

Frakcja respirabilna krystalicznej krzemionki — zagrożenia i narażenie.

Wstęp

Krzemionka krystaliczna frakcji respirabilnej stanowi poważne zagrożenie w miejscu pracy. Zwiększone ryzyko chorób układu oddechowego przy pracach murarskich i kamieniarskich zauważono już setki lat temu^[1, 2], ale dopiero w latach trzydziestych XX wieku dokładniej zidentyfikowano zagrożenie ze strony krzemionki w różnych branżach i procesach^[3]. Mimo tego krzemionka krystaliczna nadal stanowi poważne niebezpieczeństwo dla pracowników w branży budowlanej, co jest spowodowane pojawianiem się coraz to nowych materiałów, techniki i sprzętu budowlanego.



Krzemionka

Krzemionka, lub dwutlenek krzemu (SiO_2) jest jednym z najpowszechniejszych naturalnych minerałów na naszej planecie. Dodatkowo krzemionka w różnych formach jest wytwarzana przez przemysł ze względu na jej unikatowe właściwości chemiczne (zasadniczo obojętne), fizyczne (mocny, ale kruchy materiał o stosunkowo wysokiej temperaturze topnienia) i elektryczne. Wewnątrzcząsteczkowe wiązania kowalencyjne polarne tworzą czworościenne uporządkowane struktury molekularne, które można pogrupować w następujący sposób:

Krzemionka amorficzna

Cząsteczki są rozmieszczone z ograniczonym uporządkowaniem względem siebie, dając przezroczyste ciało stałe. Rzadko występująca w naturze. Krzemionka amorficzna jest szeroko stosowana w przemyśle, szczególnie jako główny składnik szkła, a ostatnio również w przemyśle elektronicznym^[4].

Krzemionka krystaliczna

Cząsteczki są rozmieszczone w nieokreślonym porządku względem siebie, co powoduje powstanie wyraźnych struktur krystalicznych o białym lub żółtawym kolorze. Istnieje dziewięć różnych krystalicznych form strukturalnych (odmian polimorficznych). Najbardziej rozpowszechniona to kwarc, a następnie krystobalit i trydymit. Krzemionka krystaliczna jest kluczowym składnikiem gleby, piasku, granitu i innych naturalnie występujących minerałów^[4].

Krzemionka krystaliczna frakcji respirabilnej (Respirable Crystalline Silica, RCS)

Określenie RCS jest powszechnie używane w odniesieniu do drobnych cząstek (co najmniej 100 razy mniejszych niż typowe ziarna piasku) krzemionki krystalicznej, które są zbyt małe, aby były widoczne dla ludzkiego oka. Mogą pozostawać w powietrzu przez dłuższy czas i być wdychane głęboko do płuc. Cząstki te powstają w trakcie przetwarzania, używania, cięcia, szlifowania lub rzeźbienia materiałów zawierających krzemionkę krystaliczną^[5, 6].

Według Brytyjskiego instytutu ds. Bezpieczeństwa i Higieny (HSE) ze względu na obecność w powszechnie stosowanych materiałach budowlanych (patrz tabela 2) frakcja respirabilna krzemionki krystalicznej jest drugim co do znaczenia zagrożeniem dla zdrowia pracowników budowlanych, zaraz po azbestzie^[7]. HSE szacuje, że nadmierne wystawienie na działanie krzemionki powodowało 10 do 20 zgonów rocznie w ciągu ostatnich 10 lat^[8].



Kiedy pracownicy są zagrożeni?

Krzemionka krystaliczna występuje w wielu branżach i pracach — patrz tabela 1^[7]:

Branże	Prace
Górnictwo	Wiercenie/wysadzanie tuneli Kotwienie stropów Ręczna pomoc przy transporcie materiałów
Eksploatacja odkrywek (kopalnie i kamieniołomy)	Prace strzałowe Cięcie Kruszenie kamieni Ręczna pomoc przy transporcie materiałów
Obróbka kamienia, prace przy pomnikach, murarstwo artystyczne, produkcja blatów kuchennych	Kamieniarstwo Ociosywanie krzemienia Polerowanie, szlifowanie, dłutowanie
Przemysł ciężki i produkcja przemysłowa	Śrutowanie Przygotowywanie i używanie ściernic Czyszczenie materiałów zawierających krzemionkę
Odlewnie	Formowanie w piasku Śrutowanie Czyszczenie formowanych elementów sprężonym powietrzem Oczyszczanie
Produkcja ceramiki, szkła i wyrobów garncarskich Produkcja cegieł i płytek	Przeładunek materiałów Cięcie, piłowanie, szlifowanie, polerowanie Naprawa i wymiana okładzin z cegły ogniotrwałej
Budowa i rozbiórka	Cięcie, wiercenie, piłowanie, grawerowanie Polerowanie, szlifowanie zgrubne, dłutowanie, szlifowanie precyzyjne Łamanie, kruszenie, przesiewanie Mieszanie, przeładunek i przesypywanie suchych materiałów Śrutowanie i obróbka strumieniowo-ścierna
Produkcja cementu i betonu	Cięcie, wiercenie, piłowanie
Okrętownictwo, budowa i konserwacja statków Produkcja metalu	Śrutowanie i obróbka strumieniowo-ścierna powierzchni w celu przygotowania do malowania lub powlekania
Przemysł	Krzemionka jest powszechnie stosowana jako wypełniacz i stabilizator w tworzywach sztucznych, farbách, klejach i mydłach Produkcja materiałów ściernych

Tabela 1 — Branże i prace, w których zazwyczaj istnieje ryzyko kontaktu z krzemionką krystaliczną^[6, 9]

Frakcja respirabilna krystalicznej krzemionki w branży budowlanej

Jak widać na poprzedniej stronie, w budownictwie powszechnie stosuje się materiały zawierające duże ilości krzemionki krystalicznej. Kontakt z tymi materiałami następuje w trakcie wielu różnych prac budowlanych. Większość ma miejsce podczas obróbki strumieniowo-ściernej z wykorzystaniem piasku w celu usunięcia farby z konstrukcji betonowych i innych powierzchni. Inne prace, w których może dochodzić do ekspozycji to m.in. używanie wiertarek pneumatycznych, wiercenie w skałach, mieszania betonu, wiercenie w betonie, cięcie i piłowanie cegieł i bloczków oraz prace w tunelach.

Materiał	Przybliżona zawartość krzemionki krystalicznej
Piaskowiec	70-90%
Beton, zaprawa	25-70%
Dachówka	30-45%
Granit	20-45%, zazwyczaj 30%
Łupek	20-40%
Cegła	< 30%
Wapień	2%
Marmur	2%

Tabela 2 — Zawartość krzemionki krystalicznej w popularnych materiałach budowlanych^[6]

Jakie zagrożenia niesie powtarzające się wystawienie kontakt z dużymi ilościami pyłu krzemionkowego?

Świadomość zagrożeń spowodowanych wdychaniem RCS stale rośnie, ale nadal wielu pracowników nie wie, jak bardzo jest to niebezpieczne. Krakcja respirabilna krystalicznej krzemionki może powodować nieodwracalne choroby krążenia związane z tworzeniem tkanki włóknistej, takie jak^[6, 9]:

- Krzemica
- Rak płuc
- Przewłękła obturacyjna choroba płuc (POChP)
- Zapalenie oskrzeli i rozedma płuc
- Lekarze zgłaszają również inne dolegliwości, w tym choroby autoimmunologiczne, immunologiczne i nerek. Ponadto istnieje silny związek między wystawieniem na działanie RCS, krzemicią i zwiększonym ryzykiem gruźlicy.

Krzemica

Krzemica jest formą pylicy płuc, zwykle z długim okresem utajenia między kontaktem a początkiem objawów choroby. Częsteczki krzemionki krystalicznej przedostają się do płuc, przeciążają mechanizmy obronne organizmu oraz podrażniają i uszkadzają pęcherzyki płucne. Ciało reaguje poprzez tworzenie tkanki włóknistej wokół uwięzionych cząsteczek krzemionki, wskutek czego następuje bliznowacenie płuc. Z biegiem czasu, wraz z postępującym bliznowaceniem, zmniejsza się sprawność płuc i rozwijają objawy krzemicy. Niestety, nie jest znany żaden zabieg mogący powstrzymać postęp krzemicy — krzemica jest nieuleczalna i może prowadzić do znacznego pogorszenia stanu zdrowia, a nawet śmierci.

Istnieją 3 rodzaje krzemicy^[10]:

1. **Ostra krzemica:** Zazwyczaj osoba jest narażona na styczność z bardzo dużą ilością pyłu krzemionkowego, a objawy pojawiają się w ciągu kilku tygodni lub miesięcy.
2. **Szybko postępująca krzemica:** Duszności i suchy kaszel zaczynają się pojawiać kilka lat po kontakcie ze średnimi lub dużymi ilościami RCS.
3. **Przewłękła krzemica:** To najbardziej powszechna odmiana. Zazwyczaj zaczyna występować po ponad 10 latach od kontaktu z niewielkimi ilościami pyłu krzemionkowego.

Objawy krzemicy

Objawy krzemicy mogą się ujawnić dopiero po wielu latach. Ważne jest, aby pracownicy je znali, ponieważ będą wtedy wiedzieć, na co zwracać uwagę w razie pogorszenia stanu zdrowia^[11]:

- Osłabiający, płytki oddech
- Głośny kaszel
- Uczucie słabości
- Utrata masy ciała
- Bóle w klatce piersiowej
- Pocenie w nocy

Minimalizowanie narażenia na kontakt z krzemionką krystaliczną frakcji respirabilnej

Istnieje wiele sposobów ograniczania własnego narażenia, ale prawdopodobnie najważniejszym jest przestrzeganie sprawdzonych praktyk bezpiecznej pracy, zgodnych ze wszystkimi krajowymi regulacjami i przepisami. Działania te zazwyczaj obejmują następujące kluczowe pozycje^[6, 12], chociaż ich przydatność może się różnić w zależności od branży i okoliczności^[13]:

1. Identyfikacja zagrożeń i ocena ryzyka.
2. Wdrożenie odpowiednich środków w celu zminimalizowania narażenia pracowników.
 - a. **Eliminacja:** czy da się pozyskiwać materiały, które nie trzeba ciąć ani wykańczać?
 - b. **Zastąpienie:** czy można użyć alternatywnych materiałów, które nie zawierają krystalicznej krzemionki, albo zastosować alternatywny proces, który stwarza mniejsze zagrożenie?
 - c. **Rozwiązania techniczne:** czy można zastosować środki zaradcze, takie jak lokalna wentylacja wyciągowa, wyciągi nad narzędziami, zraszanie, obudowy lub odkurzanie, które zmniejszą ryzyko kontaktu?
 - d. **Organizacja pracy:** czy działania o wysokim ryzyku mogą być wykonywane z dala od innych pracowników?
 - e. **Korzystanie z środków ochrony indywidualnej - soi:** wybór i stosowanie adekwatnych i odpowiednich rozwiązań do ochrony dróg oddechowych, gdy pozostałe środki nie eliminują wystarczająco ryzyka zawodowego.
3. Edukowanie i szkolenie pracowników w zakresie skutków kontaktu z pyłem krzemionkowym, najlepszych praktyk i środków zaradczych.
4. Regularna analiza czynników ryzyka oraz skuteczności środków zaradczych.

Stosowanie odpowiednich środków ochrony indywidualnej

Chociaż niniejszy dokument koncentruje się na elementach ryzyka i zagrożeniach dla układu oddechowego, w miejscu pracy będzie prawdopodobnie istnieć wiele różnych zagrożeń dla zdrowia i bezpieczeństwa, w związku z czym trzeba będzie stosować kombinacje środków zaradczych, w tym sprzęt ochrony indywidualnej. Zalecenia i przepisy różnią się w zależności od kraju, dlatego zawsze sprawdzaj regulacje obowiązujące na lokalnym rynku.

3M oferuje bogaty asortyment ochron układu oddechowego jednorazowych i wielokrotnego użytku w formie półmasek i pełnotwarzowych, systemów z doprowadzeniem powietrza z doprowadzeniem powietrza i z wymuszonym obiegiem powietrza, aparatów oddechowych z wężem doprowadzającym powietrze oraz autonomicznych aparatów powietrznych. Łatwo wśród nich wybrać odpowiedni produkt uwzględniający poziom ochrony nakazany wynikami oceny ryzyka przeprowadzonej przez pracodawcę, krajowymi wytycznymi i cechami zastosowania.

Materiały pomocnicze

- [1] G. Agricola, *De natura fossilium*, 1556.
- [2] B. Ramazzini, *De Morbis Artificum Diatriba*, 1713.
- [3] G. Markowitz i D. Rosner, „Pracownicy, przemysł i kontrola informacji: Krzemica a Fundacja Higieny Przemysłowej”, *Journal of Public Health Policy*, tom 16, nr 1, str. 29–58, 1995.
- [4] Europejskie Stowarzyszenie Producentów Krzemionki Przemysłowej, „Czym jest krzemionka?”, 26 marca 2018 r. [w Internecie]. Dokument dostępny na stronie: <https://www.eurosil.eu/what-silica>.
- [5] Amerykańska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (OSHA), „Zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa i zdrowia — Krzemionka”, [w Internecie]. Dokument dostępny na stronie: <https://www.osha.gov/dsg/topics/silicacrystalline>. [użyto 26 marca 2018 r.].
- [6] Health and Safety Executive (HSE), INDG463 — Minimalizowanie narażenia na kontakt z pyłem krzemionkowym — przewodnik dla pracowników, 2014.
- [7] Health and Safety Executive, „Nowotwory w branży budowlanej: Krzemionka”, [w Internecie]. Dokument dostępny na stronie: <http://www.hse.gov.uk/construction/healthrisks/cancer-and-construction/silica-dust.htm>. [użyto 26 marca 2018 r.].
- [8] Health and Safety Executive, „Krzemica i pylica płuc u górników”, [w Internecie]. Dokument dostępny na stronie: <http://www.hse.gov.uk/statistics/causdis/pneumoconiosis/pneumoconiosis-and-silicosis.pdf>. [użyto 26 marca 2018 r.].
- [9] J. Smedley, F. Dick i S. Sadhra, *Oxford Handbook of Occupational Health*, wydanie 2, 2013.
- [10] Amerykańskie Stowarzyszenie na rzecz Walki z Chorobami Płuc, „Krzemica — kompendium informacji”, [w Internecie]. Dokument dostępny na stronie: <http://www.lung.org/lung-health-and-diseases/lung-disease-lookup/silicosis/learn-about-silicosis.html>. [użyto 28 marca 2018 r.].
- [11] „Objawy krzemicy”, [w Internecie]. Dokument dostępny na stronie: <http://www.silicosis.com/symptoms/index.php>. [użyto 26 marca 2018 r.].
- [12] Narodowy Instytut Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (NIOSH), „Hierarchia kontroli”, [w Internecie]. Dokument dostępny na stronie: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/>. [użyto 26 marca 2018 r.].
- [13] Komisja Europejska, *Poradnik dla krajowych inspektorów pracy na temat przeciwdziałania ryzyku narażenia pracowników na kontakt z krzemionką krystaliczną frakcji respirabilnej (RCS) na placach budowy*, 2016.

3M Poland Sp. z o.o.

Dział Bezpieczeństwa Pracy
al. Katowicka 117
Kajetany, 05-830 Nadarzyn
Telefon: +48 22 739 60 00
www.3M.pl/bhp

Należy poddać recyklingowi. Wydrukowano w Polsce. © 3M 2019.
3M to zastrzeżony znak towarowy firmy 3M company. Wszelkie prawa zastrzeżone. J426984

