

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja i kontrolowanie procesów technologicznych w przemyśle chemicznym**
Symbol kwalifikacji: **CHM.06**
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.

CHM.06-01-24.01-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2024

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

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 11 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

Opracuj dokumentację procesu technologicznego otrzymywania saletry amonowej metodą zobojętniania kwasu azotowego(V) gazowym amoniakiem. Dokumentacja powinna zawierać: kartę technologiczną, bilans materiałowy, opis schematu blokowego, wykaz punktów kontroli temperatury, dobór środków ochrony zbiorowej i indywidualnej.

Sporządź kartę technologiczną procesu - uzupełnij Tabelę 1. Korzystając z zamieszczonego wykazu danych technologicznych, sporządź bilans materiałowy produkcji 1 tony saletry amonowej o czystości 98% – uzupełnij Tabelę 2. Na podstawie opisu procesu technologicznego otrzymywania saletry amonowej uzupełnij opis schematu blokowego procesu – Tabela 3. Sporządź wykaz punktów kontroli temperatury – uzupełnij Tabelę 4. Korzystając z zamieszczonego wyciągu z karty charakterystyki substancji niebezpiecznej azotanu(V) amonu, wypisz środki ochrony indywidualnej i zbiorowej dla pracowników mających styczność z gotowym produktem – uzupełnij Tabelę 5.

Opis procesu technologicznego otrzymywania saletry amonowej przez zobojętnianie kwasu azotowego(V) amoniakiem

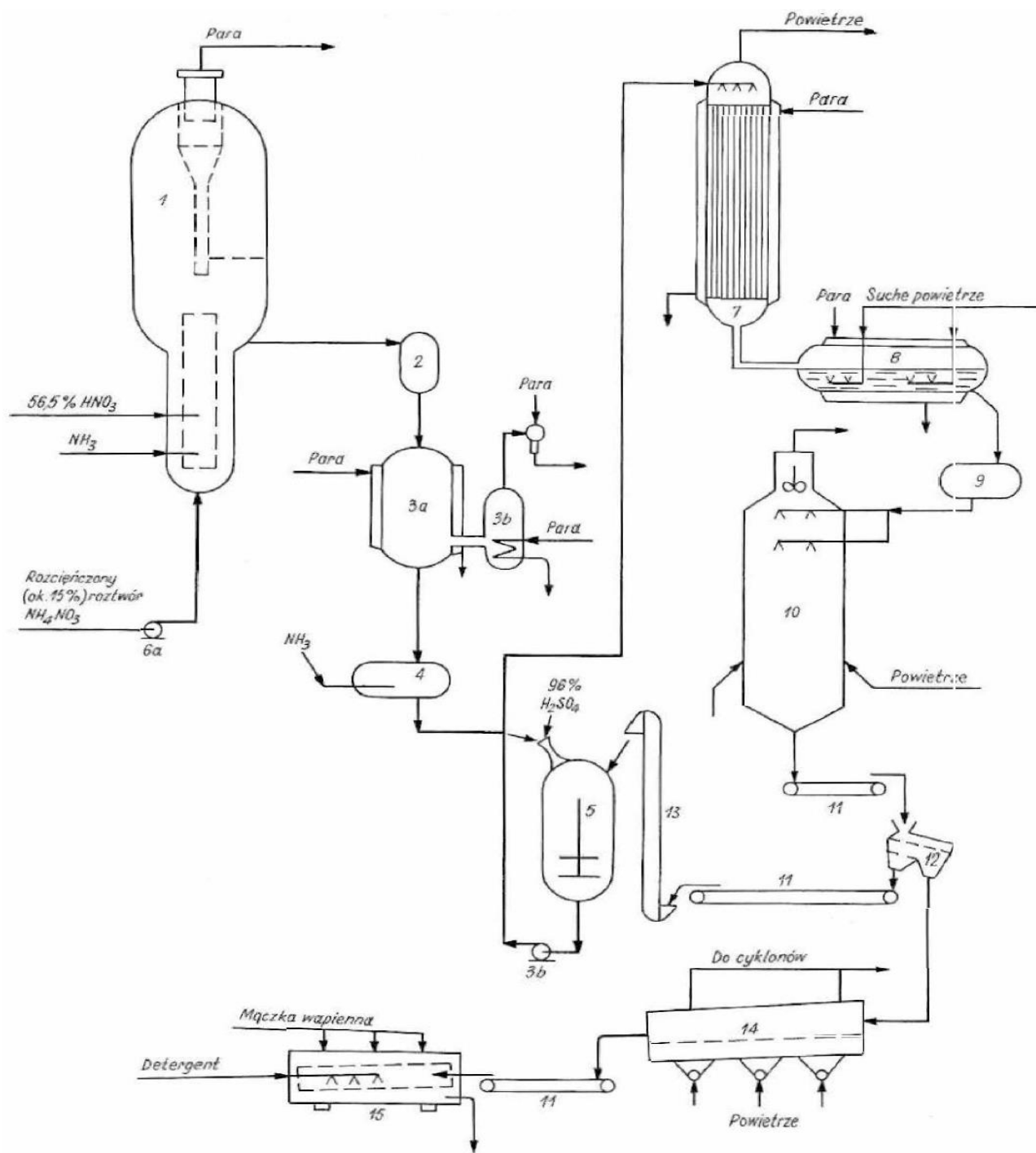
Podstawy procesu

Przemysłowa metoda wytwarzania saletry amonowej polega na zobojętnianiu kwasu azotowego(V) amoniakiem zgodnie z reakcją przedstawioną równaniem



Surowcami do produkcji są gazowy amoniak oraz 56,5% HNO_3 . Azotan(V) amonu jest substancją nietrwałą. W stanie czystym topi się w temperaturze 169°C . Jednak już w temperaturze powyżej 100°C obserwuje się jego rozkład, spowodowany odwracalnym charakterem reakcji zobojętniania. W wyższej temperaturze mogą zachodzić reakcje, w których powstają gazowe produkty rozkładu: N_2O , NO , NO_2 lub N_2 . Jeśli temperatura przekracza 200°C , może nastąpić gwałtowny rozkład azotanu(V) amonu, kończący się niekiedy detonacją. Przy produkcji azotanu(V) amonu konieczne są zabezpieczenia ograniczające ryzyko związane z operowaniem dużą ilością materiału. Jony wodorowe, chlorkowe oraz jony niektórych metali (np. żelaza) katalizują rozkład azotanu(V) amonu, zwiększając ryzyko wybuchu. Korzystny jest natomiast nadmiar amoniaku, gdyż w środowisku zasadowym azotan(V) amonu jest bardziej stabilny.

Wydzielone ciepło silnie egzotermicznej reakcji może spowodować wzrost temperatury prowadzący do rozkładu kwasu azotowego(V) oraz azotanu(V) amonu, dlatego w procesie produkcyjnym nie można bezpośrednio wprowadzać amoniaku do kwasu. Problem rozwiązuje się przez utrzymywanie w obiegu pewnej ilości roztworu NH_4NO_3 , do którego dozuje się amoniak i kwas. Roztwór azotanu(V) opuszczający neutralizator jest już częściowo zagęszczony, gdyż w trakcie procesu woda w znacznym stopniu odparowuje jedynie kosztem ciepła zobojętniania i unoszona jest z neutralizatora wraz z parą.



- 1 – neutralizator, 2 – zbiornik rozprężający, 3 – wyparka próżniowa, 4 – zbiornik pośredni, 5 – zbiornik homogenizacyjny, 6 – pompy, 7 – wyparka końcowa, 8 – zbiornik wyparki, 9 – zbiornik naporowy, 10 – wieża granulacyjna, 11 – przenośniki taśmowe, 12 – sito wibracyjne, 13 – podnośnik kubekowy, 14 – chłodnica fluidalna, 15 – obrotowy bęben pudrujący.

Rysunek 1. Uproszczony schemat instalacji produkcji saletry amonowej

Przebieg procesu

Do dolnej części neutralizatora (1) włącza się rozcieńczony (15%) roztwór saletry, a następnie wprowadza się kwas azotowy(V) i gazowy amoniak pod ciśnieniem 0,6 MPa. Reakcja zobojętniania przebiega w rurze stanowiącej wewnętrzny element neutralizatora pracującego pod ciśnieniem 0,4 MPa. Temperaturę procesu utrzymuje się w zakresie 175÷180°C dzięki zachowaniu odpowiedniej proporcji ilościowej trzech wprowadzanych strumieni (HNO₃, NH₃, 15% roztwór NH₄NO₃). Z neutralizatora (1) odbiera się roztwór NH₄NO₃ o stężeniu ok. 75%, który przez zbiornik rozprężający (2) kieruje się do wyparki próżniowej (3) (obniżone ciśnienie, temperatura 140°C). Roztwór zatężany jest tam do zawartości 95% NH₄NO₃, a po opuszczeniu wyparki i dodaniu niewielkiej ilości amoniaku w zbiorniku pośrednim (4), kierowany do zbiornika homogenizacyjnego (5) wyposażonego w mieszadło ramowe. Do zbiornika dozuje się 96% kwas siarkowy(VI), który reaguje z uprzednio dodanym amoniakiem tworząc siarczan(VI) amonu. Jego niewielka zawartość w saetrze poprawia jej właściwości mechaniczne. Poza H₂SO₄ do zbiornika homogenizacyjnego (5) podaje się również zawracane do procesu nadziarno i podziarno saletry z sita wibracyjnego (12). Następnie roztwór tłoczy się do atmosferycznej wyparki końcowej (7) (temperatura 180°C), gdzie następuje jego zatężenie do zawartości 99,7% NH₄NO₃. Zatężony roztwór spływający ze zbiornika naporowego (9) rozbryzguje się przez specjalne dysze do górnej części wieży granulacyjnej (10). Krople roztworu chłodzone są wprowadzaniem od dołu powietrzem. Następuje ich zestalenie i powstają kuliste granulki saletry. Temperatura panująca w dolnej części wieży granulacyjnej, nie może przekraczać 170°C, ponieważ w wyższych temperaturach saletra dysocjuje na amoniak i kwas. Gorące ziarna przenośnikiem taśmowym podawane są na sito wibracyjne (12). Pożądaną frakcję granulek o średnicy 0,5÷5 mm (nadziarno i podziarno zawraca się do zbiornika homogenizacyjnego) kieruje się do chłodnicy fluidalnej (14), w której granulki chłodzone są zimnym powietrzem od temperatury około 170°C do temperatury nie większej niż 25°C, a następnie do bębna pudrującego (15). W bębnie granule są pudrowane dozowaną do bębna mączką wapienną, co zapobiega zbrylaniu się saletry. Produkt finalny, przeznaczony do pakowania, opuszcza bęben pudrujący.

Wyciąg z Karty charakterystyki substancji niebezpiecznej AZOTAN(V) AMONU

SEKCJA 1. Identyfikacja substancji / mieszaniny i identyfikacja przedsiębiorstwa


1.1 Identyfikator produktu

Nazwa produktu: Amonu azotan(V)

Wzór chemiczny: NH₄NO₃

(...) SEKCJA 2. Identyfikacja zagrożeń

2.2 Elementy oznakowania

| | |
|---|--|
| <i>Piktogramy zagrożenia</i> |  |
| <i>Hasło ostrzegawcze</i> | NIEBEZPIECZEŃSTWO |
| <i>Zwroty wskazujące rodzaj zagrożenia</i> | Może intensyfikować pożar; utleniacz |
| <i>Zwroty wskazujące środki ostrożności</i> | Przechowywać z dala od źródeł ciepła/ iskrzenia/ otwartego ognia/ gorących powierzchni. – Palenie wzbronione |

(...) SEKCJA 4. Środki pierwszej pomocy

4.1 Opis środków pierwszej pomocy

| | |
|--|--|
| <i>Kontakt z okiem</i> | Natychmiast przepłukać oczy dużą ilością wody przy szeroko odchylonej powiece i kontynuować płukanie przez min 10 minut. Usunąć szkła kontaktowe jeżeli są i można je łatwo usunąć. Zasięgnąć porady medycznej, jeśli pojawi się podrażnienie. |
| <i>Przez drogi oddechowe</i> | Wynieść narażoną osobę na świeże powietrze. Jeżeli podejrzewa się, że pyły są wciąż obecne ratownik powinien założyć właściwą maskę lub oddechowy aparat izolacyjny. Jeżeli osoba nie oddycha, oddycha nieregularnie lub gdy oddychanie ustało, wykwalifikowany personel powinien wykonać sztuczne oddychanie lub podawać tlen. W przypadku utraty przytomności, należy ułożyć w pozycji bocznej ustalonej i zapewnić konsultację medyczną. Zapewnić otwartą wentylację. Rozluźnić ciasną odzież, na przykład krawat, kołnierz lub pasek. Narażona osoba może wymagać nadzoru lekarskiego przez 48 godzin. |
| <i>Przez przewód pokarmowy</i> | Przemyć usta wodą. Podać do wypicia poszkodowanemu dużą ilość wody (co najmniej dwie szklanki). NIE wywoływać wymiotów, chyba że jest to zalecane przez personel medyczny. Wynieść narażoną osobę na świeże powietrze. Zapewnić osobie ciepło i spokój. Nigdy nie podawać niczego doustnie osobie nieprzytomnej. W przypadku utraty przytomności, należy ułożyć w pozycji bocznej ustalonej i natychmiast wezwać pomoc medyczną. Rozluźnić ciasną odzież. |
| <i>Kontakt ze skórą</i> | Splukać skażoną skórę dużą ilością wody. Zdjąć skażoną odzież i buty. Jeżeli pojawią się jakiegokolwiek podrażnienia lub inne dolegliwości zasięgnąć porady dermatologicznej. |
| <i>Ochrona osób udzielających pierwszej pomocy</i> | Nie należy podejmować żadnych działań, które stwarzałyby ryzyko dla kogokolwiek chyba, że jest się odpowiednio przeszkolonym. Może być niebezpiecznym dla osoby udzielającej sztucznego oddychania usta – usta. Należy dokładnie zmyć zanieczyszczone ubranie wodą przed jego zdjęciem lub założyć rękawice. Rozluźnić ciasną odzież, na przykład krawat, kołnierz lub pasek. |

(...) SEKCJA 8. Kontrola narażenia / środki ochrony indywidualnej

8.1 Parametry dotyczące kontroli

(...)

8.2 Kontrola narażenia

8.2.1 Stosowne techniczne środki kontroli

Używać tylko z odpowiednią wentylacją. Zastosować osłony procesu, lokalną wentylację wyciągową lub inne zabezpieczenia, aby ekspozycja pracownika na zanieczyszczenia mieściła się poniżej wszelkich limitów zalecanych lub obligatoryjnych.

8.2.2 Indywidualne środki ochrony

Należy właściwie dobrać odzież ochronną do miejsca pracy, zależnie od stężenia i ilości substancji niebezpiecznych. Odporność odzieży ochronnej na chemikalia powinna być stwierdzona przez odpowiedniego dostawcę.

| | | |
|---------------------------------|----------------------|--|
| <i>Ochrona oczu lub twarzy</i> | | gogle ochronne lub osłona twarzy |
| <i>Ochrona skóry</i> | <i>ochrona rąk</i> | rękawice ochronne odporne na działanie chemikaliów wykonane z gumy nitylowej lub inne dopuszczone przez producenta rękawic do kontaktu z tym produktem |
| | <i>ochrona ciała</i> | odzież ochronna zgodna z PN EN ISO 13688-12 |
| <i>Ochrona dróg oddechowych</i> | | gdy tworzą się pyły – półmaska lub maska skompletowana z filtrem P2 |

Wykaz danych technologicznych

(do sporządzenia bilansu materiałowego)

Bilans materiałowy produkcji 1000 kg saletry amonowej w procesie zobojętniania kwasu azotowego(V) amoniakiem według następujących danych:

- saletra amonowa zawiera 98% NH_4NO_3
- kwas azotowy(V) o stężeniu 56,5% HNO_3
- amoniak gazowy zawiera 100% NH_3
- powietrze wlotowe zawiera 0,01 kg H_2O /kg powietrza suchego
- powietrze wylotowe zawiera 0,28 kg H_2O /kg powietrza suchego
- stężenie roztworu azotan(V) amonu odprowadzanego z neutralizatora wynosi 75% NH_4NO_3

Do obliczeń przyjmij, że proces przebiega z wydajnością 100%, stechiometrycznie zgodnie z zapisem równania reakcji stanowiącej jego podstawę.

$$M_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 80 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{HNO}_3} = 63 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{NH}_3} = 17 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenię będzie podlegać 5 rezultatów:

- karta technologiczna procesu (Tabela 1),
- bilans materiałowy produkcji saletry amonowej (Tabela 2),
- opis schematu blokowego procesu produkcji saletry amonowej (Tabela 3),
- wykaz punktów kontroli temperatury (Tabela 4),
- dobór środków ochrony zbiorowej i indywidualnej (Tabela 5).

Tabela 1. Karta technologiczna procesu

| | |
|--|----|
| Równanie reakcji procesu | |
| Składniki wprowadzane do neutralizatora <i>(należy wpisać nazwę i stężenie)</i> | 1. |
| | 2. |
| | 3. |
| Przyczyna rozkładu azotanu(V) amonu w temperaturze powyżej 100°C | |
| Produkty rozkładu azotanu(V) amonu | |
| Metoda zwiększenia stabilności azotanu(V) amonu | |
| Metoda poprawy właściwości mechanicznych saletry amonowej | |
| Sposób zapobiegania zbrylaniu się saletry amonowej | |

Tabela 2. Bilans materiałowy produkcji saletry amonowej
*(produkcja 1000 kg saletry amonowej o zawartości 98% azotanu(V) amonu,
w procesie zobojętniania kwasu)*

| Parametr | Obliczenia | Wynik |
|--|-------------------|--------------|
| Masa 100% azotanu(V) amonu zawartego w produkcie końcowym [kg] <i>(podaj wynik z dokładnością do liczb całkowitych)</i> | | |
| Zapotrzebowanie na roztwór kwasu azotowego(V) o stężeniu 56,5% [kg] <i>(podaj wynik z dokładnością do liczb całkowitych)</i> | | |
| Zapotrzebowanie na amoniak [kg] <i>(podaj wynik z dokładnością do liczb całkowitych)</i> | | |
| Masa wodnego roztworu azotanu(V) amonu otrzymanego w wyniku zmieszania wyliczonej ilości surowców [kg] <i>(podaj wynik z dokładnością do liczb całkowitych)</i> | | |
| Masa wody w roztworze azotanu(V) amonu otrzymanym w wyniku zmieszania wyliczonej ilości surowców [kg] <i>(podaj wynik z dokładnością do liczb całkowitych)</i> | | |
| Masa wodnego, 75% roztworu azotanu(V) amonu opuszczającego neutralizator [kg] <i>(podaj wynik z dokładnością do liczb całkowitych)</i> | | |
| Masa wody w 75% roztworze azotanu(V) amonu opuszczającym neutralizator [kg] <i>(podaj wynik z dokładnością do liczb całkowitych)</i> | | |
| Masa wody, jaką należy usunąć z neutralizatora [kg] <i>(podaj wynik z dokładnością do liczb całkowitych)</i> | | |

| | | |
|--|--|--|
| Masa wody, jaką odbiera 1 kg powietrza [kg] <i>(podaj wynik z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku, bez zaokrąglenia)</i> | | |
| Masa powietrza potrzebnego do odprowadzenia wody (w postaci pary wodnej) z neutralizatora [kg] <i>(podaj wynik z dokładnością do liczb całkowitych)</i> | | |

Schemat blokowy procesu produkcji saletry amonowej, od etapu syntezy do uzyskania gotowego produktu przeznaczonego do pakowania

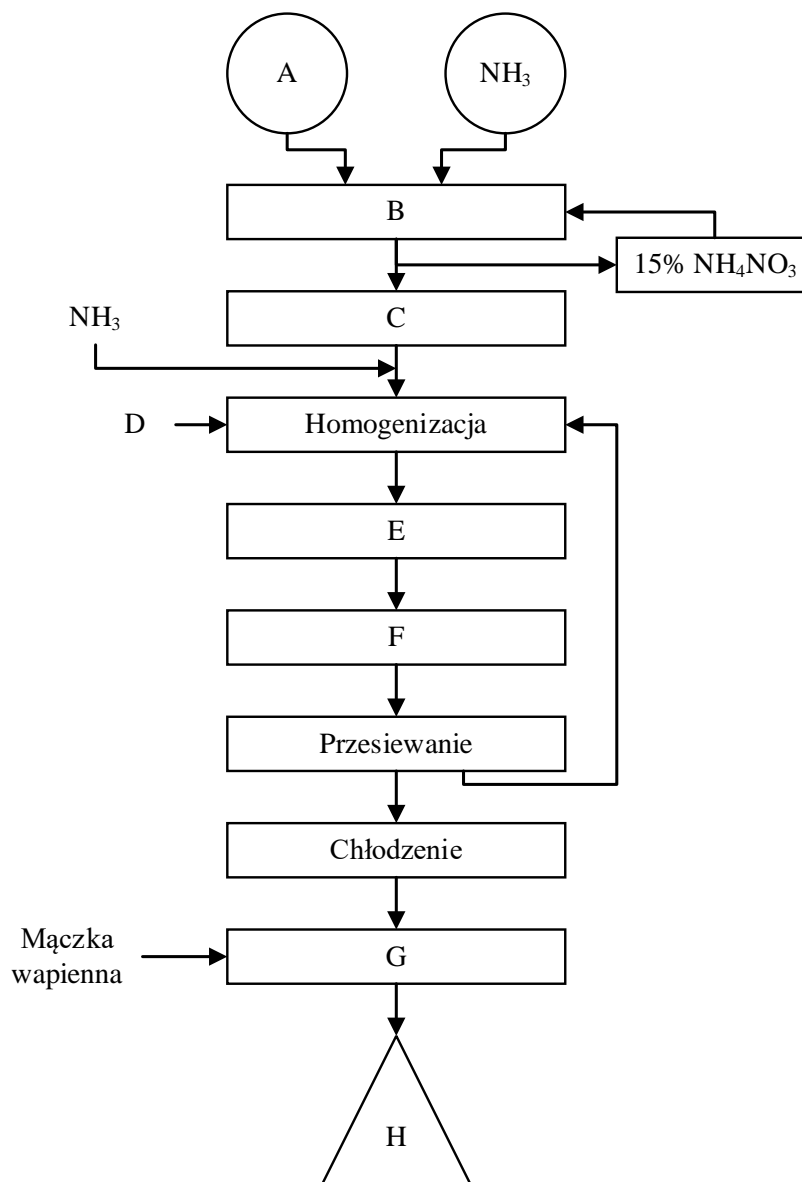


Tabela 3. Opis schematu blokowego produkcji saletry amonowej

| Oznaczenie pola na schemacie | Składnik wprowadzany do instalacji / Produkt / Operacja technologiczna |
|------------------------------|--|
| A | |
| B | |
| C | |
| D | |
| E | |
| F | |
| G | |
| H | |

Tabela 4. Wykaz punktów kontroli temperatury

| Miejsce pomiaru | Wartość temperatury w miejscu pomiaru [°C] |
|-----------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Tabela 5. Dobór środków ochrony zbiorowej i indywidualnej
(przy kontakcie z azotanem(V) amonu)

| Środki/Miejsce ochrony | Zastosowane środki ochrony |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Środki ochrony zbiorowej | |
| Ochrona oczu lub twarzy | |
| Ochrona skóry rąk | |
| Ochrona skóry ciała | |
| Ochrona dróg oddechowych | |