

ZNACZENIE DOPUSZCZALNYCH STĘŻEŃ I WYCZUWALNOŚCI SUBSTANCJI SZKODLIWYCH DLA WARUNKÓW PRACY I ŚRODOWISKA NATURALNEGO

Mariusz HOLTZER, Iwona KARGULEWICZ, Beata GRABOWSKA
Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Odlewnictwa, Katedra Tworzyw Formierskich
30-059 Kraków, ul. Reymonta 23

1. Wprowadzenie

W związku z przyjmowaniem przez Polskę obowiązujących w krajach Unii Europejskiej aktów prawnych i normatywów dotyczących ochrony środowiska, musi nastąpić istotna zmiana warunków, w których przyjdzie funkcjonować zakładom odlewniczym. Coraz większą uwagę trzeba będzie zwracać na zminimalizowanie negatywnego oddziaływania przedsiębiorstwa na środowisko naturalne oraz na zapewnienie pracownikom jak najlepszych warunków pracy. Działania w tym kierunku, jak wskazują doświadczenia innych krajów UE, przynoszą wymierne korzyści ekonomiczne, wynikające z ograniczenia zachorowalności osób zatrudnionych przy produkcji, a także zmniejszenia opłat naliczanych z tytułu zanieczyszczenia środowiska. Podjęcie konkretnych kroków zmierzających do poprawy bezpieczeństwa i higieny pracy, a także ograniczenia emisji oraz ilości wytwarzanych odpadów, wymaga dokładnej analizy wszystkich etapów procesu produkcyjnego zarówno pod kątem technologicznym, jak i ekologicznym oraz toksykologicznym. Dopiero takie kompleksowe podejście pozwoli na wprowadzenie konkretnych rozwiązań i wdrażanie nowych technologii, przyjaznych dla środowiska. Problem ten dotyczy także przemysłu odlewniczego. Poszczególnym etapom produkcji odlewniczej towarzyszy powstawanie i uwalnianie się szeregu zanieczyszczeń. Część z nich może stanowić zagrożenie dla środowiska naturalnego i niekorzystnie oddziaływać na zdrowie ludzkie. Szkodliwe substancje mogą być emitowane w procesie produkcyjnym tak na stanowiskach pracy jak i do atmosfery.

2. Substancje szkodliwe na stanowiskach pracy

Proces wykonywania odlewów można podzielić na kilka etapów, które charakteryzują się emisją określonych substancji szkodliwych. Są to:

- ◆ wykonywanie i naprawa modeli i rdzennic,

- ◆ wykonywanie form i rdzeni,
- ◆ topienie ciekłego metalu i zalewanie form,
- ◆ wybijanie i wykańczanie odlewów.

Wykonywanie i naprawa modeli

Modele i rdzennice są wykonywane z drewna, metalu lub żywicy. Czynnikiem szkodliwym, jakie mogą tu występować, są: pył drzewny, kwarcowy lub metalowy, benzyna lakowa, nafta, smary i środki czyszczące.

Wykonywanie form i rdzeni

Dotyczy to szczególnie czynności przygotowania masy i wykonywania rdzeni. Występujące czynniki szkodliwe to: lotne składniki żywicy syntetycznych, pył kwarcowy, bentonitowy, węglowy. Emitowane pary mogą zawierać akroleinę, amoniak, CO, fenol, formaldehyd, alkohol furfurylowy, aminy, izocyjanian.

Topienie ciekłego metalu i zalewanie form

W procesach topienia szczególnie niebezpieczna jest emisja CO, SO₂ oraz tlenków azotu. Dodatkowo dochodzi emisja tlenków metali (w postaci pyłów i dymów) w tym również metali ciężkich jak CdO, PbO, ZnO, MnO. Sporadycznie może wystąpić emisja wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Przy zalewaniu formy ciekłym metalem, w wyniku termicznej destrukcji związków organicznych, mogą wydzielać się szczególnie szkodliwe związki chemiczne, z których wiele ma działanie kancerogenne. Należą do nich: benzen, toluen, ksyleny, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, styren, fenol formaldehyd. Ponadto może mieć miejsce emisja związków nieorganicznych takich jak: CO, SO₂, tlenki metali.

2.1. Wartości dopuszczalnych stężeń substancji szkodliwych na stanowiskach pracy

W celu zabezpieczenia pracowników przed działaniem substancji szkodliwych w środowisku pracy zostały opracowane odpowiednie wskaźniki dopuszczalnych stężeń tych substancji. Podstawową wielkością jest wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia (tzw. NDS) określająca najwyższe dopuszczalne stężenia średnie ważone, których oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego czasu pracy przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia przyszłych pokoleń. W tabelicy 1 przedstawiono wartości NDS dla wybranych substancji występujących w procesach odlewniczych obowiązujące w Polsce oraz we Francji, Niemczech, W. Brytanii i USA. Można zauważyć, że w wielu przypadkach wartości NDS (np. dla akroleiny, dwuetyloaminy, formaldehydu, furfuruolu, kadmu i jego związków, tlenku cynku, tlenku węgla, tlenków żelaza) obowiązujące w Polsce nie odbiegają od wartości ustalonych w innych krajach. W niektórych przypadkach normy krajowe są znacznie ostrzejsze niż w innych krajach (np. benzo[a]piren, fenol, ksylen, styren, toluen). Spośród wymienionych w tabelicy 1 związków jedynie w przypadku benzenu wartości obowiązujące w Polsce są większe

niż w pozostałych krajach (poza Francją). Drugim ważnym parametrem, mającym na celu zmniejszenie zagrożenia pracowników przez substancje szkodliwe, jest najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSch), zdefiniowane jako najwyższe średnie ważone dopuszczalne stężenie chwilowe, które nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń, jeżeli utrzymuje się ono w środowisku pracy nie dłużej niż 30 minut w czasie zmiany roboczej. W tabelicy 2 zebrano dane dotyczące tego parametru w wybranych krajach.

Tablica 1. Wykaz najwyższych dopuszczalnych stężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy w Polsce i innych krajach [6, 7]

Table 1 Specification of the Maximum Exposure Limit of elements harmful to the human health, present in the working environment in Poland and in other countries [6, 7]

Nazwa czynnika szkodliwego	Wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń [mg/m ³]						
	Polska	Francja	Niemcy	Wielka Brytania	USA		
					OSHA ¹	ACGIH ²	
	NDS ³	VME ⁴	MAK ⁵	MEL ⁶	PEL ⁷	TLV ⁸	
Akroleina	0,2	0,25	0,23	0,23	0,25	0,23	
Benzen	10	16	3,2	-	3	1,6	
Benzo[a]piren	0,002	-	0,002	-	0,2	-	
Cyjanowodór	0,3	2	11	11	11	-	
Dwuetyloamina	30	-	15	30	75	15	
Fenol	10	19	19	20	19	19	
Formaldehyd	0,5	-	0,6	2,5	0,9	-	
Furfurol	10	-	-	8	20	7,9	
Kadm i jego związki	pyły	0,02	-	0,015	0,025	0,005	0,01
	dymy	0,04	-	-	-	-	0,002
Ksylen	100	435	440	441	435	434	
Krzemian etylu	80	85	170	87	850	85	
Styren	50	215	85	430	425	85	
Tlenek cynku	pyły	5	5	5	-	5	5
	dymy	-	10	-	5	15	10
Tlenek węgla	30	55	33	50	55	29	
Tlenki żelaza – dymy	5	5	6	5	10	5	
Toluen	100	375	190	191	752	188	

1 – Occupational Safety and Health Administration – Urząd ds. Bezpieczeństwa i Higieny Pracy;

2 – The American Conference of Governmental Industrial Hygienist – Amerykańskie Stowarzyszenie Higienistów Przemysłowych;

3, 4, 5, 6, 7, 8, – najwyższe dopuszczalne stężenie, wartość średnia ważona dla 8 godzinnego dnia pracy.

Tablica 2. Wykaz najwyższych dopuszczalnych stężeń chwilowych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy w Polsce i innych krajach [6, 7]

Table 2. Specification of the Short Term Exposure Limit of elements harmful to the human health, present in the working environment in Poland and in other countries [6, 7]

Nazwa czynnika szkodliwego		Wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chwilowych [mg/m ³]					
		Polska	Francja	Niemcy	Wielka Brytania	USA	
						OSHA ¹	ACGIH ²
		NDSCh ³	VLE ⁴	Peak ⁵	STEL ⁶	STEL ⁷	TLV-STEL ⁸
Akroleina		0,5	-	-	0,70	-	0,69
Benzen		40	-	-	-	15	8
Benzo[a]piren		-	-	-	-	-	-
Cyjanowodór		-	10	-	-	-	-
Dwuetyloamina		75	30	-	76	-	45
Fenol		20	-	-	39	-	-
Formaldehyd		1	3	-	2,5	2,5	-
Furfurol		40	8	-	40	-	-
Kadm i jego związki	pyły dymy	0,05	-	-	-	-	-
		0,2	-	-	-	-	-
Ksylen		350	650	-	662	-	651
Krzemian etylu		250	-	-	250	-	-
Styren		0,4	-	850	1080	850	170
Tlenek cynku	pyły dymy	10	-	-	-	-	10
		-	-	-	10	-	-
Tlenek węgla		180	-	-	349	-	-
Tlenki żelaza – dymy		10	-	-	10	-	-
Toluen		350	560	-	574	1128	-

1, 2 – jak w tabeli 1;

3 – najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe, wartość średnia ważona, na które pracownicy mogą być narażeni do 30 minut w czasie zmiany roboczej;

4, 5, 6, 7, 8, – najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe, wartość średnia ważona, na które pracownicy mogą być narażeni przez 15 minut i które nie powinno być przekraczane w czasie zmiany roboczej

W zasadzie jedynie w Polsce i W. Brytanii zostały określone wartości NDSCh dla większości substancji. Natomiast w Niemczech wartość tego parametru określono tylko dla styrenu (spośród wymienionych w tabeli). Również w przypadku USA tylko dla kilku substancji podano te wartości. Ogólnie można stwierdzić, że wartości NDSCh

obowiązujące w Polsce są bardzo zbliżone do wartości w W. Brytanii. Wyraźnie mniejsza wartość w Polsce jest jedynie dla styrenu. Trzecim podstawowym parametrem w ocenie działania czynników szkodliwych na środowisko pracy jest najwyższe dopuszczalne stężenie progowe (NDSP), zdefiniowane jako najwyższe dopuszczalne stężenie progowe, które ze względu na zagrożenie zdrowia lub życia pracownika nie może być w środowisku pracy przekroczone w żadnym momencie. Jednak wartości te są określone tylko dla niewielu substancji.

2.2. Próg wyczuwalności substancji szkodliwych

Wiele substancji chemicznych posiada charakterystyczną ostrą woń, która może działać ostrzegawczo, chroniąc człowieka przed narażeniem na obecność dużych stężeń substancji toksycznych. Problem zapachów emitowanych w procesach produkcyjnych ma znaczenie nie tylko w aspekcie narażenia bezpośrednio pracowników, ale również decyduje w wielu przypadkach o tym jak społeczeństwo odbiera działalność danego zakładu, w tym również odlewni. Kontrola nieprzyjemnego zapachu emitowanego przez odlewnie jest stosunkowo nową dziedziną kontroli środowiska. Występuje wiele operacji w odlewni podczas, których mogą być emitowane nieprzyjemne zapachy. Intensywność tych zapachów zależy od stosowanych w procesie materiałów. Dlatego też, poza rozpatrywaniem dostępności i kosztów stosowania nowych materiałów, odlewnie powinny teraz oceniać również potencjalny wpływ ich stosowania na środowisko. Zainstalowanie neutralizatora zapachów wewnątrz odlewni, poprawia atmosferę w zakładzie na stanowiskach pracy, jak również zmniejsza emisję nieprzyjemnego zapachu na zewnątrz. W tabelicy 3 podano wartości progu wyczuwalności w powietrzu substancji emitowanych w procesie odlewniczym.

Tabela 3. Progi wyczuwalności w powietrzu substancji chemicznych [9]

Table 3 The Odor Threshold Limits of chemical substances present in the air [9]

Substancja	Próg wyczuwalności w powietrzu [ppm]	Substancja	Próg wyczuwalności w powietrzu [ppm]
Akroleina	0,16	Formaldehyd	0,83
Amoniak	5,2	Furfurol	8,0
Benzen	12	Ksylen	1,1
Cyjanowodór	0,58	Metyloamina	3,2
Dwumetyloetyloamina	0,001*	Styren	0,32
Dwutlenek siarki	1,1	Tlenek węgla	100 000
Fenol	0,04	Toluen	2,9

* wg przepisów obowiązujących w Wielkiej Brytanii

Szczególną uwagę zwraca bardzo wysoki próg wyczuwalności dla CO, co jest przyczyną bardzo częstych przypadków zatruc i zgonów.

3. Wnioski

W odlewni istnieje zagrożenie narażenia pracowników na działanie substancji szkodliwych, zarówno w aspekcie narażenia ich zdrowia czy życia, jak i pogorszenia warunków pracy poprzez emisję nieprzyjemnych zapachów. Obowiązujące w Polsce normy w zakresie najwyższych dopuszczalnych stężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy są w przeważającym stopniu zgodne z normami jakie zostały ustalone w krajach Unii Europejskiej i USA, w niektórych przypadkach są nawet ostrzejsze. Zdrowie i życie pracowników krajowych odlewni nie będzie zagrożone, pod warunkiem ścisłego przestrzegania tych norm. Istotnym czynnikiem decydującym o atmosferze pracy jest emisja nieprzyjemnych zapachów. Na ten element należy zwrócić szczególną uwagę również w aspekcie współpracy odlewni z lokalną społecznością.

Literatura

1. Kargulewicz I.: Badanie kinetyki procesu wmywania wybranych metali ciężkich ze zużytych mas formierskich. Praca doktorska. Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Odlewnictwa, Kraków 1999.
2. Holtzer M., Kargulewicz I.: Zagrożenie chorobami wśród pracowników odlewni. Przegląd Odlewnictwa, 49, 1999, 12, s. 495–498.
3. Lewandowski J.L., Solarski W., Pawłowski Z.: Klasyfikacja mas formierskich i rdzeniowych pod względem gazotwórczości. Przegląd Odlewnictwa 43, 1993, 5, 143–149.
4. Lewandowski J.L., Solarski W., Kilarzka M.: Klasyfikacja mas formierskich i rdzeniowych pod względem toksyczności. Przegląd Odlewnictwa 44, 1994, 4, 115–123.
5. Holtzer M., Kowalski K. Szkodliwe dla zdrowia czynniki w środowisku pracy w odlewniach staliwa. Przegląd Odlewnictwa 47, 1997, 12, s. 37–40.
6. Rozporządzenie Rady Ministrów, z dnia 22 czerwca 1995 roku. Wykaz wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dziennik Ustaw, nr 69, pozycja 351.
7. Komputerowa baza danych CD „TLVs and other Occupational Exposure Values – 1998” ACGIH.
8. Chan C.S.: Controlling Nuisance Odor in a Metalcasting Facility. AFS Transaction, 1997, v. 105, 317-324.
9. Katalog firmy EKOS.

Praca finansowana przez KBN w ramach pracy własnej nr 10.10.170.57

Recenzował: prof. zw. dr hab. inż. Jan Lech Lewandowski