

105. posiedzenie

Międzyresortowej Komisji
ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń
i Natężeń Czynników Szkodliwych
dla Zdrowia w Środowisku Pracy

NDS
NDN
NDS
NDN
NDS
NDN



Podczas 105. posiedzenia Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy (dalej: Międzyresortowa Komisja ds. NDS i NDN), które odbyło się 26 czerwca 2023 r., rozpatrywano propozycję wartości dopuszczalnego stężenia dla włóknistego węgla krzemowego (frakcji wdychalnej, włókien respirabilnych).

Ponadto dyskutowano:

- stanowisko Zespołu Ekspertów ds. Czynników Chemicznych i Pyłowych w sprawie wartości dopuszczalnego stężenia dla frakcji respirabilnej kobaltu i jego związków – w przeliczeniu na Co,
- opinię Komitetu ds. Oceny Ryzyka działającego przy ECHA (Committee for Risk Assessment – RAC-ECHA),
- stanowisko Cobalt Institute (CI, Wielka Brytania) odnośnie do proponowanej przez Komitet RAC wartości OEL dla kobaltu i jego związków nieorganicznych (w przeliczeniu na Co).

Przedstawiciele przedsiębiorstwa UMICORE zaprezentowali działalność firmy produkującej materiały katodowe do baterii stosowanych w autach elektrycznych, bazujące na mieszanke związków metali rzadkich: litu, niklu, kobaltu i manganu.

Po dyskusji oraz przeprowadzeniu głosowania Międzyresortowa Komisja ds. NDS i NDN przyjęła wniosek, który został przedłożony ministrowi właściwemu ds. pracy, dotyczący wprowadzenia wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych dla włóknistego węgla krzemowego (tab. 1) w załączniku nr 1 do rozporządzenia w sprawie najwyższych dopusz-

czalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy¹.

Węgiel krzemowy występuje w kilku postaciach: jako niewłóknisty pył, włókna polikrystaliczne lub monokrystaliczne włókna, określane jako wiskersy (lub wąsy). Niewłókniste formy czystego węgla krzemowego mają niską toksyczność u ludzi i zwierząt doświadczalnych. Włókna węgla krzemowego często są włóknami respirabilnymi i w zależności od średnicy i proporcji² mają działanie podobne do azbestu amfibolowego (krokidolitu), tj. powodują zwłóknienie płuc, zwłóknienia opłucnej, raka płuca i międzybłoniaka.

Włókna węgla krzemowego (wiskersy) mają wysoką wytrzymałość i sztywność, są lekkie i zachowują swoje właściwości w wysokich temperaturach, dzięki czemu nadają się do wielu gałęzi przemysłu i licznych zastosowań.

Podstawowe zastosowania węgla krzemowego:

- do pokrywania powierzchni ciernych (cyldrów silników, wykładzin trudnościeralnych, tarcz hamulcowych), często pracujących w wysokich temperaturach;
- jako materiał ścierny – w postaci proszków, past, szczotek, papierów, tarcz, pilników itp.;
- w materiałach ogniotrwałych używanych w elementach grzejnych pieców elektrycznych, osłonach termicznych, wymiennikach ciepła i innych elementach wysokotemperaturowych, a także w systemach pozyskiwania energii słonecznej;

¹ Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. z 2018 r. poz. 1286 z późn. zm.).

² Te o średnicy (d) < 3 μm , długości (l) > 5 μm i wskaźniku kształtu ($l:d$) \geq 3:1 są określane jako respirabilne.

Tabela. 1. Wartości dopuszczalnego stężenia dla frakcji wdychalnej oraz włókien respirabilnych węgla krzemowego (substancja rakotwórcza kategorii 1B)

Lp.	Nazwa i numer CAS substancji chemicznej	Najwyższe dopuszczalne stężenia w zależności od czasu narażenia w ciągu 8-godzinnej zmiany roboczej						Uwagi
		NDS		NDSCh		NDSP		
		mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	
1.	Węgiel krzemowy włóknisty [409–21–2] – frakcja wdychalna* – włókna respirabilne**	10	–	–	–	–	–	

Objaśnienia:
ppm – części na milion w jednostce objętości powietrza (ml/m³);
mg/m³ – miligramy na metr sześcienny powietrza przy temperaturze 20°C i ciśnieniu 101,3 kPa (760 mm słupa rtęci);
frakcja wdychalna – frakcja aerozolu wnikaająca przez nos i usta, która po zdeponowaniu w drogach oddechowych stwarza zagrożenie dla zdrowia, określona zgodnie z normą PN-EN 481.

* Obowiązuje oznaczenie stężeń frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej.
** Włókna o średnicy (d) < 3 μm , długości (l) > 5 μm i wskaźniku kształtu ($l:d$) \geq 3:1

- do produkcji stali, w przemyśle odlewniczym, metalurgii;
- do produkcji szybkich, wysokotemperaturowych, wysokonapięciowych urządzeń elektronicznych, tj. diod, przetworników, półprzewodników, tranzystorów polowych, samochodów elektrycznych;
- wiskersy SiC – w kompozytach z metalami, tworzywami sztucznymi i ceramiką;
- nanostruktury SiC – w mikroelektronice, optoelektronice, inżynierii biomedycznej.

Narażenie na pył węgla krzemu i jego włókna (w tym wiskersy) występuje podczas produkcji lub stosowania materiałów zawierających ten surowiec. Narażeni zawodowo na ten pył są pracownicy:

- zakładów produkcyjnych, w których wytwarzany jest węgiel krzemu;
- zakładów stosujących węgiel krzemu jako surowiec do produkcji wyrobów ściernych i innych;
- wykorzystujący w procesie technologicznym materiały ściernie zawierające węgiel krzemu lub mający kontakt z uwolnionym w procesie ścierania węglikiem krzemu.

Uwzględniając rodzaj procesów technologicznych, najbardziej narażeni są pracownicy zatrudnieni przy produkcji węgla krzemu na stanowiskach kruszenia, mielenia i przygotowania surowca oraz w bezpośrednim sąsiedztwie pieca Achesona.

Skutkiem krytycznym działania włókien węgla krzemu jest wywołanie nowotworów (raka płuca i międzybłoniaka). Dowody działania rakotwórczego opierają się na wynikach badań na zwierzętach oraz podobieństwie włókien węgla krzemu do włókien azbestu amfibolowego. W związku z tym zaproponowano przyjęcie wartości NDS dla włókien respirabilnych węgla krzemu na poziomie 0,1 włókna/cm³ z oznakowaniem „Carc. 1B” (substancja rakotwórcza kategorii 1B). Właściwości fizykochemiczne wskazują, że ziarnisty węgiel krzemu należy uznać za pył o podobnej toksyczności do innych słabo rozpuszczalnych pyłów o niskiej toksyczności. Zaproponowano, by nie zmieniać wartości NDS dla frakcji wdychalnej węgla krzemu w postaci niewłóknistej i utrzymać tę wartość na poziomie 10 mg/m³ z notacją, że należy oznaczyć stężenia frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej.

W Polsce została ustalona i dotychczas ma moc wiążącą wartość NDS jedynie dla frakcji wdychalnej węgla krzemu niewłóknistej na poziomie

10 mg/m³, z notacją, że obowiązuje oznaczanie stężeń frakcji respirabilnej krzemionki krystalicznej³.

Do Ministerstwa Rodziny i Polityki Społecznej wpłynęło pismo od firmy EU Focus Group, zajmującej się doradztwem w zakresie m.in. legislacji, dotyczące zorganizowania spotkania – z ekspertami (z Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego, Instytutu Medycyny Pracy im. prof. dr. J. Nofera), przedstawicielami pracodawców/przemysłu chemicznego, strony rządowej (Kancelarii Prezesa Rady Ministrów, Ministerstwa Rozwoju i Technologii, Ministerstwa Rodziny i Polityki Społecznej) oraz ekspertami z Cobalt Institute – w sprawie wartości dopuszczalnego stężenia dla kobaltu w środowisku pracy.

Kobalt i związki kobaltu są stosowane do produkcji farb (błękit Thenarda, smalta) i lakierów w przemyśle szklarskim i ceramicznym. Ponad 40% związków kobaltu stosuje się jako katalizatory. Większość katalizatorów kobaltowych jest wykorzystywana w przemyśle petrochemicznym do odwadniania i odsiarczania, produkcji kwasu tereftalowego i dimetylotereftalowego oraz produkcji aldehydów. Dane Instytutu Medycyny Pracy wskazują, że w 2021 r. łącznie na te związki w Polsce było narażonych 6452 osób z 450 zakładów pracy, z czego połowę stanowiły kobiety, a na tlenek kobaltu, litu, manganu i niklu (składniki baterii do aut elektrycznych) – 1158 pracowników. Związki kobaltu(II), zgodnie ze zharmonizowaną klasyfikacją oraz z oznakowaniem substancji stwarzających zagrożenie – według tabeli 3 załącznika VI do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008⁴ – ze względu na zagrożenia dla zdrowia zaklasyfikowano do rakotwórczych kategorii 1B, mutagennych kategorii 2, działających szkodliwie na rozrodczość kategorii 1.B oraz działających uczulająco na drogi oddechowe/skórę kategorii 1. Brak jest klasyfikacji dla uwodnionych związków kobaltu.

Dane epidemiologiczne dotyczące ludzi nie wykazały wyraźnego zwiększonego ryzyka zachorowania na raka u pracowników narażonych zawodowo

³ Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. ..., dz. cyt.

⁴ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (Dz. Urz. WE L 353 z dnia 31 grudnia 2008 r., s. 1-1355, z późn. zm.).

Tabela. 2. Wartości dopuszczalnych stężeń dla kobaltu i jego związków w różnych państwach (RAC, GESTIS 2022)

Państwo	TWA/NDS [mg/m ³]	STEL/NDSC [mg/m ³]	Monitoring biologiczny
Austria	0,1 (TRK)	0,4	
Belgia	0,02 (frakcja wdychalna)	–	
Dania	0,01	0,02	
Finlandia	0,02 (frakcja wdychalna)	–	BEI: Co w moczu 7,7 µg/l
Francja	0,0025	0,0125	BEI: Co w moczu 5 µg/g kreatyniny
Holandia	0,02 (frakcja wdychalna)	–	
Irlandia	0,02	–	
Łotwa	0,50	–	
Niemcy (AGS)	0,005; 0,0005 (frakcja respirabilna)	0,04 (15 min)	BEI: Co w moczu 35 µg/l (BLW); 1,5 µg/l (BAR)
Norwegia	0,02	–	
Polska (kobalt i jego związki nieorganiczne)	0,02 (bez frakcji)	–	
Rumunia	0,05	0,1 (15 min)	
Hiszpania	0,02	–	
Szwecja	0,02 (frakcja wdychalna)	–	
Węgry	0,1	0,4	
Szwajcaria	0,05 (wdychalny aerozol)	–	
Australia (1993)	0,05	–	
Wielka Brytania	0,1 (frakcja wdychalna)	–	
ACGIH (1994, kobalt i jego związki nieorganiczne) NIOSH (2009) OSHA (2009)	0,02 (jako Co) A3 0,05 pyły, dymy 0,10	–	BEI: Co w moczu 15 µg/l

Tabela. 3. Analiza skutków społeczno-ekonomicznych ustalenia wartości dopuszczalnych dla frakcji respirabilnej oraz wdychalnej kobaltu i jego związków na czterech różnych poziomach stężeń

Frakcja respirabilna [$\mu\text{g Co}/\text{m}^3$]	Frakcja wdychalna [$\mu\text{g Co}/\text{m}^3$]	Całkowite koszty roczne [mln EUR/rok]	Korzyści, łącznie [mln EUR/rok]	Stosunek korzyści do kosztów BCR
4,3	20	400 (280-520)	14 (11-18)	0,036 (0,021-0,064)
2,5	10	680 (490-880)	15 (11-19)	0,022 (0,013-0,038)
1,25	5	Nieoceniona przez przemysł		
0,5	1	1160 (870-1450)	15 (12-19)	0,013 (0,008-0,022)

na kobalt. Niektóre badania epidemiologiczne wykazały natomiast zwiększone ryzyko raka płuca. Uważa się, że rakotwórczość kobaltu metalicznego i związków kobaltu nie wynika bezpośrednio z działania genotoksycznego. Wskazuje się na wtórną genotoksyczność, obejmującą przewlekłe zapalenie, zwiększoną produkcję reaktywnych form tlenu i uszkodzenia oksydacyjne jako główne przyczyny obserwowanych skutków rakotwórczych w płucach.

Wartości normatywów higienicznych dla kobaltu i jego związków przyjęte w różnych państwach przedstawiono w tab. 2 na s. 27.

Biorąc pod uwagę krytyczne skutki działania kobaltu i jego związków nieorganicznych – takie jak: rak płuca obserwowany w badaniach na zwierzętach, nienowotworowe skutki działania na układ oddechowy u narażonych pracowników, działanie uczulające na układ oddechowy i skórę oraz szkodliwy wpływ na rozrodczość – Komitet ds. Oceny Ryzyka działający przy ECHA zaproponował następujące wartości dopuszczalne:

- OEL jako 8-h TWA: 0,0005 mg Co/m³ (0,5 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$, frakcja respirabilna), 0,001 mg Co/m³ (1 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$, frakcja wdychalna);
- STEL: nie określono;
- BGV⁵: kobiety – 2 $\mu\text{g Co}/\text{l}$ moczu, mężczyźni – 0,7 $\mu\text{g Co}/\text{l}$ moczu.

Przyjmując założenie wspólnego mechanizmu działania jonu Co²⁺ dla wszystkich związków kobaltu rozpuszczalnych w wodzie, uwzględniając działanie rakotwórcze (lokalne nowotwory dróg oddechowych u zwierząt) po narażeniu drogą inhalacyjną, do obliczenia wartości NDS Zespół Ekspertów ds. Czynników Chemicznych i Pyłowych wykorzystał wybrane wyniki badań działania rakotwórczego u myszy i szczurów obu płci w płucach (gruczolaki i raki pęcherzyków płucnych i oskrzeli) po narażeniu na siarczan kobaltu drogą inhalacyjną. Zaproponowano przyjęcie wartości NDS dla kobaltu i jego związków (w przeliczeniu na Co) odpowiadającej dodatkowemu ryzyku dla nowotworów płuc równemu 1×10^{-3} , co odpowiada stężeniu dla frakcji respirabilnej wynoszącemu 0,001 mg Co/m³. Chociaż cząstki wdychalne kobaltu powinny być również uważane za rakotwórcze, zależność dawka–odpowiedź związana z tą frakcją jest o wiele bardziej wątpliwa. Tak więc najważniejsza zależność dawka–odpowiedź w odniesieniu do rakotwórczości powinna być oparta na narażeniu na frakcję respirabilną cząstek. U ludzi narażonych na kobalt drogą inhalacyjną i dermalną obserwowano działanie uczulające. Przyjmując, że frakcja respirabilna stanowi 1/4-1/3 frakcji wdychalnej, zaproponowana wartość NDS dla frakcji respirabilnej kobaltu powinna także chronić pracowników przed zmianami astmatycznymi o podłożu alergicznym w wyniku narażenia na frakcję wdychalną kobaltu.

Eksperti z Cobalt Institute na podstawie skutku zdrowotnego zaproponowali dwie wartości dopuszczalnych stężeń dla kobaltu i jego związków, tj. dla frakcji wdychalnej oraz frakcji respirabilnej:

- wartość OEL, ustaloną w celu ochrony przed ryzykiem raka płuca, obliczono na poziomie 5 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$ (frakcja respirabilna), biorąc pod uwagę wyniki badań NTP na gryzoniach oraz dane epidemiologiczne;
- wartość OEL, ustaloną w celu ochrony przed zmianami w czynnościach płuc („astma w miejscu pracy”), obliczono na poziomie 24 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$ (frakcja wdychalna), uwzględniając wyniki badań epidemiologicznych.

⁵ Wartość referencyjna (odniesienia) BGV – na podstawie dostępnych danych dotyczących poziomów w populacji ogólnej.

W tab. 3 przedstawiono przygotowaną przez Komitet ds. Analiz Społeczno-Ekonomicznych (SEAC-ECHA) analizę socjoekonomiczną dotyczącą czterech propozycji wartości OEL dla kobaltu i jego związków nieorganicznych.

Wartości OEL na poziomie zalecanym przez Komitet ds. Oceny Ryzyka działający przy ECHA, tj. 0,5 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$ dla frakcji respirabilnej oraz 1 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$ dla frakcji wdychalnej, poważnie zagrożąby produkcji, recyklingowi i stosowaniu kobaltu i jego związków w UE oraz zahamowałyby działania UE w zakresie zielonej transformacji. Kobalt ma kluczowe znaczenie dla produkcji akumulatorów pojazdów elektrycznych i innych technologii zielonej energii. W przypadku wartości OEL dla frakcji wdychalnej na poziomie 20 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$ zdrowie pracowników będzie chronione, koszty będą przewyższać korzyści (BCR < 1) oraz nie przewidywane jest zamykanie firm ani redukcji miejsc pracy. W przypadku wartości OEL na poziomie 10 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$ trzeba będzie zamknąć 1550 zakładów oraz zlikwidować 110 tys. miejsc pracy, a w przypadku wartości OEL na poziomie 1 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$ – odpowiednio 3100 zakładów i 220 tys. miejsc pracy.

W Radzikowicach pod Nysą belgijska firma UMICORE otworzyła zakład, w którym powstają materiały katodowe do baterii samochodowych potencjalnie nawet do trzech milionów aut rocznie. W 2024 r. roczna zdolność produkcyjna ma wynosić 40 GWh energii z potencjałem wzrostu do ponad 200 GWh. Obecnie UMICORE w Nysie zatrudnia ok. 400 pracowników. Wszystkie procesy produkcyjne są zautomatyzowane. Proces produkcji polega na mieszanii i wypalaniu mieszanki związków metali rzadkich: litu, niklu, kobaltu i manganu. Surowce i produkt końcowy mają postać proszku. Surowce są transportowane w zamkniętych rurociągach. Pomieszczenia produkcyjne są wyposażone w wentylację ze specjalnymi filtrami. Pracownicy stosują środki ochrony dróg oddechowych o najwyższej klasie bezpieczeństwa. Przestrzegane są również wartości dopuszczalnych stężeń na stanowiskach pracy, obowiązujące w Polsce m.in. dla kobaltu, tj. 20 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$, oraz prowadzony jest wewnętrzny monitoring biologiczny narażenia pracowników poprzez oznaczanie kobaltu w moczu z wartością zalecaną 15 $\mu\text{g Co}/\text{g}$ kreatyniny. Zmniejszenie wartości dopuszczalnej kobaltu do poziomu 10 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$ będzie miało wpływ na rentowność operacji, a nawet może doprowadzić do zaprzestania działalności zakładu i przeniesienia produkcji poza UE. Osiągnięcie wartości OEL na poziomie 1 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$ obecnie jest ekonomicznie niewykonalne.

Jeżeli chodzi o plan działań w UE dotyczący wartości dopuszczalnej dla kobaltu i jego związków, we wrześniu 2023 r. Working Party Chemicals oraz ACSH przedstawią swoją opinię na ten temat. Do tego czasu zostanie też udostępniona ocena socjoekonomiczna przyjęcia wartości wiążących dla frakcji wdychalnej kobaltu w stężeniu 30, 20, 10 oraz 1 $\mu\text{g Co}/\text{m}^3$. Drugi etap konsultacji z partnerami społecznymi zostanie zorganizowany do połowy października. Następnie w ciągu trzech tygodni będą przyjmowane uwagi. Ocena skutków zostanie przesłana Radzie ds. Kontroli Regulacyjnej pod koniec tego roku. Komisja UE opublikuje wniosek dotyczący projektu dyrektywy zmieniającej dyrektywę 2004/37/WE w drugim kwartale 2024 r.

Międzyresortowa Komisja ds. NDS i NDN razem z Zespołem Ekspertów ds. Czynników Chemicznych i Pyłowych nadal będzie prowadziła prace nad wartością NDS dla kobaltu i jego związków na podstawie stanowiska zespołu i dyskusji na forum UE.

dr Jolanta Skowroń
sekretarz Międzyresortowej Komisji
ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń
Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy

Opracowano i wydano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny i Polityki Społecznej (zadanie nr 3.ZS.03, pt. „Wsparcie przedsiębiorstw w kształtowaniu bezpiecznych warunków pracy – działalność Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN”). Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.