

System zabezpieczania zakładów produkcji wody stosujących chlorowanie przed skutkami awarii chlorowej

Piotr Tatoj, Jerzy Waluś
OBR „Barwent” Katowice

1. Wstęp

Ze względu na swoje własności chlor należy do najbardziej toksycznych substancji używanych w gospodarce. Stosuje się go dość powszechnie jako surowiec w przemyśle do produkcji związków organicznych i nieorganicznych. Jednym z ważniejszych procesów, w których znajduje zastosowanie, jest proces dezynfekcji wody w technologii produkcji wody pitnej.

Chlor jest transportowany i magazynowany w postaci ciekłej w butlach o zawartości 50 kg lub beczkach o zawartości 500 lub 1000 kg. Do transportu chloru ciekłego używa się również system kolejowych.

Przeciętnie w średniej wielkości zakładzie produkcji wody pitnej jednorazowo znajduje się 1500 kg ciekłego chloru. Do produkcji chlor pobierany jest z pojemników magazynowych w fazie ciekłej lub gazowej. W wypadku awarii urządzeń technologicznych chlor przedostaje się w sposób niekontrolowany do otoczenia, stwarzając olbrzymie zagrożenia dla ludzi i środowiska.

Chlor działa szkodliwie na człowieka zarówno wewnątrz jak i zewnętrznie. Z tego względu w odpowiednich przepisach przyjęto, że w powietrzu w pomieszczeniach zamkniętych i na stanowiskach pracy najwyższe dopuszczalne stężenie chloru (NDS) może wynosić maksymalnie $1,5 \text{ mg Cl}_2/\text{m}^3$ powietrza (NDSCh – $9 \text{ mg Cl}_2/\text{m}^3$). Należy również mieć na uwadze, że przy stężeniu $120\div 150 \text{ mg Cl}_2/\text{m}^3$ w ciągu około 15 min. następuje śmierć człowieka, a przy stężeniu około $3000 \text{ mg Cl}_2/\text{m}^3$ śmierć jest prawie natychmiastowa.

Dla lepszego zobrazowania niebezpieczeństwa przedstawiono dane dotyczące objętości ciekłego i gazowego chloru wystarczające, aby w pomieszczeniu o kubaturze 100 m³ (5m×5,7m×3,5m) uzyskać założone stężenie.

Tabela 1. Ilość ciekłego lub gazowego chloru powodująca wystąpienie określonych stężeń w pomieszczeniu o kubaturze 100 m³ w temperaturze 20°C i ciśnieniu 1013 hPa

Table 1. Concentrations caused by given amount of gas or liquid chlorine at 20°C, under pressure of 1013 hPa and in the room of capacity 100 m³

Stężenie [mg Cl ₂ /m ³]	Ilość chloru [cm ³]	
	Chlor ciekły	Chlor gazowy
1,5	0,10	47
120	8,17	4000
3000	20,44	10000

Jak z powyższego zestawienia wynika, wpływ nawet niewielkiej ilości ciekłego lub gazowego chloru do pomieszczenia powoduje śmiertelne zagrożenie dla przebywających w nim ludzi.

Zagrożenie jest tym większe, że operacje technologiczne z chlorem odbywają się przy zwiększonym ciśnieniu panującym w pojemnikach, w których jest on przechowywany i jakiegokolwiek ich uszkodzenie powoduje wyrzut chloru do pomieszczenia, co w konsekwencji prowadzi do bardzo szybkiego jego rozprzestrzenienia w całej objętości pomieszczenia.

Chlor ze względu na swoje własności fizyko-chemiczne jest również bardzo niebezpieczny w środowisku zewnętrznym powodując niszczenie i zabicie flory i fauny, jak również naruszenie infrastruktury technicznej. Mając na uwadze działanie chloru na ludzi i środowisko, technologie w których używany jest chlor winne być wyposażone w systemy zabezpieczające przed niekontrolowaną emisją chloru do środowiska w wypadku wystąpienia awarii instalacji, w której chlor stanowi medium.

W zakładach produkcji wody pitnej sprawę tę reguluje Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 27.01.1994r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu środków chemicznych do uzdatniania wody i oczyszczania ścieków (Dz. U. Nr 29 z 1994 r. poz. 73.)

2. Zakłady Produkcji Wody – wymagania i warunki zapewnienia bezpieczeństwa dla ludzi i środowiska

Z zebranych informacji literaturowych i doświadczeń własnych autorów wynika, że największe niebezpieczeństwo wydostania się chloru do otoczenia przy produkcji wody występuje przy:

- pracach transportowych związanych z przemieszczaniem pojemników z chlorem,
- próbach otwarcia zabezpieczonych zaworów na butlach lub beczkach z chlorem,
- rozszczelnieniu armatury i przewodów, którymi jest transportowany chlor do chloratorów,
- rozszczelnieniu odparowników chloru i chloratorów.

W celu zapewnienia maksymalnego zabezpieczenia ludzi i otoczenia przed działaniem chloru każda chlorownia winna być wyposażona w system zabezpieczający.

W OBR „Barowent” został opracowany system zabezpieczenia środowiska i ludzi przed niekontrolowaną emisją chloru z instalacji technologicznych produkcji wody. System ten składa się z układów wentylacyjnych nawiewno-wywiewnych, instalacji neutralizacji chloru, układów kontrolno-pomiarowych i automatyki. Zasada działania systemu polega na ciągłym monitoringu stężenia chloru w pomieszczeniach, w których chlor jest magazynowany lub używany do produkcji i w razie przekroczenia dopuszczalnego stężenia, na automatycznym uruchomieniu wentylacji tych pomieszczeń oraz instalacji neutralizacji chloru. Ciągły monitoring stężenia chloru oraz w pełni automatyczne działanie systemu minimalizuje praktycznie do zera zagrożenia środowiska i ludzi przed skutkami działania chloru w przypadku awarii urządzeń technologicznych, w których stosowany jest chlor ciekły lub gazowy.

Jednym z podstawowych urządzeń systemu zabezpieczenia jest opracowane w Ośrodku urządzenie do neutralizacji chloru wykonane z tworzyw sztucznych.

Na urządzenie to Ośrodek otrzymał prawo ochronne NR 58682 na wzór użytkowy z dnia 20.06.2000 r.

System zabezpieczenia wraz z urządzeniem do neutralizacji chloru może być zastosowany w Zakładach Produkcji Wody oraz wszędzie tam, gdzie w technologii stosuje się chlor gazowy lub ciekły.

Układ wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej musi zapewnić wymagane krotności wywiewu powietrza w czasie ich przewietrzania przy normalnej eksploatacji chlorowni (6 wymian na godzinę) i w czasie awarii chlorowej (min. 10 wymian na godzinę). System wentylacji musi być wyposażony

w przepustnicze regulacyjno-odcinające, które umożliwiają poprawne rozpiływy w sieci wentylacyjnej i w razie wystąpienia awarii chlorowej w którymś z pomieszczeń, odcięcie pozostałych. Sterowanie przepustnicami regulacyjno-odcinającymi powinno odbywać się poprzez układ automatyczny sterujący całym systemem zabezpieczenia chlorowni. Układ wentylacyjny winien być tak zaprojektowany, aby nawiew odbywał się od góry, a odciąg od dołu pomieszczeń. Rozmieszczenie kratak nawiewnych i wywiewnych winno zapewniać równomierną wymianę powietrza w całej objętości pomieszczenia. Wielkości strumieni powietrza nawiewnego i wywiewnego powinny być takie, aby w pomieszczeniach zagrożonych chlorem, w czasie pracy wentylacji powstawało podciśnienie około 50 Pa. Zapobiega to wydostaniu się skażonego chlorem powietrza na zewnątrz nawet w wypadku konieczności wejścia do nich w czasie trwania awarii chlorowej.

Głównym urządzeniem w systemie zabezpieczenia chlorowni jest urządzenie do neutralizacji chloru.

Najważniejszymi parametrami urządzenia do neutralizacji chloru są:

- przepustowość fazy gazowej,
- skuteczność neutralizacji chloru,
- zdolność związania odpowiedniej ilości chloru.

Przepustowość fazy gazowej urządzeń opracowanych w OBR „Barowent” wynosi 1500 m³/h i 3500 m³/h, a skuteczność neutralizacji chloru wynosi minimum 99,5%, co zapewnia (przy optymalnych wysokościach wyrzutni powietrza oczyszczonego z chloru), zachowanie dopuszczalnych wartości stężeń chloru w powietrzu atmosferycznym.

Masa roztworu wodorotlenku sodu znajdująca się w urządzeniu do neutralizacji chloru winna zapewniać przereagowanie ze skutecznością co najmniej 99,5% ilości 50 kg chloru w urządzeniu o przepustowości powietrza $V = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$ i 500 kg chloru w urządzeniu o przepustowości powietrza $V = 3500 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ważnym elementem systemu zabezpieczenia chlorowni jest odpowiednie wyposażenie chlorowni i pomieszczeń zagrożonych chlorem. Pomieszczenia zagrożone chlorem muszą być wykonane jako gazoszczelne, oddzielone od siebie gazoszczelnymi przegrodami.

Pomieszczenia zagrożone chlorem powinny być wyposażone w:

- pomiar temperatury,
- wewnętrzną i zewnętrzną sygnalizację alarmową świetlną i akustyczną włączaną automatycznie w wypadku przekroczenia w którymś z pomieszczeń dopuszczalnego stężenia chloru,
- instalację sygnalizującą obecność ludzi w pomieszczeniach zagrożonych chlorem,

- automatyczne czujniki stężenia chloru zainstalowane w każdym pomieszczeniu zagrożonym chlorem w pobliżu miejsc najbardziej narażonych na wpływ chloru,
- blokady drzwi wejściowych do wszystkich pomieszczeń zagrożonych chlorem, które uniemożliwiają wejście do tych pomieszczeń bez ich przewietrzenia przez okres 10 minut,
- układy do ręcznego włączania wentylacji przewietrzającej poszczególne pomieszczenia zagrożone chlorem; włączniki tych układów winny się znajdować w sterownikach zainstalowanych przy każdych drzwiach wejściowych.

Ponadto chlorownie muszą być wyposażone w:

- wiatromierz z odczytem kierunku i prędkości wiatru, oświetlany indywidualnym źródłem światła;
- hydranty wodne wyposażone w węże z nasadkami do wytwarzania mgły wodnej;
- instalację sygnalizacyjną i alarmową;
- układ automatycznego sterowania pracą poszczególnych urządzeń;
- komputerowy system nadzoru, sterowania i archiwizacji danych dotyczących pracy układów technologicznych i zabezpieczających chlorownie.

Wokół budynku chlorowni należy wybudować drogi dojazdowe i plac manewrowy spełniające wymagania przepisów bhp i ppoż.

3. Układ sterowania pracą chlorowni

Prawidłowe zadziałanie systemu zabezpieczenia chlorowni jest możliwe tylko przy pełnej automatyzacji pracy poszczególnych jego części składowych i niezawodnego sterowania ich działaniem. Funkcję tę może spełniać system komputerowego nadzoru pracą akp i a oraz urządzeń technologicznych.

Do systemu komputerowego winne być doprowadzone sygnały z:

- wiatromierza,
- pomiaru temperatury w poszczególnych pomieszczeniach,
- sygnalizacji alarmowej świetlnej i akustycznej,
- sygnalizacji obecności ludzi w pomieszczeniach zagrożonych chlorem,
- czujników stężenia chloru,
- stanu blokad drzwi wejściowych do poszczególnych pomieszczeń,
- stanu położenia drzwi wejściowych („otwarte — zamknięte”),
- stanów pracy wentylacji nawiewno-wywiewnej,
- stanów pracy instalacji do neutralizacji chloru.

Komputerowy system sterowania nadzoru zapewnia:

- sterowanie pracą urządzeń technologicznych chlorowni, a w szczególności instalacją wentylacji wywiewnej i nawiewnej, realizację cykli przewietrzania pomieszczeń, jak również zabezpieczanie przed skażeniem środowiska w wypadku awarii instalacji chloru,
- wyświetlenie, rejestrację i archiwizację wartości mierzonych w obwodach pomiarowych chlorowni,
- zdalne sterowanie urządzeniami wykonawczymi z klawiatury komputera,
- zdalną korektę parametrów sterowania poszczególnych zespołów,
- prezentację stanu wszystkich urządzeń technologicznych, pomiarowych i wykonawczych na ekranie monitora w postaci zdynamizowanych obrazów synoptycznych,
- system alarmów informujących na bieżąco obsługę chlorowni o wszystkich nieprawidłowościach w pracy urządzeń, będący podstawą dla podjęcia działań zaradczych,
- rejestrację czasu pracy wszystkich urządzeń elektrycznych,
- drukowanie zestawień i bilansów zgodnie z wymaganiami eksploatacyjnymi użytkownika,
- wysoką niezawodność,
- dokładność i powtarzalność wskazań i obliczeń wielkości przetworzonych,
- elastyczność i możliwość zmiany algorytmów sterowania, przyłączania dodatkowych urządzeń i zespołów, itp., wynikającą z doświadczeń eksploatacyjnych i rozwoju.

4. Kontrola poprawności działania systemu zabezpieczenia

Przy projektowaniu chlorowni i jej eksploatacji powinno się zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe zorganizowanie prac związanych z obsługą urządzeń, jak i dobór oraz konserwację aparatów i urządzeń bezpośrednio związanych z chlorem.

Projektując lub modernizując chlorownie należy szczególnie zwrócić uwagę, aby spełniała ona wymagania zawarte w przepisach prawnych dotyczących bhp i ochrony środowiska.

Bardzo ważną sprawą przy wdrażaniu systemu zabezpieczenia chlorowni jest przeprowadzenie rozruchu i przekazanie go do eksploatacji. Prawidłowo przeprowadzony rozruch ma decydujący wpływ na sprawne opanowanie procesów technologicznych oraz osiągnięcie w krótkim czasie właściwych działań obsługi chlorowni w przypadku powstania sytuacji awaryjnych.

Niezależnie od rozruchu wymagane jest przeprowadzenie próby chlorowej. Przed przystąpieniem do próby chlorowej należy wykonać prace wstępne (powołanie grupy rozruchowej, zabezpieczenie niezbędnych materiałów, szko-

lenie bhp, itd.) oraz rozruch mechaniczny systemu i regulację rozpliwów powietrza w sieci wentylacyjnej.

5. Próby chlorowe

Ostatecznym sprawdzianem prawidłowego działania systemu zabezpieczającego chlorownię jest przeprowadzenie tzw. „próby chlorowej” polegającej na kontrolowanym wpuszczeniu do pomieszczenia zagrożonego awarią chlorową określonej ilości chloru i jego ewakuację wentylacją awaryjną poprzez instalację do neutralizacji chloru. Wykonuje się wówczas odpowiednie pomiary stężeń chloru przed i za neutralizatorem. W czasie tej próby sprawdza się, czy prawidłowo zadziałały wszystkie układy wentylacji awaryjnej, układy pomiarowe, automatyki i alarmowe oraz określa się skuteczność działania neutralizatora chloru.

Przed przystąpieniem do próby chlorowej konieczne jest wykonanie prac wstępnych, które polegają na:

- przeprowadzeniu szkolenia załogi obejmujące działanie i zachowanie w trakcie awarii chlorowej,
- sprawdzeniu działania systemów alarmowych, łącznościowych i systemów ostrzegania przed chlorem,
- sprawdzeniu działania układów pomiarowych, sterujących, blokad, automatyki itd.,
- wykonaniu instalacji do kontrolowanego wpuszczania chloru do poszczególnych pomieszczeń.

W ciągu ostatnich kilku lat OBR „Barowent” zaprojektował lub współdziałał w projektowaniu systemów zabezpieczających dla kilku zakładów produkcji wody oraz wykonał próby chlorowe i pomiary skuteczności działania neutralizatorów chloru.

6. Wyniki pomiarów skuteczności neutralizacji chloru w czasie prób chlorowych

Próby chlorowe oraz pomiary skuteczności działania neutralizatorów chloru wykonano między innymi w chlorowniach w Jarosławiu, Przemyślu, Goczałkowicach, Sosnowcu-Maczkach, Kobiernicach i Koninie.

W czasie prób chlorowych chlor z butli lub beczek w sposób kontrolowany był wpuszczany do pomieszczeń technologicznych zagrożonych awarią chlorową. W pomieszczeniach tych uruchamiała się wentylacja awaryjna. Powietrze zanieczyszczone chlorem było transportowane poprzez układ przewodów wentylacyjnych do neutralizatora chloru, gdzie w przeciwnym kierunku masy kontaktowało się z roztworem wodorotlenku sodu. Roztwór ten

był podawany do zraszacza kolumny pompą obiegową ze zbiornika roztworu, który stanowi dolną część neutralizatora chloru. Po oczyszczeniu z chloru powietrze było wyrzucane wentylatorem odciągowym poprzez wyrzutnię komiwną do atmosfery.

Próbki powietrza do oznaczenia stężenia chloru były pobierane z przewodów wentylacyjnych przed i za neutralizatorami. Skuteczność neutralizacji chloru obliczano wg wzoru:

$$\eta = \frac{V_1 C_1 - V_2 C_2}{V_1 \cdot C_1} \cdot 100\% \quad [\%]$$

V_1 – natężenie przepływu zanieczyszczonego powietrza przed neutralizatorem [m^3/h]

V_1 – volumetric flow rate of polluted air before neutralisation

V_2 – natężenie przepływu oczyszczonego powietrza za neutralizatorem [m^3/h]

V_2 – volumetric flow rate of clean air after neutraliser

C_1 – koncentracja masowa chloru w powietrzu przed neutralizatorem [g/m^3]

C_1 – mass concentration of chlorine in air before neutralisation

C_2 – koncentracja masowa chloru w powietrzu za neutralizatorem [g/m^3]

C_2 – mass concentration of chlorine in air after the neutraliser

Wyniki pomiarów przedstawiono w tabelach.

Tabela 2. Wyniki pomiarów stężenia chloru przed i za neutralizatorem oraz wyniki obliczeń skuteczności neutralizacji w ZPW w Jarosławiu

Table 2. Chlorine concentration measurements in the inlet and outlet of the absorber, and calculation results of the neutralization efficiency in ZPW plant in Jarosław

Seria pomiarowa	Nr neutralizatora	Stężenie średnie chloru [g/m^3]		Skuteczność neutralizacji η [%]
		przed neutralizatorem	za neutralizatorem	
1	1	1,765	0,0035	99,80
2	1	1,324	0,0028	99,79
3	1	3,529	0,0092	99,74

W chlorowni ZPW w Jarosławiu jest zainstalowany jeden neutralizator chloru, a próby chlorowe wykonano w pomieszczeniach magazynu chloru i chloratorów.

W chlorowni ZPW w Przemyśle są zainstalowane dwa neutralizatory, a próby chlorowe wykonano w pomieszczeniu magazynu chloru i chloratorów.

Tabela 3. Wyniki pomiarów stężenia chloru przed i za neutralizatorem oraz wyniki obliczeń skuteczności neutralizacji w ZPW w Przemysłu

Table 3. Chlorine concentration measurements in the inlet and outlet of the absorber, and calculation results of the neutralization efficiency in ZPW plant in Przemysł

Seria pomiarowa	Nr neutralizatora	Stężenie średnie chloru [g/m ³]		Skuteczność neutralizacji η [%]
		przed neutralizatorem	za neutralizatorem	
1	1	8,25	0,012	99,86
2	2	6,65	0,019	99,60
3	1	12,52	0,050	99,60
4	2	9,00	0,014	99,84

Tabela 4. Wyniki pomiarów stężenia chloru przed i za neutralizatorem oraz wyniki obliczeń skuteczności neutralizacji w ZPW w Goczałkowicach

Table 4. Chlorine concentration measurements in the inlet and outlet of the absorber, and calculation results of the neutralization efficiency in ZPW plant in Goczałkowice

Seria pomiarowa	Nr neutralizatora	Stężenie średnie chloru [g/m ³] ^{*)}		Skuteczność neutralizacji η [%]
		przed neutralizatorem	za neutralizatorem	
1	1	4,26	0,000	≥ 99,998
2		5,25	0,000	≥ 99,998
3		3,13	0,000	≥ 99,998
4		2,53	0,000	≥ 99,998
5		2,70	0,000	≥ 99,998
6		2,53	0,000	≥ 99,998
7		7,34	0,000	≥ 99,998
8		8,83	0,000	≥ 99,998
9		9,84	0,000	≥ 99,998
10		8,92	0,000	≥ 99,998
11		26,85	0,000	≥ 99,998
12		30,35	0,000	≥ 99,998
13		17,35	0,000	≥ 99,998
14		18,51	0,000	≥ 99,998

^{*)} czułość stosowanej metody analitycznej wynosiła 0,05 mg/nm³

W chlorowni ZPW w Goczałkowicach w systemie zabezpieczającym jest zabudowany neutralizator firmy „Krebs” z Francji (ze względu na konieczność zwiększenia wydajności przepływu powietrza wentylacji awaryjnej wynikającej z kubatury największego pomieszczenia zagrożonego awarią chlorową). Próbę chlorową wykonano w pomieszczeniach magazynu beczek i rozładunku cystern z chlorem.

Tabela 5. Wyniki pomiarów stężenia chloru przed i za neutralizatorem oraz wyniki obliczeń skuteczności neutralizacji w ZPW Sosnowcu-Maczkach

Table 5. Chlorine concentration measurements in the inlet and outlet of the absorber, and calculation results of the neutralization efficiency in ZPW plant in Sosnowiec-Maczki

Seria pomiarowa	Nr neutralizatora	Stężenie średnie chloru [g/m ³]		Skuteczność neutralizacji η [%]
		przed neutralizatorem	za neutralizatorem	
1	1	7,309	0,021	99,71
	2	6,101	0,023	99,62
2	1	6,805	0,018	99,74
	2	5,671	0,021	99,63

Tabela 6. Wyniki pomiarów stężenia chloru przed i za neutralizatorem oraz wyniki obliczeń skuteczności neutralizacji w ZPW Kobiernicach

Table 6. Chlorine concentration measurements in the inlet and outlet of the absorber, and calculation results of the neutralization efficiency in ZPW plant in Kobiernice

Seria pomiarowa	Nr neutralizatora	Stężenie średnie chloru [g/m ³]		Skuteczność neutralizacji η [%]
		przed neutralizatorem	za neutralizatorem	
1	1	16,250	0,075	99,51
2	1	10,669	0,041	99,59
3	1	5,525	0,020	99,61

W chlorowni ZPW w Sosnowcu-Maczkach są zainstalowane dwa neutralizatory. Próbę chlorową wykonano w magazynie chloru.

W chlorowni ZPW w Kobiernicach są zainstalowane dwa neutralizatory chloru. Próbę chlorową wykonano w pomieszczeniu wag. Pomiary skuteczności wykonano dla jednego neutralizatora.

W chlorowni ZPW Konin jest zainstalowany jeden neutralizator. Próbę chlorową wykonano w pomieszczeniu chloratorów.

Tabela 7. Wyniki pomiarów stężenia chloru przed i za neutralizatorem oraz wyniki obliczeń skuteczności neutralizacji w ZPW Koninie

Table 7. Chlorine concentration measurements in the inlet and outlet of the absorber, and calculation results of the neutralization efficiency in ZPW plant in Konin

Seria pomiarowa	Nr neutralizatora	Stężenie średnie chloru [g/m ³]		Skuteczność neutralizacji η [%]
		przed neutralizatorem	za neutralizatorem	
1	1	0,5821	0,0025	99,57
2	1	1,3036	0,0042	99,68

7. Podsumowanie

Obowiązujące w Polsce przepisy prawne zobowiązują zakłady produkcji wody do stosowania instalacji neutralizacji chloru na wypadek awarii chlorowej. Opracowany w OBR „Barowent” system zabezpieczający obejmujący wentylację przewietrzającą i awaryjną, instalację neutralizacji chloru, układy kontrolno-pomiarowe i systemy automatyki, ogranicza do minimum potencjalną możliwość skażenia środowiska lub wystąpienia zagrożenia dla ludzi podczas awarii chlorowej.

Przeprowadzone próby chlorowe wykazały, że opracowany system zabezpieczający przed niekontrolowaną emisją chloru do otoczenia spełnia swoje zadania i powoduje, że chlorownie w zakładach produkcji wody są w maksymalnie możliwym do uzyskania stopniu bezpieczne dla ludzi i środowiska.

Pomiary skuteczności neutralizacji chloru wykazały, że neutralizator chloru opracowany w OBR „Barowent” w pełni spełnia swoje zadanie i osiąga skuteczność neutralizacji chloru powyżej 99,5%.

Z doświadczeń autorów wynika, że ze względu na specyfikę problemów związanych z stosowaniem chloru, bezpieczne działanie systemu zabezpieczającego wymaga dużego doświadczenia i praktyki w zakresie projektowania, wykonania i rozruchu (próby chlorowej) systemu.

Literatura

1. Wytyczne i zalecenia do projektowania, rozruchu i eksploatacji systemów zabezpieczenia chlorowni i magazynów chloru przed emisją chloru do otoczenia - OBR „Barowent”, Katowice, 1995. (praca niepublikowana)
2. Odporność materiałów w środowisku chloru, chlorowodoru i kwasu solnego, cz.I., „Technorem”, Kraków, 1982.
3. Praca zbiorowa - Technologia chloru i związków chloru. WNT - Warszawa, 1963.
4. **Kowal A. L., Świdarska-Bróż M.:** Oczyszczanie wody, PWN, Warszawa-Wrocław, 2000.
5. Opracowania i dokumentacje wykonane przez OBR „Barowent”, Katowice, 1985÷2002. (prace niepublikowane)
6. **Waluś J.:** Technologia i urządzenia do oczyszczania powietrza z chloru, praca doktorska wyk. pod kierunkiem prof. dr hab. J. Konieczynskiego, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1987. (praca niepublikowana)

Safety System Against Chlorine Accident In Water Production Plants Using Chlorination

Abstract

Chlorine is commonly used in drinking water conditioning. It is transported and stored in large bottles or barrels of capacity equal to 500 and 1000 kg. Even in large room a small amount of liquid chlorine can generate the concentration which is mortal for a human being. Therefore, in water treatment plants it is necessary to employ special safety systems against uncontrolled emission of chlorine to the environment.

Such a system has been developed in the OBR “Barowent”. It comprises ventilation and failure air system, chlorine neutralisation installation, measuring-control system which operates all parts of a safety arrangement. Moreover a chlorine neutralisation device, which is a main part of the installation, has been also developed.

The safety system describes technical requirements necessary to obtain the degree of maximum safety for human beings and environment in the water production in the presence of chlorine.

The safety system has been designed, installed and tested in a few water production plants. Before implementation the system has been checked by controlled chlorine accidents which confirmed its proper operation. During chlorine tests the measurements of neutralisation efficiency have been performed in the neutralisation device. The neutralisation efficiency reached values over 99.5%.