



Zagrożenia czynnikami chemicznymi przy wylewaniu posadzek z betonu i tworzyw sztucznych

dr inż. WOJCIECH DOMAŃSKI
doc. dr hab. ZBIGNIEW MAKLES
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

W artykule opisano współczesne rodzaje i typy posadzek – elementów konstrukcyjnych odgrywających ważną rolę w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy człowieka. Omówiono rodzaje zagrożeń jakie są udziałem zatrudnionych przy nakładaniu posadzek w obiektach przemysłowych i użyteczności publicznej, rodzaje i formy wydzielających się zanieczyszczeń i sposoby przeciwdziałania negatywnym skutkom oddziaływania tych zanieczyszczeń na organizm człowieka.

Chemical hazards when laying down concrete and plastic floors

The article describes modern kinds and types of floors – structural elements that play an important part in the occupational safety and health of human. It discusses the kinds of threats workers are exposed to when laying floors in industrial and public utility buildings, the kinds and forms of pollutants that are emitted and the ways the negative consequences of those pollutants on the human body can be counteracted.

Wstęp

Istotnym elementem każdego obiektu przemysłowego i użyteczności publicznej są podłogi. Posadzka, wierzchnia warstwa podłogi, stanowi zarówno o bezpieczeństwie pracy, jak i o estetyce pomieszczenia. Posadzki mogą być wykonywane: z drewna, kamienia, płytek ceramicznych, betonu, tworzyw sztucznych, płytek metalowych itp. Rodzaj materiałów stosowanych na podłogi w środowisku przemysłowym jest ograniczony wymaganiami technicznymi i użytkowymi, jakie ona powinna spełniać. Posadzki w pomieszczeniach przemysłowych muszą być odporne na zużycie mechaniczne oraz działanie czynników chemicznych. W wielu pomieszczeniach wymagane jest, aby posadzki miały wysoką odporność termiczną, odpowiednie własności izolacyjne i zdolności odprowadzania ładunku elektrycznego lub fakturę. Istotnym czynnikiem przy wyborze posadzki jest łatwość utrzymania jej w czystości. Ze względu na specyficzność warunków ich eksploatacji, nie wszystkie posadzki znajdują zastosowanie w przemyśle.

W artykule podjęto próbę scharakteryzowania zastosowania i własności posadzek betonowych, betonowo-polymerowych i posadzek żywicznych, które w większości przypadków są użytkowane w zakładach przemysłowych i użyteczności publicznej [1-4].

Posadzki betonowe

Tradycyjnym materiałem stosowanym na posadzki w pomieszczeniach produkcyjnych jest beton [5, 6]. Nowoczesna posadzka betonowa składa się z podkładu, płyty konstrukcyjnej i warstwy powierzchniowej. Jeżeli zachodzi potrzeba izolacji termicznej posadzki od podłoża, wówczas stosuje się warstwę styropianu, natomiast w celu izolacji wodoszczelnej układa się folię, np. z polietylenu, polichloru winylu.

Płyta konstrukcyjna powinna być wykonana z betonu właściwej klasy i właściwego uzbrojenia. Obecnie do zbrojenia betonu są stosowane siatki lub włókna stalowe, włókna polipropylenowe, rzadziej włókna polietylenowe. Zastosowanie włókien zwiększa odporność płyty na pękanie,

powoduje wzrost odporności na obciążenia dynamiczne i zmęczenia, podwyższa twardość i udarność. Pozwala na zmniejszenie grubości płyty konstrukcyjnej.

W celu poprawy wytrzymałości powierzchni posadzki jest zacierana. Kolejnym etapem uszlachetniania posadzki jest impregnacja, np. żywicą epoksydową, akrylową. Stosując odpowiednie impregnaty, można zmniejszyć chłonność wody, zwiększyć odporność na działanie smarów, olejów, paliw, zasad, kwasów, soli.

Posadzki betonowo-polymerowe

Pierwsze kompozyty betonowo-polymerowe pojawiły się w latach dwudziestych ubiegłego wieku. Zastosowanie ich na skalę przemysłową nastąpiło w latach pięćdziesiątych. Do tej rodziny zalicza się betony cementowo-polymerowe, betony impregnowane polymerami oraz betony żywiczne. Częścią organiczną takich betonów są żywice epoksydowe, poliestrowe, fenolowe, furanowe, poliuretanowe i poliakrylowe.

Posadzki cementowo-polymerowe są wykonywane z mieszanki betonowej zawierającej nie mniej niż 5% odpowiedniej żywicy w stosunku do masy cementu. Posadzki cementowo-polymerowe charakteryzują się: doskonałą przyczepnością, odpornością chemiczną, wysoką szczelnością, bardzo niską ścieralnością, możliwością uzyskiwania gładkiej powierzchni, odpornością na zarysowania.

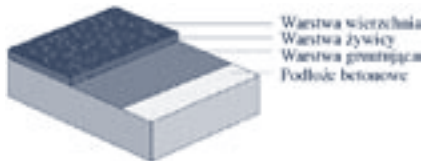
Istotną zaletą posadzek betonowo-polimerowych jest ich mniejsza grubość w stosunku do posadzek wykonanych z betonu, co ma znaczenie przy wylewaniu posadzek na stropy.

Ujemną stroną tych posadzek jest niska odporność cieplna, większa rozszerzalność, podatność na procesy starzeniowe, a także jako dobre dielektryki, są zdolne do gromadzenia ładunku elektrycznego, co ogranicza ich zastosowanie na podłogi przy niektórych rodzajach produkcji.

Posadzki z tworzyw

Właściwości posadzki betonowej można zdecydowanie poprawić przez zastosowanie tworzyw sztucznych [3, 7].

Posadzka z tworzywa jest warstwą żywicy wylaną na podłoże betonowe, którego charakterystykę opisano wyżej. Powierzchnia, na której ma być wylewana posadzka powinna być lekko chropowata, pozbawiona wszelkich nierówności, czysta i pozbawiona luźno związanych elementów. Na tak przygotowane podłoże wylewana jest żywica. Posadzka żywiczna jest zbudowana z powłoki gruntującej, która ma zapewnić dobrą przyczepność warstwy żywicy do podłoża betonowego. Kolejną warstwą jest powłoka z żywicy, która zapewnia wymagane właściwości posadzki. W specjalnych wykonaniach może być położona kolejna warstwa żywicy. Ostatnią warstwę stanowi powłoka wykończeniowa, np. powłoka lakieru (rys. 1.).



Rys.1. Budowa posadzki wykonanej z żywicy
Fig. 1. Construction of a synthetic resin floor

Obecnie do wytwarzania posadzek z tworzyw stosowane są żywice epoksydowe, poliuretanowe, poliakrylowe i winyloestrowe. Specjalne właściwości posadzek są uzyskiwane przez odpowiedni dobór materiałów i surowców oraz zastosowane technologie. I tak, odpowiedni dobór żywicy pozwala uzyskać posadzki przystosowane do pracy w niskich temperaturach lub odporne na różnego rodzaju czynniki chemiczne i biologiczne. Stosowanie takich dodatków, jak piasek kwarcowy pozwala uzyskać posadzki przeciwpoślizgowe. Odpowiednia konstrukcja i dodatek karborundu lub grafitu umożliwia ułożenie posadzki o właściwościach antyelektrostatycznych i przewodzącej ładunki elektryczne.

Posadzki z tworzyw są posadzkami bezspoinowymi (rys. 2.).

Zagrożenia czynnikami chemicznymi podczas wylewania posadzek

Podczas wykonywania posadzki betonowej pracownicy narażeni są na wiele czynników szkodliwych dla zdrowia. Duże zapylenie występuje podczas przygotowania zaprawy betonowej, zwłaszcza kiedy prace nie są zmechanizowane lub zmechanizowane w małym stopniu. Pył występuje również podczas prac przygotowawczych, zwłaszcza przy nakładaniu nowej posadzki na podłoża stare oraz złe wylane stropy i podjazdy. Innym źródłem pyłu jest nacinanie szczelin dylatacyjnych, prace wykończeniowe oraz naprawy (szlifowanie, wyrównywanie).

Pewne ilości pyłu stwierdza się w powietrzu podczas zacierania, zwłaszcza przy nieumiejętnym rozprowadzaniu posypki. Pyły wstępujące na stanowiskach pracy związanych z wykonaniem i wykańczaniem posadzek betonowych zawierają cząsteczki cementu i krystaliczną krzemionkę. Między cząstkami pyłu oraz innymi cząstkami i gazami (parami) występującymi w atmosferze miejsca pracy zachodzi wzajemne oddziaływanie, prowadzące do tworzenia się często bardziej niebezpiecznych materiałów o zróżnicowanym spektrum oddziaływania na człowieka. O szkodliwym działaniu pyłu decyduje wymiar jego cząsteczek. Największy wpływ na organizm człowieka mają pyły respirabilne. Pyły przenikając do układu oddechowego powodują podrażnienie jego górnych i dolnych odcinków. W trakcie opisywanych prac do otoczenia wprowadzane są pyły o średnicach od 0,1 do 100 i więcej µm. Wśród nich mogą być pyły z cementu hutniczego (0,1–80 µm), cementu portlandzkiego (3–70 µm), zaprawy wapiennej (30÷1000 µm) zawierających wolną krzemionkę, glinokrzemiany, metale ciężkie.

W polskim systemie prawnym dopuszczalne warunki pracy są regulowane przez Kodeks pracy oraz rozporządzenia odpowiednich ministrów. W obszarze zagrożenia czynnikami chemicznymi w środowisku pracy istotnymi aktami prawnymi



Rys. 2. Posadzka żywiczna uniwersalna, epoksydowa [8]
Fig. 2. Epoxide floor [8]

są: rozporządzenie ministra pracy i polityki społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [9] oraz rozporządzenie ministra zdrowia z dnia 1 grudnia 2004 r. w sprawie substancji, preparatów, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy [10] (tabela 1.).

Warunki dla środowiska pracy, wymagania dopuszczenia ludzi do wykonywania prac z impregnatami, masami bitumicznymi i żywicami, wymagania dotyczące metod usuwania zanieczyszczeń atmosfery, przeciwdziałania wybuchom, kontroli zagrożenia oraz wymagania w sprawie wyposażenia pracujących w środki ochrony indywidualnej określa rozporządzenie ministra pracy i polityki społecznej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, znowelizowane rozporządzeniem z dnia 11 czerwca 2002 r. [11] oraz rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych [12].

NAJWYŻSZE DOPUSZCZALNE STĘŻENIE PYŁU (PYŁ CAŁKOWITY RESPIRABILNY)
Maximum admissible concentration of dust (totally respirable dust)

Rodzaj pyłu	Nr CAS	NDS [mg/m ³]	
		całkowity	respirabilny
Pyły zawierające wolną krzemionkę powyżej 50%	14808-60-7, 14464-46-1, 15468-32-3	20	3
Pyły zawierające wolną krzemionkę od 2% do 50%	14808-60-7, 14464-46-1, 1468-32-3	4	1
Pyły cementu portlandzkiego i hutniczego	85997-15-1	6	2

Na stanowiskach pracy związanych z wylewaniem posadzki betonowej występują pary i aerozole związków organicznych, będące składnikami preparatów stosowanych do impregnacji posadzki i wypełniania szczelin dylatacyjnych. Preparaty te zawierają żywice epoksydowe i ich utwardzacze sporządzane na bazie amin lub bezwodników kwasowych.

Substancje te są zaliczane do niebezpiecznych, toksycznych związków o zróżnicowanym działaniu na organizm człowieka. Niektóre z tych substancji są zakwalifikowane do substancji rakotwórczych kategorii 2. (substancje, które rozpatruje się jako rakotwórcze dla człowieka) lub kategorii 3. (substancje o możliwym działaniu rakotwórczym na człowieka) oraz do substancji

mutagennych kategorii 2. (substancje, które rozpatruje się jako mutagenne dla człowieka) lub kategorii 3. (substancje o możliwym działaniu mutagennym na człowieka) [14].

Podobne zagrożenia występują podczas prac związanych z wylewaniem posadzek betonowo-polimerowych.

Przygotowanie żywic na posadzki żywiczne i ich wylewanie wiąże się z na-

Tabela 2

CHARAKTERYSTYKI FIZYKOCHEMICZNE I TOKSYKOLOGICZNE WYBRANYCH SUBSTANCJI OBECNYCH W ŚRODOWISKU PRACY PODCZAS UKŁADANIA POSADZEK Z BETONU I TWORZYW

A physico-chemical and toxicological profile of selected substances present in the working environment when concrete and plastic floors are laid

Nazwa związku	Nr CAS	Stan skupienia	Dane fizykochemiczne			Dane toksykologiczne		
			Tt	Tw	Rozpuszczalność	NDS	NDSCh	Informacje ogólne
			°C					
Bezwodnik ftalowy	85-44-9	ciało stałe o zapachu ostrym, drażniącym	131,2	284,5	hydrolizuje pod wpływem wilgoci do kwasu ftalowego, dobrze rozpuszcza się w rozpuszczalnikach organicznych	1	2	
Bezwodnik maleinowy	108-31-6	ciało stałe o zapachu ostrym, odrażającym	52,8	202,0	hydrolizuje pod wpływem wilgoci do kwasu maleinowego, dobrze rozpuszcza się w rozpuszczalnikach organicznych	0,5	1	substancja szkodliwa, żrąca, powoduje oparzenia, uczulenia przy kontakcie ze skórą, śluzówkami oczu lub drogami oddechowymi
Diizocyjanian heksano-1,6-dyolu	822-06-0	ciecz o kłującym i drażniącym zapachu	-67	255	z wodą reaguje z wydzieleniem ditlenku węgla	0,05	0,15	ciecz toksyczna i drażniąca przy kontakcie przez skórę, oczy i drogi oddechowe
Diizocyjanian tolueno-2,4-dyolu	584-84-9	ciało stałe lub ciecz palna, barwy żółtej, o zapachu odrażającym	21,8	247	dobrze rozpuszcza się w rozpuszczalnikach organicznych	0,035	0,070	substancja o możliwym działaniu rakotwórczym na człowieka (kat. 3.), jest substancją bardzo toksyczną, drażni spojówki oczu, skórę i drogi oddechowe, powoduje uczulenia
Eter fenylo-glicydowy	122-60-1	oleista ciecz o słabym zapachu	3	244	dobrze rozpuszcza się w rozpuszczalnikach organicznych	0,6	3	substancja, którą rozpatruje się jako rakotwórczą dla człowieka (kat. 2.), szkodliwa, drażniąca, działa uczuleniowo na skórę
Etylenodiamina	107-15-3	bezbarwna ciecz o zapachu amoniaku	8,5	116,5	dobrze rozpuszcza się w wodzie, rozpuszczalnikach polarnych, słabo w węglowodorach	20	50	substancja szkodliwa, żrąca, wywołuje alergię przy działaniu przez drogi oddechowe, skórę
Tlenek styrenu	96-09-3	bezbarwna ciecz o drażniącym zapachu	-36,7	191	dobrze rozpuszcza się w rozpuszczalnikach organicznych	nieustalone	nieustalone	substancja, którą rozpatruje się jako rakotwórczą dla człowieka (kat. 2.), szkodliwa, drażniąca, drażni skórę
Trietylenotetraamina	112-24-3	ciecz o przykrym zapachu	12	266	bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych	1	3	substancja szkodliwa żrąca, wywołuje alergię przy działaniu przez skórę, powoduje oparzenia
Trifluorek boru	7637-07-2	bezbarwny gaz o ostrym drażniącym zapachu	-127,1	-100,3	dobrze rozpuszcza się w stężonym kwasie azotowym, benzenie, chlorowanych węglowodorach	3		substancja bardzo toksyczna, żrąca
Pirydyna	110-86-1	bezbarwna ciecz o ostrym zapachu	-42	115,3	dobrze rozpuszcza się w etanolu, DMSO benzenie, eterze etylowym	5	30	substancja szkodliwa drażniąca i uczulająca, toksyczna dla układu nerwowego i pokarmowego

rażeniem na działanie rozpuszczalników organicznych oraz monomerów. W procesie wylewania posadzek poliuretanowych występuje narażenie na działanie silnie toksycznych izocyjanianów – diizocyjanianu heksano-1,6-diyłu, diizocyjanianu tolueno-2,4-diyłu. Substancje te łatwo wchłaniają się przez skórę oraz wykazują silne działanie uczulające i drażniące.

Podobnie przy pracach związanych z przygotowaniem żywic epoksydowych i ich wylewaniem pracownicy są narażeni na działanie par rozcińczalników (np. eter fenyloglicydowy, tlenek styrenu), amin stosowanych do utwardzania żywicy, np. trietylenotetraamina (TETA), pirydyna, dietylenotriamina (DETA). Eter fenyloglicydowy, tlenek styrenu i niektóre aminy są rakotwórcze – kategorii 2., ponadto etery i aminy wykazują działania mutagenne, działają drażniąco i uczulająco.

Stosowane preparaty organiczne są łatwo palne, co stwarza zagrożenie pożarowe, a nawet wybuchowe. Szczególnie duże narażenie występuje podczas wylewania posadzek, bowiem duża powierzchnia sprzyja emisji lotnych składników. Przy wylewaniu posadzek żywicznych należy zachować szczególną ostrożność. Pomieszczenia, w których są wykonywane prace, należy dobrze wentylować, a pracę organizować tak, aby czas trwania narażenia był ograniczony do niezbędnego minimum. W tabeli 2. zestawiono parametry fizykochemiczne i toksyczne wybranych substancji emitowanych do atmosfery pomieszczeń w trakcie wylewania posadzek.

Podsumowanie

Bezpieczeństwo człowieka w środowisku pracy zależy od wielu czynników. Jednym z nich jest rodzaj i jakość posadzek, po których porusza się człowiek i pojazdy transportowe. Niewłaściwie wykonana posadzka w miejscu pracy może być przyczyną poważnych wypadków z udziałem człowieka oraz uszkodzeń poruszających się pojazdów i przewożonych materiałów. Dlatego też rodzaj posadzki jest ważnym czynnikiem wpływającym na bezpieczeństwo i zdrowie pracownika. Nowoczesne posadzki wykonywane z betonu, kompozycji betonowo-polimerowych oraz z żywic syntetycznych spełniają wysokie wymagania stawiane przez projektantów i konstruktorów takich obiektów.

Pomieszczenia, w których są wykonywane prace związane z przygotowaniem do wylewania posadzek i w czasie prac związanych z ich wylewaniem, powinny mieć zapewnioną skuteczną ogólną wentylację. Przy pracach, w czasie których powstają duże ilości pyłu, pracownicy muszą używać masek przeciwpyłowych. W czasie przygotowywania kompozycji do wylewania, tj. mieszania żywicy z utwardzaczami i innymi dodatkami należy stosować odzież ochronną, rękawice i obuwie odporne na działanie żywic, bezwodników i amin oraz gogle lub półmasksi. Wszystkie wymienione środki ochrony zbiorowej i indywidualnej mają na celu ochronę pracowników przed szkodliwym działaniem stosowanych preparatów. Niektóre z tych preparatów mogą wykazywać działanie uczulające, drażniące, ogólnotoksyczne, a także działania rakotwórcze lub mutagenne.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Czarniecki L., Broniewski T., Henning O. *Chemia w budownictwie*. Arkady, Warszawa 1994/1995
- [2] Łukowski P. *Nowe osiągnięcia w dziedzinie domieszek do betonu*. „Polski Cement” 2002/1, 38-39
- [3] Czarniecki L. *Betony żywiczne*. Arkady, Warszawa 1982
- [4] Czarniecki L. *Betony polimerowe – stan obecny i wyzwania badawcze*. „Cement. Wapno. Beton”. 2002/3, 106-113
- [5] *Poradnik inżyniera i technika budowlanego*. Praca zbiorowa. T 2. Arkady, Warszawa 1982
- [6] Łukowski P. *Domieszki do zapraw i betonów*. Polski Cement, Kraków 2003
- [7] Seachtling H. *Poradnik – Tworzywa sztuczne*. WNT, Warszawa 2000
- [8] <http://www.sika.com.pl> (2004)
- [9] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 217, poz. 1833
- [10] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 1 grudnia 2004 r. w sprawie substancji preparatów czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagenym w środowisku pracy. DzU. nr 280, poz. 2771
- [11] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. DzU nr 129, poz. 844, zm. DzU z 2002 r. nr 91, poz. 811
- [12] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych DzU nr 47, poz. 401
- [13] *Karty charakterystyk substancji niebezpiecznych*. Wersja 4.0, CIOP-PIB, Warszawa 2004
- [14] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 września 2003 r. w sprawie kryteriów i sposobu klasyfikacji substancji i preparatów chemicznych. DzU nr 171, poz. 1666

W KWARTALNIKU

„Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy”

w numerze 1(43) 2005 opublikowano:

- sześć metod oznaczania stężenia w powietrzu na stanowiskach pracy następujących substancji chemicznych: izocyjanianu cykloheksylu, izocyjanianu 3-izocyjanianometylo-3,5,5-trimetylocykloheksylu, 2-(2-metoksyetoksy)etanolu, 4,4'-metylenodiaminy, tlenku diazotu oraz trichloronaftalenu
- siedem dokumentacji proponowanych wartości dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego następujących substancji chemicznych: chloroacetonu, 1,1-dichloro-1-nitro-etanu, dinitrofenolu – mieszaniny izomerów, (2-metoksymetyloetoksy)propanolu, 1-metylo-2-pirolidonu, pentafluorku bromu oraz tetrafluorku siarki.

W numerze tym opublikowano również sprawozdanie z działalności Międzyresortowej Komisji do spraw Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy w 2004 r., a także indeksy alfabetyczne opublikowanych wcześniej artykułów, dokumentacji i metod oraz wyjaśnienia najczęściej występujących skrótów i terminów.

Warunki prenumeraty

Zamówienia na prenumeratę roczną lub na pojedyncze numery prosimy kierować do Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego, ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa; tel.: (022) 623-36-98, 623-32-63; fax: 623-36-93; e-mail: basuc@ciop.pl
Cena 1 egz. w 2005 r. wynosi 18,- zł. Przedpłat nie przyjmujemy.