया जाता है। पिघली अवस्था में ही सीसे के धागे से इसे अच्छी तरह बंद किया जाता है। उपयोग किए सीसे की मात्रापाइप के व्यास एवं रेलवे की विशिष्टियों के अनुसार होनी चाहिए।

7.0 पाइप लाइप की जांच :

पाइप लाइन में उपयोग के समय आनेवाले दबाव के दौरान रिसाव न हो इसकी जांच आई.एस. : 3114:1965 के अनुसार करें।

7.1 दबाव के साथ जांच

गुरुत्वीय दाब में काम करनेवाले पाइप में अधिकतम कार्यकारी दाब उत्पादन सयंत्र में जांच के दौरान रखे जानेवाले दाब 2/3 होता है। सभी वर्ग के जी.आई पाइप के लिए जांच के वक्त दाब 50 कि.ग्रा./वर्ग से.मी होना चाहिए। अत: इन पाइप का अधिकतम कार्य दबाव 33.33 कि.ग्रा./वर्ग से. मी होगा।

कार्य क्षेत्र में पाइप लाइन का जांच दबाव कार्य के दौरान आनेवाला टेस्ट प्रेशर, अधिकतम दबाव से $1^{1}/2$ गुणा होना चाहिए। परन्तु निर्माता के जांच दबाव के 2/3 से कम नहीं होना चाहिए। यह दबाव कम से कम चार घंटे तक बनाए रखें। जांच के दौरान कोई रिसाव नहीं हुआ तो पाइप

को पास किया जा सकता है।

7.2 रिसाव जांच

पानी की वह मात्रा जो पाइप को पानी से पूरा भरने के बाद निर्धारित दबाव बनाएं रखने के लिए पाइप में डालना आवश्यक है, को रिसाव कहते हैं। रिसाव की मात्रा यदि नीचे दिये गये समीकरणानुसार से प्राप्त गणना से कम होने पर ही पाइप लाइन को स्वीकृत किया जा सकता है।

$$q_l = \frac{ND\sqrt{P}}{3.3}$$

q_l = अनुज्ञेय रिसाव घन से. मी/घंटा (मि.लीटर/घंटा)

N = पाइप लाइन की लंबाई में जोड़ों की संख्या

D = डायमीटर मि. मी. में

P = रिसाव जांच के दौरान दबाव किलोग्राम/वर्ग से. मी

8.0 पाइप लाइन का नेटवर्क :

जल आपूर्ति के नेटवर्क का प्रारंभिक डिजाइन, उसका विश्लेषण एवं उसके आधार पर संशोधन कर वितरण प्रणाली को डिजाइन किया जाता है। यह एक पुनरावृत्ति की क्रिया है। नेटवर्क डिजाइन करते समय कुछ महत्त्वपूर्ण पहलू ध्यान में रखे जाते हैं। उसका उदाहरण नीचे दिये गया है।

8.1 किसी नेटवर्क के लिए कुछ नियमों का अनुपालन किया जाना आवश्यक है।

* जंक्शन में आनेवाला प्रवाह = जंक्शन से जानेवाला प्रवाह
* घड़ी की दिशा में हेड का क्षय = घड़ी की विपरीत दिशा में हेड का क्षय
* डार्सी वेइसविच समीकरण संतुष्ट करना चाहिए।

$$H_L = rQ^n \frac{fL}{2g(\pi/4)^2} \frac{Q^n}{d^5} \quad \text{जबकि} \quad r = \frac{fL}{2g(\pi/4)^2 d^5}$$

सामान्यत : n का मान 1.72 से 2.0 तक रखा जाता है।

उपरोक्त से देखा गया है कि r का मान पाइप के विशिष्टता पर आधारित होता है। ये विशिष्टताएं है।

r = पाइपकी परिमिती

f = पाइप के पदार्थका घर्षण गुणांक

L = पाइप लाइन के प्रत्येक शाखा की लंबाई

g = गुरूत्वाकर्षण के कारण त्वरण

d = पाइप (आंतरिक) का व्यास

उपरोक्त समीकरण का उपयोग करते हुए, नेटवर्क वर्गीकरण को हल करने में हार्डीक्रॉस पद्धति का उपयोग किया जाता है। इस पद्धति को सक्सेसिव अप्राक्सिमेशन पद्धति भी कहते हैं। किसी भी नेटवर्क के लिए सबसे जल प्रवाह के ऐसे वितरण का अनुमान लगाया जाता है, जिससे सभी संधियों पर प्रवाह ठीक तरह से हो।

नेटवर्क के प्रत्येक पाइप के लिए Q के अनुमानित मान हेतु हेड लॉस की गणना की जाती है। एक सर्किट में कुल हेड लॉस को शून्य बनाए घड़ी की दिशा में + ve हेड लॉस एवं विपरीत दिशा में – ve हेड लॉस एवं लॉस होगा।

यदि Q_0 को प्रवाह की दर मानते हैं एवं ΔQ प्रवाह दर में सुधार मानते हैं तो Q जो कि सही प्रवाह दर है।

$$Q = Q_0 + \Delta Q$$

एवं पाइप के हेड लॉस होगा,

$$H_L = rQ^n = r\,(Q_0 + \Delta Q)^n$$

पूरे सर्किट के लिए,

$$\sum H_L = \sum rQ^n = \sum r(Q_0 + \Delta Q)^n$$

बायॉनिमल सिध्दांत के उपयोग से

$$\sum rQ^n = \sum r\left[Q_0^n + nQ_0^{n-1}\Delta Q + ...\right]$$

चूंकि ΔQ, Q_0 के मुकाबले बहुत छोटी संख्या में, अत:

$$\sum rQ^n = \sum rQ_0^n + \sum rnQ_0^{n-1}\Delta Q$$

सही रुप से जल के प्रवाह के लिए पूरे सर्किट को संतुलित होना चाहिए, अत:

$$= \sum rQ_0^n = 0$$

इसलिए $\sum rQ^n + \Delta Q \sum rnQ_0^{n-1} = 0$

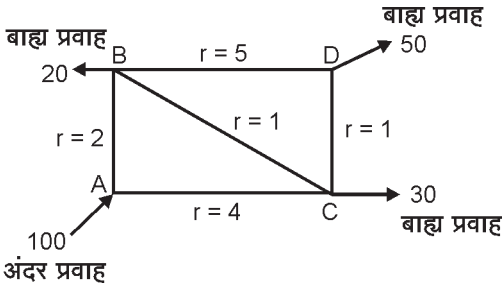
उपरोक्त में ΔQ को समीकरण से अलग निकाल लिया गया है। चूंकि सभी पाइप में बराबर है।

अत : ΔQ हल करने पर

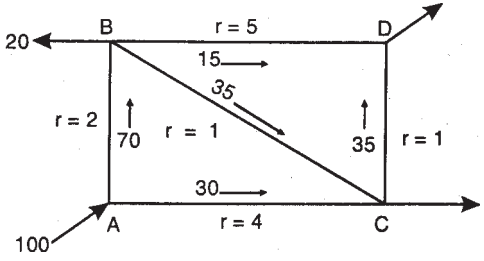
$$\Delta Q = -\frac{\sum rQ_0^n}{\sum rnQ_0^{n-1}}$$

उपरोक्त सिध्दांत को समझाने के लिए निम्न उदाहरण दिया गया हैं। उदाहरण – नीचे दिये गए पाइप नेटवर्क हर पाइप में जल प्रवाह की दर बताएं।

n का मान 2.0 लिया जा सकता है।



प्रारंभिक अनुमान के लिए जिन तथ्यों का पालन किया गया है। यदि r ज्यादा है तो इसका मतलब है कि d कम है एवं प्रवाह की दर कम होगी।
पहला अनुमान (विभिन्न शाखाओं में प्रवाह की दर हेतु)



लूप ABC में वितरण के लिए ΔQ की गणना निम्नानुसार है–

लूप ABC

पाइप	rQ^n	$r\,nQ_0^{n-1}$
AB	$2 \times 70^2 = 9800$	$2 \times 2 \times 70 = 280$
BC	$1 \times 35^2 = 1225$	$1 \times 2 \times 35 = 70$
AC	$-4 \times 30^2 = -3600$	$-4 \times 2 \times 30 = 240$
कुल	7425	590

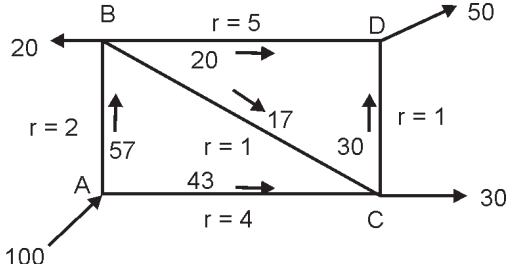
$$\Delta Q = \frac{-7425}{590} = -12.58 \text{ say} -13$$

लूप BDC

पाइप	rQ^n	$r\,nQ_0^{n-1}$
BD	$5 \times 15^2 = 1125$	$5 \times 2 \times 15 = 150$
DC	$-1 \times 35^2 = -1225$	$1 \times 2 \times 35 = 70$
CB	$-1 \times 35^2 = -1225$	$1 \times 2 \times 35 = 70$
कुल	-1325	290

$$\Delta Q = \frac{-(-1325)}{290} = -4.56 \text{ say} -5$$

उपरोक्त संशोधनों के बाद विभिन्न पाईपोंमें प्रवाह की दर नीचे दिए हुए चित्र के अनुसार होगी।



द्वितीय अनुमान

लूप ABC

पाइप	rQ^n	$r\,nQ_0^{n-1}$
AB	$2 \times 57^2 = 6498$	$2 \times 2 \times 57 = 228$
BC	$1 \times 17^2 = 298$	$1 \times 2 \times 17 = 34$
CA	$-4 \times 43^2 = -7396$	$4 \times 2 \times 43 = 344$
कुल	-609	606

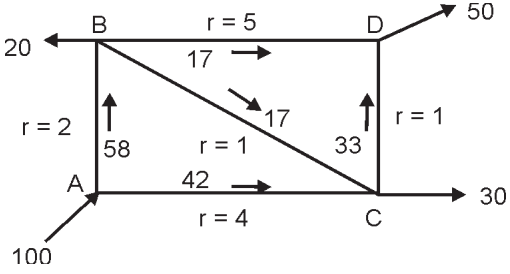
$\Delta Q = - (-609) / 606 = 1.015$ Say 1

लूप BDC

पाइप	rQ^n	$r\,nQ_0^{n-1}$
BD	$5 \times 20^2 = 2000$	$2 \times 5 \times 29 = 200$
DC	$-1 \times 30^2 = -900$	$2 \times 1 \times 30 = 60$
CB	$-1 \times 17^2 = -289$	$2 \times 1 \times 17 = 34$
कुल	811	294

$$\Delta Q = \frac{-811}{294} = -3$$

उपरोक्त संशोधनों के उपयोग से विभिन्न पाईपों में प्रवाह की दर निम्नानुसार होगी।



तृतीय अनुमान

लूप ABC

पाइप	rQ^n	$r\,nQ_0^{n-1}$
AB	$2 \times 58^2 = 6728$	$2 \times 2 \times 58 = 232$
BC	$1 \times 21^2 = 411$	$1 \times 2 \times 21 = 42$
CA	$-4 \times 42^2 = -7056$	$4 \times 2 \times 42 = 336$
कुल	113	610

$\Delta Q = 133/610 = 0.185$ जिसकी उपेक्षा की जा सकती है।

लूप BDC

पाइप	rQ^n	$r\,nQ_0^{n-1}$
BD	$5 \times 17^2 = 1445$	$2 \times 5 \times 17 = 170$
DC	$-1 \times 33^2 = 1089$	$2 \times 1 \times 33 = 66$
CB	$-1 \times 21^2 = -441$	$2 \times 1 \times 17 = 42$
कुल	-85	278

$\Delta Q = -(-85)/278 = 0.305$, जो कि उपेक्षनीय है।

9.0 वाल्व :

प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए वाल्व डिजाईन किए जाते हैं। जिसका विशेष उद्देश्य पाइप की सफाई, पानी को वापस नही जाने देना, हवा को निकालना इत्यादि हेतु होता है। कुछ महत्त्वपूर्ण वाल्व का संक्षिप्त विवरण व उपयोग नीचे दर्शाया गया है।

9.1 लाइन वाल्व :

प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए पाइप में उचित स्थान पर इस वाल्व का प्रयोग किया जाता है। इन वाल्वों को यूनी–डायरेक्शनल फ्लो के लिए डिजाइन किया जाता है परंतु दबाव की दिशा परिवर्तन से उलटी दिशा में भी प्रवाह किया जा सकता है। कार्य करने की प्रणाली पर आधारित इनका गेट वाल्व, ग्लोब वाल्व, प्लग वाल्व इत्यादि में वर्गीकृत किया जाता है।

गेट वाल्व में एक प्लेट ऊपर – नीचे बाधा के रुप में चलती हैं, जिससे पानी का प्रवाह नियंत्रित होता है। ग्लोब वाल्व में एक गोला बाधा के रुप में होता है। वह बंद स्थिति में पाइप के प्रवाह होनेवाली जगह को बाधित करता है व गोले को छिद्र से पास या दूर कर प्रवाह को नियंत्रित किया जाता है। गेट वाल्व को बड़े व्यास के पाइपों में लगाते हैं। ज्यादा तर गेट वाल्व, खड़ी स्थिति में स्थापित करते हैं। ग्लोब वाल्व निम्न स्तरीय माने जाते हैं जिसमें हेड क्षय अधिक होता है। यह वाल्व खड़ी एवं आड़ी दोनों स्थिति में स्थापित किए जा सकते हैं। यह ध्यान में रखा जाए कि

जब ग्लोब वाल्व लगाए जाते हैं, पाइप लाइन को पूरी तरह पानी रहित करना संभव नहीं होता है।

वाल्व जो सॉकेट में कोन के फ्रस्टम से बनाए जाते है। सॉकेट फ्लो की दिशा में खुलता है। टेपर युक्त प्लग अपने उर्ध्वाधर अक्ष के इर्द–गिर्द घूमते हुए पानी के फ्लो को बंद व चालू करता है। प्लग के घुमाने से सॉकेट में छिद्र एवं प्लग को मैच कर प्रवाह को नियंत्रित करता है। इस प्रकार के वाल्व नगण्य प्रतिरोधं एवं आधे रोटेशन द्वारा पानी को नियंत्रित करते है एवं इसलिए इस वाल्व का प्रयोग करने में कम समय लगता है।

9.2 चेक वाल्व, रिफ्लेक्स वाल्व, या नॉन रिटर्न वाल्व :

यह वाल्व केवल प्रवाह की दिशा में खुलता है एवं पाइप लाइन में प्रवाह के विपरित दिशा में अपने आप बंद होता है। मुख्य पंपिग लाइन में विशेषत: जब पंप चलाना बंद हो तो पानी वापस आने को रोकते हैं। इसका उपयोग लंबे व चढ़ाई वाले पाइप लाइन में भी किया जाता है। इसे 300 मी. अंतराल पर स्थापित करते हैं। ताकि पानीका विपरित दबाव इंजन पर न पड़े। सक्शन लाइन के अंत में स्थापित होनेवाले वाल्व को फुट वाल्व कहते हैं।

9.3 एयर वाल्व या एयर रिलीफ वाल्व :

ये वाल्व मुख्य पाइप लाइन के उच्च प्वाइंट पर,लंबी पाइप लाइन पर और जहां ढलान परिवर्तन हो रहा है, उसके उच्च प्वाइंट पर लगाए जाते हैं। इनका कार्य पानी की लाईन में बहाव के साथ आई हवा को बाहर निकालना है ताकि पानी का बहाव व्यवस्थित हो सके। ये पाइप के खाली होने की स्थिति में हवा को अंदर भी आने देते हैं। वायु एवं निर्वात वाल्व बड़े व्यास की लाइनों में उन्हें निर्वात बनने कारण होनेवाले नुकसान से बचाते हैं।

एयर वाल्व में एक तैरता गोला होता है जो हवा के निकलने बाद वाल्व को बंद देता है। 75 मि.मी व्यास पाइप लाइन मे सिंगल एयर वाल्व एवं 100 मि.मी.एवं ऊपर के व्यास के पाइप के लिए डबल एअर वाल्व प्रदान

किए जाते हैं।

मुख्य लाइन के व्यास के अनुसार सामान्यत: लगनेवाले एअर वाल्व निम्नानुसार है :

टेबल 10

एयर वाल्व की उपयुक्तता

पाइप व्यास	एयर वाल्व साइज
100 मि. मि.	40 मि.मी.
100 से 200 मि.मि.	50 मि.मी
250 से 300 मि. मि.	80 मि.मी.
400 से 500 मि.मि.	100 मि. मी.
600 मि.मि.	150 मि.मी.

एयर वाल्व सामान्यत: स्टँडर्ड फ्लैंज वाले टी पर लगाये जाते हैं। ऊपर नीचे जाते लंबे पाइप पर हर 400 मी. से 800 मी. के अंतर पर एयर वाल्व लगाते हैं। एयर वाल्व को गड़ढा बनाकर लगाया जाता है एवं पानी को निकलने के लिये वीप होल रहता है जिससे एयर वाल्व से हवा के साथ आया हुआ पानी भी बाहर निकल सके।

9.4 स्कावर वाल्व या ब्लो ऑफ वाल्व :

प्रेशर कन्ड्यूट में ये गेट वाल्व होते हैं, जो पाइप लाइन में सबसे नीचे के लेवल पर खराब पानी को बाहर निकालने के लिए लगाये जाते हैं। सबसे नीचे के लेवल पर स्कावर वाल्व की निश्चित लोकेशन, पानी को बाहर निकालने की जरूरत पर निर्भर होती है। स्कार वाल्व की निश्चित लोकेशन, पानी को बाहर निकालने की जरुरत पर निर्भर होती है। स्कावर वाल्व सामान्यत: 80 से 150 मि.मि. डायमीटर के फ्लैंज युक्त टी द्वारा मेन

लाइन से स्लूस वाल्व कंट्रोल तक जुड़े होते है। भवनों के लिए बहुतायत जगह कॉक एवं स्कावर वाल्व उपयोग होते हैं। इसके बारम्बार उपयोग की आवश्यकता आनेवाले पानी की गुणवत्ता पर आधारित, विशेषत: पानी मे उपस्थित सिल्ट की मात्रा पर निर्भर होती है।

9.5 प्रेशर रिलीफ या सेफ्टी वाल्व :

इन्हे लंबे पाइप लाइन में निचले सिरे पर लगाते हैं जहाँ पर पानी का हथौड़ा (वाटर हैमर) रहता है। ये उस दाब को कम करते हैं। यह स्वचलित वाल्व होते हैं जो निचली तरफ अतिरिक्त दबाव की स्थिति में बंद हो जाते हैं। अधिक दाब के स्प्रिंग द्वारा नियंत्रित वाल्व हैं जो पूर्व निर्धारित दबाव से अधिक दबाव पड़ने पर खुलते हैं। फ्लैज ज्वाइंट के साथ मेन से जुड़ते हैं जिससे शेष पाइप लाइन को बिना नुकसान पहुंचाए निकाला एवं मरम्मत के बाद लगाया जा सकें।

10.0 पंप

पानी की पंपिंग गुरुत्वाकर्षण बल, घर्षण बल को पीछे छोड़कर पानी के प्रवाह को आवश्यक रुप से तेज करने के लिए की जाती है। डिसप्लेसमेंट पंप एवं केंन्द्रप्रसारी पंप, पंपो के प्रचलित वर्गीकरण है।

10.1 डिसप्लेसमेंट पंप :

यह पंप रेसिप्रोकेटिंग ढंग से कार्य करता है। यह पंप दो प्रकार के होते है। जैसे रेसीप्रोकेटिंग एवं डायफ्राम पंप। रेसीप्रोकेटिंग पंप, अंतिम सिरे पर उच्च हेड के लिए अच्छा कार्य करते हैं।

10.2 सेन्ट्रीफ्यूगल पंप :

इस पंप मे चक्रानुक्रम इम्पेलर होते हैं जिससे पानी को उच्च गति प्रदान होती है, जो गुरुत्वाकर्षण एवं घर्षणीय बल से अधिक बल पैदा करती है। यह पंप बाद में दो मुख्य प्रकार में बांटे गए हैं।

1. प्रायमिंग टाईप

2. सबमर्सिबल टाईप

प्रायमिंग पंप, पानी की सतह के ऊपर स्थापित किए जाते हैं। स्रोत एवं पंप के बच सक्शन पाइप होता है। सक्शन पंप से हवा बाहर निकालने के लिए प्रायमिंग की आवश्यकता होती है। पानी की सतह मे इम्पेलर के बीच के अंतर को सक्शन लिफ्ट कहते हैं। साधारणत: सक्शन लिफ्ट 7 मीटर तक मर्यादित होता है। संक्शन पंप द्वारा पानी खींचने की क्षमता, वायुमंडलीय दाब के द्वारा पानी की ऊंचाई को सहारा देने की क्षमता से निर्धारित होती है। जब बेरोमीटर मरक्युरी 762 मि.मी. पर होता है, जलस्तंभ की ऊंचाई 762 x 13.6 (मरक्युरी की विशिष्ट घनत्व) = 10.36 मी. होगी परंतु वातावरण के दबाव में अंतर, कुएं में पानी की सतह नीचे जाना या पंप को ऊंचा करना एवं पंप की कार्यक्षमता के लिए कुछ छूट अवश्य बनाए रखें। इसके लिए कम से कम 2.44 मी. की छूट रखी जाए। इसलिए 7.92 मी. वह अधिकतम ऊँचाई है जिसमें पंप का पूरे समय संतोषजनक रुप से कार्य करना अपेक्षित है। यद्यपि,औसतन केंन्द्रप्रसारी पंपो के साथ सक्शन लिफ्ट अधिकतम 4.5 मी.मर्यादित है।

पंप के हार्स पॉवर की गणना नीचे दर्शायी गई है।

$$W = \frac{L_g P g (H_T + h)}{60}$$

$$= \frac{L_g P \times 9.81 (H_T + h)}{60}$$

$W = 0.1635 Lg\ (HT + h)$ watts

$$= \frac{L_g (H_T + h)}{4562} \text{ (in horse power)}$$

L_g = जल प्रवाह लीटर / मिनट

P = जल का घनत्व = (100 किग्रा / घन मी.)

g = गुरूत्वीय त्वरण (9.81 मी./सेकेंड^2)

H_T = कुल हेड डिस्चार्ज हेड एवं संक्शन हेड सहित (मीटर)

h = मीटर्स में हेड लॉस

W = पंप की अश्वशक्त

उपरोक्त सूत्र में पंप की कार्यदक्षता शामिल नहीं है। अत: उपरोक्त समीकरण पर आधारित पंप के प्रावधान का निर्णय लेते समय पंप की कार्यदक्षता को भी ध्यान में रखना चाहिए।

पानी की डिलीवरी के प्वाइंट से, ड्रा–डाऊन के पश्चात कुएं में पानी की सतह तक टोटल हेड होता है। कुएं में महीन सैंड पानी के साथ बह कर नहीं आए इसलिए ट्यूब वेल में ड्रा डाऊन 2.0 मी. तक प्रतिबंधित है। पंप की क्षमता को निर्धारित करते समय यह ध्यान रकें कि पंपिंग की दर सामान्यत: परीक्षण द्वारा निर्धारित जल की मात्रा के 60% से अधिक न हो।

टैंक की संचयन क्षमता पर पंपिग के घंटे निर्भर होते हैं। पंपिंग घंटे कम करने से स्टोरेज क्षमता बढ़ानी होती है।

10.3 हैंड पंप

पानी की कमी दूर करने के लिए हैंड पंप का उपयोग अलग स्थान जैसे छोटी कालोनी, लेवल क्रासिंग, छोटे स्टेशन जहाँ पानी की आवश्यकता कम होती है एवं पानी आपूर्ति विद्युत पंप से या लंबी पाइप द्वारा करना महंगा होता है, में किया जाता है। कई जगह विद्युत सप्लाई के खराब होने के मामले में पानी के लिए हैंड पंप को स्टैन्ड बाय के रुप में रखा जाता है।

10.3.1 शैलो वेल हैंड पंप : (कम गहराई वाले कुएं का हैंड पंप)

आई. एस. : 8035–1976 के अनुसार निर्मित ''शैलो वेल हैडपंप'' 8.0 मी. गहराई तक से पानी निकालने के लिए उपयुक्त है। पंप सिलेन्डर

के आंतरिक व्यास से पंप का विवरण दिया जाता है। यह 65 मि. म., 75 मि. म. एवं 90 मि.मी. के मानक आकार के होते हैं। उपरोक्त आकार के पंपो को 20 बार चलाने पर 6.8,11.3 एवं 17.0 लीटर एकत्र होता है। उपरोक्त पानी के प्रवाह की मात्रा पंप की बॉडी को पानी से पूरी तरह भरी होने पर 1.5 मी. स्थैतिजनिर्वात पर नापी जाती है। इस प्रकार के हैंड पंप को कास्ट आयरन एवं पिस्टन रॉड को माईल्ड स्टील से बनाया जाता है।

10.3.2 डीप वेल हैंड पंप : (गहरे कुएं के हैंड पंप)

आइ एस : 9301 ''डीपवेल हैंड पंप विशिष्टताएं (3 री पुनरावृत्ति)'' के अनुसार इस हैंड पंप का निर्माण किया जाता है। इस प्रकार के डीप वेल हैंड पंप को ''इंडिया मार्क II हैंड पंप'' के नाम से भी जाना है। इस प्रकार के हैंड का उपयोग 20 मी. से 50 मी. तक गहराई के कुएं से पानी निकालने हेतु किया जाता है। इससे अधिक गहराई पर इन पंप से पर्याप्त जल प्रवाह नहीं मिलता है।

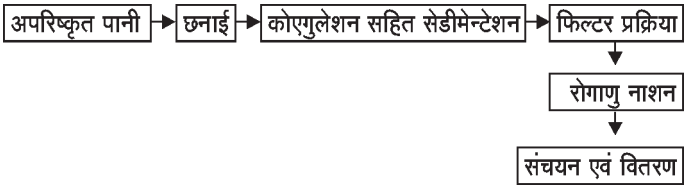
इस पंप के लिए जी. आई. पाईप आईएस : 1239 भाग (1) मध्यम दर्जा का सांकेतिक छिद्र माप (नॉमिनल बोर साइज) 150 मि.मी. होता है।

परीक्षण के समय, एक मिनट मे 40 लगातार स्ट्रोक, 1 मिनट में लगाने से 15 लीटर से कम पानी नहीं देना चाहिए। डिस्चार्ज टेस्ट के उद्देश्य के लिए 200 लीटर का पूरा ड्रम ले एवं पंप की पूरी तरह प्राईम होना चाहिए।

11. पानी का शुद्धिकरण–

मानव की खपत के लिए आपूर्ति किया जानेवाला जल शुद्ध होना चाहिए। पानी मानक गुणवत्ता आई एस : 10500 में अनुसार होनी चाहिए। साधनों से प्राप्त अपरिष्कृत पानी की मानकों की पुष्टि के लिए शुद्धिकरण की आवश्यकता होती है।

निम्नलिखित फ्लो डायग्राम में दर्शाये अनुसार पानी का शुद्धिकरण किया जाता है। (चित्र 10)



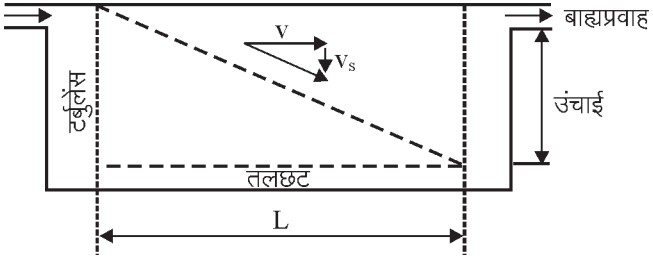
चित्र 10 : प्रकिया आरेख

11.1 छनाई (स्क्रीनिंग)

पत्तियों एवं टहनियों इत्यादि की सतह पर रोकथाम में स्क्रीन का उपयोग होता है। सामान्यात: 6 मि. मी. की जाली लगाई जाती है।

11.2 तलछटीकरण (सेडिमेन्टेशन)

बेसिन में सेडिमेन्टेशन द्वारा तैरते बड़े कणों को हटाया जाता है। जैसे ही पानी बेसिन में प्रवेश करताहै, प्रवाह गति कम हो जाती है और गुरुत्वाकर्षण के कारण, बड़े कण बेसिन के तल मे जमा हो जाते हैं। बेसिन के फर्श को अंत की ओर स्लोप दिया जाता है। बेसिन को इस तरह डिजाइन किया जाता है कि बड़े कण के आने पर वह बाहर जाने के पूर्व तली में जम जाए।



चित्र 11 : चित्र छटीकरण टंकी (सेडिमेन्टेशन टैंक)

यदि Q प्रवाह की दर है, समतल गति Q/A होगी जहाँ सेक्शेनल एरिया

A = चौड़ाई (w) X ऊंचाई (ht) है

इसलिए $V = Q/A = Q/Wh_t$

यदि सेटलिंग वेलोसिटी V_s है, तब बेसिन के तल में कण के बैठने के लिए समय $\frac{h_t}{V_s}$ सेकंड, उसी समय के दौरान कण समतल में L_t दूरी पार करता है।

अंत: $\frac{h_t}{V_s} = \frac{Lt}{V}$ $V_s = \frac{Vh_t}{L_t} = \frac{Q}{WL_t}$

जिसे सतह ओव्हर प्लो रेट भी कहा जा सकता है। V_s का मान, स्ट्रोक लॉ के उपयोग से ज्ञात कर सकते हैं।

$$V_s = \frac{g}{h_t}(p_s - p)d_p^2, \text{ रेनाल्ड नंबर } <0.5$$

जहां

g - गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण

p_s – कणों का घनत्व

p – पानी का घनत्व

h_t – सेडिमेंन्ट के उपर पानी की गहराई

L_t – टर्बुलेन्स जोन को छोड़कर टैंक की लंबाई

dp – कणों का व्यास

L – पानी की डायनामिक विस्कोसिटी

मिट्टी के महीन कणों (तैरते) को हटाना काफी समय लेता है अत: उन्हें हटाने के लिए फिटकरी मिलाना पड़ता है। जिससे कई छोटे कण

एक दूसरे से जुड़कर भारी हो जाए व जल्द सेटलिंग टैंक में जम सकें। छोटे कणों के आसपास के विद्युतीय आयन को अस्थिर करनेवाली रासायनिक तकनीक को कोएगुलेशन कहते हैं। इन स्थिर कणों के इकट्ठा होने के लिए धीमें मिलाने की प्रक्रिया को फ्लाक्कुलेशन कहते हैं।

फ्लाक्कुलेशन के लिये सामान्यत: एलम ($Al_2(SO_4)_3$) का उपयोग होता है।

फिटकरी (एलम) का उपयोग करने के लिए पानी का पी. एच.मान 4 से 7 के बीच होना चाहिए। एलम की मात्रा का निर्धारण फ्लाक्कुलेशन का प्रयोग कर पाता लगाया जाता है। यह सामान्यत: 0.03 से 0.13 ग्राम/लीटर होती है।

11.3 शुद्धिकरण

सेडिमेन्टेशन के पश्चात आनेवाले पानी को फिल्टर से गुजारा जाता है। फिल्टर दो प्रकार के होते हैं। रेत का धीमा फिल्टर एवं रेत का तेज फिल्टर। कुछ छोटे कार्य के लिए प्रेशर फिल्टर का उपयोग किया जाता है।

11.3.1 रेत का धीमा फिल्टर (स्लो सैंड फिल्टर)

यहाँ पर महीन एवं कम ग्रेडेड रेत की परतें होती है। सैंड का प्रभावी साइज (d_{10}), 0.2 से 75 मी. होती है।

इसे कम से कम 0.5 मी. किया जात सकता है। जब इससे होनेवाला हेड का नुकसान 60 से. मी ज्यादा होने लगता है तब इससे सफाई की आवश्यकता होती है। यदि पानी में टर्बुडिटी (Turbidity) 30 JTU से कम हो तो बिना सफाई केये करीब 6 सप्ताह तक चल सकता है। इस सफाई के लिए उपर की करीब 20–30 मि.मी. की रेत की परत को निकाल दिया जाता है।

रेत की परत 0.3 मी. मोटे ग्रेवल की परत के ऊपर होती है।–जो कि शीर्ष में 5 मि. म. इफेक्टिव साइज से नीचे 50 मि. मी. इफेक्टिव साइज

तक के आकार के होते हैं। स्लो सैंड फिल्टर की अनुमानित फिल्टरेशन दर 0.1 से .15 $m^3/m^2/hr$ ही है। इससे 99% शुद्धिकरण प्राप्त होता है।

11.3.2 रेत का तेज फिल्टर (रैपिड सैंड फिल्टर)

रैपिड सैंड फिल्टर भी रेत की तहों से बनाया जाता है। इसमें मोटी रेत का उपयोग होता है इसलिए पानी शुद्धिकरण की दर अधिक होती है। साधारणत: रैपिड सैंड फिल्टर की शुद्धिकरण की दर 4.8 से 6मी^{3} /मी^{2}/ घंटा है। रैपिड सैंड में उपयोग की गई रेत धूल रहित सख्त एवं अपघर्षित प्रतिरोधक एवं क्वार्टज या क्वारजाइट की होती है। जिसका 40% के हाइड्रोक्लोरिक एसिड में 24 घंटे डुबाने के पश्चात 5% से अधिक वजन कम नहीं होना चाहिए। 0.45 से 0.70 मि. मी. के प्रभावी आकार एवं एकरूपता गुणांक 1.3 से 1.7 वाली रेत रैपिड सैंड फिल्टर में उपयोग की जाती है। रेत के परत मोटाई 0.6 से 0.75 मी. होती है। जो 0.45 मी. मोटाई के ग्रेवल लेयर के ऊपर रहती है।

ग्रेवल की प्रभावी साइज 2 से 5 मि. मी. शीर्ष पर एवं 50 मि. म. निजले स्तर पर होती है। शुद्धिकरण संयंत्र में कम से कम 2 युनिट प्रदान किए जाने चाहि, इससे हर वक्त कम से कम 1 यूनिट फिल्टरेशन के लिए उपलब्ध होगा।

सामान्य बहाव के विपरित दिशा में पानी बहा कर रैपिड सैंड फिल्टर की सफाई की जाती है। पहले हवा 600–900 Ipm/m^2 की दर से 0.35 कि.ग्रा./से. मी^{2} के प्रेशर स 5 मिनट के लिए विपरीत दिशा में प्रवाहित करते हैं।

इसके बाद विपरीत दिशा में पानी प्रवाहित करके धूल को हटाते है। धुलाई का गंदा पानी नाली द्वारा बाहर निकाला जाता है। कुल फिल्टर्ड मात्रा का लगभग 2% पानी बैक वॉश में खत्म होता है। रैपिड सैंड फिल्टर से प्राप्त पानी में टर्बिडीटी 1 जेटीयू से अधिक नहीं होनी चाहिए। साफ फिल्टर में हेड में 0.15 से अधिक कमी नहीं होनी चाहिए। रैपिड सैंड फिल्टर द्वारा पानी की करीब 90% सफाई की जा सकती है।

11.4 पानी को रोगाणु–मुक्त करना

यह पानी उपयोग करने के पूर्व आर्गेनिक मेटर एवं बैक्टीरिया को खत्म करने की प्रक्रिया है। क्लोरीन, ओजेन एवं पराबैंगनी किरणों से ये काम सामान्यत: किया जाता है। जल प्रदाय संयंत्र में सामान्यत: क्लोरीन का उपयोग किया जाता है क्योंकि इसकी कीमत कम है।

11.5 क्लोरिनेशन का सिद्धांत

जिस पानी का क्लोरिनेशन करना हो उसके मटमैलेपन का साफ होना आवश्यक है। पानी के लिए आवश्यक क्लोरीन की गणना करना चाहिए। दिए गए पीएच मान व तापमान पर पानी मे प्रवाहित क्लोरीन की मात्रा व अपेक्षित समय के बाद बचे हुए क्लोरीन की मात्रा (जो कि साधारणतया 60 मिनट होता है।) के अन्तर को क्लोरीन की मांग कहते हैं। इसका अर्थ है कि क्लोरीन की वह मात्रा जो पानी में उपस्थित जीवाणु व उपस्थित कार्बानिक पदार्थो को नष्ट कर सके। जब पानी की क्लोरीन की आवश्यकता शेष नहीं रहती है उसे 'ब्रेक प्वाइंट' कहते हैं। यदि उसके बाद और क्लोरीन मिलाई जाए तो, मुक्त क्लोरीन HOCL व OCL के रूप से पानी मे उपस्थित होगी इसे फ्री क्लोरीन कहते हैं।

हाइपोक्लोरस एसिड एवं हाइपोक्लोराइ आयन दोनो रोगाणु नाशक है, परंतु हाइपोक्लोरस एसिड अधिक प्रभावी होता है। बैक्टीरिया एवं वायरस को मारने के लिए कम से कम 1 घंटा संपर्क में रखना आवश्यक है। क्लोरीन मिलाने के 1 घंटा के पश्चात ही पानी का उपयोग किया जाना चाहिए। संचयन एवं वितरण के दौरान जीवाणु के मिलने के वक्त यही शेष क्लोरीन सुरक्षा देती है।

पानी में उपस्थित जीवाणुओं के लिए आवश्यक क्लोरीन एवं 0.5 mg/1 की शेष क्लोरीन की जोड़कर आवश्यक क्लोरीन की मात्रा गणना की जाती है।

11.5.2 क्लोरिनेशन की पद्धति

बड़े पैमाने पर क्लोरीनेशन करने के लिए क्लोरीन, गैस के रुप में पानी में डालते है। यह सस्ती, तेज, दक्ष एवं लागू करने के लिए आसान पद्धति है। पानी में क्लोरीन डालने के लिए क्लोरिनेटिंग उपस्कर आवश्यक होता है।

क्लोरेमाईन क्लोरीन व अमोनिया का मिश्रण है। जो अधिक स्थायी शेष क्लोरीन प्रदान करता है। उनकी प्रतिक्रिया धीमी होती है। इसलिये यह पानी की अधिक दूरी तक पंपिंग एवं लंबे समय के संचयन के लिए उपयोगी है।

छोटे तौर पर पानी को रोगाणु रहित करने के लिए ब्लीचिंग पावडर ($CaOCl_2$) का उपयोग किया जाता है। जिससे सफेद एर्मोफस पावडर होताहै। जिसमें क्लोरीन की तीखी गंध होती है।

यह अस्थाई यौगिक है। जिसमें हवा, प्रकाश एवं नमी से लगातार क्लोरीन घटकों की कमी होती है। इसलिए इसे अंधेरे, ठंडे, सूखे जगह पर जंग रहित बंद डिब्बे में रखें। ब्लीचिंग पावडर के भंडार में क्लोरीन घटक की बार–बार जाँच करना चाहिए। करीब 2.5 ग्राम के अच्छे क्वालिटी के ब्लीचिंग पावडर से 1000 ली. पानी को रोगाणु रहित किया जा सकताहै। यह तकरीबन 0.7 mg की क्लोरीन एक लीटर पानी मे पैदा करेगा। नए बने ब्लीचिंग पावडर में 33% क्लोरीन उपस्थित होती है।

■ ■ ■

संकेताक्षरों की सूची

C. – हैजन एंड विलियम गुणांक

C.I. – कास्ट आयरन

d_p - कणों के डायमीटर (व्यास)

D_d. - पाइप का आंतरिक व्यास

$D_{10'}$ $D_{60'}$ D_{10} - Dx रेत का नामिनल आकार लिए x % पार पाऐंगे

e – ऊभरा हुआ खुरदुरापन

f – घर्षण गुणांक

g – गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण

G.I. – गेल्वनाईज्ड आयरन

h_l – माइनर लॉस

h_t – सेडिमेंट के उपर पानी की गहराई

H_l – हेड लॉस

H_r – टोटल हेड डिस्चार्ज एवं सक्शन हेड सहित मीटर में

k – प्रतिरोध गुणांक

L – पाइप की लंबाई

L_q – जल प्रवाह की दर (लीटर/ मिनट)

L_t – टर्बुलेंस जोन को छोड़कर टॅक की लंबाई

n_b – शाखाओं की संख्या

N – जोडो की संख्या

P – जांच के दौरान औसतन दबाव

q_3 – रिसाव की स्वीकार्य दर (से.मी.^{3}/घंटे)

Q – जल प्रवाह की दर

r – पाइप की परिमिति

R – हाइड्रॉलिक रेडियस

Ry – रेनाल्ड्स नंबर

S – हाइड्रॉलिक ग्रेडिएंट

V – पानी का वेग

Vs – नीचे बैठने की दर

w – पानी के टैंक की चौड़ाई

w – पंप की अश्वशक्ति

ρ – पानी का घनत्व

μ – पानी की डायनामिक विस्कोसिटी

■ ■ ■

सुझाव के लिए कृपया लिखिए
mail@iricen.gov.in

प्रकाशक

भारतीय रेल सिविल इंजिनियरिंग संस्थान, पुणे 411001

डिझाईन

हुमा ॲडस्, पुणे

मुद्रक

कल्याणी कॉर्पोरेशन, सदाशिव पेठ, पुणे – 411030.

किमत ₹ 30/-