



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI



Wydział Górnictwa,
Inżynierii Bezpieczeństwa
i Automatyki Przemysłowej

ANALIZA ZAPOTRZEBOWANIA ORAZ MOŻLIWOŚCI OPRACOWANIA NOWEGO TYPOSZEREGU WENTYLATORÓW OSIOWYCH O WYSOKIEJ SPRAWNOŚCI DO STREF ZAGROŻONYCH WYBUCHEM

Józef Juszczyk, Marcel Żołnierz
BamarPol

Krzysztof Słota, Zbigniew Słota, Anna Morcinek-Słota
Katedra Geoinżynierii i Eksploatacji Surowców
Wydział GIBiAP, Politechnika Śląska



Bamar Pol®

WPROWADZENIE

Ostatnie lata przyniosły zauważalny wzrost wymagań klientów, co do sprawności działania wentylatorów osiowych oraz ekonomicznej opłacalności ich użytkowania. Jest to związane zarówno z ekonomiką funkcjonowania firm (wzrost kosztów energii), ale też coraz bardziej z restrykcyjnymi regulacjami w zakresie ochrony środowiska i oszczędności energii. Nie bez znaczenia jest też perspektywa wprowadzania nowych regulacji związanych z tzw. „zielonym łańcem”.

W wyniku konsultacji, wizyt w zakładach, które wykorzystują wentylatory osiowe w strefach zagrożonych wybuchem, wymiany uwag i doświadczeń (pomiędzy naukowcami, konstruktorami, producentami i odbiorcami końcowymi) pojawiła się potrzeba opracowania urządzeń o zwiększonej sprawności działania i jednocześnie mniejszych potrzebach energetycznych, dedykowanych dla różnych branż, w szczególności górnictwa, energetyki, petrochemii, budownictwa i innych, gdzie istnieją dodatkowe wymagania konieczności pracy w atmosferze wybuchowej.

Dodatkowym celem byłoby spełnianie najnowszych światowych standardów i norm (w tym przyszłych, planowanych do wprowadzenia przepisów UE), co pozwoliłoby konkutować tym urządzeniom na krajowym, europejskim lub nawet światowym rynku.

ANALIZA PRAWNA

Parlament Europejski Dyrektywą 2005/32/WE określił ogólne zasady ustalania wymagań dotyczących ekoprojektu dla urządzeń wykorzystujących energię elektryczną lub paliwa kopalne. Wymagania dotyczą projektowania urządzeń, mających na celu minimalizację oddziaływania na środowisko przy zachowaniu tej samej funkcjonalności. W kolejnych latach zmieniano lub uchwalano nowe dyrektywy, gdzie określono parametry, według których produkowane silniki muszą mieć co najmniej klasę sprawności IE2, a silniki o mocy znamionowej z przedziału 7,5 – 375 kW muszą mieć klasę sprawności co najmniej IE3 lub odpowiadać klasie IE2 i być wyposażone w falownik. W lutym 2021 roku opublikowano przepisy Unii Europejskiej dotyczące minimalnej sprawności silników asynchronicznych (na przykład stosowanych w wentylatorach lutniowych), gdzie przedstawiono minimalne wartości efektywności energetycznej η_n dla klas efektywności IE2, IE3 i IE4. Silniki trójfazowe o mocy poniżej 1000 kW muszą posiadać klasę sprawności IE3 od lipca 2021 roku. Natomiast silniki o mocy od 75 kW do 200 kW muszą mieć już poziom IE4, począwszy od lipca 2023 roku.

Silniki elektryczne i układy silnikowe mogą pozostać w użyciu przez 20 lat i dłużej, więc energia zużywana przez cały okres użytkowania szybko się nalicza, co często jest pogarszane poprzez niewydajny projekt.

ANALIZA PRAWNA

Globalny rynek silników elektrycznych obejmuje wielomiliardowy przemysł, ze sprzedażą rosnącą w tempie +2.5% rocznie. Konsumenci wydają obecnie 565 miliardów dolarów rocznie na energię elektryczną wykorzystywaną w systemach napędzanych silnikiem elektrycznym, a do 2030 roku wartość ta może osiągnąć blisko 900 miliardów dolarów. Stosując bardziej wydajne silniki, kraje mogą zaoszczędzić 300 TWh energii elektrycznej rocznie w 2030 roku, zmniejszając emisję dwutlenku węgla o 200 Mt – co odpowiada rocznej produkcji energii elektrycznej przez około 60 elektrowni węglowych o mocy 1000 MW.

Państwa członkowskie UE zobowiązały się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych netto w UE o co najmniej 55% do 2030 r. w porównaniu z poziomami z 1990 r. Cel ten jest prawnie wiążący i opiera się na ocenie skutków przeprowadzonej przez Komisję. Wstępne porozumienie osiągnięte z PE w kwietniu 2021 r. zostało zatwierdzone przez Radę w maju 2021 r. W czerwcu 2021 r. unijni ministrowie środowiska przyjęli konkluzje o zatwierdzeniu nowej strategii UE w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu. Wszystkie wspomniane wyżej akty prawne i towarzyszące im rozporządzenia mają na celu bezpośrednią lub też pośrednią poprawę efektywności energetycznej silników elektrycznych. Wymiana przestarzałych silników może znacząco przyczynić się do zmniejszenia strat energii, oraz osiągnięcia zamierzonych celów polityki energetycznej UE.

ANALIZA TECHNICZNA

Globalna analiza wskazuje, że najnowsze postępy technologiczne i ulepszenia konstrukcyjne, takie jak bezszczotkowe silniki prądu stałego, zaprojektowane do użytku przy odpowiednich parametrach, mogą zmniejszyć zużycie energii nawet o 50%. Warto zaznaczyć, że układy wentylacji dla górnictwa i innych branż przemysłowych nie zmieniły się znacząco w ostatnich kilkudziesięciu latach, co wiąże się między innymi z wymaganiami stawianymi im przez normy i surowe warunki eksploatacji. Dopiero w ostatnich latach zauważalny jest wzrost wymagań klientów, co do sprawności działania tych urządzeń oraz ekonomicznej opłacalności ich użytkowania. Jest to związane zarówno z ekonomiką funkcjonowania firm (wzrost kosztów energii), ale też bardziej z restrykcyjnymi regulacjami w zakresie ochrony środowiska i oszczędności energii, o których wspomniano wcześniej.

W celu wzrostu sprawności działania wentylatorów konieczne wydaje się zmodyfikowanie układu przepływu powietrza w wentylatorze oraz jego napędu. Aktualnie stosowane układy są mało sprawne, dodatkowo generują znaczny hałas, ich praca jest bardzo energochłonna, a przy tym wydzielają dużo ciepła. W konsekwencji wtłaczane (schłodzone) powietrze w celu obniżenia temperatury (np. w chodnikach górniczych) jest ogrzewane o kilka-kilkanaście °C, co oznacza niejednokrotnie konieczność schłodzenia powietrza do jeszcze niższej temperatury (co nie zawsze jest możliwe) i wiąże się z dodatkowymi kosztami.

ANALIZA TECHNICZNA

Okolo 50% energii elektrycznej wyprodukowanej w Polsce wykorzystywane jest przez układy napędowe z silnikami elektrycznymi. Z tego względu zastosowanie energooszczędnych układów napędowych z silnikami elektrycznymi o wysokiej sprawności może znacznie ograniczyć negatywne oddziaływanie na środowisko, a jednocześnie przynieść wymierne oszczędności dla użytkownika. Podstawową wielkością określającą przewidywane oszczędności wynikające z zastosowania silnika energooszczędnego jest jego sprawność, która powiązana jest z klasą sprawności.

Nowe Rozporządzenie 2019/1781 wraz z nowelizacją 2021/341 wprowadza szereg zmian i nowych wyzwań przed producentami silników elektrycznych oraz ich użytkownikami. Najważniejsze z nich to wymaganie sprawności w klasie IE3 dla silników przeciwwybuchowych (z wyłączeniem silników przeznaczonych dla przemysłu górniczego), określenie minimalnej klasy sprawności IE4 dla silników o mocy od 75kW do 200kW oraz wprowadzenie poziomu IE3 również dla silników zasilanych z przemienników częstotliwości. W Rozporządzeniach (2019/1781 i 2021/341) dla minimalnego poziomu sprawności zostały określone również wymagania dla państw członkowskich w zakresie weryfikacji efektywności energetycznej silników dostępnych na rynku i wytyczne dla producentów dotyczące dokumentacji technicznej dołączanej do silników.

ANALIZA TECHNICZNA

Dyrektywy ATEX definiują minimalne wymagania dotyczące bezpiecznych warunków pracy i sprzętu używanego w strefach zagrożenia wybuchem. Obecnie obowiązuje dyrektywa ATEX 2014/34/UE, czyli ATEX 114 z 26 lutego 2014 r., która weszła w życie w Polsce Rozporządzeniem Ministra Rozwoju z 6 czerwca 2016 r. Ujednolica ona poprzednią wersję dyrektywy i dodatkowo obejmuje wymagania dotyczące projektowania i budowy, procedury oceny zgodności, zakresu dokumentacji technicznej, sposobu oznakowania w przypadku systemów ochronnych oraz urządzeń przeznaczonych do używania w atmosferze potencjalnie wybuchowej. Wymagania szczegółowe podane są w normach powiązanych z tą dyrektywą, natomiast wymagania, które nie są objęte ani dyrektywą, ani normami, mogą być przedmiotem regulacji wewnętrznych, obowiązujących w poszczególnych krajach członkowskich. Regulacje te nie mogą jednak być sprzeczne z dyrektywą oraz nie mogą zaostrzać jej wymagań. Ponieważ dyrektywa wymaga znakowania CE, więc każdy produkt zgodny z ATEX, który został oznaczony symbolem Ex, musiał wcześniej zostać przez producenta oznakowany znakiem CE i przejść procedurę oceny zgodności z obowiązkowym udziałem wybranej jednostki certyfikacyjnej, jeżeli producent użył innych, niecertyfikowanych części.

ANALIZA TECHNICZNA

Drugą dyrektywą ATEX jest dyrektywa 99/92/EC, ATEX 137 z grudnia 1999 r., w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników zatrudnionych na stanowiskach pracy, na których może wystąpić atmosfera wybuchowa. Ta dyrektywa została wprowadzona do polskiego prawodawstwa Rozporządzeniem z 30 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej. Celem wprowadzenia dyrektyw ATEX 114 i 137 jest m.in. eliminacja lub maksymalne zmniejszenie ryzyka w obszarach, gdzie może występować atmosfera grożąca wybuchem – oznaczona jako Ex. Dyrektywy ATEX oraz odpowiednie rozporządzenia krajowe definiują przestrzenie wybuchowe, wprowadzają podział na grupy i kategorie urządzeń przeznaczonych do pracy w tych przestrzeniach, określają wymogi bezpieczeństwa dotyczące projektowania i budowy urządzeń oraz systemów ochronnych do użytku w strefach zagrożonych wybuchem, opisują procedurę badania urządzeń przez jednostki notyfikowane oraz określają zawartość deklaracji zgodności, określają minimalne kryteria, jakie powinny być uwzględnione przy notyfikowaniu jednostek oraz określają sposób oznakowania urządzeń i systemów ochronnych.

WYNIKI ANALIZ

Z Rozporządzenia Komisji (UE) 2021/341 wynika, że w górnictwie nie ma konieczności stosowania zawartych w nim regulacji, ale z uwagi na to, że przedsiębiorcy górniczy również szukają oszczędności energetycznych wykonano analizę potrzeb i możliwości podjęcia prac nad projektem wentylatora o wysokiej sprawności, także dla tego przemysłu.

Analizę zapotrzebowania i możliwości podjęcia prac nad projektem pod względem formalno-prawnym przeprowadzono pod kątem określenia założeń i wykonania działań, których efektem będzie opracowanie zestawu urządzeń o podwyższonej sprawności i efektywności stosowanych w obszarach zagrożonych wybuchem gazów i pyłów dedykowanych branży górniczej, petrochemicznej, chemicznej, środowiskowej i budowlanej.

Zespół, którego członkami są autorzy niniejszej prezentacji, posiadają wieloletnie doświadczenie w projektowaniu, konstruowaniu, produkowaniu i sprzedaży układów wentylacji stosowanych w przemyśle górniczym i innych działach gospodarki. Działając w ramach współpracy nauki i przemysłu zespół skonstruował i wdrożył już wiele nowoczesnych rozwiązań i urządzeń dedykowanych między innymi branży górniczej. Warto zauważyć, że układy wentylacji dla górnictwa i innych branż przemysłowych nie zmieniły się znacząco w ostatnich kilkudziesięciu latach, co wiąże się między innymi z wymaganiami stawianymi im przez normy i surowe warunki eksploatacji.

WYNIKI ANALIZ

W kopalniach ciągle funkcjonują rozwiązania systemów wentylacji oparte o myśl techniczną sięgająca lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku.

W ramach analiz wstępnych i prac koncepcyjnych ustalono, że brak jest obecnie na rynku urządzeń i układów wentylacyjnych o wysokim poziomie sprawności dedykowanych górnictwu. Obecnie obowiązują wysokie wymagania dyrektyw w celu zgodności urządzeń z normą ATEX IM2. Zaprojektowanie takich rozwiązań jest trudne do wykonania i wymaga doświadczonego zespołu specjalistów. Koszt dostosowania do dyrektyw często jest nieopłacalny ekonomicznie i ryzykowny, gdyż prace badawcze nie gwarantują osiągnięcia zamierzonych rezultatów. W ostatnim czasie zaczęły pojawiać się na rynku nowe materiały kompozytowe spełniające wymagania ATEX tj. antystatyczne, antywybuchowe, które powoli zaczynają być wykorzystywane w produkcji urządzeń wymagających niskiej awaryjności, narażonych na przeciążenia i trudne warunki eksploatacji.

Z perspektywy użytkownika kluczowy jest dobór urządzenia odpowiedniego do potrzeb, którego konstrukcja jest przystosowana do pracy w strefach zagrożonych wybuchem i do zagrożeń występujących w miejscu ich instalacji. Sprzęt zgodny z dyrektywą ATEX, który dopuszczony został do pracy w strefach zagrożonych wybuchem, musi być również, zgodnie z normami, odpowiednio oznakowany.

WYNIKI ANALIZ

Aby zwiększyć bezpieczeństwo w strefach zagrożonych wybuchem, należy unikać możliwości powstawania atmosfery wybuchowej. W tym celu stosuje się przede wszystkim dobrze zaprojektowane i wydajne systemy wentylacyjne, które stały się przedmiotem podjętej analizy.

Drugim istotnym elementem jest wyeliminowanie efektywnych źródeł zapłonu, dlatego w strefach zagrożonych wybuchem wykorzystuje się maszyny i urządzenia zgodne z dyrektywą ATEX. Instalacja przemysłowa powinna być też w taki sposób zaprojektowana, aby maksymalnie ograniczała skutki wybuchu. Często w strefach zagrożonych wybuchem instaluje się urządzenia, których konstrukcja jest odporna na wybuch.

Zidentyfikowano także problemy szczegółowe, które dotyczą przede wszystkim znalezienia rozwiązania zwiększającego efektywność wentylatorów przy jednoczesnym braku wzrostu kosztów, zapewnienie wysokiego stopnia niezawodności urządzenia, łatwość konserwacji (ze względu na istotny wpływ niekorzystnych warunków eksploatacyjnych), optymalizację sprawności oraz znalezienie rozwiązania pozwalającego na zmniejszenie nagrzewania się powietrza przepływającego przez wentylator. Wszystko powyższe należy rozważać przy uwzględnieniu ograniczeń w optymalizacji wynikających z wymogów norm ATEX, o których wspomniano wcześniej.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza pozwoliła na określenie najważniejszych obszarów, w których podjęte przez zespół projektowy działania pozwoliłyby na zwiększenie prawdopodobieństwa powodzenia projektu. Są to:

- analiza najnowszych badań (opracowań naukowych) związanych z rozwojem technologii materiałowych oraz konstrukcyjnych,
- współpraca z jednostkami testującymi oraz certyfikującymi w celu uzyskania potwierdzenia zakładanych parametrów urządzeń i odpowiednich certyfikatów,
- monitorowanie zmian w regulacjach prawnych i dostosowywanie produktów do nowych wymagań,
- dalsza współpraca z przemysłem w celu dokładnej identyfikacji potrzeb oraz testowania opracowanych rozwiązań „in situ”.

Wstępna analiza kosztów związanych z możliwością opracowania nowego typu wentylatora osiowego o wysokiej sprawności do obszarów zagrożonych wybuchem wskazuje także na konieczność uzyskania dofinansowania na realizację takiego projektu (np. z funduszy UE) w celu sprawnego prowadzenia prac, co powinno przełożyć się na uzyskanie gotowego do wdrożenia produktu w terminie nie przekraczającym 24 miesięcy.



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

SERDECZNIE DZIĘKUJEMY
ZA UWAGĘ !



Bamar [®]
Pol