



E-book do e-materiału Metody oczyszczania kopalin wydobywanych metodami otworowymi

- Co to jest absorpcja i adsorpcja?
- Rodzaje adsorbentów stosowanych w procesach osuszania gazu ziemnego
- Właściwości adsorbentów stosowanych w instalacjach osuszania gazu ziemnego
- Charakterystyka adsorbentów stosowanych do osuszania gazu ziemnego
- Netografia i bibliografia

E-book do e-materiału Metody oczyszczania kopalin wydobywanych metodami otworowymi

GIW.01. Eksploatacja otworowa złóż - Górnik eksploatacji otworowej 811301, Technik górnictwa otworowego 311702

Adsorbenty stosowane w procesach osuszania gazu ziemnego

E-BOOK

Spis treści

- Co to jest absorpcja i adsorpcja?
- Rodzaje adsorbentów stosowanych w procesach osuszania gazu ziemnego
- Właściwości adsorbentów stosowanych w instalacjach osuszania gazu ziemnego
- Charakterystyka adsorbentów stosowanych do osuszania gazu ziemnego
- Netografia i bibliografia

Co to jest absorpcja i adsorpcja?

Adsorpcja jest procesem fizykochemicznym zachodzącym na granicy faz pomiędzy:

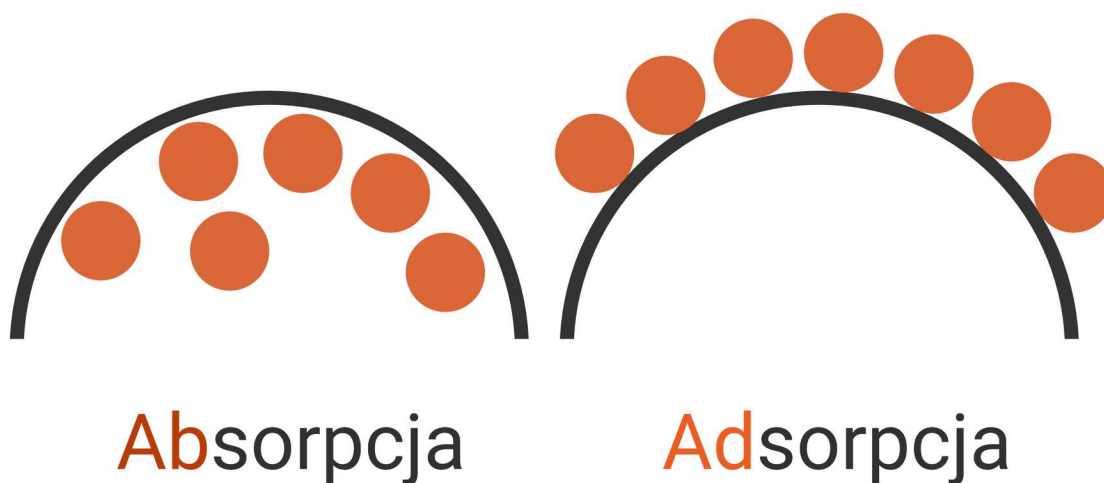
- ciałem stałym a cieczą,
- ciałem stałym a gazem,
- cieczą a gazem, gdzie ciało stałe nazywamy adsorbentem, a ciecz lub gaz adsorbentem, w przypadku wiązania się cząstek gazu na powierzchni cieczy gaz jest adsorbentem a ciecz adsorbentem.

Proces ten polega na wiązaniu cząsteczek, atomów lub jonów, cieczy albo gazu, na powierzchni ciała stałego (gazu na powierzchni cieczy) w wyniku różnych oddziaływań. Proces ten może być fizyczny (adsorpcja fizyczna, fizysorpcja) lub chemiczny (chemisorpcja). Chemisorpcja ma związek z wytworzeniem się wiązania chemicznego pomiędzy adsorbentem i adsorbentem, natomiast fizysorpcja ma związek z oddziaływaniami van der Waalsa. Chemisorpcja jest znacznie silniejsza niż fizysorpcja, co spowodowane jest większą siłą występującą pomiędzy cząstkami w wiązaniu chemicznym niż przy

oddziaływaniach van der Waalsa. Proces adsorpcji powoduje lokalną zmianę stężenia adsorbentu ze względu na „wychwytywanie” go przez adsorbent.

W procesie osuszania gazu ziemnego adsorbentem są cząsteczki wody znajdujące się w gazie a adsorbentem specjalnie dobrane ciała stałe lub ciecze, które mają za zadanie wiązać na swojej powierzchni cząsteczki wody zmniejszając w ten sposób stężenie wody w gazie, powodując osuszenie gazu ziemnego.

Absorpcja jest procesem wnikania cząsteczek, jonów lub atomów gazu lub cieczy do wnętrza ciała stałego albo gazu do cieczy. Zachodzi w całej objętości w wyniku m.in. zjawiska dyfuzji. Podobnie jak adsorpcja powoduje lokalną zmianę stężenia substancji.



Graficzne porównanie metody absorpcyjnej z adsorpcyjną
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane materiały multimedialne

- [Osuszanie gazu ziemnego metodą adsorpcyjną](#)
- [Wyposażenie instalacji do adsorpcyjnego osuszania gazu ziemnego](#)

E-book do e-materiału Metody oczyszczania kopalin wydobywanych metodami otworowymi

GIW.01. Eksploatacja otworowa złóż - Górnik eksploatacji otworowej 811301, Technik górnictwa otworowego 311702

Adsorbenty stosowane w procesach osuszania gazu ziemnego

E-BOOK

Spis treści

- [Co to jest absorpcja i adsorpcja?](#)
- [Rodzaje adsorbentów stosowanych w procesach osuszania gazu ziemnego](#)
 - [Metody adsorpcyjne osuszania gazu ziemnego](#)
 - [Zastosowanie poszczególnych adsorbentów ze względu na adsorpcyjną metodę oczyszczania gazu ziemnego](#)
- [Właściwości adsorbentów stosowanych w instalacjach osuszania gazu ziemnego](#)
- [Charakterystyka adsorbentów stosowanych do osuszania gazu ziemnego](#)
- [Netografia i bibliografia](#)

Rodzaje adsorbentów stosowanych w procesach osuszania gazu ziemnego

Wykorzystanie gazu ziemnego jako surowca niezbędnego w gospodarce kraju, w tym dla produkcji przemysłowej, zwłaszcza w przemyśle chemicznym, wymaga zapewnienia nie tylko ciągłości przepływu określonych ilości gazu w systemie przesyłowym, ale również odpowiedniej jakości gazu przeznaczonego do transportu. Jakość gazu ziemnego w systemie przesyłowym musi odpowiadać ustalonym normom. Spełnienie tych wymogów dla uzyskania gazu o wysokiej jakości uzależnione jest od zastosowania odpowiednich technologii jego oczyszczania, prawidłowej konstrukcji urządzeń i wysokoefektywnych sorbentów.

Wymagania dotyczące jakości gazów ziemnych przesyłanych siecią gazową reguluje norma, według której jakość gazu ziemnego powinna zabezpieczać przed występowaniem w gazociągach zjawisk powodujących ich niszczenie tj. zjawiska erozji, abrazji i korozji wywołanych nadmierną zawartością pyłu, tlenu, siarkowodoru, ditlenku węgla i pary

wodnej. Osuszanie gazu ziemnego stosuje się, aby zapobiec tworzeniu się hydratów i wykropleniu się wody w gazociągach. Osuszony gaz powinien mieć temperaturę punktu rosy niższą od najniższej spodziewanej temperatury w gazociągu. Osuszanie gazu ziemnego zapobiega:

- tworzeniu się hydratów,
- zmniejszeniu przepustowości gazociągu,
- korozji wewnętrznej powierzchni gazociągu.

W przemyśle stosuje się trzy metody osuszania gazu ziemnego:

- absorpcyjną (sucha),
- adsorpcyjną (mokra),
- polegającą na ochładzaniu strumienia gazu.

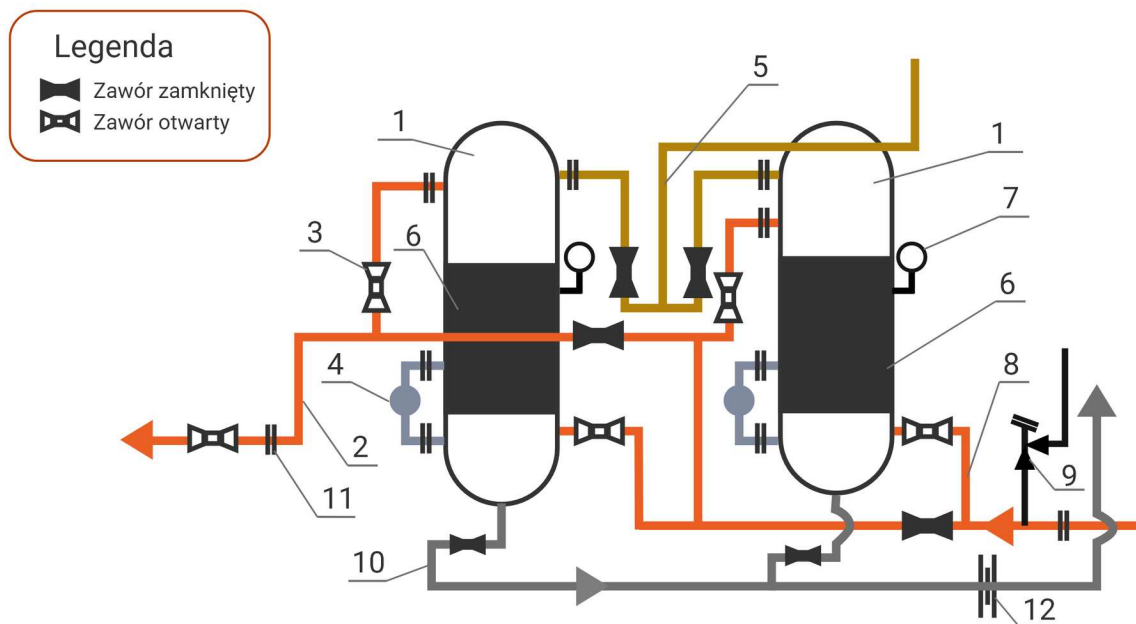
[Powrót do spisu treści](#)

Metody adsorpcyjne osuszania gazu ziemnego

W metodzie adsorpcyjnej wykorzystane zostało zjawisko adsorpcji, polegające na zjawisku pochłaniania węglowodorów cięższych na powierzchni ciała stałego. Metody adsorpcyjne stosowane są do głębokiego osuszania gazu ziemnego do temperatury punktu rosy niższej niż -40°C .

Metody adsorpcyjne wykorzystują kolumny ze złożem adsorbentu. Adsorbent dobiera się tak, by osiągnąć jak najwyższą wydajność eliminacji zanieczyszczeń z gazu w sposób jak najbardziej selektywny, czyli bez zatrzymywania tych elementów składowych strumienia gazu, których usunięcie nie jest konieczne lub nawet nie jest pożądane. Podstawę procesu stanowi wykorzystanie ciał porowatych, które mają wysoce aktywną powierzchnię, z dużą objętością mikroporów. To powoduje ich dużą zdolność do adsorpcji. Strumień zanieczyszczonego gazu, zawierający składniki, które chcemy odzyskać, przepuszcza się przez złożę adsorbentu. Składniki zatrzymywane na złożu noszą nazwę adsorbatu. Adsorbent musi wykazywać duże powinowactwo z adsorbatem, co pozwoli skutecznie wychwycić adsorbat ze strumienia gazu. Tak oczyszczony strumień może opuścić kolumnę. W zależności od procesu, adsorbowane składniki mogą być co jakiś czas usuwane wraz ze zużytym złożem lub desorbowane ze złoża. Do desorbowania ze złoża stosuje się różne metody, a proces ten pozwala odzyskać zaadsorbowane składniki i przywrócić złożę do pierwotnej pojemności adsorpcyjnej.

Metoda adsorpcyjna (instalacje wykorzystujące stałe środki suszące) jest bardziej efektywna od metody absorpcyjnej (instalacje wykorzystujące ciekłe środki suszące - glikol), ponieważ mogą osuszyć gaz do zawartości wody poniżej 0,1 ppm.



Schemat instalacji osuszania gazu metodą adsorpcyjną - chlorek wapnia (tabletki)

- 1 – kolumna adsorpcyjna,
- 2 – rurociąg na odpływie gazu osuszonego,
- 3 – zawór sterujący,
- 4 – poziomowskaz,
- 5 – odgazowanie poszczególnych kolumn,
- 6 – wypełnienie tabletkami kolumn,
- 7 – manometr,
- 8 – dopływ gazu wilgotnego,
- 9 – zawór bezpieczeństwa,
- 10 – spust wody do zbiornika roboczego,
- 11 – odprowadzenie gazu osuszonego,
- 12 – zwężka ograniczająca.

Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Adsorbenty stosowane w instalacjach przemysłowych do osuszania gazów powinny charakteryzować się następującymi właściwościami:

- dużą powierzchnią adsorpcyjną, uzależnioną od wielkości powierzchni i objętości porów,
- dużą selektywnością,
- brakiem oddziaływania toksycznego i korozyjnego,
- wytrzymałością mechaniczną,
- odpornością na działanie ciekłej wody,
- niezmiennością właściwości adsorpcyjnych w czasie długotrwałej eksploatacji instalacji adsorpcyjnej.

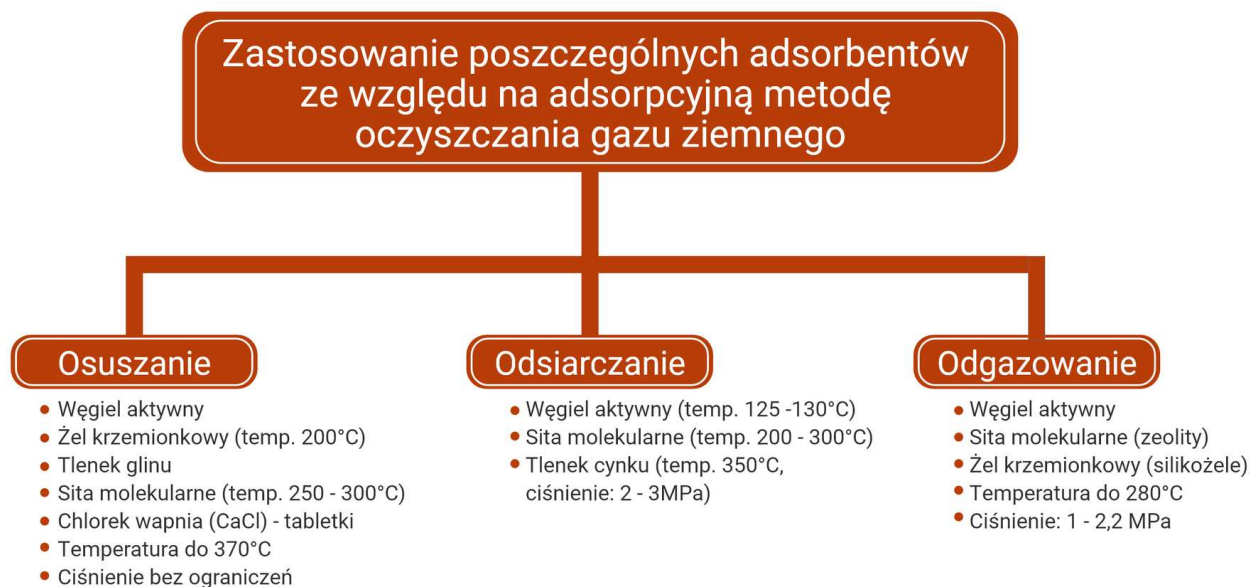
W procesach osuszania gazu ziemnego stosuje się różne typy adsorbentów:

- żel krzemionkowy SiO_2 ,

- sita molekularne,
- tlenek glinu,
- chlorek wapnia (tabletki).

[Powrót do spisu treści](#)

Zastosowanie poszczególnych adsorbentów ze względu na adsorpcyjną metodę oczyszczania gazu ziemnego



Zastosowanie poszczególnych adsorbentów ze względu na adsorpcyjną metodę oczyszczania gazu ziemnego

Źródło: GroMar sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane materiały multimedialne

- [Osuszanie gazu ziemnego metodą adsorpcyjną](#)
- [Wyposażenie instalacji do adsorpcyjnego osuszania gazu ziemnego](#)

E-book do e-materiału Metody oczyszczania kopalin wydobywanych metodami otworowymi

GIW.01. Eksploatacja otworowa złóż - Górnik eksploatacji otworowej 811301, Technik górnictwa otworowego 311702

Adsorbenty stosowane w procesach osuszania gazu ziemnego

E-BOOK

Spis treści

- Co to jest absorpcja i adsorpcja?
- Rodzaje adsorbentów stosowanych w procesach osuszania gazu ziemnego
- Właściwości adsorbentów stosowanych w instalacjach osuszania gazu ziemnego
 - Żel krzemionkowy
 - Sita molekularne (zeolity)
 - Tlenek glinu
 - Chlorek wapnia (tabletki)
 - Węgiel aktywny
- Charakterystyka adsorbentów stosowanych do osuszania gazu ziemnego
- Netografia i bibliografia

Właściwości adsorbentów stosowanych w instalacjach osuszania gazu ziemnego

Żel krzemionkowy

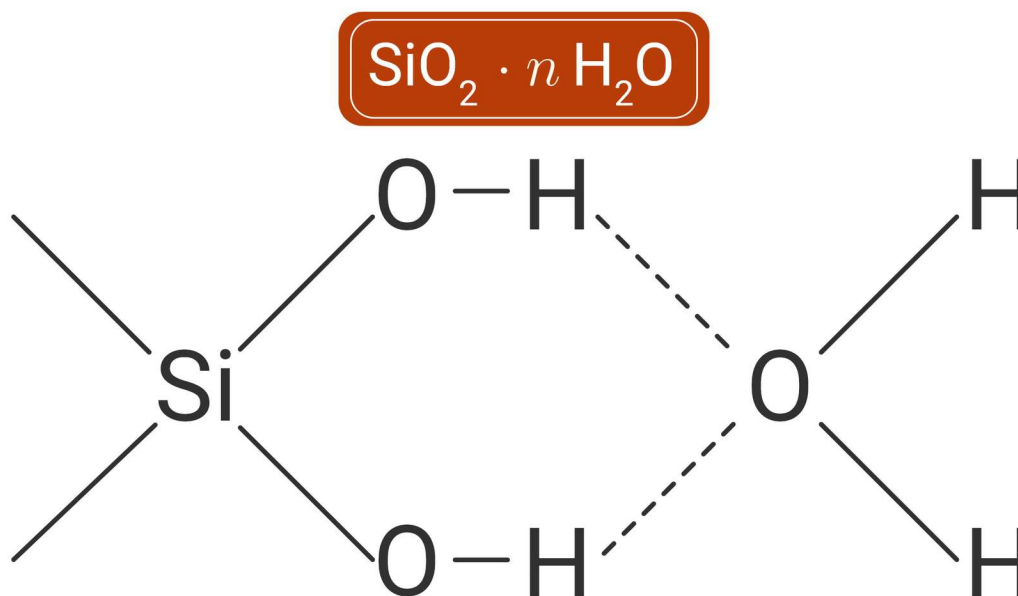
Żel krzemionkowy to dwutlenek krzemu o różnym stopniu uwodnienia $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, stosowanymi rozmiarami porów (mikropory od 1 nm do 1,5 nm, makropory do 5 nm) oraz dużą hydrofilowością. Zaadsorbowana para wodna utrzymuje się na powierzchni siatki krystalicznej żelu krzemionkowego dzięki wiązaniom wodorowym, wytworzonym między jej grupą hydroksylową a tą powierzchnią.



Żel krzemionkowy

Źródło: GroMar sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Czysta krzemionka SiO_2 jest chemicznie nieaktywnym i niepolarnym materiałem, wykazującym podobieństwo do kwarcu. Jeśli natomiast posiada grupę hydroksylową, jej powierzchnia staje się silnie polarna i hydrofilowa. Rozpoznaje się dwa typy żelu krzemionkowego, które różnią się rozkładem wielkości porów oraz kształtem krzywej izotermy adsorpcji pary wodnej. Typ A posiada pory 2,0 – 3,0 nm, a typ B charakteryzują pory około 7,0 nm. Dla typu A powierzchnia wewnętrzna wynosi $650 \frac{\text{m}^2}{\text{g}}$, zaś dla typu B $450 \frac{\text{m}^2}{\text{g}}$. Po wygrzaniu w temperaturze 350°C na każdy gram żelu krzemionkowego przypada od 0,04 do 0,06 g H_2O i jeśli doprowadzi się do utraty tych cząsteczek, żel traci swój hydrofilowy charakter i pojemność adsorpcyjną względem wody. Te metody stosuje się to głównie do osuszania gazów (powietrza, węglowodorów). Typ A jest wykorzystywany do rutynowego suszenia gazów, natomiast typ B lepiej się sprawdza przy względnej wilgotności powyżej 50%.



Wzór sumaryczny i strukturalny żelu krzemionkowego

Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Właściwości:

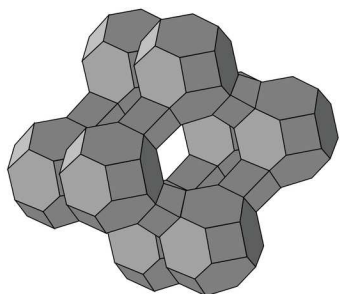
- sumaryczna powierzchnia porów – do $700 \frac{\text{m}^2}{\text{g}}$,
- mikropory (1 – 1,5 nm),
- makropory (do 5 nm),
- duża hydrofilowość,
- łatwa regeneracja,
- obniżenie zdolności adsorpcyjnej (regeneracja w temperaturze ponad 200°C),
- spadek zdolności adsorpcyjnych w przypadku zanieczyszczeń siarkowodorem.

[Powrót do spisu treści](#)

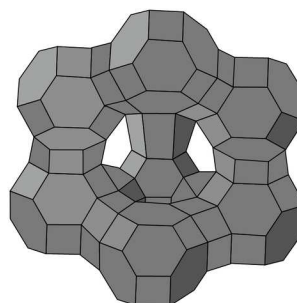
Sita molekularne (zeolity)

Sita molekularne to krystaliczne glinokrzemiany (zeolity), które mają w swojej strukturze kanały o określonych niedużych wymiarach. Puste przestrzenie w strukturze krystalicznej zeolitów stanowią około połowy całej objętości kryształu. Powierzchnia pustych przestrzeni wynosi od 600 do $1200 \frac{\text{m}^2}{\text{g}}$ zeolitu. Do wnętrza sieci krystalicznej zeolitu mogą wnikać tylko takie cząsteczki, których przekrój poprzeczny jest mniejszy od wielkości okien w tej sieci, czyli na zeolicie zostają zatrzymane cząsteczki o mniejszych rozmiarach niż rozmiar okien zeolitu. Pozostałe cząstki przepływają przez warstwę zeolitu, nie ulegając adsorpcji. Naturalne zeolity są stosowane jako osuszacze i dezodoranty oraz do ulepszania gleb. Stosuje się je również do rozdzielania powietrza, wymiany jonowej, zwłaszcza jonu amonowego i jonów metali ciężkich, np. w oczyszczaniu wody. Zeolity syntetyczne są

produkowane w drodze reakcji hydrotermalnych w autoklawach. Najczęściej wykorzystuje się ich główne typy: typ A i typ X.



Zeolit typu A - struktura sodalitu



Zeolit typu X struktura fajazytu

Zeolit typu A – struktura sodalitu oraz zeolit typu X – struktura fajazytu

Źródło: GroMar sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Właściwości:

- sumaryczna powierzchnia porów – do $1200 \frac{\text{m}^2}{\text{g}}$,
- połowę objętości kryształów stanowią „puste” przestrzenie,
- różna wielkość okna sieci krystalicznej umożliwiające selektywne rozdzielanie związków.

[Powrót do spisu treści](#)

Tlenek glinu

Podobnie jak zeolity, gliny mogą być wytwarzane syntetycznie lub pochodzić ze złóż naturalnych. Jednak w przeciwieństwie do zeolitów, ich działanie jest możliwe dzięki powierzchniom krzemianowym, które wsysają molekuly pomiędzy swoje warstwy, wskutek czego ich sieć krystaliczna zaczyna się powiększać, co często jest określane terminem puchnięcia. Naturalnym, aktywowanym montmoryllonitem jest Ziemia Fullera. Po oczyszczaniu kwasem wielkość porów i powierzchnia aktywna wzrasta do $150 - 250 \frac{\text{m}^2}{\text{g}}$.

Materiały gliniaste są mogą być używane do re-oczyszczania jadalnych i mineralnych olejów, jak również do adsorpcji związków toksycznych i usuwania barwników. Są chętnie wykorzystywane w przemyśle przede wszystkim dzięki ich relatywnie niskiej cenie. Formy kationowe mają zdolność do pochłaniania w obecności wody cząsteczek polarnych i niepolarnych. W celu wytworzenia glin filarowych międzyplaszczynowych przestrzenie

między naturalnymi warstwami mogą być powiększone. Odbywa się to poprzez wymianę jonów i zrównoważenie ładunku wieloatomowymi jonami metali hydrokompleksujących, które tworzą się w zhydrolizowanych roztworach wieloładunkowych jonów metali (np. Al^{3+} oraz Zr^{4+}). Dalej, w procesie kalcynacji, pojawia się odwodnienie kationów wieloatomowych wraz z wytworzeniem klastrów tlenków metali. Stanowią one tunele między warstwami gliny, dzięki czemu tworzą się przestrzenie o wielkościach cząsteczek. Przykładem zastosowania może być tu rozdzielanie azotu i tlenu oraz rozdzielanie izomerów substancji organicznych.

[Powrót do spisu treści](#)

Chlorek wapnia (tabletki)

Proces osuszania gazu ziemnego za pomocą chlorku wapnia jest swoistym technologicznie procesem, łączącym adsorpcję pary wodnej na stałym chlorku wapnia CaCl_2 z jej absorpcją w roztworze tej soli. Z tego względu, krótką informację o istocie tego procesu podano po omówieniu absorpcyjnych i adsorpcyjnych metod osuszania. Ten związek ma zdolność pochłaniania wody i zamiany w hydrat. Wiąże się on w formie krystalicznej do sześciu cząsteczek wody na jeden równoważnik związku. Wykazuje zdolności higroskopijne i chłonie wodę na powierzchni ziaren z taką siłą, że zaczyna tworzyć roztwór.

[Powrót do spisu treści](#)

Węgiel aktywny

Węgłe aktywne wytwarza się z materiałów o wysokiej zawartości węgla, np. z węgla (antracyt i brunatny), ligniny, drewna, łupka orzechów, ropy oraz syntetycznych polimerów.

Węgiel aktywny zawiera także nieznaczne ilości popiołu, 1 – 12%. Popioły składają się z krzemu, glinu, żelaza, alkaliów i metali alkalicznych ziem rzadkich. Niektóre z nich mają zdolność podwyższania hydrofilowości węgla aktywnego, co jest korzystne zwłaszcza, gdy węgiel aktywny jest wykorzystywany do oczyszczania wody.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane materiały multimedialne

- [Osuszanie gazu ziemnego metodą adsorpcyjną](#)
- [Wyposażenie instalacji do adsorpcyjnego osuszania gazu ziemnego](#)

E-book do e-materiału Metody oczyszczania kopalin wydobywanych metodami otworowymi

GIW.01. Eksploatacja otworowa złóż - Górnik eksploatacji otworowej 811301, Technik górnictwa otworowego 311702

Adsorbenty stosowane w procesach osuszania gazu ziemnego

E-BOOK

Spis treści

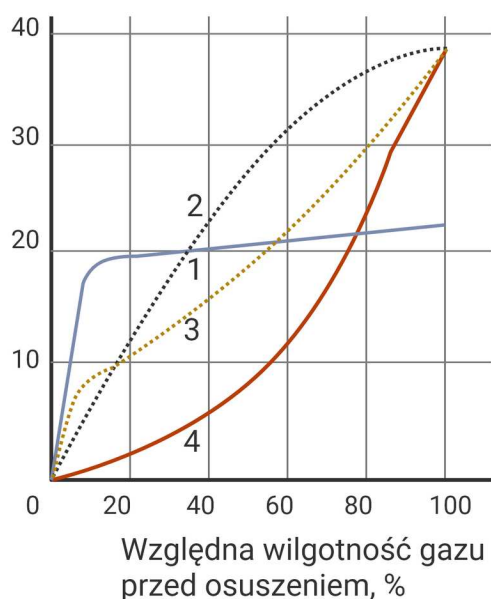
- Co to jest absorpcja i adsorpcja?
- Rodzaje adsorbentów stosowanych w procesach osuszania gazu ziemnego
- Właściwości adsorbentów stosowanych w instalacjach osuszania gazu ziemnego
- Charakterystyka adsorbentów stosowanych do osuszania gazu ziemnego
 - Żel krzemionkowy
 - Sita molekularne (zeolity)
- Netografia i bibliografia

Charakterystyka adsorbentów stosowanych do osuszania gazu ziemnego

Żel krzemionkowy

Regeneracja żelu krzemionkowego jest łatwa, ale gdy stosuje się go wielokrotnie w temperaturze ponad 200 °C i jednocześnie zmniejsza ciśnienie, następuje obniżenie zdolności adsorpcyjnej. Jest to wynikiem zmniejszania się liczby powierzchniowych grup hydroksylowych. Uznaje się to za niewątpliwą wadę żelu krzemionkowego. W czasie trwania eksploatacji instalacji aktywność adsorpcyjna żeli krzemionkowych zmniejsza się dwa, a niekiedy trzy razy szybciej niż aktywność sit molekularnych. Spadek aktywności na sitach molekularnych jest szybki, gdy wzrośnie zawartość pary wodnej w gazie kierowanym do osuszania. Na poniższym rysunku widać procesy osuszania gazu o dużej wilgotności względnej. Zdolność pochłaniania wody przez żel krzemionkowy jest duża, znacznie większa niż sit molekularnych. Dlatego dla gazów o dużej wilgotności względnej, sięgającej 100 °C stosuje się osuszanie się na żelu krzemionkowym.

Równowagowa zdolność
adsorbowania pary
wodnej, % mas.



Równowagowa adsorpcja pary wodnej (w temp. 25 °C) na różnych adsorbentach.

- 1 – sita molekularne,
- 2 – drobnooporowy żel krzemionkowy,
- 3 – aktywowany tlenek glinu,
- 4 – żel krzemionkowy o dużej średnicy porów.

Źródło: GroMar sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Aktywność adsorpcyjna żeli krzemionkowych szybko maleje wskutek dezaktywacji siarkowodorem i tracą one przydatność w procesach osuszania zsiarczonych gazów ziemnych. Dynamiczna aktywność adsorpcyjna żeli krzemionkowych zależy od średnicy ziaren, od szybkości przepływu osuszonego gazu, a także od początkowej zawartości pary wodnej w tym gazie oraz od zawartości wody w żelu po jego zregenerowaniu. W procesie regeneracji żelu krzemionkowego nie można stosować temperatury wyższej niż 200 – 250 °C, ponieważ utraciłby on swoje właściwości.

[Powrót do spisu treści](#)

Sita molekularne (zeolity)

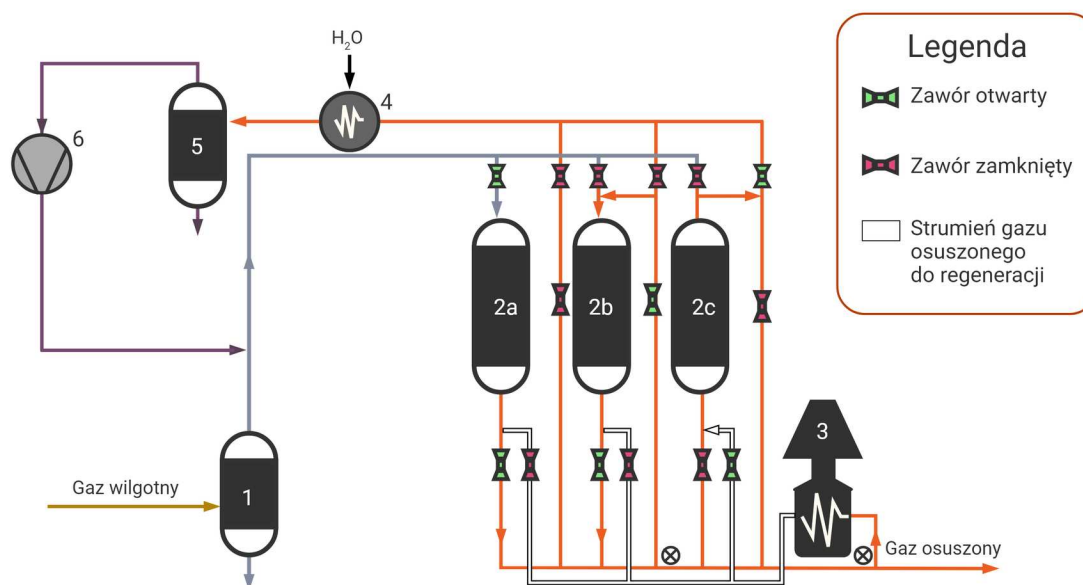
Sita molekularne odznaczają się selektywnością działania adsorpcyjnego, którego nie mają inne adsorbenty. Stosuje się je nie tylko w procesach adsorpcyjnego osuszania gazów ziemnych, płynnych i pirolitycznych, ale także w procesach oczyszczania i rozdzielania różnych mieszanin zawierających węglowodory oraz inne związki.

Schemat instalacji adsorpcyjnego osuszania gazu na sitach molekularnych

W instalacji pracują trzy adsorbery z warstwami sit, w których przemienne przebiegają trzy stadia procesu:

- absorpcji – osuszania (12 – 24 h),
- regeneracji adsorbentu (4 – 6 h),
- ochładzania adsorbentu (1 – 2 h).

Do regeneracji i ochładzania kieruje się część strumienia osuszonego gazu ziemnego (punkt x). Czasy trwania trzech stadiów procesu nie są równe, dlatego automatyczne przełączanie adsorberów jest tak ustawione, że przez pewien czas adsorpcja przebiega w dwóch adsorberach jednocześnie, gdy w trzecim trwa regeneracja lub chłodzenie. Dlatego w celu wyjaśnienia zasady procesu na rysunku przedstawiono każdy adsorber w czasie innego procesu – w adsorberze 2a – osuszanie, w 2b – regeneracja, w 2c – ochładzanie wsadu adsorbentu.



Schemat instalacji adsorpcyjnego osuszania gazu na sitach molekularnych.

- 1 – oddzielnik wstępny,
 2a, 2b, 2c – kolumna adsorpcyjna (proces w adsorberze 2a – osuszanie, w 2b – regeneracja, w 2c – ochładzanie wsadu adsorbentu),
 3 – piec regeneracyjny,
 4 – chłodnica,
 5 – oddzielnik.

Źródło: GroMar sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Zasada działania:

Po oddzieleniu unoszonej ciekłej wody w separatorze gaz kieruje się do właściwego osuszania do adsorbera 2a. Jest on wprowadzany do góry, podobnie jak suchy gaz, kierowany do ochładzania adsorbentu w adsorberze 2b. W tym czasie gaz osuszony odbiera się z dołu aparatu. Taki kierunek przepływu osuszonego gazu przez warstwę adsorbentu zapobiega jej spulchnianiu, unoszeniu z niej cząstek adsorbentu oraz ich szybszemu zużyciu mechanicznemu. Stadium regeneracji przebiega w ten sposób, że osuszony gaz jest ogrzewany w piecu 3 do temperatury 250 – 300 °C i kierowany przez

adsorber 2c odwrotnie od dołu do góry. To pozwala na lepszą regenerację dolnej części warstwy, dzięki czemu w następnym stadium adsorpcji pozwala dokładnie osuszyć gaz. Podczas regeneracji gorący gaz, który napływa z pieca 3, jest nasycany parą wodną. Para jest desorbowana dzięki wysokiej temperaturze z warstwy adsorbentu, który znajduje się w adsorberze odstawionym do regeneracji. Strumień gazu pochodzący z regeneracji jest kierowany do chłodnicy 4. Tutaj wykrapla się woda, która następnie jest odseparowywana w oddzielaczu 5. Gaz z oddzielacza łączy się ze strumieniem gazu kierowanym do osuszania. Stadium regeneracji adsorbentu, a zwłaszcza osiągnięta w nim dokładność usunięcia zaadsorbowanej wody, jest kluczowa w procesie adsorpcyjnego osuszania na sitach molekularnych.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane materiały multimedialne

- [Osuszanie gazu ziemnego metodą adsorpcyjną](#)
- [Wyposażenie instalacji do adsorpcyjnego osuszania gazu ziemnego](#)

E-book do e-materiału Metody oczyszczania kopalin wydobywanych metodami otworowymi

GIW.01. Eksploatacja otworowa złóż - Górnik eksploatacji otworowej 811301, Technik górnictwa otworowego 311702

Adsorbenty stosowane w procesach osuszania gazu ziemnego

E-BOOK

Spis treści

- Co to jest absorpcja i adsorpcja?
- Rodzaje adsorbentów stosowanych w procesach osuszania gazu ziemnego
- Właściwości adsorbentów stosowanych w instalacjach osuszania gazu ziemnego
- Charakterystyka adsorbentów stosowanych do osuszania gazu ziemnego
- Netografia i bibliografia
 - Netografia
 - Bibliografia

Netografia i bibliografia

Netografia

- Akademia Górniczo Hutnicza: <https://www.agh.edu.pl/> (dostęp 13.10.2022 r.).
- Instytut Badawczy GIG (Główny Instytut Górnictwa) : <https://gig.eu/pl> (dostęp 25.02.2022 r.).
- Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo - Gaz i energia: <http://www.pgnig.pl> (dostęp 28.02.2022 r.).
- Polskie przedsiębiorstwo specjalizujące się w usługach z zakresu budowy gazociągów, zagospodarowania złóż i budowy kopalni oraz magazynów ropy naftowej i gazu ziemnego PGNiG Technologie: <http://www.technologiepgnig.pl/> (dostęp 16.02.2023 r.)
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 września 2001 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego, jakim powinny odpowiadać zbiorniki bezciśnieniowe i niskociśnieniowe przeznaczone do magazynowania materiałów

ciekłych zapalnych (Dz.U. 2001 nr 113 poz. 1211)

(<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20011131211>) (dostęp: 09.03.2023r.).

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 kwietnia 2014 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz.U. 2014 poz. 812 z późn. zm.) <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20140000812> (dostęp 16.02.2023 r).
- Wyższy Urząd Górniczy: <https://www.wug.gov.pl> (dostęp 25.02.2022 r.).

[Powrót do spisu treści](#)

Bibliografia

- Bielawski R., Owsik W., Zagospodarowanie złóż ropy i gazu, Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1965.
- Chrząszcz W., Szostak L., Wiśniowski R., Metody wydobywania ropy naftowej z odwiertów, Wydawnictwo AGH, Kraków 2000.
- Chrząszcz W., Szostak L., Wiśniowski R., Wyposażenie odwiertów wydobywczych ropy naftowej i gazu ziemnego, Wydawnictwo AGH, Kraków 2000.
- Molenda J., Gaz ziemny – paliwo i surowiec, WNT, Warszawa 1996.
- Wilk J., Gaz ziemny, Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1964.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane materiały multimedialne

- [Osuszanie gazu ziemnego metodą adsorpcyjną](#)
- [Wyposażenie instalacji do adsorpcyjnego osuszania gazu ziemnego](#)