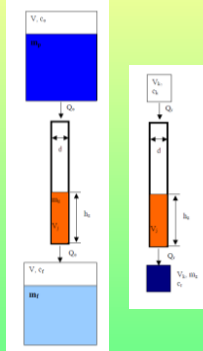


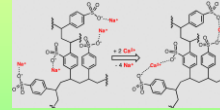
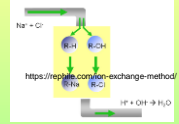
Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej



1

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej – polega na przepuszczeniu wody zawierającej jony Ca^{2+} i Mg^{2+} przez warstwę wymienniczą jonową - jonitu.



Jonity (wymieniacze jonowe, sorbenty jonowymiennie) – wielkocząsteczkowe ciała stałe o usieciowanej strukturze, nierozpuszczalne w wodzie i innych rozpuszczalnikach oraz odporne na działanie ługów, kwasów i większości związków organicznych. Wykazują zdolność do wymiany własnych jonów (związanych z centrami aktywnymi jonitu) na jony znajdujące się w otaczającym je roztworze.

2

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

Rodzaje wymienniczy jonowych

Podział ze względu na rodzaj usuwanych jonów:

- **Kationity** – wymiennicze o charakterze kwasów lub soli kwasów wymieniające kationy
- **Anionity** – wymiennicze o charakterze zasad lub soli zasad wymieniające aniony

Podział ze względu na pochodzenie:

- **Jonity pochodzenia naturalnego** – polikrzemiany: natrolit, glaukonit, analcyn i in. – mała zdolność wymienna, nie mają praktycznego zastosowania
- **Jonity syntetyczne** – wymiennicze organiczne na bazie węgla sulfonowanych i żywic syntetycznych – stosowane na szeroką skalę

3

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

Rodzaje wymienniczy jonowych

Podział ze względu na rodzaj grup jonowymiennych



4

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

Kationity:

→ **silnie kwaśne** - posiadają dobrze zdysocjowane grupy funkcyjne (jonowymiennie), np. $-\text{SO}_3^-$, $-\text{CH}_2\text{SO}_3^-$; zdolne do wymiany wszystkich kationów; mogą być stosowane w roztworach w szerokim zakresie pH, ponieważ ich grupy jonowymiennie są zdysocjowane w zakresie pH 1–14

→ **słabo kwaśne** - posiadają słabo zdysocjowane grupy funkcyjne (jonowymiennie), np. $-\text{O}^-$, $-\text{COO}^-$, $-\text{S}^-$, $-\text{CH}_2\text{S}^-$; są zdolne tylko do wymiany kationów pochodzących z soli słabych kwasów; są efektywne w obojętnym lub słabo alkalicznym środowisku

5

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

Kationity:

Ze względu na **rodzaj jonu ruchliwego** kationity dzieli się na:

- pracujące wyłącznie w **cyklu sodowym** (Kt–Na: np. Kt– SO_3Na),
- pracujące wyłącznie w **cyklu wodorowym** (Kt–H: np. Kt– SO_3H)
- pracujące **zarówno w cyklu sodowym, jak i wodorowym** (Kt–Na/H, np. Kt– $\text{SO}_3\text{H/Na}$)

6

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej**Aniony:**

- **silnie zasadowe** - posiadają dobrze zdysocjowane grupy funkcyjne, zdolne do wymiany anionów nawet bardzo słabych kwasów; występują w postaci zdysocjowanej w całym zakresie pH (1–14), dlatego mogą być stosowane bez względu na odczyn roztworu
- **słabo zasadowe** - zawierają słabo zdysocjowane grupy funkcyjne; mogą reagować z substancjami łatwo oddającymi protony (mocne kwasy, np. H_2SO_4 , HCl, HNO_3),

7

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej**Aniony:**

Ze względu na **rodzaj jonu ruchliwego** aniony dzieli się na:

- pracujące w **cyklu wodorotlenowym** ($An-OH$, np. $An-N(CH_3)_2H^+OH^-$)
- pracujące w **cyklu chlorkowym** ($An-Cl$, np. $An-N(CH_3)_2H^+Cl^-$)
- pracujące w **cyklu wodorotlenowym i chlorkowym** ($An-OH/Cl$, np. $An-N(CH_3)_2H^+OH^-/Cl^-$)

8

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej**Cechy i wskaźniki jakości jonitów:****→ zdolność wymienna całkowita i robocza**

- obciążenie właściwe
- ziarnistość
- ciężar nasypowy
- odporność mechaniczna
- odporność chemiczna
- odporność na temperaturę
- wrażliwość na zanieczyszczenia mechaniczne

9

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

Zdolność wymienna jonitu - określa ilość wymienianych przeciwjonów (mval, val) na jednostkę masy (g) lub objętości jonitu (dm^3); wyrażana jest z reguły w val/ dm^3 lub mval/ dm^3 .

Wartość zdolności wymiennej zwiększa się wraz ze wzrostem liczby grup funkcyjnych, a zmniejsza się wraz ze wzrostem stopnia usieciowania szkieletu jonitu.

Zdolność wymienna całkowita jest w zasadzie **stała** dla danego jonitu; określa **łączną ilość przeciwjonów** (mval), które w najkorzystniejszych warunkach mogą być wymienione przez **jednostkę masy lub objętości jonitu**

10

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

Zdolność wymienna robocza - ma znaczenie praktyczne, ponieważ stanowi tę **część całkowitej zdolności wymiennej**, która może być wykorzystana w czasie eksploatacji jonitów.

Zdolność wymienna robocza wyraża ilość przeciwjonów (mval), które są wymieniane przez jednostkową masę lub objętość jonitu, aż do chwili przebiccia złoża jonowymiennego.

Stanowi zwykle **60–80% całkowitej zdolności** wymiennej i **nie jest wartością stałą**. Zależy od warunków prowadzenia procesu wymiany jonowej, składu uzdatnianej wody, dawki i stężenia czynników regenerujących, dokładnego przepłukania złoża po regeneracji, itp.

11

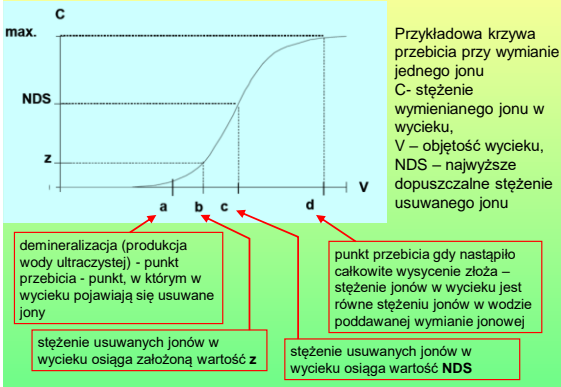
Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

Punkt przebiccia jonitu – punkt, w którym podczas prowadzenia wymiany jonowej osiągnięte zostaje założone stężenie wymienianego jonu w oczyszczonym roztworze, po którym złożo wyłącza się z pracy i poddaje regeneracji.

W zależności od zastosowania procesu wymiany jonowej i założonego stopnia usunięcia jonów z roztworu zewnętrznego, punkt przebiccia **może występować w różnych miejscach na krzywej przebiccia**

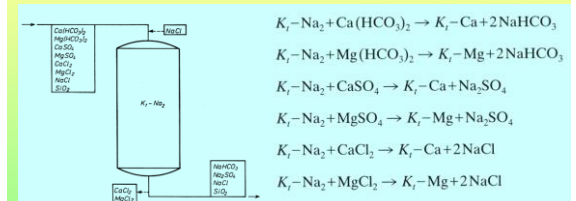
12

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej



13

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

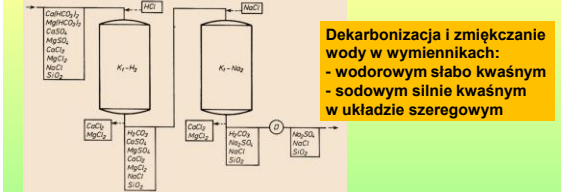


Zmiękczenie wody w wymienniku z silnie kwaśnym kationitem sodowym

Gdy twardość węglanowa i niewęglanowa są porównywalne lub gdy twardość niewęglanowa jest większa, niż węglanowa → stosuje się silnie kwaśny kationit sodowy umożliwiającą zupełne zmiękczenie wody

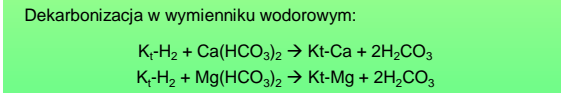
14

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej



Dekarbonizacja i zmiękczenie wody w wymiennikach:
- wodorowym słabo kwaśnym
- sodowym silnie kwaśnym
w układzie szeregowym

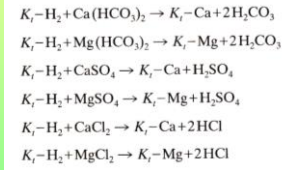
Gdy duża twardość całkowita jest spowodowana węglanami Ca i Mg → stosuje się wymiennik słabo kwaśny wodorowy (proces wstępny - dekarbonizacja) i silnie kwaśny sodowy (proces właściwy - zmiękczenie)



15

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

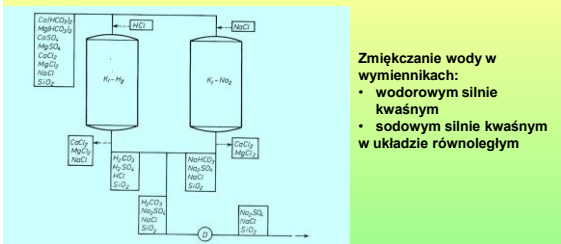
Zmiękczenie wymiennicem wodorowym silnie kwaśnym nie jest stosowane jako proces samodzielny, bo rezultatem wymiany jonowej jest bardzo silne zakwaszenie wody:



Możliwe są jednak układy zmiękczające, w których silnie kwaśne wymienniki wodorowe i sodowe są łączone równolegle.

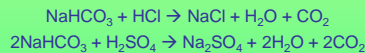
16

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej



Zmiękczenie wody w wymiennikach:
• wodorowym silnie kwaśnym
• sodowym silnie kwaśnym
w układzie równoległym

Wytworzone w wymienniku wodorowym kwasy są neutralizowane solami sodowymi, powstałymi w wymienniku sodowym:



17

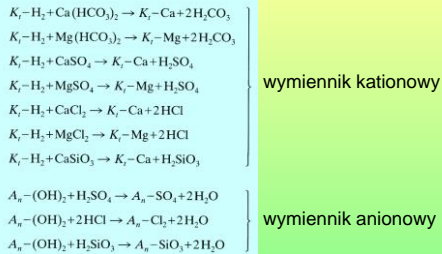
Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

Demineralizacja – polega na usunięciu z wody wszystkich kationów i anionów pochodzących z rozpuszczonych w niej soli.

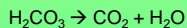
W procesie demineralizacji zachodzi najpierw **dekationizacja** (wymienniki wodorowe), a następnie **deanionizacja** (wymienniki wodorotlenowe) wody

18

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

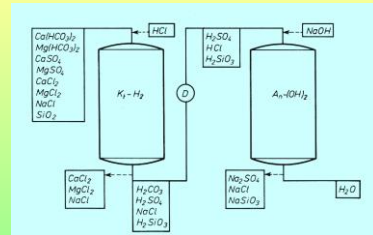


W **desorberze CO₂**, stanowiącym niezbędnym elementem układu demineralizacji zachodzi **rozpad kwasu węglowego**:



19

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

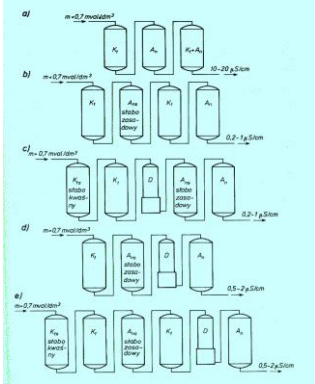


Uproszczony schemat procesu demineralizacji

K₁-H₂ – wymiennik z silnie kwaśnym kationem wodorowym
An-(OH)₂ – wymiennik z silnie zasadowym anionem wodorotlenowym – odkrzemniającym
D – desorber CO₂

20

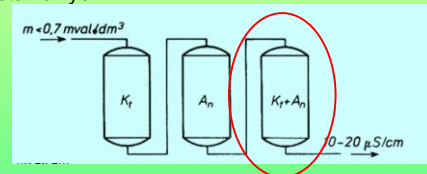
Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej



21

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

W układach demineralizujących stosowane są zwykle **wymienniki wyrównawcze (buforowe)** → złożone mieszane: **silnie kwaśny kation wodorowy + silnie zasadowy anion**
Funkcja: usunięcie szczytkowych kationów i anionów, które przebiły się przez złoża wymienników podstawowych



22

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

Regeneracja:

→ kationitu

HCl - najczęściej stosowana

lub

H₂SO₄ - nie zalecana – gips CaSO₄!!!

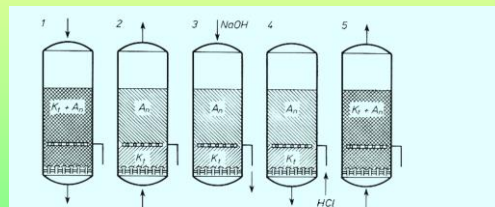
→ anionitu

NaOH

23

Zmiękczenie i demineralizacja wody metodą wymiany jonowej

Regeneracja wymienników wyrównawczych różni się od regeneracji wymienników podstawowych i musi być prowadzona w ściśle określony sposób



Rys. 84. Schemat przebiegu regeneracji wymiennika dwujonowego [10]:
 1 – wymiennik w normalnej eksploatacji, 2 – rozwarstwienie złoża strumieniem wody, 3 – regeneracja anionitu, 4 – regeneracja kationitu, 5 – zmieszanie złoża strumieniem powietrza

24