

Dr inż. Ivo Pinkiewicz
Instytut Energetyki
Oddział Transformatorów
Łódź

EKSPLOATACJA I BEZPIECZNE WYCOFYWANIE Z EKSPLOATACJI URZĄDZEŃ ZAWIERAJĄCYCH PCB

1. WSTĘP

Jakie zagrożenia niosą ze sobą polichlorowane bifenyle (PCB) uznawane przez wiele lat jako bezpieczne, niepalne ciecze elektroizolacyjne opisano w wielu publikacjach (np. [1-4]). Obecnie wiemy jak bardzo niebezpieczne i trwałe są to związki, i że ich stosowanie zostało w całym świecie całkowicie zabronione stosownymi konwencjami, dyrektywami i przepisami.

Wytwarzane przez wiele lat urządzenia w których stosowano PCB ciągle jeszcze są używane lecz muszą być sukcesywnie do 2010 roku wycofane z eksploatacji.

Najliczniejszymi urządzeniami zawierającymi znaczące ilości związków PCB są transformatory i kondensatory energetyczne. W przeszłości uważano, iż w przypadku awarii tych urządzeń połączonej z powstaniem łuku elektrycznego o wysokiej energii zastosowanie PCB (charakteryzujących się relatywnie wysoką temperaturą zapłonu) znacznie poprawi bezpieczeństwo pożarowe. Tymczasem rzeczywistość okazała się inna. Nie tylko pojawiło się inne zagrożenie w postaci działań rakotwórczych, ale w przypadku pożaru płonące PCB wydzielają lotne dioxyny znacznie rozszerzając obszar zagrożenia.

Jednak, jak wspomniano wyżej, urządzenia zawierające PCB są w dalszym ciągu eksploatowane i niżej zostaną opisane podstawowe zasady bezpiecznego obchodzenia się z nimi, jak doprowadzić do bezpiecznego wycofania z eksploatacji, jaki bezpiecznie zniszczyć.

2. OGÓLNE ZASADY BEZPIECZEŃSTWA

Podstawowe zasady bezpiecznej eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych napełnionych PCB lub olejami izolacyjnymi, które mogą być zanieczyszczone PCB są zawarte w dwóch polskich normach: PN-EN 50195:1998 [5] oraz PN-EN 50225:1998 [6].

Aby sobie i innym zapewnić minimum bezpieczeństwa w obszarze występowania PCB należy uświadomić sobie następujące fakty:

- **PCB są silnie rakotwórcze**
- **PCB są „wieczne”- nie podlegają naturalnej degradacji**
- **PCB są rozpuszczalne w olejach i tłuszczach**
- **PCB są cięższe od wody i nie są w niej rozpuszczalne**

- **PCB mają właściwość kumulowania się w organizmach – nie podlegają naturalnemu wydalaniu**
- **PCB przy niewłaściwym spalaniu wydzielają furany - tysiące razy silniejsze od cyjanku potasu.**

Cała reszta szczegółowego postępowania uwzględnia powyższe fakty i ma na celu przeciwdziałanie niebezpieczeństwom poprzez stosowną ochronę i informowanie personelu i istniejących zagrożeniach.

Pierwszą i najważniejszą sprawą jest rozpoznanie czy posiadamy na swym terenie urządzenia zawierające PCB. Problem ten uznawany jest za ważny na całym świecie czemu wyraz dają stosowne międzynarodowe dyrektywy nakazujące identyfikację i inwentaryzację tych urządzeń. Jest to jednak również jeden z trudniejszych i żmudnych działań. Jak to się przedstawia w Polsce w dziedzinie transformatorów i kondensatorów podano niżej.

Ogólnie możemy stwierdzić, iż w Polsce mieliśmy nieco szczęścia – wyprodukowano stosunkowo niewiele takich urządzeń. Paradoksalnie przyczyniła się do tego słabość naszego przemysłu chemicznego, liberalne w przeszłości przepisy pożarowe i rozrzutność w gospodarowaniu terenem. Mają w tym również swój udział działania takich instytucji jak ENERGOPOMIARU w Gliwicach i INSTYTUTU ENERGETYKI Warszawa i jego Oddziału Transformatorów w Łodzi, które prowadziły merytoryczny nadzór nad gospodarką olejów izolacyjnych w krajowej energetyce zawodowej.

3. TRANSFORMATORY ENERGETYCZNE

3.1 Identyfikacja i ewidencja

Z punktu widzenia stosowania PCB w transformatorach energetycznych można te ostatnie podzielić na dwie zasadnicze grupy – transformatory dużej mocy (sieciowe i blokowe) oraz transformatory rozdzielcze o stosunkowo małej mocy (do 3000kVA).

Już na początku lat dziewięćdziesiątych w polskiej energetyce zawodowej zwrócono uwagę na niebezpieczeństwa związane z PCB i rozpoczęto analizować zakres występowania urządzeń zawierających te związki. W Instytucie Energetyki wykonano między innymi prace pozwalające rozeznaczyć ten problem [7,8]. Przeprowadzone badania laboratoryjne próbek pobranych z wybranych jednostek [8] w tym większości importowanych z ZSRR, Rumunii, Japonii Austrii wykazały w niektórych jednostkach jedynie śladowe ilości PCB (max 3,7 ppm-ZSRR, pozostałe 0,0 do 1,7 ppm). Te śladowe ilości mogące być efektem zanieczyszczeń wydzielanych z farb lub tworzyw sztucznych, gdyż te związki bywały stosowane jako plastyfikatory, świadczyć o tym może fakt iż analiza chromatograficznej wykazała dużą różnorodność związków PCB.

Ponadto wszyscy krajowi producenci transformatorów oświadczyli iż nie stosowali w swej produkcji cieczy typu PCB.

Można zatem stwierdzić, iż **w grupie transformatorów wielkiej mocy nie ma żadnych jednostek zawierających PCB ani oleju zanieczyszczonego PCB (w rozumieniu przepisów cieczy o zawartości PCB poniżej 5ppm uznaje się za niezanieczyszczone tymi związkami).**

Inaczej przedstawia się sytuacja w grupie transformatorów rozdzielczych. Tu również transformatory należy podzielić na dwie grupy:

- jednostki eksploatowane w energetyce zawodowej
- jednostki eksploatowane w przemyśle i innych ośrodkach.

W energetyce zawodowej sytuacja jest podobna jak w grupie transformatorów wielkiej mocy – praktycznie nie występują jednostki zanieczyszczone PCB lub zawierające PCB. Jednak stopień pewności jest tu mniejszy biorąc pod uwagę, iż obecnie eksploatowanych w Polsce jest ponad 216 tysięcy sztuk. Jednak i w tym przypadku krajowi producenci transformatorów rozdzielczych oświadczyli, iż nie produkowano na rynek krajowy transformatorów z PCB.

Należy tu wspomnieć iż często stosowany na informacyjnych ilustracjach propagujących zagrożenie związkami PCB rysunek transformatora umieszczonego wysoko na słupie, z którego kadzi wycieka groźna trucizna, fałszuje rzeczywistość – nigdy nie stosuje się transformatorów z PCB na słupach ani na otwartej przestrzeni. To byłoby nieekonomiczne.

Natomiast w energetyce przemysłowej, zwłaszcza w przypadku importowania całych linii technologicznych (przemysł chemiczny, kablowy, hutniczy, górnictwo) zdarzały się przypadki stosowania transformatorów napełnionych PCB w celu obniżenia zagrożenia pożarowego gdy stacje transformatorowe były lokalizowane wewnątrz hal produkcyjnych. Niestety należy stwierdzić, iż czasem był to wynik świadomego działania zagranicznego dostawcy który znając szkodliwość PCB za jednym zamachem pozbywał się kłopotliwego urządzenia i obniżał swe koszty stosując tańsze od suchych transformatory napełnione PCB i unikając kosztów utylizacji PCB.

Znane są przypadki istnienia w fabrykach kabli transformatorów napełnionych PCB. Niestety bądź z nieświadomości kierownictwa zakładów bądź z obawy przed kłopotami nie istnieje ewidencja tych transformatorów, choć ich identyfikacja jest stosunkowo łatwa na podstawie danych technicznych zawartych w ich dokumentacjach lub tabliczkach znamionowych. Obserwowane jest jednak zainteresowanie tymi problemami w zakładach starających się o certyfikaty systemu jakości ISO 9000 lub ochrony środowiska ISO 14000.

Zazwyczaj w dokumentach transformatorów są zapisy identyfikujące rodzaj zastosowanej cieczy izolacyjnej. Wykaz nazw handlowych BCB, ich wytwórców i kraju wytwórców podano w PN-EN 50195:1998 [5]. W przypadkach wątpliwych, gdy dokumenty zaginę lub są nieczytelne, należy pobrać próbki cieczy i przesłać je do wyspecjalizowanego laboratorium celem przeprowadzenia stosownej analizy. W „Wytycznych postępowania” [2] wydanych przez Ministerstwo Gospodarki podano szereg nazw i adresów laboratoriów mogących wykonać badania na zawartość PCB.

3.2 Zasady bezpiecznej eksploatacji

W przypadku gdy już jest wiadome, że w eksploatacji mamy transformator zawierający PCB lub olej nimi zanieczyszczony (o zawartości PCB powyżej 5ppm) niezbędne jest podjęcie następujących działań:

1. Oznakować zarówno transformator jak i pomieszczenie, w którym się on znajduje, wyraźnymi, rzucającymi się w oczy tabliczkami informującymi, że mamy do czynienia z urządzeniem zawierającym PCB (propozycję takiej tabliczki opracowano w Instytucie Chemii i Technologii Nafty i Węgla Politechniki Wrocławskiej [1]).
2. Sprawdzić czy transformator nie wykazuje przecieków lub nie wykazuje śladów korozji, która może doprowadzić do rozszczelnienia kadzi i wycieków. W przypadku stwierdzenia takich faktów należy powstrzymać przeciek a skorodowaną powierzchnie odpowiednio zabezpieczyć.
3. Sprawdzić czy podłogi i ściany pomieszczenia, w którym znajduje się transformator, są szczelne w sposób uniemożliwiający wydostanie się cieczy z pomieszczenia (w tym również wody z opadów atmosferycznych lub użytej przy ewentualnych akcjach gaśniczych). Szczególna uwagę należy zwrócić na szczeliny i otwory przy wejściach kablowych.
4. W przypadku stwierdzenia możliwości przedostania się PCB lub innych cieczy nimi zanieczyszczonymi do zewnętrznych systemów wodnych, należy zbudować odpowiednie instalacje (zbiorniki ochronne lub koryta ściekowe mogące całkowicie zatrzymać rozlane PCB).
5. Sprawdzić zabezpieczenia elektryczne aby w optymalny sposób chroniły transformator przed zakłóceniami pracy i uszkodzeniem wewnętrznym.
6. Sprawdzić czy pomieszczenie w którym znajduje się transformator posiada sprawnie działającą wentylację, oddzielną i niezależną od innych pomieszczeń. Jeżeli tak nie jest, należy tak ją zmodernizować aby mogła być zamknięta w przypadku pożaru.

Najważniejszą sprawą przy eksploatacji transformatorów jest zapewnienie wysokiej szczelności pomieszczenia, w którym znajduje się one znajdują. Umożliwia to czasowe pozostawianie zanieczyszczonych odpadów w tym pomieszczeniu, choć zaleca się usunąć je do specjalnych pojemników odpowiednio szczelnych i wytrzymałych na uszkodzenia mechaniczne. Przy usuwaniu wycieków nie zaleca się czyszczenia chemicznego, piaskowania lub wiórkowania podłoża bo powiększa to ilość odpadów zanieczyszczonych PCB.

Podobne wymagania powinny spełniać pomieszczenia, w których są przechowywane wyłączone z eksploatacji transformatory zawierające PCB z dodatkowym zastrzeżeniem, iż w tych samych pomieszczeniach nie powinny się znajdować inne transformatory z olejem mineralnym. Ma to na celu ograniczenie zagrożenia pożarowego.

4. KONDENSATORY

4.1 Identyfikacja i ewidencja

W tym obszarze urządzeń elektroenergetycznych sytuacja jest znacznie poważniejsza niż w transformatorach. Kondensatory z syciwem PCB nie tylko były szeroko importowane ale i wytwarzane w Polsce. W fabryce ZWAR w latach 1968-82 były produkowane kondensatory z oznaczeniem typu literą C w odróżnieniu od kondensatorów z olejem mineralnym oznaczonych literą K. Wiele tych kondensatorów dotychczas znajduje się w eksploatacji zarówno w energetyce zawodowej jak i przemysłowej. O ile pewne działania dotyczące

identyfikacji i ewidencji tych kondensatorów są prowadzone w energetyce zawodowej, między innymi przez Instytut Energetyki [7], o tyle w energetyce przemysłowej takie działania są prowadzone w bardzo niewielkim stopniu.

W Tabeli 1. podano zestawienie typów kondensatorów z syciwem PCB znajdujących się wg [7] w zakładach energetycznych elektrowniach i elektrociepłowniach. Można jednak oczekiwać, że nie jest to pełna lista.

Tabela 1. Kondensatory z syciwem PCB znajdujące się w energetyce zawodowej.

Wytwórca	Typ kondensatora	Liczba szt.	Zawartość syciwa PCB	
			Jednostkowa	Łącznie
ZWAR Polska	C 3,64/50	61	5	305
	C 6,06/50	26	5	130
	C 9,09/50	1576	5	7880
	C 10,5/50	4	5	20
	C 12,12/50	304	5	1520
	C 9,09/100	124	8	992
	C 12,12/100	24	8	192
ISOKOND NRD	LKP 50/6,07	138	5	690
	LKP 80/10,5	852	7	5964
	LKP100/6,07	146	8	1168
	LKP 100/9,09	156	8	1248
	LKP 100/10,05	13	8	104
	LKP 100/12,12	214	8	1712
	LPXF 150/10,5	12	10	120
ZSRR	KC 2-10,5-7,5	571	6,5	3711
ASEA Szwecja	CR 50/60	228	7	1596
RAZEM		4449		27352

Podane ilości syciwa (relatywnie niewielkie w stosunku do transformatorów) nie wyczerpują problemu PCB gdyż cały materiał, z którego zbudowane są kondensatory, jest zanieczyszczony PCB.

Stwierdzenie czy eksploatowany kondensator zawiera syciwo z PCB jest możliwe w zasadzie tylko na podstawie oznaczeń typu i innych informacji technicznych gdyż praktycznie nie ma możliwości pobrania próbki syciwa i przekazania jej do badań. Rozszczelnianie obudowy w celu pobrania próbki powoduje zwiększenie zagrożenia zanieczyszczenia otoczenia.

4.2. Zasady bezpiecznej eksploatacji

Wymagania stawiane warunkom eksploatacji kondensatorów energetycznych są praktycznie takie same jak dla transformatorów z tym, iż kondensatory pracujące zwykle w większych grupach stanowiących mniej lub bardziej zwarte baterie nie powinny sąsiadować, ani znajdować się w tym samym pomieszczeniu z kondensatorami zawierającymi olej mineralny. Przy okresowych oględzinach kondensatorów należy zwracać uwagę nie tylko na ewentualne przecieki i korozję ale również na wybrzuszenia obudowy, które mogą świadczyć o zbliżającej się awarii. Takie kondensatory należy natychmiast wyłączyć z eksploatacji.

5.OBSŁUGA TRANSFORMATORÓW I KONDENSATORÓW

Jeżeli nie stwierdza się wycieków PCB czynności, które nie narażają na bezpośrednie ryzyko styczności z PCB (takie jak malowanie, oględziny, dociskanie zamocowań i inne czynności zewnętrzne), mogą być wykonywane bez potrzeby stosowania dodatkowego osobistego wyposażenia ochronnego (oczywiście z zachowaniem zasad bezpieczeństwa obowiązujących przy pracy w pobliżu lub na urządzeniach będących pod napięciem).

Jeżeli zachodzi ryzyko styczności z PCB (np. przy pobieraniu próbek, dolewaniu, odnawianiu wyposażenia, rozszczelnianiu lub otwieraniu obudowy, wymianie uszczelnień) należy stosować odpowiednie środki zapobiegawcze aby uniknąć rozlania BCB oraz należy używać odpowiednich środków ochrony osobistej. Przykładowe przypadki użycia środków ochrony podano w normach PN-EN 50195:1998 [5] i PN-EN 50225:1998 [6].

W każdym przypadku stwierdzenia zakłóceń w pracy urządzeń zawierających PCB należy je poddać szczegółowym oględzinom, zwłaszcza pod względem występowania wycieków. Bardziej szczegółowe opisy zalecanego postępowania przy różnych stanach awaryjnych podano w ww. normach.

Do szczególnych obowiązków personelu zakłady posiadające urządzenia z PCB należy w przypadku pożaru poinformować wszystkich biorących udział w akcji ratunkowej, a zwłaszcza zewnętrzne oddziały straży pożarnej, o obecności tych urządzeń w strefie pożaru.

6. WYCOFYWANIE Z EKSPLOATACJI.

6.1 Transformatory

W przypadku transformatorów można rozpatrywać dwa zasadnicze sytuacje pozbywania się zagrożenia PCB.

1. Usunięcie cieczy zawierającej PCB a następnie po wypłukaniu pozostałości PCB napełnienie transformatora inną cieczą izolacyjną i ponowne oddanie go do eksploatacji,
2. Usunięcie cieczy zawierającej PCB, oczyszczenie złomu użytkowego z pozostałości PCB i jego dalsze przetworzenie, albo zniszczenie lub zmagazynowanie w bezpieczny i trwały sposób zanieczyszczonych elementów.

Wymiana cieczy izolacyjnych jest operacją trudną, długotrwałą i kosztowną zważywszy na fakt, iż do budowy transformatora używane są porowate i nasiąkliwe materiały takie jak papier, preszpan i drewno. Usługi takie oferują kilka niemieckich i francuskich firm, ale należy stwierdzić, iż działania takie są opłacalne przy mocy transformatorów powyżej 10MVA, ale wg posiadanego rozeznania w kraju takie transformatory z PCB nie występują.

W każdym przypadku niszczeniem zarówno cieczy zawierających PCB jak i materiałów stałych zanieczyszczonych PCB powinny się zajmować wyspecjalizowane firmy posiadające nie tylko odpowiednie urządzenia ale i stosowne uprawnienia do wykonywania takich usług. Nie należy tych czynności powierzać przypadkowym firmom, gdyż mogą one doprowadzić do skażenia środowiska.

Obecnie niszczenie ciekłych odpadów zawierających PCB prowadzą w Polsce dwa ośrodki; zakłady Azotowe ANVIL S.A. we Włocławku oraz Zakłady Chemiczne ROKITA S.A. w brzegu Dolnym. Nie ma jednak urządzeń do niszczenia odpadów stałych. Istnieje możliwość niszczenia takich odpadów we Francji za pośrednictwem polskiej firmy POFRABAT, która zajmuje się zbiórką, przewozem i przekazywaniem odpadów stałych do spalarni. Posiada ona stosowne zezwolenia zarówno polskiego Ministerstwa Ochrony Środowiska jak i niemieckiego Ministerstwa Ochrony Środowiska pozwalające na przewóz Odpadów z PCB przez teren Niemiec.

6.2. Kondensatory

W przypadku kondensatorów ze względu na ich budowę praktycznie nie jest ani technicznie możliwe ani opłacalne wylewanie syciwa przy ich niszczeniu. Obecnie w Polsce nie ma możliwości niszczenia kondensatorów i można jedynie korzystać z możliwości wywiezienia i zniszczenia ich we Francji za pośrednictwem ww. firmy POFRABAT.

7. LITERATURA

1. Beran E. Dotychczasowe działania w zakresie ochrony krajowego środowiska naturalnego przed skażeniem polichlorowanymi bifenylami. Mat. Konf; Program informacyjno-edukacyjny w zakresie likwidacji urządzeń i odpadów zawierających PCB / PCT. Leszno, czerwiec 2000.
2. Bogutyn W. Polichlorowane bifenyle w urządzeniach i odpadach –wytyczne postępowania. Wyd. Ministerstwo Gospodarki. W-wa, 1999.
3. Kłopotek B. B. Zasady postępowania z PCB w świetle zmian i nowelizacji przepisów prawa polskiego. Mat. Konf: Program informacyjno-edukacyjny w zakresie likwidacji urządzeń i odpadów zawierających PCB / PCT. Leszno, czerwiec 2000.
4. Niewiadomska A. Badania pozostałości polichlorowanych bifenyli (PCB) w żywności zwierzęcego pochodzenia. Mat. Konf; Program informacyjno-edukacyjny w zakresie likwidacji urządzeń i odpadów zawierających PCB / PCT. Leszno, czerwiec 2000.
5. Polska Norma PN-EN 50195:1998. Przepisy bezpiecznej eksploatacji całkowicie zamkniętych urządzeń elektrycznych napełnionych askarelami (PCB)
7. Polska Norma PN-EN 50225:1998. Przepisy bezpiecznej eksploatacji całkowicie zamkniętych urządzeń elektrycznych napełnionych olejem, który może być zanieczyszczony askarelami (PCB)
8. Kulikowski J. Witczak S. Związki PCB w urządzeniach elektroenergetycznych zainstalowanych w energetyce zawodowej i sposoby ich neutralizacji. Dok IEn Nr NWN/Z/5/93
10. Kulikowski J i inni . Pomiarowa weryfikacja zakresu występowania związków PCB w transformatorach sieciowych najwyższych napięć. Dok IEn Nr E/NWN/115/93