

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.56-01-21.06-SG

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2021

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 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

Sporządź dokumentację dotyczącą wytwarzania aniliny korzystając ze Skróconego opisu procesu technologicznego produkcji aniliny metodą okresową. Podaj Wykaz substancji pomocniczych i mediów technologicznych stosowanych przy produkcji (Tabela 1.). Wykonaj obliczenia związane z przeprowadzeniem tego procesu, korzystając z Wykazu danych wyjściowych do obliczeń związanych z przeprowadzeniem procesu produkcji aniliny. Wyniki obliczeń wpisz do Tabeli 1. Na podstawie opisu procesu technologicznego: sporządź wykaz maszyn i urządzeń, które należy zastosować w poszczególnych etapach produkcji aniliny (Tabela 2); wykaz miejsc kontroli dla określonych parametrów (Tabela 3); wykaz czynności niezbędnych do przeprowadzenia procesu produkcji aniliny w kolejności technologicznej (od przygotowania surowców do przetłoczenia mieszaniny poreakcyjnej do neutralizatora) – Tabela 4.

Dobierz środki ochrony indywidualnej – uzupełnij Tabelę 5.

Uzupełnij Uproszczony schemat blokowy procesu produkcji aniliny metodą okresową.

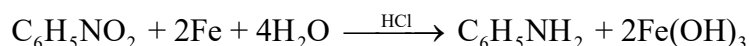
Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będą rezultaty:

- wykaz substancji pomocniczych i mediów technologicznych stosowanych przy produkcji aniliny metodą okresową – Tabela 1.,
- wykaz ilościowy nitrobenzenu i pozostałych surowców (w kg) wykorzystywanych w planowanej wielkości produkcji – Tabela 1.,
- wykaz maszyn i urządzeń, które należy zastosować w poszczególnych etapach produkcji aniliny – Tabela 2.,
- wykaz miejsc kontroli dla określonych parametrów – Tabela 3.,
- wykaz czynności niezbędnych do przeprowadzenia procesu produkcji aniliny w kolejności technologicznej (od przygotowania surowców do przetłoczenia mieszaniny poreakcyjnej do neutralizatora) – Tabela 4.,
- dobór środków ochrony indywidualnej – Tabela 5.,
- uproszczony schemat blokowy procesu produkcji aniliny metodą okresową.

Skrócony opis procesu technologicznego produkcji aniliny metodą okresową

Przebieg kwaśnej redukcji nitrobenzenu do aniliny żelazem można przedstawić następującym równaniem sumarycznym:



Redukcję prowadzi się w temperaturze wrzenia mieszaniny. Ponieważ zachodzące reakcje są egzotermiczne, więc doprowadzenie ciepła jest potrzebne tylko początkowo, potem reguluje się temperaturę szybkością doprowadzania substratów (opiółków żelaza i nitrobenzenu).

Redukcję nitrobenzenu do aniliny przeprowadza się w reaktorach zwanych reduktorami. Typowy reduktor ma płaskie dno, a w bocznej ścianie włącz do usuwania szlamu poreakcyjnego. Reduktor wykonany jest ze stali kwasoodpornej, a w dolnej części jest wyłożony specjalnymi płytami, które nie ulegają ścieraniu związanemu z tarciem opiółków żelaznych. Reduktor wyposażony jest w mieszadło w postaci grabi, które przegarniają masę składającą się z osadu i opiółków.

Szarzę produkcyjną rozpoczyna się od napełnienia reduktora wodą i 30% kwasem solnym ze zbiorników magazynowych. Do roztworu tego dodaje się ze zbiornika magazynowego małą ilość żelaza (ok. 15% całkowitej ilości opiółek) w postaci opiółek o odpowiednim rozdrobnieniu i porowatości. Sporządza się je z żeliwa miękkiego, które łatwo poddaje się mieleniu.

Po uruchomieniu mieszadła mieszaninę ogrzewa się bezpośrednio parą do temperatury wrzenia, a następnie wprowadza się pierwszą porcję nitrobenzenu ze zbiornika magazynowego.

W chwilę potem wyłącza się dopływ pary, gdyż do utrzymania mieszaniny w stanie wrzenia wystarczy w zupełności wydzielające się ciepło reakcji. Proces prowadzi się dalej, dodając do reduktora ze zbiornika magazynowego przez system specjalnych dozowników porcję nitrobenzenu i opiółków żelaznych. Pary nitrobenzenu, aniliny i wody skraplają się w chłodnicy zwrotnej umieszczonej nad reduktorem. Skropliny spływają z powrotem do reagującej cieczy. Zabarwienie tych skroplin pozwala ocenić zaawansowanie reakcji. Żółte zabarwienie świadczy bowiem o tym, że w reaktorze jest jeszcze obecny nieprzereagowany nitrobenzen.

Po reakcji trwającej około 30 minut zawartość reduktora przetłacza do neutralizatora, w którym zubożnia się ją przez dodanie mleka wapiennego. W trakcie zubożniania rozpuszczonych soli żelaza(II) wytrąca się wodorotlenek żelaza(II). Po zejściu tej reakcji mieszanina poreakcyjna rozdziela się na dwie warstwy: dolną, która zawiera anilinę i szlam (złożony z tlenków i wodorotlenków żelaza) oraz górną będącą wodnym roztworem aniliny.

W celu zmniejszenia rozpuszczalności aniliny w wodzie dodaje się do mieszaniny chlorku sodu. Roztwór wodny NaCl ma gęstość większą niż anilina, która dzięki temu wypływa na powierzchnię cieczy, czyli „wysala się”. Tę górną warstwę aniliny surowej kieruje się do odstoju. Natomiast anilinę zawartą w szlamie pozostałym w neutralizatorze oddestylowuje się z parą wodną. Po skropleniu par w chłodnicy, skropliny spływają do oddzielnika i rozwarstwiają się. Górną warstwę stanowi anilina surowa, którą dołącza się do aniliny w odstoju. Dolną warstwą jest tzw. woda anilinowa zawierająca około 4% aniliny, którą ekstrahuje się nitrobenzenem przeznaczonym do redukcji na instalacji przeróbki wody anilinowej.

Surową anilinę oddziela się w odstoju od resztek szlamu i poddaje się oczyszczaniu przez destylację. Najpierw pod normalnym ciśnieniem (kolumna atmosferyczna) oddestylowuje się wodę z niewielką ilością aniliny. Frakcję tę przesyła się do instalacji przeróbki wody anilinowej.

Czystą anilinę uzyskuje się podczas destylacji odwodnionej surowej aniliny pod zmniejszonym ciśnieniem (kolumna próżniowa).

Gotowy produkt pakowany jest w pojemniki i składowany w magazynie produktu gotowego.

Wykaz danych wyjściowych do obliczeń związanych z przeprowadzeniem procesu produkcji aniliny metodą okresową

- ilość aniliny do otrzymania przez redukcję nitrobenzenu metodą okresową – 5000 kg
- kwas chlorowodorowy (HCl) – 30%_{m/m}
- wydajność przemiany nitrobenzenu do aniliny – 92%
- praktyczne zużycie surowców na 1 kmol nitrobenzenu:
 - Fe – 2,3 kmol,
 - H₂O – 4 kmol,
 - HCl (100%) – 0,05 kmol.
- masy molowe:
 - nitrobenzen – 123 g/mol,
 - anilina – 93 g/mol,
 - żelazo – 56 g/mol,
 - woda – 18 g/mol,
 - kwas solny – 36,5 g/mol.

Wyciąg z karty charakterystyki substancji niebezpiecznej

	KARTA CHARAKTERYSTYKI NIEBEZPIECZNEJ SUBSTANCJI	Wydanie: I Data wydania: 30.10.07
Nazwa:	NITROBENZEN	

1. IDENTYFIKACJA SUBSTANCJI CHEMICZNEJ**Nazwa produktu:** Nitrobenzen**Wzór chemiczny:** C₆H₅NO₂**(...) 3. IDENTYFIKACJA ZAGROŻEŃ**

H301	Toksyczność ostra (droga pokarmowa).
H311	Toksyczność ostra (po naniesieniu na skórę).
H331	Toksyczność ostra (przez drogi oddechowe).
H351	Rakotwórczość.
H360F	Szkodliwe działanie na rozrodczość.
H372	Działanie toksyczne na narządy docelowe - narażenie przetwarzane.

(...) 7. POSTĘPOWANIE Z SUBSTANCJĄ I JEJ MAGAZYNOWANIE

Postępowanie z substancją: zapewnić skuteczną wymianę powietrza (wentylacja). Zachować ostrożność w trakcie otwierania i manipulacji z pojemnikiem. Nie przechowywać w pobliżu źródeł zapłonu - nie palić tytoniu. Nie jeść i nie pić podczas stosowania produktu. Po użyciu produktu natychmiast gruntownie oczyścić skórę.

Magazynowanie: przechowywać we właściwie oznakowanych, szczelnie zamkniętych opakowaniach, w chłodnym, suchym, dobrze wentylowanym pomieszczeniu magazynowym, wyposażonym w instalację elektryczną i wentylacyjną w wydaniu przeciwwybuchowym. Nie przechowywać w pobliżu żywności i napojów. Pojemnik powinien pozostać zamknięty i szczelny aż do czasu użycia.

(...) 8. KONTROLA NARAŻENIA I ŚRODKI OCHRONY INDYWIDUALNEJ

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.

Środki ochrony indywidualnej:

Ochrona rąk:	Rękawice ochronne odporne na działanie chemikaliów wykonane z gumy nitrylowej lub inne dopuszczone przez producenta rękawic do kontaktu z tym produktem.
Ochrona oczu:	Konieczna – okulary ochronne typu gogle lub osłona twarzy.
Ochrona dróg oddechowych:	Konieczna gdy tworzą się pary/aerozole – maska przeciwgazowa.
Ochrona ciała:	Ubrania ochronne kwasoodporne z materiałów powlekanych.

Wyciąg z karty charakterystyki substancji niebezpiecznej

	KARTA CHARAKTERYSTYKI NIEBEZPIECZNEJ SUBSTANCJI	Wydanie: I Data wydania: 01.06.08
Nazwa:	KWAS SOLNY 30%	

1. IDENTYFIKACJA SUBSTANCJI CHEMICZNEJ**Nazwa produktu:** Kwas solny**Wzór chemiczny:** HCl**(...) 3. IDENTYFIKACJA ZAGROŻEŃ**

H290	Może powodować korozję metali.
H314	Powoduje poważne oparzenia skóry oraz uszkodzenie oczu.
H335	Może powodować podrażnienie dróg oddechowych.

(...) 7. POSTĘPOWANIE Z SUBSTANCJĄ I JEJ MAGAZYNOWANIE**Postępowanie z substancją:** nie dopuścić, do przedostania się do oczu, na skórę lub ubranie.

Nie wdychać par ani mgły. Nie spożywać. Używać tylko z odpowiednią wentylacją. W razie niewystarczającej wentylacji, należy nosić odpowiednią maskę. Rozlewy należy usuwać niezwłocznie dla uniknięcia zniszczenia sąsiednich materiałów. Należy zabronić spożywania pokarmów i napojów oraz palenia tytoniu w obszarze, w którym ten materiał jest przechowywany, przemieszczany i przetwarzany.

Magazynowanie: przechowywać w oryginalnym opakowaniu, z dala od promieni słonecznych; w suchym, chłodnym i dobrze wentylowanym pomieszczeniu. Przechowywać w pojemniku odpornym na korozję o odpornej powłoce wewnętrznej. Przechowywać pod zamknięciem. Trzymać oddzielnie od zasad.

(...) 8. KONTROLA NARAŻENIA I ŚRODKI OCHRONY INDYWIDUALNEJ

Używać tylko z odpowiednią wentylacją. W przypadku kiedy użytkownik generuje pył, gaz, opary lub mgiełkę, należy stosować bariery procesowe, miejscowe wyciągi oparów lub inne zabezpieczenia techniczne pozwalające utrzymanie poziomu narażenia poniżej zalecanych statutowych granic.

Środki ochrony indywidualnej:

Ochrona rąk:	Rękawice ochronne odporne na działanie chemikaliów wykonane z gumy nitylowej lub inne dopuszczone przez producenta rękawic do kontaktu z tym produktem.
Ochrona oczu:	Konieczna – okulary ochronne typu gogle.
Ochrona dróg oddechowych:	Właściwie dopasowany aparat oddechowy, wyposażony w filtr powietrza lub zasilany powietrzem, zgodny z zatwierdzoną normą powinien być noszony, kiedy ocena ryzyka wskazuje, że jest to konieczne. Wybór maski oddechowej powinien być dokonany na podstawie znanego lub oczekiwanego poziomu ekspozycji, niebezpieczeństwa produktu i limitów bezpieczeństwa pracy wybranej maski. Zalecane: filtr gazów kwaśnych.
Ochrona ciała:	W zależności od wykonywanego zadania należy stosować ubiór ochronny odpowiedni do potencjalnego ryzyka i zatwierdzone przez kompetentną osobę przed przystąpieniem do pracy. Zalecane: ubrania ochronne kwaso- i wodoodporne.

Wyciąg z karty charakterystyki substancji niebezpiecznej

	KARTA CHARAKTERYSTYKI NIEBEZPIECZNEJ SUBSTANCJI	Wydanie: I Data wydania: 01.06.08
Nazwa:	ANILINA	

1. IDENTYFIKACJA SUBSTANCJI CHEMICZNEJ**Nazwa produktu:** Anilina**Wzór chemiczny:** C₆H₅NH₂**(...) 3. IDENTYFIKACJA ZAGROŻEŃ**

H301	Działa toksycznie po połknięciu.
H311	Działa toksycznie w kontakcie ze skórą.
H318	Powoduje poważne uszkodzenie oczu.
H331	Działa toksycznie w następstwie wdychania.
H351	Podejrzewa się, że powoduje raka.
H400	Działa bardzo toksycznie na organizmy wodne.

(...) 7. POSTĘPOWANIE Z SUBSTANCJĄ I JEJ MAGAZYNOWANIE**Postępowanie z substancją:** nie dopuścić, do przedostania się do oczu, na skórę lub ubranie.

Nie wdychać par ani mgły. Nie spożywać. Unikać uwolnienia do środowiska. Używać tylko z odpowiednią wentylacją. W razie niewystarczającej wentylacji, należy nosić odpowiednią maskę. Przechowywać w oryginalnym pojemniku lub zatwierdzonym pojemniku alternatywnym, wykonanym z kompatybilnego materiału, dokładnie zamkniętym, jeśli nie jest użytkowany.

Magazynowanie: przechowywać w oryginalnym opakowaniu, z dala od promieni słonecznych; w suchym, chłodnym i dobrze wentylowanym pomieszczeniu. Przechowywać pod zamknięciem. Pojemnik powinien pozostać zamknięty i szczelny aż do czasu użycia. Pojemniki, które zostały otwarte muszą być ponownie uszczelnione i przechowywane w położeniu pionowym aby nie dopuścić do wycieku substancji. Nie przechowywać w nieoznakowanych pojemnikach. Używać odpowiednich pojemników zapobiegających skażeniu środowiska.

(...) 8. KONTROLA NARAŻENIA I ŚRODKI OCHRONY INDYWIDUALNEJ

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.

Środki ochrony indywidualnej:

Ochrona rąk:	Rękawice ochronne odporne na działanie chemikaliów wykonane z gumy nitrilowej lub inne dopuszczone przez producenta rękawic do kontaktu z tym produktem.
Ochrona oczu:	Konieczna – okulary ochronne typu gogle.
Ochrona dróg oddechowych:	Właściwie dopasowany aparat oddechowy, wyposażony w filtr powietrza lub zasilany powietrzem, zgodny z zatwierdzoną normą powinien być noszony, kiedy ocena ryzyka wskazuje, że jest to konieczne. Wybór maski oddechowej powinien być dokonany na podstawie znanego lub oczekiwanego poziomu ekspozycji, niebezpieczeństwa produktu i limitów bezpieczeństwa pracy wybranej maski.
Ochrona ciała:	Ubrania ochronne z materiałów powlekanych.

Tabela 1. Wykaz substancji pomocniczych i mediów technologicznych oraz wykaz ilościowy nitrobenzenu i pozostałych surowców (w kg) wykorzystywanych w planowanej wielkości produkcji aniliny metodą okresową

(Uwaga! Obliczenia pośrednie wykonaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku zaś wyniki końcowe podawaj z dokładnością do liczb całkowitych)

1.	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Substancje pomocnicze</th> <th style="width: 50%;">Media technologiczne</th> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td></td> </tr> </table>		Substancje pomocnicze	Media technologiczne													
Substancje pomocnicze	Media technologiczne																
2.	Masa nitrobenzenu potrzebna do wyprodukowania planowanej ilości aniliny przy wydajności 100% [kg]:																
3.	Masa nitrobenzenu potrzebna do wyprodukowania planowanej ilości aniliny przy założonej wydajności [kg]:																
4.	Liczba kmoli nitrobenzenu potrzebna do wyprodukowania planowanej ilości aniliny po uwzględnieniu założonej wydajności:																
5.	Zużycie pozostałych surowców do wyprodukowania planowanej ilości aniliny [kg]: <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <th style="width: 20%;"></th> <th style="width: 50%;">Obliczenia</th> <th style="width: 30%;">Masa [kg]</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Fe</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">H₂O</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">HCl (100%_{m/m})</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">HCl (30%_{m/m})</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Obliczenia	Masa [kg]	Fe			H ₂ O			HCl (100% _{m/m})			HCl (30% _{m/m})		
	Obliczenia	Masa [kg]															
Fe																	
H ₂ O																	
HCl (100% _{m/m})																	
HCl (30% _{m/m})																	

Tabela 2. Wykaz maszyn i urządzeń, które należy zastosować w poszczególnych etapach produkcji aniliny

Etap produkcji	Maszyna / urządzenie
Przygotowanie surowców	
Redukcja	
Neutralizacja	
Destylacja z parą wodną	
Oddzielanie aniliny surowej	
Odstawanie	
Destylacja pod ciśnieniem atmosferycznym	
Destylacja pod zmniejszonym ciśnieniem	

Tabela 3. Wykaz miejsc kontroli dla określonych parametrów

Parametr	Miejsce kontroli
Stężenie	
Stopień rozdrobnienia i porowatość	
Temperatura	
Czas	
Natężenie przepływu pary grzejnej	
Zabarwienie skroplin (ocena stopnia zaawansowania reakcji)	

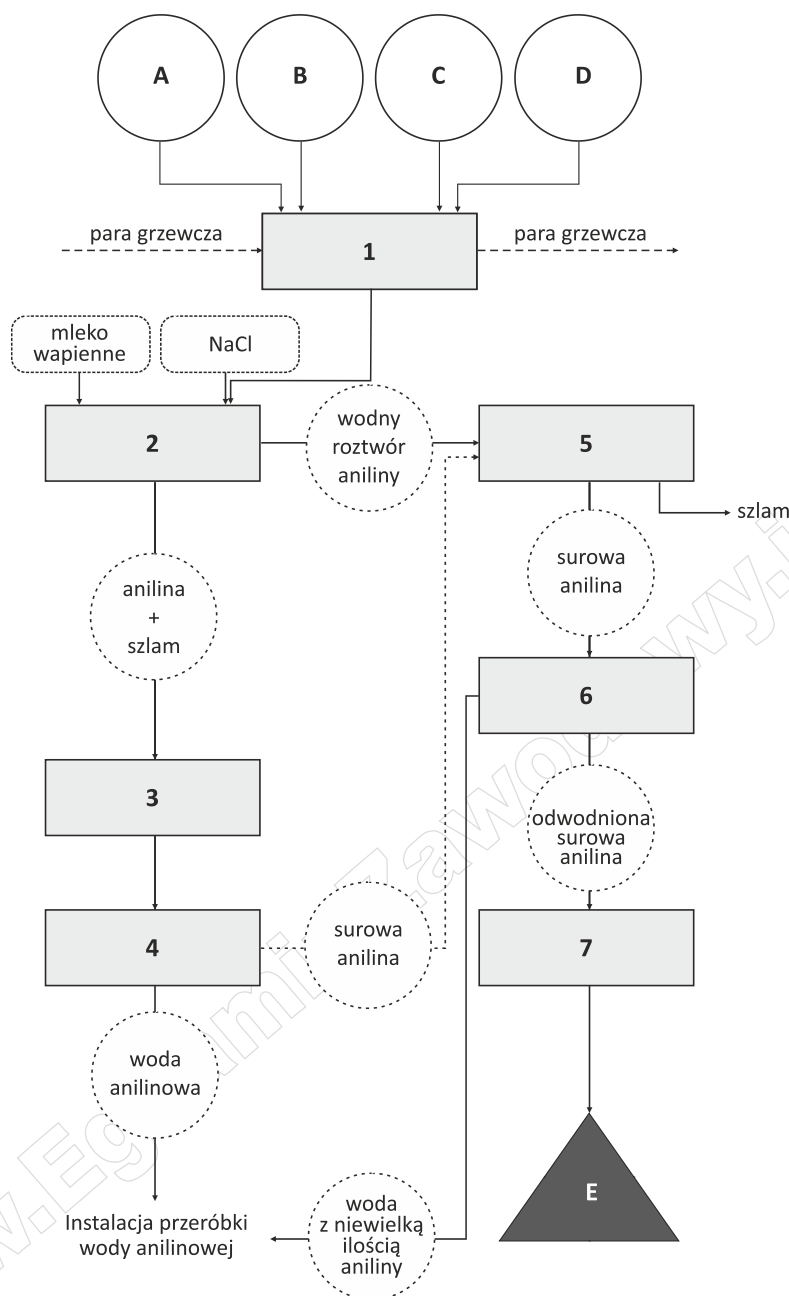
Tabela 4. Wykaz czynności niezbędnych do przeprowadzenia procesu produkcji aniliny w kolejności technologicznej (od przygotowania surowców do przetłoczenia mieszaniny poreakcyjnej do neutralizatora)

--

Tabela 5. Dobór środków ochrony indywidualnej

Przy obsłudze reduktora
Przy pakowaniu i magazynowaniu produktu gotowego

Uproszczony schemat blokowy produkcji aniliny metodą okresową



Operacje jednostkowe:

1 –
 2 –
 3 –
 4 –

5 –
 6 –
 7 –

Surowce i produkt:

A –
 B –
 C –

D –
 E –