



Bogusław Śleziak

Przypadek wystrzału przedniej opony w ciągniku siodłowym i jego konsekwencje

Streszczenie

Tematem artykułu jest analiza przyczyn wypadku drogowego z udziałem pojazdu członowego, składającego się z ciągnika siodłowego marki Volvo i naczepy typu cysterna, do którego doszło na autostradzie A4. W opisywanym zdarzeniu kierujący pojazdem członowym poniósł śmierć. Za czynnik bezpośrednio uruchamiający ciąg zdarzeń wypadkowych należało uznać eksplozję opony lewego przedniego koła ciągnika. Zdaniem autora artykułu, kierujący nie miał fizycznej możliwości uniknięcia zdarzenia.

Słowa kluczowe

Wypadek drogowy, wystrzał opony, ciągnik z naczepą, rzeczywisty czas zagrożenia.

* * *

1. Wprowadzenie

Do zdarzenia doszło na 343 km autostrady A4, na jezdni prowadzącej w kierunku Krakowa. Pojazd członowy, składający się z ciągnika siodłowego marki Volvo i naczepy – cysterny, jechał prawym pasem ruchu tej jezdni. W wyniku eksplozji (wystrzału) opony lewego przedniego koła ciągnika pojazd został ściągnięty w lewo, uderzył w barierę rozdzielającą jezdnie, i po jej przełamaniu oba człony pojazdu przewróciły się.

Przedstawiona poniżej analiza została przeprowadzona pod kątem odpowiedzi na pytania postawione biegłemu przez Prokuraturę Rejonową w Katowicach. Były to pytania standardowe, a mianowicie:

- jakie były przyczyny wypadku? oraz
- czy kierujący pojazdem miał możliwość uniknięcia wypadku?

2. Problem opony

Próbowałem uzyskać informację, jakie wartości ciśnienia były ustalone dla kół obu osi ciągnika. W trakcie oceny technicznej wykonywanej bezpośrednio po wypadku, udało się to jedynie w odniesieniu do kół osi tylnej – tych, które zachowały

powietrze. Zwróciłem się bezpośrednio do dealera Volvo Polska. Okazało się, że przedstawiciel tej firmy nie dysponuje materiałami umożliwiającymi określenie ciśnień w oponach tego ciągnika siodłowego, gdyż ten typ ciągnika nie jest już w sprzedaży. Także przewoźnik nie udzielił informacji co do wartości wymaganych ciśnień w oponach.

W tej sytuacji zwróciłem się do Urzędu Miasta z prośbą o nadesłanie dokumentacji homologacyjnej ciągnika Volvo typ FH. Uzyskane materiały potwierdziły, że pojazd ten ma homologację. W punkcie 50 wyciągu homologacyjnego określono dla ciągnika siodłowego Volvo FH z roku produkcji 2006 masę własną na 7360 kg, całkowitą masę pojazdu na 18 200 kg, masę całkowitą zespołu na 40 000 kg, a największy dopuszczany nacisk na oś na 112,7 kN, co w przeliczeniu na masę przypadającą na oś daje ok. 11 488 kg. Dla osi przedniej daje to dopuszczalne obciążenie odpowiadające masie ok. 5744 kg na każde z pojedynczych kół.

W punkcie 32 wyciągu homologacyjnego zapisano, że pojazd fabrycznie był wyposażony w opony o oznaczeniu 315/70 R22,5, takim samym na kołach osi przedniej i tylnej. Ich nośność musi być większa od dopuszczalnego obciążenia, wynikającego z dopuszczalnej masy całkowitej. W przypadku koła osi przedniej nośność ta powinna być większa niż 5744 kg.

Z dokumentacji firmy eksploatującej ciągnik wynikało, że od dnia 7 lutego 2013 r. aż do chwili wypadku pojazd był eksploatowany na innych oponach niż wskazane w homologacji. Były to mianowicie opony firmy Goodyear, o symbolu 385/65 R22,5 160K, Marathon LHS II. Są to opony o szerokości 385 mm, wysokości 250,25 mm i średnicy osadzenia 22,5 cala. Fabrycznie przewidziane opony to opony o symbolu 315/70 R22,5, a więc o szerokości 315 mm, wysokości 220,5 mm i średnicy osadzenia 22,5 cala. Dla opon 385/65 R22,5 160K wskaźnik (indeks) nośności wynosi 160, co odpowiada dopuszczalnemu obciążeniu opony masą 4500 kg (podkr. red.). Symbol prędkości K oznacza, że dopuszczalna prędkość jazdy dla tych opon wynosi 110 km/h.

Jeśli producent dopuszcza stosowanie opon o innych wymiarach, to zwykle podaje informacje o ewentualnej zmianie ciśnienia. Należy pamiętać, że szersza i wyższa opona pod tym samym obciążeniem zupełnie inaczej się odkształca i układa na jezdni, a więc i inaczej się zużywa. Zastosowanie opon o innych wymiarach niż dopuszczone homologacją, może być powodem nietypowego zużycia opon. W aktach sprawy brak informacji, jakie ciśnienie powinno być i było stosowane w oponach zarówno 315/70 R22,5 jak i 385/65 R22,5. Biegłemu również nie udało się tego ustalić.

Według danych technicznych ciągnika, dopuszczalny nacisk na oś w tym pojeździe wynosi 112,7 kN, co oznacza dopuszczalne obciążenie przy pełnym wykorzystaniu ładowności na poziomie 11 488 kg, (ok. 11,5 kN), co daje dopuszczalne obciążenie jednego koła ok. 5744 kg (ok. 5,7 kN). Przy pełnym obciążeniu naczepy ładunkiem, obciążenie to przekracza więc dopuszczalną nośność opony (4500 kg).

Niestety nie wiadomo kiedy, w jakiej liczbie, w jakim czasie i w jakich warunkach takie przewozy były realizowane, a więc jak mogły one wpłynąć na zużycie i trwałość tych opon.

3. Przyczyny wypadku

Sprawa ma charakter o tyle specyficzny, że w zdarzeniu uczestniczył tylko jeden pojazd (ciągnik siodłowy z naczepą), którego ruch został zakłócony przez eksplozję opony przedniego lewego koła ciągnika. Co do tego, że *bezpośrednią* przyczyną wypadku był wystrzał tej opony, materiał dowodowy nie nasuwał wątpliwości. O eksplozywnym charakterze uszkodzenia opony świadczył jej specyficzny widok (ryc. 1), a w rejonie miejsca zdarzenia nie wykryto żadnego przedmiotu, w szczególności takiego, który, po najechaniu nań przez oponę, mógłby ją przebić, przeciąć, czy – ogólnie mówiąc – uszkodzić jej osnowę, inicjując wystrzał.



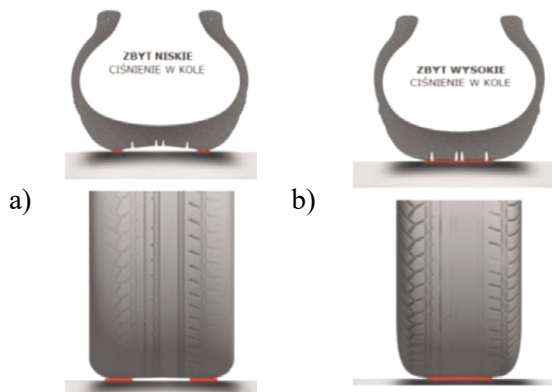
Ryc. 1. Widok rozerwanej przedniej lewej opony ciągnika Volvo. Strzałki wskazują obrzeża bieżnika zużyte bardziej niż część środkowa.

W tej sytuacji należało rozważyć, czy ów wystrzał był efektem ukrytej (nie dającej się ujawnić) fabrycznej wady opony, czy też mógł się do tego przyczynić wadliwy sposób jej eksploatacji. Temu zagadnieniu jest poświęcony poniższy tekst.

Jak widać na rycinie 1, znaczne zużycie bieżnika opony występuje na krawędziach bieżnika i częściowo na barku opony. Jest to zużycie charakterystyczne dla przypadków długotrwałej eksploatacji opony przy zbyt niskim ciśnieniu powietrza. Opona styka się wówczas z jezdnią mniejszą powierzchnią, przy czym wyższe naciski jednostkowe występują w rejonie zewnętrznych krawędzi bieżnika (pokazują to strzałki na rycinie 1). Niższe naciski występują w części środkowej, która ulega wolniejszemu zużyciu się. Ilustruje to ryc. 2.

Praca opony niedopompowanej ma jeszcze jeden negatywny i groźny efekt: przy każdym obrocie koła boczne ściany osnowy opony są poddane pulsacyjnie zmiennym naprężeniom, w stopniu znacznie większym, niż w przypadku prawidłowej wartości ciśnienia (boki opony cyklicznie uginają się i wracają do pierwotnego kształtu). Powoduje to wzmożone tarcie wewnętrzne między warstwami tej osnowy, co skutkuje nagrzewaniem się tej osnowy, i – co ważniejsze – pulsacyjny

charakter tego zjawiska prowadzi do zmęczeniowego osłabienia jej wytrzymałości, co sprzyja niebezpieczeństwu pęknięcia opony.



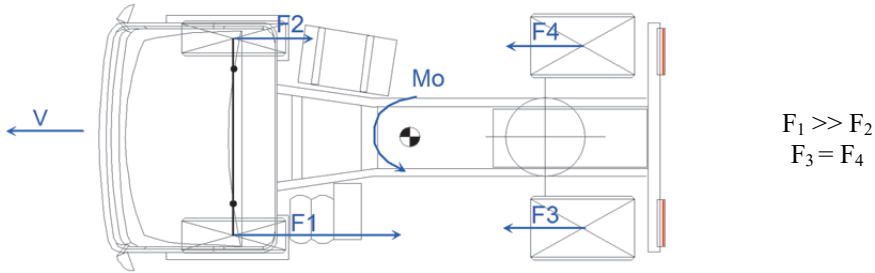
Ryc. 2. Obraz współpracy z jezdnią opony o zbyt niskim (a) i zbyt wysokim ciśnieniu powietrza (b).

Gwałtowne zejście powietrza z opony skutkuje m.in. naciskiem krawędzi tarczy koła na rozplaszczoną oponę i na jezdnię, co pozostawia charakterystyczny, zdeformowany ślad na jezdni (ryc. 3). Jest to dowód potwierdzający fakt, że na tym odcinku przednia lewa opona ciągnika była już pozbawiona ciśnienia.



Ryc. 3. Ślady bocznego znoszenia kół zestawu. Strzałkami zaznaczony jest ślad pozostawiony przez przednie lewe koło ciągnika.

W efekcie wystrzału opony zakłócona zostaje równowaga sił wzdłużnych, działających na koła osi kierowanej, spowodowana gwałtownym wzrostem oporów toczenia uszkodzonego koła. Na rycinie 4 przedstawiony jest schematycznie układ sił działających na ciągnik po eksplozji opony. Obniżenie się ciśnienia w jednym z kół osi przedniej prowadzi zawsze do wzrostu oporów toczenia tego koła, a więc do powstania działającego na pojazd momentu obrotowego M_o .



Ryc. 4. Schemat obrazujący powstanie momentu, ściągającego pojazd w lewo.

Konkluzja

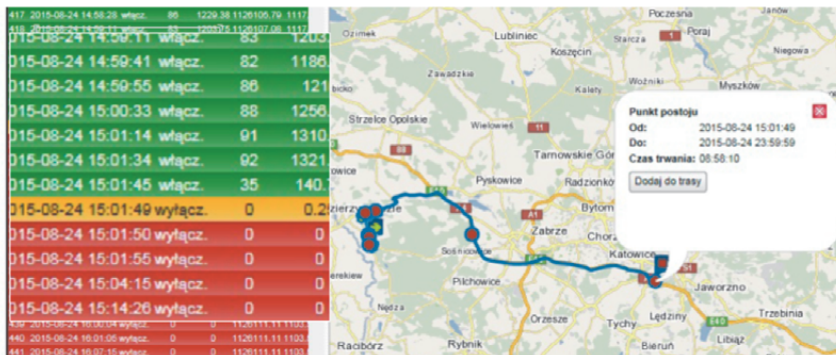
Przyczyną wypadku było eksplozyjne pęknięcie (wystrzał) opony lewego przedniego koła ciągnika. Do tego wystrzału w znacznym stopniu przyczyniło się zastosowanie opony o niewłaściwych parametrach i jej długotrwałe użytkowanie przy zaniżonej wartości ciśnienia powietrza.

4. Prędkości zestawu

W notatce urzędowej sporządzonej przez Policję napisano, że z uwagi na całkowitą deformację kabiny kierowcy nie udało się znaleźć i zabezpieczyć wykresówki tachografu.

W związku z tym, że w ciągniku Volvo znajdował się rejestrator GPS, zwróciłem się do właściciela firmy przewozowej o dostarczenie zapisu prędkości i trasy pojazdu marki Volvo. Zapis ten otrzymałem, przedstawia o rycina 5.

Z zapisu tego wynika, że tuż przed wypadkiem zestaw poruszał się z prędkością 92 km/h.



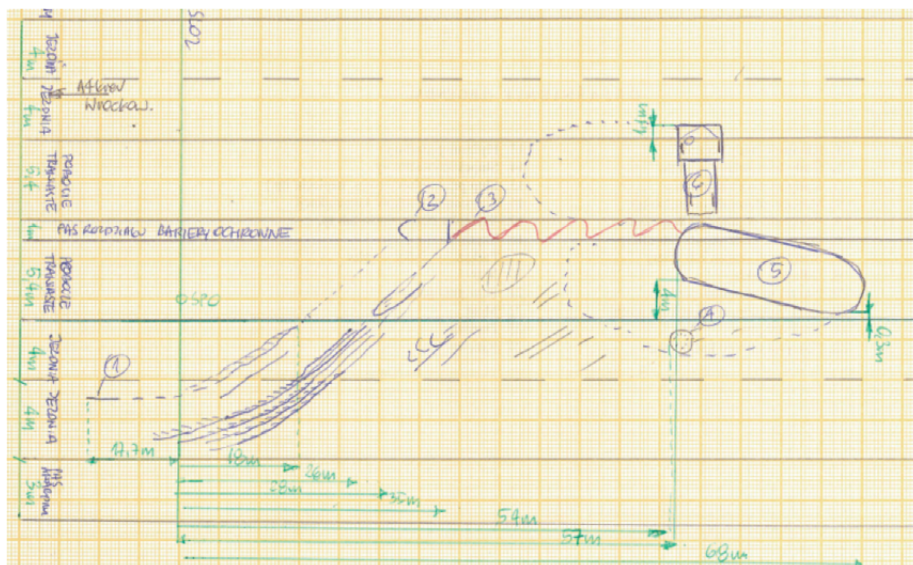
Ryc. 5. Fragment zapisu trasy z ujawnioną maksymalną prędkością zestawu przed wypadkiem. Pole żółte wskazuje wyłączenie się GPS.

5. Próba odtworzenia przebiegu zdarzenia w czasie i przestrzeni

Poważną trudnością w tym przypadku jest niemożność ustalenia:

- miejsca na drodze, w którym nastąpił wystrzał opony, a w konsekwencji także
- długości drogi przebytej przez pojazd w stanie zagrożenia, liczonej od miejsca wystrzału opony do miejsca uderzenia w barierę oraz
- czasu trwania tego stanu zagrożenia, tj. czasu, jaki upłynął od chwili wystrzału opony do chwili uderzenia pojazdu w barierę.

Z dokumentacji powypadkowej znamy jedynie drogę przebytą przez pojazd od chwili pojawienia się na jezdni śladów pozostawionych przez koła będące w uślizgu (bocznym znoszeniu) (ryc. 6).



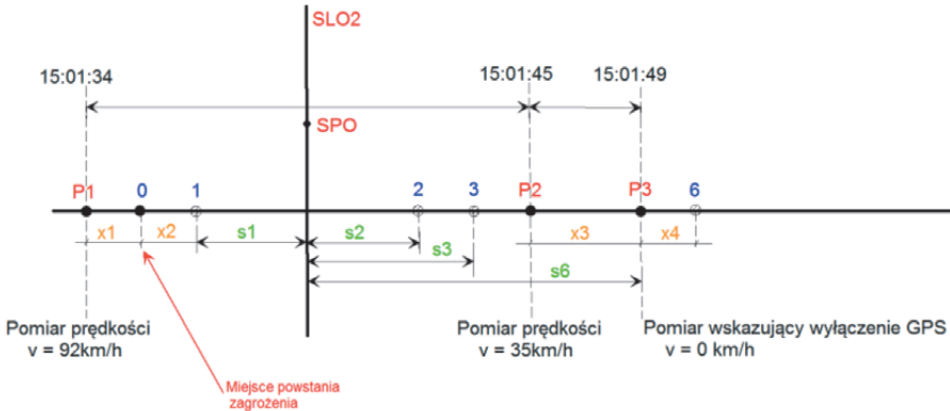
Ryc. 6. Szkic miejsca zdarzenia wykonany przez Policję.

Z zapisu nawigatora GPS zainstalowanego w pojeździe wiadomo jednak, z jaką prędkością podróżną poruszał się ciągnik siodłowy z naczepą przed powstaniem stanu zagrożenia. W typowych sytuacjach kolizyjnych kierujący wykonują typowe manewry obronne (hamowanie, skręt, omijanie), można więc, przy wyznaczeniu drogi przebytej w czasie stanu zagrożenia, uwzględnić czas reakcji kierującego oraz czas uruchomienia układu hamulcowego i/lub kierowniczego.

W przypadku eksplozji opony, szczególnie przedniej, w pojazdach ciężarowych, zjawisko przebiega bardzo gwałtownie. Występuje tutaj czynnik zaskoczenia, który wpływa na możliwość wykonania manewrów obronnych. Na wykonanie takich manewrów potrzebne jest określona przestrzeń i czas. W odróżnieniu od pojazdów osobowych, w przypadku pojazdów ciężarowych wystrzał przedniej opony stwarza poważne problemy z wyprowadzeniem pojazdu z toru krzywoliniowego, a jak wynika z praktyki – czasem wręcz to uniemożliwia.

W dokumentacji powypadkowej trudno znaleźć wyraźne dowody potwierdzające wykonywanie przez kierującego manewrów obronnych.

W celu lepszego zobrazowania problemów związanych z analizą omawianego zdarzenia, na rycinie 7 przedstawiony jest wykres zmian prędkości w czasie trwania stanu zagrożenia, zarejestrowanych przez pokładowy GPS, w odniesieniu do charakterystycznych punktów ze schematu.



Ryc. 7. Schematyczny rozkład znanych i nieznanymi (oznaczonych kolorem czerwonym) odcinków drogi, przebytych przez pojazd w trakcie wypadku.

Na rycinie:

- punkty 1, 2, 3 i 6 – według szkicu miejsca wypadku (znane jest ich położenie w stosunku do SLO2);
- s_1, s_2, s_3, s_6 – odległości punktów 1, 2, 3 i 6 od SLO2;
- x_1, x_2, x_3, x_4 – nieznanymi długości odcinków drogi ani czasu ich przebycia;
- punkty P1, P2, P3 – punkty pomiaru prędkości i wyłączenia się GPS; ich przesunięcie (korelacja z punktami opisującymi przebieg zdarzenia) jest nieznanymi;
- punkt 0 – miejsce, w którym znajdował się pojazd w chwili powstania stanu zagrożenia (tj. eksplozji opony), poprzedzające powstanie na jezdni śladów pozostawionych przez lewe przednie koło ciągnika.

W przypadku eksplozji opony musiało dojść do natychmiastowego zbieżenia pojazdu z dotychczasowego toru jazdy. Odległość toru jazdy pojazdu od bariery ochronnej wynosiła ok. 10,3 m, co przy prędkości ok. 90 km/h stawia pod znakiem zapytania możliwość wykonania przez kierującego skutecznych manewrów obronnych. Chwila eksplozji opony i sygnalizująca ją gwałtowna zmiana kierunku ruchu pojazdu zawsze są dla kierującego zaskoczeniem, a w przypadku pojazdów ciężarowych (jak wynika z danych literaturowych, zawierających analizy podobnych zdarzeń) ze względu na duże siły oporów pojawiające się w układzie kierowniczym, praktycznie mogą kierującemu uniemożliwić skorygowanie tego kierunku.

Szkic miejsca wypadku i dokumentacja fotograficzna pokazują ślady pozostawione przez koła ciągnika i naczepy. Na szczególną uwagę zasługuje ślad pozostawiony przez lewe przednie koło ciągnika (zob. ryc. 3) – to, w którym nastąpiła eksplozja. Ślad ten, rozciągający się na rycinie 7 od punktu 1 do punktu 2, pokazuje drogę przebytą przez ciągnik do chwili uderzenia w barierę. Sam wystrzał opony musiał nastąpić tuż przed punktem 1, ale czas tego przesunięcia w czasie i droga, jaką przebył ciągnik zanim pojawił się ślad (zob. ryc. 7 – parametr x_2) nie są znane. Biorąc pod uwagę wybuchowy charakter zjawiska rozerwania opony, można założyć, że prędkość pojazdu w punkcie 1 była równa lub bardzo zbliżona do jego prędkości podróźnej, która, przez zabudowany w ciągniku GPS, została zarejestrowana i o godzinie 15:01:34 (punkt P_1 na ryc. 7) wynosiła $V = 92$ km/h. Kolejny pomiar miał miejsce 11 sekund później, tj. o godzinie 15:01:45 i wykazał prędkość $V = 35$ km/h.

Kolejna informacja dotycząca prędkości pojazdu została zarejestrowana o godzinie 15:01:49, wraz z informacją o wyłączeniu się GPS. Dlatego pojawiła się informacja, że prędkość w tej chwili wynosiła 0 km/h.

Biorąc pod uwagę krótki czas pomiędzy pomiarami P_2 i P_3 (zaledwie 4 sekundy), do wyłączenia urządzenia pomiarowego musiało dojść w chwili uderzenia ciągnika w balustradę i jego dachowania. Nie da się jednak określić położenia punktów P_1 , P_2 , P_3 w stosunku do zorientowanych przestrzennie punktów 1, 2, 3 i 6.

Przedstawione na rycinie 7 parametry x_1 , x_2 , x_3 , reprezentujące odcinki czasowe lub drogę przebytą w tym czasie, są niewiadome.

Dysponujemy ogólną informacją, że całe zdarzenie nastąpiło po godzinie 15:01:34, a zatrzymanie się ciągnika w pozycji powypadkowej miało miejsce przed godziną 15:01:49. Wprawdzie nie dysponujemy wszystkimi danymi, niezbędnymi do wykonania pełnej analizy czasowo-przestrzennej, ale znajdujące się w dokumentacji informacje pozwalają na wyciągnięcie interesujących wniosków, dotyczących przebiegu zdarzenia. Dotyczy to śladu na jezdni, rozciągającego się od punktu 1 do punktu 2 – według szkicu miejsca wypadku.

Najdokładniejszą informacją byłoby zmierzenie tego śladu zaraz po wypadku, ale wykonano tylko szkic z zaznaczeniem charakterystycznych punktów w odniesieniu do SPO, SLO1 i SLO2. Źródłem informacji o długości tego śladu może być dokumentacja fotograficzna, wykonana pod kątem wykorzystania jej do przekształcenia rzutu perspektywicznego na rzut pionowy. Dokumentacji takiej jednak nie wykonano.

Na podstawie szkicu miejsca wypadku wykonałem więc, w skali 1:100, rysunek przedstawiony na rycinie 7, zawierający tor przemieszczania się lewego przedniego koła ciągnika od punktu 1 do punktu 2. Pozwoliło to, drogą aproksymacji, opisać krzywą i zmierzyć jej długość, która w przybliżeniu wynosiła $s = 47$ m. Pozwoliło to na stwierdzenie, że jeśli w punkcie 1 prędkość pojazdu była bliska

podróżnej ($V = 92 \text{ km/h}$), to pojazd zbliżył się do bariery ochronnej w ciągu około 2 sekund: (jeśli bowiem $s = 47 \text{ m}$, $V = 92 \text{ km/h}$ (tj. 25 m/s), to $t = 1,84 \text{ s}$).

Ten – co trzeba podkreślić – orientacyjny czas dojazdu do bariery ochronnej to stojący do dyspozycji kierującego możliwy czas na wykonanie manewrów obronnych (skrętu i/lub hamowania). Z tych dwóch manewrów za bardziej prawdopodobny należy uznać manewr skrętu, w celu skorygowania zakrzywiającego się toru jazdy. Nie jest jednak wykluczone, że kierujący mógł również podjąć próbę hamowania.

6. Problem możliwości uniknięcia wypadku przez kierującego

W przypadku eksplozji opony, szczególnie przedniej w samochodach ciężarowych, zjawisko przebiega bardzo gwałtownie. Występuje tutaj czynnik zaskoczenia, który wpływa na możliwość wykonania manewrów obronnych. Na wykonanie takich manewrów potrzebne jest miejsce i czas. W odróżnieniu od pojazdów osobowych, samochody ciężarowe przy eksplozji przedniej opony stwarzają problemy z wyprowadzeniem ich z toru krzywoliniowego, a jak wynika z praktyki, czasem wręcz to uniemożliwiają.

Istotnym czynnikiem decydującym o możliwości skutecznego wykonania obronnego manewru skrętu jest wartość czasu reakcji kierowcy. Zagadnienie to jest bardzo złożone. O ile bowiem przebieg procesu hamowania jest dość dokładnie zbadany, to proces awaryjnego skrętu przy eksplozji opony (szczególnie przedniej) nie doczekał się pełnej analizy.

Z dostępnych badań wynika, że łączny czas od chwili powstania stanu zagrożenia (w tym przypadku wystrzału i natychmiastowego ściągnięcia pojazdu w lewo) do chwili rozpoczęcia manewru hamowania mieści się w przedziale od 0,45 do 2 sekund, zaś w przypadku skrętu jest zwykle o ok. 0,2 s krótszy. Oznacza to, że w analizowanym zdarzeniu czas trwania stanu zagrożenia mógł mieścić się w granicach 0,25 do 1,8 s. To zaś prowadzi do wniosku, że na fizyczne wykonanie manewru (przy pełnym zaskoczeniu) pozostało kierującemu od 0,2 do 1,75 s. Jest to czas zbyt krótki, aby tak ciężki pojazd jak ciągnik siodłowy z naczepą, wyprowadzić z powrotem na pas jezdni.

Za tym, że kierujący podjął próbą przeprowadzenia manewru przeciwskrętu, może świadczyć fakt, że przełamanie bariery ochronnej przez ciągnik nastąpiło w odległości ok. 7 metrów od punktu 2 (zob. ryc. 7), w którym hipotetycznie kończył się ślad pozostawiony przez lewe koło ciągnika (jednakże jest to tylko poszlaka).

7. Podsumowanie

1. Na podstawie zgromadzonego materiału dowodowego nie jest możliwe przeprowadzenie pełnej analizy czasowo-przestrzennej tego wypadku.
2. Bezpośrednią przyczyną wypadku była eksplozja (wystrzał) opony przedniego lewego ciągnika Volvo. Do tego wystrzału w znacznym stopniu przyczynił się fakt długotrwałego eksploataowania ciągnika przy zaniżonym ciśnieniu powietrza, wskutek czego opona, pracująca na granicy dopuszczalnego obciążenia, uległa zjawisku zmęczeniowego zużycia osnowy.
3. Prędkość ciągnika bezpośrednio przed wypadkiem wynosiła ok. 92 km/h, przy dozwolonej na autostradzie 80 km/h. Wobec gwałtownego przebiegu zdarzenia, fakt przekroczenia prędkości dopuszczalnej nie jest jednak znaczący. Przy dopuszczalnej prędkości wynoszącej 80 km/h, czas wykonania manewrów obronnych uległby zwiększeniu jedynie o ułamki sekund.
4. Istniejący materiał dowodowy silnie przemawia za tym, że kierujący pojazdem nie miał fizycznej możliwości uniknięcia wypadku, a w każdym razie nie można wykazać, że taką możliwość miał.

* * *

Causes and consequences of a blow-out of a truck-tractor front tyre

Abstract

The subject of the article is the analysis of the cause of a road accident involving a set of a Volvo brand tractor with a tank trailer, which occurred on the A4 motorway. In the event described above, the head of the set died. An explosion in the left front tyre of a Volvo tractor was considered to have directly triggered a series of accidents. According to the author of the article, the driver had no technical possibility to avoid the event.

Key words

Road accident, tyre explosion, tractor with semitrailer, actual time of danger.