
**Komenda Wojewódzka
Państwowej Straży Pożarnej w Warszawie**

**SZKOLENIE PODSTAWOWE
STRAŻAKA RATOWNIKA
OCHOTNICZEJ STRAŻY POŻARNEJ**

11.Podstawy fizykochemii spalania

Warszawa marzec 2022 r.



11.Podstawy fizykochemii spalania

CELE SZCZEGÓŁOWE:

W wyniku realizacji tematu słuchacz powinien umieć:

W wyniku realizacji tematu słuchacz powinien umieć:

- ❖ *wymienić czynniki determinujące proces spalania;*
- ❖ *wyjaśnić na podstawie przykładu spalanie płomieniowe;*
- ❖ *wyjaśnić na podstawie przykładu spalanie bezpłomieniowe;*
- ❖ *omówić budowę płomienia;*
- ❖ *omówić przebieg spalania wybranych ciał stałych, cieczy i gazów;*
- ❖ *wskazać metody i sposoby przerywania procesu spalania;*
- ❖ *omówić zjawisko wyrzutu i wykipienia cieczy.*

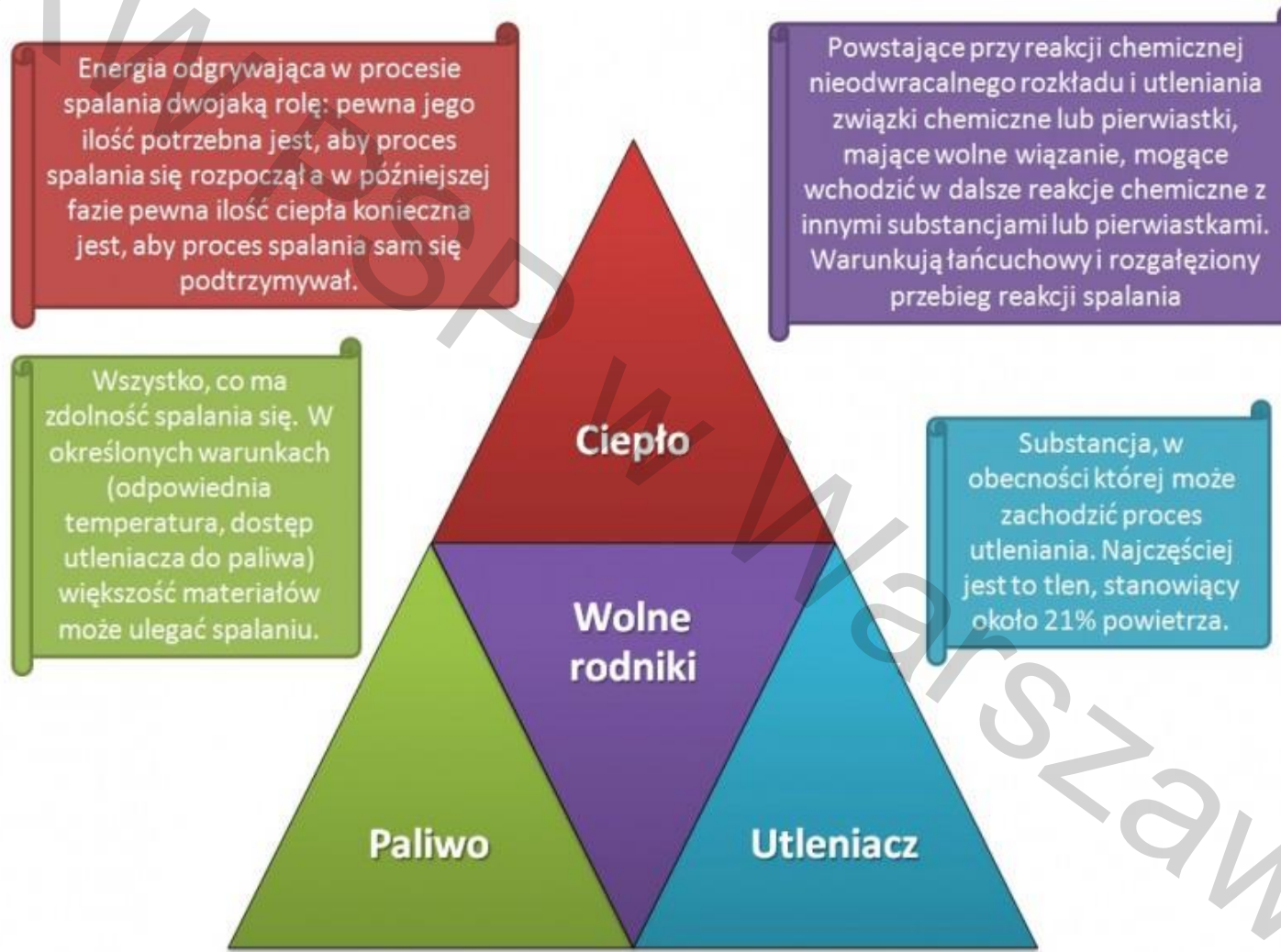


Spalanie - to proces fizykochemiczny polegający na wzajemnym oddziaływaniu materiału palnego i powietrza, charakteryzujący się wydzielaniem ciepła i światła.

Warunkami zaistnienia procesu spalania są:

- ❖ **obecność paliwa**
- ❖ **obecność utleniacza (w odpowiednim stężeniu),**
- ❖ **obecność źródła ciepła (o odpowiedniej mocy lub temperaturze),**
- ❖ **obecność w płomieniu pośrednich produktów (rodników) warunkujących ciągłość spalania; produkty te tworzą się w przestrzeni objętej spalaniem**





Proces spalania może przebiegać jako spalanie płomieniowe lub spalanie bezpłomieniowe (tlenie lub żarzenie).



Spalanie płomieniowe jest procesem spalania palnej fazy lotnej. Zachodzi ono podczas spalania gazów, cieczy i materiałów stałych, które podczas ogrzewania przechodzą w stan lotny.

Spalanie bezpłomieniowe dzieli się na :

Tlenie- to powolne spalanie materiału, bez emisji światła widzialnego – charakteryzujące się wydzielaniem dymu i wzrostem temperatury.

Ten rodzaj spalania dotyczy głównie materiałów pochodzenia naturalnego: węgla drzewnego, filcu, torfu, suchych trocin które podczas spalania nie przechodzą w stan lotny.

Żarzenie – jest to zjawisko świecenia powierzchni palnego materiału nieorganicznego, który nie ulega rozkładowi termicznemu, lecz ogrzał się w wyniku różnych zjawisk i przemian chemicznych



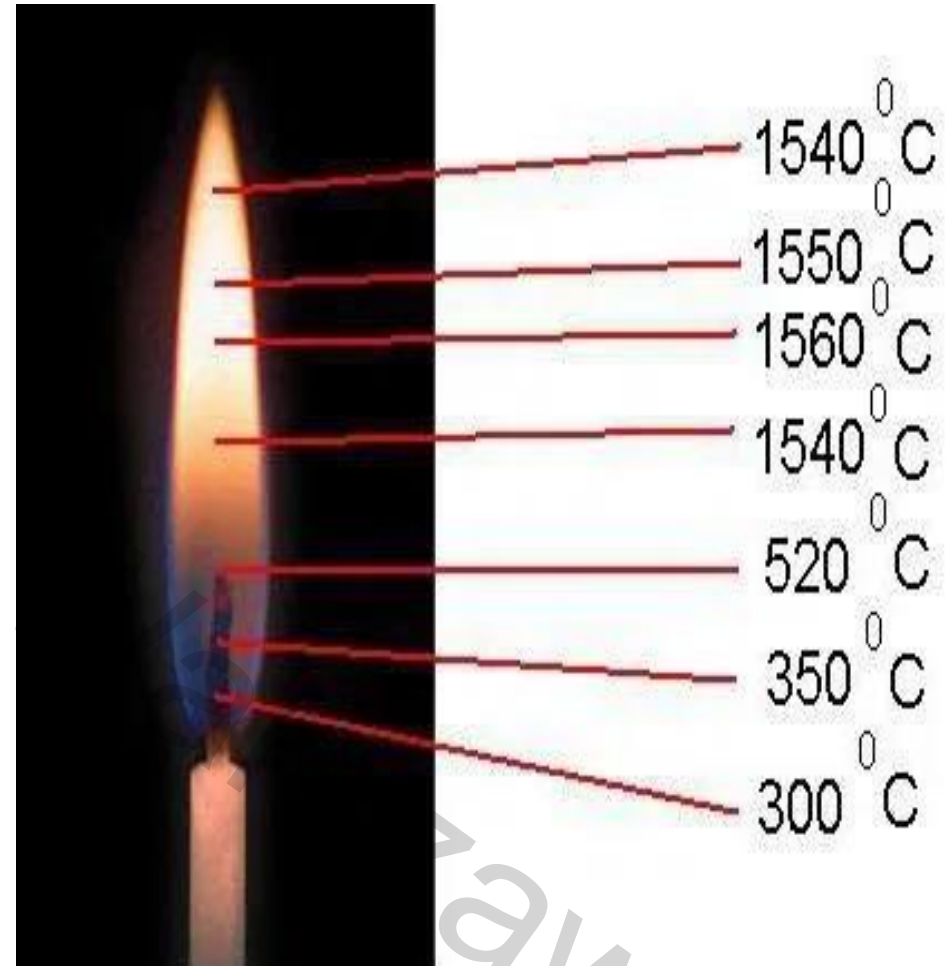
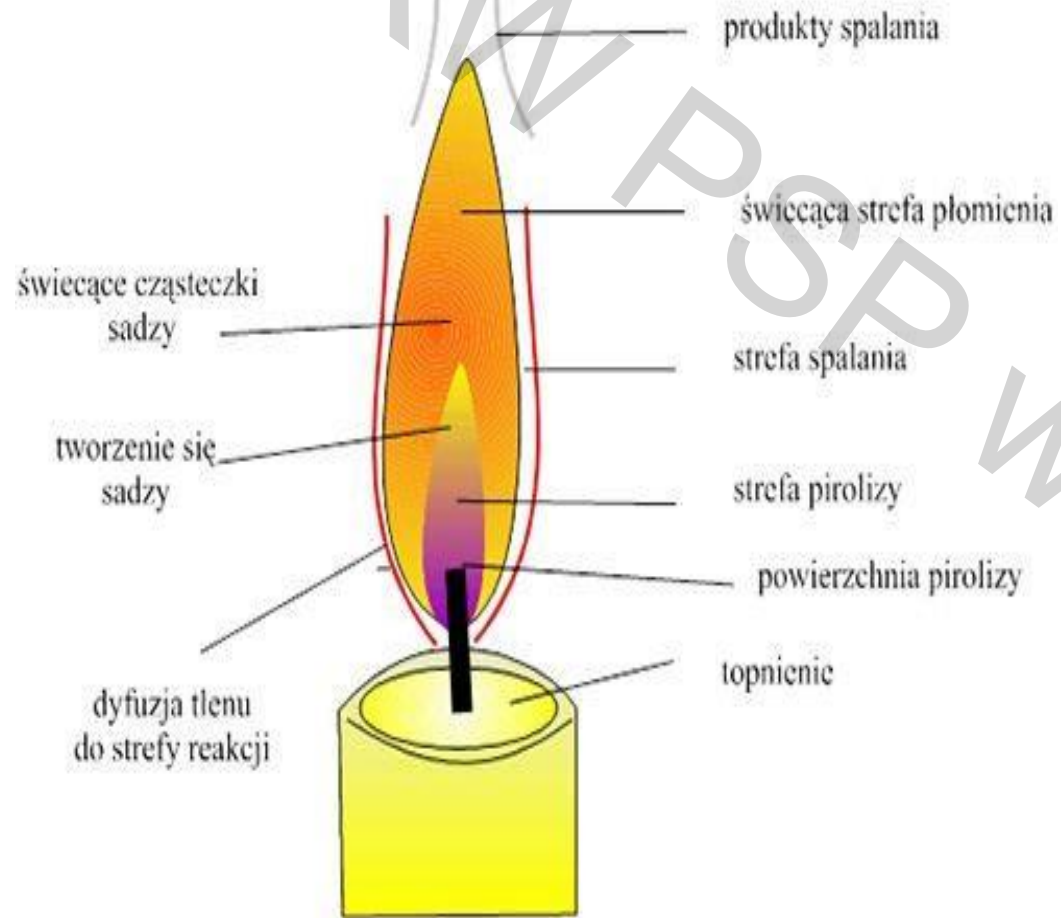
Płomień – zjawisko spalania gazu, w którym zachodzą reakcje rozkładu i spalania. Paliwem w płomieniu jest zawsze gaz. Płomień nad cieczą występuje wskutek parowania tej cieczy, zaś płomień nad palącym się ciałem stałym świadczy o wydzielaniu się palnego gazu wskutek rozkładu paliwa (piroliza).

Możemy wyróżnić dwa rodzaje płomieni:

Płomień dyfuzyjny – płomień powstały w wyniku zapalenia tej części objętości, w której następuje mieszanie się paliwa z powietrzem (utleniaczem); szybkość spalania w płomieniu dyfuzyjnym jest określona szybkością dyfuzji (przenikania) powietrza do strefy spalania płomienia np. płomień świecy.

Płomień kinetyczny – płomień powstały w warunkach, gdy substancja palna była już wstępnie, przed zapaleniem zmieszana z powietrzem, oznacza to, że szybkość spalania określana jest przede wszystkim szybkością przebiegu reakcji spalania.

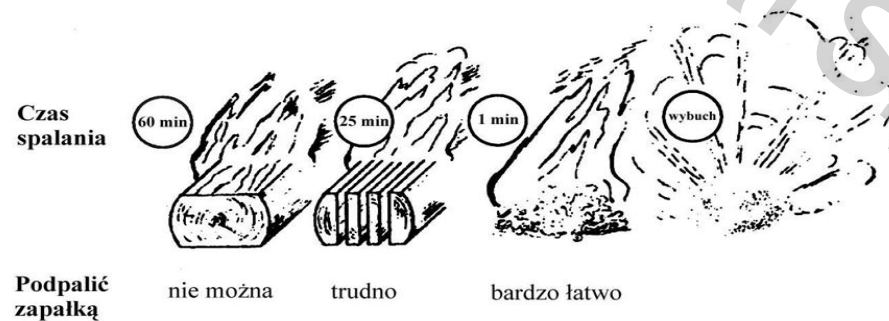




Ciała stałe- pod wpływem ciepła poddane zostają rozkładowi termicznemu, wydzielając substancje lotne, palące się płomieniem. Na powierzchni tworzy się powłoka węglowa ulegająca żarzeniu. Bez płomienia spalać się będą ciała pozbawione gazów (koks, węgiel drzewny).

Zapalenie – jest to proces spalania powstały w wyniku równomiernego ogrzewania materiału palnego do takiej temperatury, w której jego produkty rozkładu termicznego zapalają się samorzutnie - pojawienie się płomienia. (charakteryzuje się temperaturą zapalenia).

Temperatura zapalenia – jest to najniższa temperatura ciała stałego, który ogrzany ciągłym źródłem ciepła ulegnie rozkładowi termicznemu, tworzy się palna faza lotna, która samorzutnie zapala się w całej objętości.



Ciecze palne - spalają się powierzchniowo, parując uprzednio. Zapalenie następuje z chwilą gdy osiągnięte zostanie odpowiednie stężenie par i pojawi się bodziec energetyczny o odpowiedniej temperaturze.

Spalaniu ulegają tylko pary cieczy palnej, a wytworzone ciepło podgrzewa ciecz intensyfikując proces parowania i spalania. Spalanie przebiega z wydzielaniem się płomienia o stosunkowo wysokiej temperaturze. Spalanie par cieczy może przebiegać wybuchowo.

Temperatura zapłonu- najniższa temperatura, do której należy podgrzać ciecz palną, aby nad jej powierzchnią powstała mieszanina par cieczy z powietrzem zdolna do zapalenia się, chociaż na krótką chwilę od przesuniętego płomienia tuż nad jej powierzchnią.



Gazy palne - charakteryzują się największą szybkością spalania a także zdolnością do zapalenia. Spalaniu towarzyszy wydzielanie dużych ilości ciepła. Gazy palą się płomieniem, którego intensywność i temperatura zależą od składu chemicznego gazu i jego stężenia w mieszaninie z powietrzem. W określonych warunkach zachodzić może spalanie wybuchowe, tzn. wówczas, gdy substancja palna znajduje się w określonym stężeniu w powietrzu.

W celu zapoczątkowania reakcji spalania w mieszaninie palnej gazowej niezbędne jest dostarczenie do niej bodźca energetycznego np. w postaci iskry elektrycznej.

Aby mieszanina gazu lub pary z powietrzem mogła się spalać, stężenie składnika palnego w mieszaninie musi znajdować się w wybuchowym zakresie stężeń, tzn. pomiędzy górną a dolną granicą wybuchowości.



Dolna Granica Wybuchowości (DGW) - najniższe stężenie substancji palnej (gazów, par, pyłów) przy której może nastąpić zapłon tej substancji, pod wpływem bodźca termicznego.

Górna Granica Wybuchowości (GGW) - najwyższe stężenie substancji palnej w mieszaninie z powietrzem, przy którym jeszcze może nastąpić zapalenie się tej substancji i jej wybuch pod wpływem bodźca termicznego



Usunięcie materiału palnego - ze sposobem tym spotykamy się także podczas gaszenia niemal wszystkich pożarów, kiedy to usuwamy materiały bezpośrednio zagrożone, tworzymy przerwy ogniowe Np. podczas pożarów lasów bądź pól rolnych.

Odcięcie dopływu tlenu - mamy na uwadze odcięcie dopływu tlenu do strefy spalania, czyli izolowanie substancji uczestniczących w procesie spalania od dopływu tlenu z zewnątrz. Najprostszym sposobem może być przykrycie palącego się obiektu kocem gaśniczym, podanie odpowiednich środków gaśniczych (także w odpowiedni sposób - dostosowany do warunków spalania), albo też uszczelnienie aparatów technologicznych bądź pomieszczeń, w którym spalanie przebiega.

Rozcieńczanie substancji - odnosi się głównie do cieczy i gazów. Efekt rozrzedzenia uzyskać możemy przez oddziaływanie wodą itp. w przypadku alkoholi lub innych substancji rozpuszczalnych w wodzie; poprzez oddziaływanie pary wodnej bądź innych gazów nie podtrzymujących procesów spalania. Niezależnie od tego czy rozcieńczanie dotyczy substancji palnej czy palny materiał rodnikowa reakcja ciepło tlen też tlenu w otoczeniu, doprowadzamy do zwolnienia reakcji spalania, a tym samym zmniejszenia wydzielania ciepła.

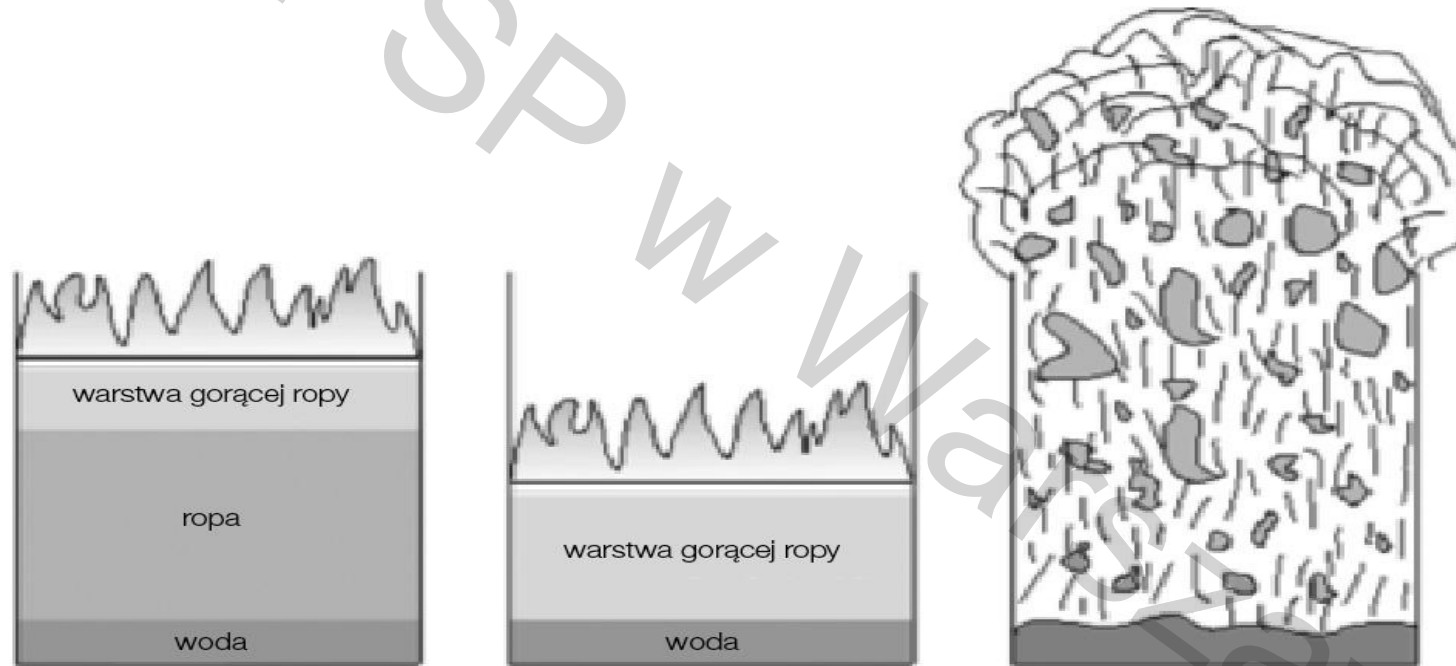


Odbieranie ciepła - polega na wprowadzeniu w strefę spalania środków ochładzających środowisko, w którym przebiega proces spalania, zwiększając różnicę temperatur między strefą spalania a otoczeniem i przyspieszając oddawanie ciepła środowisku, bądź też ochładzając palące się materiały. Decydujące znaczenie będzie miało tutaj zastosowanie odpowiednich środków gaśniczych oraz wybór odpowiedniej techniki ich podawania

Przerwanie łańcuchowej reakcji spalania - odbywa się to w drodze wywołania reakcji doprowadzających do powstania związków przerywających przebieg reakcji łańcuchowej, bądź na stworzeniu warunków, w których środki czynne utracą swą energię aktywacji przez fizyczne zderzenie z ekranem (działanie inhibicyjne lub antykatalityczne). Wspomniany efekt uzyskujemy przez podanie odpowiednich środków gaśniczych.



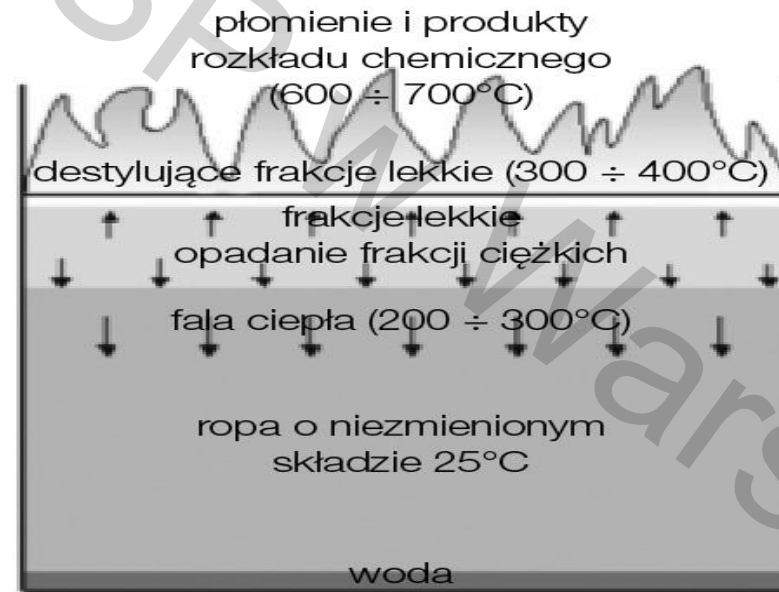
Wyrzut - nagły wzrost ciśnienia w otwartym zbiorniku, spowodowany dojściem warstwy przegrzanej do warstwy wody znajdującej się na dnie zbiornika i zamienienia ją w parę, w czasie długotrwałego spalania mieszaninie cieczy palnych (np. ropa, nafta).



Rys. 2. Schemat procesu wyrzutu ropy z palącego się zbiornika



Wykipienie- przegrzana ciecz ropopochodna ulega wykipieniu w wyniku wyparowywania wody zdolnej części zbiornika. Wykipienie następuje w wyniku przegrzewania się cieczy w głąb oraz gwałtownego wydobywania się z głębi zbiornika pęcherzyków pary wodnej tworzących rodzaj emulsyjnej piany, która rozpala się na powierzchni i przelewa przez ścianki zbiornika.



Rys. 1. Rozprzestrzenianie się warstwy przegrzanej (fali ciepła) podczas pożarów zbiorników z ciężkimi produktami naftowymi



11. Podstawy fizykochemii spalania

Literatura:

- ❖ Profit – Szczepańska M., Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożarów, SA PSP, Kraków 1994.
- ❖ Szymon Kokot - Materiały dydaktyczne przeznaczone do realizacji „Szkolenia z zakresu gaszenia pożarów wewnętrznych”,
- ❖ Przegląd pożarniczy – Rozpoznawanie zagrożeń- Zjawisko wykipienia i wyrzutu.
- ❖ www.info-ogrzewanie.pl



Dziękuję za uwagę

