

Opracowanie: mgr Dorota Mironiuk
mgr Katarzyna Ignatiuk

WSTĘP

Propozycja realizacji tematów dotyczących produkcji szkła i wykorzystania stłuczki szklanej na lekcjach chemii lub zajęciach pozalekcyjnych w liceum w ramach realizacji ścieżki ekologicznej. Scenariusze zajęć opracowano w oparciu o:

Podstawę programową:

- chemia w życiu gospodarczym, społecznym i ochronie środowiska,
- ekonomiczne i społeczne aspekty związków między człowiekiem i jego działalnością a środowiskiem.

Standardy osiągnięć:

- umiejętność posługiwania się zdobytą wiedzą chemiczną w życiu codziennym,
- umiejętność korzystania z różnych źródeł informacji
- dostrzeganie zagrożeń dla współczesnej cywilizacji wynikających z nieracjonalnego korzystania z zasobów środowiska.

Scenariusz zajęć 1

Temat: Produkcja szkła – obciążenie środowiska produkcją.

Poziom: liceum ogólnokształcące

Przedmiot: chemia

Podstawa programowa: - chemia w życiu gospodarczym, społecznym i ochronie środowiska,
- ekonomiczne i społeczne aspekty związków między człowiekiem i jego działalnością a środowiskiem.

Standardy osiągnięć:

- umiejętność posługiwania się zdobytą wiedzą chemiczną w życiu codziennym,
- umiejętność korzystania z różnych źródeł informacji
- dostrzeganie zagrożeń dla współczesnej cywilizacji wynikających z nieracjonalnego korzystania z zasobów środowiska.

Cele:

Uczeń:

- wymienia przykłady produktów szklanych i zaklasyfikuje do odpowiednich grup ze względu na zastosowanie (gospodarcze, opakowania, techniczne, budowlane),
- wskazuje etapy produkcji szkła oraz surowce do produkcji,
- omawia szkodliwość przemysłu szklarskiego dla środowiska.

Metody i techniki:

- praca z tekstem
- praca w grupach i frontalna
- pogadanka z elementami problemowości z zastosowanie mapy mentalnej

Środki dydaktyczne:

- rozsypanka do ułożenia
- fragmenty tekstów z książki „Technologia szkła” – praca zbiorowa
- arkusz szarego papieru, karteczki samoprzylepne, flamastry

Czas: 2 jednostki lekcyjne

Przebieg zajęć

1. W formie krótkiej pogadanki przedstaw rys historyczny produkcji szkła- pogadanka nauczyciela.
2. Rozdaj uczniom po trzy samoprzylepne karteczki i poleć, aby każdy z nich wpisał przykłady wyrobów ze szkła (1 kartka – 1 przykład) . Następnie podziel uczniów na 6 osobowe zespoły, których zdaniem będzie pogrupowanie wypisanych wyrobów szklanych ze względu na podobne zastosowanie. W ten sposób podzielone kartki przedstawiciele grup przyklejają na planszy z właściwym rodzajem szkła. Utworzoną w ten sposób mapę pamięciową uczniowie uzupełniają innymi przykładami szkła, które nie pojawiły się wcześniej. Wybrani przez ciebie uczniowie nazywają rodzaje szkła ze względu na zastosowanie.
3. Ponownie podziel uczniów na grupy. Każdej grupie daj komplet rozsypanki z etapami produkcji szkła oraz tekst opisujący technologie produkcji szkła. Zadaniem uczniów jest uważne przeczytanie tekstu a następnie ułożenie kartek rozsypanki we właściwej kolejności. Skoryguj ewentualne błędy. W formie krótkiego wykładu omów poszczególne etapy produkcji szkła.
4. Rozdaj uczniom materiał "Obciążenie środowiska produkcją szkła". Poproś o uważne przeczytanie go, a następnie wypisanie wszystkich rodzajów zanieczyszczeń spowodowanych przez przemysł szklarski. Poproś wybranych uczniów o przedstawienie wyników swojej pracy.
5. Podsumowując zajęcia poproś o odpowiedzi w formie notatki na następujące pytania:
 - Wymień podstawowe surowce do produkcji szkła.
 - Wymień etapy produkcji szkła.
 - Jak przemysł szklarski szkodzi środowisku ?
6. Jako pracę domową poleć uczniom wyszukanie informacji na temat gatunków szkła:
 - a) ze względu na zastosowanie,
 - b) ze względu na skład chemiczny.oraz przyniesienie na następne zajęcia dwóch dowolnych przedmiotów wykonanych ze szkła.

Rozsypanka (należy rozciąć)

SKŁADOWANIE SUROWCÓW
PRZYGOTOWANIE SUROWCÓW
SPORZĄDZANIE ZESTAWU
TOPIENIE MASY SZKLANEJ
FORMOWANIE WYROBÓW
ODPREŻANIE WYROBÓW
KONTROLA JAKOŚCI
WYKAŃCZANIE WYROBÓW
OSTATECZNA KONTROLA
PAKOWANIE, MAGAZYNOWANIE I EKSPEDYCJA WYROBÓW

Opracowanie: mgr Dorota Mironiuk
mgr Katarzyna Ignatiuk

Scenariusz zajęć 2

TEMAT: Wskazanie sposobów utylizacji szkła

Poziom: liceum ogólnokształcące

Przedmiot: chemia

Podstawa programowa: - chemia w życiu gospodarczym, społecznym i ochronie środowiska,
- ekonomiczne i społeczne aspekty związków między człowiekiem i jego działalnością a środowiskiem.

Standardy osiągnięć:

- umiejętność posługiwania się zdobytą wiedzą chemiczną w życiu codziennym,
- umiejętność korzystania z różnych źródeł informacji
- dostrzeganie zagrożeń dla współczesnej cywilizacji wynikających z nieracjonalnego korzystania z zasobów środowiska.

Cele:

Uczeń:

- dzieli produkty szklane ze względu na zastosowanie (gospodarcze, opakowania, techniczne, budowlane) oraz skład (sodowe, potasowe, kwarcowe, ołowiowe)
- rozumie zależność rodzaj szkła – skład szkła (np. ołowiowe – odporne na wstrząsy – szyby samochodowe),
- wymienia i opisuje sposoby utylizacji szkła,
- rozumie konieczność selekcji odpadów w celu racjonalnego wykorzystania szkła,
- wymienia zalety stosowania opakowań szklanych.

Metody i techniki:

- metoda „za i przeciw”
- praca z tekstem
- praca frontalna i grupowa (6 osób)

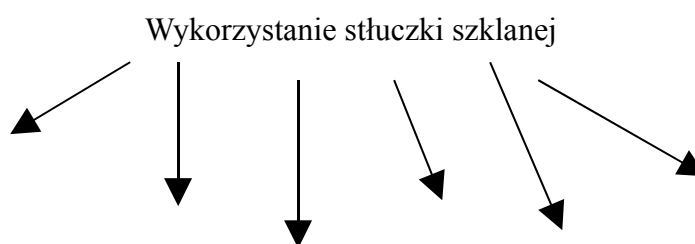
Środki:

- różnorodne produkty szklane
- arkusze papieru
- kolorowe flamastry
- przylepce
- materiały pomocnicze – fragmenty tekstu z „Poradnika gospodarowania odpadami”
- tabela do uzupełnienia

Czas: 2 jednostki lekcyjne

Przebieg lekcji

1. Wspólnie z uczniami przygotuj wystawkę, na której znajdą się przyniesione przez nich eksponaty oraz inne produkty ze szkła przygotowane przez Ciebie.
2. Poproś, aby uczniowie wypisali rodzaje produktów szklanych znajdujące się na wystawce, dzieląc je ze względu na zastosowanie. Wybrani przez Ciebie uczniowie odczytują swoje listy, a pozostali uzupełniają o inne produkty, które nie znalazły się na waszej wystawce.
3. Podaj uczniom klasyfikację produktów szklanych ze względu na ich skład chemiczny. Poleć, aby ponownie dokonali podziału eksponatów, tym razem biorąc pod uwagę surowce, z których zostały wykonane. Uzupełnij podane przez uczniów listy produktów szklanych wg kryterium składu chemicznego.
4. Rozdaj uczniom tabelę / materiał pomocniczy / i poleć, aby każdy z nich indywidualnie ją uzupełnił. Wybrani przez ciebie uczniowie odczytują dane z tabeli.
5. Podziel uczniów na 6 osobowe grupy, których zadaniem będzie opracowanie przynajmniej trzech wad i zalet stosowania opakowań szklanych. Podawane przez uczniów propozycje wad i zalet wpisuj do tabeli znajdującej się na tablicy / lub dużym arkuszu papieru /. Po wyczerpaniu się wszystkich argumentów zarządz głosowanie nad problemem: *czy należy stosować opakowania szklane ?* Zapytaj uczniów głosujących "za" czym kierowali się podejmując decyzję. O motywację decyzji zapytaj również uczniów głosujących przeciw. Zwróć uwagę uczniów na to:
 - że podobnymi lub takimi samymi argumentami kierują się konsumenci ,
 - że opakowania szklane zyskują na popularności wtedy, gdy racjonalnie wykorzystywane będą odpady (selekcja odpadów i powtórne wykorzystanie w produkcji).
6. Ponownie podziel uczniów na grupy i rozdaj grupom tekst dotyczący wykorzystania szkła jako surowca wtórnego. Podkreśl, że każda z grup otrzymała inny materiał , a jej zadaniem jest wyszukanie sposobów utylizacji szkła . Narysuj na tablicy poniższy schemat i uzupełnij go wspólnie z uczniami w trakcie referowania wyników pracy grup.



7. Korzystając z wypełnionego grafu wspólnie z uczniami opiszcie wymienione sposoby utylizacji szkła.

Tabela do wypełnienia przez uczniów

NAZWA SZKŁA	GŁÓWNE SKŁADNIKI	WŁAŚCIWOŚCI	ZASTOSOWANIE
Szkło sodowe (zwykłe)			
	K_2O, CaO, SiO_2		
			Do wyrobu naczyń laboratoryjnych, elementów aparatury optycznej, lamp kwarcowych
		Łatwo topliwe, o dużym współczynniku załamania światła	

Opracowanie: mgr Dorota Mironiuk
mgr Katarzyna Ignatiuk

Scenariusz zajęć 3

Temat: Przemysł szklarski w Polsce i wykorzystanie opakowań szklanych.
(wycieczka dydaktyczna do huty szkła Bioglass.)

Poziom: liceum ogólnokształcące

Przedmiot: chemia

Podstawa programowa: - chemia w życiu gospodarczym, społecznym i ochronie środowiska,
- ekonomiczne i społeczne aspekty związków między człowiekiem i jego działalnością a środowiskiem.

Standardy osiągnięć: - umiejętność posługiwania się zdobytą wiedzą chemiczną w życiu codziennym,
- umiejętność korzystania z różnych źródeł informacji,
- dostrzeganie zagrożeń dla współczesnej cywilizacji wynikających z nieracjonalnego korzystania z zasobów środowiska.

Cele:

Uczeń:

- weryfikuje wiedzę dotyczącą produkcji szkła,
- opisuje proces produkcji szkła,
- definiuje pojęcie "recykling",
- ocenia znaczenie ponownego wykorzystania stłuczki szklanej dla środowiska.

Metody i techniki:

- wycieczka dydaktyczna do huty szkła Bioglass.
- wywiad
- pogadanka

Środki dydaktyczne:

- zadania do wykonania w czasie wycieczki
/ grupa A, B /

Czas zajęć ok. 120 minut

Przebieg zajęć

1. Przedstaw uczniom krótko informację dotyczącą przemysłu szklarskiego w Polsce. Wyjaśnij, że dzisiejsze zajęcia w dużej części odbywać się będą w hucie szkła Biaglass. Przypomnij podstawowe zasady bezpieczeństwa obowiązujące podczas wycieczki. Podziel uczniów na 5 osobowe zespoły. Przydziel grupom symbole A lub B. Rozdaj materiał pomocniczy zawierający zadania grupy A lub B podczas wycieczki i poproś o przeczytanie go. Przed wyjściem do huty odpowiedz na wątpliwości uczniów.
2. Po powrocie z wycieczki podziel uczniowie w zespołach sprawozdania z wycieczki wg podanej wcześniej instrukcji. Przedstawiciele grup na forum klasy odczytują sprawozdania. Gdy grup jest więcej niż dwie możesz:
 - porównać sprawozdania tych samych grup i zastanowić się wspólnie z uczniami co jest powodem ewentualnych rozbieżności ,
 - zaproponować uczniom, aby zastanowili się nad najbardziej atrakcyjną formą przekazania pozostałym swojego sprawozdania.

Material pomocniczy

Zadania do wykonania w czasie wycieczki / grupa A /

W czasie wycieczki dowiedzcie się o:

- Cykl produkcji szkła,
- Historię zakładu,
- Osiągnięcia huty,
- Kłopoty huty.

Informacje możecie uzyskać obserwując pracę lub rozmawiając z pracownikami. Bardzo cennym źródłem wiedzy powinien być pracownik, któremu powierzone zostanie zadanie oprowadzania Waszej wycieczki.

Po powrocie do szkoły będziecie sporządzać sprawozdanie z wycieczki i przedstawić je innym uczniom. Zadbajcie o atrakcyjną formę prezentacji.

Zadania do wykonania w czasie wycieczki / grupa B /

W czasie wycieczki dowiedzcie się o:

- Rodzaje szkła produkowanego w hucie,
- Co to jest recykling,
- Źródła pozyskiwania przez hutę stłuczki szklanej,
- Kłopoty z wykorzystaniem stłuczki szklanej.

Informacje możecie uzyskać obserwując pracę lub rozmawiając z pracownikami. Bardzo cennym źródłem wiedzy powinien być pracownik, któremu powierzone zostanie zadanie oprowadzania Waszej wycieczki.

Po powrocie do szkoły będziecie sporządzać sprawozdanie z wycieczki i przedstawić je innym uczniom. Zadbajcie o atrakcyjną formę prezentacji.

Opracowanie: mgr Dorota Mironiuk
mgr Katarzyna Ignatiuk

Scenariusz zajęć 4

Temat: Recykling szkła – jak zbierać stłuczkę, sposoby i kłopoty.

Poziom: liceum ogólnokształcące

Przedmiot: chemia

Podstawa programowa: - chemia w życiu gospodarczym, społecznym i ochronie środowiska,
- ekonomiczne i społeczne aspekty związków między człowiekiem i jego działalnością a środowiskiem.

Standardy osiągnięć: - umiejętność posługiwania się zdobytą wiedzą chemiczną w życiu codziennym,
- umiejętność korzystania z różnych źródeł informacji
- dostrzeganie zagrożeń dla współczesnej cywilizacji wynikających z nieracjonalnego korzystania z zasobów środowiska.

Cele:

Uczeń:

- poda definicję recyklingu,
- opíše wykorzystanie opakowań i stłuczki szklanej,
- wymieni zalety opakowań szklanych,
- wyjaśni potrzebę prowadzenia recyklingu stłuczki szklanej w hutach (np. obniżenie energii cieplnej, obniżenie kosztów produkcji, oszczędność paliwa),
- omówi sposoby zbierania stłuczki i opakowań szklanych,
- rozumie konieczność selekcji odpadów w celu racjonalnego wykorzystania szkła.

Metody i techniki: - problemowa z wykorzystaniem metody metaplan
- praca w grupach

Środki: - arkusze szarego papieru
- chmurki do zapisania tematu
- kolorowe kółka, owale i prostokąty do zapisywania odpowiedzi i wniosków
- pinezki, taśma samoprzylepna, kolorowe flamastry

Czas: jedna godzina lekcyjna

Przebieg zajęć

I Część wstępna:

1. Wyjaśnienie pojęcia recykling i zapisanie na tablicy.
2. Podanie tematu lekcji.
3. Postawienie problemu: Czy recykling szkła jest potrzebny i dlaczego?

II Część główna:

1. Opracowanie plakatów metodą metaplanu
 - a) podział klasy na grupy
 - b) rozdanie instrukcji – załącznik 1 i ustalenie czasu pracy
 - c) praca w grupach
2. Prezentacja plakatów (uczniowie omawiają treść plakatów, odpowiadają na ewentualne pytania, udzielają wyjaśnień), nauczyciel jest obserwatorem

III Część podsumowująca:

1. Zebranie wniosków ze wszystkich plakatów
2. Wypracowanie i wypisanie wspólnych wyników dyskusji

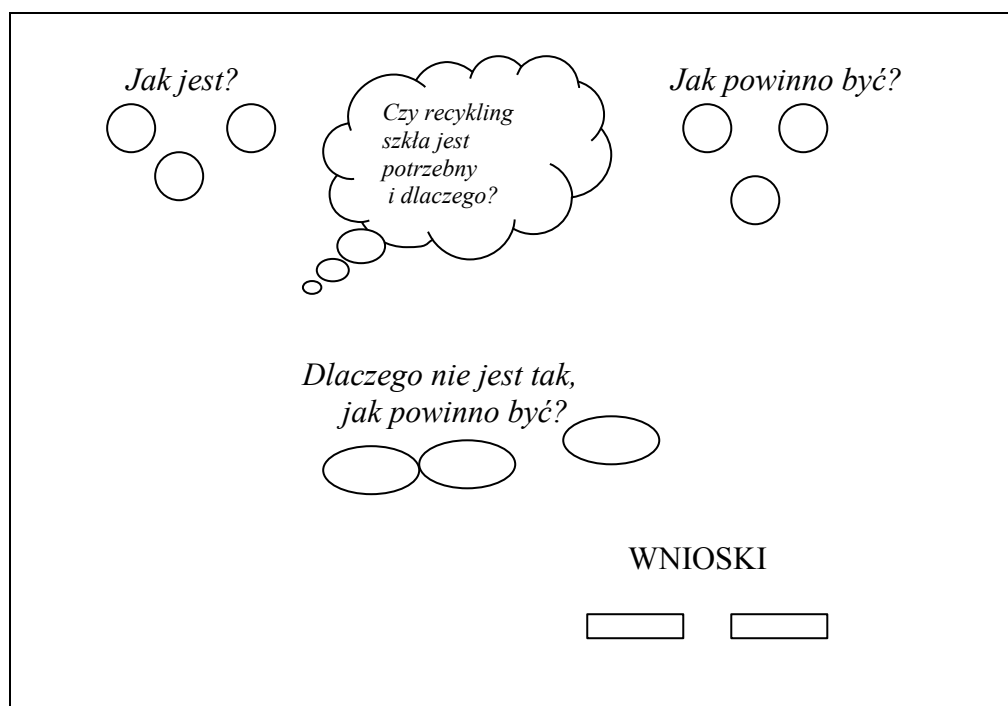
Praca domowa:

Przeanalizuj wyniki dyskusji i zapisz własne przemyślenia.

Instrukcja dla grupy (załącznik 1)

W oparciu o wcześniej zdobytą wiedzę, sprawozdanie z wycieczki, analizę zebranych informacji i analizę dostarczonych przez nauczyciela tekstów wykonajcie plakat wg rysunku 1, który będzie odpowiedzią na postawione pytanie. W chmurce zapiszcie pytanie: „Czy recykling szkła jest potrzebny i dlaczego?”. W obszarze *Jak jest?*, na kartkach w kształcie koła umieśćcie opis aktualnego stanu. W obszarze *Jak powinno być?* umieśćcie kartki – koła z opisem stanu, który chciałoby się osiągnąć. Na owalach umieszczonych pomiędzy kołami zapiszcie odpowiedzi na pytanie: *Dlaczego nie jest tak, jak powinno być?*. Wnioski zapisane na prostokątnych kartkach umieśćcie na dole plakatu. Przygotujcie prezentację swojej pracy. Wybierzcie osobę, która omówi treść plakatu, odpowie na pytania, udzieli wyjaśnień.

Rys 1.



Oddziaływanie hut szkła na środowisko i metody zmniejszenia lub eliminacji zagrożeń

Zagrożenia środowiska naturalnego.

Przemysł szklarski jest jedną z niewielu gałęzi produkcji, której uciążliwość dla środowiska naturalnego człowieka jest tak niewielka, iż nie jest ona, poza sporadycznymi przypadkami zarejestrowana w świadomości społecznej. Stopień zagrożenia przez poszczególne huty uzależniony jest od wielkości i rodzaju ich produkcji, technicznego uzbrojenia oraz rodzaju stosowanego paliwa. W wielu przypadkach można powiedzieć, że nie oddziałują one negatywnie na otoczenie. Dotyczy to zakładów produkujących zwykłe szkła sodowo-wapniowe, o prawidłowo zorganizowanej gospodarce surowcami i odpadami, w których stosuje się paliwa o niskiej zawartości siarki.

Największe potencjalne zagrożenie dla środowiska naturalnego stanowią huty produkujące szkła kryształowe oraz szkła macone fluorem. W pierwszym przypadku zagrożenie to wynika ze stosowania w zestawie związków ołowiu, który działa toksycznie zarówno w postaci stosowanej do zestawu, tj. pylistego tlenku, jak i par emitowanych w toku procesu topienia. Nie mniej groźnym potencjalnie – od procesu hutniczego – jest proces obróbki szkła, a szczególnie jego polerowanie. W toku tego procesu powstają duże ilości ścieków zanieczyszczonych zarówno mechanicznie, jak i chemicznie oraz toksycznych par.

W przypadku szkielek, w których produkcji stosowane są związki fluoru największym zagrożeniem jest wydzielający się w procesie topienia wolny fluor niebezpieczny dla całego życia biologicznego.

Zagrożenia dla środowiska ze strony przemysłu szklarskiego sprowadzić można do trzech zasadniczych problemów:

- emisji pyłów i gazów
- ścieków,
- utylizacji odpadów produkcyjnych.

Pyły i gazy

Podstawowym źródłem emisji tych zanieczyszczeń są piece topliwe, a w znacznie mniejszym stopniu pomocnicze. Koncentracja pyłów w spalinach pieców topliwych waha się w bardzo szerokich granicach. Zależy ona głównie od rodzaju topionego szkła. Najwięcej pyłów do atmosfery emitują piece wytapiające szkło kryształowe. Ich stężenie w wydalanych z wanny spalinach dochodzi do 0.4 g/m^3 , a zdarzają się przypadki przekraczania tej wartości. Piece topiące szkła sodowo-wapniowe emitują mniejsze ilości pyłów. O ilości pyłów emitowanych do atmosfery decyduje kilka czynników. Do podstawowych należy zaliczyć:

- skład chemiczny, surowcowy i granulometryczny zestawu,
- formę, w jakiej podawany jest zestaw, to znaczy, czy jest to zestaw surowy, granulowany czy brykietowany,
- wilgotność zestawu,

- sposób podawania zestawu do wanny, konstrukcję przestrzeni ogniowej i układu odzysku ciepła, szybkość ruchu spalin w przestrzeni ogniowej pieca.

Niezależnie od niesionych przez spaliny do atmosfery cząstek stałych niosą one w swoim składzie substancje lotne, stanowiące zagrożenie dla organizmów żywych, gleby i wód gruntowych.

Ze względu na emitowaną ilość, jak i toksyczność znaczenie mają jedynie następujące składniki: pary oraz tlenki ołowiu, wolny fluor i tlenek siarki. Ołów i jego tlenki są emitowane z wanien topiących szkła kryształowe. Pary ołowiu kondensują się w kanałach spalinowych i kominie. Część ich zostaje zatrzymana na tej drodze, reszta wydostaje się do atmosfery w postaci koloidalnej zawiesiny.

Fluor wydziela się w wyniku rozkładu wprowadzonych do zestawu fluoro krzemianów. Jego część wchodzi w strukturę szkła, część jednak ze spalinami wydostaje się do atmosfery. Ze względu na swą dużą aktywność chemiczną fluor niesiony ze spalinami wchodzi natychmiast w reakcję ze znajdującą się w powietrzu parą wodną, tworząc fluorowodór opadający na tereny wokół huty.

Skażenie ziemi i wód gruntowych wprowadza związki fluoru do łańcuch pokarmowego, wywołując groźne schorzenia u ludzi i zwierząt.

Tlenek siarki powstaje w wyniku spalania paliwa oraz w wyniku rozkładu wprowadzanych do zestawu siarczanów. Z chwilą dostania się do atmosfery wchodzi w reakcję z wodą, tworząc kwas siarkowy(IV) – kwaśne deszcze.

Przedstawiając zagrożenie środowiska ze strony hutnictwa szkła emitowanymi pyłami i gazami należy podkreślić, że ilość emitowanych do atmosfery zanieczyszczeń jest niewielka i ma marginalne znaczenie wobec emisji tych substancji przez inne gałęzie przemysłu.

ŚCIEKI

Ścieki hut szkła, w zależności od operacji, w jakiej zastosowana została woda, są mniej lub bardziej zanieczyszczone. Najmniej zanieczyszczeń niosą ze sobą wody stosowane do chłodzenia, gdyż zawierają jedynie minimalne ilości związków żelaza.. Największy ładunek obojętnych jak i toksycznych substancji, niosą w sobie ścieki pochodzące z wydziałów szlifowania i polerowania chemicznego szkła. Mają one temp. rzędu 40-45°C, pH ok. 2 oraz stężenie zanieczyszczeń dochodzące do 80 mg/dm³. W ich składzie znajduje się kwas siarkowy(VI) H₂SO₄, siarczan(VI) ołowiu PbSO₄, siarczan(VI)potasu K₂SO₄, siarczan(VI) sodu Na₂SO₄, siarczan(VI) baru BaSO₄, kwas fluorowodorowy HF oraz kwas fluorokrzemowy H₂SiF₆. Ścieki wydziałów polerowania szkła krążą w obiegu zamkniętym. Mogą więc być groźne dla środowiska tylko w przypadku awarii tych układów i przedostania się ich na zewnątrz.

Pozostałe rodzaje ścieków po uprzednim oczyszczeniu wydalone są poza obręb zakładów. W zależności od stopnia zanieczyszczenia stosowane są trzy rodzaje oczyszczalni:

- mechaniczne, gdzie ścieki są poddawane filtracji lub sedymentacji,
- biologiczne, usuwające lub mineralizujące związki toksyczne,
- kombinowane, w których ścieki poddawane są kolejno sedymentacji i mineralizacji.

Wyposażenie polskich hut szkła w urządzenia ochrony wód, ogólnie uznać należy za właściwe, choć spotyka się indywidualne przypadki, gdzie urządzenia są przestarzałe, o zbyt małej wydajności i nie najlepszej sprawności.

ODPADY PRODUKCYJNE

Odpady produkcyjne hut szkła to przede wszystkim wszelkiego rodzaju stuczka szklana. Chemicznie jest ona praktycznie obojętna. Z tego względu zagrożenie środowiska odpadami przemysłu szklarskiego sprowadza się do degradacji gruntów, na których są składowane oraz zmiany krajobrazu. W praktyce zjawiska takie występują sporadycznie i mają minimalny zasięg. Są one następstwem nieumiejętności ponownego wprowadzenia do procesu produkcyjnego odpadów będących nośnikami cennych surowców.

Opracowano na podstawie „Technologii szkła” pracy zbiorowej pod redakcją B. Ziemby.

Produkcja szkła

Podstawowym procesem przy wytwarzaniu wyrobów ze szkła jest otrzymywanie stopionej masy szklanej o żądanych właściwościach odpowiedniej do formowania wyrobów. Ponieważ przy otrzymywaniu masy szklanej decydującą rolę odgrywają przemiany chemiczne, zalicza się technologię szkła do technologii chemicznej.

Technologia szkła jest to nauka o sposobach i metodach przemysłowego wytwarzania różnych wyrobów szklanych, dodatkowej ich obróbki dla nadania im wymaganych cech oraz przetwarzania szkła. Jest to nauka o maszynach i agregatach służących do wytwarzania szkła i wyrobów szklanych oraz o działaniu tych maszyn i urządzeń. Jest to nauka o właściwościach szkła, masy szklanej, surowców i innych materiałów używanych do produkcji szkła.

Technologia szkła dzieli się na dwie części:

- technologię otrzymywania masy szklanej
- technologię kształtowania z tej masy pożądanymi przedmiotami.

Powszechnie rozróżnia się pojęcie wytwarzania szkła, czyli proces otrzymywania gotowych przedmiotów użytkowych, z wytopionej gorącej masy szklanej oraz pojęcie przetwarzania szkła, obejmujące taką produkcję, w której szkło jest materiałem, wyjściowym. Pewne grupy wyrobów szklanych stanowią materiał wyjściowy do otrzymywania produktów złożonych jak: rurki, pręty szklane używane do otrzymywania złożonej aparatury szklanej, ozdób choinkowych, ampulek do leków.

Opakowania szklane zawdzięczają swoją dominującą pozycję wśród ogółu opakowań swoistym właściwościom szkła, przede wszystkim jego wysokiej obojętności wobec przechowywanych produktów, możliwości zabezpieczenia ich przed działaniem czynników zewnętrznych oraz stosunkowo niskiemu kosztowi. Są one bardzo szeroko rozpowszechnione i muszą spełniać wysokie wymagania.

Przebieg produkcji szkła obejmuje następujące etapy:

1. składowanie surowców,
2. przygotowanie surowców,
3. sporządzanie zestawu,
4. topienie,
5. formowanie wyrobów,
6. odprężanie wyrobów,
7. kontrola jakości,
8. wykańczanie wyrobów,
9. ostateczna kontrola,
10. pakowanie wyrobów, magazynowanie i ekspedycja.

Ad 1). Surowce do produkcji szkła to: piasek kwarcowy, soda, wapień, dolomit, skalenie oraz stłuczka szklana.

SiO₂ jest podstawowym składnikiem większości szkieł przemysłowych, stanowi 65-80% masy. Ze wzrostem ilości SiO₂ zwiększa się temperatura mięknięcia szkła, rośnie lepkość oraz długość technologiczna.

Ad 2). Przygotowanie surowców polega na ich wyselekcjonowaniu i oczyszczeniu.

Ad 3). Sporządzanie zestawu tj. mieszaniny surowców szklarskich obejmuje takie operacje, jak oczyszczanie, transport gotowego zestawu do pieca topliwego. Surowce składowane są w odpowiednich zasobnikach, odważane są automatycznie albo do specjalnych pojemników, albo na przenośnik taśmowy i dostarczane do mieszarki, z której po wymieszaniu zestaw transportuje się do pieców topliwych.

Ad 4). Można tu wyróżnić takie procesy jednostkowe jak reakcje w fazie stałej między poszczególnymi surowcami, tworzenie się soli podwójnych i różnych krzemianów lub glinokrzemianów, dysocjację węglanów, powstawanie łatwo topliwych eutektyk i stopu krzemianów i glinokrzemianów, rozpuszczanie się w powstałym roztopie nieprzereagowanych ziaren piasku SiO_2 i w wyniku tego tworzenie się szkła, odgazowanie i ujednorodnienie powstałej masy szklanej, w końcu studzenie jej do odpowiedniej temperatury, w której masa szklana ma żadaną lepkość pozwalającą na formowanie wyrobów.

Ad 5). Przez oddziaływanie mechaniczne lub pneumatyczne nadaje się gorącej porcji szkła żądany kształt, który utrwała się przez obniżenie temperatury i zwiększenie przez to lepkości szkła do granic, gdy nie może już nastąpić zmiana postaci.

Metody formowania wyrobów z gorącej masy szklanej to m.in.:

- a). rozdmuchiwanie porcji masy szklanej,
- b). wytłaczanie wyrobów w formach
- c). ciągnięcie masy szklanej,

Ad a). Najstarsza z metod, polega na rozdzieleniu porcji masy szklanej przez wtłaczanie powietrza do jej wnętrza lub wywoływanie próżni w formie, w której nadaje się masie szklanej, pożądaną kształt. Odbywa się to za pomocą piszczeli lub odpowiednich maszyn.

Ad b). Działanie nacisku wytłocznika na masę szklaną znajdującą się w formie. Zewnętrzna powierzchnia formowanego szkła przybierze kształt wewnętrznej powierzchni formy, wewnętrzna zaś kształt wytłocznika.

Stosuje się nieraz kombinowane metody formowania wyrobów szklanych, część wyrobu formuje się wytłaczaniem, a drugą część wydmuchiwaniem.

Ad c). Polega na poddawaniu masy szklanej rozciąganiu siłą działającą w jednym kierunku, pręty, rurki szklane-ręcznie.

Ad 6). Przy szybkim stygnięciu szkła w zakresie temperatur mięknięcia powstają w nim naprężenia wewnętrzne na skutek niejednakowej prędkości stygnięcia warstw zewnętrznych i wewnętrznych. Gdy naprężenia przekroczą wytrzymałość szkła, powodują pękanie wyrobów. Dlatego należy studzić powoli wyrób po uformowaniu – to jest odprężanie.

Ad 7). Po odprężeniu wyroby poddaje się starannej kontroli, aby oddzielić wyroby wadliwe.

Ad 8). Niektóre rodzaje wyrobów szklanych po odprężeniu muszą być poddane obróbce dla nadania im ostatecznego użytkowego kształtu: obcinanie kap, zatapianie, szlifowanie, polerowanie.

Ad 9). Ostateczna kontrola – czy wyroby spełniają wszystkie wymagania przewidziane w normach.

Ad 10). Zabezpieczenie wyrobów przed uszkodzeniem i zniszczeniem. Szkła nie należy przechowywać w warunkach wilgotnych, gdyż powoduje to stopniowy rozkład powierzchni wyrobów i może doprowadzić do całkowitego jej zniszczenia.

Opracowano na podstawie „Technologii szkła” t.1– praca zbiorowa pod redakcją B. Ziembę.

WYKORZYSTANIE STŁUCZKI SZKLANEJ

Według światowych trendów rozwoju szkło będzie miało coraz szersze zastosowanie. Uważa się, że stanie się ono materiałem XXI wieku. Ze szkła coraz częściej wykonuje się ściany budynków. Takie zastosowanie szkła spowodowane jest nie tylko estetycznym wyglądem, ale efektywnością ekonomiczną. Wykorzystywanie szkła umożliwi odciążenie konstrukcji, zapewnia izolację termiczną, ułatwia konserwację. Poza tym przy jego wytwarzaniu niższe są koszty produkcji, aniżeli innych materiałów w przeliczeniu na jednostkę budowlaną.

Sklejenie dwóch tafli szkła przedzielonych folią z tworzywa sztucznego bardzo podnosi ich wytrzymałość na udary.

Zmniejszenie się w ostatnich latach zapotrzebowania na butelki do napojów chłodzących, w wyniku wprowadzenia opakowań jednorazowego użytku z tworzyw sztucznych i blachy należy traktować jako zjawisko przejściowe. Świadczą o tym doświadczenia krajów wysokorozwiniętych, gdzie po bardzo szerokim zastosowaniu tego typu opakowań i ogromnym zaśmieceniu środowiska, wraca się do opakowań wielokrotnego użytku ze szkła.

Zagospodarowanie stłuczki jest bardzo ważnym problemem, ze względu na ogromne ilości stłuczki trafiające do środowiska. Ponieważ system selektywnej zbiórki stłuczki nie jest powszechnie stosowany, powinny funkcjonować różnego rodzaju punkty skupu, firmy recyklingowe jak np. Recykling Centrum Sp. z o.o. w Jarosławiu.

KIERUNKI I METODY WYKORZYSTANIA STŁUCZKI SZKLANEJ

Wytwarzanie opakowań szklanych.

Jednym z najefektywniejszych i powszechnie stosowanych kierunków wykorzystania uzdatnionej stłuczki jest jej użycie do wtórnego topienia szkła i wytwarzania opakowań, bowiem uzyskuje się dzięki temu znaczne oszczędności pierwotnych surowców szklarskich oraz obniża koszty produkcji. Ponadto topienie szkła ze zwiększoną zawartością stłuczki w jego zestawie zmniejsza zapotrzebowanie na energię cieplną na skutek ograniczenia reakcji endotermicznych.

Każda tona stłuczki umożliwia zaoszczędzenie ok. 250 kg sody, 180 kg maczki wapiennej i 800 kg piasku. Dodatek 50% stłuczki może nawet dwukrotnie przedłużyć okres użytkowania pieca. Pozwala również na zaoszczędzenie energii cieplnej, a tym samym paliwa. Zużycie energii cieplnej maleje w miarę wzrostu udziału stłuczki szklanej.

Przerób stłuczki na wyroby wpływa również na zmniejszenie emisji CO₂, SO₂, Cl₂, F₂, pyłów, NO_x. Ograniczenie emisji CO₂ wynika ze zmniejszenia zużycia paliwa i surowców, które w procesie topienia ulegają rozkładowi. Emisja SO₂ do atmosfery spowodowana jest środkami klarującymi, jak siarczan(VI) sodu lub wapnia. Zawartość chlorków w sodzie jest dwudziestokrotnie wyższa aniżeli w stłuczce. Ograniczenie emisji tlenków azotu wynika z racji zmniejszenia spalania gazu w wannowych piecach szklarskich.

Produkcja włókien szklanych oraz mat i płyt izolacyjnych.

Gliwickie Przedsiębiorstwo Projektowania i Wyposażania Obiektów Przemysłowych opracowało metodę wytwarzania włókien ze stłuczki szklanej, polegającą na stopieniu jej w piecu wannowym z dodatkiem składnika bogatego w tlenek wapniowy lub tlenek sodowy. Surowcem do produkcji włókniny są szklane, włókniste odpady jak ścinki brzegowe, płątanka, ścinki, nici itp.

Utylizacja odpadów włókna szklanego rozwiązuje jednocześnie dwa problemy: obniżenie deficytu materiałów termoizolacyjnych w budownictwie i poprawę środowiska naturalnego.

Włókninę można stosować do izolacji cieplnej urządzeń i rurociągów, niezależnie od rozmiaru izolowanego obiektu i sposobu izolacji, w temperaturze 200-550°C. Nieznaczna zawartość substancji organicznych pozwala na wykorzystanie włókniny w obiektach zagrażających wybuchem.

Najefektywniej wykorzystuje się nowy materiał do termoizolacji rurociągów o małych średnicach, przyrządów mierniczo-kontrolnych, a także izolacji powierzchni mających złożoną konfigurację (np. odgałęzień, zaworów, łączników rurowych, trójników).

Włókno szklane znalazło szersze zastosowanie do wzmacniania wyrobów z tworzyw sztucznych, a zwłaszcza rur i kształtek, które ze względu na podwyższone ciśnienie wymagają wyższej wytrzymałości. Takie rury i kształtki wytwarzane są z laminatów, tzn. żywicy fenolowej z udziałem włókna szklanego. Tego rodzaju rury stosowane są do budowy rurociągów do wody, ropy, produktów naftowych, gazów, pary wodnej, przewodów wentylacyjnych, kominowych, ściekowych, min w przemyśle chemicznym i celulozowo – papierniczym. Mają one wysoką wytrzymałość $R_r=2500-5500 \text{ kg/cm}^2$ przy stosunkowo dobrej odporności cieplnej i chemicznej.

Rury z laminatów mają tę przewagę, iż stosunkowo łatwo można nadawać im skomplikowane kształty i tańszy jest ich montaż. Nie są przewodnikiem elektryczności i dlatego nie ulegają korozji elektrolitycznej (nie trzeba nanosić powłok zabezpieczających).

Wytwarzanie szkła piankowego.

Szkło piankowe ma strukturę komórkową wypełnioną gazem. Szkielet zbudowany jest ze szkła, najczęściej odpadowego (stłuczki), ma ono niski ciężar objętościowy, niską nasiąkliwość oraz dość znaczną wytrzymałość mechaniczną. Jest odporne na gnicie, działanie mikroorganizmów i niepalne.

Wytwarza się go z proszku szklanego, który uzyskuje się najczęściej z rozdrobnienia stłuczki szklanej krzemiankowo-sodowo-wapniowej.

Wytwarzanie grysów i cegieł.

W ramach prac nad kierunkami zagospodarowania różnokolorowej, mieszanej stłuczki szklanej, Oddział Instytutu Szkła i Ceramiki w Krakowie przeprowadziła badania nad możliwością jej zastosowania do produkcji grysów o granulacji od 5 do 20mm, nadających się do tynków elewacyjnych.

Może być ona zastosowana do wytwarzania cegieł jako materiał schudzający. Nawet przy niewielkim jej dodatku do cegły, np. 8%, można zagospodarować rocznie około 500 tyś. Mg, co znacznie przekracza możliwości jej pozyskania. Zastosowanie stłuczki w produkcji cegieł ma znaczenie przede wszystkim ekologiczne, gdyż wówczas nie będzie składowana w środowisku.

Stłuczka szklana w asfaltowych drogach.

W celu nieszkodliwego dla środowiska zagospodarowania stłuczki szklanej w różnych krajach prowadzi się badania i eksperymenty nad jej wprowadzeniem do asfaltów drogowych. Badania takie były min. prowadzone przez Uniwersytet Missouri pod kierownictwem prof. R. Malicha. Jego zdaniem, zmielona stłuczka szklana nie jest lepsza od piasku i żwiru ale może być zamiennikiem korzystnym dla środowiska.

Podano również kilka wariantów stosowania stłuczki do dróg asfaltowych, a mianowicie jako:

- Warstwa mrozoodporna w ilości 2-30%
- Górna warstwa nośna związana bituminami w ilości 10-15%,
- Warstwa kryjąca w niewielkiej ilości,

Przeprowadzone w Polsce doświadczenia dały wynik negatywny, co znalazło odzwierciedlenie w piśmie IDM/TW Instytutu Badawczego Dróg i Mostów. Podstawowym zarzutem był brak dostatecznej przyczepności asfaltu do szkła.

Wykorzystanie stłuczki szklanej niejednorodnej do mas ceramicznych.

Nadwyżka (niejednorodnej) mieszanej stłuczki szklanej może być wykorzystywana jako dodatek do mas ceramicznych. Dodatek ten umożliwia wytwarzanie spieków ceramicznych w niższych temperaturach (800-1000°C), a tym samym uzyskuje się oszczędność energii cieplnej.

Inne zastosowanie stłuczki szklanej.

Istnieją jeszcze inne możliwości wykorzystywania stłuczki szklanej, a mianowicie do produkcji:

- Nośników katalizatorów,
- Szklanych płytek budowlano-dekoracyjnych,
- Różnego rodzaju płyt izolacyjnych,
- Grysów budowlanego spienionego (izolacja),
- Materiałów filtracyjnych,

A także wypełnienia do farb i lakierów oraz betonów. Stłuczka wykorzystywana jest również jako proszek do czyszczenia metali.

Nie wszystkie wymienione zastosowania wydają się atrakcyjne, zwłaszcza gdy wymagają zmielenia stłuczki, gdyż czynność ta jest pracochłonna, dokuczliwa dla zdrowia pracowników obsługi młynów oraz kosztowna w wyniku szybkiego zużywania się zrzadzeń. Jest także energochłonna i nie wytrzymuje konkurencji z tanimi i łatwo dostępnymi materiałami, takimi jak piasek budowlany. Jednakże wiele nowych kierunków wykorzystania stłuczki zasługuje na uwagę i rozważanie celowości ich zastosowania..

Opracowano na podstawie „Technologii szkła” pracy zbiorowej pod redakcją B. Ziemby.