

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

Oznaczenie kwalifikacji: **AU.56**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

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

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut.

AU.56-01-23.01-SG

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2023

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2017**

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 13 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

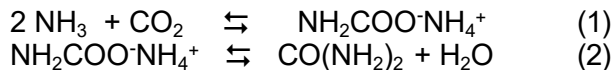
Na podstawie opisu procesu technologicznego oraz wykazu danych technologicznych opracuj kartę technologiczną procesu produkcji mocznika granulowanego – Tabela 1. Wykonaj obliczenia związane ze średnim miesięcznym zapotrzebowaniem na surowce – Tabela 3. Dobierz, na podstawie obliczeń i danych technicznych wybranych sprężarek i pomp, urządzenia do dozowania surowców – tlenku węgla(IV) i ciekłego amoniaku oraz zapotrzebowanie na opakowania miesięcznej partii mocznika granulowanego - Tabela 5. Sporządź wykaz:

- operacji jednostkowych wytwarzania wodnego roztworu mocznika na podstawie schematu blokowego – Tabela 2,
- punktów kontroli parametrów procesowych uwzględniający miejsca pomiaru oraz wartości tych parametrów Tabela 4,
- czynności jakie powinna wykonać osoba udzielająca pierwszej pomocy w przypadku kontaktu ciekłego amoniaku ze skórą dłoni poszkodowanej osoby – Tabela 6.

Opis procesu technologicznego produkcji mocznika granulowanego

Chemizm procesu

Substratami do syntezy mocznika (jednego z wolno działających nawozów o dużej zawartości azotu, stosowanego w rolnictwie) są ciekły amoniak i tlenek węgla(IV). Reakcja przebiega w dwóch etapach, gdzie produktem pośrednim jest karbaminian amonu ($\text{NH}_2\text{COO}\cdot\text{NH}_4^+$)



Reakcje te przebiegają równolegle i przeprowadza się je w tym samym reaktorze, dlatego syntezę mocznika można przedstawić równaniem sumarycznym:



Ponieważ reakcje (1) i (2) są odwracalne, w strumieniu reagentów odprowadzanych z reaktora oprócz mocznika i wody znajdują się znaczne ilości karbaminianu amonu, amoniaku i tlenku węgla(IV). Z tego powodu w instalacjach produkcyjnych stosuje się obiegi powrotne, do których kieruje się nieprzereagowane substraty.

Przemysłowy proces syntezy mocznika prowadzi się pod ciśnieniem 20 MPa w temperaturze 180°C. W zbyt wysokiej temperaturze zmniejsza się wydajność procesu, gdyż wzrasta szybkość reakcji ubocznych powodujących powstawanie biuretu – produktu niepożądanego, szkodliwego dla roślin.

Na wydajność mocznika duży wpływ ma nadmiar NH_3 w stosunku do CO_2 , dlatego do reakcji wprowadza się trzykrotnie większą ilość amoniaku, dzięki temu uzyskuje się większy stopień przemiany CO_2 niż w mieszaninie stechiometrycznej.

Przebieg procesu

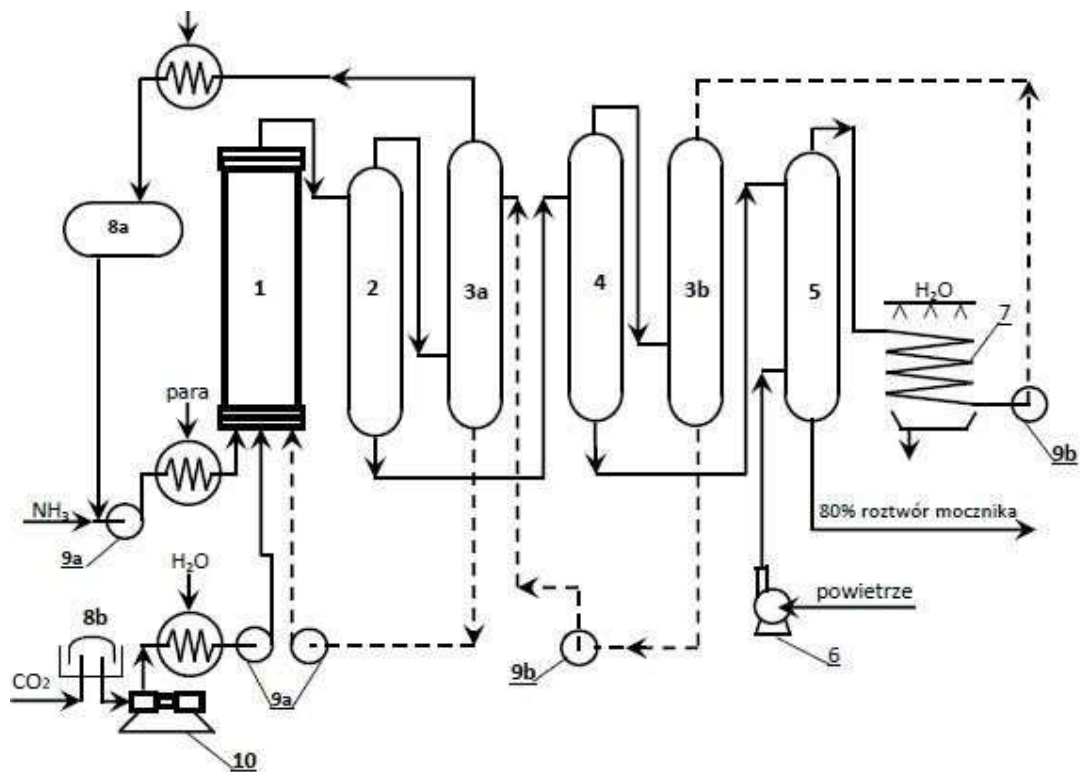
Sprężarka 10 tłoczy 234 m³ tlenku węgla(IV) w ciągu godziny ze zbiornika 8b. Następnie po ogrzaniu w wymienniku ciepła wprowadzany jest do reaktora w temperaturze 40°C i pod ciśnieniem 20 MPa. Świeży amoniak zmieszany z amoniakiem z recyrkulacji (zbiornik 8a) w ilości 36 m³ w ciągu godziny tłoczy wysokociśnieniowa pompa 9a i po ogrzaniu w ten sposób przygotowany surowiec wprowadzany jest do reaktora, gdzie w temperaturze 180°C i pod ciśnieniem 20 MPa następuje synteza mocznika.

Amoniak i tlenek węgla(IV) wydzielają się ze stopu poreakcyjnego przez dwustopniową desorpcję. Najpierw rozpręża się stop do ciśnienia 3,2 MPa, pod którym pracuje kolumna 2. Następuje odpędzenie nadmiaru amoniaku i częściowy rozkład karbaminianu. Wydzielenie podstawowej ilości nieprzereagowanego amoniaku pod takim, a więc jeszcze nieobniżonym całkowicie ciśnieniem pozwala skroplić amoniak wyłącznie przez oziębienie, tj. bez sprężania. Gaz z kolumny 2 przemywa się w kolumnie absorpcyjnej 3a rozcieńczonym wodnym roztworem soli amonowych. Kolumna ta pracuje w temperaturze 95°C i ciśnieniem 1,7 MPa. Powstający stężony roztwór soli amonowych pompuje się do reaktora. Reszta amoniaku uchodząca ze szczytu kolumny 3a zostaje skroplona przez ochłodzenie oraz poddana recyrkulacji poprzez zbiornik 8a.

Stop z kolumny 2 rozpręża się powtórnie w pracującej pod ciśnieniem 1,7 MPa kolumnie 4. Następuje dalsze wydzielenie gazów; NH_3 i CO_2 , które kieruje się do absorbera 3b zraszanego roztworem wodnym zawierającym niewielką ilość soli amonowych. Otrzymany z tej kolumny roztwór o temperaturze 37°C i ciśnieniu 0,2 MPa tłoczy się do kolumny 3a.

W oddzielaczu 5 stop z kolumny 4 przedmuchuje się powietrzem w celu odpędzenia reszty NH_3 i CO_2 . Odbierany z oddzielacza 80% roztwór mocznika poddaje się odparowaniu i granulacji.

Połowę otrzymanej partii granulowanego mocznika pakuje się do worków polietylenowych o pojemności 25 kg, a drugą połowę do kontenerów elastycznych typu big-bag o pojemności 500 kg. W trakcie procesu pakowania mogą wystąpić uszkodzenia worków i pojemników, dlatego przy składaniu zamówienia należy uwzględnić 0,1% strat opakowań podczas pakowania.



Schemat syntezy mocznika: 1 – reaktor, 2 i 4 – kolumny rozprężające, 3 – absorbery, 5 – oddzielacz gazu, 6 – dmuchawa powietrzna, 7 – chłodnica ociekowa, 8 – zbiorniki, 9 – pompy wysokiego ciśnienia, 10 – sprężarka CO_2 .

- - - Zawracanie CO_2 i NH_3 w roztworze soli amonowych

Wykaz danych technologicznych niezbędnych do wykonania obliczeń dotyczących miesięcznego zapotrzebowania na surowce dla procesu otrzymywania mocznika oraz ilości opakowań mocznika granulowanego

- planowana produkcja mocznika granulowanego: 600 000 ton/rok,
- wydajność otrzymywanego mocznika: 98%
- surowiec: ciekły amoniak o stopniu przereagowania: 0,97,
- 3-krotny nadmiar amoniaku,
- surowiec: tlenek węgla(IV) gazowy o stopniu przereagowania: 0,95,
- straty opakowań w trakcie pakowania: 0,1%.

$M_H = 1 \text{ g/mol}$, $M_N = 14 \text{ g/mol}$, $M_C = 12 \text{ g/mol}$, $M_O = 16 \text{ g/mol}$.

$m=[t]$, $V=[m^3]$, ilość opakowań w sztukach.

**W obliczeniach zastosuj dla gazów warunki normalne,
przyjmij objętość jednego mola gazu $22,4 \text{ dm}^3$
Wyniki obliczeń podaj z dokładnością do liczb całkowitych.**

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 6 rezultatów:

- karta technologiczna procesu – Tabela 1.
- wykaz operacji jednostkowych wytwarzania wodnego roztworu mocznika na podstawie schematu blokowego -Tabela 2,
- zestawienie obliczeń i wyników dotyczących średniego miesięcznego zapotrzebowania na surowce - Tabela 3,
- wykaz wybranych punktów kontroli parametrów procesowych: temperatury i ciśnienia - Tabela 4,
- dobór sprężarki tlenu węgla(IV) i pompy ciekłego amoniaku oraz zapotrzebowanie na opakowania miesięcznej partii mocznika granulowanego - Tabela 5,
- wykaz czynności, które powinna wykonać osoba udzielająca pierwszej pomocy w przypadku kontaktu ciekłego amoniaku ze skórą dłoni poszkodowanej osoby -Tabela 6.

Dane techniczne wybranych sprężarek

Nazwa urządzenia	Typ	Wydajność, [m ³ /min]
Sprężarka tłokowa	WALTER GK 1760 - 2x5,5/500 S	1,50
Sprężarka tłokowa	MK103-150-3T	0,23
Sprężarka śrubowa	Airpol 4	0,39
Sprężarka śrubowa	SDF 150	18

Dane techniczne wybranych pomp

Nazwa urządzenia	Maksymalna wydajność [m ³ /h]	Maksymalne ciśnienie robocze [Bar]
Pompa NHD 4	0,9	200
POMPA PXI5435 IR	54	350
Wielostopniowa pompa wysokociśnieniowa GRUNDFOS CR, CRE	120	50

Wyciąg z karty charakterystyki substancji niebezpiecznej ciekłego amoniaku

1. IDENTYFIKACJA PRODUKTU

Nazwa handlowa: amoniak bezwodny (skroplony)

2. IDENTYFIKACJA ZAGROŻEŃ

Dobrze rozpuszcza się w wodzie. Tworzy mieszaniny wybuchowe z tlenem, powietrzem, chlorem, bromem, jodem, kwasem azotowym, kwasem chlorowym. Amoniak atakuje miedź, cynk, cynę i ich stopy, szczególnie w obecności wilgoci. Ciekły amoniak jest cieczą o dużym cieple parowania, w kontakcie ze skórą powoduje odmrożenia.

3. POSTĘPOWANIE W PRZYPADU POŻARU

Odpowiednie środki gaśnicze: proszki gaśnicze, tlenek węgla(IV), piany gaśnicze, woda. Nie stosować halonów.

Informacje dla straży pożarnej: zbiorniki z amoniakiem narażone na działanie wysokiej temperatury mogą eksplodować, należy je chłodzić rozproszonymi strumieniami wody z bezpiecznej odległości; osoby biorące udział w akcji ratowniczej lub likwidacji awarii muszą być wyposażone w środki ochrony dróg oddechowych (aparaty powietrzne, ubrania gazoszczelne).

UWAGA! Woda nie może się dostać do wnętrza chłodzonych zbiorników!

4. OPIS ŚRODKÓW PIERWSZEJ POMOCY

W przypadku kontaktu ze skórą

Zmywać obficie bieżącą chłodną wodą, zdejmując ostrożnie odzież ze względu na możliwość głębokich uszkodzeń oblanej skóry. Nie stosować środków zobojętniających (zakwaszających). Na oparzenia założyć jałowy opatrunek. Skórę odmrożoną polewać chłodną wodą, założyć jałowy opatrunek. Wezwać lekarza.

W przypadku kontaktu z oczami

Zachłapane oczy płukać dużą ilością wody przez co najmniej 15 minut. W każdym przypadku skażenia oczu konieczna jest pomoc okulisty.

Środki pierwszej pomocy

Niezbędne leki: tlen, poprawiające wydolność oddechową, leki przeciwbólowe.

Osoby udzielające pierwszej pomocy winny unikać kontaktu z amoniakiem w tym przywracania oddechu metodą usta – usta.

5. INDYWIDUALNE ŚRODKI OSTROŻNOŚCI, WYPOSAŻENIE OCHRONNE I PROCEDURY W SYTUACJACH AWARYJNYCH

Dla osób nienależących do personelu udzielającego pomocy

Zabezpieczyć teren i usunąć ludzi z miejsca zagrożenia. Wezwać Jednostkę Ratownictwa Chemicznego i Straży Pożarnej. Odizolować miejsce wycieku możliwie szybko przez wyszkolone osoby. Usunąć źródła zapłonu znajdujące się w pobliżu miejsca wycieku.

Dla osób udzielających pomocy

Indywidualne środki ostrożności: odzież ochronna gazoszczelna, rękawice, maska przeciwgazowa z pochłaniaczem amoniaku lub aparat powietrzny.

Tabela 1. Karta technologiczna procesu

KARTA TECHNOLOGICZNA PROCESU <i>(odpowiedzi wpisz w prawej kolumnie)</i>	
Nazwa procesu technologicznego	
Równania reakcji zachodzących w reaktorze	(1)
	(2)
Równanie reakcji sumarycznej	
Surowce (nazwa i stan skupienia)	(1)..... stan skupienia
	(2).....stan skupienia.....
Produkty (nazwa i wzór chemiczny)	
Produkt pośredni (nazwa i wzór chemiczny)	
Parametry prowadzenia procesu	
Planowana roczna i miesięczna produkcja mocznika granulowanego	Produkcja rocznat Produkcja miesięcznat
Wydajność procesu	
Stopień przereagowania surowców	wzór stopień przereagowania
	wzór stopień przereagowania

Schemat blokowy produkcji mocznika

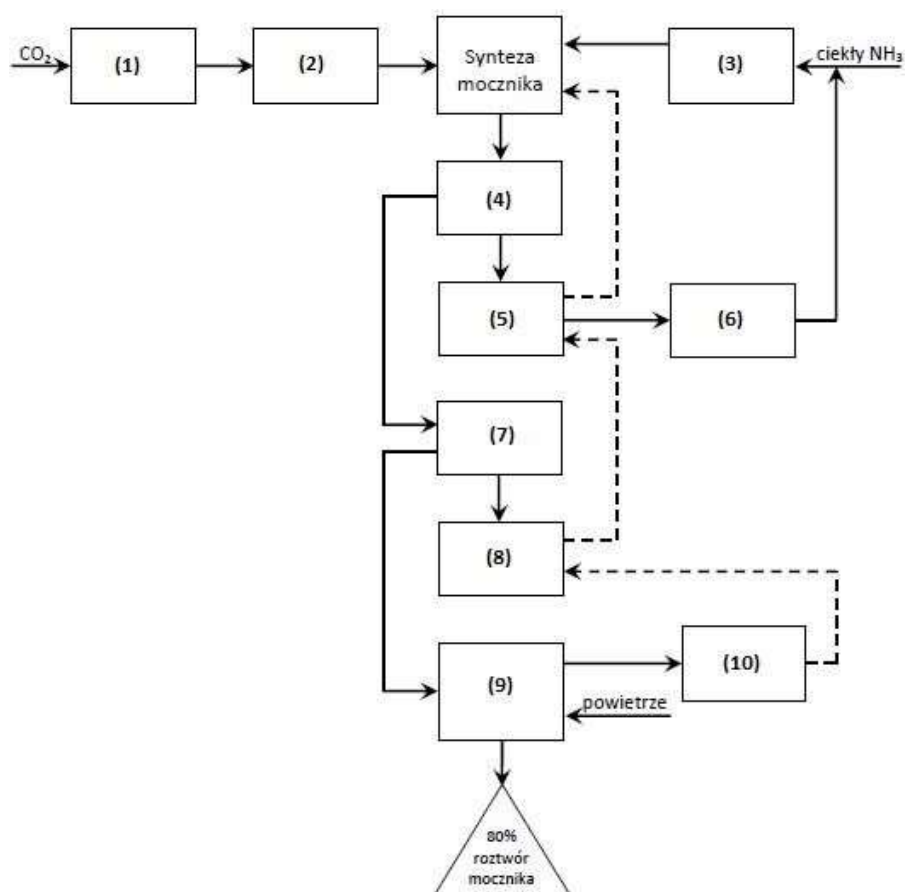


Tabela 2. Wykaz operacji jednostkowych wytwarzania wodnego roztworu mocznika na podstawie schematu blokowego

Oznaczenia na schemacie	Nazwa operacji jednostkowej
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	
(6)	
(7)	
(8)	
(9)	
(10)	

Tabela 3. Zestawienie obliczeń i wyników dotyczących średniego miesięcznego zapotrzebowania na surowce

Uwaga:

- wyniki obliczeń podaj z dokładnością do liczb całkowitych,
- w kolejnych etapach obliczeń wykorzystuj wartości podawane z dokładnością do liczb całkowitych, wyznaczone w poprzednich etapach obliczeń,
- otrzymane wyniki obliczeń muszą wynikać z zapisanych obliczeń.

Obliczenia związane z zapotrzebowaniem miesięcznym na surowce	
I	II (wpisuje zdający)
Obliczenia masy amoniaku i tlenku węgla(IV) przy założeniu: - wydajność 100%, - stopień przereagowania substratów -1 - zmieszanie substratów - w stosunku stechiometrycznym	Obliczenia: masa NH ₃ masa CO ₂
Obliczenia masy amoniaku i tlenku węgla(IV) przy założeniu: - wydajność 98%, - stopień przereagowania substratów -1 - zmieszanie substratów - w stosunku stechiometrycznym	Obliczenia: masa NH ₃ masa CO ₂
Obliczenia masy amoniaku z uwzględnieniem założeń wynikających z danych technologicznych	Obliczenia: masa NH ₃
Obliczenia masy tlenku węgla(IV) z uwzględnieniem założeń wynikających z danych technologicznych	Obliczenia: masa CO ₂

Obliczenia objętości tlenku węgla(IV) w warunkach normalnych z uwzględnieniem założeń wynikających z danych technologicznych	Obliczenia: objętość CO ₂
---	--

www.EgzaminZawodowy.info

Tabela 4. Wykaz wybranych punktów kontroli parametrów procesowych: temperatury i ciśnienia

Miejsce pomiaru	Parametr procesu	Oczekiwana wartość

Tabela 5. Dobór sprężarki tlenu węgla(IV) i pompy ciekłego amoniaku oraz zapotrzebowanie na opakowania miesięcznej partii mocznika granulowanego

Sprężarka tlenu węgla(IV) i pompa ciekłego amoniaku
Sprężarka: Pompa:
Zapotrzebowanie miesięczne na liczbę worków polietylenowych i kontenerów elastycznych typu big-bag, które są niezbędne do zapakowania mocznika granulowanego (z uwzględnieniem strat)
Worków polietylenowych o pojemności 25 kg należy zamówić sztuk Kontenerów elastycznych typu big-bag o pojemności 500 kg należy zamówić sztuk

Tabela 6. Wykaz czynności, które powinna wykonać osoba udzielająca pierwszej pomocy w przypadku kontaktu ciekłego amoniaku ze skórą dłoni poszkodowanej osoby

www.EgzaminZawodowy.info