

Informacje dla producentów dotyczące celowości i sposobów stosowania detektorów zadziałania w sprzęcie chroniącym przed upadkiem z wysokości

*dr inż. Marcin Jachowicz, CIOP-PIB
2013 r.*

Wstęp

Większość przyczyn wypadków przy pracy, w tym również ze skutkiem śmiertelnym, do jakich dochodzi na stanowiskach pracy na wysokości stanowią upadki. Często prowadzi do nich zły stan lub niewłaściwe użycie środków ochrony zbiorowej lub środków ochrony indywidualnej. Zachowanie bezpieczeństwa szczególnie podczas stosowania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości wymaga, między innymi, ciągłego monitorowania jego stanu technicznego. Największy wpływ na zmiany zachodzące w sprzęcie mają zjawiska występujące na skutek jego obciążenia krytycznego np. podczas powstrzymywania spadania lub kumulujące się efekty serii mniejszych lecz znaczących obciążeń. Konstrukcja tego typu sprzętu powoduje, że z jednej strony zmiany te mogą być niezauważalne podczas jego oględzin, a z drugiej mogą znacząco wpływać na jego parametry ochronne (rys.1). Zgodnie z instrukcjami producenta wymagane jest aby sprzęt poddany przeciążeniu był wycofany z użytkowania.



Rys. 1. Uszkodzenie powstałe w amortyzatorze włókienniczym pod wpływem jego „silnego” obciążenia: a) amortyzator „rozłożony” – widoczne pęknięcia szwów, b) amortyzator zapakowany – brak widocznych uszkodzeń.

Sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości

Najbardziej krytycznym z systemów chroniących przed upadkiem z wysokości jest sprzęt przeznaczony do powstrzymywania spadania. Spełnia on następujące główne funkcje: powstrzymuje spadanie człowieka i łagodzi jego skutki ograniczając siły działające wówczas na ciało człowieka. Ponadto zabezpiecza przed zderzeniem z niebezpiecznymi obiektami

podłóża lub stanowiska pracy oraz nadaje ciału człowieka podczas i po powstrzymaniu spadania pozycję pozwalającą na bezpieczne oczekiwanie na pomoc.

System tego typu składa się z trzech podstawowych podzespołów: kotwiczącego, łącząco-amortyzującego i szelek bezpieczeństwa. Podzespół kotwiczący umożliwia połączenie podzespołu łącząco-amortyzującego z konstrukcją nośną. Rolę uniwersalnych podzespołów kotwiczących mogą spełniać różnego typu zatrzaśniki, zaczepy nożycowe, stalowe linki opasujące, zaczepy taśmowe, zaczepy hakowe, a także poziome liny i szyny kotwiczące. Na ten podzespół podczas powstrzymywania spadania w większości przypadków nie powinny działać siły większe niż 6 kN. Większość energii powinna bowiem być pochłonięta przez drugi, najważniejszy składnik systemu powstrzymującego spadanie z wysokości, czyli podzespół łącząco-amortyzujący. Podstawowym jego zadaniem jest powstrzymanie spadania człowieka oraz złagodzenie jego skutków, a także minimalizowanie drogi swobodnego spadania. Łagodzenie skutków powstrzymywania spadania polega na zmniejszeniu wartości siły dynamicznej działającej na człowieka podczas hamowania jego ruchu. Jest to osiągnięte przez pochłanianie energii kinetycznej spadającego człowieka przez podzespół łącząco-amortyzujący. Pochłanianie to odbywa się na skutek zamiany energii kinetycznej na pracę odkształcenia i pracę sił tarcia elementów podzespołu. Do najpopularniejszych podzespołów łącząco-amortyzujących należą: amortyzator włókienniczy, urządzenie samohamowne oraz urządzenie samozaciskowe z giętką lub sztywną prowadnicą.

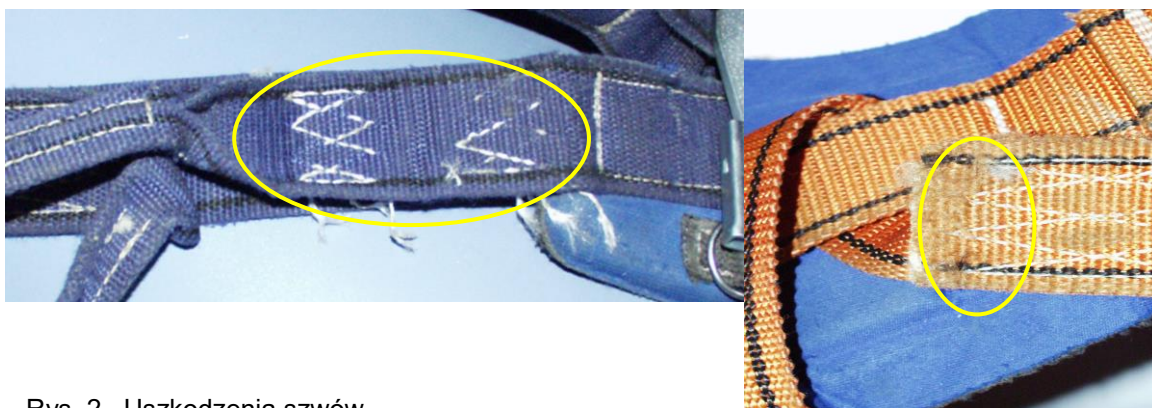
Działania tych urządzeń powodują, że siła działająca na klamrę zaczepową upręży nie przekracza wartości 6 kN, która jest uznawana za bezpieczną dla organizmu człowieka w przypadku stosowania szelek bezpieczeństwa. Są one ostatnim, trzecim składnikiem systemu powstrzymującego spadanie z wysokości pozostającym w bezpośrednim kontakcie z ciałem człowieka. Do głównych zadań szelek bezpieczeństwa należą: powstrzymanie spadania człowieka z takim rozłożeniem działających wówczas sił dynamicznych, które zmniejsza ryzyko wystąpienia obrażeń, nadanie ciału człowieka odpowiedniej pozycji podczas powstrzymywania spadania w celu uniknięcia uszkodzeń organów wewnętrznych oraz umożliwienia bezpiecznego i w miarę możliwości wygodnego oczekiwania na pomoc.

Do budowy ww. składników sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości wykorzystywane są różnorodne materiały, konstrukcje i technologie. Główną grupą materiałów są wyroby tekstylne w postaci taśm i lin wykonanych w większości przypadków z włókien poliamidowych bądź poliestrowych. Kolejną grupą są metale i stopy metali oraz tworzywa sztuczne. Głównie wykorzystywane są stale węglowe i stopowe, stopy aluminium i miedzi oraz polietylen, polipropylen i poliamid.

Do potencjalnego obciążenia krytycznego (jednorazowego lub zmęczeniowego) składników indywidualnego sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości dochodzi zarówno podczas normalnego użytkowania jak i podczas powstrzymywania spadania.

Sytuacja taka może zaistnieć np. w przypadku powstrzymywania spadania z niewielkiej wysokości. Wówczas siły działające na poszczególne składniki sprzętu: amortyzator, linka i szelki bezpieczeństwa nie spowodują trwałego, widocznego ich uszkodzenia. Mogą jednak spowodować zmiany (naddarcie amortyzatora, zmiana długości linki bezpieczeństwa, usztywnienie struktury szelek bezpieczeństwa), które wpłyną na bezpieczeństwo dalszego użytkowania tego sprzętu.

Zmiany i uszkodzenia powstające w indywidualnym sprzęcie chroniącym przed upadkiem z wysokości mogą obejmować zarówno same materiały użyte do konstrukcji składników sprzętu jak i ich połączenia. Najbardziej niebezpieczne są siły zbliżone do sił powodujących zniszczenie sprzętu (obciążenia krytyczne), które bezpośrednio powodują: nadmierne trwałe wydłużenie składników sprzętu, przewężenie, czyli zmianę ich przekroju poprzecznego, pęknięcie pojedynczych nici materiałów włókienniczych lub szwów (rys.2) i usztywnienie ich struktury, a także umocnienie struktury materiałów.



Rys. 2. Uszkodzenia szwów

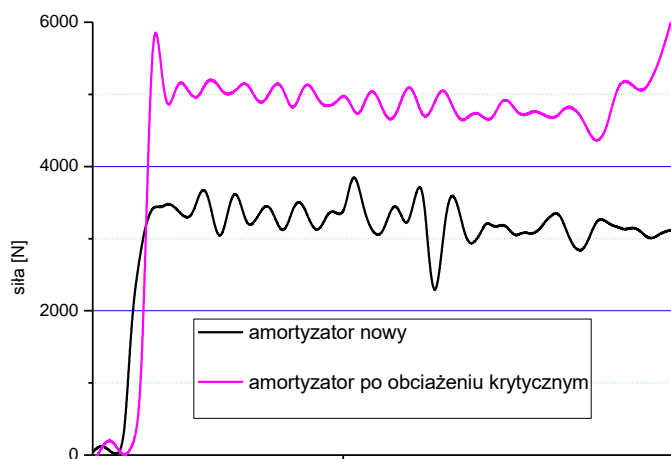


Analiza typów, budowy, a także częstości występowania w praktyce przemysłowej poszczególnych składników sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości wykazała, że najczęściej występującymi składnikami i elementami sprzętu, które mają jednocześnie największy wpływ na bezpieczeństwo pracowników są: **szelki bezpieczeństwa, amortyzatory, liny oraz łączniki.**

Obciążenia krytyczne oddziałujące na elementy sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości są na tyle wysokie (od kilku do kilkudziesięciu kN), że podczas normalnego użytkowania mogą wystąpić jedynie w zjawiskach dynamicznych, a więc trwających mniej niż

1 sek. Jego skutki mogą jednak powodować trwałe zmiany mające wpływ na dalsze użytkowanie takiego sprzętu. Zagrożenia z tym związane mogą dotyczyć:

- Zwiększenia długości całego systemu chroniącego przed upadkiem z wysokości, co może spowodować wydłużenie drogi swobodnego spadania, a więc zwiększenia energii i sił działających na człowieka. Zjawisko takie może obejmować np. linki bezpieczeństwa.
- Pęknięć w strukturze materiałów włókienniczych i elementów metalowych oraz połączeniach sprzętu. Może to powodować osłabienie struktury powyższych materiałów i ich uszkodzenie bądź zniszczenie podczas następnego silnego obciążenia krytycznego. Zjawisko takie może obejmować np. linki bezpieczeństwa, liny poziome, amortyzatory, szelki bezpieczeństwa.
- Zmian charakterystyk dynamicznych układów mających za zadanie zabezpieczenie upadku z wysokości, których charakterystyka wydłużenia i tłumienia są odpowiedzialne za amortyzację spadania. Zjawiska takie mogą dotyczyć, lin dynamicznych, linek bezpieczeństwa, lin poziomych, szelek bezpieczeństwa, amortyzatorów (rys.2), lin włókienniczych służące jako prowadnice dla urządzeń samozaciskowych.
- Zwiększenie sztywności i zmiany parametrów geometrycznych współpracujących ze sobą elementów, co może powodować niewłaściwą ich pracę. Zjawisko to może dotyczyć np. lin włókienniczych służących jako prowadnice dla urządzeń samozaciskowych.



Rys. 3. Przykładowe przebiegi charakterystyk dynamicznych amortyzatora tkanego.

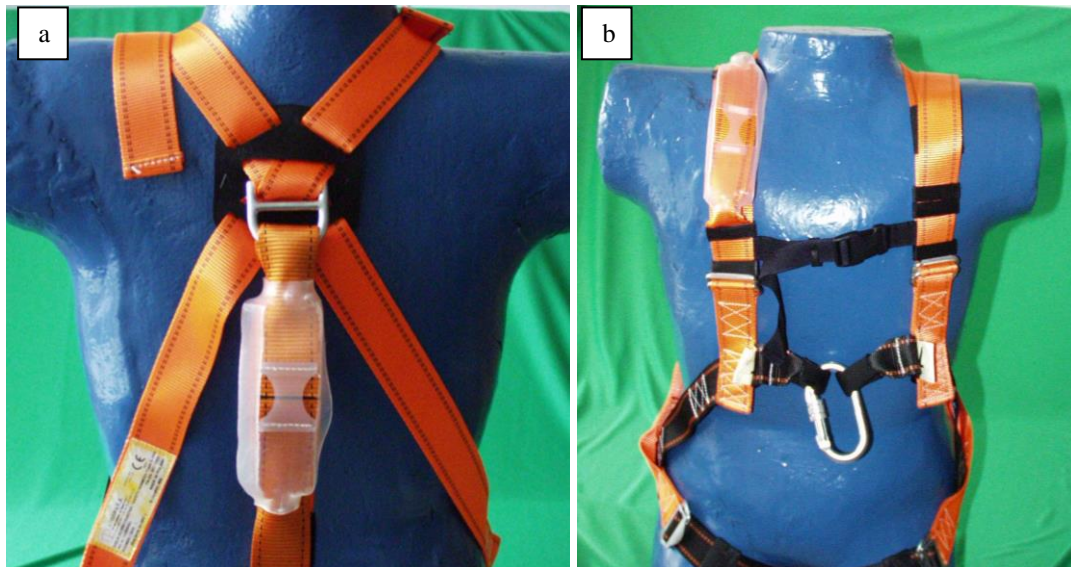
Wytyczne

Rozwiązaniem tego problemu jest zastosowanie detektorów zadziałania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości, czyli elementów z nim zintegrowanych służących do „powiadomienia” użytkownika o konieczności jego przeglądu bądź wymiany.

Urządzenia tego typu powinny charakteryzować się prostą budową, małymi gabarytami i niewielką masą. Tego typu detektory należy umieszczać w miejscach zakończeń lin lub taśm, szelkach bezpieczeństwa lub amortyzatorach. Detektory w zależności od ich przeznaczenia można instalować bezpośrednio w podzespołach sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości lub stosować je jako oddzielny składnik systemu. Konstrukcja detektorów powinna umożliwiać „programowanie” ich ze względu na wartość siły aktywującej. Wartość tej siły w zależności od umiejscowienia detektora powinna mieścić się w zakresie:

- od 5 kN do 6 kN dla np. zakończeń liny, łączników w szelkach bezpieczeństwa (rys.4) lub amortyzatorów,
- od kilkuset Newtonów do 2 kN dla np. pasów barkowych w szelkach bezpieczeństwa (rys.4).

Detektory zadziałania dają możliwość monitorowania parametrów ochronnych sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości jednocześnie nie podnosząc znacząco kosztów jego produkcji. Detektory wbudowane w składniki sprzętu lub występujące oddzielnie nie mogą wpływać na zmniejszenie poziomu bezpieczeństwa człowieka.



Rys.4. Detektor zadziałania w postaci płytki zrywającej wmontowany w szelki bezpieczeństwa - a) w łącznik, b) w pas barkowy

Materiały informacyjne opracowane na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy. Projekt nr V.B.03 pn. „Opracowanie modelowych rozwiązań detektorów zadziałania indywidualnego sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości”