

**Arkusz zawiera informacje prawnie
chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu**

Układ graficzny © CKE 2016



**CENTRALNA
KOMISJA
EGZAMINACYJNA**

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.

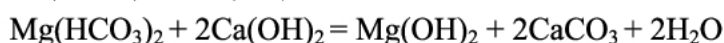
Skrócony opis procesu technologicznego zmiękczenia wody metodą sodowo-wapienną

• **Podstawy procesu**

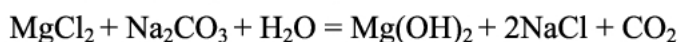
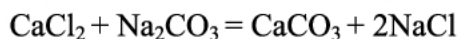
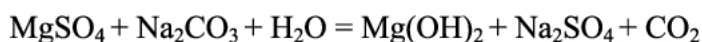
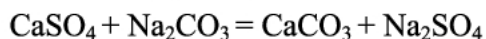
Metoda polega na wprowadzeniu do zmiękczonej wody węglanu sodu i wodorotlenku wapnia, które reagują z będącymi przyczyną jej twardości jonami Ca^{2+} i Mg^{2+} tworząc trudno rozpuszczalne związki chemiczne. Dodatek $\text{Ca}(\text{OH})_2$ powoduje strącanie węglanów wapnia i wodorotlenku magnezu, natomiast dodatek Na_2CO_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 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 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°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 CaCO_3 i Mg(OH)_2 . Czas trwania procesu strącania osadu w reaktorze wynosi 1,5÷2 godzin. Zmiękczoną 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 CO_2 – $c = 3,1 \text{ val}/\text{m}^3$
 - temperatura – 18°C
- stosowane wapno zawiera 80% CaO
- stosowana soda zawiera 98% Na_2CO_3
- ilość wody kierowanej z rozdzielacza do saturatora w celu wytworzenia wody wapiennej – 20% wody surowej
- temperatura procesu – 90°C
- czas trwania procesu – 1,5÷2 h.

Stosowane wzory

Jednostkowe zużycie 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 CaO dla wody odprowadzanej z podgrzewacza:

(przy założeniu, że w podgrzewaczu nastąpiło wydzielenie całej ilości 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 Na_2CO_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 CO_2 $[\text{val}/\text{m}^3]$

28 – gramorównoważnik CaO

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

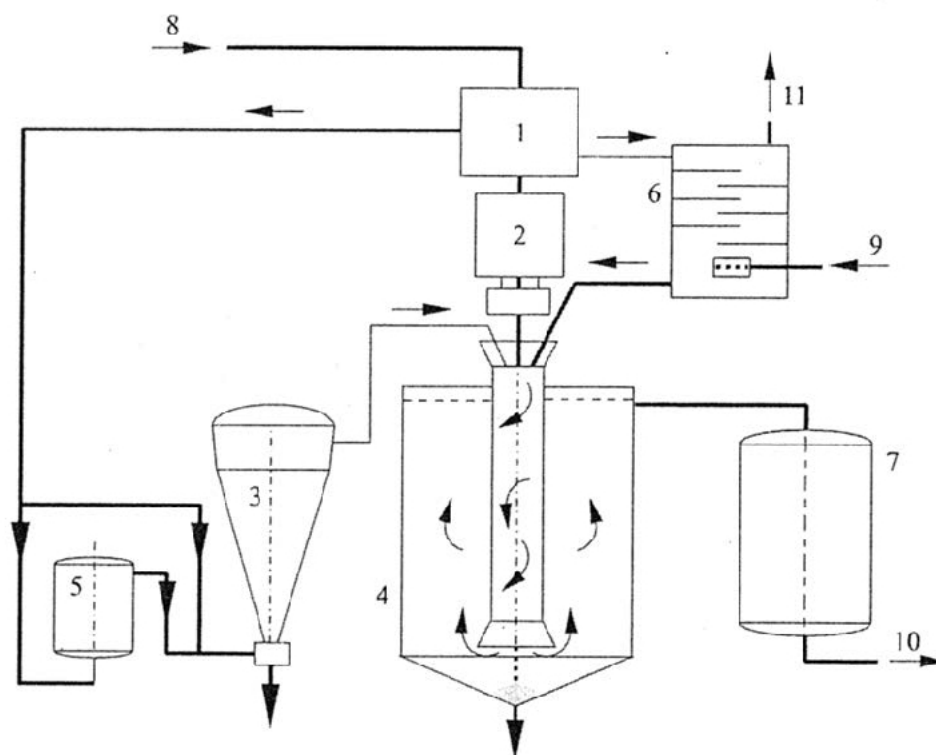
53 – gramorównoważnik Na_2CO_3

2 – praktyczny nadmiar Na_2CO_3 $[\text{val}/\text{m}^3]$

Karta technologiczna procesu**KARTA TECHNOLOGICZNA PROCESU**

Metoda zmiękczenia	
Reakcje procesu (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 węglanu sodu – usuwanie chlorku wapnia:
	6. Metoda chemiczna z zastosowaniem węglanu sodu – usuwanie siarczanu(VI) wapnia:
	7. Metoda chemiczna z zastosowaniem węglanu sodu – usuwanie chlorku magnezu:
	8. Metoda chemiczna z zastosowaniem węglanu sodu – usuwanie siarczanu(VI) magnezu:
Ilość wody zmiękczonej w instalacji [m³/dobę]	
Temperatura wody na wejściu do instalacji zmiękczenia	
Twardość wody na wejściu do instalacji zmiękczenia	
Zawartość wolnego CO₂ w wodzie surowej	
Zawartość CaO w wapnie	
Zawartość Na₂CO₃ w sodzie	
Temperatura procesu	
Czas trwania procesu	

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 Na_2CO_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 [$\text{kg sody}/\text{dobę}$]