

dr inż. KRZYSZTOF BASZCZYŃSKI (ORCID: 0000-0002-9572-2705)

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Kontakt: krbas@ciop.lodz.pl

DOI: 10.5604/01.3001.0013.1576

Wymagania i metody badań urządzeń samozaciskowych chroniących przed upadkiem z wysokości, wyposażonych w sztywne prowadnice

Fot. Antivary/Bigstockphoto



Urządzenia samozaciskowe ze sztywnymi prowadnicami, w postaci szyn lub napiętych lin stalowych, to indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości, przeznaczony dla stanowisk pracy, na których pracownicy muszą przemieszczać się na długich odcinkach pionowych, np. wież telekomunikacyjnych, elektrowni wiatrowych, słupów energetycznych. W artykule zaprezentowano podstawowe konstrukcje urządzeń oraz zasadę ich działania. Ze względu na złożoną konstrukcję urządzeń samozaciskowych oraz ich kluczową rolę w zabezpieczeniu użytkowników muszą one spełniać szereg wymagań, które wraz z metodami badań są zawarte w normach PN-EN i dokumentach Recommendation for Use (RfU).

Zestawienia aktualnych wymagań i metod zaprezentowano w podziale na grupy dotyczące: materiałów i konstrukcji, odporności na obciążenie statyczne oraz zachowania i funkcjonowania w warunkach dynamicznych. Wskazano również na badania prawidłowości działania urządzeń podczas wchodzenia i schodzenia oraz badania niebezpiecznych zjawisk mogących wystąpić podczas powstrzymywania spadania, prowadzone z zastosowaniem manekinów antropomorficznych.

Słowa kluczowe: upadek z wysokości, urządzenia samozaciskowe, sztywna prowadnica, badania i certyfikacja

Requirements and test methods for guided type fall arresters including a rigid anchor line

Guided type fall arresters including a rigid anchor line in the form of rails or wire ropes are elements of personal protective equipment designed to protect against falls from a height intended for worksites where employees have to move in the vertical direction over long distances, e.g., telecommunications towers, wind power plants, transmission towers. This paper presents basic constructions of such devices and the principles of their action. Due to the complex structure of guided type fall arresters and their crucial role in ensuring the users' safety, they must meet a number of requirements. These requirements and the related test methods are contained both in PN-EN standards and in the Recommendation for Use (RfU) documents prepared by the European Coordination of Notified Bodies Vertical Group 11 – PPE against falls from a height.

To provide the manufacturers and distributors of equipment protecting against falls from a height with a compilation of current requirements and testing methods, this paper presents them divided into groups according to materials and construction, resistance to static loads, and performance and function under dynamic conditions. The importance of tests of the reliability of the function of the devices when climbing or descending with the participation of appropriately selected and trained subjects and tests of the dangerous phenomena that may occur during the fall arrest carried out using anthropomorphic dummies has also been indicated.

Keywords: falls from a height, guided type fall arresters, rigid anchor line, tests and certification

Wstęp

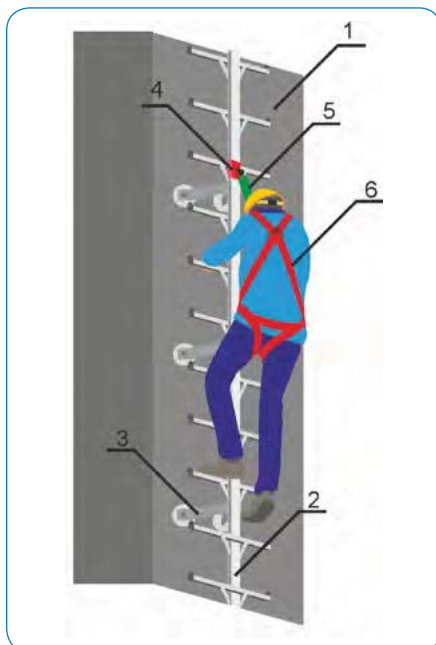
Na wielu stanowiskach pracy w warunkach przemysłowych pracownicy są zagrożeni upadkiem z wysokości podczas przemieszczania się na długich odcinkach pionowych [1,2]. Przykładem takich stanowisk są wieże telekomunikacyjne, konstrukcje elektrowni wiatrowych, słupy energetyczne, silosy itp. Biorąc pod uwagę obecny stan techniki w dziedzinie indywidualnego sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości, dobrym rozwiązaniem tego problemu jest zastosowanie urządzeń samozaciskowych ze sztywnymi prowadnicami.

Celem artykułu jest prezentacja informacji, dotyczących podstawowych konstrukcji urządzeń samozaciskowych ze sztywnymi prowadnicami, zasadniczych wymagań, które powinny one spełniać, oraz metody badań prowadzonych na potrzeby certyfikacji. Artykuł za podstawę przyjmuje aktualne normy PN-EN, dotyczące sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości, dokumenty Recommendation for Use (RfU) przygotowane przez European Coordination of Notified Bodies Vertical Group 11 – PPE against falls from a height oraz doświadczenia CIOP-PIB w zakresie badań i certyfikacji.

Konstrukcja i zasada działania urządzeń samozaciskowych ze sztywną prowadnicą

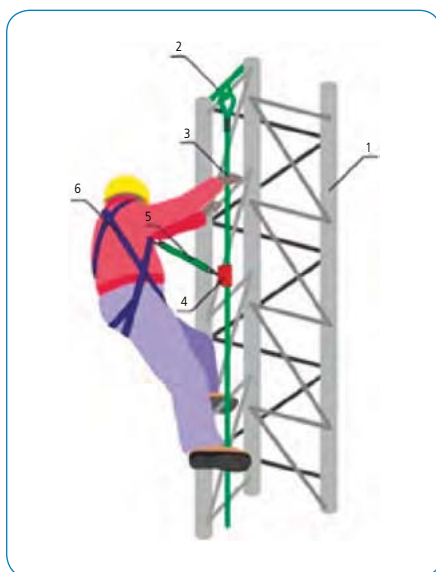
Urządzenia samozaciskowe ze sztywną prowadnicą (przykłady: rys. 1. i 2.) są trwale łączone z konstrukcją stanowiska pracy i pozwalają użytkownikowi przemieszczać się zarówno do góry, jak i do dołu, jednocześnie zabezpieczając go przed upadkiem z wysokości. Urządzenia te są zaawansowane technicznie i muszą spełniać szereg wymagań, aby mogły być uznane za bezpieczne.

Dotychczasowe doświadczenia CIOP-PIB w zakresie badań i certyfikacji wskazują, że producenci



Rys. 1. Zastosowanie urządzenia samozaciskowego ze sztywną prowadnicą w postaci szyny: 1 – konstrukcja nośna stanowiska pracy, 2 – prowadnica szynowa, 3 – podpora prowadnicy, 4 – mechanizm samozaciskowy, 5 – łącznik amortyzujący, 6 – szelki bezpieczeństwa

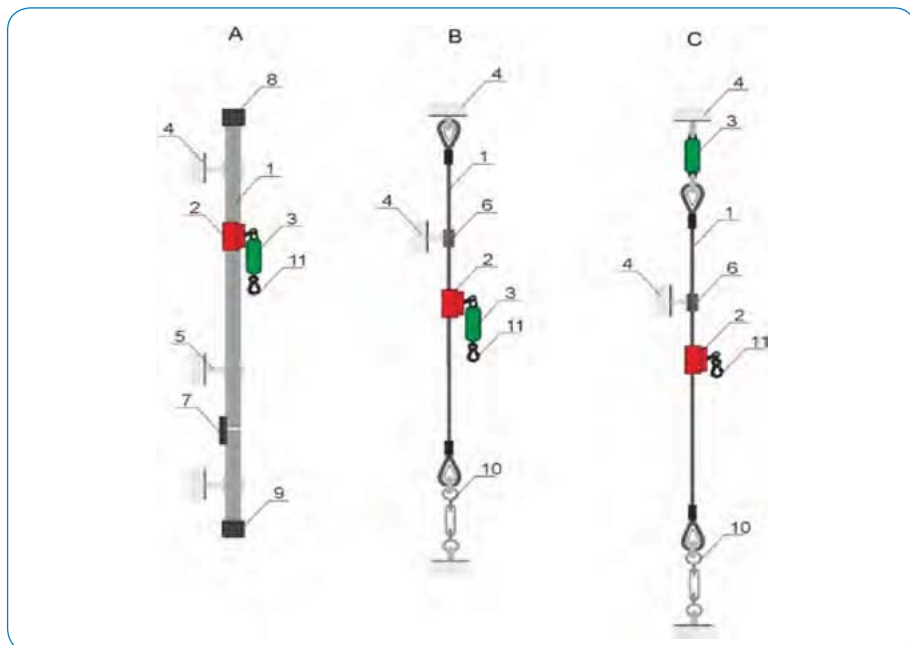
Fig. 1. Application of guided type fall arresters including a rigid anchor line made of a steel wire rope: 1 – load-bearing structure of the workplace, 2 – anchor point, 3 – rigid anchor line made of a steel wire rope, 4 – guided type fall arrester, 5 – connecting and shock absorbing element, 6 – full body harnesses



Rys. 2. Zastosowanie urządzenia samozaciskowego ze sztywną prowadnicą w postaci liny stalowej: 1 – konstrukcja nośna stanowiska pracy, 2 – punkt kotwiczenia prowadnicy, 3 – prowadnica z liny stalowej, 4 – mechanizm samozaciskowy, 5 – łącznik amortyzujący, 6 – szelki bezpieczeństwa

Fig. 2. Application of guided type fall arresters including a rigid anchor line made of a rail: 1 – load-bearing structure of the workplace, 2 – anchor point of a rail, 3 – support of the rail, 4 – guided type fall arrester, 5 – connecting and shock absorbing element, 6 – full body harnesses

i dystrybutorzy sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości mają poważne problemy w zgromadzeniu oraz właściwej interpretacji odpowiednich wymagań i metod badań. Problemy te pogłębiają się w sytuacji, gdy konstrukcja nowo opracowanego urządzenia samozaciskowego odbiega w istotny



Rys. 3. Urządzenia samozaciskowe ze sztywną prowadnicą: A – urządzenie z prowadnicą w postaci szyny, B – urządzenie z prowadnicą z liny stalowej z amortyzatorem połączonym z mechanizmem samozaciskowym, C – urządzenie z prowadnicą z liny stalowej połączoną szeregowo z amortyzatorem: 1 – prowadnica, 2 – mechanizm samozaciskowy, 3 – amortyzator, 4 – konstrukcja nośna stanowiska pracy, 5 – podpora szyny, 6 – uchwyt stabilizujący linę, 7 – łącznik odcinków szyn, zakończenia prowadnicy górne: 8 – górne (typ A), 9 – dolne (typ A lub B), 10 – napinacz, 11 – łącznik

Fig. 3. Guided type fall arresters including: A – rigid anchor line made of a rail, B – rigid anchor line made of a steel wire rope and equipped with an energy absorber connected with a fall arrester, C – rigid anchor line made of a steel wire rope, equipped with an energy absorber: 1 – rigid anchor line, 2 – guided type fall arrester, 3 – energy absorber, 4 – load-bearing structure of the workplace, 5 – support of the rail, 6 – guiding bracket, 7 – joint, 8 – stop type A, 9 – stop type A or B, 10 – tensioner, 10 – connecting element

sposób od rozwiązań, scharakteryzowanych w normach EN, dotyczących indywidualnego sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości.

Głównymi elementami omawianych urządzeń, przedstawionych na rys. 3. (A, B, C), są: sztywna prowadnica (1) i mechanizm samozaciskowy (2). Prowadnica urządzenia w postaci stalowej/aluminiowej szyny (rys. 3A) jest najczęściej elementem nośnym drabiny, a prowadnica z napiętej stalowej liny (rys. 3B i 3C) jest z nią trwale połączona.

Zgodnie z rys. 1 i 2. użytkownik wyposażony w szelki bezpieczeństwa jest połączony z mechanizmem samozaciskowym za pomocą zaczepu piersiowego. Analizując zasadę działania urządzenia samozaciskowego, można wyróżnić trzy tryby jego pracy:

- przemieszczanie się mechanizmu do góry podczas wchodzenia użytkownika po drabinie
- przemieszczanie się do dołu mechanizmu, na który działa siła skierowana w kierunku schodzącego po drabinie użytkownika
- blokowanie mechanizmu na prowadnicy w sytuacji rozpoczęcia spadania użytkownika.

Zablokowanie przesuwania mechanizmu samozaciskowego na prowadnicy w sytuacji rozpoczęcia spadania użytkownika wywołuje powstanie siły hamującej, przenoszącej się na ciało człowieka za pośrednictwem szelek bezpieczeństwa. W celu uniknięcia sytuacji, w której siła ta osiąga wartość większą od 6 kN, uznawaną za niebezpieczną dla człowieka, urządzenia samozaciskowe są wyposażone w amortyzatory, pochłaniające jego energię kinetyczną, wywołaną spadaniem. W przypadku urządzeń samozaciskowych ze sztywną prowadnicą w postaci szyny, amortyzator jest najczęściej połączony z mechanizmem samozaciskowym (miniaturowy amortyzator włókienniczy pokazany na rys. 3A) lub stanowi jego integralną część, np. w postaci metalowego elementu ulegającego kontrolowanej deformacji. W urządzeniach z prowadnicą w postaci

stalowej liny amortyzator może być szeregowo połączony z liną: w górnym punkcie jej mocowania do konstrukcji nośnej (rys. 3C) lub z mechanizmem samozaciskowym (rys. 3B). Prowadnica w postaci szyny jest mocowana do konstrukcji nośnej dojścia do stanowiska pracy (4) za pomocą specjalnych podpór (5), pokazanych na rys. 3A. Odległość między podporami jest określana przez producenta i wynika z dopuszczalnej długości przęsła oraz długości pojedynczego odcinka prowadnicy.

Prowadnice (liny stalowe) są mocowane do konstrukcji nośnej w miejscach jej górnego i dolnego zakończenia. Szeregowo z prowadnicą jest instalowany napinacz (rys. 3B i C, (10)), którego zadaniem jest nadanie linie odpowiedniego wstępnego napięcia. Jeżeli prowadnice-liny mają długość rzędu kilku metrów (lub większą), urządzenie jest wyposażane w dodatkowe uchwyty stabilizujące (6), zabezpieczające przed bocznymi ruchami liny, wywołanymi np. na skutek podmuchów wiatru. Prowadnice-szyny są wyposażane w elementy (rys. 3A, (7)), które łączą jej pojedyncze odcinki. Miejsce takiego połączenia musi być przez producenta ściśle zdefiniowane w odniesieniu do dopuszczalnej długości przęsła prowadnicy i położenia podpór (5). Prowadnice urządzeń są wyposażane w górne i dolne zakończenia (8 i 9), zabezpieczające mechanizm samozaciskowy (2) przed przypadkowym wypadnięciem.

Wymagania materiałowe i konstrukcyjne

Podstawowym dokumentem stosowanym do oceny zgodności urządzeń samozaciskowych z rozporządzeniem Ministra Gospodarki w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej [3] oraz rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) [4] jest PN-EN 353-1+A1:2018-03 [5]. Określa ona następujące podstawowe wymagania w stosunku do materiałów i konstrukcji urządzeń samozaciskowych:

• Prowadnica urządzenia może być szyną lub liną stalową. Lina stalowa musi mieć minimalną nominalną średnicę 8 mm i być wykonana ze stali nierdzewnej lub galwanizowanej, zgodnie z PN-EN 10264-2 [6].

• Tuleje zaciskowe na zakończeniach lin stalowych powinny być wykonane z metalu, wobec którego nie jest znana negatywna reakcja z materiałem liny (np. pęknięcie, korozja).

• Elementy włókiennicze urządzeń (np. amortyzatory, łączniki) powinny być wykonane z lin, taśm, nici z pierwotnych włókien chemicznych filamentowych lub multiflamentowych. Wytrzymałość włókien nie powinna być mniejsza od 0,6 N/tex (jednostka wytrzymałości właściwej). Przykłady materiałów włókienniczych możliwych do zastosowania zawiera dokument RfU CNB/P/11.051 (np. taśmy tkane z włókien poliamidowych lub poliestrowych), [7].

• Elementy urządzeń wchodzące w kontakt ze skórą użytkownika powinny być wykonane z materiałów znanych jako niepowodujące podrażnień i uczuleń itp.

• Brzegi i narożniki elementów składowych nie powinny być ostre i mieć zaokrąglenie o promieniu co najmniej 0,5 mm lub fazę o wymiarach co najmniej 0,5 mm x 45°.

• Mechanizm samozaciskowy musi mieć możliwość zdjęcia z prowadnicy przez użytkownika.

• Mechanizm i prowadnica powinny być tak zaprojektowane, aby nie było możliwości ich przypadkowego rozłączenia.

• Jeżeli mechanizm może być zdjęty z prowadnicy w innych punktach niż zakończenia, to musi być tak skonstruowany, aby mogło się to odbyć po wykonaniu dwóch kolejnych przemyślanych ruchów.

• Urządzenie samozaciskowe powinno być tak zaprojektowane, aby nie było możliwości nieprawidłowego (odwrotnego) założenia mechanizmu na prowadnicę.

• Element łączący (11) (rys. 3.) powinien być trwale połączony z mechanizmem samozaciskowym (2) lub jego amortyzatorem (3).

• Mechanizm samozaciskowy powinien przesunąć się zarówno do góry, jak i do dołu, towarzysząc użytkownikowi podczas wchodzenia i schodzenia, bez konieczności ręcznego odblokowywania.

• Elementy wykonane z tworzyw sztucznych (np. amortyzator) oraz ich zakończenia powinny być zabezpieczone przed przetarciem.

• Elementy końcowe prowadnicy (8 i 9, rys. 3A), które mogą być otwierane, powinny być tak skonstruowane, aby ich otwarcie było możliwe po wykonaniu przemyślanego działania, były samozamykające i nie było możliwości ich usunięcia z prowadnicy.

• Łączniki (np. zatrzaśniki) (11, rys. 3A, B, C) zastosowane w urządzeniu samozaciskowym, powinny spełniać wymagania PN-EN 362:2006 [8].

• Do formowania górnych zakończeń prowadnic, wykonanych z lin stalowych, nie powinny być stosowane zaciski kabłąkowe [9].

Poprawność działania urządzenia samozaciskowego, w trakcie wchodzenia na wysokość i schodzenia, powinna być sprawdzana w badaniach z udziałem ludzi, zgodnie z PN-EN 353-1+A1:2018-03. W badaniach tych powinny wziąć udział dwie osoby różnego wzrostu (z zakresu 160-190 cm) i o różnej masie (60-95 kg), wyposażone w szelki bezpieczeństwa z zaczepem piersiowym, spełniające wymagania zarówno PN-EN 361:2005, jak i producenta badanego urządzenia samozaciskowego [10]. Podczas trzykrotnych prób wchodzenia i schodzenia należy sprawdzić,

czy urządzenie działa prawidłowo, a mechanizm przemieszcza się razem z użytkownikiem.

Bardzo istotną i wymaganą cechą urządzeń samozaciskowych jest ich odporność na czynniki korozyjne na odpowiednim poziomie. Gwarantując to, że podczas użytkowania nie dojdzie do nieprawidłowego działania metalowych elementów ruchomych urządzenia lub do uszkodzeń natury wytrzymałościowej. Właściwości takie są badane metodą NSS (*Neutral Salt Spray*), [11].

Wymagania i metody badań w zakresie odporności na obciążenie statyczne

Odporność na obciążenie statyczne jest parametrem charakteryzującym wytrzymałość urządzenia samozaciskowego, poddane wolno narastającemu obciążeniu. Parametr ten dotyczy zarówno całego urządzenia samozaciskowego, jak i jego wybranych elementów.

Kompletne urządzenie, zainstalowane zgodnie z instrukcją producenta, musi przetrwać, bez uwolnienia, obciążenie siłą $(15^{+1,0}_{-0,0})$ kN przez okres $(3^{+0,25}_{-0,0})$ min. Jeżeli urządzenie zawiera sztywną prowadnicę, wykonaną z liny stalowej, to poziom obciążenia statycznego jest ustalany na podstawie wyników badania zachowania urządzenia w warunkach dynamicznych, czyli powstrzymywania spadania. Jeżeli maksymalna wartość siły działającej w prowadnicy podczas badania w warunkach dynamicznych jest większa od 6 kN, to przemnożona przez współczynnik równy 2,5 daje wartość do badania odporności na obciążenie statyczne. W przypadku urządzenia zawierającego wykonane z tworzyw sztucznych (np. taśm lub lin włókienniczych) elementy przenoszące siłę powstrzymującą spадanie, muszą one wytrzymać w badaniu działającą siłę $(22^{+1,0}_{-0,0})$ kN.

Wymagania w zakresie odporności na obciążenie statyczne dotyczą również zakończeń typu A i B prowadnicy (wg PN-EN 353-1+A1:2018-03) oraz mechanizmu samozaciskowego, obciążanego w kierunku bocznym.

Wymagania i metody badań w zakresie zachowania w warunkach dynamicznych i funkcjonowania

Zachowanie w warunkach dynamicznych jest jednym z najważniejszych parametrów urządzeń samozaciskowych, określonych w PN-EN 353-1+A1:2018-03. Parametr ten określa sposób, w jaki powinno działać urządzenie podczas powstrzymywania spadania z wysokości. Zgodnie z obowiązującymi wymaganiami w tym zakresie, droga spadania obciążnika badawczego o masie 100 kg, połączonego z badanym urządzeniem, nie powinna przekraczać 1 m, a maksymalna wartość siły hamującej – 6 kN. Badania są prowadzone w warunkach zdefiniowanych w normie, które dotyczą instalacji podpór i segmentów prowadnicy oraz wzajemnego położenia obciążnika badawczego, mechanizmu samozaciskowego i prowadnicy. W przypadku urządzeń z prowadnicą w postaci szyny, przetwornik pomiarowy siły jest umieszczony pomiędzy mechanizmem samozaciskowym a obciążnikiem badawczym.

W odniesieniu do urządzeń z prowadnicą wykonaną z liny stalowej stosuje się dwa przetworniki pomiarowe siły: jeden umieszczony tak, jak opisano wyżej oraz drugi – w górnym zakończeniu prowadnicy. Maksymalna wartość siły działającej w górnym zakończeniu prowadnicy jest niezbędna do opracowania wytycznych do montażu prowadnicy oraz

do ustalenia poziomu obciążenia w badaniu odporności na obciążenie statyczne. Obciążnik badawczy w badaniu jest ustawiany tak maksymalnie wysoko nad mechanizmem samozaciskowym, jak pozwala na to długość łącznika, tworzonego przez elementy (3) i (11) pokazane na rys. 3.

Skuteczność ochrony przed upadkiem z wysokości przez urządzenie samozaciskowe jest uzależniona od jego prawidłowego działania w warunkach dynamicznych. W PN-EN 353-1+A1:2018-03 nazwano to „funkcjonowaniem w warunkach dynamicznych”, które określa się w badaniach polegających na powstrzymywaniu spadania przez urządzenie samozaciskowe sztywnego obciążnika badawczego. Sprawdza się wtedy, czy spадanie obciążnika zostało powstrzymane oraz jaką drogę przebył obciążnik, a jaką mechanizm samozaciskowy. Badania mają też odtwarzać najmniej korzystne sytuacje podczas powstrzymywania spadania przez urządzenie. Do ich najważniejszych parametrów należą:

- zastosowanie obciążników badawczych: o masie 100 kg, minimalnej i maksymalnej masie dopuszczanej przez producenta

- odchylenie prowadnicy od pionu o kąt od 0 do 15°

- wstępne usytuowanie obciążnika badawczego: w minimalnej odległości od prowadnicy, odsunięcia w bok od prowadnicy, odciągania do tyłu od prowadnicy

- zastosowanie temperatury wstępnego kondycjonowania urządzenia: (23 ± 5) °C oraz -30 °C

- ustawienie mechanizmu samozaciskowego na uchwycie prowadnicy (w przypadku liny stalowej).

W stosunku do funkcjonowania w warunkach dynamicznych w PN-EN 353-1+A1:2018-03 oraz w RfU CNB/P/11.121 [12] sformułowano następujące wymagania:

- badane urządzenie musi powstrzymać spадanie obciążnika badawczego

- przemieszczenie obciążnika nie może przekroczyć 1 m

- przemieszczenie samego mechanizmu samozaciskowego nie może przekroczyć 0,5 m.

Badania funkcjonowania urządzeń samozaciskowych są prowadzone na takim samym stanowisku badawczym, jak badania zachowania w warunkach dynamicznych. Jedyną istotną różnicą jest brak zastosowania aparatury do pomiaru siły powstrzymującej spадanie obciążnika.

Dodatkowe wymagania i metody badań urządzeń samozaciskowych

Sztywne prowadnice urządzeń samozaciskowych, a szczególnie szyny, w wielu przypadkach mogą mieć długość sięgającą kilkudziesięciu metrów. W takiej sytuacji często istnieje potrzeba równoczesnego wykorzystania urządzenia przez więcej niż jednego użytkownika. Oznacza to, że do jednej prowadnicy zamocowane są np. dwa mechanizmy samozaciskowe, które wykorzystują pracownicy znajdujący się jeden pod drugim. Dopuszczenie urządzenia do takiego stosowania wymaga sprawdzenia jego parametrów ochronnych przy większych obciążeniach oraz opracowania instrukcji równoczesnego użytkowania przez więcej niż jednego pracownika. Wymagania, metody badań oraz wytyczne do opracowania instrukcji użytkowania w tym zakresie zawiera RfU CNB/P/11.119 [13]. Przedstawione tam wymagania i metody badań są uzależnione od przewidzianej przez producenta sprężu liczby użytkowników.

PN-EN 353-1+A1:2018-03 określa wymagania i metody badań w odniesieniu do urządzeń samozaciskowych, których prowadnice są odchylone od pionu o kąt nie większy niż 15°. W przypadku oceny rozwiązań konstrukcyjnych pozwalających na montaż prowadnicy pod większymi kątami, niezbędne jest przeprowadzenie dodatkowych badań. Wymagania i metody badań w tym zakresie zawiera RfU CNB/P/11.116, który uzależnia je od wartości kąta [14].

Praktyka konstruowania nowych rozwiązań urządzeń samozaciskowych wskazuje, że podczas projektowania jest konieczne prowadzenie dodatkowych badań dynamicznych, które mogą wykazać potencjalne zagrożenia dla użytkownika sprzętu. Narzędziem bardzo pomocnym w takiej sytuacji jest manekin antropomorficzny, symulujący pod względem mechanicznym ciało człowieka – jego zastosowanie do badań indywidualnego sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości przedstawiono w artykule [16]. Użycie manekina antropomorficznego w badaniach urządzeń samozaciskowych pozwala między innymi na ocenę: uderzeń twarzą o mechanizm samozaciskowy i jego łącznik, wydłużenia drogi powstrzymywania spadania ze względu na wstępną pozycję manekina, uderzeń klatką piersiową o sztywną prowadnicę, uderzeń nogami o szczeble drabiny zintegrowanej z urządzeniem, a także zachowania szelek bezpieczeństwa połączonych z mechanizmem samozaciskowym podczas powstrzymywania spadania.

Podsumowanie

Urządzenia samozaciskowe ze sztywnymi prowadnicami są zaawansowanym technicznie sprzętem chroniącym przed upadkiem z wysokości. Ich właściwości ochronne oraz walory użytkowe pozwalają na wykorzystanie do zabezpieczenia ludzi przed upadkiem z wysokości na stanowiskach pracy wymagających przemieszczania się na długich odcinkach pionowych. Stopień skomplikowania konstrukcji mechanizmów samozaciskowych, prowadnic oraz ich elementów łączących ze stanowiskiem pracy implikuje złożoność stawianych im wymagań, kryteriów oceny oraz metod badań.

Praktyka prowadzenia badań oraz oceny zgodności indywidualnego sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości z dokumentami [3,4] spowodowały uzupełnienie wymagań tej normy o dokumenty RfU, przygotowane przez European Coordination of Notified Bodies Vertical Group 11 – PPE against falls from a height. [7, 12-15].

Ocena urządzeń samozaciskowych ze sztywnymi prowadnicami bazuje na badaniach laboratoryjnych materiałów i konstrukcji, odporności na obciążenie statyczne oraz zachowania i funkcjonowania w warunkach dynamicznych. Prawidłowość działania urządzeń podczas wchodzenia i schodzenia użytkownika powinna być sprawdzana podczas prób z udziałem ludzi. Badania niebezpiecznych zdarzeń, występujących podczas powstrzymywania spadania przez urządzenia mogą być prowadzone z zastosowaniem manekinów o budowie oddającej cechy biomechaniczne ciała człowieka.

Zaprezentowane w artykule wymagania i metody badań dotyczą kompletnych urządzeń samozaciskowych, to znaczy zestawów, w skład których wchodzi: mechanizm samozaciskowy, prowadnica, elementy mocowania do konstrukcji stanowiska pracy, napinacz itp. Certyfikat CE na urządzenie samozaciskowe powinien obejmować wszystkie

składniki zestawu, połączone we wszystkich dopuszczalnych przez producenta konfiguracjach.

Niedopuszczalne jest, aby użytkownik sam kompletował składniki urządzenia, pochodzące np. od różnych producentów lub z różnych urządzeń, które nie były razem badane [15]. Biorąc pod uwagę złożoność urządzeń samozaciskowych ze sztywnymi prowadnicami, ich instalacja na stanowiskach pracy powinna być wykonywana przez producentów, ich autoryzowane serwisy lub specjalnie do tego przeszkolone osoby.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Dobór środków ochrony indywidualnej. Praca zbiorowa pod red. K. Majchrzyckiej i A. Pościka, rozdział 7.2 Czynniki mechaniczne. Położenie stanowiska pracy w odniesieniu do podłoża. [Personal protection equipment selection. Joint publication edited by K. Majchrzycka & A. Pościk, chapter 7.2. Mechanical factors. Workstation placement in relations to surface] Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2007.
- [2] Bezpieczeństwo pracy i ergonomia. Praca zbiorowa pod redakcją D. Koradeckiej. [Occupational safety and ergonomics. Joint publication edited by D. Koradecka] Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 1997.
- [3] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej (Dz.U. nr 259 poz. 2173) wprowadzone na mocy ustawy o systemie oceny zgodności z dnia 30 sierpnia 2002 r. (Dz.U. nr 166 poz. 1360 z późn. zm.).
- [4] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/425 z dnia 9 marca 2016 r. w sprawie środków ochrony indywidualnej oraz uchylenia dyrektywy Rady 89/686/EWG (tekst mający znaczenie dla EOG).
- [5] PN-EN 353-1+A1:2018-03 Środki ochrony indywidualnej przed upadkiem z wysokości – Urządzenia samozaciskowe z prowadnicą – Część 1: Urządzenia samozaciskowe ze sztywną prowadnicą [Personal protection equipment preventing falls from height – Part 1: Guided type fall arresters including a rigid anchor line].
- [6] PN-EN 10264-2:2012 Drut stalowy i wyroby z drutu – Drut stalowy na liny – Część 2: Drut ze stali niestopowej ciągniony na zimno na liny ogólnego przeznaczenia [Steel wire and wire products – steel wire for lines – Part 2: non-alloy steel wire cold-towed for overall use lines].
- [7] Recommendation for Use CNB/P/11.051.
- [8] PN-EN 362:2006 Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości – łączniki [Personal protection equipment arresting falls from height – connectors].
- [9] PN-EN 13411-5+A1:2009 Zakończenia lin stalowych – Bezpieczeństwo – Część 5: Zaciski linowe kabłąkowe [Steel line end fittings – Safety – Part 5: line device vices].
- [10] PN-EN 361:2005 Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości – Szelki bezpieczeństwa [Personal protection equipment arresting falls from height – safety suspenders].
- [11] PN-EN ISO 9227:2017 Badania korozyjne w sztucznych atmosferach – Badania w rozpylonej solance [Corrosion research in artificial atmospheres – research in sprayed brine].
- [12] Recommendation for Use CNB/P/11.121.
- [13] Recommendation for Use CNB/P/11.119.
- [14] Recommendation for Use CNB/P/11.116.
- [15] Recommendation for Use CNB/P/11.064.
- [16] BASZCZYŃSKI, K. The application of a Hybrid III anthropomorphic dummy in testing personal fall arrest equipment. MAM. „Measurement Automation Monitoring” Dec. 2016, No. 12, Vol. 62, ISSN 2450-2855.

Publikacja opracowana na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2017-2019 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Wstęp

W przemyśle lotniczym w Polsce pracuje ok. 23 tys. osób, z czego ponad 1/5 w procesach łączenia elementów statków powietrznych [1]. Podczas pracy tej występują hałas i zapylenie oraz czynniki mechaniczne i chemiczne, a także uciążliwości związane zwłaszcza z obciążeniem fizycznym i wymuszoną pozycją pracy.

W procesach technologicznych łączenia elementów statków powietrznych konieczne jest transportowanie wielkogabarytowych elementów oraz wykonywanie wielu prac w trudnych warunkach (na wysokości, w zamkniętych ciasnych przestrzeniach, w niewygodnej pozycji, przy braku dobrej widoczności itp.).

Do łączenia elementów statków powietrznych stosuje się m.in. zgrzewanie, spawanie, lutowanie twarde, klejenie, nitowanie i połączenia kombinowane tych technik [2,3]. Stale poszukiwane są nowe rozwiązania, mające usprawnić te procesy [4] lub zwiększyć wytrzymałość mechaniczną połączeń [5,6].

Bezpieczeństwo statków powietrznych opiera się na niezawodności ich silników, systemów sterowania oraz innych układów i zespołów mechanicznych, hydraulicznych, elektrycznych i elektronicznych [7]. Niezwykle ważną rolę odgrywa też wytrzymałość i trwałość konstrukcji nośnej i poszycia samolotu, zależna od zastosowanych materiałów oraz technologii i jakości połączeń. Tradycyjnie w konstrukcjach lotniczych stosowane są takie metale, jak stopy aluminium i tytanu oraz stal, a także materiały kompozytowe, zwykle wielowarstwowe, wytwarzane z włókien szklanych i węglowych spojonych żywicami epoksydowymi lub akrylowymi, charakteryzujące się dzięki temu lekką i wytrzymałą strukturą komorową. Poszukiwanie nowszych, lepszych materiałów, podobnie jak lepszych powłok ochronnych wciąż trwa [8,9].

Wieloetapowa kontrola jakości połączeń elementów statków powietrznych jest niezbędna, by wyeliminować jak największą liczbę błędów i uszkodzeń, do których mogło dojść podczas procesów łączenia. Czasami zdarza się jednak, że ujawniają się one dopiero po okresie długoletniej eksploatacji [10]. Optymalizacja organizacji pracy i poszukiwanie metod ograniczania ryzyka zawodowego w stosowanych w wytwórniach lotniczych procesach łączenia elementów może przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa, zdrowia i ergonomicznej jakości warunków pracy, a także do zmniejszenia liczby uszkodzeń połączeń wytwarzanej konstrukcji lotniczej [11].

Celem artykułu jest przedstawienie zagrożeń oraz uciążliwości sygnalizowanych przez pracowników uczestniczących w procesach łączenia elementów statków powietrznych, a także podanie przykładów działań prewencyjnych i służących poprawie komfortu pracy podejmowanych w istniejących uwarunkowaniach prawnych i techniczno-organizacyjnych.

Przepisy prawne i wymagania normatywne

Podstawowymi dokumentami prawnymi, stosowanymi w przedsiębiorstwach lotniczych w zakresie procesów łączenia elementów, są ogólnie obowiązujące w Polsce ustawy i rozporządzenia, w tym te, które wdrażają wymagania niektórych dyrektyw społecznych UE do prawa polskiego. Ze względu na poziom ogólności nie są to dokumenty szczególnie przydatne do rozwiązywania specyficznych problemów występujących podczas łączenia elementów w lotnictwie.

Kilkadziesiąt norm europejskich, poświęconych zagadnieniom technologicznym w procesach łączenia elementów w przemyśle lotniczym i kosmonautyce, dotyczy zwłaszcza specyfikacji wymiarowej stosowanych materiałów i metod badań połączeń nitowanych