

УДК 331.452:624.195
UDK 331.452:624.195

BEZPIECZEŃSTWO W TUNELACH KOMUNIKACYJNYCH

WEPRZĘDZ Patryk, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska, 142323@stud.prz.edu.pl,
orcid.org/0000-0002-0908-5034

SAFETY IN COMMUNICATION TUNNELS

WEPRZĘDZ Patryk, Rzeszów University of Technology, Rzeszów, Poland, 142323@stud.prz.edu.pl,
orcid.org/0000-0002-0908-5034

БЕЗПЕКА В КОМУНІКАЦІЙНИХ ТУНЕЛЯХ

ВЕПШЕНДЗ Патрик, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща, 142323@stud.prz.edu.pl,
orcid.org/0000-0002-0908-5034

WSTĘP

W dzisiejszych czasach bardzo dużo uwagi poświęca się bezpieczeństwu w tunelach komunikacyjnych, aby zminimalizować ryzyko zaistnienia katastrofy lub awarii. Potwierdzeniem tego są liczne międzynarodowe konferencje i seminaria, powoływanie komisji i zespołów interdyscyplinarnych, a także częste zmiany przepisów związanych z bezpieczeństwem w wielu krajach europejskich. Skutki katastrof w tunelach zazwyczaj są tragiczne, pomimo że zachodzą bardzo rzadko. Najgłośniejsze katastrofy jakie miały miejsce w ostatnich latach wydarzyły się w tunelu Mont Blanc łączący Aosta we Włoszech z Chamonix we Francji oraz w tunelu Tauern w Austrii [2].

W związku z zaistniałymi katastrofami podjęto intensywne działania w celu polepszenia bezpieczeństwa tuneli drogowych. Działania podjęli przede wszystkim drogowcy, a także przywódcy polityczni, czy też rządy krajów, które mają rozwiniętą komunikację podziemną (np. Szwecja, Włochy, Austria). Z początku podjęto działania, mające związek z bezpieczeństwem jedynie w tunelach drogowych, jednak zauważono, że należy zwiększyć bezpieczeństwo także w tunelach kolejowych (m.in. tunele metra). Tunele komunikacyjne mają różną specyfikację, chociażby w klasycznym tunelu kolejowym nie występują przystanki i stacje, czego nie można powiedzieć o tunelach metra. Pomimo tej różnicy tunele posiadają wspólne zagadnienia takie jak: odwodnienie, drogi ewakuacyjne, zabezpieczenia przeciwdymne i przeciwpożarowe, a także rozwiązania konstrukcyjne [3].

BEZPIECZEŃSTWO W TUNELACH

Bezpieczeństwo w tunelach jest zagadnieniem polegającym na zminimalizowaniu, a nawet przeciwdziałaniu występowaniu zagrożeń, które mogą wpłynąć na bezpieczeństwo ludzi, środowiska oraz samego systemu bezpieczeństwa tuneli. Priorytetowym zadaniem jest zapewnienie ochrony ludzi i obejmuje ono bezpieczeństwo postoju, przewozów, ewakuacji i działań [2, 3].

Systemy niezbędne do zarządzania bezpieczeństwem [2]:

- system telefonii awaryjnej,
- system instalacji nagłośniającej,
- system nadzoru video,
- system instalacji pożarowej,
- system kontroli gazów toksycznych i dymu,
- system oświetlenia awaryjnego.

Umiejscowienie punktów zarządzania musi być ustalone z odpowiednimi jednostkami, np. instalacja pożarowa ze strażą pożarną, a oświetlenie z układem energetycznym [3].

Ważnymi elementami zagadnienia bezpieczeństwa w tunelach jest diagnostyka i konserwacja. Mają one za zadanie utrzymać odpowiedni stan techniczny wszystkich instalacji i urządzeń w tunelach, elementów wyposażenia (np. torów, nawierzchni, torowiska) i konstrukcji tunelu [1, 2].

BEZPIECZEŃSTWO POSTOJU

W przypadku awaryjnego zatrzymania pociągu lub metra pomiędzy przystankami lub stacjami, ważne są warunki stworzone dla pasażerów i systemu kolejowego. W tunelu powinny znajdować się chodniki awaryjne, pozwalające dotrzeć do najbliższego przystanku lub stacji. Takie chodniki na co dzień służą do

utrzymania toru i podtorza, a także wykorzystywane są przez ekipy konserwatorów. Ważnym elementem jest także oświetlenie oraz urządzenia akustyczne, które informują przynajmniej o kierunku ewakuacji, a także punkty monitorowania, pozwalające śledzić przebieg wykonywania zadań związanych z awarią. Nie powinno zabraknąć również tablic informacyjnych oraz punktów monitorowania stref zagrożenia [2].

Do bezpieczeństwa postoju należy także odseparowanie pasażerów od ognia, toksycznych oparów i spalin. Kolejnym elementem bezpieczeństwa postoju są bariery zabezpieczające przed wejściem lub wypadnięciem na tor na stacjach metra. Bariery te otwierają się dopiero po wjeździe na tor i zatrzymaniu pociągu (rysunek 1). Następnym przykładem elementów wchodzących w bezpieczeństwo postoju są windy, schody ruchome i nieruchome, a także pochylenia dla niepełnosprawnych na stacjach [2, 3].



Rysunek 1 – Bariery zabezpieczające przed wejściem lub wypadnięciem na tor na stacjach metra [8]

Figure 1 – Safety barriers before entering or falling onto the track subway stations [8]

Warunki systemów zarządzania eksploatacją taboru (kolejowego, metra) oraz linii kolejowej i metra wpływają na bezpieczeństwo przewozu. Systemy takie kierowane są przez odpowiednio wykwalifikowany i przeszkolony personel na posterunkach eksploatacyjnych i stanowisku centralnym. System kontroli ruchu umożliwia komunikację pomiędzy stanowiskiem centralnym i peryferyjnym, a personel obsługujący może korzystać z zautomatyzowanego systemu zarządzania. Jednym z przykładów jest system VAL, który funkcjonuje w metrze w Lille. Wszystkie zadania przewozowe kontrolowane są przez centrum nawigacji i dyspozycji, a sam system nie posiada kas biletowych, punktów informacyjnych, a nawet maszynisty [1, 2, 3].

BEZPIECZEŃSTWO EWAKUACJI

Pasażerowie po opuszczeniu pociągu lub pojazdu muszą mieć zapewnione odpowiednie warunki do ewakuacji. Do elementów systemu bezpieczeństwa ewakuacji należą [2, 3]:

- punkty pierwszej pomocy,
- dobrze oznaczone drogi ewakuacyjne, które jednoznacznie wskazują wyjście,
- urządzenia łączności, które umożliwiają kontakt pasażerów ze światem zewnętrznym.

BEZPIECZEŃSTWO DZIAŁAŃ

Zorganizowanie centralnego ośrodka zarządzania bezpieczeństwem jest niezbędnym elementem do zapewnienia bezpieczeństwa działań. Taki ośrodek musi być w ciągłym kontakcie z innymi ośrodkami zarządzania tunelem, w celu bieżącej aktualizacji danych oraz szybkiego podjęcia działań w razie awarii oraz sytuacji zagrożenia. Stanowiska zarządzania muszą mieć zdalny dostęp do urządzeń w tunelu, w celu zapewnienia bezpieczeństwa przejazdu i postoju podróżnych, a także przeprowadzenia wszelkich działań w tunelu i poza nim [2].

ELEMENTY WYPOSAŻENIA

Elementy wyposażenia tuneli związane są z bezpieczeństwem i komfortem użytkowników. Podstawowymi elementami wyposażenia tuneli są [3,6]:

- odwodnienie,
- wentylacja,
- nawierzchnia,

- izolacja,
- oświetlenie,
- urządzenia przeciwdymne i przeciwpożarowe,
- urządzenia niezbędne do sterowania ruchem,
- schody ruchome i stałe (tunele metra),
- windy i pochylnie (tunele metra).

Bezpieczne użytkowanie tuneli związane jest z nawierzchnią. Nawierzchnia drogowa ulega ścieraniu, deformacji, a także pękaniu, natomiast nawierzchnia kolejowa (także nawierzchnia metra) dotyczy zużycia kół taboru, szyn, deformacji podtorza i toru. Aby zapewnić bezpieczeństwo, należy przeprowadzać okresowe pomiary i przeglądy kontrolne oraz naprawy odcinków, które nie spełniają wymogów zawartych w odpowiednich przepisach [2, 3, 6].

ODWODNIENIE

System odwodnienia powierzchniowego ma za zadanie całkowicie przejąć wodę pochodzącą z opadów i możliwie najszybciej ją odprowadzić z przylegającego do tunelu terenu. Ważnym elementem jest stworzenie [7]:

- odpowiednich warunków spływu wód (opadowych i roztopowych) w stronę urządzenia odwadniającego,
- systemu odwadniania, który przyjmuje wody opadowe spływające po powierzchni terenu,
- odbiornika wód lub skierowanie ich do istniejących urządzeń odwadniających.

Odprowadzanie małej ilości wody w tunelach, nanoszonej przez użytkowników, a także podczas opadów, nie stanowi jednak problemu, ani zagrożenia bezpieczeństwa dla pasażerów i konstrukcji. Większą trudność sprawia odprowadzenie wód gruntowych, które mogą się przedostać do tunelu w trakcie awarii obudowy i uszkodzenia izolacji. W związku z tym zalecane jest stosowanie odwodnienia wglębnego, czyli zewnętrznego drenażu, który przyjmuje wody gruntowe z otoczenia obudowy (obniżając poziom wód gruntowych głównie w obrębie tunelu), zmniejszając zagrożenie przedostawania się do tunelu jej dużej ilości. W przypadku tuneli głębokich odwodnienie wglębne przejmuje dopływ wód i wyprowadza je poza tunel (zdejmując ciśnienie wody na obudowę). Ważnymi elementami wchodzącymi w skład systemu odwodnienia są [2, 3, 4, 7]:

- sączki odwadniające, które tworzą system drenaży poprzecznych,
- drenaż systematyczny, który reguluje oddziaływanie wód gruntowych na konstrukcję i obniża ich poziom w obrębie budowli,
- galerie zbiorczych wód podziemnych, do których podłączone są zbieracze wód otaczających tunel,
- grawitacyjny lub pompowy system wyprowadzający wody na zewnątrz budowli.

Oprócz zewnętrznego drenażu, w środku tunelu musi znajdować się dodatkowy system odwodnienia. Służy on do odprowadzania wody pochodzącej z akcji gaśniczej, na wypadek uszkodzenia systemu przeciwpożarowego i płynów rozlanych po awarii np. cysterny [2, 3].

WENTYLACJA

Niezwykle ważnym elementem bezpieczeństwa w tunelach komunikacyjnych jest wentylacja, ze względu na występowanie dużej ilości gazów, pyłów, spalin i wydzielającego się ciepła. W związku z tym podstawową rolą systemu wentylacyjnego w tunelu jest wymiana powietrza [6]. Drugą ważną funkcją tego systemu jest ograniczenie rozprzestrzeniania ognia, toksycznych gazów i dymu na wypadek pożaru. Oprócz wymienionych zadań, system wentylacji ma umożliwić odpowiednim służbom podjęcie działań ratowniczych [2, 3, 5].

Do elementów systemu wentylacji należą [2, 3]:

- wyposażenie elektryczne i elektroniczne (czujniki monitorujące, bloki sterujące silników, szafy rozdzielcze zasilania),
- elementy konstrukcyjne (kanały wlotowe, przewody tłoczenia powietrza, urządzenia wentylacyjne i przewody),
- wyposażenie mechaniczne (wywietrzniki, uchylne płyty, przepustnice, tłumiki, wentylatory).

Urządzenia wykrywające opary toksyczne, dym i pożar muszą być połączone z mechanizmami sterującymi systemem wentylacji, które automatycznie wykonają program odpowiedni do zaistniałego zdarzenia. Czas reakcji systemu wentylacji na pożar musi być bardzo krótki (około jednej minuty), a cały

system powinien osiągnąć wymaganą wydajność w czasie krótszym niż jedna minuta.

W razie zagrożenia stanowisko centralne sygnalizowane jest o wykryciu dymu. Operator uruchamia wentylatory w odpowiednim trybie, w zależności od stopnia zagrożenia [2, 5].

Wentylatory zasysające dym z przestrzeni komunikacyjnej (tzw. wentylatory odsysające) muszą być bezawaryjne przez 90 minut w temperaturze 400°C. Natomiast wentylatory podłączone do kanału odsysania (tzw. wentylatory zasysające) muszą spełniać swoje zadanie przy temperaturze 250°C utrzymującej się również przez 90 minut [2, 3].

Pierwsze otwory wentylacyjne umieszcza się co najmniej 200 m w pobliżu stacji, z powodu długości strefy skutecznego odsysania (od 200 do 300 m od otworu w obydwie strony), a także małej skuteczności odsysania w pobliżu stacji [3, 5].

Systemy wentylacji w tunelach można podzielić na [2, 3, 6]:

- poprzeczny – np. wentylacja mechaniczna przyspągowa, mechaniczna półpoprzeczna przystropowa, mechaniczna poprzeczna pełna,
- podłużny – np. wentylacja naturalna, naturalna z szybem, mechaniczna, naturalna z wentylatorami, system Saccardo Nozzle,
- mieszany,
- specjalny.

W przypadku systemów poprzecznych mechanicznych w tym samym czasie świeże powietrze dostarczane jest jednym przewodem, a „zużyte” – odciągane innym. Powietrze, zarówno w przekrojach wylotowych, jak i wlotowych płynie w kierunku poprzecznym do osi tunelu, a pomiędzy tymi przekrojami – w kierunku wzdłużnym. System ten stosowany jest głównie w długich tunelach drogowych (do usuwania spalin) [2, 3, 6].

W przypadku podłużnego systemu wentylacji przepływ powietrza wymuszony jest przez wentylatory strumieniowe wzdłuż tunelu. Im dłuższy tunel tym bardziej skoncentrowane są zanieczyszczenia, które wpływają na bezpieczeństwo. Dlatego właśnie w celu obniżenia stężenia zanieczyszczeń stosuje się wentylatory. Opisany system jest mniej skuteczny od systemu poprzecznego w sytuacji zagrożenia [2, 3].

W przypadku systemów półpoprzecznych odpowietrzniki powietrza otwierane są przy pomocy przepustnic, co daje możliwość odciągania dymu z wyznaczonych części tunelu i zapobiega jego rozprzestrzenianiu w tunelu. System może być stosowany w metrach [2, 3, 6].

Wentylacja naturalna stosowana jest tylko w krótkich tunelach i nie ma zastosowania w tunelach metra [2, 3].

Dodatkowo, nowoczesne systemy wentylacyjne, w celu poprawienia bezpieczeństwa, utrzymują bezpieczny poziom koncentracji zanieczyszczeń w powietrzu, a także oczyszczają powietrze z zanieczyszczeń stałych, które mogą wnikać do układu oddechowego. Do tego służą różne filtry (np. elektrostatyczne – ESP) i instalacje filtrujące [2, 3, 6].

Niezależnie od zastosowanego systemu wentylacji w tunelu, problem mogą stworzyć wszystkie drogi do tunelu – strumienie powietrza napływające każdą z dróg mogą oddziaływać zarówno pozytywnie, jak i negatywnie na przepływ dymu, dlatego projektowanie systemów wentylacji nie jest takie proste i do każdego tunelu należy podejść indywidualnie [5].

SYSTEM OŚWIETLENIA

Oświetlenie w tunelach metra zazwyczaj jest częściowe – oświetlone są przystanki, stacje, a także odcinki bezpośrednio przyległe do nich. Natomiast tunele drogowe powinny być oświetlone na całej długości. Brak oświetlenia pomiędzy stacjami nie oznacza jego całkowitego braku. W takich miejscach oświetlenie potrzebne jest podczas katastrofy, awarii, a także w trakcie przeglądów i konserwacji (np. torów i podtorza) [2,].

Systemy oświetlenia muszą mieć odrębne źródło zasilania, które włącza się automatycznie w razie awarii systemu podstawowego. Głównym zadaniem podsystemu oświetlenia i zasilania awaryjnego jest podtrzymanie pracy urządzeń zasilanych energią elektryczną. Wymagany czas pracy takich systemów wynosi minimum 60 minut. Najbardziej niezawodnym rozwiązaniem jest stosowanie dwóch oddzielnych linii zasilania, podłączonych do osobnych sieci wysokiego napięcia. Zasilanie jest przejmowane przez drugą linię w razie awarii pierwszej [2, 3].

W tunelu wymagane jest wykonanie wszystkich instalacji elektrycznych w taki sposób, aby możliwe było kontynuowanie eksploatacji na wypadek jakiegokolwiek awarii. Instalacja elektryczna prowadzona jest

w specjalnych kanałach w obudowie tunelu [2, 4].

W systemie zasilania tuneli ważna jest także moc agregatów – muszą one zasilić co najmniej [3, 4]:

- oświetlenie awaryjne (na wypadek pożaru) oraz zwykłe oświetlenie awaryjne,
- oświetlenie pomieszczeń eksploatacyjnych,
- oznakowanie dróg ewakuacji,
- urządzenia pomiarowe i sterujące,
- urządzenia sygnalizujące pożar, dym oraz gazy toksyczne,
- urządzenia wykorzystywane do porozumiewania.

ZABEZPIECZENIA PRZECIWPOŻAROWE

Instalacja wodna jest podstawowym zabezpieczeniem przeciwpożarowym w tunelu. Oprócz tego, w obudowie tunelu w specjalnych niszach, muszą znajdować się koce gaśnicze i gaśnice. Tunel musi być podłączony do wodociągu lub zbiorników wodnych. Jednym z rozwiązań jest tzw. instalacja sucha. Jest ona napełniana tylko podczas pożaru i w trakcie przeprowadzania kontroli. Stosując ten typ instalacji można uniknąć awarii instalacji oraz zalania części tunelu [2, 3].

Stanowisko centralne powinno mieć możliwość sterowania i kontroli wodnych instalacji przeciwpożarowych. Operator, po uzyskaniu informacji o pożarze, musi upewnić się, czy napięcie zostało odcięte. Dopiero po tym działaniu otwiera zawór, umożliwiający napełnienie instalacji wodnej. Instalacja musi wypełnić się w czasie nie dłuższym niż 10 minut [3].

Do elementów zabezpieczenia przeciwpożarowego należą także hydranty, które powinny być rozmieszczone w odległości maksymalnie co 250 m. Do każdego hydrantu powinien być dołączony niepalny wąż gaśniczy o długości 100 m. Istnieją także wymagania dotyczące ciśnienia wody przy trzech pracujących hydrantach (przez 30 minut) – minimum 2 bary [2, 5].

PODSUMOWANIE

W dzisiejszych czasach bardzo dużo uwagi poświęca się bezpieczeństwu w tunelach komunikacyjnych, aby zminimalizować ryzyko zaistnienia katastrofy lub awarii. W celu poprawy bezpieczeństwa organizowane są m.in. liczne konferencje i seminaria na skalę międzynarodową. Ponadto następuje ciągle udoskonalanie i regularne kontrole systemów niezbędnych do zarządzania bezpieczeństwem w tunelach. Oprócz takich systemów jak system telefonii awaryjnej, instalacji nagłośniającej, nadzoru video, instalacji pożarowej, kontroli gazów toksycznych i dymu, oświetlenia awaryjnego, bardzo ważne jest również odpowiednie wyposażenie tuneli komunikacyjnych w odwodnienie, wentylację, izolację, urządzenia przeciwpożarowe, urządzenia niezbędne do sterowania ruchem, schody ruchome i stałe, a także windy i pochylnie, które poprawiają nie tylko bezpieczeństwo i komfort pasażerów, ale także trwałość tuneli komunikacyjnych.

REFERENCES

1. Cupiał, A. (2002). Planowanie, projektowanie i realizacja komunikacyjnych budowli podziemnych. *Budowle podziemne w nowoczesnych systemach komunikacji na przykładzie Lille*. Kraków: Katedra Budowy Mostów i Tuneli.
2. Furtak, K. i Kędracki, M. (2005). *Podstawy budowy tuneli*. Kraków: Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej.
3. Furtak, K. (2003, 4). Rozwiązania techniczne elementów konstrukcyjnych i wyposażenia tuneli komunikacyjnych w aspekcie wymogów bezpieczeństwa eksploatacji. *Inżynieria Bezwykopowa*, strony 58-66.
4. GDDKiA. (2009). *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia tuneli samochodowych, przejść podziemnych i przepustów*. Warszawa: Instytut Badawczy Dróg i Mostów.
5. Krajewski, G. i Węgrzyński, W. (2016, 3). Sposób doprowadzenia powietrza kompensacyjnego a wzdłużna wentylacja pożarowa stacji metra. *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza*, strony 231-241.
6. Schmidt, N. (2013, 4). Wybrane aspekty procesu oczyszczania powietrza z zanieczyszczeń i wentylacji w tunelach drogowych. *Logistyka*, strony 484-496.
7. Szruba, M. (2016, 5). Odwodnienie dróg, mostów i tuneli. *Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne*, strony 66-72.
8. <https://www.click.ro/news/lume/uite-cum-au-rezolvat-alte-tari-problema-accidentelor-de-la-metrou>. (2017, 12 13). Pobrano 04 26, 2018

STRESZCZENIE

WEPRZĘDZ Patryk, Bezpieczeństwo w tunelach komunikacyjnych / Patryk WEPRZĘDZ // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. Seria "Nauki techniczne". – K. : NTU, 2018. – № 3(42).

W niniejszej pracy poruszono aspekty bezpieczeństwa w tunelach komunikacyjnych. Rozpatrzono przyczyny podjęcia intensywnych działań polepszających bezpieczeństwo tuneli drogowych. Wymieniono oraz omówiono wybrane zagadnienia związane z zarządzaniem bezpieczeństwem, a także z wyposażeniem tuneli (m.in. system telefonii awaryjnej, system instalacji nagłośniającej, system nadzoru video, system instalacji pożarowej, system kontroli gazów toksycznych i dymu, system oświetlenia awaryjnego). Omówiono sposoby zapewnienia ochrony ludzi w zakresie bezpieczeństwa postoju, przewozów, ewakuacji i działań. Do bezpieczeństwa postoju zalicza się sytuacje awaryjnego zatrzymania pociągu lub metra pomiędzy przystankami lub stacjami oraz sytuacje, w których należy odseparować pasażerów od ognia, toksycznych oparów i spalin. Niezbędnymi elementami zapewniającymi bezpieczeństwo postoju są: chodniki awaryjne, oświetlenie oraz urządzenia akustyczne, punkty monitorowania, tablice informacyjne, bariery zabezpieczające przed wejściem lub wypadnięciem na tor na stacjach metra, windy, schody ruchome i nieruchome, a także pochylenia dla niepełnosprawnych. Do elementów systemu bezpieczeństwa ewakuacji należą punkty pierwszej pomocy, dobrze oznaczone drogi ewakuacyjne oraz urządzenia łączności. Do bezpieczeństwa działań należy zorganizowanie centralnego ośrodka zarządzania bezpieczeństwem, który musi mieć zdalny dostęp do urządzeń w tunelu. W pracy omówiono także elementy wyposażenia tuneli takie jak: odwodnienie, wentylacja, nawierzchnia, izolacja, oświetlenie, urządzenia przeciwdymne i przeciwpożarowe, urządzenia niezbędne do sterowania ruchem, schody ruchome i stałe (tunele metra), windy i pochylnie (tunele metra). Elementy te wpływają na bezpieczeństwo pasażerów i budowli. Omówiono także problemy eksploatacji tunelów oraz możliwe ich rozwiązania, które należy przewidzieć w trakcie projektowania tuneli.

РЕФЕРАТ

ВЕПШЕНДЗ Патрик, Безпека в комунікаційних тунелях / Патрик ВЕПШЕНДЗ // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2018. – Вип. 3 (42).

Ця робота розглядає аспекти безпеки в комунікаційних тунелях. Розглянуто причини інтенсивних дій, що підвищують безпеку дорожніх тунелів. Описані і обговорені деякі питання, пов'язані із забезпеченням безпеки, а також з обладнанням тунелів (в тому числі екстреної телефонної системи, систем відеоспостереження, монтаж протипожежної системи, систем контролю токсичних газів і диму, систем аварійного освітлення). Обговорюються способи забезпечення захисту людей у місцях зупинки, транспортування, евакуації та безпеки операцій. Для попередження небезпечної ситуації пропонується екстрена зупинка поїзда або метро між станціями і зупинки або ситуації, в яких пасажир повинні бути відокремлені від вогню, токсичних газів і вихлопних газів. Необхідні елементи для безпечної зупинки є: аварійні доріжки, освітлення і акустичні пристрої, контрольні точки, інформаційні щити, бар'єри безпеки перед входом, ліфти, ескалатори або нерухомі, а також пандуси для людей з обмеженими можливостями. Елементи системи безпеки евакуації включають пункти першої допомоги, добре виражені маршрути евакуації та пристрої зв'язку. Заходи із забезпечення безпеки включають організацію центрального пункту управління безпекою, який повинен мати віддалений доступ до пристроїв у тунелі. У документі також розглядається особливості тунелів, такі як зневоднення, вентиляція, поверхня, ізоляція, освітлення і пожежна протидимна система, пристрої, необхідні для управління переміщенням ескалаторів, ліфтів і підйомних рамп. Ці елементи впливають на безпеку пасажирів та будівель. Обговорюються також проблеми експлуатації тунелів та можливі рішення, які слід передбачити при розробці тунелів.

ABSTRACT

WEPRZEDZ Patryk. Safety in communication tunnels. Visnyk of National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. Kyiv. National Transport University. 2018. Vol. 3(42).

Security aspects in communication tunnels was carried out in the work. The reasons for undertaking intensive actions improving the safety of road tunnels were considered. Selected issues related to security

management and with the equipment of tunnels have been exchanged and discussed (including emergency telephony system, sound installation system, video surveillance system, fire installation system, toxic gas and smoke control system, emergency lighting system). Discussed are ways to ensure protection of people in the areas of stop, transport, evacuation and operations safety. The safety of a stoppage includes situations of emergency stopping of a train or subway between stops or stations and situations in which passengers should be separated from fire, toxic fumes and exhaust fumes. Necessary elements for ensuring stopping safety are: emergency walkways, lighting and acoustic devices, monitoring points, information boards, barriers preventing entry or falling on the track at metro stations, lifts, escalators and ordinary stairs and tilt for the disabled. Elements of the evacuation safety system include first aid points, well-marked escape routes and communication devices. The security of activities includes the organization of a central security management, which must have remote access to devices in the tunnel. The elements of tunnels equipment such as: drainage, ventilation, surface, insulation, lighting, smoke and fire protection devices, devices necessary to control traffic, escalators and fixed (subway tunnels), elevators and ramps (underground tunnels) was discussed in the work. These elements affect the safety of passengers and buildings. Also discussed are the problems of tunnel operation and possible solutions that should be anticipated during the design of tunnels.

AUTOR:

WEPRZĘDZ Patryk, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, 142323@stud.prz.edu.pl, 35-959, Rzeszów, Polska, Al. Powstańców Warszawy 12, orcid.org/0000-0002-0908-5034

АВТОР:

ВЕПШЕНДЗ Патрик, Жешовська Політехніка, кафедра двигунів внутрішнього згоряння та транспорту, 142323@stud.prz.edu.pl, 35-959, Жешув, Польща, бульвар Повстанців Варшави 12, orcid.org/0000-0002-0908-5034

AUTHOR:

WEPRZĘDZ Patryk, Rzeszów University of Technology, Department of Combustion Engines and Transport, 142323@stud.prz.edu.pl, 35-959, Rzeszow, Poland, Av. Powstancow Warszawy 12, orcid.org/0000-0002-0908-5034

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту і матеріалознавства, Київ, Україна.

Воевода Павел, кандидат технічних наук, Жешувська політехніка, доцент кафедри двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Жешув, Польща.

REVIEWER:

Posviatenko E.K., Doctor of Technical Sciences, professor, National Transport University, professor of the production, repair and materials science department, Kyiv, Ukraine.

Woyevoda Pavel, PhD., Rzeszow University of Technology, associate professor of the internal combustion engines and transport department, Rzeszow, Poland.