



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Aleksandra Tomczak

Gospodarowanie materiałami, energią, wodą kotłową i technologiczną 311[31].Z3.02

Poradnik dla ucznia

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2006**

Recenzenci:

mgr inż. Tomasz Surma

dr hab. inż. Jan Surygała

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Małgorzata Urbanowicz

Konsultacja:

dr inż. Bożena Zając

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[31].Z3.02 „Gospodarowanie materiałami, energią, wodą kotłową i technologiczną” zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik technologii chemicznej.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2006

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Gospodarowanie energią	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	9
4.1.3. Ćwiczenia	10
4.1.4. Sprawdzian postępów	11
4.2. Gospodarowanie wodą technologiczną, kotłową, chłodniczą i ściekami	12
4.2.1. Materiał nauczania	12
4.2.2. Pytania sprawdzające	21
4.2.3. Ćwiczenia	21
4.2.4. Sprawdzian postępów	24
4.3. Magazynowanie i transport materiałów	25
4.3.1. Materiał nauczania	25
4.3.2. Pytania sprawdzające	39
4.3.3. Ćwiczenia	39
4.3.4. Sprawdzian postępów	40
4.4. Pobieranie próbek i kontrola techniczna	41
4.4.1. Materiał nauczania	41
4.4.2. Pytania sprawdzające	48
4.4.3. Ćwiczenia	49
4.4.4. Sprawdzian postępów	52
5. Sprawdzian osiągnięć	53
6. Literatura	59

1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o gospodarce energetycznej i materiałowej zakładów przemysłu chemicznego.

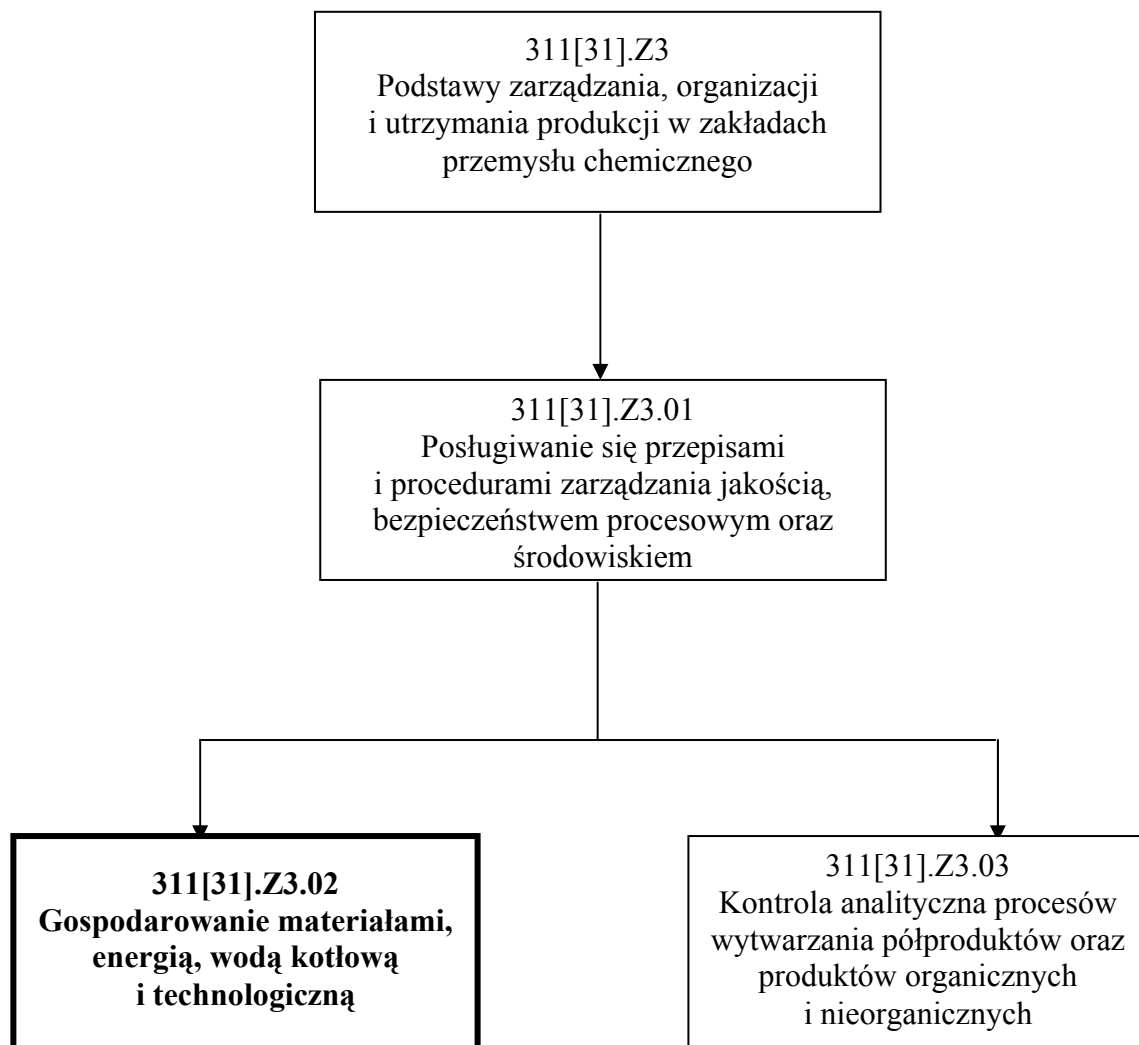
W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne, czyli wykaz niezbędnych umiejętności i wiedzy, które powinieneś mieć opanowane, aby przystąpić do realizacji tej jednostki modułowej,
- cele kształcenia tej jednostki modułowej, czyli wykaz umiejętności i wiedzy, które powinieneś opanować po zapoznaniu się z zamieszczonym w tym poradniku materiałem,
- materiał nauczania (rozdział 4), który umożliwi Ci samodzielne przygotowanie się do wykonania ćwiczeń i zaliczenia sprawdzianów. W rozdziale tym, oprócz materiału nauczania zamieszczono:
 - pytania sprawdzające, które pomogą Ci ustalić czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń,
 - opis ćwiczeń wraz z wykazem materiałów potrzebnych do ich realizacji. Wykonanie zaproponowanych ćwiczeń pomoże Ci ukształtować umiejętności praktyczne,
 - sprawdzian postępów, czyli zestaw pytań sprawdzających, który pomoże Ci ustalić, które z zamieszczonych w materiale nauczania treści musisz jeszcze raz powtórzyć,
- sprawdzian osiągnięć,
- literaturę, dzięki której możesz poszerzyć swoją wiedzę.

Jeżeli będziesz mieć trudności ze zrozumieniem tematu lub ćwiczenia, to poproś nauczyciela o wyjaśnienie i ewentualne sprawdzenie, czy dobrze wykonujesz daną czynność.

Bezpieczeństwo i higiena pracy

W pracy musisz przestrzegać regulaminu pracowni, przepisów bhp i higieny pracy oraz instrukcji przeciwpożarowych. Szczególną uwagę musisz zwrócić na zasady bhp w czasie wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych. W czasie przygotowywania stanowiska pracy zwróć uwagę na zasady ergonomii.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej, powinieneś umieć:

- korzystać z różnych źródeł informacji,
- stosować przepisy bhp obowiązujące w laboratorium chemicznym,
- zorganizować stanowisko pracy zgodnie z wymogami ergonomii,
- nazywać proste związki chemiczne na podstawie ich wzory sumarycznego,
- pisać równania reakcji chemicznych,
- określać wpływ przemysłu chemicznego na zanieczyszczenia powietrza i wód naturalnych,
- posługiwać się podstawowym sprzętem laboratoryjnym,
- stosować typowe metody analityczne w procesach badawczych.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej, powinieneś umieć:

- określić rodzaje nośników energii stosowanych w przemyśle chemicznym,
- zdefiniować pojęcie wskaźnika energochłonności produkcji chemicznej,
- podać przykłady racjonalnego wykorzystania energii w instalacjach przemysłu chemicznego,
- wyjaśnić na schemacie ideowym sposób zasilania elektrycznego zakładów chemicznych,
- określić znaczenie elektrociepłowni dla zakładów przemysłu chemicznego,
- scharakteryzować podstawowe wymagania jakości wody zasilającej kotły oraz używanej do celów chłodniczych,
- scharakteryzować podstawowe wymagania jakości wody technologicznej stosowanej w typowych procesach produkcji chemicznej,
- scharakteryzować procesy zmiękczenia i odmineralizowania wody oraz metody termicznego i chemicznego odgazowania wody,
- określić skład ścieków pochodzących z typowych procesów produkcji chemicznej,
- scharakteryzować metody oczyszczania ścieków przemysłowych,
- określić urządzenia do magazynowania i transportu materiałów,
- posłużyć się instrukcjami urządzeń do transportu materiałów,
- posłużyć się przepisami dotyczącymi magazynowania, transportu, oznakowania substancji niebezpiecznych oraz kartami charakterystyk substancji niebezpiecznych,
- rozpoznać na schematach punkty pobierania próbek do analizy wody, ścieków i powietrza,
- pobrać do analizy próbki wód przemysłowych, ścieków, powietrza,
- wykonać analizy wody, ścieków, powietrza,
- posłużyć się instrukcjami dotyczącymi emisji gazów, par i pyłów oraz gospodarki ściekami,
- posłużyć się normami, przepisami i kartami charakterystyk celem rozpoznania substancji i procesów stanowiących zagrożenie ekologiczne,
- posłużyć się normami, przepisami, instrukcjami oraz kartami charakterystyk substancji niebezpiecznych w działaniach zapobiegających skażeniu środowiska,
- zastosować zasady bhp, ochrony ppoż. oraz ochrony środowiska, obowiązujące na stanowiskach pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Gospodarowanie energią

4.1.1. Materiał nauczania

Rodzaje energii wykorzystywane w przemyśle chemicznym

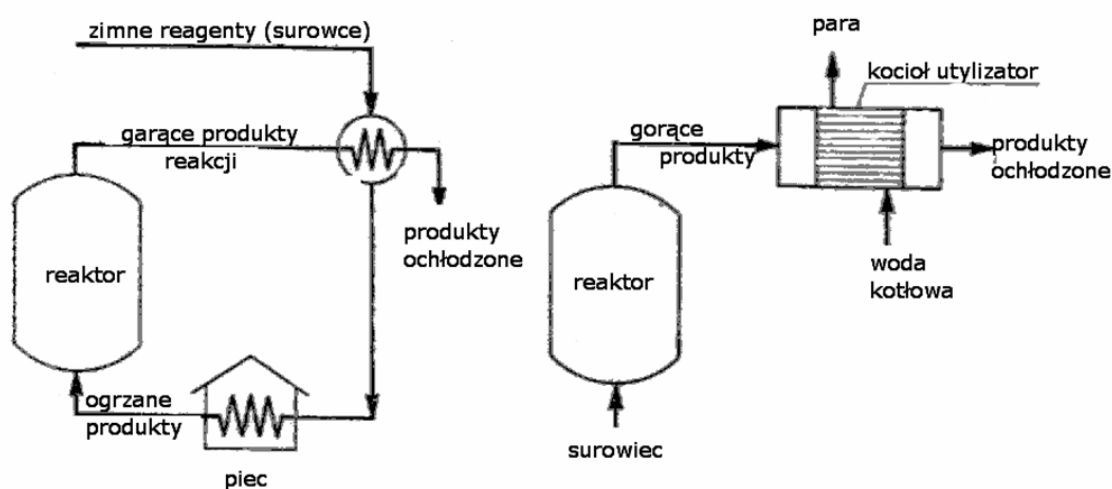
Energia wykorzystywana jest w przemyśle chemicznym zarówno w procesach jednostkowych niezbędnych do wytworzenia konkretnego produktu, jak i w procesach pomocniczych. Różne procesy potrzebują zasilania różnymi rodzajami energii, takimi jak:

- energia cieplna, będąca podstawowym rodzajem energii wykorzystywanym w procesach chemicznych (np. ogrzewania, topienia, odparowania, destylacji, suszenia),
- energia elektryczna, używana w procesach: elektrolizy, ogrzewania, topienia, a także w układach kontroli i automatyki procesów, urządzeniach odpylających i do zasilania silników elektrycznych napędzających różne urządzenia (np. młyny, mieszalniki, sprężarki, urządzenia transportowe),
- energia jądrowa, wykorzystywana do inicjowania niektórych reakcji,
- energia świetlna, stosowana w reakcjach fotochemicznych, urządzeniach do analizy chemicznej i regulacji procesów.

Dodatkowo w przemyśle wykorzystywane są wtórne zasoby energetyczne zawarte w strumieniach gorących gazów odlotowych oraz w półproduktach, które muszą być ochładzane przed użyciem w kolejnych etapach produkcji. Ciepło odbierane jest również z produktów (gazów i cieczy) kierowanych do magazynowania. Wykorzystywanie wtórnych zasobów energii pozwala znacznie obniżyć koszty produkcji.

Racjonalne wykorzystywanie energii

Podstawą racjonalnej gospodarki energetycznej zakładów chemicznych jest zapobieganie stratom ciepła przez odpowiednie izolowanie aparatury i instalacji oraz wtórne wykorzystanie ciepła produktów zachodzących reakcji i fizycznych procesów jednostkowych. Ciepło produktów reakcji jest najczęściej używane do wstępnego ogrzewania surowców w wymiennikach ciepła lub do produkcji pary wodnej (rys.1).



Rys. 1. Sposoby odzyskiwania ciepła w zakładach przemysłu chemicznego [6]

Również ciepło frakcji uzyskiwanych w wyniku rozdzielania mieszanin w procesie rektyfikacji bywa wykorzystywane do wstępnego podgrzania surowca w tym procesie.

Najczęściej odzyskiwane ciepło przekazywane jest do chłodnego surowca przez ścianki rurek wymienników lub kotłów utylizatorów (z jednej strony ścianki płynie czynnik cieplejszy z drugiej strony czynnik chłodniejszy). Drugą, choć znacznie rzadziej stosowaną w przemyśle chemicznym, metodą odzysku ciepła jest ogrzewanie pośrednie w tzw. rekuperatorach. Są to urządzenia wypełnione materiałem (np. ognioodporną cegłą), który magazynuje ciepło. Każdy regeneratorski zbudowany jest z przynajmniej dwóch, pracujących na przemian komór. Najpierw gorące gazy (odlotowe lub poreakcyjne) przepływają przez komorę i nagrzewają znajdujące się w niej wypełnienie a następnie odcinany jest dopływ gorącego gazu, a do komory wprowadzany jest zimny gaz, który ma być ogrzany. W czasie kiedy w jednej komorze znajduje się gaz gorący oddający ciepło, w drugiej komorze znajduje się gaz chłodny ciepło pobierający.

Wskaźniki energochłonności

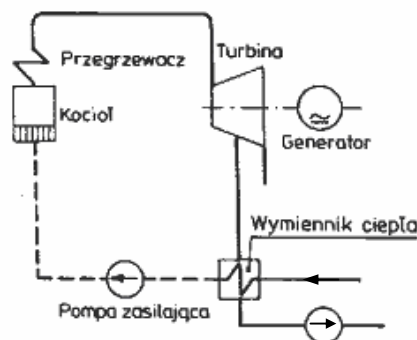
Wskaźnikiem energochłonności nazywamy zużycie energii potrzebne do wytworzenia jednostkowej masy lub jednostkowej objętości produktu. W przypadku energii cieplnej mierzymy go w kJ/kg, kJ/Mg, kJ/m³, a w przypadku energii elektrycznej w kWh/kg, kWh/Mg, kWh/m³. Wskaźnik energochłonności zależy od rodzaju prowadzonego procesu i rodzaju tworzonego produktu.

Elektroenergetyczne zasilanie zakładów i instalacji

Niezwykle ważna dla ciągłości produkcji jest niezawodność zasilania elektrycznego poszczególnych urządzeń. Z tego powodu zakłady przemysłu chemicznego zasilane są z dwóch niezależnych źródeł napięcia, np.

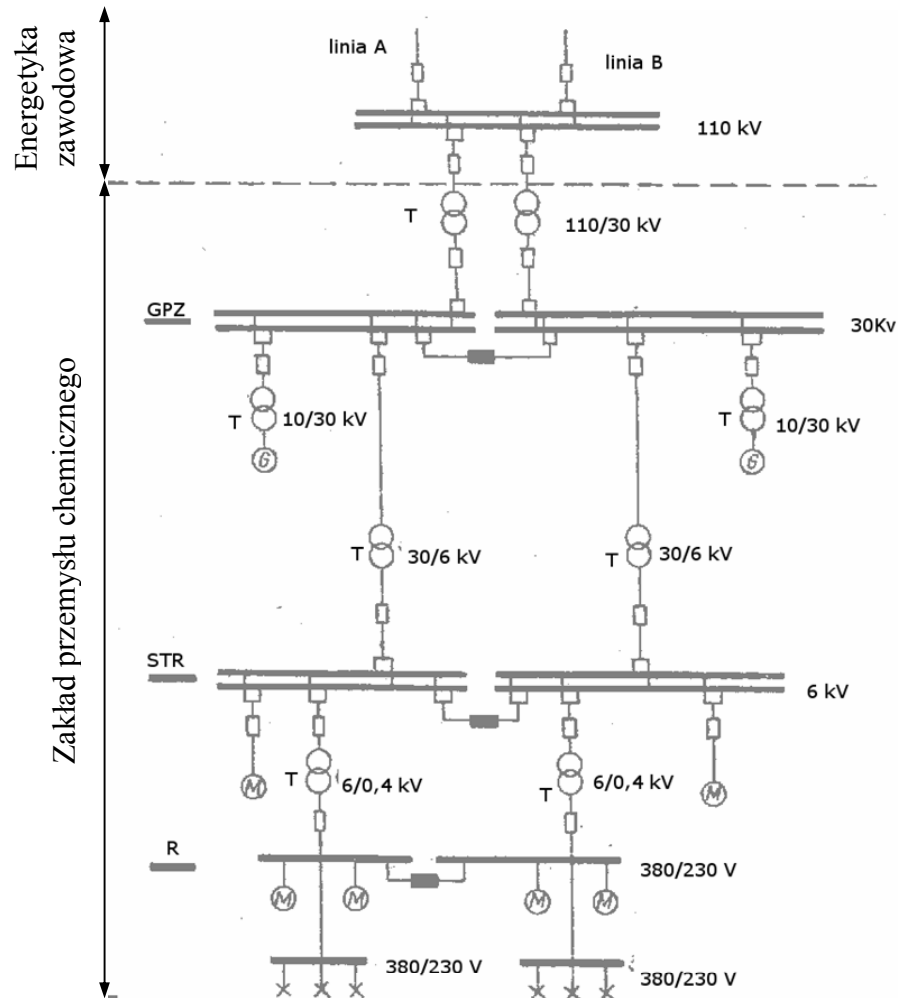
- z dwóch źródeł energetyki zawodowej (dwie równoległe linie zasilania z systemu energetycznego),
- ze źródła zewnętrznego (elektrociepłownia miejska) i wewnętrznego (elektrociepłownia zakładowa).

Stosowane w zakładowych EC równoczesne wytwarzanie elektryczności i ciepła nazywane jest wytwarzaniem kogeneracyjnym (skojarzonym). Skojarzone wytwarzanie energii pozwala na lepsze wykorzystanie energii chemicznej paliwa i zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do powietrza. Sprawność takiego systemu sięga 80–90%. Zapewnia również niezależność zakładu od zewnętrznych dostawców i lepsze dopasowanie ilości poszczególnych rodzajów otrzymywanej energii do potrzeb. Podstawowym elementem takiego układu jest turbina, która zamienia ciepło, zawarte w parze wodnej, na pracę mechaniczną przetwarzaną następnie w generatorze na energię elektryczną. Uproszczony schemat kogeneracyjnego wytwarzania energii przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Skojarzone wytwarzanie energii z wykorzystaniem turbiny przeciwprężnej (obieg wodno-parowy) [4]

Tylko największe zakłady wytwarzają energię elektryczną we własnej EC, pozostałe korzystają z energii przesyłanej z miejskich elektrociepłowni. Schemat takiego zasilania przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Schemat ideowy przykładowego systemu zasilania zakładu przemysłu chemicznego [6]
 GPZ – główny punkt zasilania, STR – stacja transformatorowo-rozdzielcza, T – transformatory,
 G – turbogenerator EC zakładowej, R – rozdzielnia, M – silniki wysokiego i niskiego napięcia

Energia elektryczna o napięciu 110 kV czerpana z sieci miejskiej jest wewnątrz zakładu stopniowo przekształcana w układzie licznych transformatorów na energię elektryczną o coraz niższych napięciach, potrzebną do zasilania konkretnych urządzeń.

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co nazywamy wskaźnikiem energochłonności?
2. W jakich jednostkach podaje się wartość wskaźnika energochłonności?
3. Skąd zakłady przemysłu chemicznego czerpią energię elektryczną?
4. Co nazywamy kogeneracyjnym wytwarzaniem energii?
5. Jakie są zalety skojarzonej produkcji energii?
6. Co nazywamy wtórnymi zasobami energetycznymi?
7. Do czego wykorzystywane są wtórne zasoby energetyczne?
8. Jakimi metodami odzyskuje się energię w zakładach chemicznych?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zakład produkcji kauczuku syntetycznego potrzebuje 7000 kWh energii elektrycznej do wyprodukowania 2 ton produktu. Oblicz współczynnik energochłonności produkcji i wyraż go w następujących jednostkach: kWh/Mg, kWh/kg i Wh/kg. Podobne obliczenia przeprowadź dla produkcji spirytusu wiedząc, że do wyprodukowania 3 m³ spirytusu zakład ten potrzebuje 40,5 GJ energii cieplnej. Wyniki obliczeń wyraż w GJ/m³, kJ/m³ i J/dm³.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z definicją wskaźnika energochłonności produkcji,
- 2) przypomnieć sobie zależności pomiędzy toną, Mg, kg oraz pomiędzy kWh a Wh,
- 3) przypomnieć sobie zależności pomiędzy GJ, kJ, J oraz pomiędzy m³ a dm³,
- 4) obliczyć wskaźnik energochłonności produkcji kauczuku syntetycznego wyrażony w kWh/t,
- 5) przeliczyć wynik obliczeń na kWh/kg i Wh/kg,
- 6) obliczyć wskaźnik energochłonności produkcji spirytusu wyrażony w GJ/m³,
- 7) przeliczyć wynik obliczeń na kJ/m³ i J/dm³,
- 8) sprawdzić poprawność wykonanych obliczeń.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- tablice fizyczne,
- kalkulator,
- literatura do jednostki modułowej 311[31].Z3.02.

Ćwiczenie 2

Sporządź schemat ideowy odzyskiwania ciepła z procesu destylacji frakcyjnej ropy naftowej wiedząc, że surowa ropa rozdzielana jest na cztery frakcje, których ciepło podgrzewa wstępnie surową ropę, dogrzewaną następnie w piecu rurowym i wprowadzaną do kolumny destylacyjnej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z zasadami sporządzania schematów ideowych,
- 2) zapoznać się z przykładowymi schematami ideowymi odzysku ciepła w zakładach chemicznych (materiał nauczania rozdział 4.1.1),
- 3) zapoznać się ze schematem procesu destylacji frakcyjnej ropy naftowej (literatura poz.6),
- 4) określić procesy cząstkowe, które należy umieścić na schemacie,
- 5) narysować schemat ideowy odzyskiwania energii cieplnej w procesie destylacji frakcyjnej ropy naftowej,
- 6) dokonać oceny poprawności wykonanego ćwiczenia,
- 7) zaprezentować wyniki pracy.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- przykładowe schematy ideowe,
 - literatura do jednostki modułowej 311[31].Z3.02.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) określić rodzaje nośników energii stosowanych w przemyśle chemicznym?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) zdefiniować pojęcie wskaźnika energochłonności?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) podać przykłady racjonalnego wykorzystania energii w instalacjach przemysłu chemicznego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) korzystając ze schematu ideowego, wyjaśnić sposób zasilania elektrycznego zakładu chemicznego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wyjaśnić pojęcie kogeneracyjnego wytwarzania energii?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) podać znaczenie elektrociepłowni dla zakładów przemysłu chemicznego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Gospodarowanie wodą technologiczną, kotłową, chłodniczą i ściekami

4.2.1. Materiał nauczania

Wykorzystanie wody w przemyśle chemicznym

W zależności od sposobu wykorzystania wody w zakładach przemysłu chemicznego wodę tę można podzielić na następujące rodzaje:

- woda technologiczna, która wykorzystywana jest bezpośrednio w procesach technologicznych (np. do sporządzania roztworów, do przemywania osadów),
- woda kotłowa, służąca do zasilania kotłów parowych,
- woda chłodnicza, wykorzystywana do chłodzenia urządzeń, surowców i produktów wykorzystywanych w procesach przemysłowych,
- woda użytkowa, służąca do zaspokajanie potrzeb sanitarnych załogi.

Każdy z wymienionych powyżej rodzajów wody ma inne wymagania jakościowe.

Wymagania jakościowe wody w zakładach przemysłu chemicznego

Zakłady przemysłu chemicznego mogą być zaopatrywane w wodę z różnych źródeł zależnych od lokalizacji fabryki. Może to być woda powierzchniowa (z rzeki lub jeziora), pochodząca ze studni głębinowych albo z sieci wodociągowej. Duże zakłady przemysłowe mają swoje własne ujęcia wody. Wodę z takiego ujęcia (a nawet z sieci wodociągowej) należy najpierw uzdatnić, aby doprowadzić ją do wymaganej jakości.

Woda kotłowa poddawana jest na przemian procesom parowania i skraplania, w czasie których wytrącać się z niej mogą osady. Osady te powodują powstawanie kamienia kotłowego zarówno w samym kotle, jak i w rurociągach oraz aparatach, tzw. obiegu wodno-parowego. Wytrącające się z wody związki są również przyczyną korozji aparatury i rurociągów. Z tego względu woda do obiegu wodno-parowego musi odpowiadać normom jakościowym zależnym od sposobu zasilania i rodzaju kotła oraz od ciśnienia w nim panującego. Zgodnie z tymi wymogami woda kotłowa powinna być pozbawiona olejów i tłuszczów, zawiesin, tlenu rozpuszczonego, zanieczyszczeń organicznych, żelaza, jonów wapnia i magnezu. Musi mieć także odczyn zasadowy, małą twardość węglanową (zawartość wodorowęglanów wapnia i magnezu) i niewielką zawartość chlorków, siarczanów i azotanów (patrz tabela 1).

Tabela 1. Wymagania jakości wód kotłowych dla obiegów, w których ilość wody uzupełniającej jest $\geq 5 \text{ m}^3/\text{h}$ [5]

parametry	woda obiegowa	woda do napełniania i uzupełniania obiegów
pH	9 – 10	$\geq 8,5$ nie więcej niż zakres dla wody obiegowej
Twardość ogólna [$\text{val} \cdot \text{m}^{-3}$]	$\leq 0,02$	$\leq 0,02$
Zasadowość ogólna [$\text{val} \cdot \text{m}^{-3}$]	$\leq 1,4$	$\leq 1,0$
Tlen rozpuszczony [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]	$\leq 0,05$	$\leq 0,03$
Siarczany(IV) [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]	3 – 5	≥ 3 nie więcej niż zakres dla wody obiegowej
Żelazo ogólne [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]	$\leq 0,1$	$\leq 0,05$
Zawiesina ogólna [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]		≤ 5
Fosforany(V) [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]		5 – 10
Substancje ekstrahujące w rozpuszczalnikach organicznych		≤ 1

Woda do celów chłodniczych również jest podgrzewana, a w obiegu zamkniętym również wielokrotnie chłodzona. W związku z ciągłymi zmianami temperatury w wodzie tej wytrącać się mogą osady, wywołujące powstawanie kamienia kotłowego i korozję. Z tego względu woda chłodnicza musi być stabilna (nie rozpuszczać ani nie wytrącać węglanu wapnia). Nie może zawierać zawiesin, tłuszczów i olejów, związków żelaza i manganu, chlorków, siarczanów, mikroorganizmów oraz związków biogenych (patrz tabela 2).

Tabela 2 Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń w wodzie do chłodzenia [5]

nazwa wskaźnika	system chłodzenia		
	rurowy	skrzynkowy	specjalny
Żelazo [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]	0,30	0,10	0,05
Mangan [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]	0,10	0,10	0,00
Chlorki [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]	250	250	250
Siarkowodór [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]	0	0	0
Siarczany(VI) [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]	300	300	300
Sucha pozostałość [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]	500	400	250
Zawiesiny [$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]	50	15	0

Wymagana jakość wód technologicznych jest ściśle uzależniona od procesu, w którym ma zostać użyta. Wymagania, jakim ma odpowiadać, zawarte są w normach zakładowych.

Uzdatnianie wody w przemyśle chemicznym

Do najczęściej stosowanych procesów uzdatniania wody w zakładach przemysłu chemicznego zaliczamy:

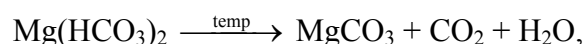
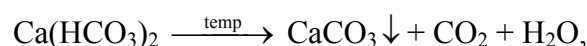
- oczyszczanie wstępne, podczas którego usuwane są zanieczyszczenia mechaniczne,
- zmiękczenie wody (usuwanie jonów wapnia i magnezu),
- demineralizacja (usuwanie związków rozpuszczonych w wodzie),
- odgazowanie (usuwanie tlenu i tlenku węgla(IV)).

W celu usunięcia z wody zanieczyszczeń mechanicznych w przemyśle najczęściej wykorzystywane są procesy sedymentacji, koagulacji i filtracji. (Bliższe informacje na temat tych metod znajdziesz w poradniku do jednostki modułowej „Ochrona hydrosfery” 311[31].O2.03).

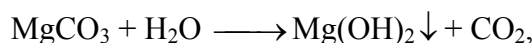
Zmiękczenie i demineralizacja wody

W zależności od przeznaczenia wody procesy zmiękczenia prowadzi się następującymi metodami:

- metodą termiczną (tylko dla wód kotłowych), która polega na podgrzewaniu wody w celu wytrącenia z niej twardości węglanowej w skutek zachodzenia następujących reakcji [5]:

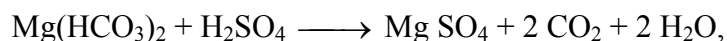
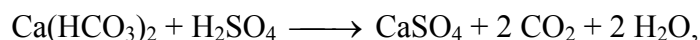
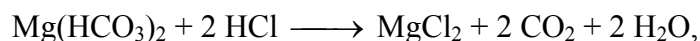
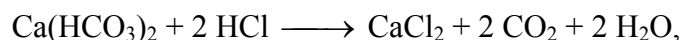


(ponieważ wodorowęglan magnezu jest bardziej odporny na wytrącanie, reakcja ta zachodzi dopiero po dłuższym czasie podgrzewania),



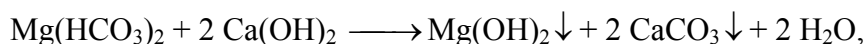
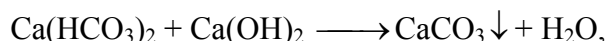
(węglan magnezu jest dość dobrze rozpuszczalny w wodzie i dopiero przy pH = ok. 11 dochodzi do jego hydrolizy, w wyniku której wytrącany jest trudno rozpuszczalny wodorotlenek magnezu),

- metodami strącaniowymi (chemicznymi) w skład, których wchodzi:
 - szczepienie kwasem (tylko dla wód chłodniczych), polegające na dodaniu do wody kwasu solnego lub siarkowego(VI), w celu zamiany twardości węglanowej na równoważną jej twardość niewęglanową (która nie powoduje powstawania kamienia kotłowego w obiegach chłodniczych), zgodnie z reakcjami [5]:



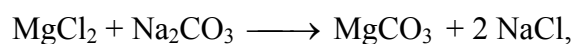
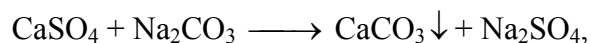
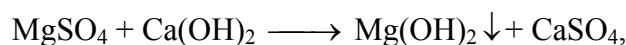
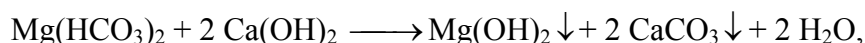
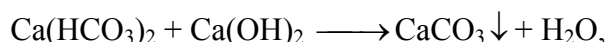
(stosowanie kwasu siarkowego(VI) jest możliwe pod warunkiem, że nie zostanie przekroczony iloczyn rozpuszczalności siarczanu(VI) wapnia),

- dekarbonizacja wapnem, polegająca na wprowadzeniu do wody roztworu wodorotlenku wapnia w postaci wody wapiennej lub mleka wapiennego, w celu usunięcia z niej twardości węglanowej, zgodnie z reakcjami [5]:



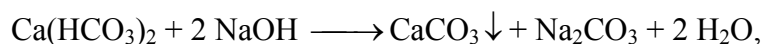
(reakcja między wodorotlenkiem wapnia a solami magnezu zachodzi dopiero przy dużym nadmiarze $\text{Ca}(\text{OH})_2$, kiedy $\text{pH} > 10,5$),

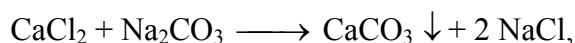
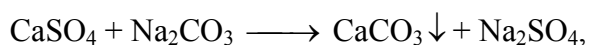
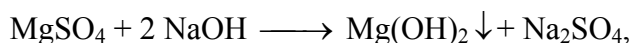
- metoda wapno-soda, czyli dodawanie do wody mieszaniny węglanu sodu (soda) i wodorotlenku wapnia (wapno), w celu usunięcia zarówno twardości węglanowej jak i niewęglanowej, w wyniku zachodzenia następujących reakcji [5]:



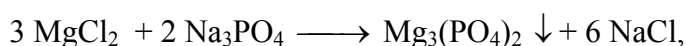
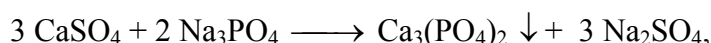
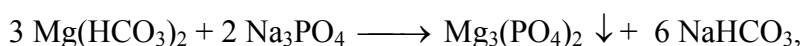
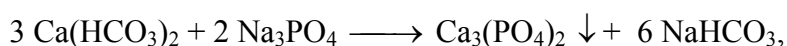
(MgCO_3 powstający w reakcji węglanu sodu z twardością niewęglanową magnezową ulega hydrolizie i przechodzi w trudno rozpuszczalny $\text{Mg}(\text{OH})_2$),

- zmiękczenie ługiem sodowym i sodą, poprzez wprowadzanie do wody wodorotlenku sodu i węglanu sodu, w celu usunięcia twardości węglanowej i niewęglanowej, zgodnie z reakcjami:





- metoda fosforanowa, wykorzystywana do usuwania twardości szczałkowej (niewielkie ilości związków wapnia i magnezu pozostałe po innych metodach zmiękczenia wody), w której jako reagent stosowany jest fosforan(V) sodu, reagujący zgodnie z równaniami [5]:

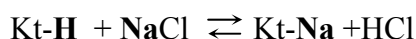
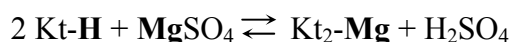
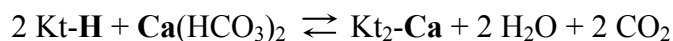


(wytrącające się fosforany(V) wapnia i magnezu są bardzo trudno rozpuszczalne w wodzie, w związku z czym woda jest niemal zupełnie pozbawiona jonów wapnia i magnezu, czyli całkowicie zmiękczona),

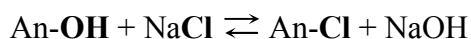
- zmiękczenie na jonitach, które umożliwia równoczesną demineralizację wody.

Jonitowa obróbka wody

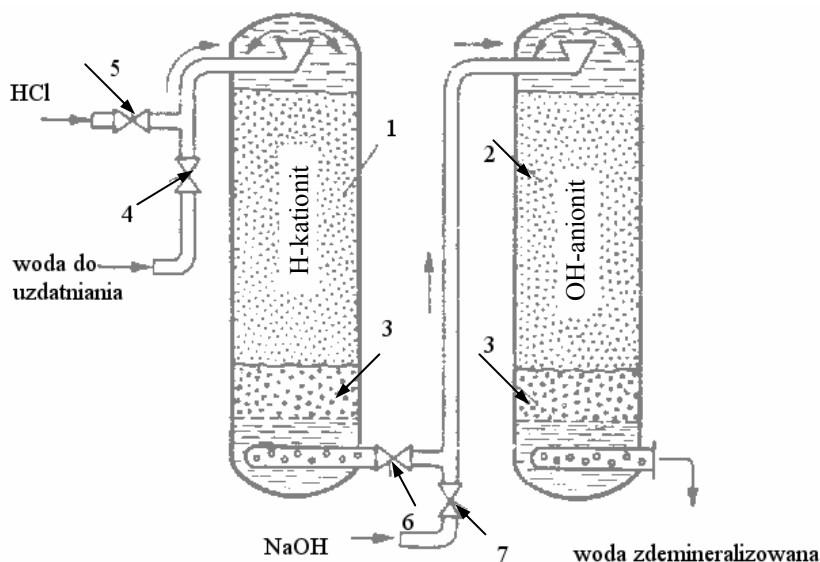
Jonitem nazywamy substancję porowatą lub żel służący do prowadzenia procesu selektywnej wymiany jonowej, czyli uwalniania jednych jonów i pochłaniania innych. Jonitem wypełniane są tzw. wymienniki jonitowe (kolumny lub filtry), przez które następnie przepuszcza się wodę. Wymiana jonowa umożliwia usunięcie z oczyszczanej wody dowolnych rodzajów jonów. Może służyć do zmiękczenia, odsalania (usunięcie niektórych jonów z wody) lub demineralizacji (usunięcie wszystkich jonów z wody). Jest to metoda najczęściej wykorzystywana do przygotowania wody w przemyśle chemicznym. Kationy usuwane są na kationitach, a aniony na anionitach. Najczęściej stosowanym jonitem do usuwania kationów jest kationit wodorowy silnie kwasowy, którego działanie można opisać następującymi równaniami:



Jak widać z powyższych reakcji kationy zawarte w wodzie zostają związane na jonicie, a do wody wprowadzane są jony wodorowe pochodzące z jonitu. Do usuwania zawartych w wodzie anionów wykorzystuje się między innymi anionit silnie zasadowy, którego działanie opisuje następująca reakcja:

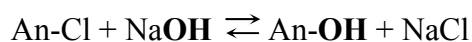
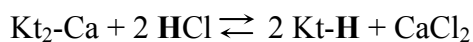


W celu zmiękczenia wody wystarczy przepuszczenie jej przez kationit. W celu odsolenia i demineralizacji wodę przepuszcza się przez układ złożony z kationitów i anionitów (rys. 4).



Rys. 4. Schemat instalacji do demineralizacji wody za pomocą jonitów [6]
1, 2 – filtry jonitowe, 3 – warstwa piasku, 4, 5, 6, 7 – zawory

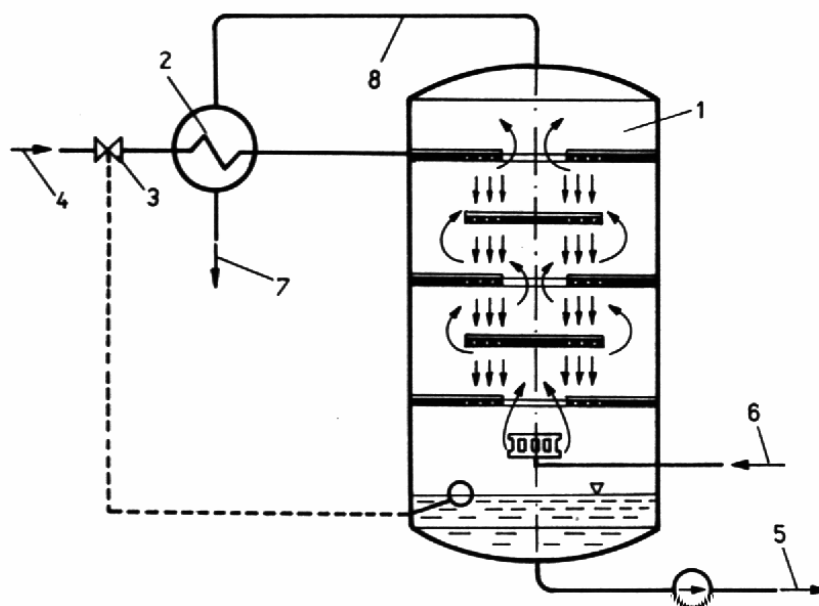
W miarę pochłaniania przez jonit zanieczyszczeń z wody jego zdolność do wymiany jonów maleje, aż do tzw. przebicia, co objawia się gwałtownym wzrostem ilości tych jonów, które powinny być wydzielone na jonicie, w wycieku. Po wyczerpaniu się zdolności jonowymiennej jonitów należy je zregenerować. W przypadku kationitu wodorowego regenerację prowadzi się roztworem kwasu siarkowego(VI) lub kwasu solnego. W przypadku anionitu silnie zasadowego roztworem wodorotlenku sodu. W czasie regeneracji z jonitów uwalniane są pobrane wcześniej jony, a na ich miejsce wprowadzane są: jon wodorowy (w kationicie) i jon wodorotlenowy (w anionicie), co można opisać następującymi równaniami:



Odgazowanie wody

Z wody kotłowej (zwłaszcza do kotłów ciśnieniowych) powinny być usunięte rozpuszczone w niej: tlen i tlenek węgla(IV). Gazy te powodują korozję kotłów i instalacji, a ich szkodliwe działanie wzmacnia się w wysokich temperaturach. Odgazowanie wody można prowadzić metodami fizycznymi lub chemicznymi.

Wśród metod fizycznych można wyróżnić odgazowanie termiczne, wykorzystujące zjawisko zmniejszania się rozpuszczalności gazów wraz ze wzrostem temperatury wody. W metodzie tej odgazowywana woda jest wstępnie podgrzewana (do ok. 90°C), a następnie rozdeszczana w odgazowywaczu i intensywnie mieszana z parą wodną. Wydzielone gazy odprowadzane są z urządzenia (rys. 5).

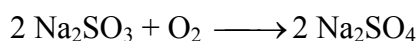


Rys. 5. Schemat układu odgazowania termicznego [5]

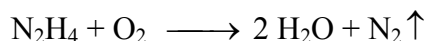
- 1 – kolumna odgazowania, 2 – wymiennik podgrzewania wstępnego, 3 – zawór regulacyjny,
4 – doprowadzenie wody, 5 – odprowadzenie wody, 6 – doprowadzenie pary, 7 – odprowadzenie skroplin,
8 – odprowadzenie gazów

Odgazowywaniu termicznemu poddaje się wodę pozbawioną wcześniej twardości węglanowej, w przeciwnym wypadku w odgazowywaczu odkładał się będzie węglan wapnia wytrącający się pod wpływem wysokiej temperatury.

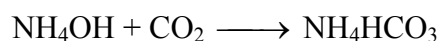
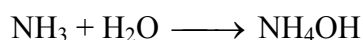
Jeżeli po odgazowaniu termicznym ilość tlenu w wodzie przekracza dopuszczalne normy, to podaje się ją odgazowywaniu chemicznemu. W tym celu do wody wprowadzane są silne reduktory wiążące tlen takie jak: siarczan(IV) sodu i związki hydrazyny. Siarczan(IV) sodu wiąże tlen rozpuszczony zgodnie z reakcją [5]:



Niestety powstający w procesie siarczan(VI) sodu powoduje zasolenie wody a ponadto pod wysokim ciśnieniem w podwyższonej temperaturze może ulegać rozkładowi z wydzieleniem SO_2 . Z tych względów metodę tę stosuje się tylko dla wody zasilającej kotły wodne i parowe niskoprężne. Do odtlenienia wody do kotłów wysokoprężnych stosowana jest hydrazyna, która wiąże tlen zgodnie z reakcją [5]:



Powstający azot ulatnia się z parą nie wchodząc w żadne reakcje. Przy zastosowaniu nadmiaru hydrazyny z wody usuwany jest również CO_2 . Innym reagentem wprowadzanym do wody w celu związania tlenku węgla(IV) jest amoniak, który reaguje zgodnie z równaniami [5]:



Rodzaje ścieków w przemyśle chemicznym

Ścieki z przemysłu chemicznego można podzielić na:

- wody odpadowe z procesu produkcyjnego (ich ilość i skład zależy od stosowanej technologii produkcji i jej wielkości, patrz tabela 3),
- ścieki z systemów chłodniczych,
- ścieki z oczyszczania gazów odlotowych,
- wody z płukania filtrów i wymienniczy jonowych,
- ścieki z przygotowania wód użytkowych,
- odcieki ze składowisk i wody opadowe spływające z terenów zanieczyszczonych.

Tabela 3. Skład ścieków z typowych procesów produkcji chemicznej
[opracowanie własne na podstawie danych Ministerstwa Środowiska]

rodzaj produkcji	rodzaje zanieczyszczeń występujących w ściekach
Zakłady rafineryjne i koksochemiczne	<ul style="list-style-type: none">– ropopochodne węglowodory– benzen, toluen, ksyleny– wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne– fenole– jony podstawowych metali– cyjanki, amoniak– katalizatory (Pt, Sm, Sb, Ru, Co, Rh, Re, Pd, Os, Ni, Mo)– dodatki do paliw zawierające Se, Te, Pb, Mo– inne związki, o ile są stosowane w produkcji np. katalizatory w syntezie
Zakłady gumowe	<ul style="list-style-type: none">– ropopochodne węglowodory
Produkcja tworzyw sztucznych	<ul style="list-style-type: none">– ropopochodne węglowodory– benzen, toluen, ksyleny– jony metali w tym kobalt, bar– fenole
Produkcja farb i pigmentów	<ul style="list-style-type: none">– benzen, toluen, ksyleny– jony metali w tym kobalt, bar– ropopochodne węglowodory
Przemysł nieorganiczny: nawozy, kwas siarkowy	<ul style="list-style-type: none">– wszystkie metale– amoniak, azotyny, fosforany, fluorki, cyjanki– metale zanieczyszczające nawozy mineralne (Cd, Cr, Mo, Pb, U, V, Zn)
Produkcja klejów	<ul style="list-style-type: none">– benzen, toluen, ksyleny– ropopochodne węglowodory– lotne związki chloroorganiczne

Metody oczyszczania ścieków z przemysłu chemicznego

Ścieki z przemysłu chemicznego, w zależności od swojego składu i ilości, mogą być:

- oczyszczane w zakładowej oczyszczalni ścieków i wprowadzane do odbiornika,
- podczyszczane w zakładowej oczyszczalni ścieków i przesyłane następnie do miejskiej oczyszczalni,
- wprowadzane bezpośrednio do miejskiej sieci kanalizacyjnej i odprowadzane do oczyszczalni miejskiej,
- podzielone na strumienie z poszczególnych procesów produkcyjnych, które poddawane są oczyszczeniu zanim zostaną wprowadzone do zbiorczej oczyszczalni.

W zależności od składu ścieki z przemysłu chemicznego mogą być poddawane procesom oczyszczania mechanicznego, fizyko-chemicznego i biologicznego.

I stopień oczyszczania (oczyszczanie mechaniczne)

W części mechanicznej oczyszczalni, stosowanej jako etap wstępny przed dalszym oczyszczaniem, albo jako etap końcowy do usunięcia olejów powstających we wcześniejszych etapach, ścieki z przemysłu chemicznego mogą być poddane:

- sedymentacji,
- flotacji,
- filtracji,
- odtluszczeniu.

II stopień oczyszczania (technologie zaawansowane)

Drugim etapem oczyszczania jest część fizyko-chemiczna, w której usuwane są zanieczyszczenia nieorganiczne i ciężko rozkładalne zanieczyszczenia organiczne w następujących procesach [7]:

- koagulacji i strącania chemicznego,
- neutralizacji,
- krystalizacji,
- utleniania chemicznego,
- redukcji chemicznej,
- odwróconej osmozy,
- adsorpcji,
- wymiany jonowej,
- ekstrakcji,
- destylacji,

Koagulacja i strącanie chemiczne

Procesy te należą do najbardziej rozpowszechnionych metod fizyko-chemicznego oczyszczania ścieków. Koagulacja polega na wprowadzeniu do ścieków odpowiednio dobranego reagenta w celu wytrącenie z nich zanieczyszczeń koloidalnych. Pod wpływem reagenta cząsteczki koloidów łączą się w większe skupiska zwane aglomeratami, których masa jest znacznie większa od masy pojedynczej cząsteczki koloidu. Powstałe w procesie aglomeraty oddzielane są od ścieków w wyniku sedymentacji, filtracji lub flotacji. Jako reagenty koagulacji najczęściej stosowane są następujące związki chemiczne:

- siarczan(VI) glinu,
- siarczan(VI) żelaza(II),
- siarczan(VI) żelaza(III),
- glinian sodu ($\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$),
- chlorek żelaza(III),
- wodorotlenek wapnia (wapno) w postaci wody wapiennej lub mleka wapiennego.

Zastosowanie wodorotlenku wapnia jako reagenta umożliwia nie tylko wydzielenie koloidów i zawiesin trudno opadających, ale także fosforanów (koagulacja i strącanie), metali ciężkich (strącanie), amoniaku (desorpcja), znacznej części związków organicznych (adsorpcja), a nawet wirusów i bakterii (dezynfekcja).

Neutralizacja

Neutralizacja polega na zobojętnianiu ścieków o odczynie alkalicznym lub kwaśnym substancjami o odczynie przeciwnym. Do zobojętniania ścieków alkalicznych można używać kwaśnych gazów spalinowych zawierających tlenek węgla(IV), tlenki siarki i azotu. Do neutralizacji ścieków kwaśnych używa się mleka wapiennego lub gazów odpadowych zawierających amoniak. Neutralizację można prowadzić następującymi metodami:

- mieszaniem ścieków kwaśnych z alkalicznymi,
- dodawaniem odpowiednich reagentów,
- przepuszczaniem ścieków kwaśnych przez złoża sporządzone np. z kamienia wapiennego i innych skał o podobnym odczynie (np. dolomitów).

Utlenianie chemiczne

Utlenianie chemiczne może być stosowane do usuwania amoniaku, pozostałości organicznych, cyjanków, związków żelaza i manganu oraz mikroorganizmów ze ścieków. Utlenienie związków organicznych przekształca je w substancje rozkładalne biologicznie co umożliwia ich wydzielenie w części biologicznej oczyszczalni. Jako reagenty utleniania chemicznego stosowane są:

- chlor wolny,
- tlenek chloru(IV),
- ozon.

Ekstrakcja

Metoda ta oparta jest na wymywaniu substancji zanieczyszczającej za pomocą specjalnie dobranego rozpuszczalnika, który nie miesza się z wodą. Za pomocą ekstrakcji odzyskuje się ze ścieków głównie fenol. Jako ekstrahenty stosowane są różne rozpuszczalniki organiczne takie, jak: benzen, chlorobenzen, octan butylu, czterochlorek węgla, eter etylowy, dwuizopropylowy i metyloctanbutylowy.

III stopień oczyszczania (oczyszczanie biologiczne)

Trzecim etapem oczyszczania ścieków z przemysłu chemicznego, służącym do usuwania zanieczyszczeń ulegających biologicznemu rozkładowi są procesy biologiczne takie, jak:

- biologiczny rozkład beztlenowy (np. proces rozkładu beztlenowego pod pływającym kożuchem UASB),
- biologiczny rozkład tlenowy (w komorach osadu czynnego, na złożach biologicznych, biofiltrach itp.),
- układ nityfikacja denityfikacja.

Bliższe informacje na temat wybranych metod oczyszczania ścieków można znaleźć w *Poradniku dla ucznia* do jednostki modułowej „Ochrona hydrosfery” 311[31].O2.02 oraz literaturze.

Racjonalna gospodarka wodą w przemyśle chemicznym

Nieodpowiednia gospodarka wodą w przemyśle prowadzi nie tylko do marnotrawstwa wody i zanieczyszczenia środowiska, ale także zwiększa koszty produkcji (ze ściekami „ucieka” z zakładu część surowców i produktów). Aby ograniczyć koszty i wpływ na środowisko, zakłady przemysłu chemicznego prowadzą racjonalną gospodarkę wodę i ściekami polegającą na:

- planowaniu zużycia wody,
- badaniu jakości wody przed wprowadzeniem jej do procesu technologicznego, kotłów, wymienników ciepła,
- badaniu podatności wody i ścieków na stosowane (lub planowane) metody uzdatniania i oczyszczania,
- cyrkulacji wody procesowej,
- zapobieganiu marnotrawstwu wody podczas mycia aparatury i instalacji,
- stosowaniu zamkniętych obiegów chłodniczych,
- odzyskiwaniu ze ścieków substancji wykorzystywanych w procesie produkcji,
- uzdatnianiu wody i oczyszczaniu ścieków.

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Do jakich celów wykorzystuje się wodę w zakładach przemysłu chemicznego?
2. Jakie zanieczyszczenia należy usunąć z wody kotłowej przed prowadzeniem jej do kotła?
3. Jakie zanieczyszczenia należy usunąć z wody chłodniczej przed prowadzeniem jej do obiegu?
4. Na czym polega wstępne uzdatnianie wody w zakładach chemicznych?
5. W jakich procesach usuwana jest twardość wody?
6. Na czym polega obróbka jonitowa wody?
7. Na czym polega termiczne zmiękczenie wody?
8. W jaki sposób z wody przeznaczonej do kotłów parowych usuwany jest tlen rozpuszczony i tlenek węgla(IV)?
9. Jakie metody oczyszczania ścieków prowadzone są w przemyśle chemicznym?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Opracuj uproszczony schemat uzdatniania wody w zakładach przemysłu chemicznego, które wodę na własne potrzeby czerpią z pobliskiej rzeki.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) ustalić, do jakich celów wykorzystywana jest woda w zakładach chemicznych,
- 2) ustalić skład wody z rzeki na podstawie uproszczonej analizy w warunkach polowych,
- 3) ustalić, jakie zanieczyszczenia z wody rzecznej należy usunąć, aby nadawała się ona do wykorzystania w zakładach chemicznych,
- 4) ustalić, jakie metody uzdatniania wody należy zastosować do usunięcia z niej zanieczyszczeń (ustalonych w punkcie 3),
- 5) ustalić kolejność prowadzonych procesów, pamiętając o zasadzie usuwania większych zanieczyszczeń w pierwszej kolejności,
- 6) narysować uproszczony schemat uzdatniania wody,
- 7) sprawdzić poprawność wykonanego schematu, porównując z przykładowymi schematami dostarczonymi przez nauczyciela lub z literaturą.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- przykładowe zakładowe normy wymagań wody technologicznej dla wybranego procesu produkcji (odszukane w literaturze lub internecie),
- przykładowe schematy przemysłowych stacji uzdatniania wody (z literatury),
- zestaw walizkowy do polowej analizy wody,
- literatura do jednostki modułowej 311[31].Z3.02.

Ćwiczenie 2

Zbadaj zdolność wymienną kationitu silnie kwasowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie regulamin pracowni i przepisy bhp obowiązujące w czasie wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych,
- 2) przygotować jonit do badania,
- 3) przeprowadzić badanie zgodnie z załączoną instrukcją,
- 4) po zakończeniu badania kationit przepłukać wodą destylowaną i posprzątać stanowisko pracy,
- 5) obliczyć stężenie jonów w wodzie poddawanej wymianie jonowej,
- 6) obliczyć zdolność wymienną roboczą jonitu,
- 7) sporządzić sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia zgodnie z zasadami podanymi przez nauczyciela.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- instrukcja wykonania ćwiczenia,
- instrukcja do oznaczenia zawartości wapnia w wodzie,
- stanowisko do badania zdolności wymiennej jonitów,
- odczynniki:
 - roztwór regeneracyjny 6 – 8% roztwór kwasu solnego,
 - mianowany roztwór EDTA stężeniu $c_m = 0,01 \text{ mola} \cdot \text{dm}^{-3}$,
 - kalces,
 - trietanolamina,
 - stężony kwas azotowy(V),
 - 24% roztwór wodorotlenku potasu,
- sprzęt:
 - kolby stożkowe 300 cm^3 ,
 - papierki wskaźnikowe,
 - cylinder miarowy 25 cm^3 ,
 - pipety wielomiarowe,
 - biureta.
- kartka formatu A4,
- przybory do pisania,
- literatura do jednostki modułowej 311[31].Z3.02.

Instrukcja wykonania ćwiczenia

I etap – przygotowanie jonitu do badania

Zmierzyć wysokość warstwy kationitu w kolumnie oraz średnicę kolumny. Jonit poddać regeneracji przepuszczając przez niego około 100 cm^3 8% roztworu HCl. Następnie przemyć złożę 250 cm^3 wody destylowanej.

II etap – oznaczenie zawartości Ca^{2+} w wodzie

Próbkę wody o objętości 100 cm^3 umieścić w kolbie stożkowej i zakwasić kilkoma kroplami kwasu azotowego(V) do $\text{pH} = 2$ wobec papierka wskaźnikowego. W przypadku wody odbieranej z jonitu nie zakwaszać. Do próbki dodać cylindrem ok. 20 cm^3 trietanolaminy. W przypadku wody odbieranej z jonitu nie dodawać trietanolaminy. Dodać ok. 3 cm^3 24% roztworu KOH i ok. 200 mg kalcesu. Próbkę wymieszać do całkowitego rozpuszczenia

kalcesu. Zmiareczkować od razu roztworem EDTA do zmiany zabarwienia z różowego na niebieski.

III etap – przeprowadzenie wymiany jonowej, aż do chwili przebicia złoża

Uruchomić stanowisko badawcze i zmierzyć natężenie przepływu wody przez kolumnę jonitową. Wyciek z kolumny zbierać do cylindra miarowego, tak aby można było ustalić całkowitą objętość wody przepływającej przez kationit w ciągu trwania ćwiczenia. Oznaczyć twardość wody odbieranej z jonitu z częstotliwością co 100 cm³wycieku. Badanie i analizy prowadzić, aż do momentu przebicia złoża, czyli do chwili kiedy twardość wody odbieranej z jonitu będzie zbliżona do twardości wody wprowadzanej do kationitu. Po zakończonej pracy kolumnę przepłukać 120 cm³wody destylowanej i pozostawić napełnioną wodą destylowaną.

IV etap – przeprowadzenie obliczeń

Obliczanie stężenia jonów wapnia w wodzie.

$$x = \frac{V_{EDTA} \cdot k \cdot 1000}{V}$$

gdzie:

V_{EDTA} – objętość EDTA zużyta do zmiareczkowania próbki [cm³],

K – miano roztworu EDTA,

V – objętość próbki [cm³]

Obliczanie zdolności wymiennej roboczej kationitu:

$$n = c_r \cdot V_r$$

$$z_r = \frac{n}{V_k}$$

gdzie:

n_r – ilość mvali jonów wapnia zatrzymanych na kationicie do punktu przebicia złoża [mval],

V_r – objętość roztworu zmiękczanego do punktu przebicia [dm³],

c_r – stężenie jonów wapniowych w zmiekkzanym roztworze [mval · dm⁻³],

V_k – objętość kationitu [dm³],

z_r – zdolność wymienna robocza jonitu [mval · dm⁻³].

Ćwiczenie 3

Oznacz podatność wody, pochodzącej z różnych źródeł, na zmiekkczanie termiczne.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie regulamin pracowni i przepisy bhp obowiązujące w czasie wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych,
- 2) oznaczyć twardość badanych próbek wody metodą miareczkową z EDTA,
- 3) pobrać do kolb stożkowych po 200 cm³ badanych próbek, umieścić nad palnikiem gazowym i zagotować (proces gotowania prowadzi przez 10 minut),
- 4) próbki wody wystudzić,
- 5) ponownie oznaczyć twardość wody po gotowaniu,
- 6) obliczyć, o ile zmniejszyła się twardość badanych próbek wody po procesie zmiekkczania termicznego (gotowania),
- 7) określić, która z badanych próbek wody jest najbardziej podatna na zmiekkczanie termiczne,
- 8) sporządzić sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia zgodnie z zasadami podanymi przez nauczyciela

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- instrukcja do oznaczania twardości wody (pozycja [3] z literatury do jednostki modułowej lub PN-C-04554-4:1999 Oznaczanie sumarycznej zawartości wapnia i magnezu w ściekach metodą miareczkową z EDTA oraz obliczanie zawartości magnezu w wodzie i ściekach),
 - odczynniki do oznaczenia twardości (pozycja [3] z literatury do jednostki modułowej),
 - sprzęt:
 - sprzęt do oznaczenia twardości (pozycja [3] z literatury do jednostki modułowej),
 - kolby stożkowe 300 cm³,
 - literatura.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) scharakteryzować podstawowe wymagania jakości wody kotłowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) scharakteryzować podstawowe wymagania jakości wody chłodniczej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) scharakteryzować procesy zmiękczenia wody stosowane w przemyśle chemicznym?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) scharakteryzować procesy demineralizacji wody stosowane w przemyśle chemicznym?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) scharakteryzować termiczne odgazowanie wody?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) scharakteryzować chemiczne metody odgazowania wody?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) określić skład ścieków pochodzących z typowych procesów produkcji chemicznej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) scharakteryzować metody wstępnego (mechanicznego) oczyszczania ścieków przemysłowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) scharakteryzować fizyko-chemiczne metody oczyszczania ścieków przemysłowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) scharakteryzować biologiczne metody oczyszczania ścieków przemysłowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Magazynowanie i transport materiałów

4.3.1. Materiał nauczania

Sposoby magazynowania surowców głównych i pomocniczych oraz produktów

W celu zapewnienia ciągłości produkcji każdy zakład produkcyjny musi posiadać odpowiednią ilość surowców podstawowych i pomocniczych, którą przechowuje w magazynach. Również wytworzone przez dany zakład przemysłowy produkty do czasu ich wysłania do odbiorców muszą być przez pewien czas magazynowane.

Podstawową funkcją każdego magazynu jest przechowywanie wszelkiego rodzaju materiałów: surowców półproduktów i produktów.

Znanych jest wiele różnych metod magazynowania. Ta różnorodność jest spowodowana tym, że wybór właściwej metody przechowywania wszelkiego rodzaju materiałów jest zdeterminowany przez wiele czynników. Podstawową sprawą jest tu rodzaj przechowywanych materiałów. Istotne są zarówno stan skupienia, rodzaj, ich ilość i różnorodność asortymentu. Pod uwagę należy również wziąć przewidywany cykl dostaw, wielkość ich partii, zakładaną rotację w magazynie, metodę składowania oraz ilość towaru wydawanego jednorazowo. W obrocie magazynowym znajdują się różne materiały. Bywają takie, które można przechowywać w stosach nawet bez używania osłoniętych budowli magazynowych. Istnieje jednak bardzo wiele materiałów o zupełnie odmiennych wymaganiach. Magazynowanie ich wymaga ściśle określonych warunków, zarówno jeśli chodzi o temperaturę, jak i wilgotność powietrza. Właściwie zorganizowany magazyn polega na wytworzeniu przechowywanym materiałom takich warunków fizycznych, które umożliwiają bezpieczne gromadzenie zapasów bez zmiany ich właściwości oraz pozwalają na rytmiczne i bezproblemowe pokrywanie ewentualnych potrzeb.

Magazynowanie materiałów stałych

Magazyny otwarte – składowiska. Są to magazyny na otwartych placach, w których przechowuje się te ciała stałe (zwłaszcza w dużych ilościach), na które czynniki atmosferyczne nie mają większego wpływu. Należą do nich między innymi: węgiel, piasek, duże bloki stalowe, bloki drewniane.

Teren pod składowisko musi być odpowiednio przygotowane:

- nawierzchnia powinna być dostatecznie twarda – sposób utwardzenia powierzchni zależy od rodzaju przechowywanego materiału,
- teren składowiska powinien być oczyszczony i zdrenowany,
- niewielkie pochylenie od środka terenu ku jego krańcom ułatwia spływ wody deszczowej,
- składowisko powinno być zaopatrzone w odpowiednie urządzenia transportowe.

Pewną odmianą składowiska jest platforma lub rampa składowa. Buduje się je na nasypach ziemnych, a ich wysokość zależy od wysokości podłogi stosowanego środka transportowego, np. dla samochodu jest to 0,9 m.

Magazyny półotwarte – place lub rampy osłonięte dachem. Są to magazyny dla materiałów w pewnym stopniu wrażliwych na wpływy atmosferyczne, np. materiały budowlane. Magazyny półotwarte to szkieletowa konstrukcja nośna dla dachów wykonana z różnych materiałów, czasami dla lepszej ochrony wznoszone są lekkie ścianki osłaniające przed opadami atmosferycznymi i wiatrem. Magazyny otwarte mogą być wykonane jako konstrukcje przenośne.

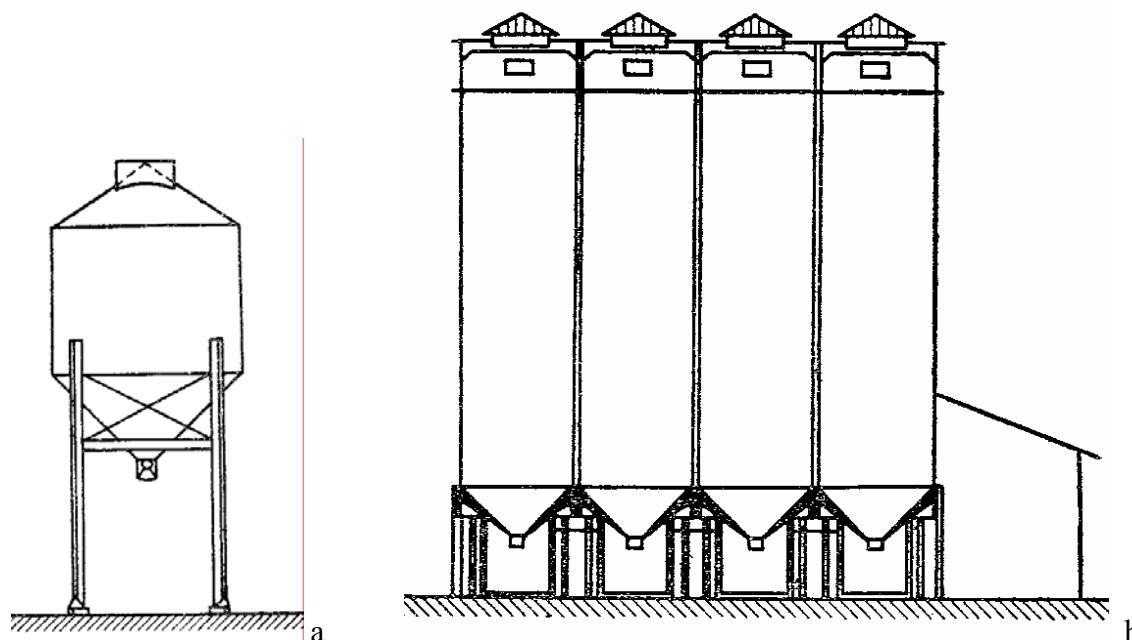
Magazyny zamknięte – budynki wykonane z różnych materiałów budowlanych (budynki drewniane są niewskazane ze względu na zagrożenie pożarowe). Są to magazyny dla materiałów wrażliwych na działanie czynników atmosferycznych. Podstawą tych

budynków jest przeważnie prostokąt, często podłoga magazynu znajduje się na poziomie rampy. Budynki magazynowe zamknięte mogą być parterowe lub piętrowe. Przy projektowaniu magazynów piętrowych należy uwzględnić obciążenie stropów, tak aby ich wytrzymałość była dostosowana do ciężaru magazynowanego materiału (konieczność zastosowania słupów podpierających). Ponadto niezbędne są dodatkowe urządzenia transportowe. Te dodatkowe wymagania sprawiają, że większość magazynów zamkniętych to magazyny parterowe.

Zasobniki – jest to specjalna grupa magazynów – zbiorników różnego kształtu i różnej wielkości do magazynowania materiałów sypkich na krótki okres czasu. Zasobniki o dużej pojemności, przeznaczone do długotrwałego magazynowania nazywane są **silosami**. Zasobniki można podzielić w zależności od:

- kształtu zbiorników na: prostokątne, wielokątne (czworokątne, sześciokątne, ośmiokątne), okrągłe (stożkowe, cylindryczne, cylindryczno-stożkowe),
- położenia zbiorników względem poziomu ziemi na: powierzchniowe, zagłębione, podziemne,
- rodzaju tworzywa, z jakiego są wykonane na: metalowe, betonowe lub żelbetonowe, z innych tworzyw.

Zasobniki są umieszczone na odpowiednich konstrukcjach, zaopatrzone w odpowiednie urządzenia transportowe. Większe ilości materiałów magazynuje się w kilku lub kilkunastu zasobnikach ustawionych obok siebie. W tym wypadku korzystne jest budowanie zasobników prostokątnych lub wielokątnych. Jednak zasobniki kołowe są korzystniejsze ze względów wytrzymałościowych (wymagają najmniejszej grubości ścianek), stwarzają najkorzystniejsze warunki zsypania się materiału (brak załamań), wysyp materiału jest lepszy (stosunek wysokości zasobnika do powierzchni jej poprzecznego przekroju).



Rys. 6. Zbiorniki do magazynowania materiałów sypkich [1]
a – zasobnik, b – zespół silosów

Zasobniki mogą być otwarte lub zamknięte. Dna zasobników wykonane są w kształcie leja zakończonego otworem wyładunkowym zaopatrzonym w urządzenie zamykające, np. zasuwowe, klapowe, szczękowe. Lejowaty kształt dna pozwala na całkowite opróżnienie zasobnika przy swobodnym wysypywaniu się materiału.

Magazynowanie cieczy

Substancje ciekłe magazynowane są w różnego rodzaju zbiornikach. Wybór właściwego zbiornika i sposób przechowywania w nim danej cieczy zależy od: jej właściwości, a zwłaszcza od ciśnienia pary w warunkach magazynowania, korozyjności, wybuchowości i palności oraz od ilości przechowywanego materiału ciekłego.

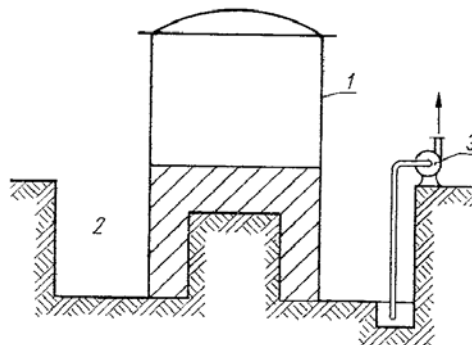
Zbiorniki magazynowe cieczy powinny spełniać następujące warunki:

- powinny być szczelne,
- posiadać urządzenia określające poziom cieczy,
- posiadać króciec, służący do opróżniania powinien być umieszczony w najniższym punkcie zbiornika (dla dużych zbiorników ze względu na duże ciśnienie hydrostatyczne stosuje się przelew syfonowy) oraz króciec, służący do napełniania zbiornika powinien znajdować się ponad najwyższym poziomem cieczy,
- powinny być zaopatrzone w urządzenia do pomiaru ciśnienia i temperatury w jego wnętrzu oraz kurki do pobierania próbek cieczy,
- powinny w pokrywie zawierać zawór bezpieczeństwa, jeśli panuje w nich podwyższone ciśnienie,
- zbiorniki o dużej pojemności powinny zawierać właz umożliwiający, po opróżnieniu zbiornika, dostanie się do wnętrza w celu skontrolowania lub dokonania napraw,
- zbiorniki wysokie powinny posiadać schody lub drabinę w celu umożliwienia dostania się do włazu i oprzyrządowania zbiornika,
- zbiorniki nad najwyższym poziomem cieczy powinny posiadać dwa zawory działające samoczynnie, w celu utrzymania w zbiorniku stałego ciśnienia gazu znajdującego się nad cieczą.

Zbiorniki do magazynowania cieczy można podzielić w zależności od:

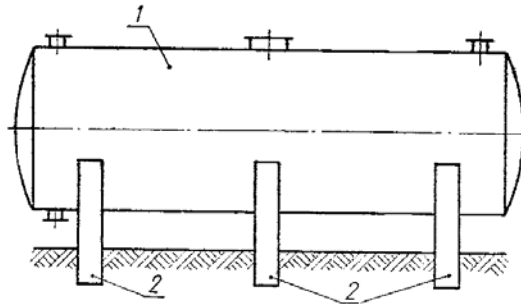
- kształtu rzutu poziomego na: prostokątne, okrągłe (kuliste lub cylindryczne poziome i pionowe), wieloboczne,
- obrysu w przekroju pionowym na: walcowe lub stożkowe, kuliste, eliptyczne lub paraboliczne,
- położenie zbiorników na: naziemne (otwarte lub zamknięte), podziemne lub wyniesione, położone nad powierzchnią ziemi.

Zbiorniki prostokątne są mniej ekonomiczne niż okrągłe, co wynika z kształtu geometrycznego. Mają mniej korzystny stosunek obwodu do powierzchni magazynowej oraz oprócz sił rozciągających, powstają duże momenty gnące (dlatego przeważnie są budowane z grubych ścian żelbetonowych, a nie cienkich stalowych). Zaletą zbiorników prostokątnych jest to, że zajmują one o wiele mniej przestrzeni niż okrągłe. Buduje się je głównie wewnątrz pomieszczeń, gdy konieczne jest umieszczenie wielu zbiorników obok siebie lub jednego nad drugim. Zbiorniki prostokątne, wykonane z blachy stalowej, mają wzmocnienia, które stanowią szkielet konstrukcyjny. Są to zbiorniki o niewielkiej objętości.



Rys. 7. Pionowy zasobnik naziemny do magazynowania cieczy silnie korozyjnych [2]
1 – zbiornik, 2 – wanna (taca), 3 – pompa

Zbiorniki o przekroju kołowym wykonane z żelbetonu charakteryzują się niskim kosztem budowy, dużą trwałością, niskimi kosztami konserwacji. Kłopoty sprawia szczelność ich ścian, duże zbiorniki muszą mieć bardzo grube ściany, dlatego buduje się więcej zbiorników o mniejszej objętości. Mogą być zamknięte lub otwarte. Zbiorniki stalowe pionowe o kształtach powłok cylindrycznych, stożkowych i kulistych są uznawane za najlepsze i z tego powodu są najczęściej stosowane. Jeżeli przechowywane są w nich ciecze lotne, to pokrywa musi być zaopatrzona w zawory zabezpieczające, które umożliwią ruch pary cieczy i powietrza, spowodowany zmianami temperatury. Zbiorniki stalowe poziome mogą być nieruchome lub ruchome (przewożone). Służą one do przechowywania mniejszej ilości surowców, półproduktów lub produktów.



Rys. 8 Zbiornik naziemny poziomy [2]
1 – zbiornik, 2 – podpory

W porównaniu ze zbiornikami pionowymi mają następujące zalety: mogą być produkowane seryjnie w zakładzie produkcyjnym i dostarczane w stanie gotowym na dowolne miejsce, można je budować na wyższe ciśnienia i podciśnienia, co zmniejsza straty cieczy lotnych.

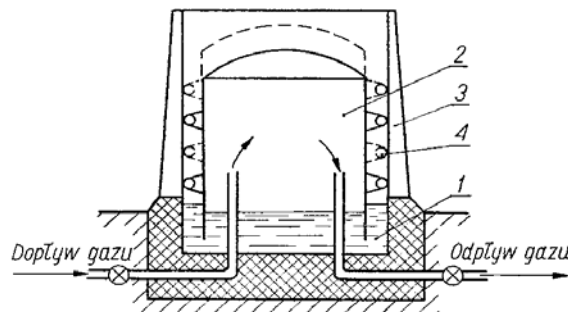
Magazynowanie gazów

Zbiorniki magazynowe gazów dzielą się na dwie zasadnicze grupy:

- zbiorniki niskociśnieniowe (o zmiennej objętości) mokre i suche,
- zbiorniki średnio i wysokociśnieniowe (o stałej objętości).

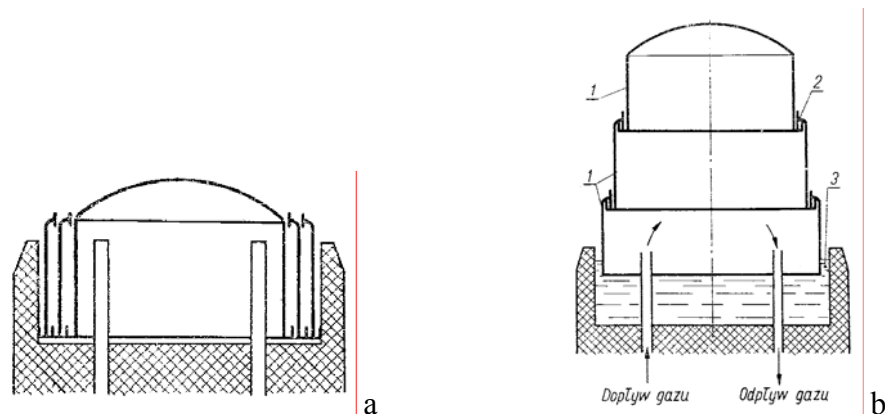
Zbiorniki o zmiennej objętości – mokre

W zbiornikach tego typu mogą być magazynowane gazy, których nasycenie parą wodną nie stanowi istotnej niedogodności. Mogą one być jednoczłonowe lub wieloczłonowe (teleskopowe).



Rys. 9. Jednoczłonowy zbiornik gazu [2]
1 – basen wodny, 2 – dzwon zbiornika, 3 – konstrukcja prowadząca, 4 – rolki prowadzące

Składa się on z basenu wypełnionego wodą i zanurzonego w nim dzwonu i konstrukcji prowadzących. Do wnętrza dzwonu prowadzą dwa przewody jeden doprowadzający, a drugi odprowadzający gaz. Dzwon w zależności od ciśnienia wewnątrz zbiornika jest mniej lub bardziej wynurzony nad powierzchnię wody. W miarę napełniania gazem zbiornika dzwon podnosi się. W zbiorniku całkowicie napełnionym dolna część dzwonu musi pozostać zanurzona, aby gaz nie wydostał się na zewnątrz. Aby zwiększyć pojemność zbiornika bez konieczności zwiększania głębokości basenu, buduje się zbiorniki teleskopowe, w których dzwon składa się z kilku segmentów o różnych średnicach.



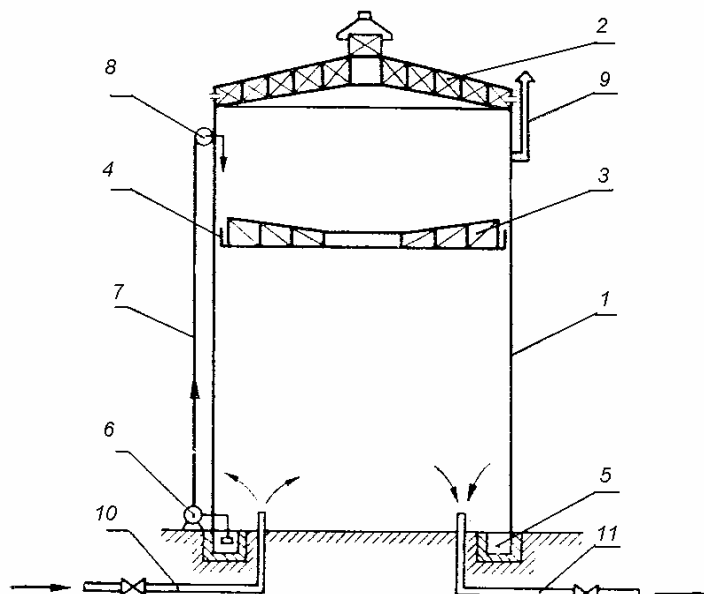
Rys. 10. Zbiornik wielocłonowy a – pusty, b – napełniony [2]
1 – dzwony, 2 – uszczelnienia, 3 – basen wodny

Zbiorniki mokre muszą być wyposażone w przyrządy do pomiaru stopnia napełnienia, temperatury i ciśnienia, a na przewodach gazowych powinny być zainstalowane zawory automatyczne, tak aby ciśnienie nie wzrosło powyżej dopuszczalnego. Dla zbiorników tego typu znajdujących się na otwartym terenie konieczne są urządzenia do ogrzewania wody, aby nie dopuścić do jej zamarzania w okresach, gdy temperatura powietrza spada poniżej 0°C.

Zbiorniki o zmiennej objętości – suche

Są to zbiorniki, w których gaz magazynowany nie styka się z wodą, a więc nie nawilża się parą wodną. Przy ich wykonaniu zużywa się mniej stali, stosuje się lżejsze fundamenty (brak basenów), zbędne są urządzenia do ogrzewania wody, są mniej podatne na korozję (zbiornik nie jest na stałe zwilżany wodą).

Są to zbiorniki pionowe w kształcie cylindra lub graniastosłupa, wewnątrz których przesuwana jest pokrywa (tłok) odpowiednio uszczelniona na styku ze ścianą pionową. Gaz magazynowany jest pod tłokiem, a przestrzeń nad nim połączona jest z atmosferą.



Rys. 11. Zbiornik gazowy suchy z uszczelnieniem cieczowym [1]
 1 – ściana zbiornika, 2 – dach, 3 – tłok (pokrywa), 4 – urządzenie uszczelniające, 5 – koryto,
 6 – pompa, 7 – przewód do przetłaczania cieczy, 8 – górny zbiornik cieczy, 9 – przewód,
 10 – przewód doprowadzający gaz, 11 – przewód odprowadzający gaz

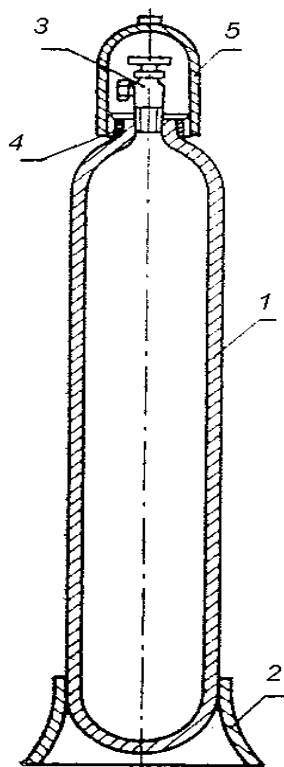
Szczelność na powierzchni styku ścian i przesuwającego się tłoka (pokrywy) uzyskuje się przez docisk do gładkich ścian zbiornika urządzenia uszczelniającego. Po ścianie zbiornika sływa olej, stanowi on zamknięcie dla gazu, a oprócz tego spełnia rolę smaru pomiędzy trącymi się powierzchniami. Olej zbierający się w rynnie (korycie) na obwodzie dna zbiornika jest przetłaczany na górę zbiornika. W ten sposób olej znajduje się w ciągłym obiegu. W górnej części zbiornika znajduje się przewód pełniący rolę zaworu bezpieczeństwa. Wadą tego typu zbiorników jest konieczność bardzo dokładnego wykonania płaszcza i pokrywy (tłoka), w celu osiągnięcia wystarczającej szczelności oraz możliwość zbierania się mieszaniny wybuchowej pod pokrywą.

Zbiorniki o stałej objętości

Są to tzw. zbiorniki ciśnieniowe. Ciśnienie magazynowanego w nich gazu kilkakrotnie przewyższa ciśnienie atmosferyczne. Zbiorniki te bywają cylindryczne poziome i pionowe, kuliste lub sferoidalne (zbudowane z kilku zachodzących na siebie powierzchni kulistych). Gaz do zbiorników ciśnieniowych wtlacza się za pomocą sprężarek. Materiałem konstrukcyjnym jest zazwyczaj stal. Zbiorniki te muszą być wyposażone w przyrządy do pomiaru ciśnienia i temperatury, zawory bezpieczeństwa i urządzenia alarmujące w przypadku wzrostu ciśnienia powyżej dopuszczalnego. Zaletą tych zbiorników jest: mała objętość przypadająca na jednostkę masy gazu magazynowanego, brak zagrożenia tworzenia się mieszaniny wybuchowej oraz magazynowanie gazu w stanie suchym.

Butle stalowe

Do magazynowania i transportu gazów przemysłowych o wysokim ciśnieniu służą zbiorniki o stałej objętości, naczynia cylindryczne, ciągnięte bez spoiny zwane butlami stalowymi. Najbardziej rozpowszechnione są butle do gazów o objętości 40 dm³.



Rys. 12. Butla stalowa [1]

1 – korpus, 2 – podstawa, 3 – zawór, 4 – pierścień, 5 – kołpak

Do gazów przemysłowych, które są magazynowane i transportowane w butlach stalowych należą: tlen, wodór, tlenek węgla(IV), azot, gazy szlachetne (argon, neon, hel, krypton, ksenon).

Transport materiałowy

Transport w przemyśle chemicznym łączy się ściśle z procesem technologicznym i obejmuje czynności związane z przenoszeniem surowców, półproduktów i produktów gotowych. Transport zewnętrzny realizowany jest przez dostawy z zewnątrz materiałów niezbędnych do przebiegu produkcji oraz wywóz produktów końcowych. Środkami transportu zewnętrznego są: pociągi, samochody, statki itp.

Transport wewnętrzny jest to ruch i przenoszenie wszelkich materiałów w obrębie zakładu produkcyjnego. Środki transportu wewnętrzne różnią się między sobą w zależności od stanu skupienia transportowanego materiału (środki do transportu ciał stałych, cieczy i gazów).

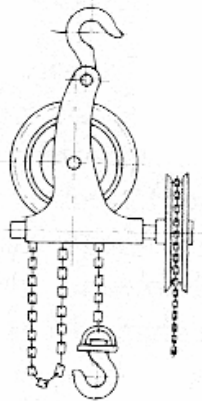
Transport ciał stałych

Stosowane środki do transportu ciał stałych można podzielić na:

- dźwignice,
- przenośniki.

Dźwignice są to urządzenia o pracy okresowej służące do przenoszenia lub podnoszenia ciał stałych. Należą do nich:

- ciągniki – dźwignice proste, które za pomocą uchwytu (haka, chwytaka) przymocowanego do cięgna (liny, łańcucha) przenoszą ładunek. Należą do nich: wciągarki, wciągarki, wyciągniki,

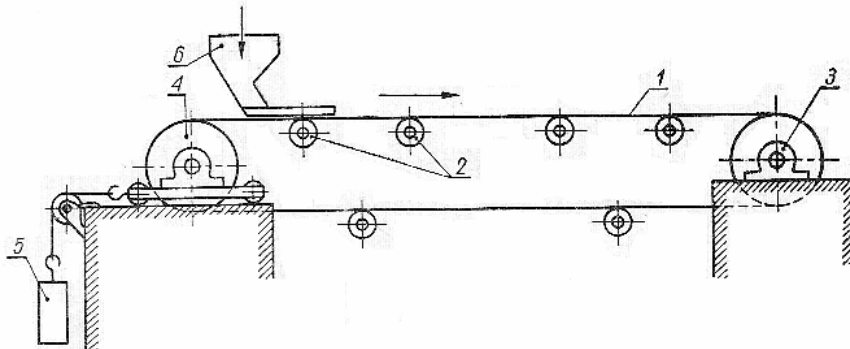


Rys. 13. Wciągnik ręczny z przekładnią ślimakową [1]

- wózki – znajdują zastosowanie do podnoszenia różnego rodzaju ładunków w płaszczyźnie poziomej lub nieznacznie pochylonej,
- suwnice – dźwignice złożone. Zasadniczy element stanowi ruchoma konstrukcja mostowa, po której przesuwa się wózek z osadzoną na nim wciągarką,
- żurawie – przenoszą ładunek wzdłuż łuku kołowego i mogą obsługiwać przestrzeń objętą walcem, którego wysokość jest wysokością podnoszenia, a promień podstawy wsięgniem.

Przenośniki są to urządzenia do przenoszenia ciał stałych ruchem ciągłym. Ze względu na sposób przenoszenia wyróżnia się przenośniki:

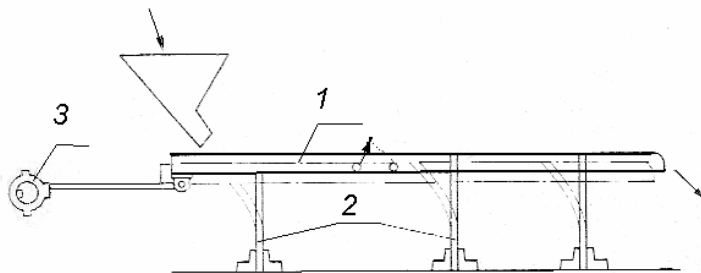
- przenośniki cięgnowe – transport odbywa się za pośrednictwem cięgna (taśmy łańcucha lub liny). Materiał może być przenoszony bezpośrednio na cięgno lub za pomocą elementu nośnego przymocowanego do cięgna. Należą tu: przenośniki taśmowe, członowe, zgarniakowe, kubelkowe.



Rys. 14. Schemat przenośnika taśmowego z zsysem z bębna napędzanego [1]

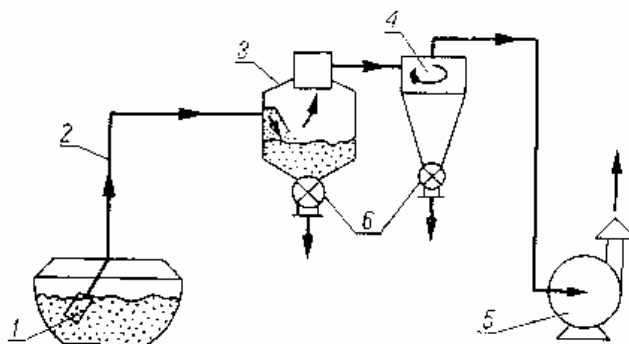
1 – taśma, 2 – rolki, 3 – bęben napędowy, 4 – bęben napinający, 5 – obciążnik napinający taśmę, 6 – lej wysypowy

- przenośniki bezcięgnowe – transport odbywa się za pomocą innych niż cięgno elementów mechanicznych, drgań lub grawitacji: impulsowe i grawitacyjne (transport po nie napędzanych obrotowych wałkach lub krążkach, lub zsuwniach), wałkowe i krążkowe napędzane (transport poziomy po napędzanych wałkach lub krążkach), śrubowe (transport za pomocą obracającej się powierzchni śrubowej), wstrząsowe (transport poprzez drgania rynny), miotające.



Rys. 15. Przenośnik (wstrząsowy) wibracyjny z napędem mimośrodowym [2]
1 – rynna, 2 – pręty sprężyste, 3 – mechanizm mimośrodowy

- przenośniki z ośrodkiem pośredniczącym – transport odbywa się w strumieniu gazu lub cieczy: pneumatyczne, hydrauliczne. Największe zastosowanie znalazły przenośniki pneumatyczne ze względu na możliwość transportu na duże odległości. Przenośniki hydrauliczne ze względu na duże zużycie wody i kosztowną eksploatację są stosowane rzadziej.



Rys. 16. Schemat przenośnika pneumatycznego ssącego [1]
1 – dysza, 2 – rurociąg, 3 – oddzielnik, 4 – odpylacz, 5 – wentylator, 6 – podajnik

Zasada działania przenośnika pneumatycznego ssącego polega na wytworzeniu próżni i zasysaniu mieszaniny materiału sypkiego, bezpośrednio ze zbiorników lub hałd.

Analiza przedmiotu transportu i jego drogi jest podstawą do doboru rodzaju przenośnika. Przy doborze przenośnika należy wziąć pod uwagę:

- przedmiot i drogę transportu,
- wymaganą wydajność przenośnika,
- koszt transportu na jednostkę przemieszczanej masy.

Transport cieczy

Instalacja rurociągową jest najczęściej używaną metodą przesyłania cieczy w przemyśle procesowym. Instalacja taka jest wykonana z wielu elementów, takich jak: rury, łączniki kołnierzone, obudowy, uszczelki, zawory, filtry, elastyczne i kompensacyjne złącza. Elementy te są wykonane z różnych materiałów, dostępne są różne ich rodzaje i rozmiary, mogą być wytwarzane zgodnie z normami krajowymi lub mogą to być elementy opatentowane przez wytwórców.

Zwykle, normy określają dopuszczalne obciążenia, zakresy temperatury oraz ciśnienia, czyli warunki, w których elementy instalacji rurociągowej mogą być używane. Chociaż stal nierdzewna i węglowa jest powszechnie stosowanym materiałem konstrukcyjnym dla systemów instalacji rurociągowych, wzrasta produkcja i stosowanie niemetalowych instalacji oraz wykonanych z tworzyw sztucznych. Przy doborze materiałów konstrukcyjnych powinna

zostać uwzględniona różnorodność warunków procesowych (wytrzymałość niektórych materiałów zmienia się w zależności od wzrostu temperatury: mechaniczna wytrzymałość elementów instalacji rurociąkowej wykonanych z tworzyw sztucznych zmniejsza się w warunkach wzrostu temperatury, stal przechodzi w stan kruchy w niskich temperaturach).

Przy projektowaniu instalacji rurociąkowej należy uwzględnić dobór odpowiednich materiałów konstrukcyjnych, które korodują powoli ze znaną prędkością oraz naddatek korozyjny materiału, który może być dopuszczalnie utracony przez korozję/erozję. Wszystkie elementy instalacji rurowej, włączając uszczelki, muszą być odpowiednie dla danej cieczy procesowej. Korozja powierzchni zewnętrznych elementów instalacji rurowej oraz elementów pomocniczych może pojawiać się jako korozja wżerowa lub szczelinowa.

Miejsca łączenia rur w systemach instalacji rurociąkowej są często miejscami wycieku, dlatego też liczba połączeń w takiej instalacji powinna być zminimalizowana, gdzie to możliwe. Połączenia rur mogą być trwale spawane dla zachowania dużej integralności systemów lub mogą być to połączenia takie, jak: kołnierzone, gwintowe lub ściskowe. Połączenia trwale powinny być wykonane zgodnie z wymaganiami odpowiednich norm. Spoiny powinny być kontrolowane odpowiednimi metodami. W instalacji rurociąkowej przesyłającej niebezpieczne ciecze należy wyeliminować martwe odgałęzienia oraz uwzględnić łatwe odprowadzenie cieczy w celu zapobiegania uwięzienia jej. W celu pobierania próbek niebezpiecznych cieczy odpowiednie jest zastosowanie np. podwójnego układu zaworów.

W wielu przypadkach zachodzi konieczność podwyższenia ciśnienia płynów ze względu przesyłanie ich rurociągami, czy też przetłaczanie z obszaru o ciśnieniu niższym do obszaru o ciśnieniu wyższym. Maszyny służące do tego celu nazywamy pompami.

Pompy możemy podzielić na trzy grupy biorąc pod uwagę zasadę działania:

- pompy wyporowe,
- pompy wirowe zwane rotacyjnymi,
- pompy specjalne.

W zależności od kształtu organu roboczego **pompy wyporowe** dzieli się na następujące grupy:

- pompy o ruchach posuwisto-zwrotnych organu roboczego:
 - **pompy tłokowe**. W zależności od sposobu działania pompy tłokowe dzieli się na pompy tłokowe jednostronnego działania, pompy tłokowe dwustronnego działania, pompy tłokowe różnicowe. W każdej z wymienionych grup organ roboczy może mieć kształt tłoka tarczowego lub tłoka nurnikowego zwanego nurnikiem;
 - **pompy przeponowe** (membranowe). W pompach tych tłok został zastąpiony sprężystą przeponą z gumy lub specjalnej stali. Ruch przepony może być spowodowany bądź bezpośrednim napędem mechanicznym, bądź pośrednim hydraulicznym;
- pompy o ruchu obrotowo-zwrotnym organu roboczego, np. ręczną pompę skrzydełkową,
- pompy o ruchu obrotowym organu roboczego:
 - **pompy rotacyjne**. W poniższych typach organem roboczym jest wirnik (rotor) zaopatrzony w wysuwną lub przesuwną łopatkę;
 - **pompy zębate**. Ze względu na rodzaj zazębienia pompy zębate dzielimy na: pompy o zazębieniu zewnętrznym i pompy o zazębieniu wewnętrznym;
 - **pompy krzywkowe**. Stosowane są do cieczy gęstych;
 - **pompy śrubowe**. W pompach tych wirniki w kształcie śrub obracają się w zamkniętym kadłubie z wyjątkiem pomp jednowirnikowych wzajemnie się zazębiają, powodując przenoszenie cieczy z obszaru ssawnego tłocznego pompy;
- inne rodzaje pomp wyporowych.

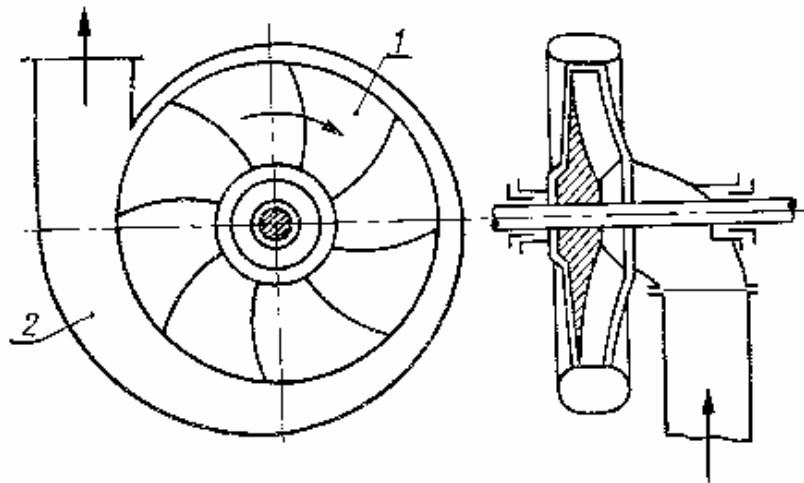
Własności pompy waporowej:

- bardzo duża wysokość podnoszenia,
- ograniczona wydajność przy możliwości pompowania bardzo małych objętości cieczy,
- niezmienna wysokość podnoszenia przy zmieniających się warunkach pracy układu,
- stosunkowo wysoka sprawność pomp nurnikowych,
- zdolność samozasysania wykluczająca konieczność zapełnienia cieczą przewodu ssawnego pompy przed jej uruchomieniem,
- mała wrażliwość na zawartość gazów w pompowanej cieczy,
- nierównomierność parametrów pracy pomp waporowych o posuwisto-zwrotnym ruchu organu roboczego,
- zmniejszona pewność ruchu pomp mających układ ruchomych części,
- duży wpływ technologii wykonania na sprawność pomp.

Działanie **pompy wirowej** polega na tym, że organ roboczy pompy wirowej (wirnik) osadzony jest na obracającym się wale powoduje zwiększenie krętu, bądź krążenia cieczy przepływającej przez jego wnętrze. Jest to istotna cecha odróżniająca cechy wirowe od waporowych pomp.

W zależności od sposobu przemiany energii pompy wirowe dzieli się na:

- pompy krętne ich działanie polega na tym, iż obracający się wirnik, dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu łopatek, powoduje przepływ cieczy od strony ssawnej ku stronie tłocznej. Zwiększenie ciśnienia u wlotu pompy wywołuje zjawisko ssania, a energia mechaniczna przekazywana przez wirnik powoduje zwiększenie krętu cieczy przepływającej przez jego wnętrze. W zależności od kierunku przepływu cieczy przez wirnik pompy krętne można podzielić na: pompy odśrodkowe, pompy helikoidalne i pompy diagonalne, pompy śmigłowe, pompy krążeniowe.



Rys. 17. Pompa wirowa odśrodkowa [1]
1 – wirnik, 2 – spiralna osłona

Własności pompy wirowej:

- duża wydajność przy stosunkowo niewielkich i średnich wysokościach podnoszenia,
- dzięki dużej prędkości obrotowej małe rozmiary pomp, a tym samym stosunkowo małe zapotrzebowanie na moc,
- całkowita równomierność ruchu pompy przy ustalonych warunkach pracy,
- bezpośrednie sprzężenie z szybkoobrotowymi silnikami napędowymi z wykluczeniem prędkości zmniejszających prędkość obrotową,
- duża pewność ruchu dzięki zwartej budowie i bardzo małej liczbie ruchomych części zużywających się,

- zdolność samozasysania (pompa krążeńiowa z bocznymi kanałami samozasysającymi), samoczynnego przystosowania się do zmiennych warunków pracy,
- wrażliwość małych pomp wirowych na zanieczyszczenia mechaniczne,
- wrażliwość na zawartość gazów w pompowanej cieczy, co może powodować przerwanie przepływu.

Pompy specjalne:

- pompy strumieniowe służące do odsysania płynów nazywamy eżektorami, a do przetłaczania inżektorami,
- podnośniki powietrzne,
- przetłaczarki.

Przy doborze rodzaju pomp należy brać pod uwagę wymagana wydajność oraz wysokość podnoszenia, jak również właściwości przetłaczanego płynu oraz wymagania technologicznego. Należy się kierować zasadą pewności pracy w ekonomicznych warunkach.

Dokładne wskazówki dotyczące obsługi i konserwacji pomp są zawarte w instrukcjach obsługi pomp, dostarczanych wraz z każdą pompą, oraz w instrukcji obsługi stanowiska pracy w danej instalacji. W czasie pracy pompy należy kontrolować stan oleju smarującego i dopływ wody chłodzącej. Pompy i pompownie muszą być utrzymane w czystości, a wszelkie wycieki muszą być natychmiast likwidowane, ponieważ mogą stanowić zagrożenie pożarowe i toksyczne lub mogą być przyczyną wypadku pracownika.

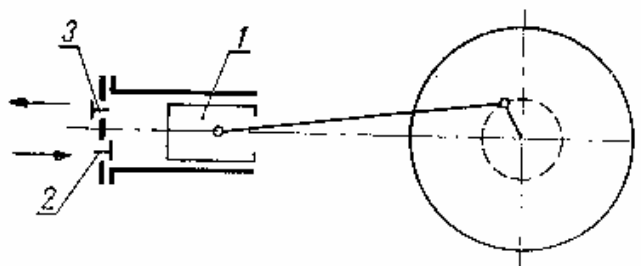
Transport gazów

W wielu procesach produkcyjnych przerabiane są znaczne ilości gazów pod ciśnieniem różnym od atmosferycznego. Również przy przetłaczaniu gazu musimy wytworzyć różnicę ciśnień między przestrzenią, z której gaz jest tłoczony, a przestrzenią, do której jest tłoczony. Sprężanie lub rozrzedzanie gazów osiągamy przez zmianę ich objętości. Maszyny służące do sprężania gazów od ciśnienia ssania do ciśnienia tłoczenia noszą nazwę sprężarek. Maszyny te, biorąc pod uwagę zasadę ich działania dzielimy nas:

- sprężarki wyporowe (tłokowe, rotacyjne),
- sprężarki wirowe.

Osobną grupę stanowią pompy próżniowe, które sprężają gaz od ciśnienia ssania niższego od atmosferycznego do ciśnienia niższego, równego lub nieznacznie wyższego od atmosferycznego.

Sprężarki tłokowe znajdują szerokie zastosowanie do różnych celów w przemyśle i innych działach gospodarki, np. jako maszyny przewoźne i stałe do sprężania powietrza przeznaczonego do zasilania narzędzi pneumatycznych (budownictwo, górnictwo), do sprężania powietrza służącego do rozruchu wysokopiętnych silników spalinowych, do sprężania gazów w przemyśle chemicznym, do zasilania, włączania i wyłączania hamulców pneumatycznych, do ładowania butli gazem technicznym itp. Zaletą sprężarek tłokowych jest zdolność wytwarzania bardzo wysokich ciśnień. Wadami są natomiast: duże wymiary i duża masa, konieczność stosowania zbiorników wyrównawczych (tłoczenie gazu dawkami), zanieczyszczenie gazu olejem używanym do smarowania cylindra.



Rys. 18 Sprężarka tłokowa jednostronnego działania [1]
1 – tłok, 2 – zawór ssawny, 3 – zawór tłoczny

W sprężarce tłokowej jednostopniowego działania tłok wykonuje ruch posuwisto-zwrotny. Gdy tłok porusza się na dół w cylindrze powstaje podciśnienie i pod wpływem różnicy ciśnień między ciśnieniem atmosferycznym i ciśnieniem w cylindrze otwiera się zawór ssący i powietrze napływa do cylindra. Jest to suw ssania. Gdy tłok osiągnie skrajne dolne położenie i rozpoczyna ruch w górę, zawór ssący zamyka się i następuje sprężanie powietrza znajdującego się w cylindrze. W miarę przemieszczania się tłoka ciśnienie w cylindrze wzrasta. Gdy uzyska ono wielkość wyższą od ciśnienia tłoczenia, zawór tłoczny otwiera się i powietrze zostaje wytłoczone przez tłok z cylindra. Trwa to do momentu, aż tłok nie osiągnie skrajnego górnego położenia. Od tej chwili cykl się powtarza. Ze względu na przebieg pracy sprężania, sprężarki tłokowe dzieli się na jednostopniowe i wielostopniowe. Pod względem budowy sprężarki tłokowe dzieli się na:

- jednocyldrowe i wielocyldrowe,
- stojące i leżące,
- o jednostronnym lub dwustronnym działaniu tłoka.

Działanie sprężarek rotacyjnych polega na zasysaniu i sprężaniu gazu dawkami, przy czym ich organ roboczy wykonuje ruch obrotowy, a nie posuwisto-zwrotny. Sprężarki tego typu są stosowane do sprężania gazów, gdy ciśnienie nie przekracza 1 MPa, a są wymagane duże wydajności. Przykładami tego typu sprężarek są sprężarki łopatkowe i sprężarki z wirującymi tłokami.

Zasada działania sprężarek wirowych odśrodkowych. Zasada działania sprężarek odśrodkowych jest taka sama, jak pomp wirowych. Gaz jednak w przeciwieństwie do cieczy, jest łatwo ściśliwy i w czasie jego przepływu przez sprężarkę następuje wzrost jego ciśnienia i temperatury. Sprężarki odśrodkowe są budowane podobnie jak pompy, jako jednostopniowe i wielostopniowe. Sprężarki wirowe odśrodkowe znajdują szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach techniki do sprężania dużych objętości powietrza, np. w lotnictwie – niezbędne do pracy silników tłokowych i odrzutowych, w górnictwie – do wytwarzania ciśnienia służącego do napędu różnych narzędzi pneumatycznych.

Oznakowanie rurociągów, materiałów w tym substancji niebezpiecznych

Substancje niebezpieczne znajdujące się w obrocie muszą być odpowiednio oznakowane. Oznakowanie powinno obejmować ich nazwę, nazwy określonych substancji niebezpiecznych zawartych w preparacie, nazwę i siedzibę osoby (firmy) wprowadzającej substancję do obrotu oraz odpowiednie znaki ostrzegawcze i napisy oraz być sporządzone w języku polskim.

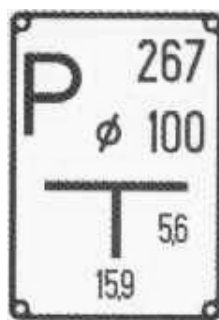
Nadzór nad przestrzeganiem tych przepisów sprawuje Inspekcja Sanitarna, Inspekcja Ochrony Środowiska (w zakresie zagrożeń dla środowiska), Państwowa Inspekcja Pracy (w zakresie nadzoru i kontroli przestrzegania przepisów ustawy przez pracodawców), Inspekcja Handlowa (w zakresie substancji niebezpiecznych w sprzedaży hurtowej

i detalicznej) oraz Państwowa Straż Pożarna (w zakresie właściwego oznakowania miejsc składowania preparatów łatwo palnych). Nieuniknioną konsekwencją stosowania substancji niebezpiecznych jest konieczność ich przemieszczania. Zagadnienia bezpiecznego transportu drogowego towarów/materiałów niebezpiecznych reguluje w Europie Umowa Europejska dotycząca przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR). W ramach unifikacji prawa polskiego z systemem UE przepisy dotyczące bezpieczeństwa transportu drogowego włączone zostały do ustawy o przewozie drogowym towarów niebezpiecznych.

Przepisy dotyczące oznakowania rurociągów, opakowania i oznakowania materiałów w tym niebezpiecznych, bhp w magazynach chemikaliów określają następujące przepisy:

- *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 14 marca 2003 r. w sprawie sposobu oznakowania miejsc, rurociągów oraz pojemników i zbiorników służących do przechowywania lub zawierających substancje niebezpieczne lub preparaty niebezpieczne* (Dz. U. 2003 nr 61 poz. 552),
- *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 września 2003 r. w sprawie oznakowania opakowań substancji niebezpiecznych i preparatów niebezpiecznych* (Dz. U. 2003 nr 173 poz. 1679) z późniejszymi zmianami.

Przykładowe oznakowania na rurociągach:



Rys. 19. Tabliczka orientacyjna punktu pomiarowego na rurociągu (napisy niebieskie) [8]



Rys. 20. Oznakowanie rurociągu (kolor tabliczki zielony, napis czarny) [8]



Rys. 21. Oznakowanie rurociągu (kolor tabliczki pomarańczowy/czerwony, napisy czarne) [8]

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Dlaczego w zakładzie przemysłowym konieczne jest magazynowanie surowców głównych i pomocniczych?
2. Jakie są sposoby magazynowania materiałów stałych?
3. Jaką rolę pełnią zasobniki?
4. Jakie są sposoby magazynowania cieczy?
5. Jakie są sposoby magazynowania gazów?
6. W jakich okolicznościach stosuje się butle stalowe?
7. Jaka jest rola transportu w zakładach przemysłowych?
8. Jakie urządzenia stosujemy do transportu ciał stałych?
9. Jaka jest rola rurociągów w transporcie cieczy i gazów?
10. W jaki sposób są oznakowane rurociągi?
11. Jaką rolę pełnią pompy, a jaką sprężarki w transporcie cieczy i gazów?
12. Jakie znasz oznakowania opakowań zawierających substancje niebezpieczne?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Pobierz gaz z butli pod zwiększonym ciśnieniem z zastosowaniem zaworu redukcyjnego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z materiałem nauczania jednostki modułowej 331[31].Z3.02,
- 2) wyjaśnić, dla jakich butli konieczne jest stosowanie zaworów redukcyjnych,
- 3) wyjaśnić rolę zaworu redukcyjnego,
- 4) zapoznać się z instrukcją obsługi butli stalowej z gazem znajdującym się pod zwiększonym ciśnieniem,
- 5) zaproponować i opisać sposób pobierania gazu,
- 6) zaprezentować wykonanie ćwiczenia,
- 7) stosować przepisy bhp, ochrony ppoż.,
- 8) dokonać oceny poprawności wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania jednostki modułowej 311[31].Z3.02,
- literatura jednostki modułowej 311[31].Z3.02,
- instrukcja obsługi butli gazowej,
- butla gazowa z zaworem redukcyjnym.

Ćwiczenie 2

Obsługa pompy wirowej (np. wielostopniowej serii EVM).

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) scharakteryzować pompy wirowe: zasadę działania, zastosowanie,
- 2) zapoznać się z instrukcją obsługi dołączonej do pompy wirowej (np. www.ebara.com.pl),
- 3) opisać ogólne zasady bhp podczas jej stosowania,

- 4) podać sposób instalacji pompy,
- 5) opisać sposób przygotowania do pracy przy połączeniu trójfazowym,
- 6) wyjaśnić sposób konserwacji i naprawy pompy,
- 7) zaprezentować wykonany opis ćwiczenia,
- 8) zamontować pompę,
- 9) uruchomić pompę,
- 10) zdemontować pompę,
- 11) dokonać oceny poprawności wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania jednostki modułowej 311[31].Z3.02,
- instrukcja obsługi pompy wirowej,
- pompa wirowa.

Ćwiczenie 3

Oznacz opakowanie zawierające kwas siarkowy(VI) 96% w zakładowym laboratorium analizy technicznej. Jest to odczynnik stosowany w wielu analizach min. do oznaczania utlenialności wody.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z kartą charakterystyki substancji niebezpiecznej i preparatu niebezpiecznego kwas siarkowy(VI) 96%,
- 2) zaproponować sposób oznakowania opakowania zawierającego kwas siarkowy(VI) 96%,
- 3) wyjaśnić znaczenie poszczególnych oznaczeń,
- 4) zaproponować sposób magazynowania kwasu siarkowego(VI) 96%,
- 5) zaprezentować wykonanie ćwiczenia,
- 6) dokonać oceny poprawności wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania jednostki modułowej 311[31].Z3.02,
- karta charakterystyki substancji niebezpiecznej i preparatu niebezpiecznego kwas siarkowy(VI) 96%.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1) określać urządzenia do magazynowania? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) określać urządzenia do transportu materiałów? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) posługiwać się instrukcjami obsługi urządzeń? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) posłużyć się kartami charakterystyki substancji niebezpiecznej i preparatu niebezpiecznego w celu ustalenia: | | |
| – sposobu magazynowania, | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| – sposobu oznakowania opakowań, | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| – sposobu transportu? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.4. Pobieranie próbek i kontrola techniczna

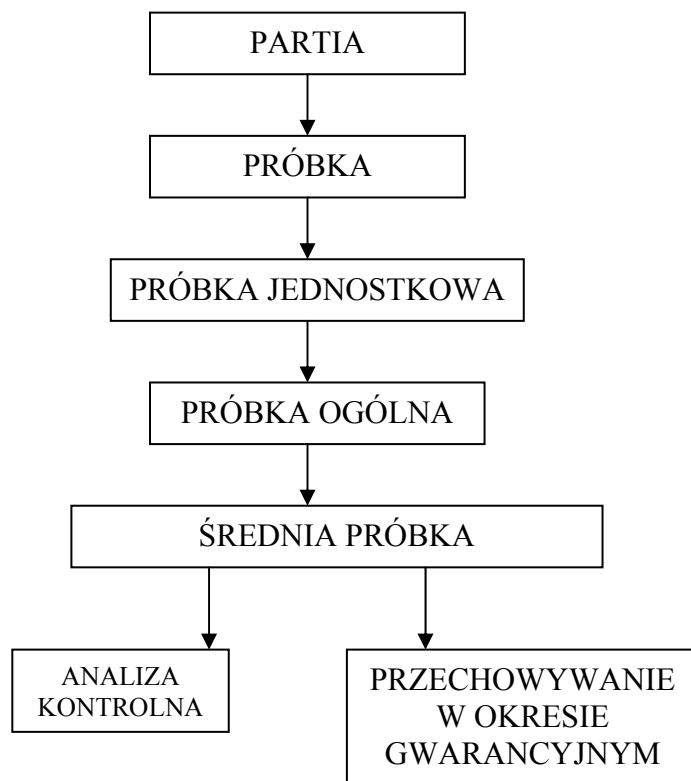
4.4.1. Materiał nauczania

Pobieranie próbek materiałów do kontroli

Pobieranie próbek ma na celu uzyskanie niewielkiej ilości substancji, która reprezentuje wszystkie właściwości badanej partii materiału. Prawidłowe pobieranie próbki analizowanej substancji ma zasadniczy wpływ na dokładność wyników analizy.

Partia materiału jest to ilość substancji tego samego rodzaju, w jednakowych opakowaniach lub nieopakowanego, dostarczona jednorazowo przez producenta. Wielkość partii określają normy. **Próbki pierwotne** pobiera się z partii materiału, z których tworzy się **próbkę ogólną**, np. z badanej partii materiału losuje się opakowania do pobierania próbek pierwotnych, z każdego opakowania pobiera się próbkę, wszystkie próbki miesza w jedną próbkę ogólną. Jeżeli opakowanie jest zbyt duże, aby jedna próbka pierwotna reprezentowała właściwości całej zawartości, pobiera się z niej kilka próbek pierwotnych, które łączy się w **próbkę jednostkową**. Z wszystkich próbek jednostkowych tworzy się próbkę ogólną. Gdy produkt nie jest opakowany, należy pobrać próbki pierwotne bezpośrednio z partii produktu.

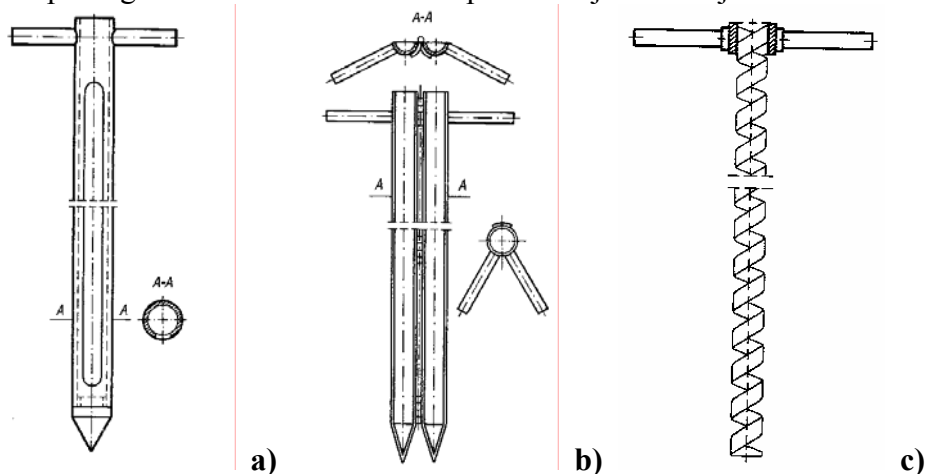
Średnią próbkę laboratoryjną przygotowuje się z próbki ogólnej, po jej dobrym wymieszaniu i ewentualnym rozdrobnieniu i odrzuceniu części substancji. Średnią próbkę laboratoryjną dzieli się na dwie części: jedną poddaje się analizie kontrolnej, a drugą przechowuje w okresie gwarancyjnym. Masa średniej próbki laboratoryjnej musi zapewniać sześciokrotne wykonania analiz wszystkich oznaczanych składników, a jej wielkość jak i wielkość próbki pierwotnej określają normy.



Rys. 22. Przygotowanie średniej próbki laboratoryjnej [opracowanie własne]

Próbki substancji stałych

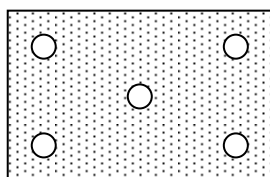
Do pobierania próbek substancji stałych stosuje się różnego rodzaju zagłębniki z materiału odpornego na działanie chemiczne pobieranej substancji.



Rys. 23. Zagłębniki do pobierania próbek [3]

a) zagłębnik do substancji sypkich, b) zagłębnik do substancji mazystych, c) próbnik do substancji ciastowatych

Przed pobraniem próbki należy wizualnie sprawdzić wygląd badanej substancji. Próbki substancji stałych najlepiej pobierać bezpośrednio z urządzeń transportujących lub przesypujących substancję w sposób ciągły lub okresowy. Pobieranie próbek z hałd lub wagonów odbywa się z miejsc wyznaczonych najczęściej według schematu tzw. „koperty”.



Rys. 24. Schemat „pojedynczej koperty” pobierania próbek substancji stałych z hałd lub wagonów [opracowanie własne]

Ważne jest, aby substancja stanowiąca próbkę zebrana była z całej grubości warstwy badanego materiału.

Uzyskana próbka pierwotna służy do przygotowania średniej próbki laboratoryjnej.

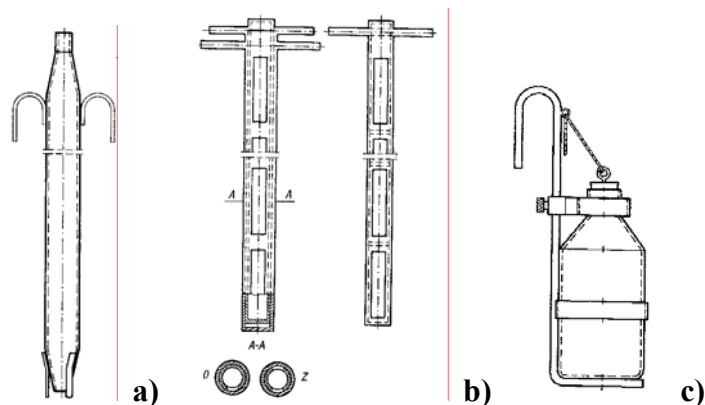
Próbki substancji ciekłych

Sposób pobierania próbek cieczy jest uzależniony od wielu czynników:

- właściwości fizycznych substancji,
- właściwości chemicznych substancji,
- rodzaju opakowania,
- miejsca pobierania próbki
- i innych.

Sposób pobierania próbek opisany jest w normach.

Próbki cieczy płynącej w rurociągach pobiera się najłatwiej. Po otwarciu specjalnego zaworu spuszcza się pewną ilość cieczy (zgodnie z normą), a potem podstawia naczynie (butelkę) w celu pobrania próbki. Z beczek, cystern i zbiorników pobiera się próbki specjalnymi rurami zagłębnikowymi.



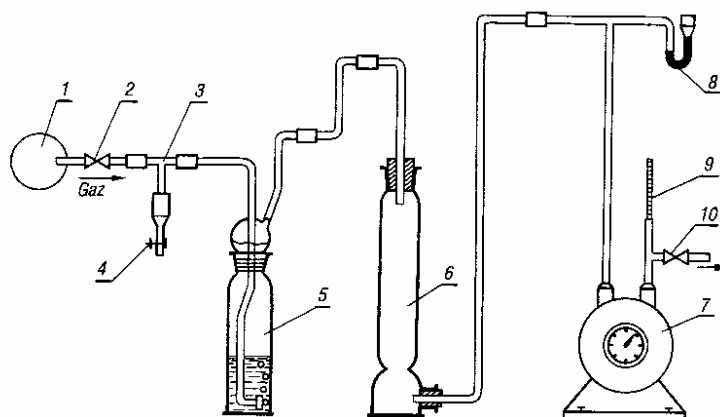
Rys. 25. Próbniki do pobierania substancji ciekłych [3]
a) pipeta, b) rura zagłębnikowa (0 – otwarta, Z – zamknięta), c) butelka

W przypadku większych zbiorników pobiera się próbki z różnych głębokości, miejsca pobrania powinny być rozrzucone w szachownicę, a jeżeli ciecz składa się z faz niemieszających się próbki pobiera się z każdej z warstw lub z warstwy głównego produktu. Próbkę przelewa się do butelek. Butelki nie powinny być napełnione całkowicie, aby było możliwe wymieszanie zawartości.

Próbki substancji gazowych

W przypadku substancji gazowych, ze względu na ich specyficzny charakter (są to mieszaniny jednorodne), nie ma potrzeby pobierania próbek pierwotnych, i mieszania ich w próbkę ogólną. Próbkę pobiera się przeważnie z rurociągów w sposób ciągły (próbka średnia) lub wrywkowy (próbka jednorazowa).

Jeżeli z głównego strumienia gazu zostanie wydzielony strumień pomocniczy, kierowany bezpośrednio do badań, przy jednoczesnym pomiarze jego objętości to taki sposób pobierania próbek nazywamy bezpośrednim. W przypadku, gdy gaz płynie pod zwiększonym ciśnieniem, należy w przewodzie umieścić reduktor lub zawór iglicowy, jeżeli gaz znajduje się pod zmniejszonym ciśnieniem, należy stosować urządzenie ssące. Zasadniczym warunkiem zastosowania bezpośredniego pobierania próbek gazów do analizy jest stała prędkość przepływu gazu.



Rys. 26. Zestaw do bezpośredniego pobierania próbek gazowych [3]
1 – rurociąg (źródło gazu), 2 – kurek probierczy, trójnik, 4 – zaciskacz śrubowy, 5 – płuczka, 6 – kolumna osuszająca, 7 – gazomierz laboratoryjny, 8 – ciśnieniomierz, 9 – termometr, 10 – kran łączący zestaw z analizatorem

W sposobie pośrednim próbka pobierana jest do aspiratora lub pipety gazowej, z których następnie pobiera się gaz do analizy.

Kontrola techniczna

Analiza techniczna (przemysłowa), wykorzystuje wszystkie znane metody analityczne, a rodzaj wykonanych oznaczeń i ich dokładność wynikają z zapotrzebowania użytkowników. Przy wyborze metody decydującą rolę odgrywa niekiedy czas jej wykonania (stosuje się tu przeważnie metody instrumentalne i oznaczenia seryjne). Metody te powinny być jednakowe zarówno dla laboratorium producenta, jak i odbiorcy, aby móc porównać wyniki badań. Dlatego metody te ujęto w tzw. normach. Ustalają one szczegółowo przepis wykonania oznaczenia określonego składnika w danym materiale.

Kontrola techniczna paliw

Paliwami nazywamy materiały, które podczas spalania wydzielają duże ilości ciepła wykorzystywanego do celów opałowych. Paliwa ze względu na stan skupienia i na sposób otrzymywania różnią się znacznie między sobą. Dlatego też metody stosowane do kontroli technicznej tej grupy materiałów są zróżnicowane.

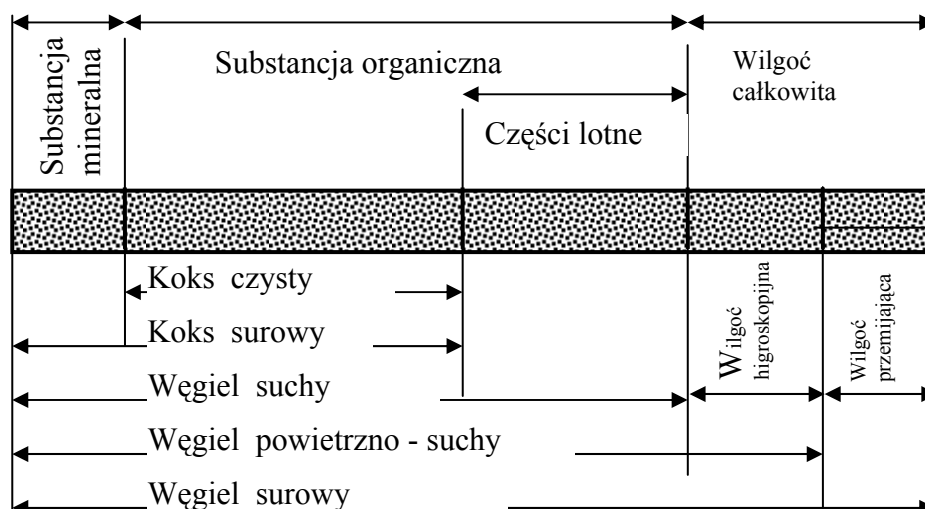
Paliwa gazowe różnią się między sobą znacznie składem chemicznym, co wpływa na ich właściwości i zastosowanie. Dlatego podstawowym zadaniem kontroli technicznej paliw gazowych jest określenie jego składu. W analizie paliw gazowych stosuje się najczęściej następujące metody:

- specyficzną absorpcję poszczególnych składników mieszaniny i pomiar objętości pozostałego gazu,
- specyficzną absorpcję składnika mieszaniny w roztworze odpowiedniego odczynnika i oznaczenie zmian właściwości fizycznych lub fizykochemicznych roztworu,
- wykorzystanie specyficznych dla danego składnika właściwości fizycznych,
- chromatografię gazową.

Kontrola techniczna paliw stałych

Największe znaczenie wśród paliw stałych ma węgiel. Analiza techniczna węgla zajmuje się ustaleniem ilościowego udziału w węglu trzech zasadniczych grup związków chemicznych:

- substancji organicznych,
- substancji mineralnych,
- wody.



Rys. 27. Schemat analizy ilościowego udziału składników w węglu [opracowanie własne]

oraz oznaczenia między innymi takich wielkości technologicznych węgla, jak:

- ciepło spalania i wartość opałowa,
- zdolność spiekania,
- ciśnienie rozprężania,
- wydajność prasmoły,
- parametry plastometryczne.

Kontrola techniczna paliw ciekłych

Paliwa ciekłe otrzymane z ropy naftowej charakteryzują się dużym ciepłem spalania, brakiem popiołu po spalaniu, łatwością produkcji i transportu. Te zalety i inne spowodowały ich szerokie zastosowanie. Kontrola techniczna właściwości paliw płynnych jest ściśle powiązana z zastosowaniem poszczególnej grupy paliw płynnych, ponieważ zależnie od przeznaczenia różne parametry decydują o jakości wyrobu. Oznaczanie wskaźników jakości wykonuje się według norm. W paliwach przeznaczonych do napędu silników różnego typu oznacza się między innymi liczbę oktanową, wartości charakterystyczne dla destylacji, prężność par paliwa, zawartości siarki, ołowiu, gęstości i inne.

Dla paliw płynnych kotłowych, tj. mazutu, oleju opałowego, nafty itp., oznacza się między innymi.: wartość opałową, lepkość, temperaturę zapłonu, temperaturę krzepnięcia. Ponieważ paliwa kotłowe otrzymuje się z różnych surowców, są: pozostałościami przeróbki mało wartościowych gatunków ropy, pozostałościami z krakingu, mogą pochodzić z przeróbki węgla i innych źródeł, wartości poszczególnych parametrów określających właściwości są zróżnicowane.

Kontrola techniczna środków smarowych

Tarcie może być zjawiskiem pozytywnym, np. w sprzęgle, hamulcu, najczęściej jest jednak zjawiskiem negatywnym, gdyż wywołuje straty energii, zużycie powierzchni itp. Jednym ze sposobów zmniejszania tarcia we wszystkich ruchomych węzłach mechanizmów maszyn jest smarowanie powierzchni trących. Do tego celu stosuje się smary o różnej konsystencji. Smary o konsystencji ciekłej nazywamy olejami, a o konsystencji mazistej smarami plastycznymi.

Analiza techniczna olejów obejmuje kilka etapów:

- podstawowe badania laboratoryjne: sprawdzenie właściwości fizykochemicznych (m.in. lepkość, wskaźnik lepkości, temperatury zapłonu i krzepnięcia, zawartości wody, liczby kwasowej), oznaczanie składu frakcyjnego, orientacyjne określenie użytkowych właściwości olejów (sprawdzenie zawartości dodatków),
- badanie wartości użytkowej olejów na stanowisku dynamometrycznym (np. badanie skłonności oleju do utleniania i wywoływania korozji, właściwości smarne, skłonność do tworzenia szlamu),
- badanie właściwości użytkowych olejów w silnikach pełnowymiarowych w specjalnych laboratoriach,
- próby drogowe przeprowadzane w pojazdach w warunkach normalnej eksploatacji.

Smary plastyczne są to środki smarowe od konsystencji ciekłej do stałej, dzięki swojej budowie wykazują równocześnie właściwości substancji stałych i cieczy. Znajdują zastosowanie jako smary ogólnego przeznaczenia, do łożysk tocznych, do przekładni zębatych, dla przemysłu, o specjalnym przeznaczeniu i inne.

Najważniejszymi cechami smarów plastycznych charakteryzującymi ich właściwości użytkowe, a jednocześnie podlegającymi kontroli technicznej są:

- jednorodność,
- trwałość koloidalna (smary starzeją się, pogarszają się właściwości mechaniczne),
- temperatura kroplenia,

- odporność termiczna,
- trwałość chemiczna,
- penetracja charakteryzująca konsystencję smarów (jest to wskaźnik zastępujący lepkość, ponieważ oznaczenie lepkości jest bardzo utrudnione),
- właściwości korozyjne i inne ujęte w normach.

Kontrola techniczna wody technologicznej, na potrzeby chłodnicze, do celów kotłowych

W celu ustalenia właściwości fizycznych i składu chemicznego nowych źródeł wody przeprowadza się pełne badanie. Takie samo badanie przeprowadza się co najmniej raz w roku w celu kontroli wód eksploatowanych w przemyśle, a także kontroli wód powierzchniowych (badanie w nich obecności substancji przedostających się ze ściekami oraz z wodami opadowymi). Oprócz analizy pełnej okresowo wykonuje się kontrolę wód w zakresie skróconym, a niekiedy przeprowadza się badania rozszerzone w celu orientacyjnej charakterystyki nowych źródeł wody lub na życzenie użytkowników.

Tabela 4. Zakres badań wody [3]

Wskaźnik badany	Rodzaj badania		
temperatura, zmętnienie, barwa, zapach, odczyn, twardość ogólna, twardość niewęglanowa, zasadowość, żelazo ogólne, mangan, chlorki, amoniak, azotany (III) i (V), siarkowodór, utlenialność	skrócone	rozszerzone	pełne
sucha pozostałość, pozostałość po prażeniu, straty po prażeniu, siarczany(VI), azot albuminowy			
fluor, sód, potas, cynk, miedź, glin, ołów, arsen, chrom(VI), kadm, cyjanki, fosforany, tlenek węgla wolny i agresywny, rozpuszczony tlen, biologiczne zapotrzebowanie tlenu, fenol, substancje powierzchniowo czynne, substancje z wyciągu chloroformowego, węglowodory aromatyczne, krzemionka, poziom radioaktywności			

Czasami wykonuje się tzw. badania specjalne, szczególnie dla wód uzdatnianych, które mogą zawierać różne składniki przedostające się do wody w trakcie cyklu produkcyjnego.

W czasie normalnych eksploatacji w zakładzie przemysłowym obiegów wodno-parowych wykonuje się w laboratorium ruchomym okresowe analizy jakości wody. Próbkę pobiera się z różnych punktów obiegu. Analizy próbek wody obejmują oznaczenia:

- przewodności elektrycznej (mówi o zawartości soli),
- zasadowości,
- twardości ogólnej (sygnalizuje pogorszenie się jakości wody zmiękczonej lub kondensatu technologicznego),
- zawartości tlenu (świadczy o prawidłowości pracy odgazowycza termicznego),
- i inne, które przeprowadza się z mniejszą częstotliwością. [6]

Naczynia, sposób pobierania próbek ich utrwalania, przechowywania oraz przeprowadzanie oznaczeń określają normy.

Kontrola ścieków

Ścieki przemysłowe powstające w trakcie procesów technologicznych w zakładach przemysłowych są bardzo zróżnicowane. Najbardziej szkodliwe są ścieki z koksowni, garbarni, zakładów petrochemicznych itp.

Kontrola ścieków ma na celu określenie składników mających wpływ na:

- jakość wody zbiornika do którego są odprowadzane ścieki,
- wartość nawozową ścieków, przy rolniczym ich wykorzystaniu,
- sieć kanalizacyjną, do której odprowadza się ścieki,
- i inne.

Zakres badań w każdym przypadku jest inny i określają go normy.

Próbkę ścieków pobiera się z kanału doprowadzającego ścieki do oczyszczalni oraz z kanału odprowadzającego ścieki oczyszczone do zbiornika wodnego lub kanalizacji miejskiej. Naczynia i sposób pobierania próbek są podobne jak dla próbek wody. Skład ścieków ulega szybkim zmianom (substancje ulegają ciągłym przemianom chemicznym i biologicznym), dlatego wykonanie niektórych oznaczeń należy wykonać jak najszybciej lub próbkę ścieków utrwalić.

Kontrola techniczna powietrza

Zakłady przemysłowe, szczególnie rafinerie ropy, zakłady metalurgiczne, cementownie, zakłady produkcji nawozów sztucznych i inne zakłady chemiczne emitują do atmosfery różne substancje o dużej szkodliwości. Należą do nich: tlenek siarki(IV), tlenki węgla, siarkowodór, tlenki azotu, chlor, amoniak, dymy, pyły, środki ochrony roślin i inne. Jeżeli z instalacji produkcyjnych przemysłu chemicznego wypuszcza się do atmosfery gazy odlotowe w należyтым stopniu oczyszczone, to instalacje te nazywamy przyjaznymi dla środowiska.

W celu ustalenia stanu powietrza konieczne jest przeprowadzanie kontroli technicznych powietrza. Próbki powietrza pobiera się z przewodów odlotowych instalacji przemysłowych przed ich emisją do atmosfery i próbki powietrza atmosferycznego, by stwierdzić, czy emisja nie spowodowała przekroczenia dopuszczalnych stężeń.

Próbki mogą być pobierane: jednorazowo, są próbki średniodobowe albo cykliczne. W zakładach pracy umieszczone są często analizatory pracujące w sposób ciągły do oznaczania stężeń substancji toksycznych w powietrzu. Sygnalizują one natychmiast każdy niedopuszczalny wzrost stężenia i są one połączone z dyspozytornią zakładu. Wprowadzenie takiego systemu nie dopuszcza do wzmożonej emisji zanieczyszczeń.

Do wskaźników najważniejszych i najczęściej oznaczanych należą:

- dopuszczalne stężenie toksycznych substancji chemicznych w powietrzu atmosferycznym (dla sąsiadujących z zakładem produkcyjnym regionie zamieszkałym) mierzony w $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ powietrza,
- współczynnik toksyczności (T), który informuje nas, ile razy dane zanieczyszczenie jest bardziej szkodliwe niż tlenek siarki(IV).

$$T = \frac{D_{\text{SO}_2}}{D_{\text{sub.}}}$$

gdzie: D_{SO_2} – dopuszczalne stężenie SO_2 ,

$D_{\text{sub.}}$ – dopuszczalne stężenie substancji. [6]

Stężenia dopuszczalne określają maksymalny dopuszczalny stopień zanieczyszczenia atmosfery przez substancje toksyczne i pyły.

Zanieczyszczenia powietrza wyrażane są przeważnie w ppm. Są to bardzo małe stężenia. Analiza powietrza jest więc analizą śladową. Dlatego niezwykle ważny jest dobór aparatury, metody badań oraz sama technika pracy, co dokładnie określają normy.

Monitoring stanu środowiska

Monitoring, czyli system informacyjno-decyzyjny służy do określania jakości i ilości zanieczyszczeń, a także ich migracji i stopnia kumulacji w środowisku. Jego działanie polega na stałym (bez przerwy) uzyskiwaniu, przekazywaniu i przetwarzaniu informacji o skażeniu. Do zbierania informacji, czyli wykonywania analiz poszczególnych elementów środowiska wykorzystywane są analizatory automatyczne połączone z centrum decyzyjnym, co umożliwia podjęcie natychmiastowych działań w przypadku stwierdzenia skażenia. Monitoring na terenie zakładu został krótko scharakteryzowany powyżej przy opisie kontroli technicznej powietrza.

Zakres monitoringu elementów środowiska poza terenem zakładu w jego najbliższej okolicy jest uzależniony od rodzaju produkcji i przewidywanych skażeń wywołanych przez działalność produkcyjną. Na przykład w okolicach zakładów przeróbki ropy naftowej, a także urządzeń do przesyłu i magazynowania ropy naftowej i jej pochodnych, prowadzi się ciągle badania jakości wód podziemnych i gruntów. Najczęściej monitoring stanu środowiska gruntowo-wodnego prowadzi się metodą punktową, za pomocą otworów wiertniczych. Metoda ta polega na wierceniu otworów, z których pobiera się próbki gruntu i wody podziemnej, które następnie poddaje analizie fizykochemicznej w laboratorium. Uzyskanie w ten sposób informacji służy do określenia stopnia i zasięgu skażenia. Inną metodą służącą do określenia stanu skażenia gleby jest metoda atmogeochemiczna polega na pomiarze par związków organicznych występujących w powietrzu glebowym na pomocą czułego aparatu tzw. fotojonizatora rentgenowskiego.

Automatyzacja monitoringu

Najlepszą metodą monitoringu zanieczyszczeń jest monitoring automatyczny. Automatyzacja monitoringu stwarza możliwość zdalnego sterowania (przewodowego lub bezprzewodowego) zainstalowanych urządzeń i sprzętu. W zależności od potrzeb dotyczyć może części lub wszystkich kontrolowanych parametrów. W skład sieci automatycznego monitoringu wchodzi takie komponenty, jak:

- czujniki (detektory, analizatory),
- rejestratory cyfrowe,
- system połączeń przewodowych lub modemów radiowych z centralną stacją zbierania danych,
- urządzenia zdalnego sterowania

Analizatory automatyczne wykorzystują w swym działaniu metody instrumentalnej analizy chemicznej. Czujniki do pomiaru stężenia gazów i pyłów działają na zasadzie pomiaru rozproszenia, transmisji światła, przewodnictwa cieplnego, analizy widmowej, sygnału ultradźwiękowego. Rejestratory służą do automatycznej rejestracji, przetwarzania i przechowywania danych pochodzących z czujników. Posiadają także możliwość przesyłania danych do stacji centralnej a także mogą sterować urządzeniami zewnętrznymi.

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co to jest analiza techniczna?
2. Jaka rolę pełnią normy, przepisy i karty charakterystyk substancji niebezpiecznej i preparatu niebezpiecznego w analizie technicznej?
3. Jakie znasz sposoby pobierania próbek materiałów?
4. Jak przygotowuje się próbkę laboratoryjną?
5. Od czego zależy sposób analizy paliwa?
6. Jakie funkcje może pełnić woda w zakładzie przemysłowym?
7. Od czego uzależniony jest sposób analizy wody w zakładzie przemysłowym?
8. Dlaczego konieczna jest kontrola techniczna ścieków w zakładzie przemysłowym?
9. W jaki sposób pobiera się próbkę wody do analizy, a w jaki sposób próbkę ścieków?
10. Na czym polega kontrola techniczna powietrza?
11. W jaki sposób pobiera się próbkę powietrza do analizy?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Oznacz lepkość dynamiczną oleju opałowego za pomocą lepkościomierza Höplera.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z instrukcją – oznaczanie lepkości dynamicznej za pomocą lepkościomierza Höplera [3],
- 2) zapoznać się z instrukcją obsługi lepkościomierza Höplera,
- 3) wykonać oznaczenie lepkości dynamicznej próbki oleju opałowego,
- 4) obliczyć lepkość,
- 5) opisać sposób wykonania oznaczenia w sprawozdaniu,
- 6) zaprezentować wynik,
- 7) dokonać oceny poprawności wykonanego ćwiczenia – porównać otrzymany wynik lepkości z danymi z „Poradnika fizykochemicznego”.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania jednostki modułowej 311[31].Z3.02,
- literatura do jednostki modułowej 311[31].Z3.02,
- poradnik fizykochemiczny,
- instrukcja do ćwiczenia,
- instrukcja obsługi lepkościomierza Höplera,
- tablice fizykochemiczne,
- aparatura, przyrządy i sprzęt: lepkościomierz Höplera, zestaw kulek o podanych parametrach, komplet termometrów o zakresie od $-60 \div +150^{\circ}\text{C}$, pinceta, pędzelek, sekundomierz, filtr szklany G2,
- odczynniki:
 - benzyna lub eter naftowy,
 - eter dietylowy lub aceton,
 - Na_2CO_3 (roztwór 10% m/m),
- próbka oleju opałowego do badania,
- kalkulator.

Ćwiczenie 2

Oznacz pH wody technologicznej zgodnie z normą PN-90/C-04540.01.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z normą PN-90/C-04540.01 – Woda i ścieki. Badania pH, kwasowości i zasadowości. Oznaczanie PH wód i ścieków o przewodności elektrolitycznej właściwej $10 \text{ fis}/\text{cm}^3$ i powyżej metodą elektrometryczną,
- 2) pobrać próbkę wody technologicznej do analizy,
- 3) zapoznać się z instrukcją obsługi pH-metru,
- 4) wykonać oznaczenie,
- 5) podać wyniki z odpowiednią dokładnością,
- 6) opisać sposób wykonania ćwiczenia,
- 7) podać wnioski.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- norma PN-90/C-04540.01 – Woda i ścieki. Badania pH, kwasowości i zasadowości. Oznaczanie PH wód i ścieków o przewodności elektrolitycznej właściwej 10 fis/cm^3 i powyżej metodą elektrometryczną, pH-metr (potencjometr) z elektrodą szklaną pomiarową i elektroda kalomelową odniesienia,
- instrukcja obsługi pH-metru,
- wzorcowe roztwory do kalibrowania aparatury.

Ćwiczenie 3

Oznacz barwę ścieków przemysłowych według skali platynowo-kobaltowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z instrukcją oznaczania barwy ścieków za pomocą skali platynowo-kobaltowej,
- 2) przygotować podstawowy roztwór wzorcowy,
- 3) przygotować skalę wzorców,
- 4) wykonać oznaczenie,
- 5) obliczyć wyniki,
- 6) opisać sposób wykonania oznaczenia w sprawozdaniu,
- 7) sformułować wnioski.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- instrukcja oznaczania barwy ścieków za pomocą skali platynowo-kobaltowej,
- przyrządy i sprzęt: cylindry Nesslera z korkami lub przykrywkami szklanymi – 14 szt., statyw do cylindrów Nesslera, kolba miarowa – 1 dm^3 , kolba stożkowa – 250 cm^3 , lejek, pipeta wielomiarowa, waga analityczna, sączki bibułowe,
- odczynniki:
 - chloroplatynian(IV) potasu,
 - chlorek kobaltu ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$),
 - kwas solny 36%,
- próbka ścieków przemysłowych,
- kalkulator.

Instrukcja wykonania ćwiczenia

I etap – przygotowanie podstawowego roztworu wzorcowego

Rozpuścić 1,246 g chloroplatynianu(IV) potasu i 1,01 g przekryształowanego chlorku kobaltu(II) w niewielkiej ilości wody destylowanej z dodatkiem 100 cm^3 stężonego kwasu solnego w kolbie miarowej o pojemności 1 dm^3 i dopełnić wodą destylowaną do kreski. Barwa tak przygotowanego roztworu wzorcowego wynosi $500 \text{ mg Pt} \cdot \text{dm}^{-3}$. 1 cm^3 odpowiada $0,5 \text{ mg Pt}$. Roztwór przechowywać w ciemnym miejscu.

II etap – przygotowanie skali wzorców

Odmierzyć do trzynastu cylindrów Nesslera następujące ilości roztworu wzorcowego: 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 10,0; 12,0; 14,0; i $16,0 \text{ cm}^3$, dopełnić do kreski wodą destylowaną i wymieszać. Barwy otrzymanych wzorców odpowiadają kolejno: 0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0; 30,0; 35,0; 40,0; 50,0; 60,0; 70,0; 80,0 $\text{mg Pt} \cdot \text{dm}^{-3}$ jednostek barwy. Cylindry z roztworami wzorcowymi należy przykryć specjalnymi przykrywkami szklanymi lub zamknąć korkami.

III etap – wykonanie oznaczenia

Do cylindra Nesslera odmierzyć 100 cm³ ścieków (uprzednio przesączonych przez sącdek bibułowy do kolby stożkowej), a następnie oznaczyć barwę przez porównanie ze skalą wzorców. W tym celu umieścić cylinder z badaną próbką w środkowym otworze statywu, a do bocznych wstawić wzorce skali bez przykrywek, najbardziej odpowiadające barwie badanej próbki. Określić barwę trzymając nad białym tłem, patrząc z góry przez słup cieczy.

IV etap – obliczanie barwy ścieków

$$x = \frac{a \cdot 100}{V}$$

gdzie :

x – barwa ścieków [mg Pt · dm⁻³],

a – barwa odczytana ze skali wzorców [mg Pt · dm⁻³],

V – objętość ścieków użyta do badania [cm³].

Ćwiczenie 4

Oznacz zawartość SO₂ w próbce powietrza metodą spektrofotometryczną.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z instrukcją – oznaczanie zawartości SO₂ metodą spektrofotometryczną w powietrzu [3],
- 2) pobrać próbkę powietrza za pomocą zestawu zgodnie z instrukcją, [3]
- 3) zapoznać się z instrukcją obsługi spektrofotometru,
- 4) przygotować skalę wzorców,
- 5) wykreślić krzywą wzorcową,
- 6) wykonać oznaczenie,
- 7) obliczyć zawartość SO₂,
- 8) dokonać oceny czystości powietrza na podstawie zawartości SO₂ porównując wynik z normami zawartymi w: Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów niektórych substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji dla dopuszczalnych poziomów niektórych substancji,
- 9) sporządzić sprawozdanie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania jednostki modułowej 311[31].Z3.02,
- literatura jednostki modułowej 311[31].Z3.02,
- *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów niektórych substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji dla dopuszczalnych poziomów niektórych substancji* (Dz. U. 2002 nr 87 poz. 796),
- instrukcja do ćwiczenia,
- instrukcja obsługi spektrofotometru,
- aparatura, przyrządy i sprzęt: spektrofotometr w zakresie 560 – 580 nm, kuwety o grubości absorbującej 5; 10 i 20mm, zestaw do pobierania próbek powietrza,
- odczynniki – przygotowanie odczynników zgodnie z instrukcją [3]

- roztwór wzorcowy podstawowy SO₂,
 - roztwór wzorcowy roboczy SO₂,
 - roztwór pochłaniający tetrachlorortęcianu(II) sodu,
 - kwas aminosulfonowy – Cp = 1,2% (m/V),
 - roztwór podstawowy chlorowodoru p-rozaniliny,
 - roztwór roboczy chlorowodoru p-rozaniliny,
 - EDTA cz.d.a.,
 - wypełnienie pochłaniacza siarczków,
 - żel krzemionkowy,
- kalkulator,
 - kartka A4,
 - papier milimetrowy,
 - przybory do pisania.

4.4.4. Sprawdzenie postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) posłużyć się normami, przepisami, kartami charakterystyk celem rozpoznania substancji i procesów stanowiących zagrożenie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) posłużyć się normami, przepisami, instrukcjami oraz kartami charakterystyk celem rozpoznania substancji niebezpiecznych w działaniach zapobiegających skażeniu środowiska?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) pobierać do analizy próbki wód przemysłowych, ścieków, powietrza?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wykonać analizy wody, ścieków, powietrza?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) posłużyć się instrukcjami dotyczącymi emisji gazów, par i pyłów oraz gospodarki ściekami?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wykonać analizę paliw i smarów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) rozpoznać na schematach punkty pobierania próbek do analiz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) zastosować zasady bhp, ochrony ppoż. oraz ochrony środowiska obowiązujące podczas wykonywania analiz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

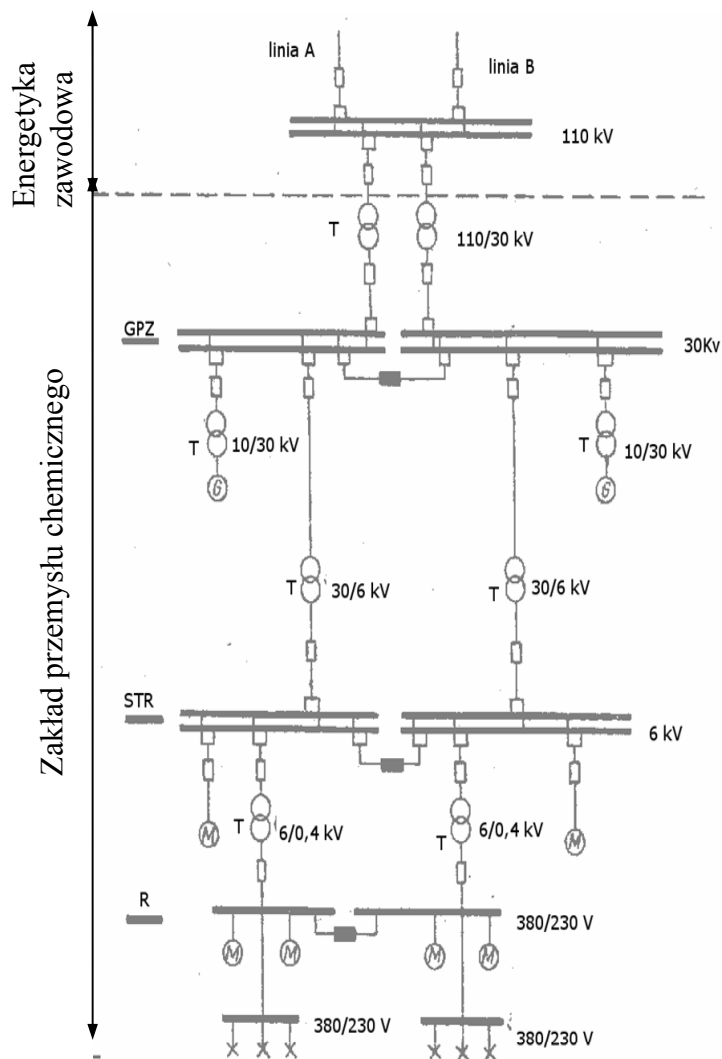
INSTRUKCJA DLA UCZNI

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań wielokrotnego wyboru o różnym stopniu trudności. W każdym zadaniu tylko jedna odpowiedź jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi, stawiając w odpowiedniej rubryce znak X. W przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową.
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci czas wolny.
8. W czasie pracy możesz korzystać z kalkulatora do wykonywania niezbędnych obliczeń.
9. Na rozwiązanie testu masz 45 minut.

Powodzenia

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Do automatycznej kontroli i regulacji procesów wykorzystuje się w przemyśle chemicznym następujące rodzaje energii
 - a) świetlną i jądrową.
 - b) jądrową i cieplną.
 - c) świetlną i cieplną.
 - d) cieplną i elektryczną.
2. Na wyprodukowanie 7000 kg superfosfatu prostego (nawóz mineralny) zużywane jest ok. 280 kWh energii elektrycznej. Współczynnik energochłonności tej produkcji wynosi
 - a) 400 kWh/t.
 - b) 40 kWh/m³.
 - c) 4 kWh/Mg.
 - d) 40 kWh/Mg.
3. Przykładem racjonalnego wykorzystania energii w zakładach przemysłu chemicznego nie jest
 - a) odprowadzanie gorących gazów odlotowych do atmosfery.
 - b) wstępne ogrzewanie surowców kierowanych do aparatów reakcyjnych.
 - c) produkcja pary wodnej w kotłach utylizatorach.
 - d) izolowanie aparatury i rurociągów.
4. Napięcie doprowadzane do stacji transformatorowo-rozdzielczej, w zakładzie chemicznym, zgodnie z przedstawionym schematem, wynosi:
 - a) 30 kV.
 - b) 6 kV.
 - c) 0,4 kV.
 - d) 380 V.



Rys. do zadania 4. Schemat ideowy przykładowego systemu zasilania zakładu przemysłu chemicznego
 GPZ – główny punkt zasilania, STR – stacja transformatorowo-rozdzielcza, T – transformatory,
 G – turbogenerator EC zakładowej, R – rozdzielnia, M – silniki wysokiego i niskiego napięcia

5. Zmiękczenie wody polega na usunięciu z niej
 - a) jonów żelaza i jonów wapnia.
 - b) jonów magnezu i jonów wapnia.
 - c) jonów chlorkowych i jonów wapnia.
 - d) jonów wapnia i jonów siarczanowych(VI).

6. Proces demineralizacji wody na jonitach prowadzi się na
 - a) kationicie silnie kwasowym i anionicie silnie kwasowym.
 - b) kationicie silnie kwasowym i kationicie słabo kwasowym.
 - c) anionicie słabo zasadowym i anionicie silnie zasadowym.
 - d) jonicie wodorowym i jonicie sodowym.

7. Jako reagenta w procesie chemicznego odgazowania wody używa się
 - a) ozonu.
 - b) mleka wapiennego.
 - c) hydrazyny.
 - d) chlorku żelaza (III).

8. W skład ścieków z produkcji nawozów sztucznych **nie wchodzi**
 - a) benzen.
 - b) amoniak.
 - c) kadm.
 - d) fosforany(V).

9. W procesie neutralizacji ścieków zasadowych jako reagenta można użyć
 - a) mleka wapiennego.
 - b) gazów odlotowych zawierających tlenki siarki.
 - c) gazów odlotowych zawierających amoniak
 - d) tlenku chloru(IV).

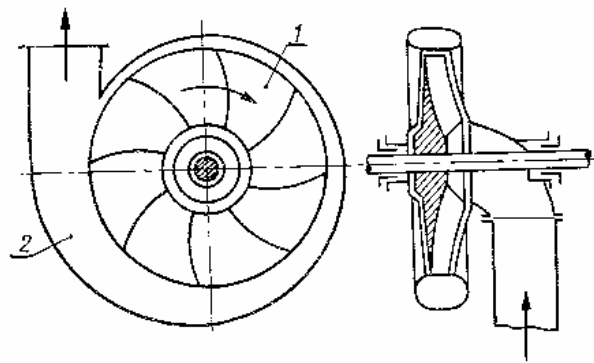
10. Koagulacja ścieków polega na
 - a) usuwaniu mikroorganizmów.
 - b) utlenianiu związków organicznych.
 - c) wyrównywaniu pH.
 - d) usuwaniu zawiesin trudnoopadających.

11. Zasobniki jest to grupa magazynów służąca do magazynowania materiałów
 - a) stałych na długi okres czasu.
 - b) stałych na krótki okres czasu.
 - c) ciekłych w długi okres czasu.
 - d) ciekłych na krótki okres czasu.

12. Oznakowania rurociągów przesyłających wodę mają kolor
 - a) zielony.
 - b) niebieski.
 - c) czerwony.
 - d) żółty.

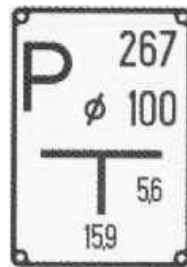
13. Do przesyłania gazów rurociągami konieczne są
 - a) przenośniki.
 - b) dźwignice.
 - c) pompy.
 - d) sprężarki.

14. Schemat przedstawia



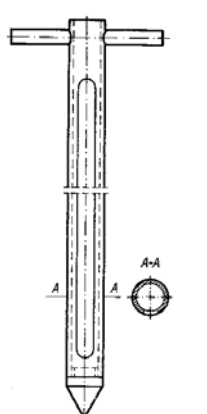
- a) pompę wirową.
- b) inżektor.
- c) pompę tłokową.
- d) przetłaczarkę.

15. Umieszczona na rurociągu tabliczka orientacyjna (rys.) informuje o



- a) materiale transportowanym rurociągiem.
- b) miejscu rozgałęzienia rurociągu.
- c) położeniu punktu pomiarowego.
- d) miejscu najbliższego połączenia rur.

16. Rysunek przedstawia



- a) zagłębnik do pobierania próbki substancji sypkich.
- b) zagłębnik do pobierania próbki substancji mazistych.
- c) próbnik do pobierania próbki substancji ciastowatych.
- d) pipetę do pobierania substancji ciekłych.

17. Symbol umieszczony na etykiecie opakowania substancji chemicznej informujący, że „substancja niebezpieczna dla środowiska” to
- T.
 - Tx.
 - Xn.
 - N.
18. Aby oznaczyć gęstość benzyny, należy użyć
- refraktometru.
 - piknometru.
 - lepkościomierza.
 - spektrofotometru.
19. Przeprowadzono badania czterech próbek wody z różnych ujęć pod kątem zawartości SiO₂ w celu określenia możliwości wykorzystania jej do celów kotłowych (kocioł średnioprężny) w zakładzie przemysłowym. Wymagania dla wody kotłowej spełnia ujęcie, w którym stwierdzono zawartość SiO₂ w wodzie w ilości:

Tabela do zadania 19 Parametry wody kotłowej dla różnych typów kotła [3]

Rodzaj kotła	Twardość °n	Zawartość składników [mg · dm ⁻³]			
		wolnego CO ₂	związanego CO ₂	SiO ₂	O ₂
Płomieniowy 0,4 – 1,5 MPa	4 – 5	0	nieorganicz.	20	0,5
Wodnorurkowy 1,5 – 2,5 MPa	0,5	0	nieorganicz.	20	0,5
Średnioprężny 2,5 – 3,0 MPa	0,2	0	nieorganicz.	10	0
Wysokoprężny 5 – 10 MPa	0,1	0	13	5	0
Wysokoprężny > 10 MPa	0,05	0	13	0,5	0

- 8 g · m⁻³ SiO₂.
 - 20 g · dm⁻³ SiO₂.
 - 22 mg · dm⁻³ SiO₂.
 - 18 mg · dm⁻³ SiO₂.
20. Na podstawie fragmentu karty charakterystyki substancji niebezpiecznej i preparatu niebezpiecznego dla sodu, podczas pracy w laboratorium analizy technicznej, należy zastosować:

Środki ochrony osobistej:	Stosować ubrania ochronne z tkanin powlekanych, rękawice ochronne, okulary ochronne w szczelnej obudowie, ochrony dróg oddechowych. Należy pamiętać o ograniczonym czasie działania ochronnego filtrów cząsteczkowych (filtr cząsteczkowy oznaczony kolorem białym i symbolem P2).
----------------------------------	--

- rękawice ochronne przed chemikaliami, maseczkę przeciwgazową,
- rękawice zwykłe gumowe, fartuch ochronny,
- rękawice ochronne, okulary ochronne typu gogle, fartuch gumowy, maseczkę,
- rękawice ochronne przed chemikaliami, okulary ochronne typu gogle, fartuch ochronny.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

Gospodarowanie materiałami, energią, wodą kotłową i technologiczną

Zakreśl poprawną odpowiedź.

Nr zadania	Odpowiedź				Punktacja
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
Razem					

6. LITERATURA

1. Aparatura i urządzenia przemysłu chemicznego. PWSZ, Olsztyn 1982
2. Błasiński H., Młodziński B.: Aparatura przemysłu chemicznego. WNT, Warszawa 1989
3. Klepaczko-Filipiak B., Łoin J. Pracownia chemiczna. Analiza techniczna. WSiP Warszawa 1998
4. Klinke T., Krygier K., Sewerynik J.: Ogrzewnictwo, wentylacja, klimatyzacja. WSiP, Warszawa 1991
5. Kowal A., Świdorska-Bróz M.: Oczyszczanie wody. PWN, Warszawa 2005
6. Molenda J.: Technologia chemiczna. WSiP, Warszawa 1997
7. Najlepsze Dostępne Techniki (BAT). Wytyczne dla Branży Chemicznej w Polsce. Systemy Obróbki/Zarządzania Wodami i Gazami Odpadowymi w Sektorze Chemicznym. Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2005
8. <http://znakibhpinfo.pl>