

POLITECHNIKA RADOMSKA
im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu
Wydział Materiałoznawstwa, Technologii
Obuwia

Magdalena Rodzik-Wojtunik

Semestr I Gr 1 SUM

Otrzymywanie mrówczanu sodowego przez karbonylowanie wodorotlenku sodowego

Monografia wykonana
pod kierunkiem
dr inż. H.P. Janeckiego

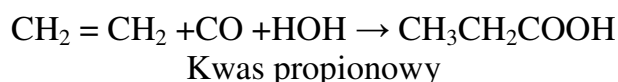
RADOM 2010/2011

SPIS TREŚCI

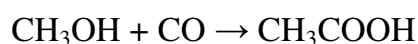
SPIS TREŚCI	2
1. <i>Proces karbonylowania</i>	3
2. <i>Charakterystyka substratów i produktów</i>	3
2.1 <i>Wodorotlenek sodu</i>	3
2.2 <i>Tlenek węgla</i>	5
2.3 <i>Mrówczan sodowy</i>	7
3. <i>Charakterystyka procesu otrzymywania mrówczanu sodu przez karbonylowanie wodorotlenkiem sodowego</i>	8
4. <i>Schemat technologiczny otrzymywania mrówczanu sodu przez karbonylowanie wodorotlenkiem sodowego</i>	10
5. <i>Schemat ideowy</i>	11
6. <i>Bilans materiałowy procesu otrzymywania mrówczanu sodu przez karbonylowanie wodorotlenkiem sodowego</i>	12
7. <i>Wykres Saney'a otrzymywania mrówczanu sodu przez karbonylowanie wodorotlenkiem sodowego</i>	13
8. <i>Spostrzeżenia do bilansu energetycznego i ekonomicznego</i>	14
9. <i>Literatura</i>	14

1. Proces karbonywowania

Karbonylowanie jest to proces przyłączenia cząsteczki tlenku węgla ze związkami organicznymi czy nieorganicznymi. Inaczej mówiąc jest to reakcja węglowodorów nienasyconych (lub ich pochodnych) z tlenkami węgla (z gazu syntetycznego) oraz związkami zawierającymi w swojej cząsteczce wodór, który może ulec przemieszczaniu:



Następną reakcją należącą do procesu karbonylowania jest synteza kwasu octowego:



Reakcja ta jest prowadzona w temperaturze 180-200°C i ciśnieniu 2-3 Mpa, przy użyciu odpowiedniego katalizatora (RhCl₃, I₂) np. karbonylków metali lub kwasów H₃PO₄ i H₂SO₄. Katalizatory te są stosowane na skalę wielkoprzemysłową.

2. Charakterystyka substratów i produktów

2.1. Wodorotlenek sodu

Wodorotlenek sodu ma postać stałą, jest białą substancją o budowie krystalicznej. Posiada właściwości higroskopijne, łatwo też łączy się z dwutlenkiem węgla z powietrza (tworząc powłokę węglanu sodu), dlatego należy ją przechowywać w szczelnie zamkniętych naczyniach.

Rozpuszcza się bardzo dobrze w wodzie, wydzielając znaczne ilości ciepła i tworząc silnie żrący ług sodowy - bezbarwną, bezzapachową i niepalną ciecz, która reaguje z kwasami, tlenkami niemetalu i wodorotlenkami amfoterycznymi, tworząc sole sodowe. Jest śliska w dotyku oraz powoduje oparzenia. Na metale działa korodująco, szczególnie w obecności wilgoci. Łatwo reaguje z metalami o własnościach amfoterycznych wydzielając wodór, np. z glinem i cyrkonem, tworząc odpowiednio gliniany i cyrkoniany. Tworzy sole ze słabymi kwasami organicznymi, np. fenolami i nitrometanem. Nietmetale pod wpływem NaOH ulegają dysproporcjonowaniu np. biały fosfor gotowany z roztworem NaOH daje fosforiak

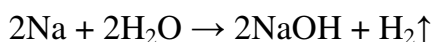
i fosforan, a siarka rozpuszcza się w roztworze NaOH tworząc siarczek i siarczyn.

Proces otrzymywania wodorotlenku sodu:

- połączenie tlenku sodu z wodą:

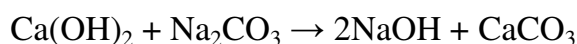


- reakcja sodu z wodą:



Reakcja przebiega energicznie z uwolnieniem wodoru, który ulega zapłonowi.

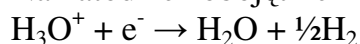
- kaustyfikacja sody- proces ten polega na działaniu na sodę kalcynowaną świeżym wapnem gaszonym:



- na skalę przemysłową otrzymuje się go poprzez elektrolizę wodnego roztworu (NaCl).

Na anodzie wydzielą się chlor: $\text{Cl}^- \rightarrow \frac{1}{2}\text{Cl}_2 + \text{e}^-$

Na katodzie zobojętnieniu ulegają jony wodorowe pochodzące z wody:



Metody otrzymywania wodorotlenku sodu na skale przemysłową:

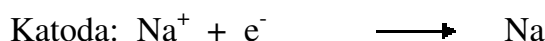
Metoda przeponowa

Elektrolizę prowadzona jest w takich warunkach, aby powstający chlor nie mieszał się z roztworem wodorotlenku sodu NaOH, który wytwarza się wokół katody. W procesie reakcji chloru z samym wodorotlenkiem sodu produktem jest NaOCl. Aby proces ten nie zachodził dla tych dwóch reagentów, w metodzie przeponowej stosuje się porowatą przeponę przestrzeni katodowej od przestrzeni anodowej. Przez stosowanie takiej przepony możemy dyfundować jony, a jednocześnie powoduje uniemożliwienie przedostawanie się pęcherzyków gazu.

Proces ten kończy się, zanim procesowi rozkładowi ulegnie chlorek sodu NaCl. Aby zagęścić roztwór podaje się go odparowaniu. Powoduje to możliwość wydzielenia z roztworu NaCl, przed wydzieleniem się rozpuszczalnego NaOH. Nie możliwe jest metodą uzyskanie wodorotlenku sodu w bardzo czystej postaci.

Metoda rtęciowa

Metodą rtęciową pozyskujemy wodorotlenek sodu w postaci czystej. Ta metoda wykorzystuje katodę rtęciową, na której wydzielą się H_2 . Proces wydzielanie wodoru jest procesem, w którym przyłączamy napięcie do powierzchni elektrody, tzw. nadnapięcia (nadmapięcie jest to różnica pomiędzy potencjałem elektrody, przez przepływa prąd, a potencjał elektrody jest w stanie równowagi), w porównaniu z elektrodą grafitową czy żelazną. Na elektrodach zachodzą wówczas reakcje:



Na katodzie Hg wydziela się metaliczny sód, który tworzy się z rtęcią amalgamat (amalgamat jest to stop metalu z rtęcią). W ten sposób powstaje amalgamat Na/Hg, który przenosi się do zbiornika z czystą wodą. Tam zachodzi reakcja, sodu z wodą gdzie produktem jest wodorotlenek sodu:



Wodorotlenek sodu jest głównym surowcem chemicznym, jest szeroko stosowany w branży przemysłowej. Jest nośnikiem sodu, surowiec wykorzystywany jest w syntezach, w którym produktem są jonowe środki powierzchniowo czynne. Środki powierzchniowo czynne wykorzystywane są w przemyśle farmaceutycznym do produkcji m.in. kwasu salicylowego i sulfanilamidów. Wodorotlenku sodu wykorzystywany jest również do otrzymywania tłuszczu czy mydeł, bierze również udział w otrzymywaniu szkła wodnego z krzemionki, jak uczestniczy w różnych typach reakcji.

Wodorotlenek sodu jest surowcem pomocniczym w przemyśle celulozowo – papierniczym. Używany jest w przemyśle włókienniczym oraz wiskozowym do procesów bielenia, barwienia i utrwalania barwnika. Wodorotlenek sodu jest stosowany w procesie rafinacji olejów - przeróbka ropy naftowej, w procesach petrochemicznych. Otrzymuje się z niego barwniki syntetyczne, ścieki i ciekłe produkty koksowania, które poddaje się przeróbce z użyciem wodorotlenku sodu. Służy do uzdatniania wody do celów przemysłowych. Wodorotlenek ten ma właściwości myjące i dezynfekujące. Dzięki temu jest wykorzystywany w przemyśle spożywczym, m.in. zakłady mleczarskie, browary, zakłady mięsne oraz cukrownie.

Wodorotlenek sodu w postaci pyłu, pary czy aerozolu wywołuje silne bóle i łzawienie oczu, jak również uczucie pieczenia w nosie i gardle, piekący kaszel, oraz uczucie duszności. Przy skażeniu skóry wywołuje ból, zaczerwienienie oraz powoduje oparzenie chemiczne z pęcherzami i martwicą skóry. Rozległe skażenie skóry może być powodem wstrząsu lub zapaści. Skażenie oczu wodorotlenkiem sodu pyłem czy roztworem powoduje zniszczenie aparatu ochronnego gałki ocznej przez oparzenie oczu w tym rogówki i głębszych struktur. Wnikanie drogą pokarmową roztworu wodorotlenku sodu powoduje poparzenie błony śluzowej jamy ustnej gardła jak i dalszych części przewodu pokarmowego ze znacznym ryzykiem uszkodzenia lub perforacji ścian, krwotoku, czy wstrząsu jak i zgonu osoby poparzonej. W czasie, gdy dochodzi do zatrucia podaje się tlen wziewnie i pyralginę pozajelitowo.

2.2 Tlenek węgla

Tlenek węgla nazwany zwyczajowo *czad* a nazwa systematyczna: tlenek węgla(II) jest nieorganiczny związek chemiczny, tlenek węgla na II stopniu utlenienia. Ma silne właściwości toksyczne.

Długość wiązania C-O w tlenku węgla wynosi 1,128. Ładunek formalny i różnice w elektroujemności atomów węgla i tlenu znoszą się wzajemnie, co sprawia, że cząsteczka ma niewielki moment dipolowy z ładunkiem ujemnym na atomie węgla,

choć w rzeczywistości sześć uwspólnionych elektronów wiązania jest prawdopodobnie wyciąganych w kierunku atomu tlenu. Odległość międzyatomowa odpowiada niepełnemu wiązaniu potrójnemu.

Tlenek węgla jest izoelektryczny z cząsteczką azotu N₂, wtedy cząsteczki te mają te same liczby elektronów jak i podobny charakter wiązań. Właściwości fizyczne tlenku węgla są zbliżone do azotu, a chemicznie właściwości tlenek węgla są znacznie bardziej reaktywne.

Właściwości fizyczne

Tlenek węgla w temperaturze pokojowej jest gazem bezbarwny i bezwonny oraz niedrażniącym. Temperatura wrzenia wynosi -191,5 °C natomiast temperatura topnienia jest równa -204 °C. Tlenek ten jest trudno rozpuszczalny w wodzie. Ma mniejszą gęstość od powietrza i jest produktem spalania paliw (czad). Powstaje on w procesie mieszanie z ciężkim dwutlenkiem węgla, co powoduje, że spaliny te mają sumarycznie większą gęstość od powietrza to powoduje gromadzenie się w dolnych partiach pomieszczenia, w jakiej się unosi.

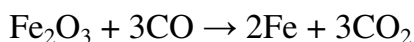
Właściwości chemiczne

Tlenek ten to gaz palny, na powietrzu spala się niebieskim płomieniem, dzięki temu tworzy dwutlenek węgla. Występuje w naturze w postaci gazach kopalnianych. Jego zastosowanie jest w wielu procesach przemysłowych, jako środek pomocniczy czy substrat produktu.

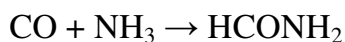
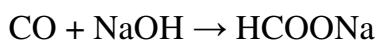
Wodorotlenek jest składnikiem wielu gazów między innymi:

- gazu generatorowego
- gazu wodnego
- gazu wielkopieczowego
- gazu świetlnego

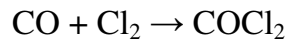
Tlenek węgla posiada również właściwości redukujące, dzięki temu jest wykorzystywany w hutnictwie:



W reakcji z zasadami tworzy mrówczany natomiast dzięki reakcji z amoniakiem powstaje formamid:

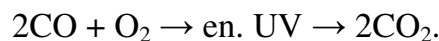


Przyłączając chlor do wodorotlenku sodu tworzy fosgen:



Źródłem naturalne są erupcje wulkanów jak i naturalne pożary roślinności w wyniku, których dochodzi do wysokich temperatur do 1000 °C. W małych ilościach jest produkowany w organizmach żywych. Tlenek węgla ma działanie przeciwzapalne i jest antagonistą tlenu azotu.

Mechanizm samooczyszczania się atmosfery ma postać:



Tlenek węgla można go otrzymać przez spalanie węgla w małej ilości tlenu (jest źródłem czadu w urządzeniach do ogrzewanych oraz w czasie pożarów). Redukcji pary wodnej w temperaturze kilkuset stopni węglem, podczas odwadniania kwasu szczawowego kwasem siarkowym(VI).

Tlenku węgla jest stosowany do:

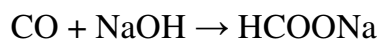
- produkcja napojów gazowanych,
- jako napełniacz gaśnic pianowych i śniegowych,
- w przemyśle chłodniczym, jest zestalony zwany „suchym lodem”,
- wykorzystywany jest do produkcji sody,
- w procesie dojrzewania owoców jest stosowany jako obojętna atmosfera.

Działanie toksyczne tlenku węgla wynika powinowactwa do hemoglobiny, zawartej w erytrocytach krwi. Tlenek węgla tworzy z karboksyhemoglobina, ($\text{CO} + \text{Hb} \rightarrow \text{COHb}$), są trwalsze od służących do transportu tlenu z płuc do tkanek oksyhemoglobina (połączenie tlenu z hemoglobina). Wtedy dochodzi do niedotlenienia tkanek, co czasem prowadzi do śmierci. Wdychanie powietrza ze stężeniem 0, 16% objętościowego tlenku węgla, powoduje w krótkim czasie zgon. Natomiast przy większym stężeniu (powyżej 0, 32% objętościowego tlenku węgla) podstawowym objawami zatrucia jest silny ból głowy oraz wymioty. Mniejsze stężenia przy krótkim wdychaniu powoduje słaby ból głowy i może spowodować zapadanie w śpiączkę. Stężenia niewielkie przy dłuższym kontakcie powodują śmierć.

2.3 Mrówczan sodowy

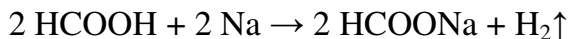
Mrówczan sodu, HCOONa jest organiczny związkem chemicznym, zwany solą sodowa kwasu mrówkowego. Mrówczan sodu jest białym ciałem stałym, rozpuszczalnym w wodzie. pH jego roztworów wodnych wynosi 7,0–8,5. Ma właściwości higroskopijne.

Mrówczan sodu produkowany jest przemysłowo przez absorpcję pod ciśnieniem tlenku węgla w stałym wodorotlenku sodu 160°C (opisany w rozdziale poniżej):

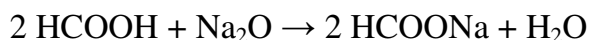


Mrówczan sodu powstaje w następujących reakcjach:

- kwasu mrówkowego z sodem:



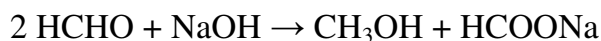
- kwasu mrówkowego z tlenkiem sodu:



- kwasu mrówkowego z wodorotlenkiem sodu:



- w reakcji Canizarro aldehydu mrówkowego z wodorotlenkiem sodu:



Mrówczan sodu stosowany jest w procesach tworzenia kwasu mrówkowego i kwasu szczawiowego w przemyśle chemicznym. Stosowany jest również w przemyśle włókienniczym, jako składnik kompozycji stabilizacyjnych oraz jako czynnik redukcyjny w procesie drukowania i farbowania tkanin. Jako sól maskująca stosowany jest w przemyśle skórzanym w chromowej metodzie garbowania skór, natomiast w papierniczym przemyśle służy do impregnowania drewna. W przemyśle perfumeryjnym stosowany jest do produkcji perfum oraz w przemyśle paszowym jest dodatkiem do pasz dla bydła. Mrówczan sodu jest środkiem konserwującym żywność (E237), jest bardzo często stosowany. Mrówczan jest odczynnikiem analitycznym, wykorzystuje się go w syntezie chemicznej.

3. Charakterystyka procesu otrzymywania mrówczanu sodu przez karbonylowanie wodorotlenku sodowego

Mrówczanu sodu przez długie lata produkowany był przy wysokim ciśnieniu reakcji wodorotlenku sodu z tlenkiem węgla. Nowa metoda produkcji prowadzi do stosowania bardzo czystego tlenku węgla o niskiej czystości i niskim stężeniu do produkcji. Natomiast duża ilość wodorotlenku sodu pozostaje nieprzereagowane. Dlatego próba stworzenia roztworu mrówczanu sodu, w którym wodorotlenku sodu poddaje się reakcji z tlenkiem węgla w kilku autoklawów wyposażone w mieszadła i połączone szeregowo.

Sprzęt podłączony system autoklawy, jednak jest to mechanicznie skomplikowane i wymaga umiejętnego działania. Otrzymany roztwór o niskim stężeniu w pobliżu 30% i niskiej czystości o około 1% wodorotlenku sodu i około 2% węglanu sodu. W proces konieczne jest uzyskanie wysoko stężonego roztwór

mrówczanu sodu, ponieważ zawiera on duże ilości pozostałości wodorotlenku sodu i dlatego czystość otrzymanego roztworu jest bardzo niska.

Reakcji wodorotlenku sodu z tlenkiem węgla jest długa, najwięcej czasu jest potrzebne do gazów płynnych. Dlatego najbardziej dochodowy jest sposób ciągły. Trudnością jest ograniczenia w postaci stosunku nadmiaru tlenu węgla do roztworu wodorotlenku sodu. W stanie z niskim nadmiarem tlenu węgla wyprodukowany jest roztwór mrówczanu sodu zawierający dużą ilość pozostałego wodorotlenku sodu. Bardzo trudne jest uzyskanie czystego roztworu mrówczanu sodu o niskim stężeniu wodorotlenku sodu 0,1 %. W dolnej części reaktora reakcja pod ciśnieniem cząstkowym tlenu węgla przebiega szybciej z obniżeniem stężenia wodorotlenku sodu. Niska temperatura w dolnej części reaktora powoduje hamowanie reakcji. Dzięki temu możemy uzyskać czysty mrówczan sodu.

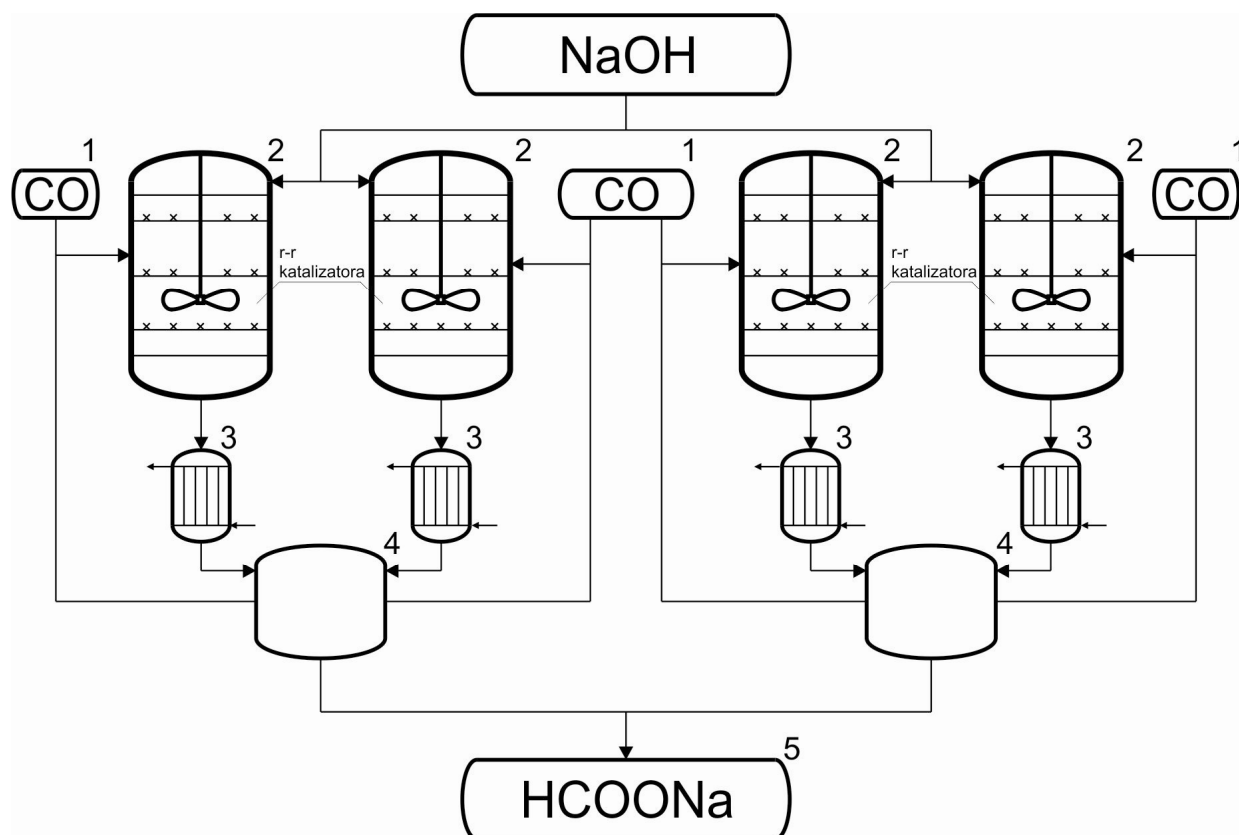
System współpracy w reaktorów poprzez obniżenie ciśnienia zmniejsza stężenie wodorotlenku sodu w roztworze. Ma to duże znaczenie gdyż, takie ekstremalnie niskie stężenie wodorotlenku sodu, powoduje o wiele łatwiejsze działanie aparatu, niż ze stanie gaz-ciecz. Sposób wytwarzania roztworu mrówczanu sodu o wysokiej czystości zawiera wodorotlenek o stężeniu 0,1%, jest to nowoczesna technologia ponieważ produkt główny jest wysokiej jakości i do tego wytwarzany w jednym etapie, przy współpracy różnych systemów. Urządzenia stosowany jest reaktor typu wieża, ponieważ duża prędkość można otrzymać, przez mieszanie składników, co powoduje nie tylko podniesienie natężenia przepływu, ale również czystość mrówczanu sodu. Zaleca się, aby dołączyć odpowiednie urządzenie, np. blachy perforowane, w reaktorze, liczba płytek jest niewielka, a przerwa między płytami może być duża. Pożądane jest wprowadzenie drobnych pęcherzyków gazu, aby uzyskać kontakt gazu z wodorotlenkiem sodu.

Reakcję prowadzi się pod ciśnieniem 0,8-3,0 MPa w temperaturze 170 - 220 °C. Temperaturze niższej niż 150°C zmniejsza szybkość reakcji i wyższej temperatury niż 220 °C jest w stanie doprowadzić do korozji aparatury. Nadmiar gazu wydziela się z roztworu mrówczanu sodu po reakcji zawiera on gazy obojętne, np. azot, część jest czyszczona tak, aby była wolna od gazu obojętne, a pozostałe zawraca się do obiegu. Oczywiście, całość nadmiar gazu może być ponownie w 100% tlenu węgla.

Mrówczan sodu o wysokiej czystości, nie uzyskuje się, jeśli przepływ jest wysoki. Efekt mieszania z gazem jest ograniczona i zmniejsza szybkość reakcji. Wskazane jest stosowanie tlenu węgla w wyższym stężeniu, jak to możliwe, aby zmniejszyć ilość gazu. Z ekonomicznego punktu widzenia, jednak wskazane jest, aby stężenie tlenu węgla z pęcherzyków gazu ponad 50%, a bardziej korzystnie powyżej 70%.

Reaktor w przypadku, gdy stężenie tlenu węgla jest mniejsze niż 50% powoduje obniżenie szybkości reakcji. Wprowadzenie wysoko stężonego roztworu wodorotlenku sodu, bez rozcieńczania, nie może prowadzić do korozji reaktora, jeżeli wystarczające mieszanie jest zamocowane na płycie wlotowej.

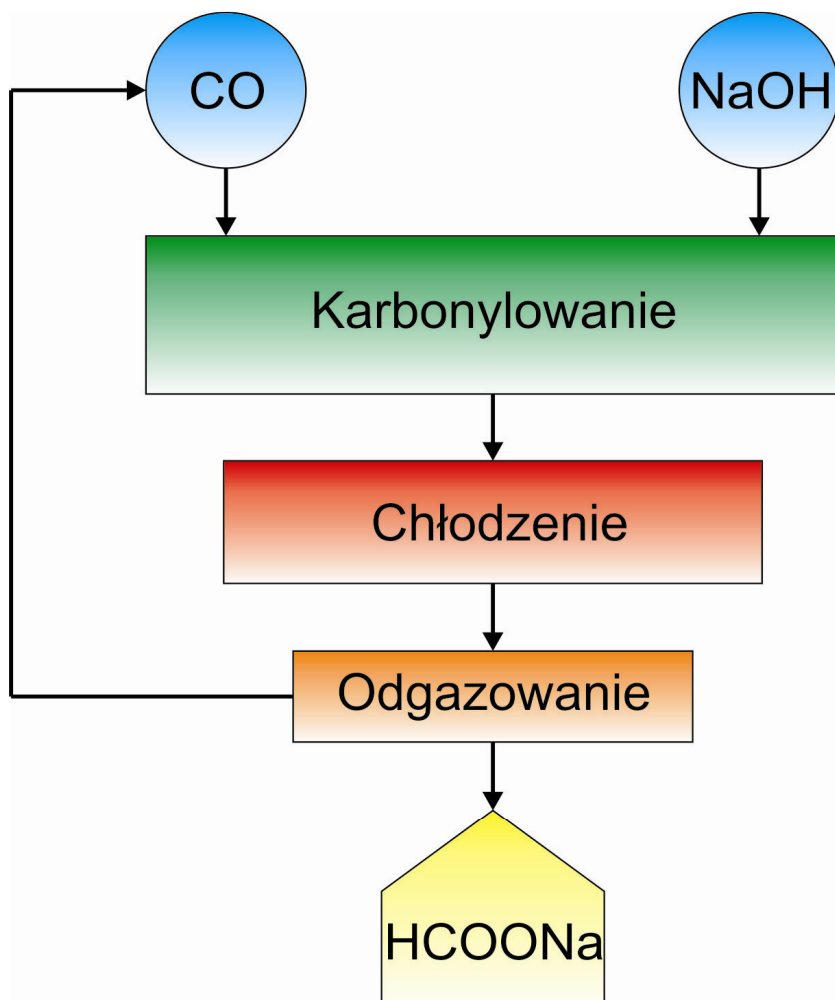
4. Schemat technologiczny otrzymywania mrówczanu sodu przez karbonylowanie wodorotlenku sodowego



Rys. 1. Schemat procesu otrzymania mrówczanu sodu przez karbonylowanie

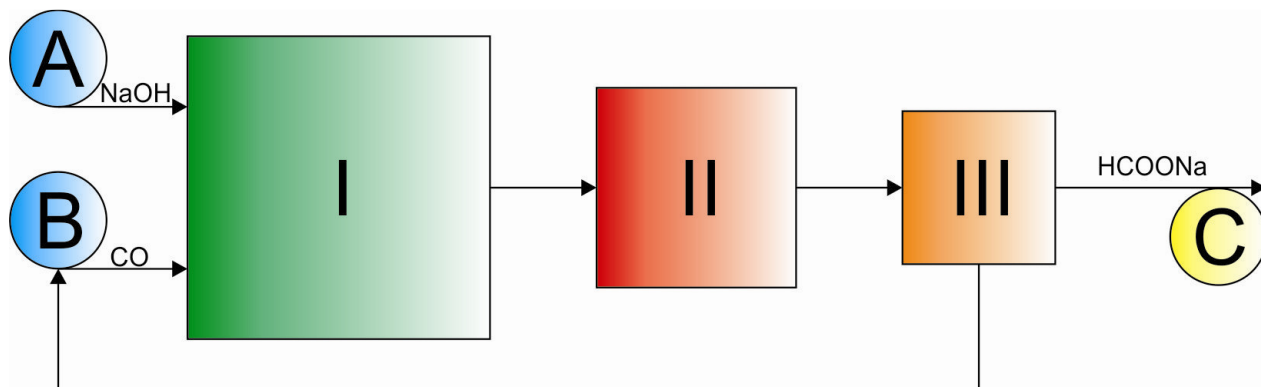
- 1- Zbiornik substratu (wodorotlenku sodu i tlenku węgla);
- 2- reaktor karbonylowania (reaktor wieżowy z mieszadłem i płytami barbotażowymi);
- 3- chłodnica,
- 4- piec do odgazowywania i rozdzielania produktu;
- 5- zbiornik produktu.

5. Schemat ideowy

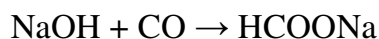


Rys. 2. Schemat ideowy otrzymania mrówczanu sodu przez karbonylowanie wodorotlenku sodowego

6. Bilans materiałowy procesu otrzymywania mrówczanu sodowego przez karbonylowanie wodorotlenku sodowego



Rys. 3. Schemat bilansu materiałowego procesu otrzymania mrówczanu sodu przez karbonylowanie wodorotlenku sodowego



Bilans sodu

$$W_A[\text{NaOH}] = W_C[\text{HCOONa}]$$

Bilans tlenu

$$W_A[\text{NaOH}] + W_B[\text{CO}] = W_C[\text{HCOONa}]$$

Bilans wodoru

$$W_A[\text{NaOH}] = W_C[\text{HCOONa}]$$

Bilans węgla

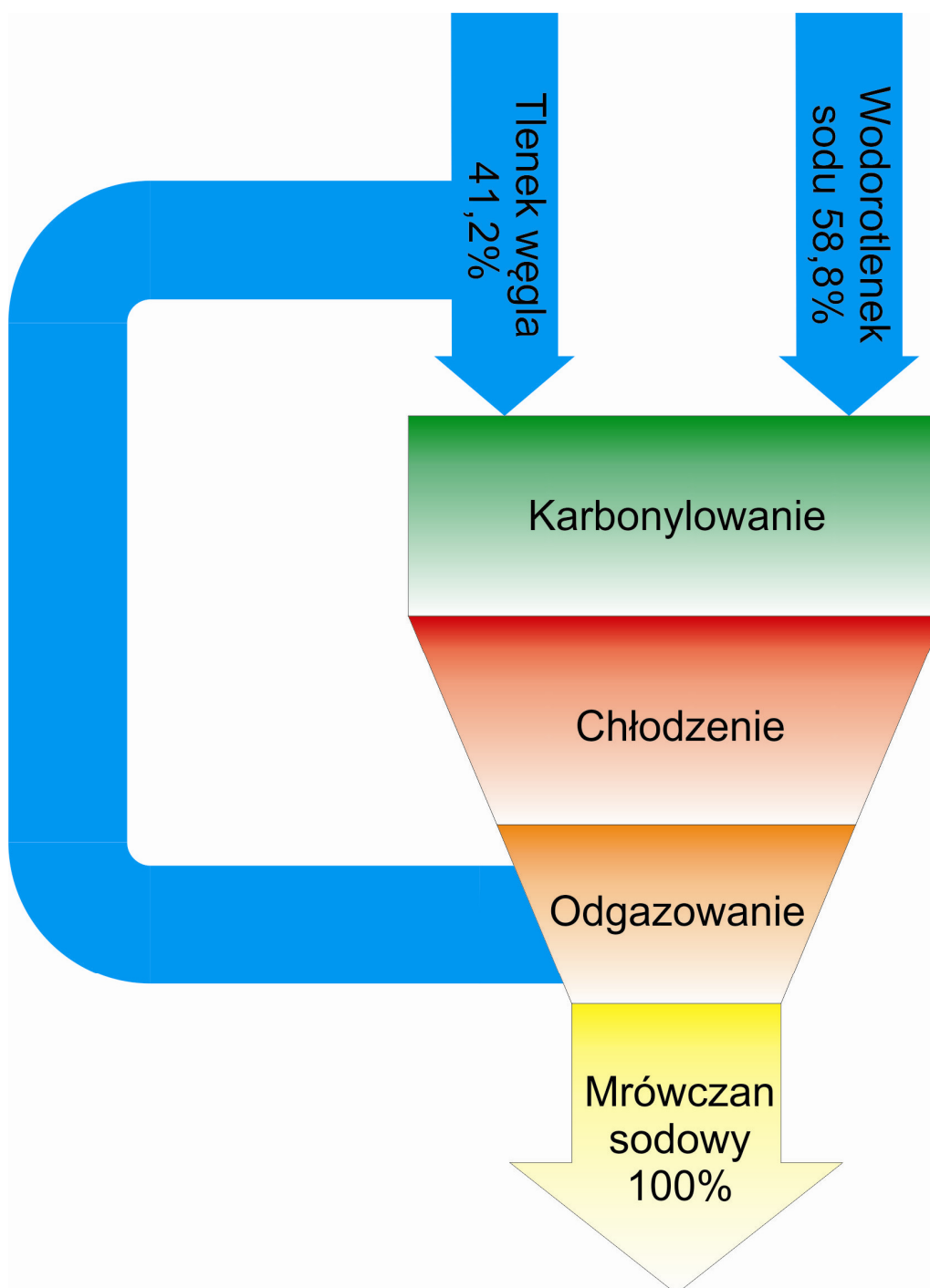
$$W_B[\text{CO}] = W_C[\text{HCOONa}]$$

Z stosunku molowego i mas cząsteczek wiemy, że wodorotlenek sodu z tlenkiem węgla przereaguje w stosunku 40:28

Tabela. 1. Bilans masowy dla otrzymywania mrówczanu sodu

Substraty			Produkty		
nazwa	masa [t]	% wagowe	nazwa	masa [t]	% wagowe
NaOH	58,8	58,8	HCOONa	100	100
CO	41,2	41,2			
Σ	100	100	Σ	100	100

7. Wykres Sankey'a otrzymywania mrówczanu sodowego przez karbonylowanie wodorotlenku sodowego



Rys. 4. Wykres Santey'a otrzymania mrówczanu sodu przez karbonylowanie wodorotlenku sodowego

8. Spostrzeżenia do bilansu energetyczne i ekonomicznego

W procesie ciągłej produkcji czystego roztworu mrówczanu sodu poprzez reakcję wodnego roztworu wodorotlenku sodu z nadmiarem tlenku węgla pod ciśnieniem w reaktorach szeregowych możemy zaoszczędzić koszty i energie poprzez odzyskanie tlenku węgla i zawrótanie go do procesu w czasie odgazowania, rozdzielania i oczyszczania gotowego roztworu mrówczanu. Nowa technologia prowadzi do otrzymania bardzo czystego produktu i zaoszczędzenie czasu i kosztów procesu oczyszczania mrówczanu sodu. Dzięki procesowi ciągłemu oszczędzamy również energie i metoda ta staje się bardzo opłacalna.

Doprowadzanie tlenku węgla strumieniem do reakcji jest powolne i ograniczane przez gromadzenie w zbiornikach magazynowych. Dzięki temu unikamy nadmiaru tlenku węgla w procesie. Niska temperatura w dolnej części reaktorów powoduje hamowanie reakcji poprzez podanie nadmiaru tlenku węgla, dlatego właściwym rozwiązaniem jest ograniczenie doprowadzania substratu. Poprzez prowadzenie procesu w systemie ciągłym obniżamy stężenie substratu, a to prowadzi do sprawnego działania aparatury i zapobiega korozji. W Procesie otrzymywania mrówczanu sodowego przez karbonylowanie wodorotlenku sodu otrzymujemy wysokiej, jakości produkt stosowany w przemyśle poprzez jedno etapową produkcję we współpracy reaktorów ustawionych szeregowo i połączonych ze sobą.

9. Literatura

1. R. Bogoczek, E. Kociołek- Balawejder: „Technologia chemiczna organiczna. Surowce i produkty”, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Warszawa 1992.
2. J. Supniewski „preparatyka Nieorganiczna” Powszechne Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1958.
3. Strony internetowe (z dnia 18.01.2011)
 - <http://www.freepatentsonline.com/3928435.html>
 - <http://gurukuliitjee.forumotion.com/t83-preparation-of-sodium-formate>
 - <http://www.primaryinfo.com/projects/sodium-formate.htm>
 - http://pl.wikipedia.org/wiki/Mr%C3%B3wczan_sodu
 - http://www.chemzak.pl/?act=mrowczan_sod
 - http://www.naukowy.pl/encyklopedia/Mr%C3%B3wczan_sodu
 - http://www.rayman.net16.net/?sti=Mr%C3%B3wczan_sodu
 - http://pl.wikipedia.org/wiki/Tlenek_w%C4%99gla
 - <http://www.straz.olsztyn.pl/index.php/porady-akty-prawne/49-tlenek-wgla>
 - http://www.bryk.pl/teksty/liceum/chemia/chemia_nieorganiczna/8617-zastosowanie_i_w%C5%82a%C5%9Bciwo%C5%9Bci_wodorotlenku_sodu_na_oh.html
 - <http://www.brenntag.pl/fileadmin/pdf/kch/120294.pdf>

- http://pl.wikipedia.org/wiki/Wodorotlenek_sodu
- <http://www.sciaga.pl/tag/wodorotlenek-sodu/>
- <http://www.chem.uw.edu.pl/people/AMyslinski/cw13/karty/NaOH.pdf>