

Marek Sitarz, Wojciech Gamon

Zderzaki kolejowe

– wymagania, projektowanie, badania.

Część 1. Podział zderzaków kolejowych

Zderzaki, jako zespoły służące łagodzeniu sił wzdłużnych działających na pojazdy szynowe, odgrywają ogromną rolę w eksploatacji taboru kolejowego. Ich zadaniem jest również zapewnienie spokojności biegu wagonów, umożliwienie wykonywania prac manewrowych, takich jak sprzęganie, czy rozprzęganie wagonów, a także zapewnienie bezpieczeństwa pojazdów przy przemieszczaniu się w łukach [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Wpływają także znacząco na komfort jazdy podróżnych oraz bezpieczeństwo ludzi i przewożonych ładunków. Wymagania związane ze zderzakami kolejowymi umieszczone są w normie EN-15551:2009+A1 „Railway applications – Railway rolling stock – Buffers” oraz w kartach UIC 526.

Ze względu na to, że zderzaki kolejowe są jednymi z najważniejszych elementów taboru i wraz ze sprzęgami pozostają w kontakcie między sąsiednimi pojazdami, od początków eksploatacji taboru kolejowego starano się ulepszać istniejące konstrukcje zderzaków tak, aby mogły one przenosić coraz większe siły, pochłaniać coraz większą energię oraz być coraz lżejsze i tańsze. Na podstawie przeprowadzonej analizy literatury można zauważyć, że do tej pory nie przedstawiono klasyfikacji zderzaków, która opisywałaby zagadnienia związane z ich konstrukcją, wytwarzaniem oraz eksploatacją.

Klasyfikacja zderzaków kolejowych

Na schemacie 1 zaproponowano podział zderzaków kolejowych stosowanych w pojazdach szynowych, na podstawie kryteriów związanych z konstrukcją, wytwarzaniem i eksploatacją.

Konstrukcja zderzaków kolejowych

Pierwszymi zderzakami eksploatowanymi zarówno w Polsce, jak i na świecie były zderzaki trzonowe, najczęściej wyposażone w sprężynę taśmową stożkową (rys. 1). Produkowane były przed II wojną światową, natomiast w czasach powojennych wycofano je z produkcji ze względu na niespełnianie wymagań eksploatacyjnych związanych z ciągle rosnącą prędkością i masą poruszających się składów.

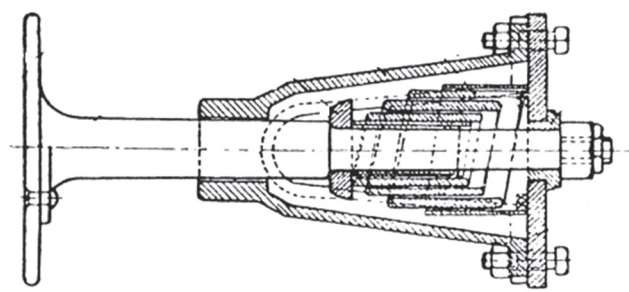
Główną wadą tego typu zderzaka i jednocześnie powodem wycofania z produkcji była konstrukcja trzonowa, która w przypadku silnych uderzeń ulegała wygięciu, co praktycznie eliminowało zderzak z dalszej eksploatacji. Ponadto, zderzak tego typu nie zapewniał odpowiedniego tłumienia, więc energia zgromadzona w sprężynie stożkowej – po zaniknięciu siły ściskającej – zostawała dynamicznie uwalniana. Jednak jego zaletą była dobrze widoczna sprężyna, przez co w prosty sposób można było stwierdzić czy nie jest ona pęknięta lub złamana.

Nowa konstrukcja (rys. 2), która zastąpiła przestarzałe zderzaki trzonowe, była wyposażona w pochwę i tuleję, dzięki czemu zderzak miał znacznie większą wytrzymałość na zginanie i wyboczenie. Zderzaki takie – nazwane zderzakami tulejowymi – stosowane są do dnia dzisiejszego na kolejach całego świata. Różnią się od siebie elementami amortyzującymi, ale są one jednak praktycznie niezmiennie pod względem konstrukcji zewnętrznej. Konstrukcja ta zazwyczaj składa się z czterech połączonych w jedną całość elementów. Są to odpowiednio tuleja (3) i pochwa zderzakowa (2), o kształcie wydrążonego w środku walca oraz tarcza zderzakowa (4) i płyta zderzakowa (1). Tarcza zderzakowa ma kształt wycinka powierzchni kuli o odpowiednim, znormalizowanym promieniu.

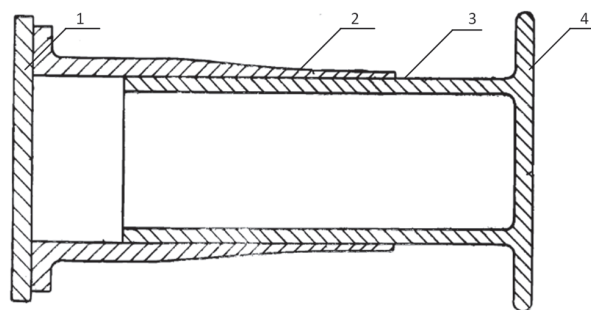
Tarcze zderzaków w sąsiednich pojazdach kolejowych pozostają ze sobą w kontakcie podczas eksploatacji, wzajemnie przesuwając się po swoich zewnętrznych powierzchniach. Płyta zderzakowa, łącząca się z pochwą lub tuleją (zależnie od typu konstrukcji zderzaka), służy zamocowaniu zderzaka do czołownicy pojazdu. Tarcza ma znormalizowane otwory, dzięki którym, za pomocą śrub, mocowana jest do pojazdu.

Skok zderzaków kolejowych

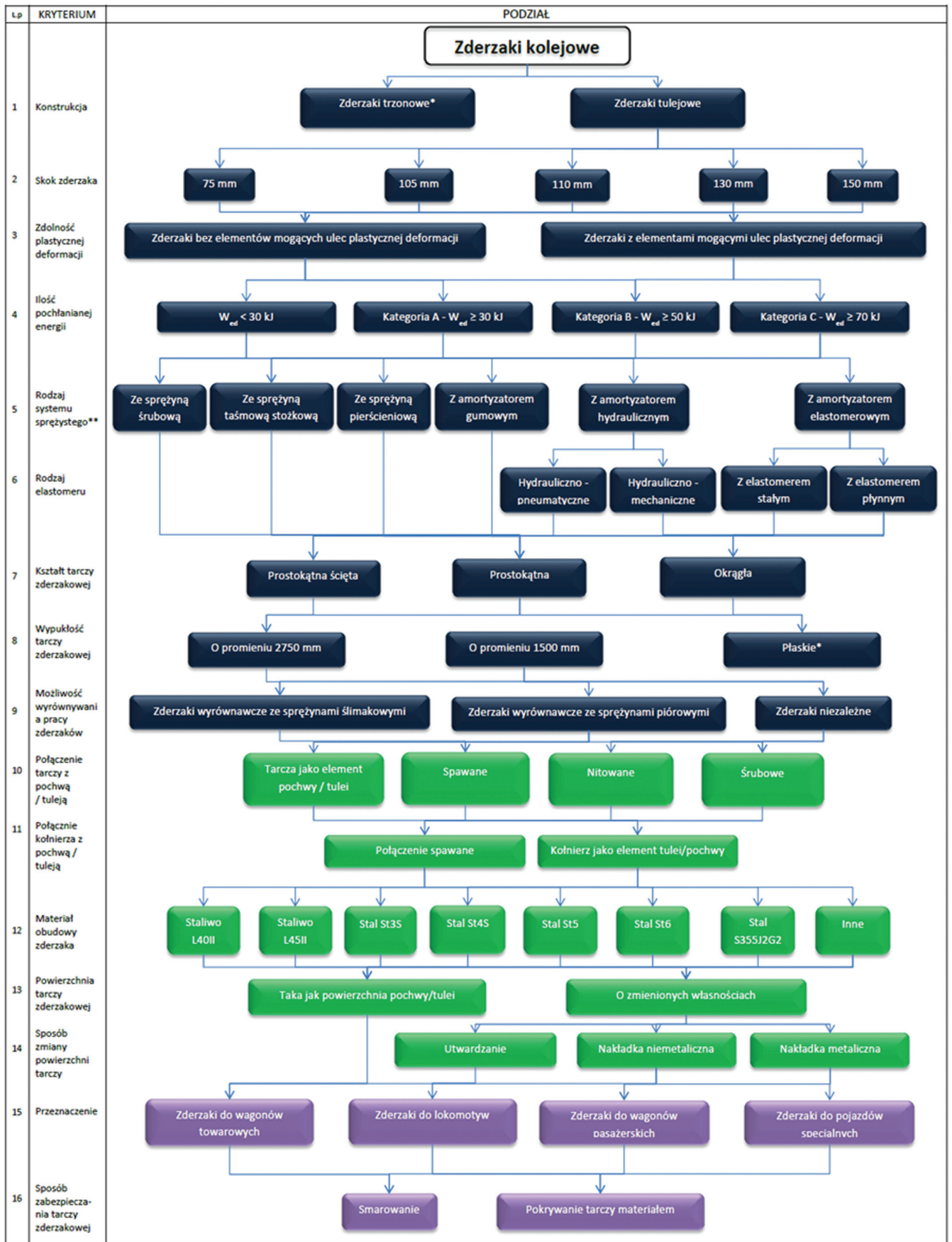
Skok zderzaka jest jednym z głównych kryteriów ich podziału. Norma EN 15551:2009 wyróżnia trzy podstawowe skoki zderzaków kolejowych. Są to odpowiednio zderzaki o skoku 105 mm,



Rys. 1. Zderzak trzonowy [7]



Rys. 2. Konstrukcja zderzaka tulejowego



* Obecnie praktycznie niespotykane

** W zderzakach kolejowych często stosuje się kilka rodzajów systemów sprężystych, w związku z czym charakterystyka zderzaka stanowi składową charakterystykę poszczególnych systemów

Dotyczy konstrukcji
Dotyczy wytwarzania
Dotyczy eksploatacji

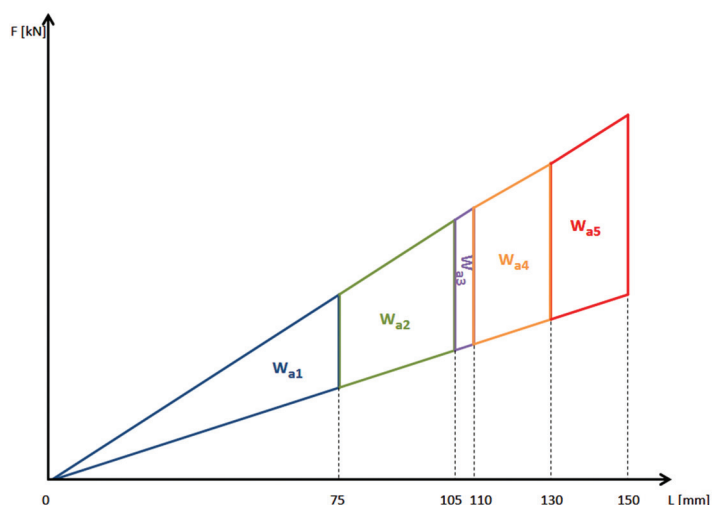
Scemat 1. Podział zderzaków kolejowych

110 mm i 150 mm. W eksploatacji spotkać można również zderzaki o skoku 75 mm i 130 mm. Kryterium to wiąże się bezpośrednio z przeznaczeniem zderzaków kolejowych. Wymiar 75 mm i 105 mm zarezerwowany jest dla wagonów towarowych, przy czym zderzaki o skoku 75 mm, jako konstrukcje starsze i jednocześnie mające wytłumić energię na krótszej drodze, mają znacznie mniejszą zdolność do pochłaniania energii dynamicznej. Zderzaki o skoku 105 mm, zależnie od kategorii, stosowane w wagonach towarowych charakteryzują się większą zdolnością pochłaniania energii. Zderzaki o skoku 110 mm przeznaczone są przede wszystkim do wagonów pasażerskich, natomiast zderzaki o większym skoku – 130 mm i 150 mm – do wagonów towarowych, które wymagają zwiększonego poziomu bezpieczeństwa przewożonych ładunków.

Głównym powodem stosowania „zderzaków długoskokowych” [13] do przewozu materiałów wymagających lepszego zabezpieczenia (przede wszystkim towary niebezpieczne w wagonach cysternach) jest ich zdolność do pochłaniania dużych ilości energii, wynikająca z dużego skoku, czyli długiej drogi na jakiej niepożądana energia może zostać wytłumiona. Zależność siły działającej na zderzak od jego skoku dla zderzaka wyposażonego w sprężynę pierścieniową, przedstawiono na rysunku 3. Przy założeniu, że w każdym ze zderzaków (o skoku 75 mm, 105 mm itd.) zamontowana została sprężyna pierścieniowa o takich samych własnościach, różniąc się jedynie liczbą pierścieni, wynikającą z większej ilości dostępnego miejsca wewnątrz zderzaka, poszczególne energie pochłonięte przez zderzaki (W_{a1} , W_{a2} itd.) reprezentowane są na wykresie jako pola powierzchni figur zawartych między poszczególnymi prostymi. I tak, zderzak o skoku 75 mm pochłania energię równą polu powierzchni trójkąta W_{a1} i zawartą pomiędzy niebieskimi prostymi. Podobnie zderzak o skoku 105 mm pochłania energię równą sumie pól W_{a1} i W_{a2} , zawartą między niebieskimi i zielonymi prostymi. Analogicznie można postąpić dla każdego z przywołanych na wykresie wymiarów. Z tej prostej zależności wynika, że przy zastosowaniu sprężyny pierścieniowej o tych samych własnościach, ilość pochłanianej energii zależy od skoku zderzaka, ponieważ wraz z jego zwiększeniem możliwe jest pochłanianie energii przez większą liczbę zwojów sprężyny. Dlatego właśnie kryterium to uznane zostało jako jedno z najważniejszych. Niezależnie jednak od skoku zderzaka, stosowane mogą być w nim różne amortyzatory oraz ich kombinacje (np. sprężyny taśmowe, amortyzatory elastomeryczne itd.).

Zdolność plastycznej deformacji zderzaków

Zderzaki kolejowe mogą być wyposażone w elementy mogące ulec plastycznej deformacji. Wpływ na to mają uwarunkowania ekonomiczne oraz przede wszystkim kwestie bezpieczeństwa. Elementy takie mają za zadanie rozproszenie nadmiaru energii przy zderzeniu – gdy przekroczona zostanie maksymalna siła ścisnąca – chroniąc tym samym strukturę samego pojazdu oraz ładunek. Istnieje wiele rozwiązań opracowanych w celu rozpraszania nadmiaru energii za pomocą plastycznej deformacji materiałów w zderzakach kolejowych. W tym celu wykorzystuje się między innymi systemy, w których zderzak połączony jest z elementami pochłaniającymi na przykład o strukturze plastra miodu, umieszczanymi najczęściej za czołownicą pojazdu kolejowego, które po wyczerpaniu skoku zderzaka, po zadziałaniu siły o odpowiednio dużej wartości ulegają deformacji, rozpraszając nadmiar



Rys. 3. Zależność siły działającej na zderzak wyposażony w sprężynę pierścieniową od jego skoku



Fot. 1. Przykład zastosowania technologii umożliwiającej plastyczną deformację zderzaka kolejowego [10]

energii [16]. Oprócz tego rozwiązania występuje jeszcze wiele innych, jak na przykład tuleja i pochwa zderzakowa z wykonanymi na jej obwodzie niewielkimi nacięciami, które po zadziałaniu wysokiej co do wartości siły, wyznaczają niejako kierunek dalszego rozrywania i deformacji materiału, pozwalając tym samym na rozproszenie dużej ilości energii (fot. 1).

Innym przykładem rozwiązania pozwalającego na odkształcenia plastyczne są konstrukcje zderzaków, w których po osiągnięciu odpowiedniego skoku następuje zwijanie pochwy zderzaka. Oprócz wymienionych rozwiązań występują jeszcze inne metody rozpraszania energii polegające przykładowo na skrawaniu elementów tulei bądź pochwy zderzakowej. Mnogość rozwiązań pozwalających na plastyczną deformację urządzeń zderzakowych wynika z możliwości wystąpienia krytycznych w skutkach zdarzeń, w przypadku braku dyssypacji nadmiaru niepożądanego nadmiaru energii. Zagadnienie to analizowane jest również z wykorzystaniem metody elementów skończonych [17], w celu opracowania optymalnych konstrukcji, warunków i materiałów, pozwalających na rozpraszanie energii o coraz większych wartościach.

Zdolność pochłaniania przez zderzaki energii dynamicznej

Zgodnie z normą EN 15551:2009 (pkt. 4 *Classification and designation*) zderzaki kolejowe o skoku 105 mm klasyfikowane są według ilości pochłanianej przez nie energii dynamicznej na trzy

kategorie (kategoria A, B i C). Podział ten określa ilość pochłanianej przez zderzaki energii dynamicznej, która dla poszczególnych kategorii wynosi odpowiednio: dla kategorii A – $W_{ed} \geq 30$ kJ, dla kategorii B – $W_{ed} \geq 50$ kJ oraz dla kategorii C – $W_{ed} \geq 70$ kJ. W eksploatacji są również zderzaki niezaklasyfikowane do żadnej z wymienionych kategorii o zdolności pochłaniania energii dynamicznej W_{ed} na poziomie 12,5 kJ. Są to zderzaki charakteryzujące się skokiem o wartości 75 mm. Kategorie zderzaka, a co za tym idzie ilość pochłanianej energii dynamicznej, zależy od rodzaju systemu sprężystego zastosowanego w jego konstrukcji.

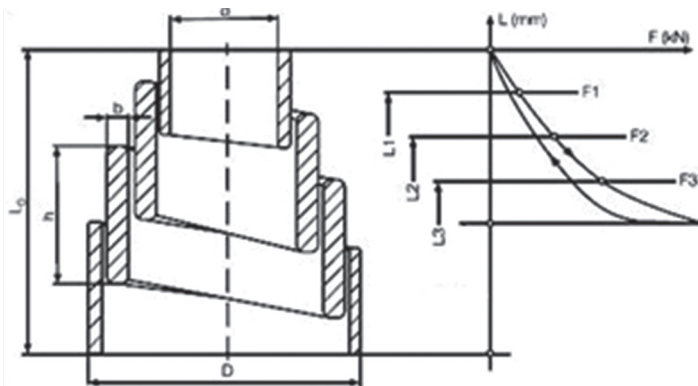
Systemy sprężyste stosowane w zderzakach kolejowych

■ Sprężyna taśmowa stożkowa

Najczęściej wykorzystywanym w zderzakach trzonowych systemem sprężystym, który również używany był w zderzakach tulejowych, jest sprężyna taśmowa stożkowa (fot. 2 i rys. 4). Wykonana jest ze zwiniętego na gorąco płaskownika, w którym pozostawia się niewielkie luzy między zwojami. Luzy te powodują przyleganie do siebie kolejnych zwojów w miarę zwiększania obciążenia (ugięcia pionowego) sprężyny. Przyleganie to, a co za tym idzie tarcie powstające między kolejnymi zwojami, pozwala na wytracenie znacznej części energii poprzez zamienienie jej w ciepło. Charakterystyka takiej sprężyny (rys. 4) znacznie odbiega od liniowej, ze względu na to, że przy wzroście obciążeń coraz większa liczba (i powierzchnia) zwojów zaczyna wzajemnie o siebie trzeć wywołując coraz większą siłę tarcia. Pole powierzchni zawarte między dwoma krzywymi (krzywą obciążania i krzywą odciążania) równe jest ilości pochłoniętej przez sprężynę energii.



Fot. 2.. Sprężyna taśmowa stożkowa [11]

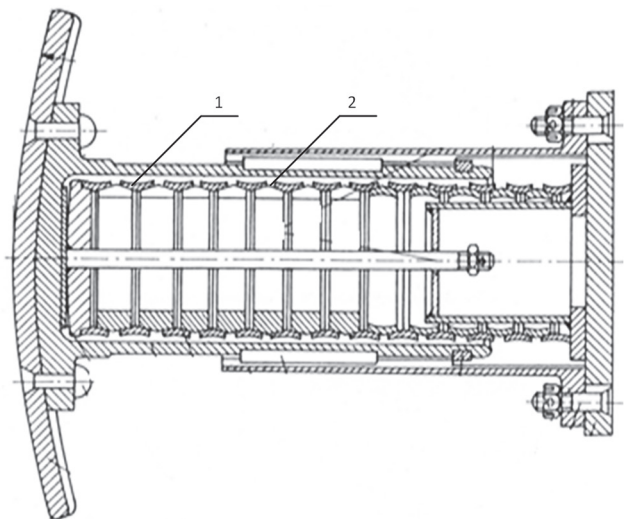


Rys. 4. Charakterystyka sprężyny taśmowej stożkowej [12]

Największą zaletą tego typu zderzaka jest prostota jego budowy i łatwość naprawy. W bardzo prosty sposób można również stwierdzić uszkodzenie sprężyny (zazwyczaj pęknięcie), równie łatwo można zderzak naprawić wymieniając pojedynczy jego element – sprężynę. Głównymi wadami i przyczynami wycofania tego typu zderzaka z eksploatacji była zbyt mała wytrzymałość sprężyn, które pękały przy zwiększeniu prędkości i masy poruszających się pojazdów. Ponadto, nierzadko zdarzało się, że przy silniejszych uderzeniach (przykładowo przy gwałtownym hamowaniu, czy zerwaniu sprzęgu) sprężyny taśmowe stożkowe zakleszczały się uniemożliwiając dalszą eksploatację zderzaka.

■ Sprężyna pierścieniowa

Jednym z najczęściej stosowanych typów zderzaków kolejowych eksploatowanych w Polsce są zderzaki wyposażone w sprężynę pierścieniową (rys. 5), nazywane też ciernymi. Sprężyna zastosowana w tej konstrukcji składa się z naprzemiennie ułożonych pierścieni zewnętrznych (1) i wewnętrznych (2), które podczas działania siły ściskającej nachodzą na siebie. Pierścienie wewnętrzne są ściskane, a zewnętrzne rozciągane. Ponieważ pierścienie mają powierzchnie stożkowe, podczas działania siły i nachodzenia na siebie pierścieni, powierzchnie te zaczynają o siebie trzeć, tłumiąc część energii pochłanianej przez zderzak. Z tego względu, po zaniku siły ściskającej, zderzak wraca do swojego początkowego położenia z odpowiednio mniejszą siłą. Zazwyczaj w zderzakach kolejowych wyposażonych w sprężynę pierścieniową kilka pierwszych zwoi (czasem również kilka ostatnich) zostaje rozciętych w taki sposób, aby działały one w zakresie szybkich obciążeń dynamicznych o stosunkowo niewielkiej wartości. Nacięcia takie pozwalają zmniejszyć sztywność zderzaka, minimalizując siłę potrzebną do jego zadziałania. Zderzaki tego typu uważane są za konstrukcje sprawdzone i cenione w eksploatacji, ale ich główną wadą jest wysoki koszt wytworzenia pierścieni, które są wykonane w sposób bardzo dokładny, z zachowaniem odpowiednich tolerancji.

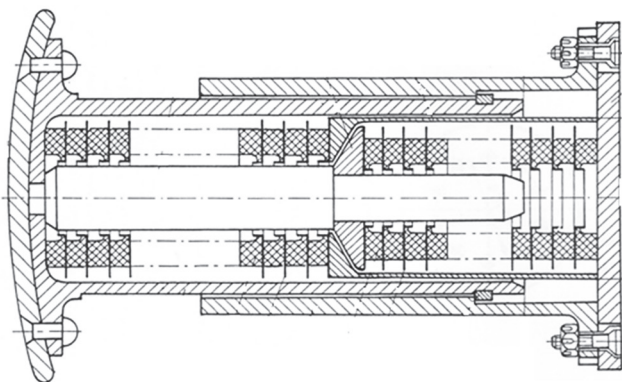


Rys. 5. Zderzak ze sprężyną pierścieniową [5]

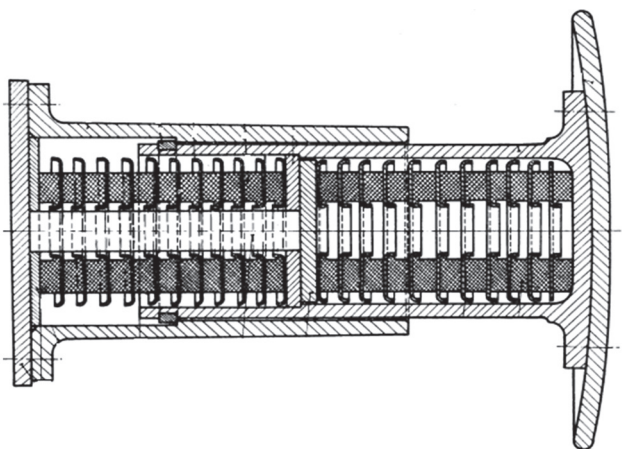
■ Amortyzator gumowy

Innym systemem sprężystym wykorzystywanym w zderzakach kolejowych jest amortyzator składający się z pierścieni gumowych, ułożonych współosiowo w obudowie zderzaka (rys. 6 i 7). Ze względu na dobre właściwości pochłaniania energii przez gumę

oraz relatywnie łatwą zmianę jej własności poprzez zmianę składu, guma znalazła szerokie zastosowanie w kolejnictwie, zwłaszcza w zderzakach kolejowych. Istnieje wiele rozwiązań zderzaków wyposażonych w elementy gumowe stosowane jako amortyzator. W większości z nich poszczególne elementy gumowe oddzielone są od siebie metalowymi przekładkami. Przekładki te powinny być w odpowiedni sposób zabezpieczone przed rdzą (np. poprzez ocynkowanie), która może mieć negatywny wpływ na gumę. Największymi wadami amortyzatorów zbudowanych z gumowych pierścieni jest podatność gumy na starzenie oraz zmiana jej właściwości pod wpływem zmian temperatury. W zależności od temperatury charakterystyki zderzaka gumowego mogą się różnić. W nowszych konstrukcjach problem ten jest rozwiązywany poprzez odpowiednie dobieranie składu chemicznego gumy, zapewniając jej oczekiwane własności eksploatacyjne.



Rys. 6. Przykład konstrukcji zderzaka z pierścieniami gumowymi [5]



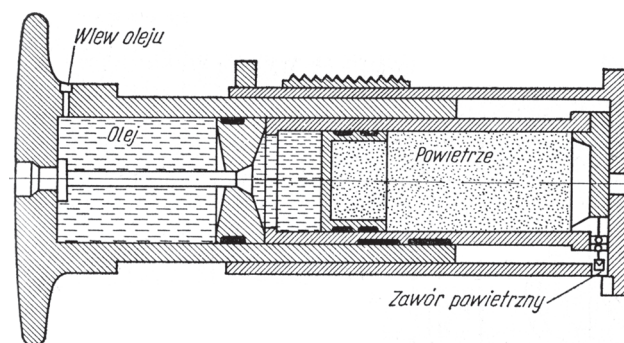
Rys. 7. Przykład konstrukcji zderzaka z pierścieniami gumowymi [8]

■ Amortyzator hydrauliczny

W eksploatacji można spotkać również zderzaki kolejowe, w których zastosowano amortyzator hydrauliczny. Zderzaki takie dzielą się na hydrauliczno-pneumatyczne oraz hydrauliczno-mechaniczne. W obu przypadkach za tłumienie odpowiada amortyzator hydrauliczny (wypełniony zazwyczaj olejem o odpowiednio dużej lepkości), natomiast elementem mającym właściwości sprężyste jest w pierwszym przypadku obojętny gaz o odpowiedniej ściśliwości lub konwencjonalna sprężyna, w drugim przypadku (może to być np. sprężyna śrubowa, sprężyna pierścieniowa, elementy gumowe itd.). Za pomocą odpowiedniego ciśnienia początkowego gazu (bądź wstępnego napięcia sprężyny w rozwiązaniu ze

sprężyną mechaniczną) można dobrać określone parametry zderzaka kształtując jego charakterystykę.

Podobnie, poprzez sterowanie liczbą, kształtem czy średnicą otworów, przez które przepływał będzie olej (którego lepkość zapewni odpowiednie tłumienie) zmieniać można charakterystykę zderzaka i jego zdolności pochłaniania energii. Największą wadą tego typu zderzaków jest ich bardzo duży koszt wykonania i złożona budowa. Duża liczba części, które muszą być wykonane z największą starannością (np. zawory, przez które przepływał będzie olej), z zachowaniem odpowiednich tolerancji itd. sprawiają, że wykonanie i utrzymanie tego typu zderzaka staje się bardzo kosztowne, a co za tym idzie nie jest on często stosowaną konstrukcją w pojazdach kolejowych. Natomiast jego największą zaletą jest możliwość tłumienia bardzo dużej ilości energii. Na rysunku 8 pokazano przykład konstrukcji zderzaka hydrauliczno-pneumatycznego.

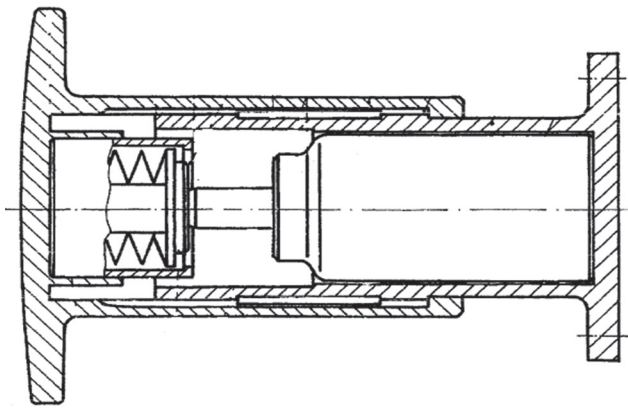


Rys. 8. Zderzak hydrauliczno-pneumatyczny [6]

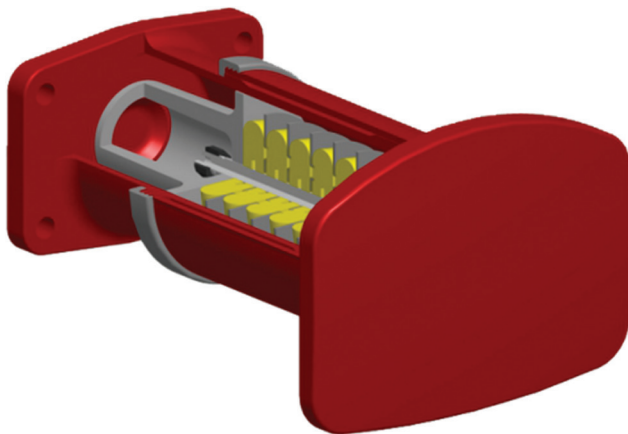
■ Amortyzator elastomerowy

Zderzakami, które coraz częściej pojawiają się na taborze kolejowym, mają najbardziej korzystne charakterystyki do zastosowań kolejowych, lecz odznaczają się wysoką ceną, są zderzaki z amortyzatorami elastomerowymi. W zależności od rodzaju użytego polimeru wyróżnia się zderzaki z elastomerem stałym lub płynnym. Często w konstrukcjach zderzaków elastomerowych stosuje się równocześnie inny rodzaj amortyzacji, na przykład sprężynę śrubową, która działa we wstępnej bądź końcowej fazie ściskania zderzaka.

W konstrukcjach z elastomerem płynnym, w których przy działaniu małych sił, na przykład przy wchodzeniu wagonów w łuki o niewielkich promieniach, czy podczas spokojnego hamowania, kiedy zderzaki stosunkowo powoli i delikatnie naciskają na siebie, elastomer zachowuje się jak ciecz, stawiając niewielki opór. Przy dynamicznym obciążeniu, na przykład przy nabieganiu na siebie wagonów podczas jazdy (nierówności toru), elastomer zachowuje się podobnie do gumy, szybciej reagując na zmieniające się w krótkim czasie obciążenia. Dzieje się tak ze względu na dwojaką naturę elastomeru, polegającą na zachowaniu się tego polimeru z jednej strony jak sprężyna, z drugiej natomiast jak tłumik. Odpowiednia ściśliwość elastomeru gwarantuje jego pożądaną sprężystość, natomiast jego lepkość gwarantuje wymagane tłumienie. Ze względu na takie zachowanie elastomeru, zderzaki wyposażone w ten rodzaj amortyzacji cechują się nieliniową charakterystyką i zdolnością do pochłaniania dużych ilości energii. Na rysunkach 9 i 10 przedstawiono przykłady zderzaków kolejowych wyposażonych w amortyzatory elastomerowe (zarówno w postaci stałej, jak i płynnej).



Rys. 9. Zderzak z elastomerem stałym na podstawie opisu patentowego PL172461 [9]



Rys. 10. Zderzak z elastomerem płynnym Keystone-Kamax 40 kJ firmy Axtone [13]

W tabeli 1 przedstawiono koszty wykonania, eksploatacji i utrzymania zderzaków kolejowych w zależności od zastosowanych amortyzatorów.

Tabela 1

Koszty wykonania, eksploatacji i utrzymania zderzaków kolejowych („+” wysokie koszty, „-” niskie koszty)

| Rodzaj systemu sprężystego | Koszty | | |
|----------------------------|-----------|--------------|------------|
| | wykonania | eksploatacji | utrzymania |
| Sprężyna taśmowa stożkowa | - | - | - |
| Sprężyna pierścieniowa | + | - | + |
| Amortyzator gumowy | - | - | - |
| Amortyzator hydrauliczny | + | - | + |
| Amortyzator elastomerowy | + | - | + |

■ Tarcze zderzakowe

Tarcza zderzakowa jest jednym z ważniejszych elementów zderzaka pojazdu kolejowego. Jest to element bezpośrednio współpracujący ze zderzakiem sąsiedniego pojazdu. W związku z tym jest wiele wymogów i zaleceń dotyczących tarcz zderzakowych, między innymi ich wymiarów, wysokości nad główką szyny, wypukłości, twardości, chropowatości, możliwości obrotu wokół osi podłużnej zderzaka czy materiałów, z których powinny być wykonane [18]. Tak duża liczba wymagań związana jest z warunkami eksploatacji oraz bezpieczeństwem pasażerów i towarów. Tarcze zde-

rzakowe muszą spełniać określone wymogi, aby uniknąć niepożądanych zjawisk, takich jak na przykład zakleszczenie się tarcz zderzakowych, wynikających z wsunięcia się tarczy jednego pojazdu za tarczę zderzakową pojazdu sąsiedniego (zwłaszcza przy przechodzeniu przez łuki toru o niewielkim promieniu). Zdarzenie takie mogłoby doprowadzić w skrajnym przypadku nawet do wykojenia składu.

Wypukłości tarcz zderzakowych również mają swoje uzasadnienie eksploatacyjne. Krzywizna o określonym promieniu zapewnić ma odpowiednią współpracę i kontakt zderzaków pozostających ze sobą w styku, zwłaszcza podczas przechodzenia składu przez łuki. Ze względu na kontakt, występujący między tarczami sąsiednich pojazdów, stosuje się zabezpieczenia przed ich nadmiernym ścieraniem. Zazwyczaj tarcze zderzakowe pokrywa się warstwą smaru, który ma za zadanie minimalizację tarcia, ale czasami można spotkać inne rozwiązania, jak na przykład pokrywanie tarcz materiałem [19].

Na kolejach polskich dopuszczalne było stosowanie tarcz płaskich w zderzakach umieszczonych na czołownicy pojazdu szynowego obok zderzaka o tarczy z odpowiednią krzywizną. W rozwiązaniu takim tarcza prawego zderzaka była płaska, natomiast lewego – wypukła, o promieniu w granicach 600–700 mm. Rozwiązanie takie miało zapewnić współpracę zderzaka z tarczą płaską z wypukłą [14]. Obecnie, zgodnie z najnowszą normą EN-15551:2009 oraz kartą UIC-526 stosuje się wypukłości tarczy zderzakowej o promieniu odpowiednio 2750 ± 100 mm dla zderzaków o skoku 105 i 150 mm oraz 1500 ± 100 mm dla skoku 110 mm.

Istnieje kilka sposobów łączenia tarcz zderzakowych z pochwą, bądź tuleją zderzakową. Najtrudniejszym, ale jednocześnie najdroższym sposobem jest wytłoczenie ich jako jednego elementu. Elementy te wykonuje się w złożonym procesie wyciskania [15], a uzyskana odkuvka cechuje się zdecydowanie większą, w porównaniu do innych metod łączenia, trwałością. Oprócz wyciskania stosuje się połączenia spawane, nitowane i śrubowe tarczy zderzakowej z pochwą, bądź tuleją zderzaka. Te trzy typy połączeń mają jednak znacznie mniejszą wytrzymałość, co jest szczególnie widoczne i uciążliwe w przypadku łączenia kotnierza (elementu łączącego się z płytą zderzakową) do tulei bądź pochwy za pomocą spawania. Na skutek ciągłych uderzeń, występujących podczas pracy zderzaka, połączenia te nierzadko pękają, eliminując zderzak z dalszej eksploatacji.

Norma określa wymiary graniczne tarczy zderzakowej i jej minimalną powierzchnię. Pozostałe wymiary czy kształt tarczy dobiera konstruktor na etapie projektowania. Najczęściej spotykanymi kształtami tarcz są tarcze okrągłe, prostokątne (z mniej lub bardziej zaokrąglonymi rogami) oraz prostokątne ze ściętym jednym z rogów, stosowane w większości wagonów pasażerskich. Ścięcie wewnętrznego rogu tarczy zderzakowej wymuszone jest konstrukcją wagonów pasażerskich, w których konieczne jest zachowanie odpowiedniej powierzchni dla pomostów, po których podróżni mogą przemieszczać się między wagonami.

„Wyrównywanie” pracy zderzaków

Bardzo rzadko spotykanym rozwiązaniem, ze względu na wysokie koszty i konieczność ingerencji w konstrukcję pojazdu, są zderzaki wyrównawcze, stosowane na wózkach wagonów pasażerskich. Rozwiązanie to, przedstawione na rysunku 11, ma za zadanie zwiększyć spokojuść biegu i bezpieczeństwo pociągów osobo-

wych, zwłaszcza podczas jazdy po łukach. Umożliwia ono między innymi utrzymanie stałego kontaktu tarcz zderzakowych sąsiednich pojazdów, nawet podczas jazdy po łukach o niewielkim promieniu. Wyrównywanie pracy zderzaków polega na tym, że przy wjeździe na łuk i ściśnięciu jednego ze zderzaków, zderzak sąsiedni (na tym samym pojeździe) wysuwa się o długość równą przemieszczeniu zderzaka ściskanego.

Przeznaczenie zderzaków kolejowych

Przeznaczenie zderzaków kolejowych łączy się bezpośrednio z ich skokiem. Zderzaki o najmniejszym skoku, tj. 75 mm i 105 mm stosowane są w wagonach towarowych. Konstrukcje o skoku 75 mm, jako rozwiązania starsze i mogące pochłonąć niewielkie ilości energii, są wycofywane z eksploatacji i zastępowane zderzakami o skoku 105 mm. Zderzaki te są również najczęściej stosowane w lokomotywach oraz pojazdach specjalnych (takich, jak pojazdy do utrzymania infrastruktury). Zderzaki o skoku 110 mm stosowane są praktycznie wyłącznie w wagonach pasażerskich, natomiast zderzaki o większym niż 110 mm skoku zabudowuje się w wagonach towarowych (zwłaszcza cysternach), które muszą zapewnić odpowiednio duży poziom bezpieczeństwa dla przewożonego ładunku.

Podsumowanie i wnioski

Urządzenia zderzakowe, stosowane w taborze kolejowym, mają duży wpływ na bezpieczeństwo ruchu kolejowego. W związku ze zmianą wymagań eksploatacyjnych urządzenia zderzakowe na przestrzeni lat różniły się parametrami konstrukcyjnymi i eksploatacyjnymi. Zmiana tych parametrów miała wpływ na bezpieczeństwo oraz koszty wytwarzania i eksploatacji. Po analizie literatury dotyczącej urządzeń zderzakowych stosowanych w transporcie kolejowym można odnieść wrażenie, że nie dokonano do tej pory wystarczająco dogłębnej próby klasyfikacji zderzaków. Artykuł stanowi propozycję takiego podziału oraz usystematyzowanie wiedzy z zakresu zderzaków kolejowych, będzie on stanowić punkt wyjścia do opracowania kolejnych prac związanych z tym tematem.

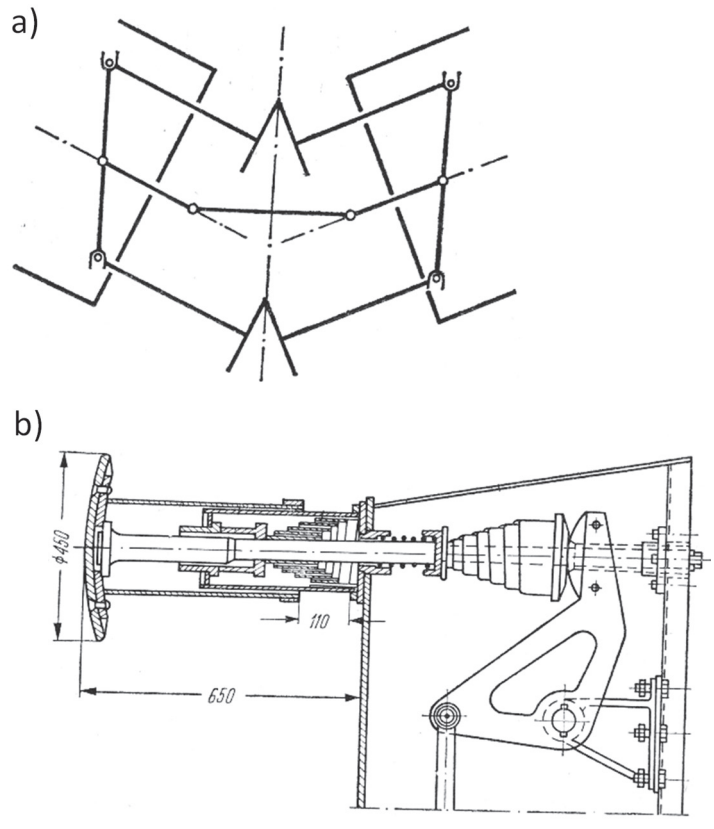
Wnioski

- Zderzaki kolejowe mają duży wpływ na bezpieczeństwo.
- Brak jest klasyfikacji zderzaków kolejowych, obejmującej zagadnienia konstrukcji, wytwarzania i eksploatacji.
- Przy doborze konstrukcji i technologii wytwarzania zderzaków należy uwzględnić parametry eksploatacji pojazdów szynowych.



Literatura

- [1] Neumann T.: *Wagony i hamulce kolejowe*. Warszawa: WKŁ, 1967.
- [2] Kalinkowski A., Orlik A.: *Wagony kolejowe i hamulce*. Warszawa: WKŁ, 1985.
- [3] Krzemieniecki A.: *Tabor kolejowy*. Warszawa: WKŁ, 1970.
- [4] Marczewski R., Podemski J.: *Technologia dla mechaników wagonowych*. Warszawa: WKŁ, 1990.
- [5] Moczarski M.: *Technologia wytwarzania i napraw pojazdów szynowych*. Warszawa: WPW, 1993.



Rys. 11. Zderzak wyrównawczy [6]

a) schemat działania b) konstrukcja

- [6] Podemski J., Marczewski R.: *Urządzenia ciągnikowe i zderzakowe*. Warszawa: WKŁ, 1979.
- [7] Pasternak K.: *Wagony towarowe i ich naprawa*. Warszawa: WK, 1951.
- [8] Opis patentowy nr PL63220, 1971 r.
- [9] Opis patentowy nr PL172461, 1997 r.
- [10] <http://www.innova-systech.com/>
- [11] <http://www.darpol.bydgoszcz.pl/>
- [12] <http://www.surisa.es/>
- [13] <http://www.kamax.com.pl/>
- [17] Dyja E.: *Ślusarz wagonowy*. Państwowe Wydawnictwo Szkolnictwa Zawodowego, 1956.
- [15] Sińczak J., Łukaszek-Sotek A., Bednarek S.: *Ocena trwałości narzędzi w procesie wyciskania elementów ciągnikowych i zderzakowych na przykładzie zderzaka kolejowego*. *Mechanik* 8-9/2008, s. 694–699.
- [16] Seńko J.: *Model zderzaka kolejowego z dodatkowym segmentem energochłonnym*. *Zeszyty Naukowe Katedry Mechaniki Stosowanej* 23/2004, s. 525–529.
- [17] Németh I., Kovács K., Reimerdes H., Zobory I.: *Crashworthiness study of railway vehicles developing of crash elements*. 8th mini conf. on vehicle system dynamics, identification and anomalies, Budapest, nov. 11–13, 2002.
- [18] EN 15551:2009+A1 *Railway applications – Railway rolling stock – Buffers*.
- [19] Zgłoszenie patentowe nr P.404406 *Sposób zabezpieczania tarczy zderzakowej zderzaka pojazdu szynowego przed nadmiernym zużyciem ściernym*.