जल विज्ञान एवं जल संसाधन

पर

प्रथम राष्ट्रीय जल संगोष्ठी

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान
जलविज्ञान भवन, रुड़की- 247667 (उत्तराखंड)
फोन:- 01332-272106, फैक्स:- 01332-272123,
Email: nihmail@nih.ernet.in, Web: www.nih.ernet.in

जलविज्ञान एवं जल संसाधन
पर राष्ट्रीय संगोष्ठी
15-16 दिसम्बर, 1995, रूड़की

रासायनिक प्रक्रम उद्योगों में जल संरक्षण, अपशिष्ट जल-न्यूनीकरण और जल पुनर्चक्रण

इन्द्रमणि मिश्र

सारांश

इस प्रपत्र में रासायनिक प्रक्रम उद्योगों में जल के उपयोग की प्राचीन मान्यताओं तथा प्रदूषण नियंत्रण कानूनों के अधीन बने मानकों तथा नियमों के अनुसार ज़ल के खपत के न्यूनीकरण और जल संरक्षण की विधियों की चर्चा की गई है। विभिन्न उद्योगों में अपशिष्ट जल के उपचार ओर शोधन के बाद उसके पुर्नप्रयोग/पुनर्चक्रण को भी दर्शाया गया है जटिल प्रक्रमों/संक्रियाओं मे अपशिष्ट जल के न्यूनीकरण हेतू ऊष्मा विनिमायिमों के जाल के लिए विकसित पिंच तकनीकी का प्रयोग कैसे किया जाय, इसका भी वर्णन किया गया है।

भूमिका

रासायनिक प्रक्रम उद्योंगों में जल एक महत्वपूर्ण पदार्थ है जिसका उपयोग प्रक्रम, शीतलन, बॉयलर भरण, स्वच्छता, पेय तथा विविध प्रयोगों में किया जाता है। जल की उपलब्धता तथा प्रयोग करों और बहा दो'' के सिद्वान्त को अपनाने के कारण प्रक्रम उद्योगों में जल के उपयुक्त उपयोग की ओर पूर्व घ्यान नही दिया जाता था। भूजल या भूपृष्ठ जल का मूल्य भी इतना कम था और मलिन/अपशिष्ट जल की मानक गुणवत्ता के पालन में ढिलाई बरतने के कारण जल के उपयोग और मलिन/अपशिष्ट जल की मात्रा के बारे में भी बहुत कम नियंत्रण था। समस्या केवल रेगिस्तानी/अर्ध रेगिस्तानी अथवा उन क्षेत्रों में थी जहॅा पर पानी की उपलब्धता अत्यल्प थी और सुदूर स्रोत से पानी के निष्कर्षण और परिवहन का मूल्य बहुत अधिक था। ऐसे क्षेत्रों में जल के न्यूनतम अथवा इष्टतम उपयोग पर काफी बल दिया गया और अपशिष्ट जल के समुचित उपचार/शोधन के बाद/कुछ क्षेत्रों में उनके पुनः प्रयोग पर भी ध्यान दिया गया।

भारत में जल (प्रदूषण निवारण और नियंत्रण) अधिनियम, 1974 और पर्यावरण (संरक्षण) अधिनियम, 1986 तथा उनके अधीन निर्मित नियमों/विनियमों के लागू हो जाने के बाद रासायनिक प्रक्रम उद्योगो में जल के उपयोग ओर दूषित जल के विसर्जन के बारे में कुछ सोच प्रारंभ हुई। केन्द्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड ने विभिन्न प्रक्रमों/उद्योगों के लिए न्यूनतम राष्ट्रीय मानक (मीनास) का निर्धारण कर जल के उपयोग की मात्र प्रक्रम में उत्पाद या कच्चे माल की खपत के आधार पर विनिश्चित कर दी। इनके साथ ही विभिन्न प्रमुख उद्योंगों से उत्सर्जित जल में विभिन्न अवयवों (प्रदूषकों) की सकल मात्र भी विनिश्चित कर दिए गए। जल अधिभार आधिनियम, ओर उत्सर्जित जल की गुणवत्ता के मानक 1977 ओर उसमें 1991 में किए गए संशोधन के बाद उक्त, अधिनियम की अनुसूची। को दिए गए उद्योंगो/प्रक्रमों में अनुसूची–II में दर्शाए गए विभिन्न उद्‌देश्यों के लिए होने वाले जल की मात्र पर अधिभार की अधिकतम सीमा भी निर्धारित की गई हैं। इसी के साथ अब प्रत्येक उद्योग का प्रत्येक वित्तीय वर्ष के अन्त तक का पर्यावरण–आडिट रपट भी जमा करनी होगी।

प्रोफेसर, रा... ़निक इंजीनियरी विभाग, रूडकी विश्वविद्यालय, रूडकी– 247667

उपर्युक्त के संदर्भ में अब सभी प्रक्रम उद्योगों में 'जल–सन्तुलन' और सभी सम्भावित प्रक्रमों/बिन्दुओं पर जल की खपत और मलिन जल के जनन पर भी ध्यान देना आवश्यक हो गया है। चूंकि मलिन जल के उपचार/शोधन पर होने वाला अनावर्त्ती और आवर्ती व्यय सम्पूर्ण प्रचालन व्यय का एक महत्वपूर्ण अंश होता है, अतएव मलिन/अपशिष्ट जल के जनन के न्यूनीकरण को अब बहुत महत्व दिया जाने लगा है।

अपशिष्ट जल का न्यूनीकरण-अत्यत महत्वपूर्ण

भू–पृष्ठ जल में प्रदूषकों के विसर्जन को समाप्त करने के उद्देश्य से संयुक्त राज्य अमरीका की विनियमापक एजेन्सी "राष्ट्रीय प्रदूषण उत्सर्जन उन्मूलन तंत्र (एन. पी. डी. ई. एस.)" ने शून्य विसर्जन" के सिद्वान्त की अवधारणा की है। इसदिशा में प्रक्रम अभिकल्पकों और इंजीनियरों को सहायता पहुँचाने की दृष्टि से अमरीकी रासायनिक इंजीनियरी संस्थान (ए. आई. सी. एच. ई.) का अपशिष्ट न्यूनीकरण प्रौद्योगिकी केन्द्र जल उपयोग के लिए एक प्रायोगिक निदश्नी (गाइड) का विकास कर रहा है।

अपशिष्ट जल का न्यूनीकरण तभी संभव हैं जब वाह्य जल के उपयोग में कमी हों, अपशिष्ट जल के जनन–बिनदुओं की पूरी तरह जॉच–पड़ताल हो और अपशिष्ट जल को समुचित उपचार/शोधन के बाद गुणवत्ता के आधार पर उपचारित जल का पुनर्चक्रण और पुनः उपयोग सुनिश्चित किया जाए।

सारणी –1 में विभिन्न प्रक्रमों में संभावित उपयोाग के लिए जल को वर्गीकृत किया गया है। सारिणी–2 में अपशिष्ट जल के जनन बिन्दुओं/स्रोतों को इंगित किया गया है।

यदि प्रक्रमों में कोई बाधा न आए तो अपशिष्ट जल सीधे दूसरे संक्रियाओं में प्रयोाग में लाया जा सकता है। अन्यथा विभिन्न निर्दिष्ट प्रक्रमों के लिए उपयुक्त गुणवत्ता वाले जल के आधार पर अपशिष्ट जल का विभिन्न अभिलक्षणों के लिए उपचार किया जा सकता हैं और उपचारित/आंशिक उपचारित जल को उन निर्दिष्ट प्रक्रमों में प्रयुक्त किया जा सकता है। अपशिष्ट जल को ताजा जल या अन्य प्रक्रमों के अपशिष्ट जल के साथ मिश्रित कर भी उपयोग में लाया जा सकता है। शीतलन जल और वॉयलर–भरण जल के लिए सामान्यतया कुछ जल का अवधमन कर, ताजा/उपचारित जल के साथ मिश्रित कर उसकी मात्र तथा गुणवत्ता संतुलित की जा सकती है। अपशिष्ट जल से संदूषकों को हटाकर पुर्नजनित कर शुद्व जल को पुनःचक्रित किया जा सकता है। ऐसी अवस्था में पुनर्चकित जल उसी प्रक्रम में प्रयुक्त होता हैं जिसमें यह पहिले प्रयुक्त हुआ था।

अपशिष्ट जल का न्यूनीकरण प्रक्रम में पूर्व प्रचलित जल उपयोग की विधाओं के आधार पर भी किया जा सकता है। उदाहरणार्थ, जल सील पम्प को हटाकर यांत्रिक सील पम्प लगाने से पानी की खपत काफी घट जाए जो प्रक्रम कुंड से होकर अपशिष्ट जल उपचार/शोधन संयंत्र में भेजा जाएगा। इसी तरह संयंम–क्षेत्र में सफाई हेतु पानी से धोने की बजाए सूखे झाड़ू से सफाई करने और उत्पाद/कच्चे माल का पुर्नप्रयोग करने से अपशिष्ट जल की मात्र और प्रदूषण–भार में काफी कमी आ सकती है।

स्रोत सामानयन (कमी करने) में ऐसी पद्वतियां सम्मलित है जो प्रक्रम में ही जल के प्रयोग में कमी या उसका पूर्णतया उन्मूलन कर सकती है। जैसेः प्रतिप्रवाही प्रसालन/निष्कर्षण, कम मलिन/कम प्रदूषित जल का प्रक्षालन में उपयोग, उपचारित अपशिष्ट जल का प्रक्षालन, मार्जन में उपयोग, वायु प्रदूषण नियत्रण में शुष्क विधि का उपयोग, इत्यादि।

जल पुनर्चक्रण विधि प्रक्रम संशोधन के साथ काफी उपयुक्त पाई गई है। सारिणी–3 में कतिपय भारतीय प्रक्रम उद्योगों में प्रक्रम संशोधन द्वारा जल पुनर्चक्रण के उदाहरण दिए गए है। इसी तरह जल संरक्षण और अपशिष्ट जल न्यूनीकरण संदूषणों के सांद्रण एंव उनके प्रकार के आधार पर संपृथकित उपचार विधि से भी किया जा सकता है।

सारिणी-1 प्रक्रम उद्योगों में जल का उपयोग

कच्चे माल के रूप में, यथाः भारी जल, हाइड्रोजन आक्सीजन (विद्युत–अपघटन द्वारा), एसीटलीन इत्यादि उत्पादों में अभिकारक या माध्यमिक उत्पाद के रूप में।

' उत्पादों के संदूंपण में, यथाः प्रक्षालन, निस्कर्षण, पृथ्ककरण इत्यादि।

' उच्च–शुद्वता वाला जल, यथाः बॉयलर भरण जल, प्रयोग–शालाओं की विभिन्न संक्रियांओं, सामान्य प्रक्रम और इलेक्ट्रानिकी उपकरणों/उद्योग में प्रयुक्त होने वाला जल

' सामान्य संयंम–सेवा जल, यथाः अग्निशमन, अनुरक्षण एंव रख–रखाव, स्वच्छता सेवा, बैरोमेट्री द्रवणिम, पम्प सील इत्यादि में प्रयुवत होने वाला जल

' शीतलन जल, यथाः सीधा संपक्र या अप्रत्यक्ष संपक्र द्वारा उष्माविनिमयिम, द्वारा शीतलन। इसमें उष्मा विनियियम, द्रवणिम, टर्बाइन, मोटर माध्यमिक शीतलन (वायु/गैस संपीडन में)

'कच्चे माल/उत्पाद/अपशिष्ट के परिवहन, प्रक्षालन, यथाः विभिन्न अयास्कों, कोयलना, बायॅलर राख, इत्यादि के परिवहन, गन्ने की धुलाई/पेरे गए गन्ने से अवशिष्ट रस के निष्कर्षण हेतु

' प्रदूषण नियत्र्ण हेतु, यथाः वायु प्रदूषकों के मार्जन में, प्रदूषित जल के तनुकारक के रूप में, संयम के विभिन्न पृष्ठों की सफाई हेतु तथा त्वरित गतिशील अभि क्रियाओं, आपात्कालीन स्थितियों के नियंत्र्ण हेतु

सारिणी-2 प्रमुख संयमों से अपशिष्ट जल के जनन बिन्दु

' उत्पाद और निर्माण संक्रियाओं से
- – उत्पादों के अधिप्लावन (छलकने) को धोने तथा प्रक्षालन से (यथा चीनी उद्योग के शीरे के अधिप्लावन में)
- – रिएक्टरों एंव अन्य प्रक्रम यंत्रों पात्रों की सफाई इत्यादि
- – आसवन के तलावशेष से (यथा अल्कोहल आसवन के बाद बचे भुक्त शेष धोवन स्पेन्टवॉश)
- – जलीय विलयमों से आसवन निष्कर्षण के पश्चात बचे अवशेष जल से

उपयोगिता एंव समर्थन संक्रियाओं से
- – बॉयलर तथा उष्मा पुनः प्राप्ति माप जनक के अवधमन से
- – शीतलन स्तंभ/टॉवर के अवधमन से
- – प्रदूषण मार्जन के अवधमन से
- – शीतलन जल के स्नोहंको/ग्रीज/तैलीय पदार्थो के मिश्रण से
- – ऑयन विनिमय प्रक्रियाओं के अवधमन से/ विनिमय रेजिन के पुनर्जनन से
- – निर्वात/भाप–उद्गिरकों से
- – जल के उपचार संचम के अवशेष/अपशिष्ट से
- – कैटीन/बॅायलरों (प्रसाधनों) के अपशिष्ट/प्रदूषित जल से

वर्षा जल से
- – वर्षा जल के संयम अपशिष्ट जल के मिश्रण से
- – दूषित वर्षा जल

सारिणी- 3

भारतीय उद्योगों में प्रक्रम संशोधन द्वारा जल-पुनर्चक्रण के उदाहरण

	उद्योग	प्रक्रम	संशोधन
1.	घातु पट्टन	प्रक्षालन	प्रति प्रवाही प्रक्षालन
2.	लुगदी एंव कागज	(क) लुगदी प्रक्षालन	अविरंजित लुगदी को निस्तारित जल से दाबा–प्रक्षालन
		(ख) विंरजन	निस्यन्दित पश्च–जल का विरंजन जल के निमार्ण में उपयोग।
3.	चीनी/एल्कोहल उद्योग	(क) शीतलन	शीतलन जल का बन्द तंत्र में पुनर्चक्रण
		(ख) गन्ने की पेराई	प्रति प्रवाही प्रक्षालन जिसमें माध्यमिक एंव प्रारम्भिक प्रक्षालन रस से तथा अंतिम प्रक्षालन जल से हो
4.	कपड़ा उद्योग	(क) मरसराइजिंग/ मुद्रित कपडें प्रक्षालन	प्रति प्रवाही प्रक्षालन
		(ख) रंजन	जड प्रक्षालन, बाथ का पुनर्प्रयोग
		(ग) मुद्रण	प्रक्षालन जल का पुनर्प्रयोग
		(ध) शीतलन	बंद तन्त्र द्वारा जल का पुनर्प्रयोग

सारिणी-4

सकल अपशिष्ट जल के उपचार के उपरान्त जल का पुर्नप्रयोग एवं पुर्नचक्रण

क्रम	उद्योग	पुर्नप्रयोग/पुर्नचक्रण प्रौद्योगिकी
1.	धातु पट्टन/ चमड़ा/कपड़ा/ खाद्य प्रसंस्करण	भौतिक रासायनिक उपचार
2.	खाद्य तेल	भौतिक रासायनिक उपचार
3.	उष्मा विद्युत संयंत्र	(क) शीतलन स्तम्भ के अवधमन का निस्पंदन और मृदुलन (ख) राख को ठिकाने लगाने में अवधमन का प्रयोग (ग) राख–तालाब के वाहि प्रंवाही जल का भैतिक–रासायनिक उपचार

सरिता संपृथकन और उपचारः सरिता–समुच्चय उपचार से अधिक उपयोगी पाया गया है। फिर भी कुछ उद्योगों में सपुच्चय–उपचार विधि का प्रयोग जल के पुनः उपयोाग और पुनर्चक्रण के लिए किया जा रहा है। सारिणीर–4 में ऐसी कुछ विधियों का वर्णन किया गया है।

अपशिष्ट जल का न्यूनीकरण-वैज्ञानिक पद्वति

टकामा एंव अन्य (1980), एलन्हलवागी एंव मैनाउलीआउथेकिस (1989, 1990 क, ख) और एल–हलवागी एंव अन्य (1992) ने प्रक्रम उद्योगों में अपशिष्ट जल के न्यूनीकरण हेतु कई विधियों का विकास किया है। इन विधियों में (1) सभी सम्मानित पुनः उपयोग और पुनर्जनन अवसरों के लिए सुपर संरचना को जन्म देकर उसका इस्टतमीकरण करना और घाटें के फीचरों को अभिकल्प से निकालना (2) उष्मा विनिमयिमों की व्यूह रचना के आधार पर सान्द्रित प्रक्रम सरिताओं के समुच्चय और तनु सरिताओं के समुच्चय के बीच द्रव्य विनिमयन (लिन हॉफ एंव हिन्द्रमार्श) (1983) की विधियॉ सम्मिलित है। वांग एंव स्मिथ (1994) ने प्रक्रम उद्योगों में अपशिष्ट जल के न्यूनीकरण के लिए एक सामान्य विधि का वर्णन किया है।, जिसमें लक्ष्य का पहिले निर्धारण किया जाता है जिससे जल के पुर्नप्रयोाग का आधित्मीकरण होता है। यह विधि द्वारा द्रव्य अंतरण चालक बल, व्यवरोधों को भी समाहित करने की क्षमता रखती है।

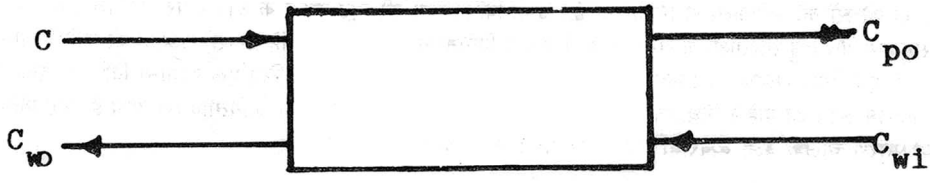
एकल संदूषण हेतु न्यूनतम अपशिष्ट जल का लक्ष्य

निम्र जल–उपयोग संक्रिया पर ध्यान दें जो चित्र 1 (क) में दर्शाया गया है । इसमें प्रक्रम पदार्थ का जल से संबंध होता है जिससे पदार्थ में संदूषण की हानि और जल में संदूषण की वृद्वि होती है। चित्र 1(ख) में इस विधि का निरूपण किया गया है जिसमें संदूषण की सांद्रता के विरूद्व संदूषण की मात्र का विचरण दर्शाया गया है। इस चित्र में संदूषण की अतंर्गम और निर्गम सांद्रता प्रक्रमी की आवश्यकतानुसार निर्धारित की गई है, उसी तरह संदूषक की मात्रा भी निधारित की गई है। चित्र 1(ख) में द्रव्य अतंरण की आवश्यकता को संतुष्ट करने हेतु अंतर्गम और निर्गम जल सरिताओं में संदूषक की सांद्रता का एक संभावित संयोजन दिखाया गया है। इससे जल प्रवाह की दर भी निर्धारित हो जाती है। निश्चित है कि विभिन्न जल प्रवाह दरों तथा संदूषकसांद्रताओं के संयोजन से इस समस्या का समाधान हो सकता है। (देखिए चित्र 1–ग)।

अन्य संक्रियाओं से इस संक्रिया में जल के पुर्नप्रयोग की संभावना का अधिकतमीकरण करने हेतु, हमें अंतर्गम जल के अधिकतम संदूषक सान्द्रता का निर्धारण करना होगा । तत्पश्चात अधिकतम निर्गम सान्द्रता का निर्धारण करने से अधिकातम अन्तर्गम सान्द्रता स्तर पर न्यूनतम जल प्रवाह दर का निर्धारण हो जाएगा। (देखिए चित्र 1घ) । इस चित्र में दिखाए गए जल प्रोफाइल का उपयोग अन्तिम अभिकल्प में करना आवश्यक नहीं है। यह मात्र एक सीमांनत दशा का प्रतिनिधित्व करता है। इसलिए हम इसें 'सीमांत जल प्रोफाइल' का नाम देंगे। कोई भी जल आपूर्ति लाइन जो इस प्रोफाइल से नीचे हैं, प्रक्रम की आवश्यकताओं की पूर्ति करेंगी। चित्र 1–द में जल आपूर्ति लाइनों के दो उदाहरण दिए गए हैं जो प्रक्रम की आवश्यकताओं को संतुष्ट करते है।

यदि कई प्रक्रमों/संक्रियाओं में प्रयुक्त जल जिनके अंतर्गम और निर्गम संदूषक–सान्द्रताएं सात है और जिनके अलग–अलग जल प्रवाह है और सकल संदूषक–मात्रए भी ज्ञात है। में अपविष्ट जल का न्यूनीकरण निम्नानुसार किया जा सकता हैः

(क) पहिले प्रत्येक संक्रिया के लिए अंतर्गम मात्रा शून्य मानकर निर्गम सान्द्रता और संदूषक मात्र प्रवाह दर (किग्रा0 प्रति एकक काल) के बीच रैखिक सम्बन्ध मानकर ग्राफ खीचतें है। इन ग्राफों को संबधित संक्रिया की "जैल आपूति लाइन" मानते है।



चित्र ।(क) : एक जल प्रयोगी प्रक्रम

निर्देश :

C = संदूषक का सान्द्रण

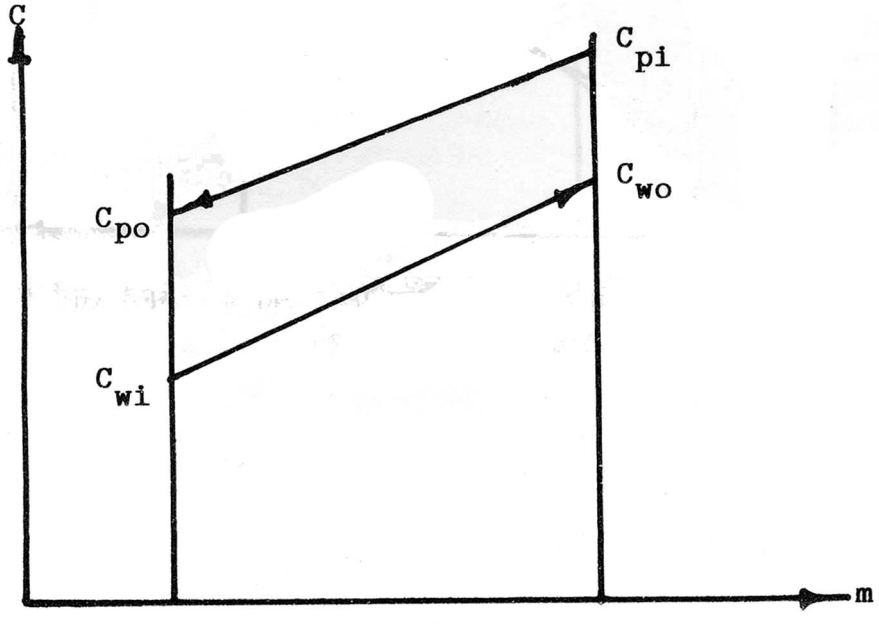
m = संदूषक की मात्रा दर

C_p = प्रक्रम सरिता में संदूषक का सान्द्रण

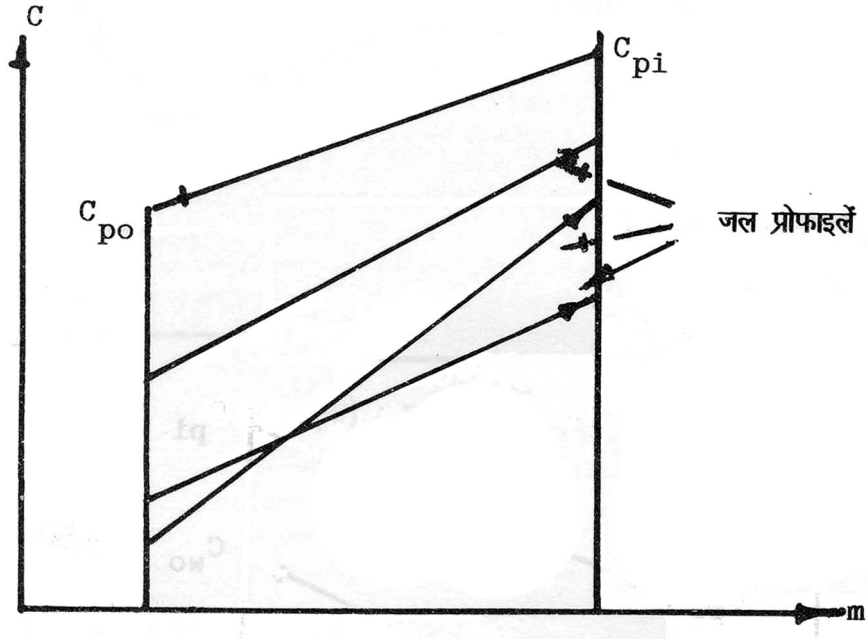
C_w = जल सरिता में संदूषक सान्द्रण

i = अंतर्गम

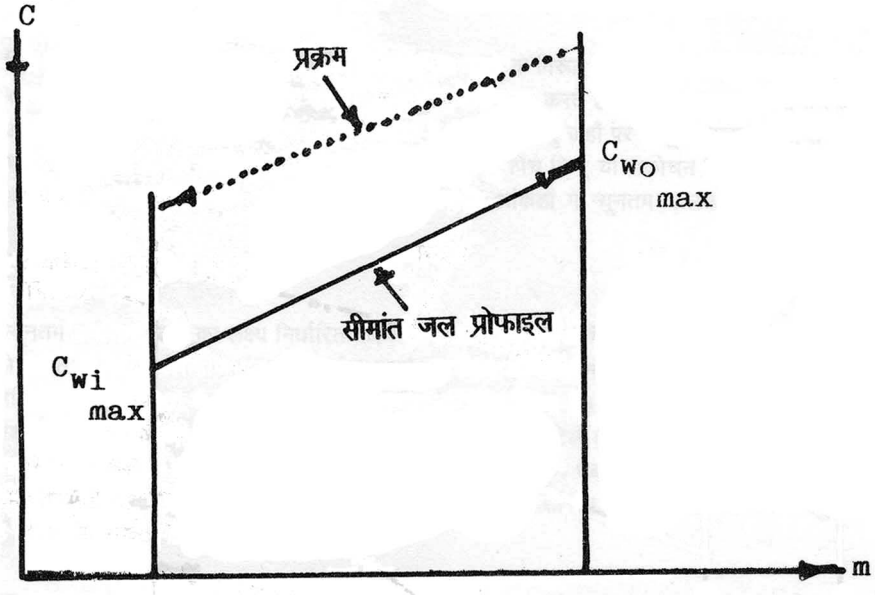
o = निर्गम



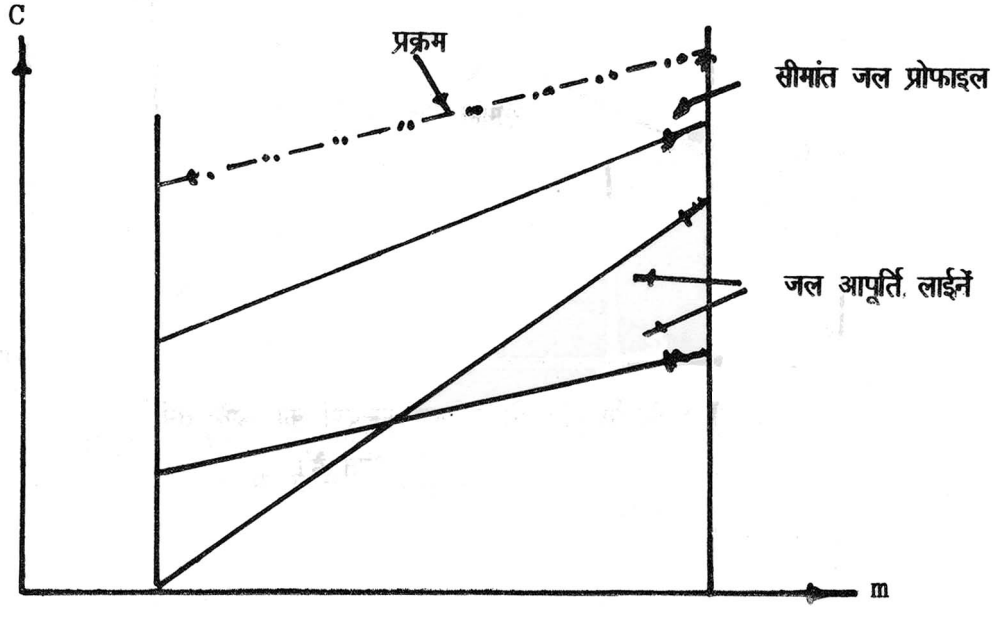
चित्र ।(ख) : एक जल प्रयोजी प्रक्रम जिसमें सान्द्रता (C) और संदूषक अंतरण की मात्रा (m) दर्शायी गयी हैं।



चित्र । (ग) : जल में संदूषक और जल प्रवाह गति के विभिन्न स्तरों से एक ही प्रश्न का हल संभव है।



चित्र । (घ) : अंतर्गम और निर्गम जल सान्द्रण का अधिकतमीकरण जिससे सीमांत जल प्रोफाइल परिभाषित है।



चित्र । (ड.) : कोई जल आपूर्ति लाइन, जो सीमांत जल प्रोफाइल के नीचे है, प्रक्रम की आवश्यकताओं की पूर्ति करता है।

(ख) सकल दृष्टि से जल प्रवाह की दर को न्यूनतम बनाने हेतु हम एक सीमान्त मिश्र वक्र का निमार्ण करते है जिसमें हमें यह ज्ञात होता है कि संपूर्ण तंत्र का व्यवहार कैसा होगा यदि वह एकल जल उपयोग प्रक्रम होतौ इस सिद्वान्त का प्रतिपादन सर्वप्रथम एल–हलवागी एंव मानौतिओथैकिस (1989) ने तापक्रम–एन्थैल्पी मिश्र वक्रों के लिन्हाफ एंव अन्य (1979) के आधार पर किया था। सीमान्त मिश्र वक्र प्रत्यक्ष रूप में सभी प्रक्रम व्यवरोधों को समाहित करता है।

(ग) फिर जल आपूर्ति लाइन तथा सीमान्त मिश्र वक्र का एक दूसरे के विरूद्व सुमेलन करते है। आपूर्ति लाइन के अंतर्गत सान्द्रण को शून्य मानकर हम निर्गम सान्द्रण का अधिकतमीकरण करते है। जिससे ताजा जल प्रयोग और इसलिए अपशिष्ट जल जनन, दोनो का न्यूनीकरण हो जाता है। वे सभी बिन्दु जहाँ पर आपूर्ति लाइन सीमान्त जल प्रोफाइल को स्पर्श करती है, पर संकोचन (पिंच) होता है और ये बिन्दु पिंच बिन्दु या संकोचन बिन्दु' कहलाते है। एंसं बिन्दु पर द्रव्य अंतरण चालन बल न्यूनतम हो जाता है क्योकि आंकडों में न्यूनतम चालन बल समाहित है।

न्यूनतम अपशिष्ट जल हेतू अभिकल्पन

न्यूनतम अपशिष्ट जल का लक्ष्य निर्धारित करने के पश्चात हम ऐसे अभिकल्पन विधि का वर्णन करेंगे जिससे इस लक्ष्य की प्राप्ति हो सके। लिन्हॉफ एंव हिंडमार्श (1983) के 'पिन्च अभिकल्पन विधि' का परिष्कृत प्रयोग एल–हलवागी एंव मनौसिऔथैकिस (1990) में अपशिष्ट जल न्यूनीकारण के लिए किया है। इन्होने गणितीय प्रोग्रामन का प्रयोग कर जाल संश्लेषण की स्वचालित विधि का विकास किया है जिससे अति जटिल जाल का भी हल निकाला जा सकता है। वांग और स्मिथ (1994) ने इस हेतु दो विधियों का विकास किया हैं जिसमें एक में चासन बल को अधिकतमीकरण और दूसरे में जल स्रोतों की संख्या के न्यूनीकरण द्वारा अभिकल्पन किया जाता है। इन विधियों का प्रयोग बहु–संदूषकों के लिए भी किया जा सकता है।

अपशिष्ट जल का पुनर्जनन/पुर्नप्रयोग/पुनर्चक्रण

अपशिष्ट जल के पुनर्जनन हेतु कई प्रक्रमों का प्रयोग किया जा सकता है। इनमें भौतिक, रासायनिक और जैविकीय विधियॉ भी सम्मिलित है, जो अकेले या एक–दूसरे के साथ प्रयुक्त होती है। वांग एंव स्मिथ (1994) ने पुनर्जनन, पुर्नप्रयोग पुनर्चक्रण हेतु 'पिंच तकनीकी' का विकास किया है जो एकलन्तथा वटु संदूषकों के लिए भी प्रयुक्त हो सकती है। ऐसा पाया गया है कि पिंच सान्द्रण बिन्दु पर जल के पुनर्जनन से जल प्रवाह का न्यूनीकरण हो सकता है।

उपसंहार

एकल प्रक्रम, बहुप्रक्रम, एकल संक्रिया बहुसंक्रियाओं में एकल संदुषकों या बहु संदुषकों की उपस्थिति में जल के उपयोग तथा अपशिष्ट जल के न्यूनीकरण और विविध प्रक्रमों/विधियों द्वारा अपशिष्ट जल के उपचार से उसका पुनर्जनन तथा पुनप्रयोग या पुनर्चक्रण एक अति महत्वपूर्ण क्षेत्र है जिसका प्रयोग 'मीनास' के निर्धारण के बाद अनिवार्य हो गया है। समय साध्य और कष्ट साध्य विधियों के स्थान नर अब सैद्वान्तिक रूप में साल विधियों का प्रयोग कर ऐसा जाल बनाया जा सकता हैं जिससे 'पिंच तकनीक' का उपयोग कर जल प्रयोग तथा अपशिष्ट जल के जनन का न्यूनीकरण हो सके और 3सी प्रक्रम में या अन्य प्रक्रमों/संक्रियाओं में पुनर्जनित जल का पुनः प्रयोग या पुनर्चक्रण किया जा सके।

संदर्भ

रोजेन, राबर्ट, एम, केमिकल इंजीनियरिंग प्राग्रेस, 18–35, अप्रैल (1993).

मिश्र, इन्द्रमणि, ''स्पेशलिस्ट कोर्स आन वाटर यूज एण्ड मैनेजमेंट इन केमिकल इंडस्ट्रीज'', दि इंस्टीय्यूशन ऑफ इंजीनीयर्स (इण्डियां), रूडकी स्थानीय केन्द्र 62–90ए (1994.)

टकामा, एन. एंव अन्य, कम्पयूटर्स इन कैमिकल इंजीनियरिंग, 4, 251–258 (1980.)

एल–हलवागी, एम. एम. एंव मनौसिऔथैकिस, वी., ए. आई. सी. एच. ई. ज., 35 1233–1244 (1989.)

----------केमिकल इंजीनियरिंग साइन्स, 9, 2813–2831 (1990क).

----------, ए. आई. सी. एच. इ. ज. 36, 1209–1219.

एल–हलवागी, एम. एम. एंव अन्य, ट्रासै. इस्टी. केमि. इंजीनियर्स, पार्ट बी., 70, 131–130 (1992).

वांग, वाई. पी. एंव स्मिथ, आर. केमिकल इंजीनियरिंग सांइस, 49, 981–1006 (1994).