

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

Układ graficzny © CKE 2020

CKE **CENTRALNA
KOMISJA
EGZAMINACYJNA**

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

Oznaczenie kwalifikacji: **A.56**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego*

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

A.56-01-22.06-SG

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2022

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2012**

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 12 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 zakładzie chemicznym odbywa się proces koksowania mieszanki węglowej, zgodnie z warunkami technicznymi określonymi w zamieszczonym opisie procesu technologicznego. Jednorazowo koksowaniu poddaje się 150 t mieszanki węglowej, której ciężar nasypowy wynosi $d_m = 1250 \text{ kg/m}^3$.

Na podstawie zamieszczonego opisu technologicznego, schematu blokowego procesu koksowania, wyciągów z katalogu stali, materiałów izolacyjnych i ceramicznych, danych o termometrach oraz wyciągów z kart charakterystyki substancji niebezpiecznych opracuj dokumentację związaną z przeprowadzeniem procesu koksowania jednorazowej partii węgla w tym zakładzie, wypełniając tabele 1-6.

Wypisz dane produkcyjne w tabeli 1. Opisz schemat blokowy, wypełniając tabelę 2.

Wykonaj w tabeli 3 obliczenia związane z przeprowadzeniem procesu koksowania 150 t mieszanki węglowej z uwzględnieniem:

- obliczeń wagowego składu mieszaniny poddawanej koksowaniu,
- obliczeń maksymalnej pojemności jednej komory oraz jej pojemności przy założonym stopniu załadowania,
- obliczeń liczby niezbędnych komór koksowniczych,
- obliczeń liczby wszystkich otrzymanych produktów procesu koksowania.

Uzupełnij w tabeli 4 wykaz punktów kontroli temperatury operacji technologicznych, podając wartości temperatury, dobrany termometr oraz uzasadnienie doboru w poszczególnych punktach kontroli;

Dobierz na podstawie danych z katalogu materiały niezbędne do wykonania ścian komór koksowniczych, osprzętu baterii koksowniczej, wnętrza rurociągów doprowadzających lotne produkty koksowania do wstępnego chłodzenia, rurociągu doprowadzającego 8 % H_2SO_4 do saturatora oraz rurociągu benzolu – uzupełnij tabelę 5.

Dobierz środki ochrony indywidualnej i zbiorowej aparaturowego obsługi komory koksowniczej (wysoka temperatura) oraz operatora pracującego przy kolumnie absorpcji i desorpcji benzolu (przy założeniu, że zdecydowanie dominującym składnikiem benzolu jest benzen) – wypełnij tabelę 6.

Wszystkie formularze do sporządzenia dokumentacji znajdują się w arkuszu egzaminacyjnym.

Skrócony opis procesu technologicznego

Koksowanie węgla to proces termicznego odgazowania węgla lub mieszanki węglowej w wysokiej temperaturze ($900 \div 1100 \text{ }^\circ\text{C}$) bez dostępu powietrza. W wyniku tego procesu otrzymuje się stałą pozostałość – koks oraz złożoną mieszaninę gazów i par tworzącą tzw. lekkie produkty koksowania. Z produktów tych wydziela się: gaz koksowniczy, wodę pogazową (amoniakalną), smołę węglową i benzol (głównie benzen i toluen).

Mieszanka węglowa przeznaczona do koksowania w koksowni ma następujący skład:

- 20 % masowych węgla typu 31
- 25 % masowych węgla typu 32
- 40 % masowych węgla typu 33
- 15 % masowych węgla typu 34.

Węgiel różnych gatunków dozuje się w potrzebnych proporcjach do urządzeń rozdrabniających, w których przebiega jednocześnie rozdrabnianie i mieszanie składników wsadu. Otrzymana mieszanka wsadowa powinna zawierać $90 \div 95 \%$ ziaren o średnicy mniejszej od 3 mm. Proces koksowania prowadzi się w komorach koksowniczych wysokości 6 m, długości 4 m i szerokości 0,5 m. Ściany komór zbudowane są z ogniotrwałych cegieł krzemionkowych. Komór nie załadowuje się całkowicie, aby umożliwić swobodny przepływ lekkich produktów koksowania do otworów odlotowych w sklepieniu. Stopień załadowania komór

wynosi 75 %. Ogrzewanie komór odbywa się specjalnymi rurociągami, przez które przepływają spaliny otrzymywane w palnikach zasilanych gazem koksowniczym i powietrzem. Proces koksowania rozpoczyna się w tych warstwach wsadu, które mają bezpośredni kontakt z gorącymi ścianami komory. W miarę upływu czasu zachodzi on w całej objętości komory –wydzielają się smoła węglowa i lotne produkty koksowania. Po kilkunastu godzinach, gdy temperatura w środku komory osiągnie 1000 °C proces można uznać za zakończony. Bryła koksowa wypychana jest z komory i natychmiast ochładzana pod wieżą gaśniczą, aby zapobiec jej spaleniowi w wyniku kontaktu z powietrzem. Smołę węglową i lotne produkty koksowania o temperaturze 900 °C kieruje się rurociągami wymurowanymi od wewnątrz cegłami ogniotrwałymi do wstępnego chłodzenia, które powinno zapewnić obniżenie temperatury do 80 ÷ 90 °C. Następuje przy tym częściowe wykroplenie par smoły węglowej i pary wodnej, w której rozpuszcza się znaczna część amoniaku tworząc oddzielną na tym etapie wodę amoniakalną. Następnie gaz, w którym pozostają jeszcze kropelki smoły, amoniak i benzol, w celu całkowitego odsmolenia (temperatura procesu 25 °C) przepuszczany jest przez elektrofiltry. Resztę amoniaku wydziela się z gazu koksowniczego w trakcie saturacji (temperatura procesu 25 °C). Wprowadzany do saturatora gaz przepływa nad warstwą 8% H₂SO₄. Amoniak reaguje z kwasem tworząc siarczan(VI) amonu. Pozbawiony smoły i amoniaku gaz kierowany jest do chłodnicy końcowego chłodzenia (15 °C), a następnie do absorbera (15 °C), gdzie usuwa się z gazu benzol przez absorpcję w oleju płuczkowym. Po desorpcji benzolu w temperaturze 50 °C surowy benzol poddaje się dalszej przeróbce, olej płuczkowy jest wykorzystywany ponownie do absorpcji, a oczyszczony gaz koksowniczy kieruje się do rozfrakcjonowania.

Wydajność procesu koksowania w koksowni w przeliczeniu na suchą masę węgla wynosi:

- koks – 75 %
- oczyszczony gaz koksowniczy – 16 %
- smoła węglowa – 3,5 %
- benzol – 1,1 %
- amoniak – 0,3 %

Wyciąg z katalogu stali, materiałów izolacyjnych i ceramicznych

A. Wyciąg z katalogu stali

Material	Opis	Zastosowanie	Środowisko pracy
Stal żaroodporna H18N9S	Żaroodporność do 850 °C	Obciążone mechanicznie części aparatury przemysłowej, aparatura wysokoprężna	Obojętne chemicznie
Stal żaroodporna H25T	Żaroodporność do 1100 °C	Części mało obciążone mechanicznie	Agresywne związki chemiczne
Stal żaroodporna H5M	Żaroodporność do 650 °C	Pręty blachy i rury do aparatury stosowanej w przemyśle chemicznym	Środowisko węglowodorów, siarki i jej związków, amoniaku
Stal kwasoodporna 1H18N 9T	Spawalna bez obróbki cieplnej	Przemysł chemiczny, wieże absorpcyjne, kotły destylacyjne, części do pomp	Środowisko węglowodorów kwasów nieorganicznych, amoniaku, soli nieorganicznych
Stal o podwyższonej wytrzymałości 18G2A	Łatwość obróbki mechanicznej i cieplnej	Na konstrukcje spawane i zgrzewane z blach, prętów i kształtowników, zwłaszcza pracujących w obniżonych temperaturach	Warunki atmosferyczne lub gazu obojętnego
Stal do obróbki plastycznej SW7M	Bardzo dobra ciągliwość i wysoka odporność na ścieranie	Elementy narzędzi i maszyn poddawanych obciążeniom mechanicznym	Warunki atmosferyczne lub gazu obojętnego
Stal konstrukcyjna stopowa 20H	Łatwość obróbki mechanicznej i cieplnej	W przemyśle chemicznym do konstrukcji elementów instalacji nieobciążonych mechanicznie	Obojętne chemicznie

B. Wyciąg z katalogu materiałów izolacyjnych i ceramicznych

Material	Opis	Cechy/Zastosowanie	Temperatury klasyfikacyjne
FIREBATTS	Płyty do izolacji termicznej powierzchni płaskich	Ściany kotłów energetycznych, kanały spalinowe	do 700 °C
ALU PIPE SECTION	Otuliny z wełny mineralnej pokryte płaszczem ze zbrojonej folii aluminiowej	Izolacja jedno lub wielowarstwowa wysokotemperaturowych rurociągów przemysłowych	do 650 °C
wolna wełna SIBRAL	Wolna wełna i skrócone włókna z glinokrzemianu	Izolacje utykane, uszczelnienie szpar i wypełnianie otworów w murach	do 1000 °C
PROMATECT-L	Wielkowymiarowe płyty izolacyjne o wysokiej wytrzymałości	Odporny na gazy: N ₂ , H ₂ , NH ₃ , C ₆ H ₆ , C ₇ H ₈ , C ₈ H ₁₀	do 950 °C
kształtki z włókien ceramicznych	Kształtki dające możliwość formowania dowolnego kształtu	Mała wytrzymałość mechaniczna	do 900 °C
cegły dziurawki skaleniowe	Kształtki porowate dające możliwość formowania dowolnego kształtu	Mała wytrzymałość mechaniczna	do 200 °C
cegły szamotowe 1350	Cegły łatwe do wymurowania dowolnego kształtu	Dobra odporność mechaniczna, odporność na gazy: N ₂ , H ₂ , NH ₃ , C ₆ H ₆ , C ₇ H ₈ , C ₈ H ₁₀	do 1350 °C
cegły szamotowe 1000	Cegły łatwe do wymurowania dowolnego kształtu	Dobra odporność mechaniczna, odporność na gazy: N ₂ , H ₂ , NH ₃ , C ₆ H ₆ , C ₇ H ₈ , C ₈ H ₁₀	do 1000 °C
cegły klinkierowe	Cegły wykończeniowe	Dobra odporność mechaniczna	do 250 °C

Dane techniczne i charakterystyka wybranych termometrów

Typ termometru /model	Zastosowanie	Zakres pomiarowy	Uwagi
Bimetaliczny model 48	Systemy wentylacji i klimatyzacji.	-30 ÷ 120 °C	Obudowa aluminiowa
Bimetaliczny model 52	W urządzeniach mechanicznych, zbiornikach, rurociągach.	-30 ÷ 500 °C	Obudowa ze stali nierdzewnej – siatka, mała bezwładność pomiarowa, możliwość chemicznego uszkodzenia bimetalu
Bimetaliczny model 55	Przemysł chemiczny, do mediów agresywnych	20 ÷ 100 °C	Obudowa z wysokopolerowanej stali CrNi, istnieje możliwość rejestracji wyników, stosunkowo drogi
Rozszerzalnościowy IFC	Przemysł chemiczny, do mediów agresywnych	10 ÷ 400 °C	Obudowa ceramiczna, zapewnia stabilność działania w czasie.
Pirometr CTlaser F2	Pomiar temperatury masy piecowej	200 ÷ 1400 °C	Szkło wysoko-temperaturowe
Pirometr CTlaser MT	Pomiar temperatury poprzez płomień	200 ÷ 1400 °C	Szkło wysoko-temperaturowe
Elektroniczny BT2	Pomieszczenia biurowe, hale produkcyjne	-50 ÷ 60 °C	Mało awaryjny, stosunkowo tani, obudowa stalowa
Elektroniczny TCh5	Instalacje w przemyśle chemicznym średnio- i niskotemperaturowe	0 ÷ 50 °C	Mało awaryjny, stosunkowo tani, obudowa - stal nierdzewna, środowisko kwaśne, związków organicznych, amoniaku
Elektroniczny TCh2	Instalacje w przemyśle chemicznym niskotemperaturowe	-60 ÷ 20 °C	Mało awaryjny, obudowa - stal nierdzewna, środowisko związków organicznych

Wyciąg z Karty charakterystyki substancji niebezpiecznej benzen

W

	KARTA CHARAKTERYSTYKI NIEBEZPIECZNEJ SUBSTANCJI	
Nazwa:	BENZEN	

1. IDENTYFIKACJA SUBSTANCJI CHEMICZNEJ

Nazwa produktu: Benzen

Wzór chemiczny: C₆H₆

(...) 3. IDENTYFIKACJA ZAGROŻEŃ

Substancja wysoce łatwopalna, rakotwórcza (kat. 1), mutagenna (kat. 2), toksyczna, szkodliwa oraz drażniąca. Może powodować raka. Może powodować dziedziczne wady genetyczne. Również działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. Działa szkodliwie; może powodować uszkodzenie płuc w przypadku połknięcia. Działa drażniąco na oczy i skórę.

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

Wymagania dotyczące wentylacji

Niezbędna wentylacja miejscowa wywiewna z obudową rejonu emisji par do środowiska powietrznego oraz wentylacja ogólna pomieszczenia. Otwory zasysające wentylacji miejscowej przy płaszczyźnie roboczej lub poniżej. Wywiewniki wentylacji ogólnej w górnej części pomieszczenia oraz przy podłodze. Instalacje wentylacyjne muszą odpowiadać warunkom ustalonym ze względu na niebezpieczeństwo pożaru lub wybuchu.

Postępowanie z substancją: podczas stosowania nie jeść, nie pić, nie palić tytoniu, unikać kontaktu z cieczą, unikać wdychania par, przestrzegać zasad higieny osobistej, stosować środki ochrony indywidualnej (jak podano w punkcie 8), pracować w dobrze wentylowanych pomieszczeniach; nie używać iskrzących narzędzi; unikać działania na substancję otwartego ognia i wysokie temperatury.

Magazynowanie: przechowywać w oryginalnie, właściwie oznakowanych, szczelnie zamkniętych opakowaniach, w chłodnym, suchym, dobrze wentylowanym pomieszczeniu magazynowym, wyposażonym w instalację elektryczną i wentylacyjną w wykonaniu przeciwwybuchowym, z wykładziną podłogową elektroprzewodzącą. Przechowywać z dala od źródeł ciepła i zapłonu oraz utleniaczy.

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

Stosować odpowiednią wentylację wywiewną miejscową i ogólną zapewniającą utrzymanie stężenia produktu w powietrzu poniżej określonych limitów. Zaleca się wyposażenie miejsca pracy w wodny natrysk do płukania oczu oraz prysznic. Środki ochrony indywidualnej powinny być tak zaprojektowane i wykonane, aby wykluczały zagrożenie i inne niedogodności w przewidywanych warunkach użytkowania, chroniące przed chemikaliami.

Środki ochrony indywidualnej:

Ochrona rąk:	Konieczna – 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
Ochrona dróg oddechowych:	Konieczna gdy tworzą się pary/aerozole – maska przeciwgazowa (pochłaniacz na pary organiczne).
Ochrona ciała:	Ubrania ochronne wykonane z materiałów powlekanych (np. vitonem), antyelektrostatyczne.
Środki ochronne i higieny:	Natychmiast zmienić zanieczyszczone ubranie. Wymyć ręce i twarz po pracy z tą substancją. Zaleca się stosować krem barierowo-ochronny do skóry.

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 6 rezultatów:

- dane produkcyjne – Tabela 1,
- opis elementów schematu blokowego na podstawie uproszczonego schematu blokowego procesu koksowania –Tabela 2,
- obliczenia związane z przeprowadzeniem procesu koksowania 150 t mieszanki węglowej – Tabela 3,
- wykaz punktów kontroli temperatury operacji technologicznych: wartości temperatur, dobór termometru, uzasadnienie doboru w poszczególnych punktach - Tabela 4,
- dobór materiałów niezbędnych do wykonania elementów komór koksowniczych i rurociągów - Tabela 5,
- dobór środków ochrony indywidualnej i zbiorowej pracowników podczas obsługi komory koksowniczej oraz pracujących przy kolumnie absorpcji i desorpcji benzolu - Tabela 6.

Tabela 1. Dane produkcyjne

Założenia produkcji	Wartość
Surowiec: mieszanka węglowa – skład [%]
Jednorazowe zapotrzebowanie na surowiec [kg]	
Wydajność procesu koksowania [%]:	Koks:..... Oczyszczony gaz koksowniczy:..... Smoła węglowa: Benzol:..... . . Amoniak:.....
Wymiary jednej komory koksowniczej [m]X.....X
Stopień załadowania komór [%]
Ciężar nasypowy mieszanki wsadowej [kg/m ³]

Uproszczony schemat blokowy procesu koksowania, od etapu przygotowania mieszanki wsadowej do rozdzielenia poszczególnych produktów

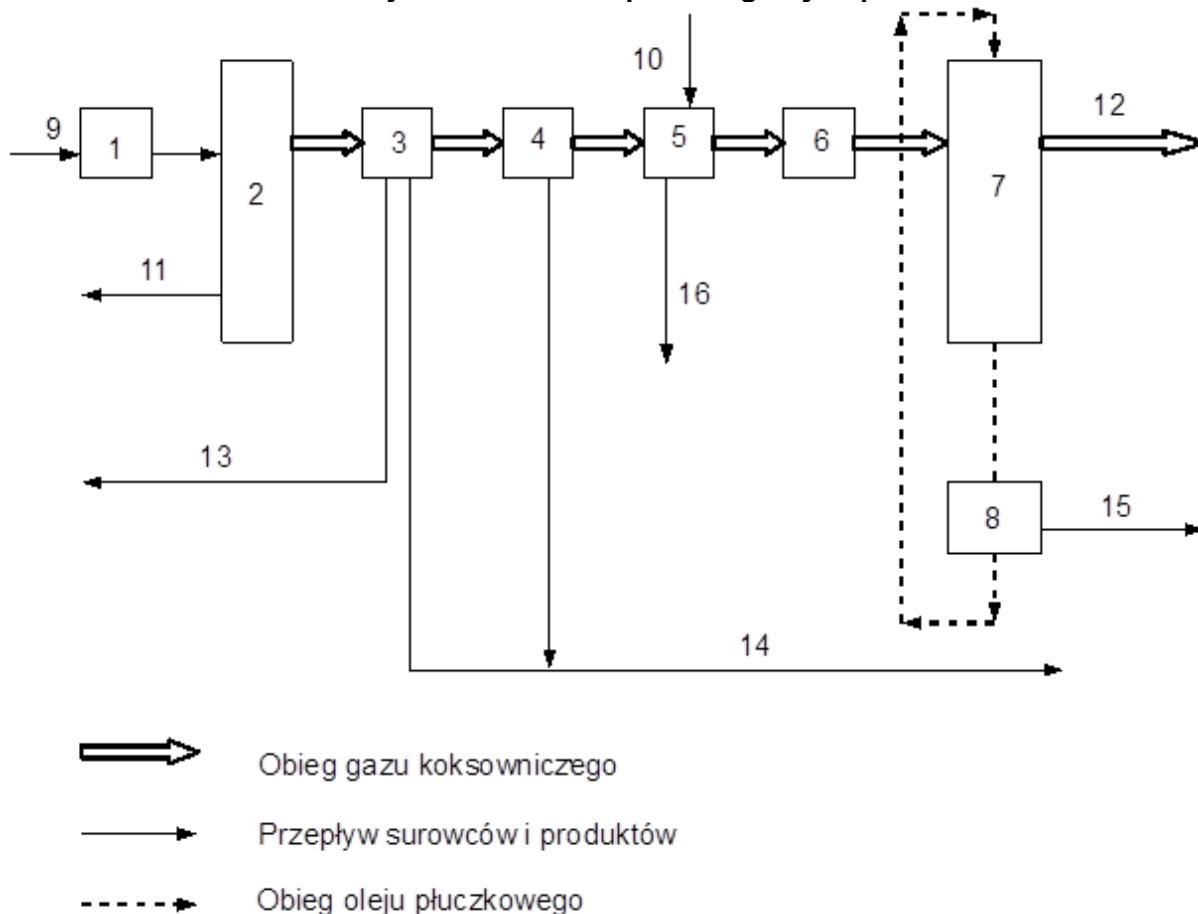


Tabela 2. Opis elementów schematu blokowego na podstawie zamieszczonego uproszczonego schematu blokowego procesu koksowania

Nr na schemacie	Nazwa
1	Operacja technologiczna:
2	Operacja technologiczna:
3	Operacja technologiczna:
4	Operacja technologiczna:
5	Operacja technologiczna:
6	Operacja technologiczna:
7	Operacja technologiczna:
8	Operacja technologiczna:
9	Surowiec:
10	Surowiec:
11	Produkt:
12	Produkt:
13	Produkt:
14	Produkt:
15	Produkt:
16	Produkt:

Tabela 3. Obliczenia związane z przeprowadzeniem procesu koksowania 150 t mieszanki węglowej

Parametry	Miejsce na obliczenia	Wyniki
Wagowy skład mieszaniny poddawanej koksowaniu [t]		
Maksymalna pojemność jednej komory [m ³] V_{kmax}		
Pojemność jednej komory przy założonym stopniu załadowania [m ³] V_k		
Liczba niezbędnych komór koksowniczych n $n = \frac{V_m}{V_k}$		Liczba wyliczonych komór Liczba niezbędnych komór
Objętość mieszanki węglowej ładowanej do komór [m ³] $V_m = \frac{m}{d_m} \frac{[t]}{[t/m^3]}$ m- masa mieszanki węglowej		
Ilości produktów otrzymanych z procesu koksowania 150 t mieszanki węglowej [t] (wpisz w wynikach nazwy produktów i ich ilości)	

Tabela 4. Wykaz punktów kontroli temperatury operacji technologicznych: wartości temperatur, dobór termometru, uzasadnienie doboru w poszczególnych punktach

Punkt pomiaru temperatury	Mierzona temperatura	Rodzaj termometru	Uzasadnienie wyboru termometru
Komory koksownicze			
Chłodnica wstępnego chłodzenia			
Odsmalacz			
Saturator (wydzielanie amoniaku)			
Chłodnica końcowego chłodzenia			
Absorber benzolu			
Desorber benzolu			

Tabela 5. Dobór materiałów niezbędnych do wykonania elementów komór koksowniczych i rurociągów

Element	Dobry materiał niezbędny do wykonania elementu
Ściany komór koksowniczych	
Osprzęt baterii koksowniczej m. in. drzwi piecowe, pokrywy otworów zasypowych, pokrywy wziernikowe, armatura)	
Wnętrza rurociągów doprowadzających lotne produkty koksowania do wstępnego chłodzenia	
Rurociąg (wnętrze) doprowadzający 8 % H ₂ SO ₄ do saturatora	
Rurociąg (wnętrze) benzolu	

Tabela 6. Dobór środków ochrony indywidualnej i zbiorowej pracowników podczas obsługi komory koksowniczej oraz pracujących przy kolumnie absorpcji i desorpcji benzolu (przy założeniu, że zdecydowanie dominującym składnikiem benzolu jest benzen)

Wykaz środków ochrony indywidualnej pracownika	obsługa komory koksowniczej:
	obsługa kolumny absorpcji i desorpcji benzolu:
Wykaz środków ochrony zbiorowej pracowników	obsługa komory koksowniczej:
	obsługa kolumny absorpcji i desorpcji benzolu:

