

PRACE NAUKOWO-PRZEGLĄDOWE

Przeegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 3 (49), 2010: 38–47

(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 3 (49), 2010)

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 3 (49), 2010: 38–47

(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 3 (49), 2010)

Katarzyna PAWLUK

Katedra Geoinżynierii SGGW w Warszawie

Department of Geotechnical Engineering WULS – SGGW

Nowe metody unieszkodliwiania odpadów budowlanych zawierających azbest

The new methods of neutralizing the construction wastes containing asbestos

Słowa kluczowe: azbest, zagrożenia, zanieczyszczenia, ochrona środowiska

Key words: asbestos, dangers, pollution, environmental protection

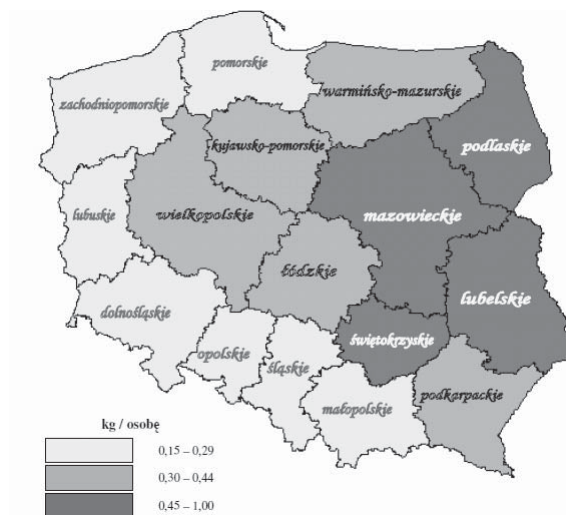
Wprowadzenie

Problem zagrożeń spowodowany obecnością azbestu w środowisku, zwłaszcza na terenach silnie zurbanizowanych, powstał pod koniec lat osiemdziesiątych XX wieku. Wtedy odkryto, że ten praktycznie niezniszczalny komponent wielu wyrobów gospodarczych jest przyczyną poważnych w skutkach zachorowań i zwiększenia śmiertelności wśród ludności. Największe wykorzystanie azbestu w gospodarce miało miejsce w latach 1950–1980. Po tym okresie obserwuje się znaczny jego spadek, co spowodowane jest między innymi wprowadzeniem przez niektóre kraje europejskie ograniczeń i zakazów odno-

śnie do stosowania azbestu. Na początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku powstało wiele dyrektyw zakazujących stosowania i produkcji azbestu oraz jego produktów (Dyrektywa Komisji 1991, 1999). W związku z tym obecnie istniejący problem dotyczy azbestu wykorzystywanego w przeszłości i znajdującego się do dziś w obiektach budowlanych i urządzeniach (Pawluk 2008).

Według danych zawartych w Programie Oczyszczania Polski z Azbestu na lata 2009–2032 (2009)¹ w latach 2002–2008 usunięto około 1 mln ton wyrobów azbestowych, ale w 2009 roku około 14,5 mln ton tych wyrobów pozostało nadal w użytkowaniu. Największa ilość wbudowanych wyrobów azbestowych w przeliczeniu na osobę występuje na terenie województw: mazowieckiego, lubelskiego, podlaskiego i świętokrzyskiego. Najmniej wyrobów z azbestem

¹www.mg.gov.pl

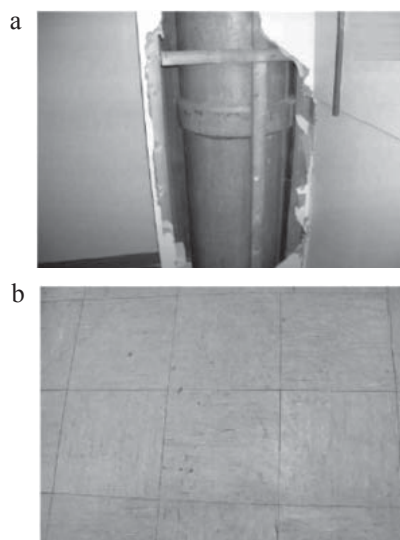


RYSUNEK 1. Nagromadzenie w Polsce wyrobów zawierających azbest (www.mg.gov.pl)
 FIGURE 1. The accumulation of asbestos-containing products in Poland (www.mg.gov.pl)

znajduje się w województwach: lubuskim, opolskim i zachodniopomorskim (rys. 1). Z danych Ministerstwa Gospodarki wynika, że do unieszkodliwienia, głównie metodą składowania, do końca 2032 roku będzie około 15 mln ton odpadów zawierających azbest. W związku z tym planuje się wykorzystać 84 składowiska odpadów o powierzchni od 1 do 5 ha, zlokalizowane na terenie całego kraju. W 2008 roku funkcjonowało w kraju 28 składowisk przyjmujących odpady zawierające azbest, a Program... (2009) przewiduje w latach 2009–2032 budowę 56 składowisk lub kwater do składowania odpadów z azbestem.

Źródła odpadów budowlanych z azbestem

Na terenie Polski wyroby zawierające azbest znajdują się najczęściej w obiektach budowlanych (rys. 2), co spowodowane jest głównie następują-



RYSUNEK 2. Przykład powszechnego użycia azbestu: a – obudowa azbestowej płyty izolacyjnej (częściowo zdjęta), w tle kanał dymowy z rurami azbestowo-cementowymi (a-c), b – płytki podłogowe z azbestu (www.pip.pl)

FIGURE 2. An example of common use of asbestos: a – housing insulating board of asbestos (partially removed), in the background the flue of a-c, b – the floor tiles containing asbestos (www.pip.pl)

cymi czynnikami: łatwym łączeniem minerałów azbestowych ze spoiwami (np. kauczukiem, gumą i cementem) niską ceną materiałów, doskonałymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi wyrobów oraz brakiem informacji o szkodliwości azbestu (Brzozowski, Obmiński 2004).

Materiały budowlane zawierające azbest wykorzystywane były głównie w budynkach przemysłowych oraz mieszkalnych. Do tych pierwszych, ze względu na odporność wyrobów na wysoką temperaturę, czynniki chemiczne, dobrą izolację elektryczną, należały głównie obiekty związane z energetyką (elektrociepłownie, ciepłownie, elektrownie). Natomiast w budynkach mieszkalnych azbest może znajdować się praktycznie wszędzie, na przykład w pokryciach dachowych (płyty faliste, tzw. eternit), elewacjach (płyty KARO), systemach dociepleń (wełna mineralna, styropian z okładziną z azbesto-cementu). W budynkach wielokondygnacyjnych występują takie wyroby, jak: rury wodno-kanalizacyjne i ściekowe, zsypy śmieci wykonane z rur azbestowo-cementowych (a-c), klapy przeciwpożarowe, okładziny tłumiące dźwięk w wentylatorach (rys. 3),



RYSUNEK 3. Płótno azbestowe w przewodach wentylacyjnych (PIP 2006, www.pip.pl)
FIGURE 3. The asbestos canvas in the ventilation ducts (PIP 2006, www.pip.pl)

otuliny przewodów grzewczych i parowych, uszczelnienia drzwi w piecach gazowych CO i piecach na węgiel, ekrały balustrad balkonów wykonane z płyt płaskich prasowanych a-c (rys. 4) – Obmiński (2004).



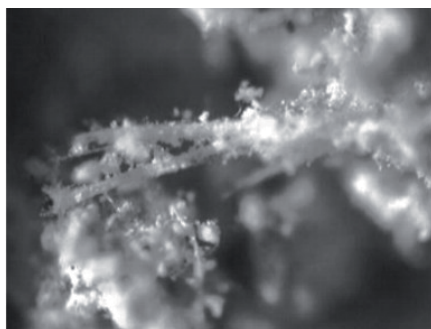
RYSUNEK 4. Przykłady zastosowania płyt płaskich prasowanych a-c w postaci ekranów balustrad balkonów w Warszawie przy ul. Stokłosa i ul. Zamiany

FIGURE 4. Example of using flat and pressed plates of a-c in balcony railing screens in Warsaw at Stokłosa St. and Zamiany St.

Zagrożenie środowiska odpadami budowlanych zawierającymi azbest

Zanieczyszczenia środowiska pyłami azbestowymi wynikają z niewłaściwego użytkowania (brak ochrony uszkodzonych materiałów – pokryw, farb itp.), źle przeprowadzonych prac demontażowych czy nieprawidłowego zabezpieczenia podczas pakowania i transportu odpadów zawierających azbest. Wyroby azbestowe poddane długoletniemu działaniu czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych tracą w pewnym stopniu swoją wytrzymałość. Postępująca korozja chemiczno-biologiczna tych materiałów

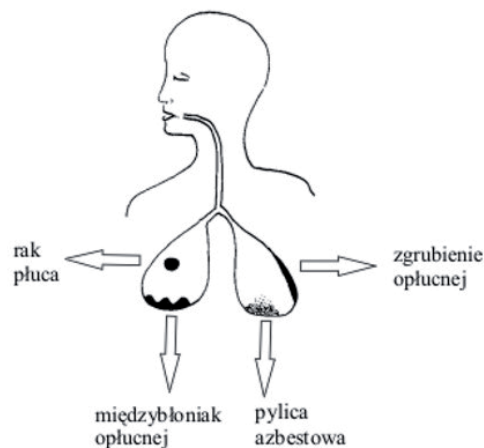
doprowadza do powstawania szczelin i spękań, które następnie stają się źródłem uwalniania włókien azbestowych do środowiska. Szczególnie niebezpieczne są niewidoczne nieuzbrojonym okiem pyły respirabilne (rys. 5), które w powietrzu mogą przez dłuższy czas utrzymywać się w postaci zawiesiny i migrować na duże odległości. Włókna azbestu charakteryzują się długością powyżej 5 μm , średnicą mniejszą niż 3 μm oraz stosunkiem długości do średnicy większym niż 3 : 1. W momencie przedostania się do układu oddechowego człowieka mogą wywołać wiele niebezpiecznych w skutkach schorzeń, m.in. pylicę azbestową, zgrubienie opłucnej i choroby nowotworowe (rys. 6).



RYSUNEK 5. Zdjęcie respirabilnych włókien azbestu (www.aton.pl)
 FIGURE 5. Photography of respirable asbestos fibers (www.aton.pl)

Wykorzystanie azbestu na szeroką skalę w różnych gałęziach przemysłu przyczyniło się do tego, że zanieczyszczenia włóknami azbestowymi obserwujemy w powietrzu, glebie i w wodzie.

Okresowe badania powietrza atmosferycznego w większości aglomeracji miejskich, w tym w Warszawie, wskazują na występowanie w nim zanieczyszczeń pyłami azbestu. Stężenie włókien w miastach ulega wahaniom zależnym od



RYSUNEK 6. Choroby płuc wywołane pyłami azbestowymi (Pawluk 2006)
 FIGURE 6. Lung diseases caused by asbestos dust (Pawluk 2006)

wielu czynników, takich jak: pora roku i pogoda, rodzaj zabudowania oraz natężenie ruchu kołowego. Zazwyczaj obserwuje się poziom zanieczyszczenia od 0,1 (najwyższego dopuszczalnego stężenia) do kilkuset, jednak czasami okresowo występuje ono na poziomie kilku tysięcy włókien w 1 cm^3 powietrza (Obmiński 2002, Rozporządzenie... 2002).

Zanieczyszczenie włóknami azbestowymi gleby i gruntu może być również bardzo niebezpieczne dla środowiska. Duże zagęszczenie pyłów w tych ośrodkach związane było w przeszłości z procesem wydobywczym oraz produkcyjnym azbestu. Aktualnie wynika ze starzenia się wyrobów (np. podziemna instalacja wodno-kanalizacyjna) i niewłaściwie przeprowadzonych prac demontażowych. Migracja tych zanieczyszczeń w ośrodku glebowo-gruntowym nie jest wielka, jednak w przypadku deszczowej bądź wprost przeciwnie – suchej i wietrznej pogody może być wzmożona. Groźnym zjawiskiem jest re-

emisja związków azbestu z gleby do powietrza atmosferycznego. Podwyższony jej poziom powodują cykliczne przejazdy pojazdów po zanieczyszczonym gruncie, niezależnie od takich czynników, jak: pokrywa roślinna, wilgotność, kierunek i prędkość wiatru (Pawluk 2006).

Zanieczyszczenia włóknami azbestu odnotowywane są również w wodzie. Wykonane przez Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego badania wody pitnej przesyłanej rurami azbestowo-cementowymi wykazały, że stężenie włókien azbestu wynosi w granicach $7 \cdot 10^3$ – $14 \cdot 10^3$ włókien w 1 litrze (Dobrzelecka 2005). Jednak tego typu badania wykonywane są rzadko ze względu na brak dowodów świadczących o szkodliwości spożywania azbestu wraz z wodą. Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) i Państwowego Zakładu Higieny, nie ma przekonujących danych świadczących o zagrożeniach dla zdrowia, wynikających ze spożycia wody zawierającej azbest, dlatego też nie istnieje potrzeba ustanawiania zaleceń dla zawartości azbestu w wodzie pitnej. Jedynie Agencja Ochrony Środowiska (EPA) w USA określa dopuszczalne stężenie włókien azbestu w wodzie pitnej na $7 \cdot 10^6$ włókien na litr (Dobrzelecka 2005).

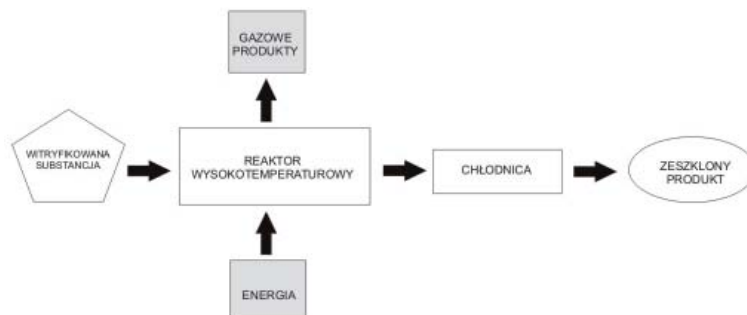
Metody unieszkodliwiania

Obecnie postępowanie z wyrobami zawierającymi azbest kojarzy się głównie z ich demontażem, pakowaniem, transportem i składowaniem. Prowadzi to do wydatkowania dużych sum, rzędu 340 mln zł, na budowę nowych składowisk o łącznej powierzchni 230–300 ha,

lecz nie zmniejsza ilości składowanych odpadów. W ostatniej dekadzie zaproponowano metody alternatywne, które nie tylko minimalizują ilość azbestu, ale i poniesione na ten cel koszty.

Zarówno w Polsce, jak i na świecie istotny problem stanowi zwiększająca się masa odpadów niebezpiecznych, których część składowana jest w sposób nielegalny lub niewłaściwy, stwarzając poważne zagrożenie dla środowiska i zdrowia ludzi. Do niedawna, zgodnie z Programem usuwania azbestu... (2002), jedyną dopuszczalną formą utylizacji odpadów azbestowych było ich składowanie. Od 2009 roku w myśl Programu Oczyszczania Kraju z Azbestu na lata 2009–2032 (2009) i zgodnie z treścią ustawy o zmianie ustawy o odpadach oraz niektórych innych ustaw (2010) możliwe jest zastosowanie innych technik przetwarzania odpadów, zmniejszających ich ilość i objętość.

Jedną z takich technik jest wityfikacja. Metoda ta polega na przetapianiu różnych materiałów nieorganicznych (np. odpadów azbestowych) wraz z odpadową stłuczką szklaną na jednorodną zeszkliwioną masę – wityt. Proces wityfikacji polega na kontrolowanym dostarczeniu energii do unieszkodliwianej substancji – odpadów azbestowych, które pod wpływem temperatury około 1500°C ulegają termicznemu rozkładowi oraz przemianom chemicznym. W kolejnym etapie następuje ich stopienie i szybkie schłodzenie, dzięki czemu odpady tracą swoją włóknistą postać, a zyskują strukturę szkła (rys. 7). W ten sposób niebezpieczne włókna azbestu zostają uwięzione w szklistej masie i nie stwarzają zagrożenia dla ludzi i środowiska. Amorficzny produkt końcowy



RYSUNEK 7. Schemat procesu witrifikacji
 FIGURE 7. Diagram of the vitrification process

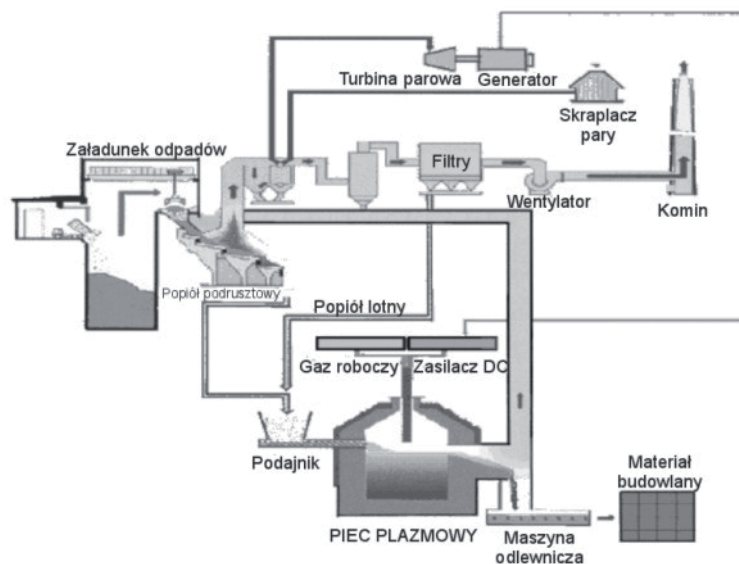
posiada dużą odporność mechaniczną i chemiczną, dzięki czemu może zostać wykorzystany w wielu gałęziach przemysłu, na przykład w drogownictwie, jako kruszywo pod nową nawierzchnię czy dodatek do betonu. Kolejną zaletą procesu witrifikacji jest redukcja objętości wyjściowego materiału do 95%. Jedyną wadą tej metody jest jej duża energochłonność, przez co powinno się ją stosować (na większą skalę) jedynie do utylizacji odpadów niebezpiecznych (Listwa i in. 2007, SLIC 2006², www.spalanie.pwr.wroc.pl).

Drugą technologią, umożliwiającą unieszkodliwienie odpadów azbestowych z jednoczesną redukcją ich objętości, jest plazmowa destrukcja odpadów niebezpiecznych (rys. 8). Zastosowanie plazmy pozwala na uzyskanie temperatury rzędu 5000–20 000°C w ośrodku beztlenowym, dzięki czemu możliwe jest prowadzenie reakcji rozkładu wielu różnych związków nieorganicznych. Badania przeprowadzone na Politechnice Łódzkiej przy użyciu plazmy udowodniły wzajemne oddziaływanie tzw. gorących elektronów i silnego promie-

niowania UV, co prowadzi do rozpadu wszystkich wiązań między cząsteczkami i umożliwia dowolną rekombinację związków (Listwa i in. 2007). Głównymi produktami pirolizy plazmowej są: CO, H₂, CO₂, HCl, niższe węglowodory gazowe oraz odpady nieorganiczne w amorficznej postaci, tzw. wityt (Kyc 2008). Powstające podczas tego procesu gazy (wodór, tlenek węgla i metan) mogą być przetworzone w wysoko wartościowe paliwo gazowe, które może zostać następnie wykorzystane do produkcji metanolu lub do wytwarzania energii elektrycznej w cyklu skojarzeniowym (Kołackiński 2003). Natomiast amorficzny produkt utylizacji odpadów charakteryzuje się dużą wytrzymałością i odpornością na wmywanie zawartych w nim substancji, dlatego też może być z powodzeniem stosowany do wytwarzania elementów budowlanych lub stosowany jako podsypka w budownictwie drogowym (Listwa i in. 2007).

Najnowszą techniką przetwarzania odpadów budowlanych zawierających azbest jest metoda mikrofalowej obróbki termicznej (Microwave Treatment Thermal – MTT) stosowana z powodzeniem przez polską firmę ATON-HT S.A. Proces sprowadza się do podgrzania

²SLIC European Asbestos Campaign 2006 (www.osha.europa.eu).



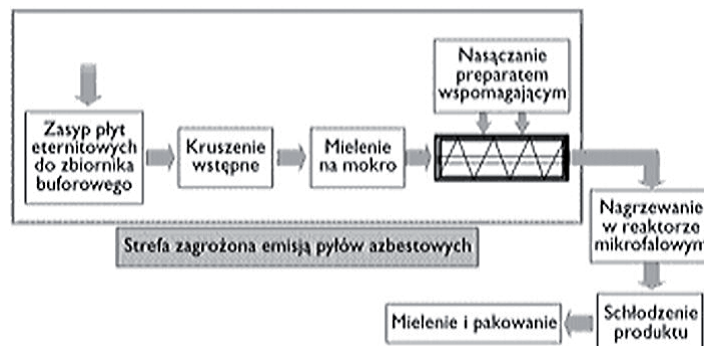
RYSUNEK 8. Schemat instalacji do spalania w plazmie termicznej (Materiały informacyjne firmy EKOPLAZMA s.c. Łódź)

FIGURE 8. Diagram of the thermal plasma installation (Reference Materials EKOPLAZMA Company, Łódź)

wcześniej rozdrobnionych w hermetycznej kruszarce odpadów azbestowych, a następnie nasączenie ich specjalnymi dodatkami, polepszającymi absorpcję fal i obniżającymi w skoncentrowanym polu mikrofalowym temperaturę procesu do 900–1000°C, w której następuje całkowita destrukcja struktury włókien azbestowych. Poprzez zastosowanie mikrofal do ogrzewania całej objętości odpadów (a nie tylko powierzchni zewnętrznej) rozwiązano problem bardzo słabego przewodnictwa cieplnego azbestu. Z uwagi na możliwość wytwarzania w procesie pary wodnej oraz niewielkich ilości innych substancji lotnych z zanieczyszczeń znajdujących się na płytach eternitowych, takich jak: pokrycia farbami różnego rodzaju, oleje i zanieczyszczenia organiczne (mchy i porosty), reaktory zostały wyposażone w systemy

dopalania z katalizatorami ceramicznymi lub opcjonalnie w nowatorski system dopalania – utleniania zanieczyszczeń w gazach wylotowych. Na rysunku 9 został przedstawiony schemat blokowy urządzenia ATON 200 HR. Wydajność reaktora ATON 200 wynosi około 250 kg·h⁻¹. Dotychczasowe badania mikroskopowe i rentgenograficzne przerebionych odpadów nie wykazały śladów włókien i innych struktur azbestowych. Zgodnie z opinią producentów, koszt utylizacji nie przekracza kosztów stosowanej powszechnie metody składowania (Bajorek i Parosa 2009, Materiały informacyjne³). Równorzędnie w celu zminimalizowania uciążliwego transportu dużych ilości odpadów azbestowych została opracowana konstrukcja urządzeń

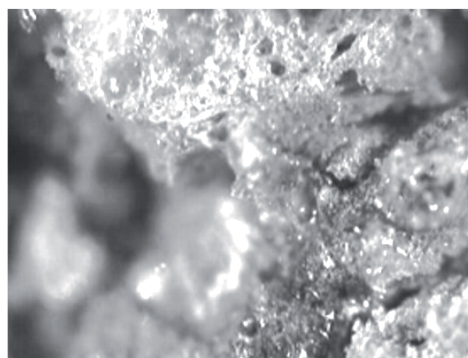
³Materiały informacyjne firmy ATON-HT S.A., Wrocław.



RYSUNEK 9. Schemat blokowy urządzenia ATON 200 HR (Materiały informacyjne firmy ATON-HT S.A.)

FIGURE 9. Block diagram of the device ATON 200 HR (Information materials of ATON-HT Company)

zamontowanych w dwóch przewoźnych kontenerach. W jednym kontenerze znajdują się urządzenia do kruszenia płyt eternitowych, mieszalnik oraz system transportujący niebezpieczny materiał do komory reaktora, który wraz z urządzeniami mikrofalowymi i sterującymi zamontowany jest w drugim kontenerze. Zaleca się, aby kontenery ustawiać w pobliżu miejsca demontażu płyt eternitowych w celu zminimalizowania zagrożeń związanych z przemieszczaniem tego niebezpiecznego odpadu. Produkt końcowy, o nazwie handlowej ATONIT, jest bezpieczny, nie posiada struktury włóknistej (rys. 10). Jak wskazują badania przeprowadzone w Instytucie Higieny Pracy w Łodzi oraz w Instytucie Materiałów Budowlanych w Warszawie, może być on stosowany w budownictwie jako dodatek do betonów, do produkcji kostek betonowych, w technologiach budowy dróg itp. (Bajorek i Parosa 2009, Materiały informacyjne⁴).



RYSUNEK 10. Zdjęcie ATONITU (Materiały informacyjne firmy ATON-HT S.A.)

FIGURE 10. Photography of ATONIT (Information materials of ATON-HT Company)

Podsumowanie

Aktualnie stosowane metody postępowania z odpadami budowlanymi zawierającymi azbest (usuwanie/demontaż i składowanie) nie pozwalają na ograniczenie emisji zanieczyszczeń do środowiska oraz na zmniejszenie objętości powstających odpadów. Dlatego też, oprócz technik tradycyjnych utylizacji, należy równolegle stosować metody

⁴Ibidem.

spalania tych materiałów. Jak wskazują dotychczasowe badania, produkty otrzymane po procesach witrafikacji, spalania w plazmie czy MTT charakteryzują się dużą wytrzymałością oraz odpornością na wypłukiwanie i mogą być z powodzeniem stosowane w budownictwie, na przykład jako dodatek do betonu, kruszywo drogowe czy też bruk. W kwestii bezpiecznego demontażu materiałów budowlanych zawierających azbest na terenie Polski nie można zapominać o tysiącach kilometrów rur z a-c, które w myśl obecnych przepisów mogą pozostać w stanie nienaruszonym pod powierzchnią ziemi. Najlepszym rozwiązaniem jest podjęcie działań zmierzających do bezpiecznego usuwania tych materiałów, na przykład techniką „pipe replacer”, stosowaną z powodzeniem w Unii Europejskiej (Glapa i in. 2005), a następnie utylizacji powstałych odpadów w przenośnych urządzeniach MTT. Działania takie należy podjąć jak najszybciej, ponieważ wszystkie takie odpady stanowią poważny problem, z którym przyjdzie się zmierzyć również przyszłym pokoleniom.

Literatura

- BAJOREK R., PAROSA R. 2009: Technologia mikrofalowa – nowatorski sposób utylizacji azbestu. Dom Wydawniczy MEDIUM, Warszawa (izolacje.com.pl; kwiecień 2009).
- BRZozowski A., OBMIŃSKI A. 2004: Gdzie występuje potrzeba zabezpieczenia lub usuwania azbestu w Polsce? *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka* 4 (393): 11–15.
- DOBRZELECKA I. 2005: Aspekty zdrowotne związane z obecnością azbestu w środowisku człowieka. Materiały z seminarium „Techniczne, zdrowotne i prawne aspekty użytkowania wyrobów zawierających azbest”.
- Biuro Ochrony Środowiska Urzędu m.st. Warszawy, Warszawa.
- Dyrektywa Komisji 91/659/EWG z dnia 3 grudnia 1991 r. dostosowująca do postępu załącznik I do dyrektywy Rady 76/769/EWG w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych Państw Członkowskich odnoszących się do ograniczeń we wprowadzaniu do obrotu i stosowaniu niektórych substancji i preparatów niebezpiecznych (azbest) (Dz.Urz. WE L 363 z 31.12.1991, s. 36; Dz.Urz. WE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 13, t. 11, s. 13).
- Dyrektywa Komisji 1999/77/WE z dnia 26 lipca 1999 r. dostosowująca po raz szósty do postępu technicznego załącznik I do dyrektywy Rady 76/769/EWG w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych Państw Członkowskich odnoszących się do ograniczeń we wprowadzaniu do obrotu o stosowaniu niektórych substancji i preparatów niebezpiecznych (azbest) (Dz.Urz. WE L 207 z 6.08.1999, s. 18; Dz.Urz. WE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 13, t. 24, s. 193).
- GLAPA W., MADRYAS C., SAWICKI J., WYSOCKI L. 2005: Analiza uwarunkowań technicznych i środowiskowych wymiany azbesto-cementowych przewodów sieci wodociągowych technologiami bezwykopowymi. *Inżynieria Bezwykopowa IV–VI*: 28–35.
- KOŁAKCIŃSKI Z. 2003: Plazma dla ochrony środowiska. *Przegląd Komunalny* 4 (139): 47.
- KYĆ K. 2008: Analiza metod energetycznego wykorzystania odpadów. Materiały Krakowskiej Konferencji Młodych Uczonych, 25–27 września 2008, Kraków: 113–120.
- LISTWA A., BAIC I., ŁUKSA A. 2007: Podstawy gospodarki odpadami niebezpiecznymi. Wydawnictwo Politechnika Radomska, Radom.
- OBMIŃSKI A. 2002: Wyroby budowlane zawierające azbest i związane z nim zanieczyszczenie powietrza. XII Konferencja Sozologiczna „Azbest w środowisku – Problemy ekologiczne i metodyczne”, Wrocław.
- OBMIŃSKI A. 2004: Użytkowanie, zabezpieczanie i usuwanie wyrobów zawierających azbest. XVI Ogólnopolska Interdyscyplinarna Konferencja Naukowo-Techniczna. Bielsko-Biała.

- PAWLUK K. 2006: Azbest – substancja niebezpieczna dla środowiska i zdrowia człowieka. Praca inżynierska. Międzywydziałowe Studium Ochrony Środowiska SGGW, Warszawa.
- PAWLUK K. 2008: Strategia unieszkodliwiania odpadów budowlanych zawierających azbest dla dzielnicy Ursynów m.st. Warszawy. Praca magisterska. Międzywydziałowe Studium Ochrony Środowiska SGGW, Warszawa.
- Program usuwania azbestu i wyrobów zawierających azbest stosowanych na terytorium Polski, 2002. Ministerstwo Gospodarki, Warszawa.
- Program Oczyszczania Kraju z Azbestu na lata 2009–2032, 2009. Ministerstwo Gospodarki, Warszawa.
- 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 (Dz.U. z 2002 r. nr 217, poz. 1833, ze zm. Dz.U. z 2005 r. nr 212, poz. 1769, Dz.U. z 2009 r. nr 105, poz. 873).
- TARASEWICZ D., WRÓBLEWSKA A. 2005: Obniżenie kosztów wymiany rurociągów azbestocementowych. *Inżynieria Bezwykopowa* IV–VI: 26–30.
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. z 2001 r. nr 62, poz. 628, z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 22 grudnia 2004 r. o zmianie ustawy o zakazie stosowania wyrobów zawierających azbest (Dz.U. z 2005 r., nr 10, poz. 72).

Ustawa z dnia 25 lutego 2010 r. o zmianie ustawy o odpadach oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2001 r. nr 62, poz. 628).

Summary

The new methods of neutralizing the construction wastes containing asbestos.

In this paper the issue of the disposal of dangers related to the accumulation of asbestos in the Polish territory is presented. The scale as well as the origin of the danger of asbestos to human health and the pollution of the environment has been illustrated. To date in Poland, the only available method of utilization asbestos waste was storage on the landfill. The new legislation allows to minimize the amount of asbestos waste by usage of new technologies. The aim of this article is review and evaluation of available, safe methods of asbestos disposal.

Authors' address:

Katarzyna Pawluk
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Katedra Geoinżynierii
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
Poland
e-mail: katarzyna_pawluk@sggw.pl