



Przeciwybuchowe napędy spalinowe w polskim górnictwie

Ex protected reciprocating engines in Polish mines

Dr inż. Michał Górny^{*)}

Treść: Silniki spalinowe w wykonaniu przeciwybuchowym są stosowane w polskim górnictwie od wielu lat. Są urządzeniami uniwersalnymi, stosowanymi w wielu maszynach. Wykonanie przeciwybuchowe nakłada obowiązki zarówno na producenta (ocena zgodności), jak i na użytkownika. Właściwa eksploatacja urządzenia powinna zapewnić utrzymanie odpowiednio wysokiego poziomu bezpieczeństwa. W przeciwieństwie do urządzeń elektrycznych, nie zostały wypracowane uniwersalne metody (techniki) naprawiania. Przyjęte w normie IEC 60079-19 zasady naprawiania (remontowania) elektrycznych urządzeń przeciwybuchowych nie mają zastosowania do przeciwybuchowych napędów spalinowych. Tymczasem użytkownicy takich maszyn wymagają od dostawców usług remontowych spełnienia wymagań normy IEC 60079-19, co może skutkować błędnym przeświadczeniem o prawidłowości przeprowadzonego remontu.

W prezentowanej publikacji podjęto próbę oceny stosowanych praktyk remontowych oraz ich ewentualnego wpływu na poziom zabezpieczenia przed wybuchem przeciwybuchowych napędów spalinowych.

Abstract: Explosion protected reciprocating engines have been used in the Polish mining industry for many years. They are universal devices that can be used in many machines. The explosion protected design imposes obligations on both the manufacturer (conformity assessment) and the user. Proper operation of the device should ensure the maintenance of a sufficiently high level of safety. Unlike electrical devices, no universal repair methods (techniques) have been developed. The principles of repairing (overhauling) explosion protected electrical equipment adopted in the IEC 60079-19 standard do not apply to explosion protected reciprocating engines drives. Meanwhile, users of such machines require repair service providers to meet the requirements of the IEC 60079-19 standard, which may result in a false belief that the repair is correct. This publication attempts to evaluate the repair practices used and their possible impact on the level of explosion protection of explosion-proof internal combustion drives.

Słowa kluczowe:

silnik spalinowy, zabezpieczenie przed wybuchem, remont, ocena zgodności

Keywords:

reciprocating engine, explosion protection, repair, conformity assessment

1. Informacje wstępne

W przeciwieństwie do urządzeń elektrycznych, napędy spalinowe zostały wprowadzone do podziemi kopalń stosunkowo późno. Mimo, że urządzenia elektryczne stosowano w kopalniach już w XIX wieku, a urządzenia w wykonaniu przeciwybuchowym już w latach 20. XX wieku, pierwsze polskie próby wprowadzenia przeciwybuchowych napędów spalinowych podjęto dopiero w latach 70. ubiegłego wieku. W wyniku prac, w Głównym Instytucie Górnictwa – Kopalnia Doświadczalna (GIG-KD) „Barbara” powstała wówczas „Analiza możliwości zastosowania lokomotyw spalinowych w kopalniach gazowych ze szczególnym uwzględnieniem Rybnickiego Okręgu Węglowego (ROW)”. Powstały wtedy pierwsze konstrukcje górniczych napędów spalinowych. Jednak rzeczywisty wzrost liczby napędów górniczych w podziemiach kopalń nastąpił dopiero w latach 90. Wtedy to zaczęto stosować wiele maszyn importowanych, w tym kolejki podwieszane. Ponieważ kolejki podwieszane okazały się maszynami uniwersalnymi i stosunkowo łatwymi do eks-

ploatacji i rozbudowy sieci, również inni producenci zaczęli oferować podobne maszyny.

Obecnie kolejki podwieszane i inne maszyny z napędami spalinowymi są z powodzeniem stosowane w wielu polskich kopalniach, w tym - kopalniach, w których występuje zagrożenie wybuchem metanu i pyłu węglowego.

2. Dopuszczanie wyrobów do stosowania

Zanim zaczęły obowiązywać zasady swobodnego przepływu towarów i wspólne wymagania UE dla wyrobów, wyroby dla przemysłu górniczego objęte były systemem dopuszczeń. Przepisy definiowały całe grupy wyrobów (maszyny, urządzenia, materiały, przewody i kable itp.), które podlegały procedurom dopuszczenia do stosowania. Dopuszczenia do stosowania wydawane były w trybie administracyjnym przez odpowiednie organy Wyższego Urzędu Górniczego (WUG), a następnie Prezes WUG na podstawie np. „Orzeczeń KDB (Kopalnia Doświadczalna Barbara)”. Użytkownik mógł stosunkowo łatwo zweryfikować czy dany wyrób, a dokładniej jego producent posługuje się odpowiednim „dopuszczeniem” – wyroby były odpowiednio oznakowywane (rys. 1).

^{*)} ExKontakt, Katowice



Rys. 1. Oznakowanie cechą dopuszczenia GX (wyroby przeciw-wybuchowe)

Fig. 1. Marking with the GX approval mark (explosion-proof devices)

Ponieważ procedura dopuszczenia obejmowała analizę bezpieczeństwa i warunków bezpiecznej pracy przez wyspecjalizowane jednostki, całkiem słuszenie użytkownicy takich wyrobów przyjmowali, że wyroby poddane procedurze dopuszczenia (zaopatrzone odpowiednim znakiem dopuszczenia) zapewniają wymagany poziom bezpieczeństwa. System dopuszczeń zastępował w pewnym sensie oceny odpowiedzialności dokonywane przez odbiorców wyrobów (kopalnie). Przeglądając wymagania stawiane dostawcom można zauważyć, że podstawowym wymaganiem dla oferenta było aby „wyrób posiadał ważne dopuszczenie do stosowania w podziemiach kopalń”.

W czasach gdy wydawano „dopuszczenia”, kwestie eksploatacji, w tym napraw i remontów, ujęte były w przepisach górniczych. Powszechne było dokonywanie zmian w wyrobach przez użytkowników. W przypadku urządzeń przeciwwybuchowych (w tym napędów spalinowych) takie

zmiany podlegały jednak ocenie przez GIG-KD „Barbara”, ew. zmiany sankcjonowano wydając załączniki do orzeczeń KDB – załączniki dla użytkownika. Wydane dla użytkownika załączniki do orzeczeń KDB były przysyłane do WUG, który mógł zareagować i np. uznać, że wprowadzone zmiany naruszają wydane dopuszczenie.

Przykład Załącznika do Orzeczenia KDB sankcjonującego zmiany dokonane przez użytkownika przedstawiono na rys. 2.

Przez wiele lat praktyki w zakresie zmian w wyrobach stosowanych w górnictwie (zmian przez użytkownika) niekoniecznie uwzględniały udział producenta.

3. Napęd spalinowy jako urządzenie przeciwwybuchowe

Wraz z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej, zostały przyjęte unijne reguły dotyczące swobodnego przepływu towarów i wolnego rynku.

Wprowadzanie wyrobów do obrotu na terenie UE, w tym również Polski, objęte jest szeregiem wymagań. Pewne grupy wyrobów objęte są dyrektywami unijnymi regulującymi podstawowe wymagania techniczne i organizacyjne. Dyrektywy przyjęte są przez wszystkie państwa członkowskie i niektóre państwa stowarzyszone. Nadrzędnym celem dyrektyw jest zapewnienie jednej z fundamentalnych zasad UE, czyli swobodnego przepływu towarów.

Przystąpienie Polski do UE zaowocowało z jednej strony otwarciem rynku unijnego dla polskich wyrobów, ale z drugiej- przyjęciem zasad swobodnego rynku i wolności gospodarczej stosowanych w innych państwach UE. Zmiany związane z postrzeganiem rynku po wejściu Polski do UE są jednak dużo szersze. Przede wszystkim zwiększenie swobód gospodarczych spowodowało zwiększenie odpowiedzialności producenta za swoje wyroby. Branżą, w której przesunięcie odpowiedzialności z organów administracyjnych na producenta przebiegło w sposób rewolucyjny jest polskie górnictwo.

Jednym z przyjętych uregulowań jest dyrektywa 2014/34/UE (ATEX) (**Dyrektywa ... 2016**) dot. urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferach potencjalnie wybuchowych.


Niestety, nie od razu fakt przyjęcia nowych uregulowań prawnych przełożył się na zmianę sposobu postrzegania wymagań. Nabywcy urządzeń przeciwwybuchowych, w miejsce stosowanego dotąd wymagania, aby nabywane urządzenia miały odpowiednie *dopuszczenie* zaczęli aplikować wymagania posiadania odpowiedniego *certyfikatu* potwierdzającego zgodność z dyrektywą ATEX. Przygotowywane specyfikacje zakupowe wypełniły się odmienianymi przez wszystkie możliwe formy wymaganiami przedłożenia *certyfikatów na zgodność z ATEX*.

4. Wymagania techniczne dotyczące przeciwwybuchowych napędów spalinowych

Urządzenia stosowane w podziemiach kopalń są narażone na sytuację, że znajdują się w otoczeniu atmosfery wybuchowej, utworzonej przez mieszaninę występującego w kopalni metanu lub pyłu węglowego z powietrzem. Skutki zapłonu takich atmosfer wybuchowych są niestety znane, *vide* przy-padki wypadków.

Zapłon atmosfery wybuchowej może nastąpić np. na skutek:

- podwyższonych temperatur,
- iskrzenia elektrycznego,

	<p>GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICZWA KOPALNIA DOŚWIADCZALNA „BARBARA” W MIKOŁOWIE KDB</p>
<p>43-190 Mikołów, ul. Podleska 72 tel. 2028-024-029 telex: 0315418 fax: 2028-745</p>	<p>Mikołów, dnia [redacted] 1995 r. L.dz. KD-4 [redacted] /Inz.MG Nr ew. T- [redacted]</p>
<p>Z A Ł A C Z N I K N r 1 (dla użytkownika) do orzeczenia KDB Nr 93.220S</p>	
<p>1. <u>Zlecający/awca:</u> Kopalnia Węgla Kamiennego [redacted] pismo zlecające o znakach [redacted] z 25.07.1995 r.</p>	
<p>2. <u>Nazwa i typ urządzenia:</u> Lokomotywa podwieszona [redacted]</p>	
<p>3. <u>Dokumentacja:</u> -</p>	
<p>4. <u>Zmiany:</u> W lokomotywie przeznaczonej do pracy w KWK [redacted] numer fabryczny [redacted] skrzynkę łączącą obwody iskrobezpieczne (w obwodach czujników ciśnienia) wykonywaną według rysunku [redacted] zastąpiono nową, wykonaną według rysunku [redacted]. Oględziny dokonane przez specjalistę KD "BARBARA" wykazały poprawność konstrukcji skrzynki.</p>	
<p>Wprowadzone zmiany nie zmniejszają bezpieczeństwa przeciwwybuchowego lokomotywy podwieszanej typu [redacted] o numerze fabrycznym [redacted] pracującej w KWK [redacted] i może ona zachować swoją dotychczasową cechę tj.:</p>	
<p>KDB Nr 93.220S</p>	
<p>Powyzsza zmiana nie wymaga ponownego dopuszczenia lokomotywy przez Wyższy Urząd Górniczy.</p>	
<p><u>Rozdzielnik:</u> 2 x adresat 1 x WUG 1 x aa</p>	

Rys. 2. Przykładowy Załącznik do Orzeczenia KDB akceptujący zmiany dokonane przez użytkownika

Fig. 2. Sample Attachment to the KDB's Statement accepting changes made by the user

- iskrzenia mechanicznego,
- nagrzewania w wyniku tarcia lub uderzeń,
- sprężenia adiabatycznego,
- elektryczności statycznej i innych.

Producenci urządzeń, konstruując swoje urządzenia, unikają powstawania tych źródeł zapłonu. Przy czym analizowane są też stany awaryjne – nawet wtedy urządzenie powinno być niezdolne do zapalenia otaczającej atmosfery wybuchowej.

Wymagania z lat 90.

W latach 90. nie istniały normy techniczne ani inne techniczne wymagania w zakresie przeciwybuchowych napędów spalinowych, ani też przeciwybuchowych urządzeń nieelektrycznych. Na potrzeby dopuszczenia wydawanego przez WUG, napędy spalinowe były oceniane na podstawie metody opracowanych przez branżowe instytuty naukowe: GIG-KD „Barbara” w zakresie zabezpieczeń przed wybuchem Instytut Techniki Górniczej KOMAG Instytut Badawczy w Gliwicach, w zakresie bezpieczeństwa maszyn.

Na podstawie wydawanych przez ww. instytuty „opinii atestacyjnych” wydawane były decyzje administracyjne, czyli dopuszczenia WUG.

Wymagania według normy EN 1834-2

Ponieważ przeciwybuchowe napędy spalinowe są stosunkowo nowym rozwiązaniem, pierwsza norma odnosząca się do tych kwestii powstała dopiero w 2000 r.

Komitet techniczny (European Committee for Standardisation) CEN/TC 270 „Silniki spalinowe” opracował grupę norm dotyczących silników spalinowych przeznaczonych do stosowania w atmosferach potencjalnie wybuchowych.

W roku 2002 polskie wersje tych norm zostały wydane przez Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) w Warszawie.

W zakresie górnictwa podziemnego wydano normę:

PN-EN 1834-2:2002 *Silniki spalinowe tłokowe. Wymagania bezpieczeństwa dotyczące projektowania i budowy silników przeznaczonych do stosowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Część 2: Silniki grupy I przeznaczone do stosowania w pracach podziemnych zagrożonych występowaniem metanu i/lub palnego pyłu* (PN-EN ... 2002)

Norma w swojej idei wymaga konstruowania takiego silnika jako ognioszczelny, czyli zapobiegający wydostaniu się wewnętrznego wybuchu z wnętrza silnika (w tym również z wnętrza układu dolotowego i wylotowego) do atmosfery otaczającej.

Na zewnątrz osłony ognioszczelnej nie powinien nastąpić zapłon atmosfery wybuchowej, wywołany przez gorące powierzchnie, gorące gazy, płomienie, iskry lub urządzenia elektryczne. (PN-EN ... 2002)

Liczba połączeń mechanicznych w osłonie ognioszczelnej powinna być ograniczona do minimum. (PN-EN ... 2002)

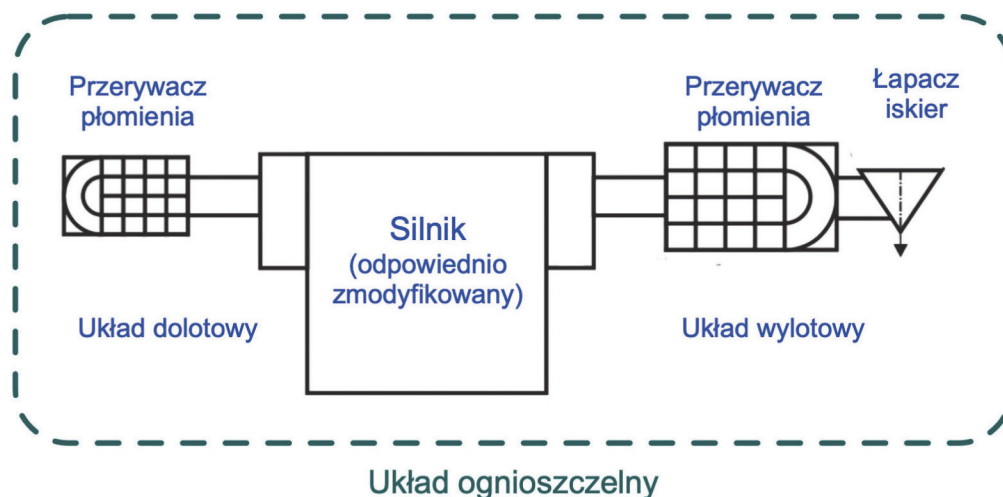
W stosunku do silnika budowy zwykłej, silnik w wersji przeciwybuchowej (odpowiednio zmodyfikowany) wyposażony jest w układy dolotowy i wylotowy zupełnie innej konstrukcji – zabezpieczające przed wydostaniem się płomienia z wnętrza silnika (z wnętrza cylindrów). Schematyczną budowę silnika Ex przedstawiono na rys. 3.

O ile więc konstrukcja wnętrza silnika zapewnia „jedynie”, że nie powstają nadmierne temperatury (związane jest to ze specjalnymi rozwiązaniami zastosowanymi w silniku w wersji przeciwybuchowej np. zmiana układu olejowego, modyfikacja układu chłodzenia i inne „niewidoczne” z zewnątrz działania), o tyle układy dolotowy i wylotowy pełnią funkcję osłony ognioszczelnej – zabezpieczają przed przeniesieniem się ew. wybuchu z wnętrza układu do zewnętrznej atmosfery wybuchowej, w tym wytrzymują ciśnienie wewnętrznego wybuchu.

Zwykle silnik zastosowany w przeciwybuchowym napędzie spalinowym nie jest typowym silnikiem, często wprowadzane są zmiany konstrukcji wewnętrznej, takie jak dostosowanie układu smarowania czy układu chłodzenia. Modyfikacje te nie są jednak zauważalne z zewnątrz i wiedzę o nich posiada jedynie producent.

W praktyce wymagania stawiane przez normę PN-EN 1834-2 (PN-EN ... 2002) obejmują m.in.:

- ograniczenie w zakresie składu materiałów stosowanych na elementy konstrukcyjne,
- ograniczenie maksymalnej temperatury powierzchni podczas pracy silnika, w tym podczas możliwych do przewidzenia stanów awaryjnych,
- wymaganie odpowiedniej konstrukcji wszystkich złączy ognioszczelnych (odpowiednia obróbka mechaniczna, długości i prześwity złączy),



Rys. 3. Schematyczna budowa silnika Ex
Fig. 3. Schematic structure of the Ex engine

- konieczność zastosowania przerywaczy płomienia w układzie dolotowym i wylotowym (dobrych do maksymalnych występujących temperatur i przepływów),
 - odpowiedniej konstrukcji urządzenia odpowietrzające (np. skrzyni korbowej),
 - odpowiedniej konstrukcji układ zabezpieczający silnik – uruchamiający alarm lub wyłączający (zatrzymujący) silnik.
- Ponadto przeprowadzane są:
- badania temperaturowe – określenie maksymalnych osiągniętych temperatur,
 - weryfikacja geometryczna złączy ognioszczelnych,
 - badania wybuchowe układu dolotowego i wylotowego,
 - określenie maksymalnego ciśnienia powstającego podczas wybuchu
 - próba wytrzymałości mechanicznej (ciśnieniem statycznym lub dynamicznym)
 - badanie nieprzenoszenia się wewnętrznego wybuchu z układu dolotowego i z układu wylotowego,
 - badanie skuteczności łapacza iskier (z użyciem np. pyłu drzewnego),
 - próby funkcjonalne układu zabezpieczającego.

Ponoszone przez producenta koszty badań są znaczne.

Ponadto cały osprzęt silnika, taki jak:

- rozrusznik,
- urządzenia elektryczne (np. alternator, oświetlenie),
- układ paliwowy (zbiornik i przewody paliwowe).

Powinien również spełniać szczególne wymagania dotyczące zabezpieczenia przed wybuchem. Nie mają tutaj zastosowania rozwiązania znane ze zwykłych silników, np. pojazdów samochodowych.

Wymagania według normy prISO/IEC 80079-41

Po upływie 20 lat od wdrożenia normy EN 1834-2 (PN-EN ... 2002) podjęto się próby zaktualizowania wymagań i wprowadzenia dotychczasowych rozwiązań (po modyfikacji) do obszaru poza UE, czyli do normy ISO/IEC.

Aktualnie opracowywana norma prISO/IEC 80079-41 [3] jest dowodem na słuszność rozwiązań przyjętych w roku 2000. Restrykcyjne podejście normy EN 1834-2 zostało za-

akceptowane jako norma ogólnoświatowa. Uzupełnieniem jest wymaganie sformalizowanej oceny zagrożenia zapłonem, która w usystematyzowany sposób powinna wykazywać (na skutek oceny ryzyka) jakie środki zostały przez producenta zastosowane w celu zapewniania zabezpieczenia przed zapłonem (wybuchem).

Ocena zagrożenia zapłonem jest przeprowadzana przez producenta i udowadnia poprawność zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych m.in. takich jak: dobór parametrów pracy, dobór parametrów układu chłodzenia, umiejscowienie, pewność działania i szybkość reakcji układu zabezpieczającego, skuteczność układu smarowania, dobór uszczelnień, dobór materiałów, dobór łożysk itp. Udowadnia poprawność wszystkich tych rozwiązań, które nie mogą być łatwo zweryfikowane za pomocą badań. Przeprowadzając ocenę zagrożenia zapłonem producent wykorzystuje swoją unikalną wiedzę i doświadczenie (*know-how*).

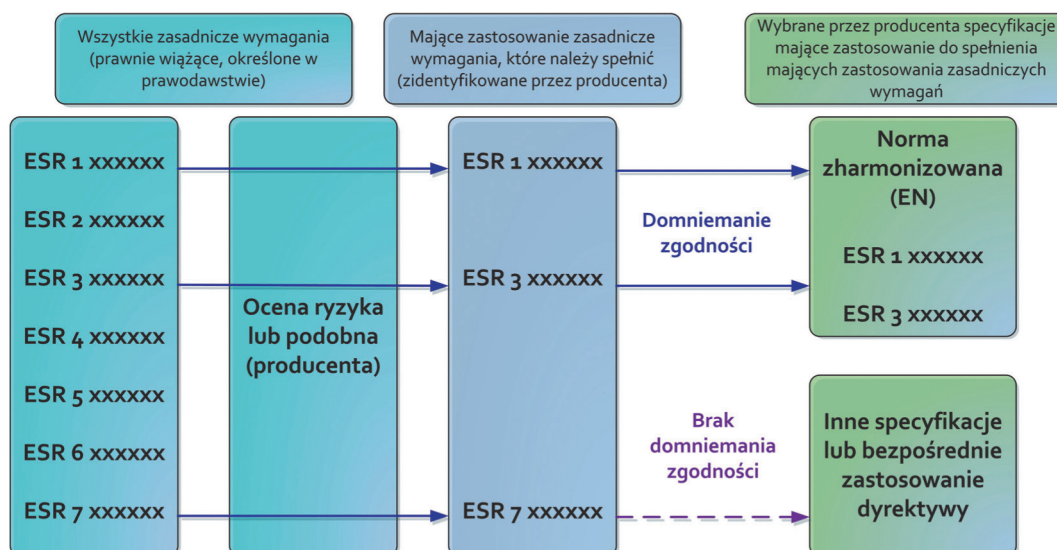
Ocena zagrożenia zapłonem nie może być zrealizowana bez gruntownej znajomości rozwiązań konstrukcyjnych (w tym wcześniejszych doświadczeń), ani też bez odniesienia się do szczegółowej dokumentacji konstrukcyjnej.

5. Silnik spalinowy jako urządzenie według dyrektywy ATEX

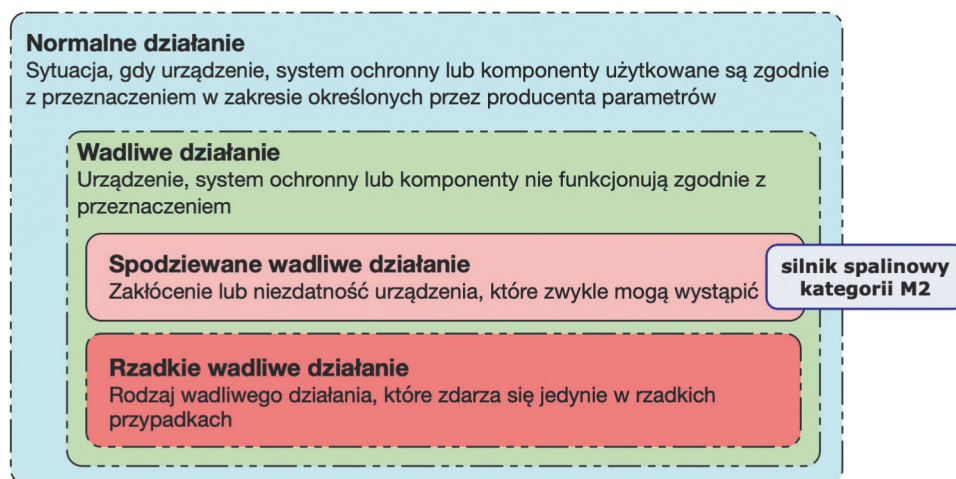
Przeciwybuchowy silnik spalinowy jest przeznaczony do stosowania w atmosferze potencjalnie wybuchowej, czyli w miejscu gdzie mogą występować mieszaniny gazów lub pyłów z powietrzem, które przy odpowiednim stężeniu i potencjalnym źródle zapłonu łatwo ulegają wybuchom. Podlega więc wymaganiom dyrektywy ATEX.

Obowiązki producenta: Ocena zasadności

Producent urządzenia odpowiada za podjęcie decyzji jakie dyrektywy UE (i ew. Rozporządzenia) dotyczą wyrobu jego produkcji. Producent przeprowadza własne analizy oceny ryzyka, w wyniku których identyfikuje wymagania zasadnicze z różnych dyrektyw, które dotyczą wyrobu jego produkcji oraz podejmuje decyzję o zastosowaniu specyfikacji technicznych np. norm zharmonizowanych (rys. 4).



Rys. 4. Własna (producenta) ocena ryzyka i wybór specyfikacji technicznych (Niebieski ... 2016)
Fig. 4. Own (manufacturer's) risk assessment and selection of technical specifications



Rys. 5. Silnik spalinowy jako urządzenie kategorii M2 według dyrektywy ATEX
Fig. 5. Internal combustion engine as a category M2 equipment according to the ATEX directive

Producent musi rozumieć zarówno projekt, jak i konstrukcję produktu, aby mógł wziąć odpowiedzialność za produkt zgodny ze wszystkimi stosownymi, unijnymi przepisami harmonizacyjnymi (Niebieski ... 2016).

Obowiązki producenta: Ocena zgodności

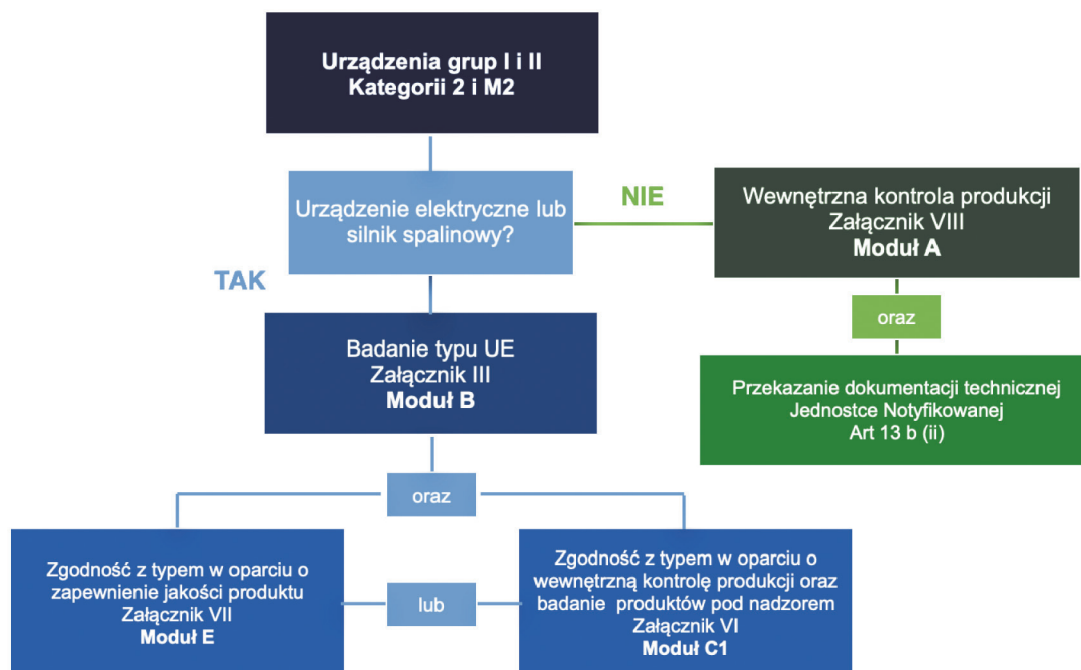
Dyrektywa ATEX (Dyrektywa ... 2016) precyzuje jakie moduły oceny zgodności mogą być zastosowane w odniesieniu do wyrobu danej kategorii. Kategoria urządzenia określana jest przez producenta na podstawie oceny ryzyka i oceny zagrożenia zapłonem. Górnicze napędy spalinowe są urządzeniami kategorii M2, wymagają więc oceny również w warunkach spodziewanego wadliwego działania (rys. 5).

W przypadku urządzeń kategorii M2, dyrektywa ATEX przewiduje następujące moduły oceny zgodności (rys. 6).

Czyli w przypadku napędu spalinowego kategorii M2 tryb postępowania jest taki sam jak dla urządzeń elektrycznych, ale odmienny niż w przypadku urządzeń nieelektrycznych i obejmuje:

Badanie typu EU, moduł B (rys. 6), podczas którego wybrana przez producenta jednostka notyfikowana (JN) przeprowadza badania reprezentatywnego egzemplarza. Przeprowadzane są badania najczęściej według PN-EN 1834-2 oraz poddaje się weryfikacji oceny własne producenta (ocena ryzyka). Badanie typu UE kończy się wydaniem Certyfikatu badania typu UE zawierającego wykaz uzgodnionej podczas badania dokumentacji.

– Zgodność z typem w oparciu o zapewnienie jakości produktu, moduł E (rys. 6), podczas którego wybrana przez producenta JN nadzoruje ostatnią fazę produkcji (badania końcowe).



Rys. 6. Moduły oceny zgodności urządzeń kategorii M2
Fig. 6. Category M2 equipment conformity assessment modules

– Zgodność z typem w oparciu o wewnętrzną kontrolę produkcji oraz badanie wyrobów pod nadzorem, moduł C1 (rys. 6), podczas którego badania końcowe wyrobu wykonywane są przez producenta, ale pod nadzorem JN. Należy zauważyć, że w przypadku silnika spalinowego (urządzenie kategorii M2) niewystarczające jest samo badanie typu UE, konieczne jest uzupełnienie o moduł, który potwierdzi, że producent jest w stanie (potrafi) wyprodukować urządzenie zgodne ze zbadanym typem (egzemplarzem reprezentatywnym).

Ponoszone przez producenta koszty badania według modułu „Badanie typu UE” oraz koszty nadzoru (stałego) nad produkcją napędów spalinowych, jako urządzeń kategorii M2 są znaczne.

Obowiązki producenta: Dokumenty towarzyszące wyrobowi

Wraz z urządzeniem producent ma obowiązek przekazać kopię deklaracji zgodności, której forma i zawartość jest dokładnie uregulowana, a także instrukcję obsługi. Wymagania dotyczące zawartości instrukcji obsługi są szczegółowo określone w załączniku II dyrektywy ATEX (wymagania zasadnicze), tzn.: każdemu urządzeniu muszą towarzyszyć instrukcje pisemne podające co najmniej następujące informacje:

- zwięzłe zestawienie danych, którymi urządzenie jest oznakowane,
- instrukcje bezpieczeństwa:
 - oddania do użytku,
 - użytkowania,
 - montażu i demontażu,
 - konserwacji (obsługa i naprawy awaryjne),
 - instalowania,
 - regulacji,
- w razie potrzeby wskazanie obszarów niebezpiecznych usytuowanych naprzeciw sprzętu dekompresyjnego,
- w razie potrzeby instrukcje szkoleniowe,
- szczegóły umożliwiające podjęcie decyzji bez żadnych wątpliwości, czy dane urządzenie określonej kategorii może być użytkowane bezpiecznie w danej przestrzeni w przewidywanych warunkach eksploatacji;
- parametry elektryczne i ciśnieniowe, maksymalne temperatury powierzchni lub inne wartości graniczne;
- w razie potrzeby szczególne warunki użytkowania, w tym informacje o możliwym niewłaściwym użyciu, które, jak wykazało doświadczenie, mogłyby się zdarzyć,
- w razie potrzeby zasadnicze charakterystyki narzędzi (osprzętu), w które może być wyposażone urządzenie.

Ponadto instrukcje muszą zawierać rysunki i schematy niezbędne do oddania do użytku, konserwacji, kontroli, sprawdzania prawidłowości działania, a także, w miarę potrzeb, do naprawy urządzenia oraz wszystkie przydatne wskazówki, w szczególności wskazówki odnoszące się do bezpieczeństwa.

Zgodnie z wymaganiami dyrektywy ATEX instrukcja obsługi przekazywana użytkownikowi powinna zawierać wszystkie niezbędne informacje dotyczące bezpiecznej eksploatacji w tym informacje dotyczące konserwacji i napraw.

Użycie urządzenia zgodnie z przeznaczeniem

Producent urządzenia definiuje warunki pracy urządzenia oraz jego przeznaczenie – określa, jak urządzenie będzie używane, czyli precyzuje „użycie zgodnie z przeznaczeniem”.

Do tak zdefiniowanego użycia zgodnie z przeznaczeniem odnosi się producent, dokonując ocen własnych (ocena ryzyka, ocena zagrożenia zapłonem). Wykraczając poza tak zdefinio-

wane ramy bezpiecznej pracy (użytkowania) - bezpieczeństwo urządzenia nie może być zagwarantowane.

Szczegóły dotyczące użycia zgodnie z przeznaczeniem podawane są (precyzyjnie) w instrukcji obsługi. Użytkownik nabywając wyrób godzi się na podane w instrukcji obsługi warunki bezpiecznej pracy i tylko w ramach tak zdefiniowanych warunków, urządzenie jest urządzeniem bezpiecznym.

Użytkownik ma obowiązek stosować urządzenie zgodnie z przeznaczeniem zdefiniowanym przez producenta. Dotyczy to również wymaganych przez producenta czynności serwisowych.

6. Prawidłowe stosowanie urządzeń – rola użytkownika

Odpowiedzialność za utrzymanie urządzenia w stanie zapewniającym wymagany poziom bezpieczeństwa spoczywa na użytkowniku. Użytkownik nabywając urządzenie ma obowiązek stosować się do zapisów instrukcji obsługi, która definiuje tzw. użycie zgodnie z przeznaczeniem. Poziom bezpieczeństwa urządzenia dzięki stosowaniu się do zapisów instrukcji obsługi nie powinien się obniżać z biegiem czasu pracy urządzenia.

Podczas eksploatacji, w wyniku naturalnego procesu zużycia, a niekiedy również zdarzeń incydentalnych, zachodzi konieczność naprawy urządzenia. Typowe sytuacje powinny być przewidziane w instrukcji obsługi i producent powinien podać szczegóły odnośnie do czynności konserwacyjnych.

W instrukcji obsługi są również podawane wykazy części zamiennych, które mogą być wymieniane przez użytkownika. Określa się również procedury wymiany tych części i metody weryfikacji stanu urządzenia.

Prawidłowo eksploatowane urządzenie (wyluczając kwestie zdarzeń losowych) nie będzie wymagało innych czynności serwisowych niż przewidziane w instrukcji obsługi.

7. Naprawy urządzeń przeciwwybuchowych

Ponieważ historia uregulowań normatywnych w zakresie elektrycznych urządzeń przeciwwybuchowych sięga blisko 100 lat, również kwestie napraw tych urządzeń zostały w końcu ujęte w odpowiedniej normie. Normy dotyczące elektrycznych urządzeń przeciwwybuchowych opracowane są przez powstały w 1948 roku komitet IEC TC31. Normy wytyczone przez ten komitet zawierające wymagania konstrukcyjne, metody badań, wymagania dotyczące oznakowania i minimalną zawartość instrukcji obsługi wydawane były na wiele lat przed uzgodnieniem „podejścia globalnego” podczas oceny zgodności stosowanego w UE.

Norma IEC 60079-19

W celu wsparcia użytkowników w zakresie napraw elektrycznych urządzeń przeciwwybuchowych w 1993 wydano pierwszą edycję normy IEC 60079-19 (Norma ... 2020). Norma ta jednak nie obejmowała urządzeń dla górnictwa podziemnego. Dopiero edycja z roku 2010 uwzględniła urządzenia dla górnictwa. Z braku innych uregulowań, norma IEC 60079-19 (Norma ... 2020) była szeroko stosowana przez użytkowników oraz przez niezależne od producenta warsztaty remontowe. Była również stosowana przez jednostki oceniające (certyfikujące) do oceny kompetencji warsztatów remontowych przez stronę trzecią.

Norma zawiera wymagania dot. organizacji warsztatu remontowego:

- Warsztat powinien posiadać określone (spisane) procedury dotyczące kwalifikacji wyrobu do remontu, procedury napraw polegających na wymianie, procedury napraw wykorzystujących regenerację, procedury postępowania z wyrobami nienadającymi się do naprawy oraz, które w wyniku naprawy nie spełniają wymagań bezpieczeństwa przeciwwybuchowego.
- Powinny być określone procedury badań i prób każdego egzemplarza urządzenia po naprawie. Wyniki tych prób powinny być dokumentowane.
- Wszystkie czynności wykonywane na powierzonym urządzeniu powinny być należycie dokumentowane.
- Nadzór nad ww. dokumentami powinien spełniać wymagania norm ISO serii 9000.
- Warsztat powinien mieć określone ramy swoich możliwości naprawczych. Ramy te mogą być określone przez stosowane metody naprawcze, możliwości parku maszynowego, granice możliwości badawczych urządzeń po naprawach.
- Personel warsztatu powinien posiadać odpowiednie kompetencje okresowo potwierdzane.
- Z personelu należy wyznaczyć imiennie osobę odpowiedzialną za wydawanie dokumentu końcowego (świadectwa naprawy) potwierdzającego przeprowadzenie naprawy (remontu) zgodnie z wymaganiami normy IEC 60079-19.

Norma określa też dopuszczalne metody napraw (szczegółowo dla różnych rodzajów zabezpieczenia urządzeń elektrycznych) oraz wymagane próby poremontowe. Niestety norma dopuszcza znaczną ingerencję w konstrukcje urządzenia. Urządzenia, które po naprawie nie zawsze są zgodne z dokumentacją uzgodnioną (podczas badania typu) są specjalnie oznakowywane (rys. 7). Oceniając tę sytuację z perspektywy wymagań UE, takie wyroby nie są już takie jak urządzenia nowe - dokonano w nich bowiem istotnych zmian.

Kto w istotny sposób modyfikuje produkt, w wyniku czego powstaje produkt „jak nowy”, tak że w jakikolwiek sposób wpływa to na jego właściwości w zakresie zdrowia i bezpieczeństwa (i/lub funkcjonowanie), w celu wprowadzenia go na rynek UE lub wykorzystania do własnych celów, staje się również producentem. (Guide ... 2020)

Naprawy przeciwwybuchowych napędów spalinowych

Niestety norma IEC 60079-19 nie odnosi się do urządzeń nieelektrycznych, napędów spalinowych ani do systemów ochronnych. Chociaż pewne wymagania zawarte w normie, np. dotyczące organizacji samego warsztatu remontowanego i konieczności odniesienia się do dokumentacji producenta mogłyby mieć zastosowanie.

W zakresie wymagań technicznych – czyli praktyki remontowania urządzeń – norma nie podaje żadnych wskazówek, które mogłyby być przydatne w przypadku remontu napędu spalinowego.

Zastosowanie normy IEC 60079-19 do naprawy napędu spalinowego może stwarzać nieprawdziwe wrażenie, że naprawa (remont) jest przeprowadzona zgodnie z aktualnym stanem wiedzy, czyli, że wyrób po naprawie (remoncie) zapewnia odpowiedni poziom bezpieczeństwa. A tymczasem odpowiedzialność oryginalnego producenta w wyniku tak przeprowadzonego remontu może ustać.

Możliwe techniczne konsekwencje nieautoryzowanych napraw napędów spalinowych

Zakładając, że podmiot podejmujący się remontu napędu spalinowego nie jest autoryzowany przez producenta (nie działa w imieniu producenta) oraz że wykonuje remont korzystając z aktualnego stanu wiedzy zawartej w IEC 60079-19, można zidentyfikować następujące, przykładowe, negatywne konsekwencje w zakresie zabezpieczenia napędu spalinowego:

- Zmiana materiału lub technologii wykonania kolektora dolotowego: - zmniejszona (niewystarczająca) wytrzymałość na ciśnienie wybuchu, niezachowanie wymiarów złączy ognioszczelnych (długości i prześwity) – wewnętrzny wybuch może się wydostać na zewnątrz.
- Zmiana materiału lub technologii wykonania kolektora wylotowego: - zmniejszona (niewystarczająca) wytrzymałość na ciśnienie wybuchu, niezachowanie wymiarów złączy ognioszczelnych (długości i prześwity) – wewnętrzny wybuch może się wydostać na zewnątrz. - Nadmierne nagrzewanie się podczas pracy – temperatura powierzchni zewnętrznej może doprowadzić do zapłonu atmosfery zewnętrznej



Rys. 7. Oznakowanie wyrobów po naprawie według IEC 60079-19 symbolem R w kwadracie lub w trójkącie (urządzenia elektryczne). Po lewej wyrób zgodny z pierwotną dokumentacją, po prawej wyrób niezgodny z pierwotną dokumentacją (konieczna dalsza ocena)

Fig. 7. Product marking after repair according to IEC 60079-19 with R in a square or in a triangle (electrical equipment). On the left, a product compliant with the original documentation, on the right, a product inconsistent with the original documentation (further evaluation necessary)

- Zmiana kształtu kolektora dolotowego lub wylotowego, np. zmiana przekroju (zmniejszenie lub powiększenie), zmiana długości (wydłużenie lub skrócenie), zmiana metody obróbki powierzchni wewnętrznej, inne niż oryginalne zamocowanie osprzętu – powstające ciśnienie wybuchu może przekroczyć dopuszczalne (określone podczas badań typu) wartości, kolektor może ulec rozerwaniu, wybuch może się wydostać, mogą powstać nadmierne temperatury – może dojść do zapłonu atmosfery zewnętrznej.
- Zmiana pokrycia zewnętrznego kolektora wylotowego - mogą powstać nadmierne temperatury, może dojść do zapłonu atmosfery zewnętrznej.
- Zmiana pompy wodnej lub wymiana chłodnicy - mogą powstać nadmierne temperatury – może dojść do zapłonu atmosfery zewnętrznej.
- Zmiana oporów przepływu (np. poprzez zmianę przerywacza płomienia) - mogą powstać nadmierne temperatury – może dojść do zapłonu atmosfery zewnętrznej, mogą powstać wyższe ciśnienia podczas ew. wybuchu (przewyższające wytrzymałość elementów).

Nieznamość szczegółów rozwiązań technicznych, które zastosował producent może wpływać negatywnie na poziom zabezpieczenia przed wybuchem. Remont może być jednak przeprowadzany w zakresie określonym (dopuszczalnym) przez instrukcję obsługi. Odpowiadając na wymagania dyrektywy ATEX, instrukcja obsługi zawiera niezbędne informacje dotyczące ew. napraw. Często w sytuacjach wymagających szczegółowej wiedzy, producenci w instrukcji obsługi zalecają kontakt. Jeśli natomiast tam, gdzie producent zalecał kontakt np. w celu uzgodnienia metody (technologii) remontowania, czy doboru odpowiednich części lub wprost w celu wykonania czynności przez producenta, nie spełniono tego zalecenia (wymagania producenta), w przypadku takiego remontu wykazanie dalszej zgodności wyrobu może być niewykonalne.

Części zamiennie

Producenci urządzeń, w tym producenci napędów spalinowych, są zobowiązani do wyspecyfikowania części zamiennych. W skład urządzenia mogą wchodzić elementy takie jak:

- ogólnodostępne wyroby techniczne takie jak: śruby mocujące, uszczelki, rury, przewody itp.;
- części składowe takie jak: pokrywy, elementy konstrukcji, większe części urządzenia itp.;
- komponenty (według dyrektywy ATEX) takie jak: niewyposażone obudowy, zaciski, przegrody ogniowe przerywaczy płomienia itp.;
- inne urządzenia (według dyrektyw ATEX) takie jak: silniki elektryczne, pompy, sprzęgła, czujniki itp.

W instrukcji obsługi jest zwykle wyszczególniony charakter części zamiennych. Ogólnodostępne części techniczne zwykle są charakteryzowane za pomocą normy (np. śruby czy uszczelki), więc użytkownik może nabyć je we własnym zakresie, pod warunkiem, że spełniają określone specyfikacje.

Części składowe, które najczęściej są produkcji własnej (producenta urządzenia finalnego) są oferowane przez producenta i w przypadku potrzeby wymiany dostarczane są ze świadectwem jakości.

Komponenty, które zwykle pochodzą od innego producenta (choć mogą też być własnej produkcji) dostarczane są ze świadectwem zgodności.

Inne urządzenia zastosowane w urządzeniu finalnym dostarczane są z własną deklaracją zgodności UE.

Na przykład kolektor wylotowy przeciwwybuchowego silnika spalinowego jeśli nie jest komponentem według dyrektywy ATEX, jako część zamienna powinien być dostarczony wraz ze świadectwem jakości określającym odpowiedność

(możliwość zastosowania) w danym silniku. Należy zwrócić uwagę, że istotne jest stwierdzenie możliwości zabudowy (odpowiedności) w danym urządzeniu. Ogólne stwierdzenie, na przykład, że dany wyrób nadaje się do stosowania w podziemiach kopalń jest niewystarczający, gdyż nie zawiera decyzji odpowiedności w przypadku danej maszyny.

Czyli wykaz części zamiennych kategoryzuje też, jak dane części składowe przyczyniają się do zapewnienia ogólnego bezpieczeństwa urządzenia finalnego.

Konsekwencje rynkowe nieautoryzowanych napraw

Producent urządzenia, który poniósł nakłady finansowe na opracowanie nowej konstrukcji maszyny (napędu spalinowego), na ocenę zgodności, w tym na oceny i badania własne i w końcu, którego pozycja na rynku wynika z dobrej opinii jaką cieszą się wyroby jego produkcji, doznaje uszczerbku na reputacji (co może przekładać się na straty finansowe), gdy remontowane w sposób nieautoryzowany maszyny (napędy spalinowe) w dalszym ciągu opatrzone są jego znakami na tabliczce znamionowej.

Dopuszczalne jest przecież dokonywanie przeróbek w urządzeniu, modyfikacja czy odnawianie, ale wtedy podmiot, który zrealizował lub zlecił takie czynności staje się producentem i może na podstawie przeprowadzonej własnej oceny zgodności, własnych ocen ryzyka dowieść zgodności z wymaganiami zasadniczymi i wprowadzić wyrób na rynek (lub oddać do użytku) pod własną nazwą (i opatrzony własnym znakiem).

Możliwe obniżenie poziomu zabezpieczenia napędu spalinowego może się przełożyć na straty finansowe producenta.

8. Praktyki remontowania napędów spalinowych w polskim górnictwie

Eksploatacja urządzeń technicznych może w pewnym momencie wymagać podjęcia czynności naprawczych. W poprawnie prowadzonej gospodarce urządzeniami, w karcotece urządzeń odnotowywane są bieżące naprawy i remonty. Celem takiej identyfikacji napraw jest możliwość wykazania, że nie doszło do obniżenia poziomu bezpieczeństwa.

Za decyzję o konieczności przeprowadzenia naprawy, o jej zakresie oraz za wybór warsztatu remontowego (czy też wykonanie remontu samodzielnie) odpowiada użytkownik.

Ponieważ bezpieczeństwo w miejscach pracy podlega kontroli organów państwowych (w przypadku górnictwa organem kontrolnym jest Prezes WUG), użytkownik ma obowiązek wykazać, że praca odbywa się w sposób bezpieczny.

W przypadku skomplikowanych napraw oraz stosunkowo drogiej, polskie kopalnie przyjęły (wynika to również z wymagań prawnych) system zamówień na drodze przetargów.

Zamawiający w specyfikacji istotnych warunków zamówienia (SIWZ) określa wymagania dot. remontów urządzeń (napędów spalinowych), w tym często powołuje się na spełnienie wymagań normy IEC 60079-19.

Powszechnie wykorzystywane są postanowienia normy IEC 60079-19 (obecnego oraz wcześniejszych wydań), która jednak nie do wszystkich rodzajów wyrobów ma zastosowanie.

Jak wspomniano wcześniej, przedmiotowa norma *dotyczy jedynie elektrycznych urządzeń przeciwwybuchowych* – przy czym też nie wszystkich rodzajów zabezpieczenia (nie dotyczy np. wykonania *Exm*). Norma ta w żadnym razie *nie odnosi się do nieelektrycznych urządzeń przeciwwybuchowych, ani do przeciwwybuchowych napędów spalinowych*. Nie

można więc domniemywać poprawności przeprowadzonych czynności remontowych napędów spalinowych czy urządzeń nieelektrycznych przez zakłady usługowe (warsztaty remontowe) deklarujące spełnienie ww. normy.

Norma IEC 60079-19 nie podaje żadnych wytycznych (wskazówek) w zakresie np.:

- napraw silnika spalinowego,
- napraw przerywaczy płomienia,
- napraw i modyfikacji układu zabezpieczeń silnika spalinowego.

Nie odnosi się również do nieelektrycznych urządzeń przeciwwybuchowych (np. układu przeniesienia napędu). Takie wymaganie (wymaganie spełnienia normy IEC 60079-19), mimo iż kwestie organizacji warsztatu remontowego mogą być korzystne dla czynności remontowych, nie zapewnia, że remont (czy naprawa) zostanie przeprowadzony w sposób technicznie poprawny, po którym urządzenie (napęd spalinowy) zapewni poziom bezpieczeństwa taki jak urządzenie nowe.

Można domniemywać, że takie podejście do naprawy przeciwwybuchowego napędu spalinowego wynika z powszechnej znajomości technologii naprawczych mających zastosowanie w przypadku pojazdów samochodowych. Rozwiązania techniczne zastosowane w napędach górniczych (w wersji przeciwwybuchowej) są odmienne, niekiedy nawet przeciwstawne do stosowanych w pojazdach samochodowych.

Nie bez znaczenia jest też fakt, że w branży górniczej funkcjonują warsztaty remontowe posiadające „potwierdzenie kompetencji do wykonywania remontów”. Oceny kompetencji takich zakładów naprawczych przeprowadzane są przez jednostki certyfikujące właśnie na podstawie wymagań normy IEC 60079-19. Znow otwartym pozostaje pytanie – jak przeprowadzana jest ocena kompetencji warsztatu naprawczego w obszarze nieobjętym przedmiotową normą – tym bardziej, że nie są znane odpowiednie normy czy specyfikacje techniczne dotyczące napraw przeciwwybuchowych napędów spalinowych. Wszystkie podobne wymagania odnoszą się do kwestii napraw silników budowy zwykłej. Pozostaje mieć nadzieję, że jednostki certyfikacyjne wykorzystują własne programy certyfikacji zawierające odpowiednie (dopuszczalne przez daną jednostkę certyfikującą) metody napraw.

Nie istnieją specyfikacje techniczne pozwalające osobie niebędącej producentem przeprowadzić poprawnie naprawę czy remont przeciwwybuchowego napędu spalinowego.

Po części związane jest to z faktem, że taka metoda zabezpieczania silników spalinowych stosowana jest jedynie w UE. Prace nad normą ogólnościową (*Projekt ...*) cały czas trwają.

9. Przeciwwybuchowe napędy spalinowe po remoncie

Naprawy i remonty przeprowadzane przez nieautoryzowane zakłady naprawcze nie dają podstawy do domniemywania bezpieczeństwa urządzenia po naprawie.

Zastosowanie nowych części składowych, technologii, warunków montażu innych niż podane w instrukcji obsługi jest niedotrzymaniem warunków bezpieczeństwa (zawartych w instrukcji obsługi), czyli jest użyciem niezgodnie z przeznaczeniem i skutkuje ustaniem odpowiedzialności producenta za przedmiotowy wyrób. Wyroby naprawiane (remontowane) bez odniesienia się do zaleceń producenta należy traktować jako urządzenia „jak nowe” – gdzie producentem jest podmiot realizujący taką naprawę (tzn. wykonujący lub zlecający takie czynności).

Ponadto, w praktyce, wyroby takie w dalszym ciągu opatrzone są znakami producenta oryginalnego i wszelkie awarie czy zdarzenia o charakterze wypadku obciążają reputację oryginalnego producenta.

W takiej sytuacji można skorzystać z branży *automotive*, gdzie producenci udostępniają dokumentację części składowych (części zamiennych), aby niezależni producenci mogli również oferować części zgodne z danym modelem.

10. Podsumowanie

Powolywanie się przez zamawiającego (ogłaszającego przetarg) na normę IEC 60079-19 w zakresie remontu napędu spalinowego jest niewystarczające. W normie tej nie ma tzw. „aktualnego stanu wiedzy” z zakresu napędów spalinowych (silnik oraz układ dolotowy i wylotowy) oraz systemów ochronnych (przerywacze płomienia w układzie dolotowym i wylotowym).

Tymczasem dostarczana przez producenta instrukcja obsługi podaje wystarczające informacje w zakresie bieżącej obsługi i ew. napraw. Podane są szczegóły w zakresie sprawdzeń, regulacji, wymiany i naprawy. W sytuacji, gdy dana naprawa wymaga szczególnej znajomości zastosowanych rozwiązań, producent odsyła do kontaktu. Należy rozumieć, że w tym przypadku producent włączy się w proces naprawy: udostępni niezbędne informacje, albo sam przeprowadzi naprawę.

Z ogólnodostępnych statystyk podawanych przez WUG wynika, że *nieprzebranie przepisów BHP oraz niewłaściwa eksploatacja maszyn i urządzeń w górnictwie przyczyniła się do tego, iż w latach 2015–2019 w związku z zagrożeniem technicznym zaistniało łącznie 58 wypadków śmiertelnych (Ocena ... 2020)*. Otwartą kwestią, nieujęta w niniejszym opracowaniu, jest więc ocena wpływu nieautoryzowanych napraw na poziom bezpieczeństwa ogólnego (poza obszarem zabezpieczeń przed wybuchem).

Odpowiedzialność za bezpieczeństwo wyrobu, np. przeciwwybuchowego napędu spalinowego, jest rozłożona pomiędzy producentem, który wprowadza bezpieczny wyrób na rynek a użytkownikiem, który ma obowiązek utrzymać oryginalny (fabryczny) poziom bezpieczeństwa urządzenia.

Producent, którego celem jest oferowanie bezpiecznych, chętnie kupowanych wyrobów zapewnia wszystkie odpowiednie informacje w zakresie utrzymania dobrego, stabilnego stanu wyrobu, zachęca do kontaktu w sytuacjach wątpliwych bądź trudnych, użytkownik natomiast wydaje się nie mieć chęci, a może odpowiedniej wiedzy, aby z tych informacji i kontaktu skorzystać.

Taka metoda eksploatacji wpływa negatywnie zarówno na bezpieczeństwo w miejscu pracy, jak i na postrzeganie rynkowe oryginalnego producenta. Podobne rozważania pozostają zasadne w przypadku innej grupy urządzeń przeciwwybuchowych – urządzeń nieelektrycznych. Również w tym przypadku norma IEC 60079-19 nie ma zastosowania.

Literatura

- Dyrektywa 2014/34/UE** wdrożona przez ustawę z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (Dz. U. Nr 2016/542 z 19.04.2016 r.) oraz przez Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (Dz. U. Nr 2016/817 z dnia 9.06.2016 r.).
- PN-EN 1834-2:2002** Silniki spalinowe tłokowe. Wymagania bezpieczeństwa dotyczące projektowania i budowy silników przeznaczonych do stosowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Część 2: Silniki grupy I przeznaczone do stosowania w pracach podziemnych zagrożonych występowaniem metanu i/lub palnego pyłu.
- Projekt normy ISO/IEC 80079-41** Explosive atmospheres - Part 41: Reciprocating internal combustion engines.