

mgr TOMASZ SAWICKI
Biegły sądowy z zakresu pożarnictwa
Sąd Okręgowy w Legnicy

Tworzywa sztuczne a zagrożenie pożarowe

Tworzywa sztuczne są obecnie powszechnie stosowane, opanowały bowiem niemal wszystkie dziedziny gospodarki i życia codziennego. Stało się to możliwe dzięki takim zaletom tworzyw sztucznych, jak: mały ciężar właściwy, wysoka odporność na działanie czynników chemicznych, łatwość przetworstwa i barwienia oraz estetyczny wygląd. Wymienione zalety tworzyw sztucznych spowodowały, że są one szeroko stosowane szczególnie w takich gałęziach przemysłu, jak: budowa maszyn i urządzeń, transport, budownictwo, medycyna, elektrotechnika, elektronika, meblarstwo, zabawkarstwo, gospodarstwo domowe czy wreszcie drobna galanteria użytkowa i ozdobna.

Do podstawowych wad tworzyw sztucznych należy zaliczyć ich niskie właściwości mechaniczne, małą odporność cieplną i stosunkowo niską temperaturę rozkładu. Tworzywa sztuczne stwarzają dodatkowo poważne zagrożenie w warunkach pożaru.

Każdy pożar, bez względu na to, gdzie powstał, charakteryzuje się wydzielaniem dymu składającego się z mieszaniny powietrza i gazów z cząstkami stałymi i ciekłymi powstającymi w wyniku niecałkowitego spalania. Występujące w środowisku pożaru produkty spalania lub rozkładu termicznego (pirolizy) tworzą złożoną mieszaninę gazów i zawieszonych cząstek, która stwarza dla człowieka wiele zagrożeń, w tym najgroźniejszym jest toksyczność. Pożary te charakteryzują się tym, że mają przeważnie gwałtowny i dynamiczny przebieg, zwłaszcza gdy palą się porowate tworzywa sztuczne. Wówczas ulegają rozkładowi termicznemu już w dość niskich temperaturach (około 180

÷ 400 °C), w wyniku którego wydzielają się znaczne ilości dymu, sadzy i lotnych substancji toksycznych (toksyczne produkty rozkładu), a także następuje ściekanie płonącymi kroplami.

W warunkach pożaru tworzyw sztucznych mogą tworzyć się zarówno produkty rozkładu termoutleniającego jak i pełnego lub niepełnego spalania. Poniżej temperatury zapalenia mamy do czynienia z produktami rozkładu termoutleniającego, zaś powyżej – z produktami spalania.

W tabeli 1. przedstawiono temperatury zapalenia niektórych tworzyw sztucznych.

Wydzielanie się produktów spalania w warunkach pożaru stanowi największe niebezpieczeństwo dla życia i zdrowia ludzkiego ze względu na:

- gwałtowne ograniczenie widoczności
- utrudnienie oddychania spowodowane niedoborem tlenu oraz ich działaniem toksycznym
- działanie termiczne spowodowane wysoką temperaturą mogącą uszkodzić układ oddechowy.

Zagrożenie życia ludzkiego w czasie pożaru zależy od rodzaju substancji toksycznych, ich stężenia oraz warunków pożaru (rozmiarów przestrzennych, obciążenia ogniowego, stanu rozdrobnienia materiałów palnych, wentylacji). Na przykład 1 kg polichlorków winylu (płytki PCV, pojemniki plastikowe itp.) spalanych w warunkach pożaru wydziela 280 litrów trującego chlorowodoru. Natomiast 1 kg poliuretanów (gąbka, uszczelki itp.) wytwarza 30 ÷ 50 litrów cyjanowodoru, jednej z najsilniejszych trucizn. Po spalaniu 1 kg pianki poliuretanowej w pomieszczeniu o objętości 30 m³ stężenie

Tabela 1
TEMPERATURY ZAPALENIA I TOPNIENIA TWORZYW SZTUCZNYCH

Rodzaj materiału	Temperatura zapalenia [°C]	Temperatura topnienia [°C]
ABS	416	88÷125
Akryl	560	91÷125
Anilana	330	
Celuloza	475÷540	49÷121
Elana	460	
Nylon	424÷532	160÷275
Poliamid (tarnamid)	460	
Poliester	432÷488	220÷268
Polietylen ld	349	107÷124
Polietylen hd	349	122÷137
Polimetakrylan metylu	430	
Polipropylen	570	158÷168
Polistyren	488÷496	100÷120
Poliuretan	416	85÷121
Poliwęglan	580	140÷150
PTFE	530	327
P.vinylidenechlor	454	212
PVC	435÷557	75÷110

Zapalenie następuje wówczas, gdy powstałe w wyniku rozkładu termicznego gazy osiągną stężenie mieszczące się w granicach zapalności oraz temperaturę równą temperaturze zapalenia chociaż jednego ze składników tych gazów. Wówczas płomień pojawi się samorzutnie, a materiał zacznie się palić.

niebezpieczne dla życia może zostać przekroczone po 90 sekundach. Ponadto podczas niskotemperaturowego spalania tworzyw sztucznych wytwarzają się dioksyyny, które są bardzo groźnymi związkami chemicznymi, pochodnymi chloru. Czę-

Tabela 2

CHARAKTERYSTYKI TWORZYW SZTUCZNYCH ORAZ RODZAJE POWSTAJĄCYCH
PRODUKTÓW SPALANIA I ROZKŁADU W WARUNKACH POŻARU

Materiał	Ciepło spalania [kJ/kg]	Palność	Produkty spalania i rozkładu	
			rozkład	spalanie
Epoksydy	–	palne	epichlorohydryna, toluol, związki chloroorganiczne	HCl, CO, CO ₂ , kwas mrówkowy
Fenoloformaldehydy	–	palne, trudno zapalne	fenol, formaldehyd, cyjanowodór	CO, CO ₂ , kwas mrówkowy
Fluoroplasty	–	palne	fluorowodór, HCl i inne	HCl, CO, CO ₂ i inne
Mocznik formaldehydowy	–	trudno zapalne	mocznik, formaldehydy, związki cyjanu	CO, CO ₂
Polietylen	46 500	palny	etylen, nieokreślone węglowodory	CO, CO ₂ , NO ₂
Polichlorek winylu	16 700-29 300	palny, trudno zapalny	HCl, węglowodory aromatyczne, chlorek winylu	HCl, CO, CO ₂ , NO ₂
Polistyren	42 000	palny	manomery, dimery i trymery styrenu	CO, CO ₂ , NO ₂
Poliocetan winylu	22 850	palny	ocetan winylu	CO, CO ₂
Poliakrylan	27 700	palny	kwas akrylowy i metaakrylowy, HCl	CO, CO ₂ , NO ₂
Poliamid	30 900	palny	cyjanowodór	CO, CO ₂
Poliuretany	23 250	palne	dwuizocyjanki, cyjanowodór	CO, CO ₂ , HCN, NO ₂
Silikony	–	niepalne	SiO ₂ , CO ₂ , kwas mrówkowy	CO, CO ₂ , SiO ₂ , HCOOH i inne
Silikony	–	niepalne	SiO ₂ , CO ₂ , kwas mrówkowy	CO, CO ₂ , SiO ₂ , HCOOH i inne

sto już po upływie 1 ÷ 2 minut od powstania ognia ludzie są narażeni na niebezpieczeństwo utraty życia, a główną przyczyną śmierci jest wdychanie gazów toksycznych. Skład i ilość produktów rozkładu i spalania zależy również od dostępu powietrza. W wypadku niedoboru powietrza powstają produkty niepełnego spalania (np. pożary w mieszkaniach, biurach). Gdy dostęp powietrza jest swobodny (w niższej temperaturze) następuje spalanie całkowite (np. pożar na otwartej przestrzeni, w dużych magazynach).

W tabeli 2. przedstawiono charakterystyki tworzyw sztucznych oraz rodzaje powstających produktów spalania i rozkładu w warunkach pożaru.

Substancje szkodliwe powstałe w wyniku spalania przedostają się do organizmu ludzkiego przez ich wdychanie lub

wskutek absorpcji przez skórę, przenikają one także do przewodu pokarmowego. Zagrożenie lotnymi substancjami jest funkcją stężenia, szybkości jego narastania i czasu przebywania w atmosferze skażonej, a w niektórych przypadkach zależy od stanu aktywności fizycznej (np. szybki oddech przy zmęczeniu lub dużym wysiłku fizycznym).

Prowadzone badania potwierdzają, że nadal (mimo stałego rozszerzania asortymentu związków chemicznych) najgroźniejszym i najczęściej spotykanym gazem, wchodzącym w skład produktów spalania, w tym powstającym z płonących tworzyw sztucznych, pozostał tlenek węgla (CO). Tlenek węgla jest gazem bardzo toksycznym, który stwarza zagrożenie w każdym stężeniu – w niższych stężeniach wywołuje utratę koordynacji ru-

chowej, w dużych stężeniach – nagłą śmierć. Ponad 0,2% zawartości tlenu węgla w powietrzu działa w krótkim czasie zabójczo. Zawartość tlenu węgla w gazach pożarowych wynosi 0,1 ÷ 0,5% objętości.

Wśród wydzielających się w pożarze dymów i gazów, obok tlenu węgla występuje *cyjanowodór* (HCN). Intensywnie wydzielający się z płonących tworzyw sztucznych cyjanowodór w pierwszym okresie pożaru może być wyłączną przyczyną zatrucia śmiertelnego osób przebywających w płonącym, zamkniętym pomieszczeniu. Cyjanowodór, jest jednym z najbardziej toksycznych gazów, a jego gwałtowne działanie paraliżuje system oddechowy już w pierwszym momencie kontaktu, powodując zaburzenia oddychania tkankowego w następstwie zablokowania enzymów komórkowych. Cyjanowodór posiada zapach migdałów, który zanika w zabójczych stężeniach i wchłania się przez drogi oddechowo-pokarmowe oraz skórę. Zawartość cyjanowodoru 0,011% (objętościowych) powoduje śmierć po 30 ÷ 60 minutach, natomiast zawartość 0,025% powoduje natychmiastową śmierć.

Dwutlenek węgla (CO₂) występuje w zwiększonym stężeniu podczas procesu spalania. Podczas pożaru w pomieszczeniach zamkniętych bardzo szybko może osiągnąć niebezpieczną dawkę. Stężenie CO₂ powyżej 2% w powietrzu wywołuje zaburzenia w mechanizmie oddychania. Dwutlenek węgla, drażniąc ośrodek oddechowy w następstwie wzmagania wentylacji płuc, co powoduje dodatkową możliwość zatrucia się innymi gazowymi produktami spalania. Podczas pożaru stężenie CO₂ wynosi 0,1 ÷ 2,5% objętości.

Fosgen (COCl₂) powstaje podczas procesu spalania przy obecności chloru w powietrzu. Jest silną trucizną o swoistym drażniącym zapachu zgniętego siana, działającą drażniąco na drogi oddechowe, wywołuje ostry obrzęk płuc i zmiany w krążeniu. Stężenie 0,005%, działające przez około 5 ÷ 10 minut powoduje zgon.

Tlenki siarki (SO₂, SO₃) są stałym składnikiem gazów i dymów pożarowych. Dwutlenek siarki działa bardzo gwałtownie, wywołując skurcz i obrzęki krtani, co może spowodować natychmiastowy zgon. Gazy pożarowe zawierają je w ilości około 0,1 do 0,3% objętości.

Fosforowodór, o zapachu podobnym do czosnku, wchłaniany jest przez drogi oddechowe, działa drażniąco na błony śluzowe, powodując uszkodzenie układu nerwowego. Jest bardzo toksyczny. Stę-

ludzkiego wynosi 140 mg/m^3 , a stężenie śmiertelne – 1400 mg/m^3 .

Fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) oddziałuje na nerwy i powoduje zaburzenia słuchu, bóle głowy, skłonność do kaszlu, osłabienie, swędzenie skóry. Dłuższy kontakt z fenolem powoduje zanik wrażliwości tkanki skórnej.

Formaldehyd jest gazem o silnym zapachu. Podrażnia spojówkę i śluzówkę górnych dróg oddechowych.

Problematyka palności materiałów z tworzyw sztucznych jest bardzo rozległa. Artykuł ten tylko te problemy sygnalizuje. Rokrocznie odnotowuje się w naszym kraju ponad 23 tys. pożarów w obiektach mieszkalnych. Statystyki pożarowe wykazują, że zdecydowanie najwięcej ofiar pochłaniają pożary w budynkach mieszkalnych, w których rocznie ginie około 500 osób, wśród których około 70% to ofiary zetknięcia z dymami i toksycznymi produktami spalania. Mimo że bezpośrednią przyczyną śmierci są najczęściej bardzo toksyczne produkty spalania i rozkładu termicznego, ciągle bar-

dzo mało popularne jest wyposażanie mieszkań w automatyczne czujki dymu. Urządzenia te bardzo skutecznie, już we wczesnej fazie, alarmują lokatorów mieszkania o powstałym pożarze, umożliwiając w wielu wypadkach ugaszenie ognia w zarodku oraz znacznie ograniczając straty materialne, a co najważniejsze, często ratując życie i zdrowie ludzkie.

PIŚMIENNICTWO

[1] Czurpiński B., Liszkowska J., Sadowska J. *Wybrane zagadnienia z palności tworzyw sztucznych i metody identyfikacji produktów ich spalania*. Ekologia i Technika. T. IX, nr 4, 2001

[2] Piórczyński W., Dobkowski Z. *Porównanie zagrożenia pożarowego stwarzanego przez wybrane materiały naturalne i tworzywa sztuczne*. Polimery, nr 4, 1996

[3] Pofit-Szczyńska M. *Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożarów*. Kraków 1994

[4] Skaźnik M. *Metody ograniczania zagrożeń powodowanych przez dymy i gazy pożarowe*. Mercor 1999



Magdalena Patelska – Ogólnopolski konkurs na plakat bezpieczeństwa pracy. CIOP, 1999

żenie $0,1 \div 0,2\%$ (objętościowych) w powietrzu wdychanym powoduje śmierć w ciągu 10 min.

Chlorowódor (HCl) występuje w gazach pożarowych i charakteryzuje się ostrą duszącą wonią o ostrym, kwaśnym zapachu. Chlorowódor działa drażniaco na spojówkę oczu i śluzówkę dróg oddechowych, wywołując zmiany zapalne. Stężenie niebezpieczne dla organizmu

Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach

zaprasza na studia dzienne i zaoczne w specjalnościach:

Zarządzanie bezpieczeństwem pracy

(inżynier; 3,5 roku)

Zarządzanie i psychologia w biznesie

(licencjat; 3 lata)

oraz na studia podyplomowe:

- Prawo pracy i ubezpieczeń
- Systemy zarządzania bezpieczeństwem pracy (PN-N 18001)
- Zintegrowane systemy zarządzania
- Rzeczoznawstwo i wycena wartości środków technicznych



WYŻSZA
SZKOŁA
ZARZĄDZANIA
OCHRONĄ
PRACY

Katowice, ul. Wojewódzka 33
tel. (032) 785 75 75, 785 79 02
www.wszop.edu.pl

