



Co to jest stal i w jaki sposób powstaje?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Co to jest stal i w jaki sposób powstaje?

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Najpowszechniej stosowanym na świecie stopem jest stal. Wykorzystuje się ją między innymi do produkcji: karoserii samochodowych, maszyn, instalacji elektrycznych, kadłubów statków, pociągów, szyn kolejowych, mostów, a także do wyrobów stalowych, tj. śruby, gwoździe, druty, pręty, kable. Czy wiesz, z czego składa się stal? Może wiesz, co wpływa na jej wielobranżowe zastosowanie?

Twoje cele

- Omówisz skład stali.
- Opiszysz właściwości stali w kontekście jej zastosowań.
- Przeanalizujesz przebieg procesu wielkopiecowego.

Przeczytaj

Co to jest stal?

Stal to kluczowy materiał stosowany w przeróżnych dziedzinach przemysłu i życia człowieka. Bez niej nie wyobrażamy sobie obecnego krajobrazu miast i udogodnień w każdym aspekcie naszej codzienności. Obecnie stanowi ona najczęściej wytwarzany materiał przez człowieka, a jej produkcja to ponad 1,8 miliarda ton w skali roku. Światowymi liderami w tej dziedzinie przemysłu są: Chiny, Stany Zjednoczone i Japonia. Tak powszechne zastosowanie stali jest uzasadnione możliwością jej wielokrotnego recyklingu.

Stal to [stop żelaza](#) z węglem o zawartości węgla nieprzekraczającej 2,11% masowych i domieszkami innych pierwiastków, tj.:

- wanad (V) – poprawia wytrzymałość w wysokich temperaturach przy zachowaniu plastyczności;
- chrom (Cr) – poprawia hartowność i odporność na korozję;
- molibden (Mo) – poprawia ciągliwość stali;
- mangan (Mn) – zmniejsza kruchość, pomaga w usuwaniu nadmiaru tlenu ze stopionej stali oraz poprawia hartowność.

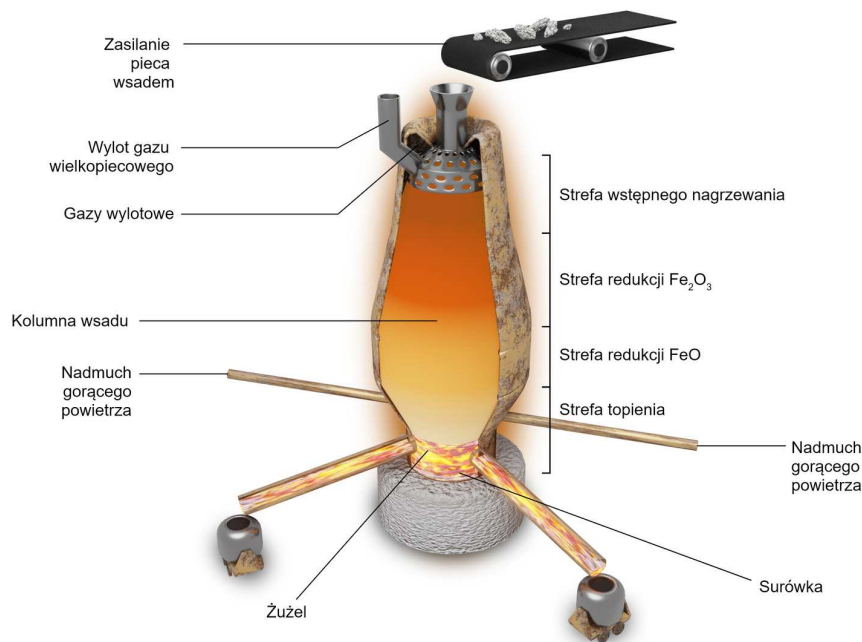
Dzięki obecności węgla stal zyskuje znaczną twardość w porównaniu do czystego żelaza. Zawartość pozostałych metali również wpływa na cechy tego stopu. W zależności od kryteriów klasyfikacji, wyróżnia się szereg różnych typów stali. Z punktu widzenia składu chemicznego stal można klasyfikować w zależności od zawartości węgla lub innych dodatków stopowych.

Dźwignie wykonane ze stali węglowej

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com/, domena publiczna.

Jak powstaje stal?

Stal ma swoje korzenie w czasach starożytnych i chociaż nie da się ściśle przybliżyć daty wynalezienia tego materiału, to od XVII wieku znana i wykorzystywana jest jej produkcja z zastosowaniem wielkiego pieca, którą zmodernizowano na przestrzeni lat.



Model wielkiego pieca

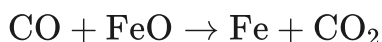
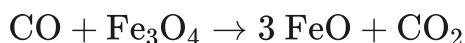
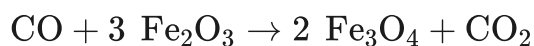
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Produkcja ta oparta jest o dwa etapy. W pierwszym z nich, z zastosowaniem wielkiego pieca, wytwarzana jest surówka (biała i szara). w drugim etapie z surówki białej wytwarzana jest stal.

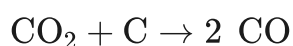
Proces wielkopieczowy

Przed dodaniem rudy do pieca następuje jej spiekanie z dodatkami i prażenie, które pozwala na pozbycie się z niej wody, rozkład węglanów na tlenki i przekształcenie siarczków w tlenki. Następnie, nagrany do temperatury ponad 1600°C ($T_{\text{top.}} \text{ żelaza } 1538^\circ\text{C}$) i nieprzerwanie działający, piec uzupełniany jest od góry przez gardziel naprzemiennie rudą i koksem. Częstym dodatkiem są topniki obniżające temperaturę topnienia mieszaniny, dzięki którym dodatkowo można usunąć zanieczyszczenia z rudy oraz węglan wapnia, który rozkłada się na tlenek wapnia i tlenek węgla(IV). Powstały tlenek wapnia łączy się z krzemionką i krzemianami w rudzie, tworząc **żużel**. Następnie, w wyniku procesu konwektorowego, całość jest napowietrzana przez specjalne dysze umieszczone u dołu pieca powietrzem o temperaturze ok 1000°C . Dzięki temu powstaje płynna surówka

(mieszanina żelaza, węgla i innych pierwiastków), która spływa na dno pieca wraz z żużlem. Żużel posiada mniejszą gęstość w porównaniu do surówki, dlatego jest od niej z łatwością oddzielany. Otrzymana w ten sposób surówka zawiera 2,5-4% masowych węgla. Z punktu widzenia chemicznego otrzymanie surówki jest możliwe, ponieważ następuje redukcja rudy żelaza. Dzieje się tak, dlatego że spalający się koks wytwarza tlenek węgla(II), który redukuje rudę:



Nagromadzony tlenek węgla(IV) ulega redukcji węglem (koksem) do tlenku węgla(II), który może ponownie reagować z tlenkami żelaza.



Wielki Piec w Dąbrowie Górniczej ma aż 41 m wysokości.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

W kolejnym etapie z otrzymanej surówki wytwarzana jest [stal](#). Duża zawartość w niej węgla musi być zredukowana, w przeciwnym razie otrzymana stal byłaby zbyt krucha. Stal można otrzymać na przykład na drodze metody Siemens-Martina, która w tym celu wykorzystuje piec martenowski. Surówkę z dodatkami, tj. tlenki żelaza i złom żelazny (pokryty rdzą-tlenki żelaza), ogrzewa się do bardzo wysokich temperatur. Na skutek tego zabiegu węgiel z surówki łączy się z tlenem z tlenków i rdzy. Proces prowadzi się do momentu, aż stal osiągnie odpowiednią zawartość węgla (<1,7%).

Jakie jeszcze istnieją metody wytwarzania stali?

Obecnie, ze względu na szeroko rozwijającą się technologię, stal wytwarzana jest również na drodze dwóch nowocześniejszych metod. Pierwsza to BF-BOF, czyli metoda wielkiego pieca-zasadowego, druga to EAF, wykorzystująca elektryczny piec łukowy. Pierwsza z nich służy do pozyskiwania stali z rud żelaza, węgla i stali z recyklingu. Prowadzi ona do otrzymania tzw. stali tlenowej, ponieważ do napowietrzania stosowany jest tutaj czysty tlen, a nie, jak w klasycznym procesie wielkopiecowym, powietrze. Dzięki temu otrzymywana stal nie jest zanieczyszczona innymi gazami (na przykład azotem) i otrzymywana jest w znacznie krótszym czasie. Druga produkuje stal z recyklingu, stosując do tego celu energię elektryczną.

Zastosowania stali

Do czego stosowana jest stal? Stal, ze względu na swoje właściwości, tj.: twardość, sprężystość, wysoka temperatura topnienia, udurołość, ciągliwość, wytrzymałość na rozciąganie, przewodność cieplna i elektryczna, podatność na obróbkę plastyczną i cieplną (na przykład spawanie), posiada liczne zastosowania m.in. w produkcji: karoserii samochodowych, maszyn i ich części, instalacji elektrycznych, kadłubów statków i platform morskich, pociągów, szyn kolejowych i trakcji mostów, wyrobów stalowych, tj. śrub, gwoździ, drutów, prętów, kabli, zegarków, sztućców, dachów i elewacji budynków, puszek do konserw oraz konstrukcji budowlanych.



Słownik

żelazo

(praszł. *želězo* Fe, łac. *Ferrum*); pierwiastek chemiczny należący do metali przejściowych, jego liczba atomowa wynosi 26. W układzie okresowym pierwiastków chemicznych leży w VIII grupie i w 4. okresie

żużel

odpad otrzymywany na drodze procesów hutniczych metali. Składa się z zanieczyszczeń: rud, krzemianów, topników, tlenków, popiołu

stal

stop żelaza z węglem, do którego dodaje się inne pierwiastki celem zmiany właściwości, na przykład chrom, mangan, nikiel

stop

mieszanina jednorodna metali (na przykład brąz - stop miedzi i cyny) lub metalu z niemetałem (stal - stop żelaza i węgla), która jest otrzymywana w wyniku stapiania ze sobą składników

Bibliografia

Encyklopedia PWN

Bieleński A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1994.

Hejwowska S., Marcinkowski R., *Równowagi i procesy jonowe*, Gdynia 2005.

Lee J. D., *Zwięzła chemia nieorganiczna*, Warszawa 1997.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Poznałeś w sekcji *Przeczytaj* model wielkiego pieca, a czy wiesz, jakie reakcje tam zachodzą? Jaki jest skład chemiczny żużłu? Co to jest surówka wielkopiecową? Czy temperatura na poszczególnych etapach ma znaczenie? Zapoznaj się z grafiką interaktywną omawiającą procesy chemiczne zachodzące w wielkim piecu, a następnie wykonaj ćwiczenia poniżej.

Wielki piec – charakterystyka procesu

Źródło: GroMar Sp. z o.o., opracowano na podstawie Dutta, S. K.; Chokshi, Y. B.; *Blast Furnace Reactions*, Basic Concepts of Iron and Steel Making, 2020, pp 69-111; Jonczy, I.; Lata, L. *Charakterystyka składu chemicznego żużli konwerterowych i wielkopolskich*, 2013, Gornictwo i geologia, tom 8; oraz z materiału dostępnego pod adresem: <http://student.agh.edu.pl/>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 2

Jakie są rodzaje stali ze względu na skład chemiczny i czym się one charakteryzują? Zapoznaj się z fiszkami przedstawiającymi rodzaje stali, a następnie wykonaj ćwiczenia sprawdzające.

Rodzaje stali

Źródło: Opracowano na podstawie PN-EN 10020:2003 - *Definicja i klasyfikacja gatunków stali*. Polski Komitet Normalizacyjny, 8 lipca 2003, domena publiczna.

Ćwiczenie 1

Czy w wielkim piecu wytwarzana jest stal? Uzasadnij swoją odpowiedź.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2

Przyporządkuj wartość procentową węgla do odpowiednich rodzajów stali.

Stal średniowęglowa

od 0,3 do 0,6%

Stal ultra-wysokowęglowa

od 0,05 do 0,25%

Stal wysokowęglowa

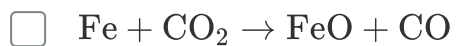
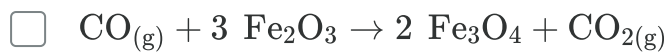
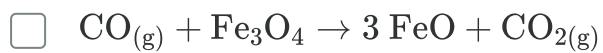
od 1,25 do 2,0%

Stal niskowęglowa

od 0,6 do 1,0%

Ćwiczenie 3

Zaznacz reakcje zachodzące w wielkim piecu.



Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij tekst, wybierając poprawne określenie.

Stal to stop żelaza oraz , zawierający zwykle inne dodatki stopowe, takie jak np.: mangan, chrom, glin, ołów, krzem czy miedź.

wodoru

azotu

węgla

tlenu

Ćwiczenie 2



Zapisz pełne podpowłokowe konfiguracje elektronowe (w stanie podstawowym) dwóch pierwiastków będących głównymi składnikami stali: żelaza i węgla.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3



Opisz elementy oznaczone w schemacie wielkiego pieca.

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

Ćwiczenie 4



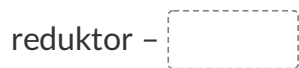
Wybierz prawidłową odpowiedź. Który z gazów nie jest gazem wylotowym w procesie wielkiego pieca?

☐ H_2

☐ CO

☐ CO_2

☐ N_2

$$\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{s})} + \text{C}_{(\text{s})} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_{(\text{c})} + \text{CO}_{(\text{g})}$$


0 C CO - III +I 2 + II Fe₂O₃ -I 3 + III 3 - II
 0 Fe

Ćwiczenie 6



W celu otrzymania stali żelazo pozyskiwane jest z rud. Typowymi rudami żelaza są: magnetyt (Fe_3O_4), hematyt (Fe_2O_3) i syderyt (FeCO_3). Oblicz % zawartość żelaza w każdej z tych rud, a następnie odpowiedz na pytanie w której z wymienionych rud znajduje się największa procentowa zawartość żelaza?

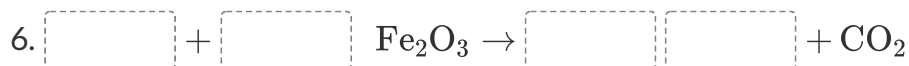
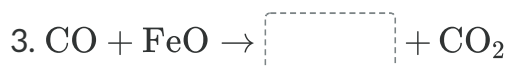
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Uzupełnij równania reakcji i dobierz odpowiednio współczynniki.



2

Fe

3

Fe_3O_4

2

CaO

CO_2

CO_2

CO

CO

3

CaO

C

Ćwiczenie 8



Oblicz, ile procent tlenku żelaza(II,III) zawartych było w rudzie, jeśli z próbki rudy o masie 6,5 kg otrzymano 4,2 kg żelaza? Proces zaszedł z wydajnością 100%.

Napisz wynik z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Aleksandra Marszałek-Harych, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Co to jest stal i w jaki sposób powstaje?

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Poziom podstawowy i rozszerzony

Wymagania ogólne

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:

- 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
- 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- wyjaśnia czym jest stal;
- wymienia zastosowania stali;
- opisuje przebieg procesu wielkopiecowego.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- pogadanka;
- ćwiczenia uczniowskie;
- grafika interaktywna;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca zbiorowa;
- praca w parach;
- praca indywidualna.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami/smartfony/tablety z dostępem do Internetu;
- podręczniki tradycyjne;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica, kreda/pisak.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytania: jakie jest zastosowanie stali? Co wpływa na tak wielobranżowe zastosowanie stali?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.
3. Rozpoznawanie wiedzy potocznej uczniów. Uczniowie odpowiadają na pytanie: Z czego powstaje stal?

Faza realizacyjna:

1. Powrót do fazy wstępnej. Uczniowie sprawdzają w e-materiale, czy udzielone odpowiedzi są poprawne i ewentualnie o jakie informacje można je jeszcze wzbogacić – pogadanka.
2. Następnie uczniowie mają za zadanie opisać proces wielkopiecowy – wytapianie stali w wielkim piecu. Uczniowie korzystają z dostępnych źródeł informacji. Wybrany uczeń odczytuje na forum klasy swoje opracowanie.
3. Sztafeta uczniowska. Nauczyciel prosi uczniów o zapisywanie równań reakcji chemicznych, jakie mają miejsce w trakcie procesu wielkopiecowego. W tym celu losowo wybrany przez nauczyciela uczeń podchodzi do tablicy, następnie przekazuje

krede innemu uczniowi, który ma za zadanie zapisać kolejne równanie. Pozostali uczniowie weryfikują poprawność merytoryczną zapisów równań reakcji.

4. Uczniowie w parach wyszukują w dostępnych źródłach informacje dotyczące właściwości takich jak: twardość, temperatura topnienia, kruchość, odporność na korozję, przewodność cieplna itp. dla stali i żelaza i porównują je. Po wyznaczonym czasie chętni/wyznaczeni uczniowie podają wyszukane informacje na forum klasy.
5. Nauczyciel odsyła uczniów do grafiki interaktywnej – praca w parach. Uczestnicy zajęć zapoznają się z medium bazowym. Wykonują polecenie do medium bazowego.
6. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. W ramach podsumowania nauczyciel prosi uczniów, by każdy z nich, korzystając z generatora w abstrakcie, ułożył pytanie testowe jednokrotnego wyboru (lub wielokrotnego wyboru, lub krzyżówkę, w zależności od użytego generatora). Pytanie/krzyżówka ma odnosić się do zagadnień poruszanych na lekcji. Następnie uczniowie wymieniają się zadaniami/krzyżówkami lub wspólnie rozwiązują kilka z nich. Nauczyciel czuwa nad poprawnością wykonania zadania.
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Dziś nauczyłam/łem się...
 - Co sprawiało mi trudność...
 - Zaskoczyło mnie to, że...

Praca domowa:

1. Nauczyciel prosi uczniów o sprawdzenie jakie przedmioty w ich domu wykonane są ze stali (minimum 10 przedmiotów).
2. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Grafika interaktywna może być wykorzystana przez uczniów do przeanalizowania procesu wielkopiecowego. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą wykorzystać medium do uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Wyjaśnij pojęcia: stop, stal, żużel.
- Omów procesy zachodzące w wielkim piecu.
- Jakie reakcje chemiczne zachodzą w wielkim piecu i jak można je zapisać za pomocą równań.
- Jakimi właściwościami charakteryzuje się stal?
- Gdzie stal znalazła zastosowanie?