

ЗАСОБИ БЕЗПЕКИ У ПРОМИСЛОВІЙ СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ХЛОРУ

*Тригубчук Д. О., студ. (гр. ХЕ-61, ХТФ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Землянська О. В., ст. викл. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. В даній роботі розглянуто способи отримання хлору та сфери його застосування. Наведено технологічну схему отримання хлору електрохімічним шляхом та проаналізовано ключові фактори, які можуть нести загрозу під час роботи персоналу з таким процесом та поради що до їх мінімізації.

Ключові слова: хлор, електроліз, небезпека, органічна речовина, електрохімічні сенсори.

Abstract In this paper the ways of obtaining chlorine, its scope are considered. The technological scheme of chlorine production by electrochemical is presented and the key factors that can be threatened during the work of the personnel with such process are analyzed and tips are given to minimize them.

Keywords: chlorine, electrolysis, danger, organic substance, electrochemical sensors.

Вступ Сучасна промисловість і комунальні господарства дуже широко використовують екологічно небезпечні гази, такі як хлор. Світове виробництво хлору перевищує 50 млн. тон на рік. Беручи до уваги токсичність хлору та його екологічну небезпеку, всі підприємства, що використовують і транспортують хлор, вимагають особливих заходів по контролю повітряного середовища [1].

Аналіз стану питання Хлор набув широкого використання у промисловості. Його використовують при синтезі хлорорганічних сполук: вінілхлориду, хлоропренового каучуку, дихлоретану, барвників, лікарських засобів [2].

Основними продуктами виробництва за участю хлору є:

- хлоридна кислота HCl ;
- хлорне вапно Ca(OCl)Cl .

Хлор також застосовують в Україні для очищення води в комунальному секторі для потреб населення. Однак через те, що хлор є токсичним газом, в більшості країн світу він не використовується. В металургії хлор застосовують для хлорування руд, для одержання цілого ряду кольорових і рідкісних металів – титану, ніобію, танталу та інших – у вигляді їх хлоридів, з яких потім електролізом добувають чисті метали.

Сполуки хлору використовуються також як інсектициди та пестициди для боротьби з шкідниками і бур'янами в сільському господарстві, а також для виготовлення різних барвників, синтетичного каучуку, пластмас тощо. Найвідомішими з них є:

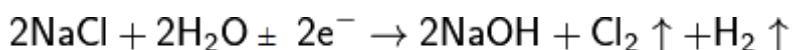
- вінілхлорид та його полімер полівінілхлорид (ПВХ), що застосовується для виробництва віконних профілів;

- хлороформ;
- ДДТ (знято з виробництва й заборонено до вживання через токсичність);
- діоксини.

Мета: розглянути процес отримання хлору на предмет потенційних небезпек та запропонувати шляхи їх мінімізації.

Матеріали і результати досліджень. На теперішній час, хлор отримують електролізом NaCl де окрім хлору утворюються ще водень та гідроксид натрію, які потім використовуються в органічному та неорганічному синтезі.

Основні процеси виробництва можна уявити сумарною формулою:



Використовується три варіанти електрохімічного методу отримання хлору. Якість хлору, одержуваного електрохімічними методами, відрізняється мало.

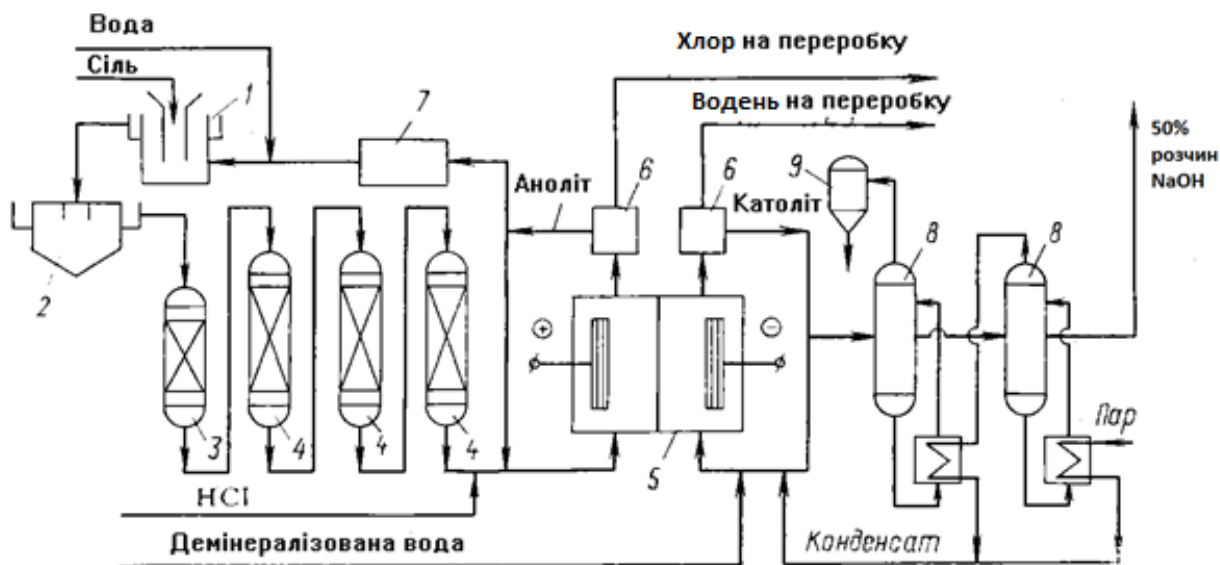


Рис. 1. Принципова технологічна схема мембранного електролізу:

- 1 – сатуратор; 2 – освітлювач; 3 – фільтр; 4 – колони для іонообмінної очистки;
 5 – електролізер; 6 – сепаратори; 7 – вузол знехлорування аноліту; 8 – випарні апарати;
 9 – барометричний конденсатор.

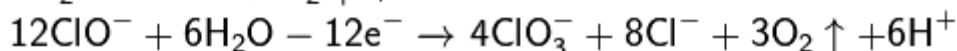
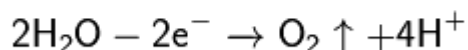
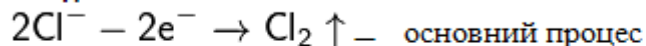
На рисунку зображено принципову технологічну схему отримання хлору електролізом хлориду натрію мембранним методом. Цей метод отримання хлору є найбільш простим, з електрохімічних методів, в плані організації процесу і конструкційних матеріалів для електролізера [3].

Найнебезпечнішими місцями процесу є місця з'єднань апаратів, через високу корозійну активність хлору, випарні апарати через підвищену температуру роботи (100-115° C), електролізер через концентрування в ньому

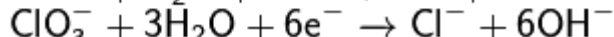
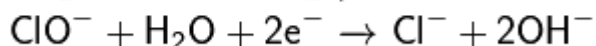
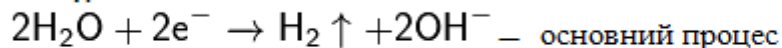
лугу та хлору та місця виведення водню через можливість утворення «гримучої суміші» – реакції водню з киснем, що міститься в повітрі, що супроводжується вибухом.

Основні та побічні процеси, які відбуваються всередині електролізера:

Анод:



Катод:



Шляхи забезпечення безпеки персоналу:

1. Використання методу виробництва хлору, в якому використовуються менш токсичні речовини.

2. Використання надійно загерметизованого обладнання, яке оснащено чутливими сенсорами, здатними уловлювати навіть невеликі концентрації парів хлору.

3. При використанні електрохімічних методів отримання хлору слід відмовитись від використання рідкої ртуті, з огляду на її високу токсичність.

4. Належний контроль за умовами електролізу для уникнення потрапляння у цільовий продукт домішок сторонніх газів, які також можуть бути особливо токсичними (фосген та ін.).

5. Контроль за викидами водню, оскільки утворення в електролізері так званої «гримучої суміші» може призвести до вибуху, розбризуванню електроліту, та як наслідок: механічні ушкодження уламками електролізера та отруєння працівників цеху хлором [4].

На сьогоднішній день контроль повітряного середовища здійснюється газоаналізаторами на основі амперометричних сенсорів.

Їх недоліком є вузький діапазон виміру, тобто можливість визначення на рівні гранично допустимої концентрації (ГДК), або вимірювання високих концентрацій, але без можливості відчувати на рівні ГДК.

Тому на підприємствах, де зберігається зріджений хлор, необхідно встановлювати як мінімум двоканальні датчики для визначення концентрацій хлору в аварійних і в штатних ситуаціях. Це ускладнює системи моніторингу, і на практиці часто відмовляються від вимірювань в аварійних ситуаціях, встановлюючи тільки сенсори з чутливістю на рівні ГДК, які виходять з ладу при аварійному викиді [5].

Оскільки обсяги використання хлору світовою промисловістю все більше нарощуються, то зростає потреба в газоаналітичному обладнанні, здатному визначати хлор в широкому діапазоні концентрацій від 1 ppm до 1000 ppm (три порядки).

Сенсори хлору, що задовольняють цю потребу, відсутні на світовому ринку. Тому створення нових амперометричних сенсорів хлору для аварійних викидів з високою роздільною здатністю все ще залишається актуальним.

Висновки. На сьогоднішній день хлор є одним з найрозповсюджених технічних газів. Він є одним з реагентів, що забезпечують перетворення сировини у необхідний продукт хімічної промисловості. Процес виробництва хлору несе ряд небезпечних факторів, які можуть вкрай негативно вплинути на здоров'я людини. Тому так важливо у повному обсязі дотримуватися усіх заходів захисту персоналу, технологічних процесів в яких використовуються менш токсичні речовини, використовувати надійно загерметизоване обладнання, здійснювати належний контроль за умовами електролізу для уникнення потрапляння у цільовий продукт домішок сторонніх газів та викидами водню.

Література

1. Охорона праці та цивільний захист: Підручник / О. Г. Левченко, О. І. Полукаров, В. В. Зацарний, Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська. За ред. О. Г. Левченка. – Київ: Основа, 2019. – 472 с.

2. Глосарій термінів з хімії / уклад. Й. Опейда, О. Швайка; Ін-т фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України, Донецький національний університет. – Донецьк: Вебер, 2018. – 738 с.

3. Фримантл М. Химия в действии. В 2-х ч. Ч. 2: Пер. с англ. – М.: Мир, 1998 – 620 с.

4. Якименко Л. М. Производство хлора, каустической соды и неорганических хлорпродуктов. – М.: Химия, 1974. – 600 с.

5. Кубасов В. Л., Банников В. В. Электрохимическая технология неорганических веществ. М.: Химия, 1989. – 288 с.