

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja i kontrolowanie procesów technologicznych w przemyśle chemicznym**

Oznaczenie kwalifikacji: **A.56**

Numer zadania: **01**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego\*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**A.56-01-16.01**

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

**EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE  
Rok 2016  
CZEŚĆ PRAKTYCZNA**

**Instrukcja dla zdającego**

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
  - swój numer PESEL\*,
  - oznaczenie kwalifikacji,
  - numer zadania,
  - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 7 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

***Powodzenia!***

\* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

## Zadanie egzaminacyjne

W oparciu o skrócony opis procesu technologicznego zmiękczenia wody oraz wykaz danych wyjściowych opracuj kartę technologiczną tego procesu, uzupełnij opis schematu instalacji do zmiękczenia wody wapnem i sodą, wpisując do tabeli odpowiednie oznaczenie urządzenia lub medium widniejące na schemacie. Wykonaj obliczenia, stosując zamieszczone wzory, dotyczące jednostkowego i dobowego zużycia wapna oraz sody.

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.**

**Ocenie podlegać będą 4 rezultaty:**

- karta technologiczna procesu,
- opis schematu instalacji do zmiękczenia wody wapnem i sodą,
- jednostkowe i dobowe zużycie wapna,
- jednostkowe i dobowe zużycie sody.

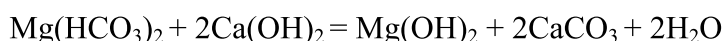
### **Skrócony opis procesu technologicznego zmiękczenia wody metodą sodowo-wapienną**

#### **• Podstawy procesu**

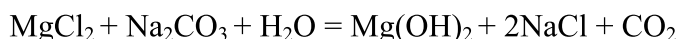
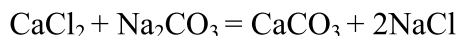
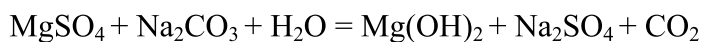
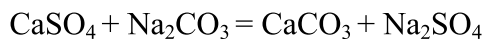
Metoda polega na wprowadzeniu do zmiękczonej wody węglanu sodu i wodorotlenku wapnia, które reagują z będącymi przyczyną jej twardości jonami  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$  tworząc trudno rozpuszczalne związki chemiczne. Dodatek  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  powoduje strącanie węglanów wapnia i wodorotlenku magnezu, natomiast dodatek  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  strąca sole powodujące twardość niewęglanową. Proces prowadzony jest w podwyższonej temperaturze, w związku z tym w pierwszym etapie zachodzi częściowo termiczny rozkład wodorowęglanów:



Pozostała część wodorowęglanów reaguje z wprowadzonym wodorotlenkiem wapnia zgodnie z poniższymi reakcjami:



Siarczany(VI) i chlorki wapnia i magnezu powodujące twardość niewęglanową reagują z węglanem sodu tworząc osad  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ :



Zużycie chemikaliów, a przede wszystkim wapna zależy od tego, czy woda wapienna dodawana jest do surowej wody zimnej, czy też do wody uprzednio podgrzanej. Woda uprzednio podgrzana wymaga użycia jego mniejszej ilości, gdyż podczas ogrzewania wydziela się z wody  $\text{CO}_2$  oraz następuje częściowy termiczny rozkład wodorowęglanów, powodując zmniejszenie się twardości węglanowej. Twardość ta zmniejsza się o 1/3, gdy chemikalia dodawane są po ogrzaniu wody do temperatury  $90^\circ\text{C}$ .

### • Opis instalacji oraz przebieg procesu

Do głównych elementów instalacji do zmiękczenia wody wapnem i sodą zalicza się zbiornik do rozpuszczania wapna (saturator), podgrzewacz (wymyennik ciepła), reaktor, filtr. Woda surowa doprowadzana do instalacji trafia do rozdzielacza, skąd jej określona część poprzez mieszalnik wapna z wodą wprowadzana jest do saturatora w celu wytworzenia wody wapiennej. Reszta, ogrzana za pomocą pary w podgrzewaczu (gdzie zachodzi częściowy rozkład wodorowęglanów wapnia i magnezu,) wprowadzana jest do reaktora. W reaktorze za pomocą roztworów sody (sporządzonego w zbiorniku z dozownikiem) i mleka wapiennego (sporządzonego w saturatorze) strąca się osad  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Czas trwania procesu strącania osadu w reaktorze wynosi 1,5÷2 godzin. Zmiękzoną wodę, odprowadzaną z górnej części reaktora, przepuszcza się przez ciśnieniowy filtr żwirowy, który zatrzymuje zawieszony osad.

### Wykaz danych wyjściowych do wykonania obliczeń jednostkowego i dobowego zużycia wapna oraz sody w instalacji

- ilość wody surowej zmiękczonej w instalacji:  $500 \text{ m}^3/\text{dobę}$
- sposób dozowania chemikaliów – po podgrzaniu wody
- parametry wody na wejściu do instalacji zmiękczenia:
  - twardość całkowita –  $t_0 = 10 \text{ val}/\text{m}^3$
  - twardość węglanowa –  $t_w = 6 \text{ val}/\text{m}^3$
  - twardość stała (niewęglanowa) –  $t_{st} = 4 \text{ val}/\text{m}^3$
  - twardość wapniowa –  $t_{Ca} = 7 \text{ val}/\text{m}^3$
  - twardość magnezowa –  $t_{Mg} = 3 \text{ val}/\text{m}^3$
  - zawartość wolnego  $\text{CO}_2$  –  $c = 3,1 \text{ val}/\text{m}^3$
  - temperatura –  $18^\circ\text{C}$
- stosowane wapno zawiera 80%  $\text{CaO}$
- stosowana soda zawiera 98%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- ilość wody kierowanej z rozdzielacza do saturatora w celu wytworzenia wody wapiennej – 20% wody surowej
- temperatura procesu –  $90^\circ\text{C}$
- czas trwania procesu – 1,5÷2 h.

### Stosowane wzory

#### Jednostkowe zużycie $\text{CaO}$ dla wody odprowadzanej do saturatora:

$$R_{\text{CaO}} = 28 (t_w + t_{Mg} + c + 0,5) [\text{g CaO}/\text{m}^3 \text{ wody}]$$

#### Jednostkowe zużycie $\text{CaO}$ dla wody odprowadzanej z podgrzewacza:

(przy założeniu, że w podgrzewaczu nastąpiło wydzielenie całej ilości  $\text{CO}_2$  oraz zmniejszenie się twardości węglanowej o 1/3)

$$R_{\text{CaO}} = 28 (2/3 t_w + t_{Mg} + 0,5) [\text{g CaO}/\text{m}^3 \text{ wody}]$$

#### Jednostkowe zużycie $\text{Na}_2\text{CO}_3$ :

$$R_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 53 (t_{st} + 2) [\text{g Na}_2\text{CO}_3/\text{m}^3 \text{ wody}]$$

gdzie:

$t_w, t_{Mg}$  i  $t_{st}$  – twardości  $[\text{val}/\text{m}^3]$

$c$  – zawartość wolnego  $\text{CO}_2$   $[\text{val}/\text{m}^3]$

28 – gramorównoważnik  $\text{CaO}$

0,5 – praktyczny nadmiar  $\text{CaO}$   $[\text{val}/\text{m}^3]$

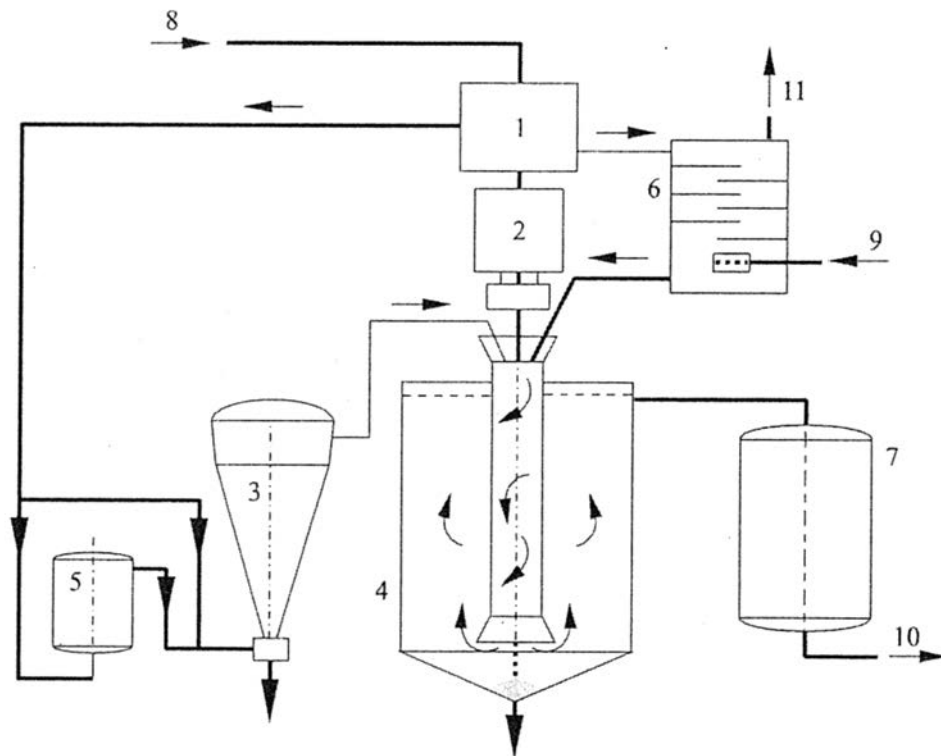
53 – gramorównoważnik  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

2 – praktyczny nadmiar  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   $[\text{val}/\text{m}^3]$

## Karta technologiczna procesu

KARTA TECHNOLOGICZNA PROCESU	
<b>Metoda zmiękczenia</b>	
<b>Reakcje procesu</b> (zapisane równania reakcji chemicznych przy określonych metodach)	1. Metoda termiczna usuwania wodorowęglanów wapnia:
	2. Metoda termiczna usuwania wodorowęglanów magnezu:
	3. Metoda chemiczna z zastosowaniem wodorotlenku wapnia – usuwanie $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ :
	4. Metoda chemiczna z zastosowaniem wodorotlenku wapnia – usuwanie $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ :
	5. Metoda chemiczna z zastosowaniem węgla sodu – usuwanie chlorku wapnia:
	6. Metoda chemiczna z zastosowaniem węgla sodu – usuwanie siarczanu(VI) wapnia:
	7. Metoda chemiczna z zastosowaniem węgla sodu – usuwanie chlorku magnezu:
	8. Metoda chemiczna z zastosowaniem węgla sodu – usuwanie siarczanu(VI) magnezu:
<b>Ilość wody zmiękczonej w instalacji</b> [m <sup>3</sup> /dobę]	
<b>Temperatura wody na wejściu do instalacji zmiękczenia</b>	
<b>Twardość wody na wejściu do instalacji zmiękczenia</b>	
<b>Zawartość wolnego CO<sub>2</sub> w wodzie surowej</b>	
<b>Zawartość CaO w wapnie</b>	
<b>Zawartość Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> w sodzie</b>	
<b>Temperatura procesu</b>	
<b>Czas trwania procesu</b>	

## Schemat instalacji do zmiękczenia wody wapnem i sodą



### Opis schematu instalacji do zmiękczenia wody wapnem i sodą

Nazwa urządzenia lub medium	Oznaczenie urządzenia/medium widniejące na powyższym schemacie instalacji
Reaktor	
Zbiornik do rozpuszczania wapna (sytnik, saturator)	
Mieszalnik wapna z wodą	
Zbiornik do rozpuszczania sody-dozownik sody	
Wymiennik ciepła (podgrzewacz)	
Filtr żwirowy	
Rozdzielacz wody	
Woda surowa doprowadzana do instalacji zmiękczenia	
Woda zmiękczona	
Czynnik grzewczy	
Opary z wymiennika ciepła	

### Jednostkowe i dobowe zużycie wapna

#### A. Zużycie wapna dla wody odprowadzanej do saturatora

Ilość wody kierowanej w ciągu doby do saturatora w celu wytworzenia wody wapiennej [ $\text{m}^3/\text{dobę}$ ]

Jednostkowe zużycie CaO [ $\text{g CaO}/\text{m}^3$  wody]

Jednostkowe zużycie wapna [ $\text{g wapna}/\text{m}^3$  wody]

Dobowe zużycie wapna na wodę wapienną w saturatorze [ $\text{kg wapna}/\text{dobę}$ ]

#### B. Zużycie wapna dla wody odprowadzanej z podgrzewacza

Ilość wody kierowanej w ciągu doby do reaktora przez podgrzewacz [ $\text{m}^3/\text{dobę}$ ]

Jednostkowe zużycie CaO [ $\text{g CaO}/\text{m}^3$  wody]

Jednostkowe zużycie wapna [ $\text{g wapna}/\text{m}^3$  wody]

Dobowe zużycie wapna na wodę podgrzaną [ $\text{kg wapna}/\text{dobę}$ ]

#### C. Łączne zużycie wapna na zmiękczenie wody surowej

Dobowe zużycie wapna na zmiękczenie wody surowej w instalacji [ $\text{kg wapna}/\text{dobę}$ ]

## Jednostkowe i dobowe zużycie sody

Ilość wody kierowanej w ciągu doby do reaktora [ $\text{m}^3/\text{dobę}$ ]

Jednostkowe zużycie  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  [ $\text{g Na}_2\text{CO}_3/\text{m}^3$  wody]

Jednostkowe zużycie sody [ $\text{g sody}/\text{m}^3$  wody]

Dobowe zużycie sody na zmiękczenie wody surowej w instalacji [ $\text{kg sody}/\text{dobę}$ ]