

Automobilová bezpečnost posádek při převozu peněz

Karel Herák

Bakalářská práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav bezpečnostního inženýrství

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Karel Herák**
Osobní číslo: **A17586**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Automobilová bezpečnost posádek při převozu peněz**
Téma práce anglicky: **The Vehicular Safety of Security Crews During Money Transfers**

Zásady pro vypracování

1. Popište aktivní a pasivní bezpečnost dvoustupňových motorových vozidel.
2. Specifikujte prvky pasivní bezpečnosti automobilu.
3. Uveďte příklady pasivní ochrany posádek při převozu peněz.
4. Popište systém airbagu v automobilu.
5. Prezentujte výrobu aktivního prvku airbagu.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. SEIFFERT, Ulrich a Mark GONTER. Integrated automotive safety handbook. Warrendale, PA, USA: SAE International, [2014]. ISBN 9780768064377.
2. KENT, Richard. Air bag development and performance: new perspectives from industry, government and academia. Warrendon, PA: Society of Automotive Engineers, c2003. ISBN 978-0-7680-1119-7.
3. VALLDORF, Jürgen a Wolfgang GESSNER. Advanced Microsystems for Automotive Applications 2007 [online]. 2007. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-540-71325-8.
4. VLK, František. Lexikon moderní automobilové techniky. Brno: František Vlk, 2005. ISBN 80-239-5416-4.
5. VLK, František. Automobilová elektronika. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
6. VLK, František. Stavba motorových vozidel: [osobní automobily, autobusy, nákladní automobily, jízdní soupravy, ergonomika, biomechanika, struktura, kolize, materiály]. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 80-238-8757-2.
7. PROTIVINSKÝ, Miroslav a Zdeněk NÁCHODSKÝ. Organizace a taktika přepravy peněz a cenností. Praha: Armex, 1999. ISBN 80-86244-008

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ján Ivanka

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: 7. prosince 2019
Termín odevzdání bakalářské práce: 25. května 2020

L.S.

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan

Ing. Jan Valouch, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 7. prosince 2019

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.
V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor;
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Karel Herák, v.r.

.....

podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce na téma „Automobilová bezpečnost posádek při převozu peněz“ se zabývá ve své teoretické části aktivní i pasivní bezpečností dvoustopého vozidla. Součástí teoretické části je i teoretické přiblížení jedné z nejdůležitějších součástí vozidla, kterou je airbag. V praktické části práce je popisován postup výroby aktivního prvku airbagu se zaměřením na pyrotechnický iniciátor tvořený skleněným zátavem a zažehovací a zesilovací složi vlisovanou do kovového kalíšku (angl. glass-to-metal sealed squib), (dále jen GTMS), včetně jeho začlenění do aktivní části airbagu a činnosti v inflátorech. V praktické části práce je prezentována struktura a kompletace modulu airbagu.

Klíčová slova: airbag, aktivní bezpečnost, bezpečnostní pás, GTMS, inflátor, pasivní bezpečnost.

ABSTRACT

Bachelor thesis on the topic "The vehicular safety of security crews during money transfers" who are interested in their theoretical parts of active and passive safety of two-wheeled vehicle. The theoretical part also includes theoretical approaches from potential vehicles, such as an airbag. The practical part focuses on the production of active airbag elements with a focus on the pyrotechnic initiator made from a glass-to-metal sealed header and pyrotechnic charges pressed into a metal cup, (hereinafter referred to as GTMS), including its integration into the active parts of the airbag and operation in inflators. The practical part of the work presents the system and assembly of the airbag module.

Keywords: active safety, airbag, GTMS, inflator, passive safety, seat belt.

Poděkování

Mé poděkování patří především Ing. Jánovi Ivankovi za cenné rady, připomínky a odborné vedení při tvorbě mé bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD	10
I. TEORETICKÁ ČÁST	12
1 AKTIVNÍ BEZPEČNOST	13
1.1 JÍZDNÍ BEZPEČNOST	13
1.2 KONDIČNÍ BEZPEČNOST	14
1.3 POZOROVACÍ BEZPEČNOST	14
1.4 OVLÁDACÍ BEZPEČNOST	15
1.5 POKROČILÉ SYSTÉMOVÉ PRVKY AKTIVNÍ BEZPEČNOSTI	15
1.6 SHRNUÍ KAPITOLY	16
2 PASIVNÍ BEZPEČNOST	17
2.1 VNĚJŠÍ PASIVNÍ BEZPEČNOST.....	17
2.2 VNITŘNÍ PASIVNÍ BEZPEČNOST	18
2.2.1 Ochrana proti dalšímu nárazu	18
2.2.2 Deformovatelná před' a zád' motorového vozidla.....	18
2.2.3 Zachování prostoru pro přežití	19
2.2.4 Ochrana proti vymrštění osob z motorového vozidla	20
2.2.5 Ochrana proti požáru.....	20
2.3 SHRNUÍ KAPITOLY	20
3 PRVKY PASIVNÍ BEZPEČNOSTI	21
3.1 DEFORMAČNÍ ZÓNY	21
3.2 ZÁDRŽNÉ SYSTÉMY	21
3.2.1 Bezpečnostní pásy	22
3.2.2 Mechanismy zvyšující účinnost bezpečnostních pásů	22
3.3 OMEZOVAČE ZÁDRŽNÉ SÍLY	27
3.3.1 Omezení zádržné síly destrukcí pásu	27
3.3.2 Omezení zádržné síly plastickou deformací	28
3.3.3 Omezení zádržné síly suchým třením	28
3.4 AIRBAGY.....	28
3.4.1 Čelní airbagy	29
3.4.2 Boční airbagy	30
3.4.3 Hlavové airbagy	31
3.4.4 Kolenní airbagy	32
3.4.5 Další používané airbagy	32
3.4.6 Inicializace airbagu	34
3.5 SHRNUÍ KAPITOLY	36
4 PASIVNÍ OCHRANA POSÁDEK PŘI PŘEVOZU PENĚZ	37
4.1 OCHRANNÁ VOZIDLA.....	37
4.2 ROZDĚLENÍ VOZIDEL PRO PŘEPRAVU PENĚZ	38
4.2.1 Polopanceřované vozidlo	38
4.2.2 Celopanceřované vozidlo	39
4.3 NEJČASTĚJI POUŽÍVANÁ PASIVNÍ OCHRANA PŘI PŘEPRAVĚ PENĚZ A CENNOSTÍ.....	41

4.4	SHRnutí KAPITOLY	42
5	PŘEVOZ PENĚZ A CENNOSTÍ	43
5.1	FORMY ZABEZPEČENÍ	43
5.2	KVALIFIKAČNÍ PŘEDPOKLADY POSÁDEK	43
5.2.1	Oblast právní	44
5.2.2	Taktika převozu.....	44
5.2.3	Výcvik osádky a řízení vozidla	44
5.2.4	Výcvik používání zbraně a manipulace s ní.....	44
5.2.5	Ovládání technického vybavení	45
5.3	SHRnutí KAPITOLY	45
6	PLÁNOVÁNÍ A POSTUP PŘED PŘEVOZEM	46
6.1	PLÁN PŘEVOZU PENĚZ	46
6.2	ROZPRACOVÁNÍ TRASY	47
6.3	SKUPINA ZAJIŠTUJÍCÍ PŘEVOZ	47
6.4	SHRnutí KAPITOLY	48
II.	PRAKTICKÁ ČÁST	49
7	SKLENĚNÝ SQIB (GTMS)	50
7.1	KONSTRUKCE GTMS	50
7.2	VÝROBA GTMS INICIÁTORŮ	52
7.2.1	Postup výroby GTMS	53
7.3	VÝROBNÍ TESTOVÁNÍ GTMS INICIÁTORŮ	55
7.4	FUNKCE GTMS INICIÁTORŮ.....	56
7.5	SHRnutí KAPITOLY	57
8	INFLÁTORY	58
8.1	INFLÁTOR S PEVNOU HNACÍ LÁTKOU	58
8.2	INFLÁTOR HYBRIDNÍ.....	59
8.3	PLYNOVÝ INFLÁTOR.....	60
8.4	SHRnutí KAPITOLY	60
9	MODUL AIRBAGU	62
9.1	POUŽÍVANÝ MATERIÁL	63
9.2	VÝROBNÍ PROCES	64
9.2.1	Hnací látka	64
9.2.2	Sestavení inflátoru.....	65
9.2.3	Vak airbagu	65
9.2.4	Konečná montáž modulu airbagu.....	65
9.2.5	Ostatní komponenty	66
9.3	KONTROLA KVALITY	66
9.4	SHRnutí KAPITOLY	66
	ZÁVĚR	67
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	69
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	73
	SEZNAM OBRÁZKŮ	74

ÚVOD

Rozvoj automobilové dopravy a neustále rostoucí silniční provoz je hlavním nositelem potřeby zvyšujících se požadavků kladených na bezpečnost všech vozidel. Nejen že každý nový automobil, který sjíždí z výrobní linky, musí splňovat veškeré bezpečnostní požadavky předepsané legislativou platnou v dané zemi kde je uváděn na trh, ale současně je vyšší bezpečnost automobilu jednou z výsad konkurenceschopnosti soudobých producentů. Stejně tak se v konečném důsledku jedná o jejich skutečný podíl na trhu, a proto jsou producenti automobilů nuceni věnovat čím dál větší pozornost vývoji nových bezpečnostních prvků.

Jednou z potřeb každého člověka je dopravit se z jednoho místa na druhé, a to co nejdříve, avšak zároveň i v pořádku a bez nehody. Vždy je tedy pro každého z nás lepší, když je všeobecný přístup k jízdě ve vozidle v první řadě bezpečný, než abychom se spoléhali, že nebezpečnou situaci, která může nastat, za nás vyřeší bezpečnostní prvky pasivní ochrany. Pasivní bezpečnostní prvky jsou nyní běžnou výbavou každého motorového vozidla a k těm nejvýznamnějším patří zádržné systémy zahrnující bezpečnostní pásy a systémy airbagu. V současnosti jen stěží zahlédneme motorové vozidlo, které by nemělo bezpečnostními pásy osazena všechna sedadla. Stejně tak airbagy jsou již součástí základních výbav, a to i starších modelů, automobilů.

Bezpečnost vozidel, kterou lze realizovat s ohledem na ochranu cestujících jsou z pohledu automobilové techniky zajišťovány dvěma způsoby, a to buď prvky aktivní bezpečnosti, nebo prvky pasivní bezpečnosti.

Nepoužití, a to především pasivních bezpečnostních prvků, stojí za vznikem často vážných zranění. Tato zranění mívají zpravidla těžký a nevratný charakter. Je tak správné a racionální, aby každý z nás, přispěl ke snížení nehodovosti a z toho plynoucích zranění, tím že bude v dostatečné míře využívat všech dostupných prvků aktivní a pasivní bezpečnosti.

Vozidla, která jsou využívána pro převoz peněz musí splňovat legislativou dané nároky na bezpečnost. Současně i firmy realizující tyto převozy by měly zajistit potřebné požadavky. Jedná se především o požadavky na balistickou ochranu a mechanickou odolnost. K těmto účelům jsou převážně používány standardně vyráběné automobily. Ty jsou následně upravovány firmami, které se na tento typ úprav specializují. Podkladem

pro realizaci takových zakázek jsou pro tyto firmy vždy požadavková zadání od konkrétních provozovatelů, tj. firmem zajišťujících převozy peněz.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 AKTIVNÍ BEZPEČNOST

K zajištění snížení možnosti vzniku dopravních nehod jsou řazeny ty prvky aktivní bezpečnosti osobních automobilů, které dopravním nehodám jednak předcházejí, ale současně jim také pomáhají zabránit. Pro zvýšení aktivní bezpečnosti motorových vozidel jsou zásadním přínosem systémy, které snižují jak psychické, tak i fyzické zatížení řidiče. Tyto systémy zabraňují nežádoucí únavě řidiče a napomáhají k jeho koncentraci [1].

Rozdělení aktivní bezpečnosti motorových vozidel:

- jízdní bezpečnost;
- kondiční bezpečnost;
- pozorovací bezpečnost;
- ovládací bezpečnost [2].

1.1 Jízdní bezpečnost

Jízdní bezpečností jsou chápány všechny vlastnosti vozidla, které snižují jeho jízdní nedostatky [3]. Vzhledem k velkému rozdílu mezi různými druhy a typy vozidel, a to z hlediska výkonu motoru a hmotnosti vozidla je nutné stanovení minimálního výkonu s ohledem na výkon a točivý moment. U většiny vozidel je pohon předních kol již standardem a k dosažení dostatečného výkonu a brzdné schopnosti je využíváno dalších funkcí. Mezi tyto funkce lze zařadit například systém protiblokovacího brzdového systému, dále jen ABS. Toto zařízení je určeno k tomu, aby zabránilo točení hnacího kola při rozjezdu vozidla po povrchu s jiným koeficientem tření [4].

Do kategorie jízdní bezpečnosti se řadí:

- výkon a akcelerace;
- směrová stabilita a řízení;
- odpružení;
- aerodynamická stabilita;
- brzdné vlastnosti [3].

„Z hlediska zvyšování bezpečnosti, hospodárnosti a komfortu budoucích automobilů jsou v rámci evropského výzkumného programu Prometheus kromě jiného vypracovány k podpoře při ovládní vozidla (asistenční systémy)“ [1].

Dalšími asistenčními systémy, které podporují řízení vozidla v rámci pohonu, brzdění a zatáčení tak jsou zejména tyto funkce:

- ASR – protiprokluzová regulace;
- ESP – elektronická stabilizace jízdy;
- EBS – elektronická brzdová soustava [1].

1.2 Kondiční bezpečnost

V rámci kondiční bezpečnosti je nastaven přímý vztah mezi komfortem a bezpečností vozidla. Napomáhají tomu různé prvky, které přispívají jak k pohodlnější jízdě, tak současně tím dochází i k eliminaci počtu dopravních nehod. Spoustu těchto prvků, které cestující ve vozidle dnes považují již za samozřejmost, přispívají ke zvýšení celkové úrovně aktivní bezpečnosti [4].

Kondiční bezpečnosti jsou myšlena taková opatření, která zajišťují především komfortní pohodlí pro řidiče a do těchto opatření jsou zahrnuty tyto prvky:

- vnitřní úroveň hluku;
- komfort sezení (geometrie, rozsah seřizování, prodyšnost apod.);
- mikroklima (vytápění, větrání a klimatizace);
- odraz psychické pohody (pozitivně vnímaný interiér) [3].



Obr. 1. Srovnání interiérů Opel Astra a VW Golf VII [2]

1.3 Pozorovací bezpečnost

Do pozorovací bezpečnosti se řadí vše, co je spojeno jednak se zajištěním výhledu řidiče z vozidla, ale rovněž se zajištěním, aby bylo vozidlo samo o sobě dobře viděno [3].

Do pozorovací bezpečnosti tak patří tyto oblasti aktivní bezpečnosti:

- celkový výhled z vozidla;
- výhled dopředu, výhled dozadu;
- pasivní viditelnost (osvětlení a barva vozidla, signalizační zařízení);
- světlomety umožňující osvětlení vozovky [3].

„Pozorovací bezpečnost se váže hlavně k jednomu vjemovému orgánu, kterým je lidské oko, a tudíž znalost fyziologie vidění lidského oka je základ pro správnou koncepci výhledu z vozidla“ [2].

1.4 Ovládací bezpečnost

Ovládací bezpečnost představuje celkovou jistotu obsluhy a spolehlivost vozidla [3]. Do této kategorie bezpečnostních opatření, která snižují možnost vzniku dopravních nehod patří:

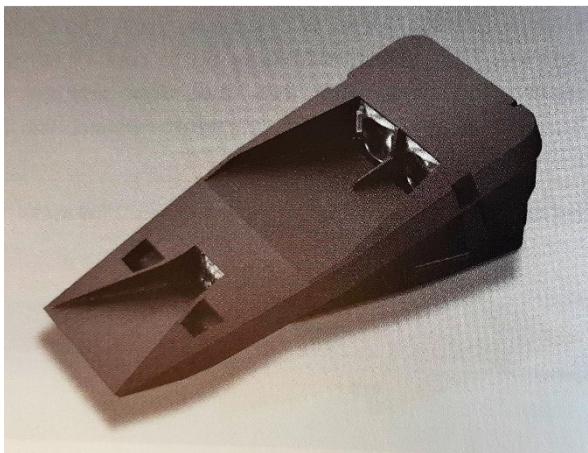
- ovládací síly řízení a brzdění;
- rozmístění ovladačů;
- odpoutání pozornosti (signalizační a kontrolní prvky);
- zvuková signalizace;
- dětská dveřní pojistka;
- nepoškozenost vlivem menších nárazů (bezpečnostní nárazníky) [3].

„Zadávání nejdůležitějších ovládacích funkcí se přednostně děje v bezprostřední blízkosti řidiče se nacházejícími „naslepo vyhledatelnými“ zadávacími prvky, výhodně také ovládacími prvky na volantu. Rozsáhlejší zadávání (jako je např. sestavení seznamu zkrácených telefonních voleb) se z bezpečnostních důvodů připouští pouze při stojícím vozidle“ [1].

1.5 Pokročilé systémové prvky aktivní bezpečnosti

U pokročilého bezpečnostního systému je nutné získat spolehlivé informace o možném dopadu dříve, než dojde k případnému nárazu. V závislosti na dosahu použitého senzoru jsou informace využívány jednak pro pomoc a varování řidiče a současně také pro ochranu spolucestujících. Pro vygenerování spolehlivých informací před možným nárazem je nutné, aby senzor změřil blízkost předmětů v celé oblasti vozidla. Optické snímací systémy tak už prokázaly velmi vysoký potenciál pro splnění těchto náročných požadavků [5].

Konkrétním příkladem může být takzvaný CV senzor neboli nárazový snímač, který se skládá z optického snímacího systému, jenž je namontován v horní oblasti blízko zpětného zrcátka. Nárazový senzor se primárně používá k měření uzavírací rychlosti přibližujícího se objektu. Princip činnosti je založen na tom, že laserová dioda vysílá pulzní infračervené světlo, které se následně odráží od objektu v detekčním rozsahu senzoru [5].



Obr. 2. CV senzor [5]

Senzor byl optimalizován, aby byl schopný pokrýt rozdílné funkce a jeho využití je proto možné jak v aktivní, tak i v pasivní bezpečnosti motorových vozidel [5].

1.6 Shrnutí kapitoly

První kapitola práce obsahuje problematiku v oblastech aktivní bezpečnosti. Především je pojednáno o možnostech vedoucích k zajištění takové jízdy vozidlem, která bude bezpečnější, úspornější, ekologičtější, pohodlnější a současně i účinná. Informační technologie, technické vybavení a další sofistikované úpravy, které jsou používány ve vozidlech, vedou k odlehčení soustředění řidiče a uvolňují tak lidskou kapacitu k lepším reakcím na příchozí dopravní situace. Ty mohou být, v konečném důsledku, překážkou vzniku dopravní nehody. Všechny prvky aktivní bezpečnosti vedou rovněž k odlehčení tělesné námahy řidiče při obsluze vozidla, což je samozřejmě také, z hlediska aktivní bezpečnosti, velmi pozitivní.

2 PASIVNÍ BEZPEČNOST

Následkům dopravních nehod, jimž nebylo možné zabránit bezpečnostně aktivními prvky, čelí prvky pasivní bezpečnosti, které se snaží s co největší účinností tyto nežádoucí dopady snížit. Prvky pasivní bezpečnosti redukuje následky dopravních nehod jednak celou řadou různých úprav konstrukce karoserie, ale samozřejmě také zádržnými systémy. Tyto systémy brání pasažérům v kontaktu s tvrdými interiérovými částmi vozidla a zajišťují tak, aby se bezprostředně po nárazu těla všech cestujících dala do pohybu ve stejném zpoždění jako konkrétní vozidlo [6].

2.1 Vnější pasivní bezpečnost

Vnější pasivní bezpečnost je taková bezpečnost, která řeší vše z vnějších úprav vozidla a současně napomáhá ke snížení závažnosti zranění ostatních účastníků dopravních nehod. Ochrana cestujících je tak určována vnější a vnitřní kompatibilitou [7]. *„Vnější kompatibilitou rozumíme sladění deformačních sil a deformačních drah se zřetelem na rozdělení nárazové (absorbované) energie všech účastníků nehody k dodržení biomechanických mezních hodnot a zachování prostoru pro přežití“* [7].

Vnější pasivní bezpečnost zahrnuje opatření ke zmenšení následků nehody, která spočívají v těchto obrysových provedeních karoserie:

- *„zaoblení vnějších hran;*
- *nárazníky;*
- *deformační vlastnosti přídě;*
- *zamezení podjetí osobního auta pod nákladní;*
- *absorbéry nárazové energie;*
- *kliky, závěsy, tlačítka;*
- *raménka stěračů;*
- *kryty kol;*
- *mřížky, vstupní otvory pro vzduch;*
- *štítky světlometů;*
- *ochranné systémy při srážce s chodcem“* [6].

2.2 Vnitřní pasivní bezpečnost

Do vnitřní pasivní bezpečnosti se řadí taková opatření, která vedou ke snížení následků dopravní nehody a současně brání nebo předchází zranění posádek. Vnitřní bezpečnost lze rozdělit do pěti oblastí a ty jsou přiblíženy v následujících podkapitolách [3].

2.2.1 Ochrana proti dalšímu nárazu

K ochraně proti dalšímu nárazu cestujících přispělo v poslední době celkové uspořádání vnitřku vozidla, které bylo vyústěním značnému pokroku v této oblasti [8]. „*Analýzou úrazů při čelních nárazech byl zajištěn podíl některých částí vnitřku vozidla, které nejčastěji způsobují poranění*“ [8]. Vyústěním tohoto nezbytného pokroku byla různá vylepšení, která respektují základní vyhláškou stanovené požadavky na vnitřní vybavení vozidel [8].

Jedná se tak o požadavek na celoplošné polštářování volantu, správnou funkci deformování věnce volantu, zabránění vniknutí řídicího ústrojí do vnitřního prostoru a zajištění poddajnosti volantu do všech stran, a to i při situaci bočního nárazu. Dále se jedná o to, aby bylo zabráněno zraněním o ostré hrany tím, že je polštářován okenní A sloupek. Polštářování je vyžadováno i u spodní strany přístrojové desky, což při nárazu kolen zajistí, aby byla energie vzniklá nárazem pohlcena [8].

Dalším požadavkem na vnitřní vybavení vozidel je nutnost mít pro boční ochranu a zejména pro situace při kterých dochází k bočním nárazům, jednak speciálně vytvarovaná sedadla s bočními opěrkami, které jsou umístěny v úrovni ramenních kloubů, ale rovněž čalouněné dveře, jemně čalouněné sloupky či zapuštěná madla a kliky [8].

Posledním vylepšením respektující požadavky na vnitřní vybavení vozidel zajišťující ochranu cestujících při nehodách, jež nelze zajistit bezpečnou vnitřní výbavou ani bezpečnou stavbou karoserie, je v souladu s dodržáním potřebných biomechanických limitů použití zádržných systémů [8].

2.2.2 Deformovatelná před' a zád' motorového vozidla

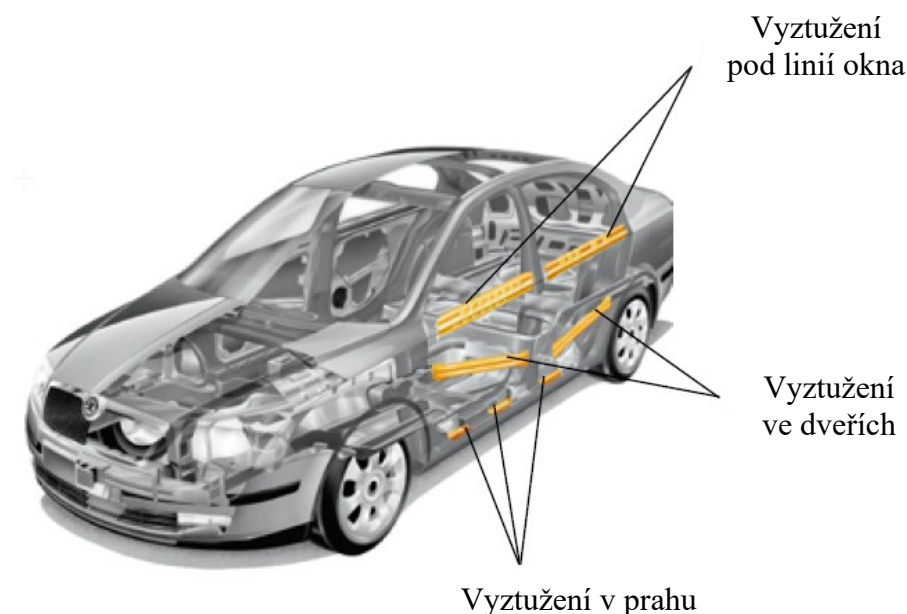
S ohledem na dostačující délky deformačních zón jsou k pohlcení nárazové energie vhodné především přední a zadní části vozidla [8]. „*Velikost kinetické energie nárazu, která musí být přeměněna v deformační práci strukturou obklopující prostor pro cestující, závisí na intenzitě a směru srážky*“ [8].

V minulosti bylo směřování výzkumu namířeno především na čelní skladbu vozidla, jelikož nejběžnějším nárazem je čelní náraz. Přední struktura z hlediska deformačních vlastností je u vozidel v provedení obvykle dvěma podélnými nosníky a nárazové síly jsou tak zachycovány předním rámem a příčnicí. Z hlediska nárazové síly je u zadní části vozidla vhodné zachycovat tuto sílu střeou a spodní částí karoserie [8].

2.2.3 Zachování prostoru pro přežití

Zachováním prostoru pro přežití projevuje vozidlo dostatečnou odolnost karoserie při bočním nárazu, čelním nárazu, převrácení a při posunutí nákladu [3]. „*Vnitřní prostor musí být dostatečně tuhý, zadržovací systém musí být bezpečně zakotven, místní vniky částí vozidla do kabiny co nejmenší a musí být zachován dostatečně velký prostor pro přežití (dostatečně velká dráha k dopřednému přemístění cestujících při nárazu)*“ [8].

Vhodně zvolené řešení okenních a dveřních sloupků zvyšuje pevnost karoserie. Potřebné deformační délky jsou u boční struktury vozidla velmi malé, a proto je zde schopnost absorbovat energii celkově málo pravděpodobná. Vůči bočním nárazu lze ochranu cestujících zvýšit také vhodně tvarovanými sedadly [8].



Obr. 3. Vyztužení karoserie automobilu Octavia II [9]

„*Při převrácení vozidla musí vozidlo během relativně dlouhé dráhy (vzhledem k čelnímu nárazu) zachycovat malou energii. Důležité je, aby konstrukce střeou byla dostatečně tuhá, aby byl zajištěn prostor pro přežití při pohybu převráceného vozidla, popř. i při vícenásobném překlopení*“ [8].

Vhodným provedením struktury přední části vozidla, a to například prvky, jež se při nárazu zlomí eventuálně prolomí, lze dosáhnout požadovaných deformačních vlastností předě. Stavbou takového vozidla je pak možné docílit jednak bezpečnost cestujících ve vozidle, ale současně i bezpečnost chodců [8].

2.2.4 Ochrana proti vymrštění osob z motorového vozidla

Ochrana proti vymrštění osob je zajišťována dostatečně kvalitními dveřními zámky a závěsy, které zajistí, aby při nárazu nemohlo dojít k otevření dveří při zachování jejich normální funkce. Další ochranou proti vymrštění jsou zádržné systémy, které mají za úkol pevně podržet pasažéra při zpoždování po nárazu vozidla [7].

Třetí a poslední takovou ochranou jsou vrstvená bezpečnostní skla, která jsou složena ze tří vrstev sklo-fólie-sklo, což zaručí, že při jejich rozbití nedojde k poranění pasažéra a současně zajistí, aby úlomky skla zůstaly celistvé [7].

2.2.5 Ochrana proti požáru

Ačkoliv k požáru vozidla dochází jen zřídka, tak jeho následky jsou obzvlášť nebezpečné. Požár vznikne při nárazu vozidla výlučně v situaci, kdy dojde k současnému splnění dvou okolností. První je, že se vytvoří zápalná směs ve vzduchu v poměru, jež je pod kritickými hranicemi 1,4 až 6 % a druhá, že k zapálení této směsi dojde jiskrou, která může vzniknout z jediného zdroje, a to z elektrického vedení při násilném poškození vozidla [8].

Hořlavost materiálů ve vnitřním vybavení karoserie je určeno aktuálně používanou normou. Současně jsou dány platným předpisem i požadavky na kvalitu a umístění palivové nádrže, palivového vedení a ostatních dílů palivové soustavy. U palivové nádrže je současně nutné provádět kontroly vnitřní hydraulickou tlakovou zkouškou [8].

2.3 Shrnutí kapitoly

Touto kapitolou práce jsou, v její první části, popsány prvky vnější pasivní bezpečnosti, kterými je řešeno vše, co se týká vnější úpravy vozidel, což v konečném důsledku pomáhá snižovat závažnost zranění všech ostatních účastníků dopravních nehod. Druhá část kapitoly pak věnuje svou pozornost popsání vnitřní pasivní bezpečnosti. Tady je zmíněno pět oblastí, do kterých je vnitřní pasivní bezpečnost rozdělena. Jsou to takové oblasti, jež zahrnují opatření, která brání nebo předchází zranění posádek a současně vedou ke snížení následků dopravních nehod.

3 PRVKY PASIVNÍ BEZPEČNOSTI

Prvky pasivní bezpečnosti lze chápat jako soubor všech konstrukčních a výrobních opatření, které mají sloužit k omezení pravděpodobnosti vzniku zranění, ztrát lidských životů a eventuálně i ke zmenšení výše škod na hmotném majetku. Není pak rozhodující, zda se taková nehoda stane vlivem selhání lidského faktoru, aktuálního stavu vozovky, nebo technickým stavem vozidla [7].

3.1 Deformační zóny

Dvěma podstatným funkcím musí stavba karoserie z hlediska pasivní bezpečnosti a tím i deformačních zón bezpodmínečně vyhovovat [8]. „*Nosná struktura musí mít při kolizi podle druhu namáhání dostatečnou schopnost absorpce energie, která zaručuje nepřekročení biometrických tolerančních limitů. To znamená, že nosná struktura karoserie musí mít při své deformaci takovou silovou charakteristiku, aby zpoždění člověka ve vozidle nepřekročilo mezní hodnoty. Na druhé straně nesmí být deformace nosné struktury tak velká, aby byl narušen vnitřní prostor pro posádku (kompresní nebo řezné zranění osob)*“ [8].

U více než 60 % srážek dochází k poškození přídě vozidla. Oproti tomu u bočních stran vozidla se jedná o 25 % srážek. Pokud se tedy pozornost primárně zaměří na ochranu cestujících z přední strany vozidla měly by mít deformační oblasti etapovitý průběh se čtyřmi fázemi:

- ochrana při malých rychlostech;
- kompatibilita malé síly;
- vlastní ochránění;
- zachování prostoru pro přežití [8].

3.2 Zádržné systémy

Zádržné systémy jsou kombinací bezpečnostních pásů a airbagů. Celkový prostor pro cestující tak musí splňovat jisté podmínky a požadavky [4]. Úkolem samotného zádržného systému je zajistit, aby byl cestující při nárazu a následném zpomalování vozidla pevně fixován. Kombinace bezpečnostních pásů a airbagů je nejpoužívanější zádržný systém [3].

3.2.1 Bezpečnostní pásy

K tomu, aby bylo tělo ochráněno před nárazem do tvrdých konstrukcí vozidla či ostatních spolucestujících jsou používány bezpečnostní pásy. Automobily, které sjíždí s výrobních linek v současné době jsou již na všech sedadlech opatřeny tříbodovými samonavíjecími bezpečnostními pásy [6].



Obr. 4. Bezpečnostní pás tříbodový [10]

Pokud pak analyzujeme výkon samotného tříbodového pásu při čelních srážkách, tak cestující se nejprve pohybuje vpřed vzhledem k vnitřnímu prostoru vozidla, dokud není pás zablokován. Poté relativní pohyb vůči tělu pokračuje nižší rychlostí. Nad ním je položen pohyb cestujícího směrem dolů vlivem břišního pásu. Tento účinek a omezení prodloužení řemenu díky jeho konstrukci vytváří v konečné fázi nehody silnější rotaci hlavy. Tato rotace hlavy je pak snížena výrazně předními airbagy [4].

3.2.2 Mechanismy zvyšující účinnost bezpečnostních pásů

Pro správnou a spolehlivou funkci bezpečnostních pásů a s tím spojenou bezpečnou funkcí airbagů je používán mechanismus zvaný předpínač pásu. Cílem tohoto mechanismu je, aby byl cestující k sedadlu přitažen co nejpevněji a zvýšila se tím účinnost bezpečnostního pásu jako takového. Předpínač při nárazu omezí vůli mezi cestujícím a pásem což se okamžitě projeví tím, že se pás přibližně o deset centimetrů zkrátí. Zamezí se tak tomu, aby se tělo cestujícího dalo do nežádoucího pohybu a následné vnoření hlavy i hrudníku do airbagu tak nastalo ve vhodný okamžik [11].

Předpínací mechanismy jsou rozděleny na:

- mechanické;
- pyrotechnické [12].

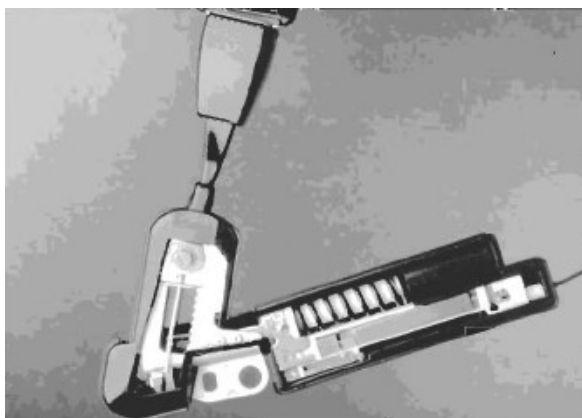
Předpínače pásů jsou součástí celého systému bezpečnostních pásů a jejich umístění ve vozidle se může lišit v závislosti na jeho druhu. Umístění předpínače pásů proto může například být:

- v „B“ sloupku;
- vedle sedadla na prahu;
- po bocích na zadním sedadle [9].

Jak bylo popsáno výše, tak pro optimální synchronizaci bezpečnostních pásů s airbagy vozidla existují další subsystemy, které jsou blíže představeny v následujících dvou podkapitolách [4].

Mechanický předpínací mechanismus

Jedná se v podstatě o předepnutou pružinu s mechanickým uvolněním. Jakmile vozidlo dosáhne nebo překročí určitou úroveň zpomalení, mechanický předpínač řemenu je aktivován pružinou, která předpíná pás v čase 10 ms se silou až 2000 N. Mechanický napínač pásu, je často již součástí západky pásu [4].



Obr. 5. Mechanický předpínač [4]

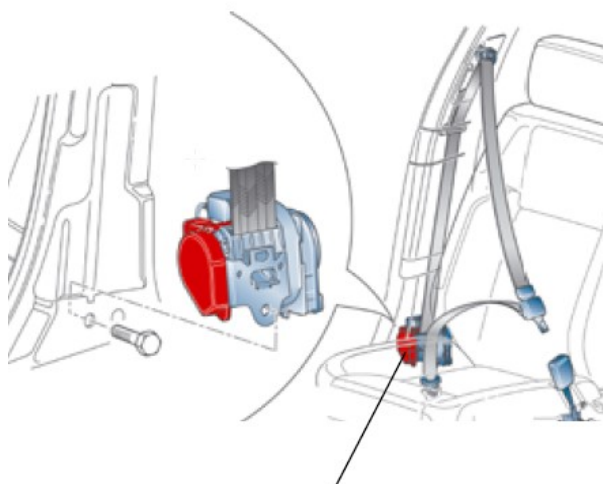
Mechanický předpínací mechanismus se dnes už nepoužívá, jelikož pyrotechnický předpínač je mnohem flexibilnější v přizpůsobení se do vozidel a je rovněž lepší ve svém celkovém provedení [4].

Pyrotechnický předpínací mechanismus

Jedná se dnes o nejpoužívanější mechanismus předpínačů pásů [13]. „V případě nárazu nebo velkého zpomalení je odpálena pyrotechnická patrona. Vzniklý tlak plynu je pak vhodným způsobem použit k přitažení bezpečnostního pásu. Nevýhodou u tohoto typu je, že jakmile je aktivován, nelze jej znovu použít a musí se vyměnit za nový“ [13].

K nejčastěji používaným pyrotechnickým předpínačům pásů patří:

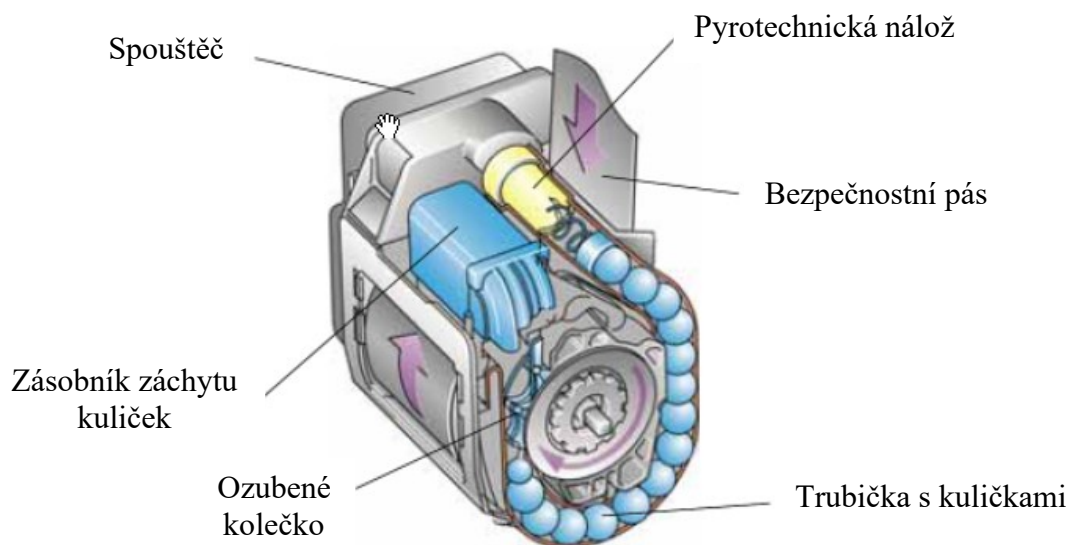
- kuličkový předpínač pásů;
- hřebenový předpínač pásů;
- předpínač pásů na principu Wanklova motoru [9].



Kuličkový předpínač pásů

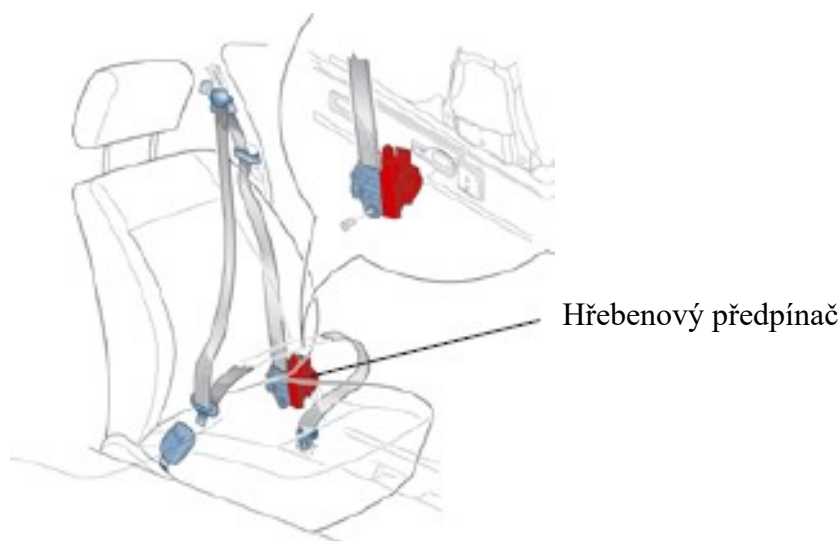
Obr. 6. Předpínací kuličkový mechanismus [9]

Kuličkový předpínač – jedná se o kuličkami poháněnou jednotku. Uložení těchto kuliček je v trubičkovém zásobníku a pokud dojde k nehodě, tak je spouštěčem zapálena hnací nálož. Aktivace předpínače s elektrickým aktivováním je realizováno pomocí řídicí jednotky airbagu [9]. „Po zapálení hnací nálož se uvedou kuličky do pohybu a začnou otáčet ozubeným kolem. Ozubené kolo je spojeno s navijecím bubnem, který navijí (utahuje) bezpečnostní pás. Kuličky, které prošly ozubeným kolem, jsou zachyceny v zásobníku na zachytávání kuliček,, [9].



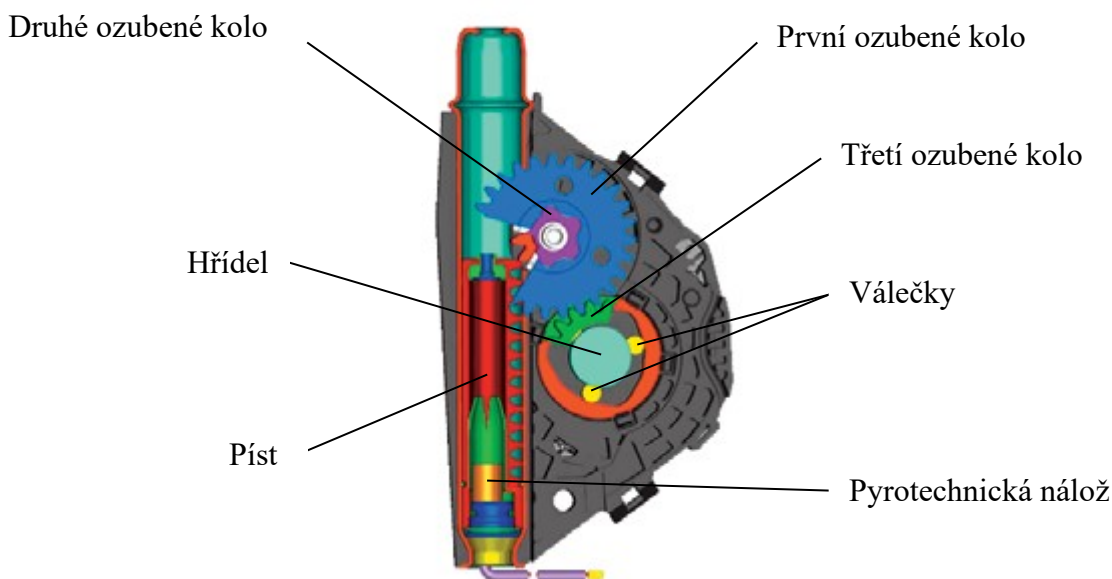
Obr. 7. Předpínač bezpečnostního pásu s kuličkovým pohonem [9]

Hřebenový předpínač – jedná se o předpínač pásů, který je založen na principu ozubené tyče. Tato ozubená tyč je prvkem navijecího automatu předního sedadla a je spouštěn elektrickou aktivací [9].



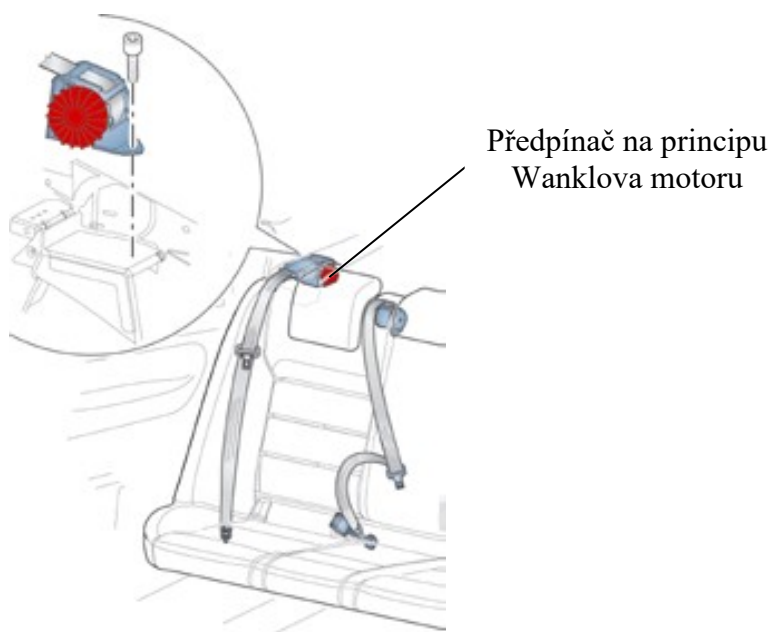
Obr. 8. Předpínací hřebenový mechanismus [9]

Předpínač pracuje tak, že nejprve je zapálena pyrotechnická nálož roznětkou, což ve válci pístu vyrobí tlak. Píst je v záběru s druhým ozubeným kolem, a to je spojené s ozubeným kolem prvním. První ozubené kolo je pak v záběru s ozubeným kolem třetím. K zaklínění hřídele dojde tím, že jsou válečky uvedeny do pohybu, a tím se na něj přenesou točivý pohyb. Tímto se začne bezpečnostní pás utahovat [9].



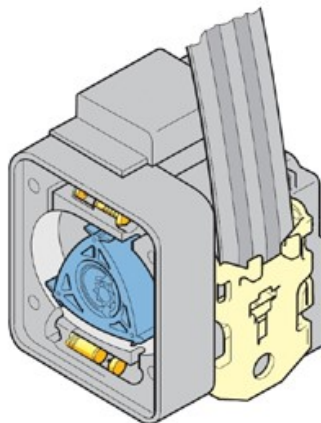
Obr. 9. Předpínač bezpečnostního pásu na principu ozubené tyče [9]

Předpínač pásů na principu Wanklova motoru – může být s rotačním pístem, a to buď s mechanickou aktivací, nebo s aktivací elektrickou. Je vyráběn jako součást navíjecího automatu a používán je jako předpínač pro boční zadní sedadla [9].



Obr. 10. Předpínač na principu Wanklova motoru [9]

Činnost předpínače spočívá v postupných krocích. Tím prvním krokem je aktivace zapálením hnací nálož. Následně pak dochází k tomu, že rozpínající se plyn pootočí rotačním pístem, který zapříčiní, že dochází k zapálení hnacích nálož, a to jak v druhé, tak i v třetí komoře. Bezpečnostní pás je pak utahován pomocí navíjecího bubnu spojeným s rotačním pístem, u kterého již před tím došlo k ukončení jeho rotace [9].



Obr. 11. Detail předpínače na principu Wanklova motoru [9]

Předpínací mechanismy jsou tak fakticky nepostradatelné doplňky bezpečnostních pásů, které napomáhají správnému fungování airbagu [11]. „Okamžik spuštění předpínačů není náhodný, ale je stanoven na základě důkladné analýzy tak, aby jejich účinek byl v souladu s působením airbagů. Aby nedocházelo k nežádoucímu poranění vlivem působení příliš pevně přitažených pásů, jsou tyto pásy vybaveny omezovači síly“ [11].

3.3 Omezovače zádržné síly

Omezovače zádržné síly se u vozidel používají, jako redukce působení předpnutých pásů a nedocházelo tak k ohrožení zdraví pasažérů, které je způsobováno překročením hranice mechanické odolnosti kostí a svalů člověka. V případě nárazu, kdy dochází k aktivování přepínacího zařízení je při působení síly 6 kN zahájena činnost tohoto mechanismu, což má za následek, že je pás o několik centimetrů stažen a pasažér zůstane v sedadle důkladně zafixován [13].

Omezovače zádržné síly jsou nejčastěji realizovány:

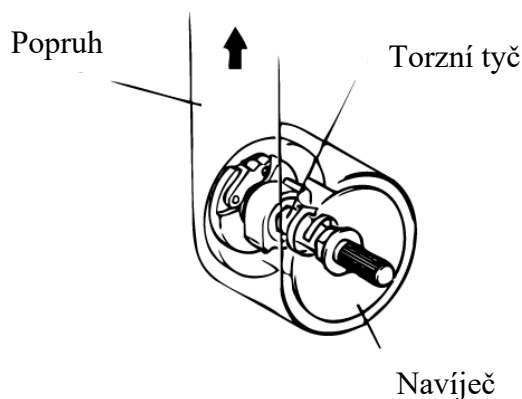
- destrukcí bezpečnostního pásu;
- plastickou deformací torzní tyče;
- suchým třením třecího obložení [13].

3.3.1 Omezení zádržné síly destrukcí pásu

Omezení zádržné síly pomocí destrukce pásu je založeno na prodloužení bezpečnostního pásu o několik centimetrů vlivem do pásu předem vyrobených několika trhacích švů. Konstrukce švů je navržena tak, by byly švy roztrženy v důsledku konkrétní síly způsobené nárazem [13].

3.3.2 Omezení zádržné síly plastickou deformací

V případě omezení zádržné síly plastickou deformací dochází k deformaci torzní tyče, která je umístěna na bubnu navíječe bezpečnostního pásu. Tento druh omezovače se z těchto tří uvedených omezovačů zádržné síly, z pohledu vlivu působení na tělo pasažéra a průběhu síly, jeví jako nejvhodnější [13].



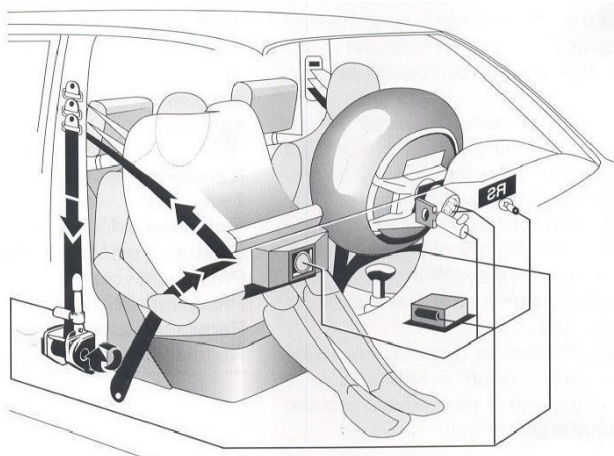
Obr. 12. Navíječ s deformující se torzní tyčí [13]

3.3.3 Omezení zádržné síly suchým třením

„U omezovače síly s využitím tření je síla snížena třením ploch třecího obložení na cívce pásu v odvíjecím zařízení. Průběh působící síly už není tak ideální jako v případě deformace torzní tyče. V tomto případě je poněkud skokový“ [13].

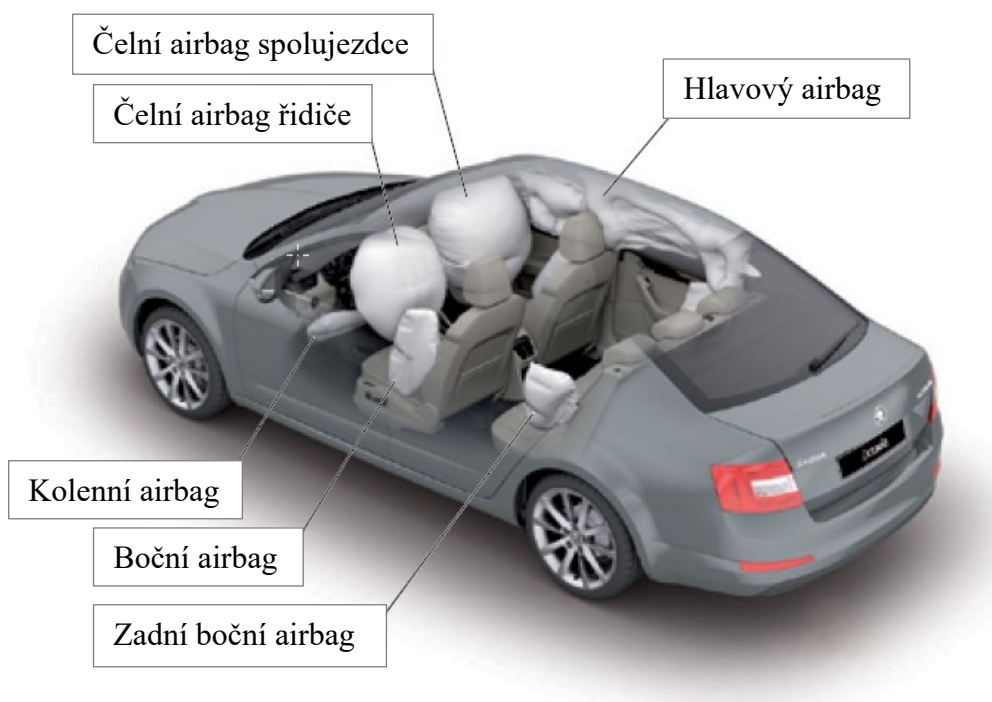
3.4 Airbagy

Jedná se jeden z významných prvků pasivní bezpečnosti, které spolu s dalšími částmi, kterými jsou bezpečnostní pás a předpínač bezpečnostních pásů, chrání pasažéra proti střetu s tvrdými interiérovými částmi vozidla. V klidovém stavu je urovnán do poměrně malého objemu a složen z těchto tří částí – plynového generátoru, polyamidové tkaniny a senzoru zrychlení [14].



Obr. 13. Zádržné systémy pro cestující [15]

Dle druhu a provedení může být vozidlo vybaveno rozdílným množstvím a různými typy airbagů [9]. „Systém airbagů je ovládán řídicí jednotkou airbagů s integrovanými senzory. Elektronika integrovaná v řídicí jednotce airbagu má za úkol zaregistrovat zpomalení, příp. zrychlení vozidla a rozhodnout, zda je nutná aktivace ochranných systémů“ [9].

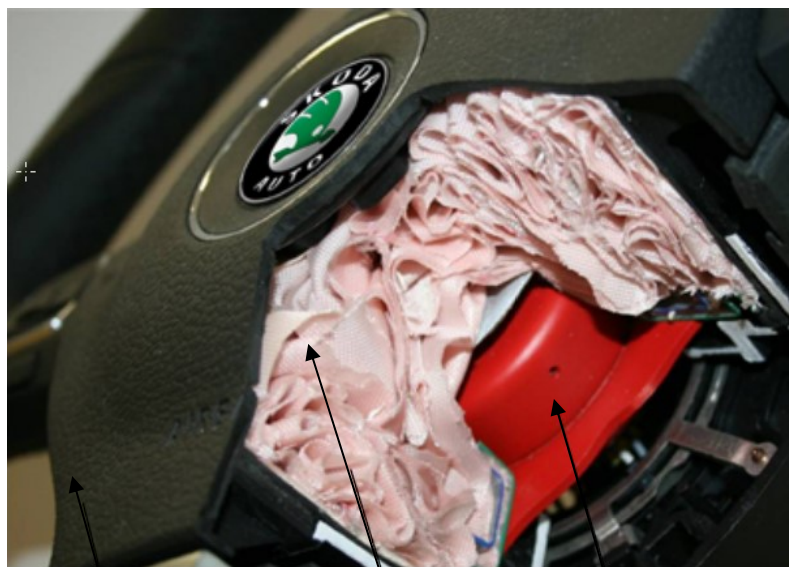


Obr. 14. Umístění airbagů Octavia II [9]

3.4.1 Čelní airbagy

Úkolem čelních airbagů je zamezit střetu hlavy a hrudníku řidiče a spolujezdce na přením sedadle s některou z pevných částí vozidla, a chránit tak tyto osoby před poraněním, a to do rychlosti 60 km/h. Pokud vezmeme v potaz čelní náraz způsobený dvojitým vozidlem,

tak zde platí, že účinnost čelních airbagů je do relativní rychlosti 100 km/h. V rámci tak masivního nárazu nezvládne samotný předpínač zamezit, aby došlo ke střetu hlavy řidiče s volantem, a proto mají airbasy podle typu vozidla a místa vestavění rozdílné a povaze vozidla přizpůsobené množství naplnění i průběh zvýšení tlaku [16].



Plastový kryt Vzduchový vak Generátor plynu

Obr. 15. Čelní airbag řidiče [9]

Čelní airbasy jsou běžně umístovány do hlavy volantu u řidiče a do přístrojové desky před spolucestujícího sedícího na předním sedadle vedle řidiče [16].

3.4.2 Boční airbasy

Zvláštními konstrukčními rysy tohoto systému jsou senzory pro vyhodnocení bočního zrychlení a airbasy, většinou instalované bočně na vnější straně opěradla sedadla. Protože volná vzdálenost mezi vnitřními dveřmi a cestujícími je na straně mnohem menší. Při nárazu ve srovnání s čelními srážkami se musí všechny události související s výkonem airbagů objevit rychleji. Například snímač bočního nárazu vyžaduje silné spojení mezi spodní částí dveří a vnější částí podlahového panelu a umístěním senzoru. Výsledky se samotným trupovým airbagem by nebyly dostatečně účinné, pokud jde o ochranu hlavy při bočních nárazech. Z tohoto důvodu byl airbag pro boční náraz namontovaný na vnější straně vnitřní střešy, což bylo pozitivním krokem k dalšímu snížení zranění při bočních nárazech [4].



Obr. 16. Boční airbag [12]

Základ dobré ochrany proti bočním nárazům je díky různorodosti nehod zajištěno kombinací bezpečnostních pásů, silných sedadel, dobré konstrukci kabiny a pevným spojením mezi vnějšími částmi vozidla [4].

3.4.3 Hlavové airbagy

Hlavové airbagy nazývané také okenní slouží k ochranění pasažérů při bočních nárazech. Tyto vaky doplňují klasické boční airbagy a slouží současně k ochraně pasažérů na předních, tak i zadních sedadlech [16]. „Okenní airbag se skládá z asi dva metry dlouhého, 35 cm širokého a 6 cm silného nafukovacího vaku, který je upevněn na interiérové straně rámu střechy a sahá od předního až po zadní střešní sloupek. V případě nárazu se vak nafoukne ve stejném okamžiku jako postranní airbag a rozprostře se po celé délce interiéru jako nafukovací záclona. Tím brání nárazu hlavy řidiče nebo spolujezdce do postranního skla, střešního sloupku nebo rámu a díky své velikosti chrání zároveň hlavy cestujících na zadních sedadlech“ [16]. Standartní hlavový airbag je realizován soustavou až devíti bezpečnostních vaků, které tak svou rozlehlostí brání současně proniknutí okenních střeňů, ale i jiných předmětů do interiéru vozidla [16].



Obr. 17. Hlavový airbag [12]

Bočního hlavového airbagu lze také využít při nehodách, kdy dochází k převrácení. Je tak znemožněn kontakt hlavy s vnitřkem vozidla, protože převrácení trvá déle než pět sekund, a proto ve srovnání s milisekundami při čelním a bočním nárazu, musí být konstrukce airbagu změněna tak, aby se airbag plnil za delší dobu [4].

3.4.4 Kolenní airbagy

Osazení kolenního airbagu je situováno do prostoru dolních končetin řidiče pod přístrojovou deskou. Jeho úkolem je zamezit střetu spodní části těla, především kolen řidiče s částmi jak přístrojové desky, tak i částmi pod ní [9].



Obr. 18. Kolenní airbag [6]

Aktivace kolenního airbagu je vždy časově srovnatelná s aktivací airbagu řidiče, a tím je zajištěno, aby nedocházelo k možnosti vzniku zranění nohou řidiče, lépe řečeno, aby tato možnost byla snížena na minimum. Dochází současně k znemožnění podklouznutí trupu řidiče pod přístrojovou deskou, což má za následek účinnější funkci zbývajících prvků zádržného systému. Z důvodu malé styčné plochy kolen řidiče s bezpečnostním vakem je tento airbag podstatně pevnější a vnitřek kolenního vaku je potažen vrstvou silikonu, neboť je tím bráněno nechtěnému úniku plynu z airbagu. U kolenního airbagu nedochází na rozdíl od čelního a bočního airbagu k následnému vyfukování [9].

3.4.5 Další používané airbagy

Kromě výše uvedených airbagů jsou možné i jiné aplikace airbagů, které jsou již vidět v současnosti vyráběných automobilech. O těchto bezpečnostních vacích je pojednáno v následujících kapitolách [4].

Mezipasažerový airbag

Úlohou mezipasažerového airbagu je zabránit při bočním nárazu srážce hlavy pasažéra sedícího na předním sedadle s hlavou vedle sedícího spolujezdce, jakožto i srážce hlav pasažerů sedících na zadních sedadlech. Jejich funkčnost je obdobná jako u bočních airbagů. Mezipasažerový airbag je umístován do prostoru mezi sedáky, nebo také do bočnic těchto sedáků, avšak jsou situované na druhou stranu, než airbasy boční [6].



Obr. 19. Mezipasažerový airbag [6]

Airbag v bezpečnostním pásu

Hlavním úkolem airbagu umístěného v bezpečnostním pásu je rozložení síly, která při nárazu vozidla vzniká a působí destruktivně na hrudní koš pasažéra [6]. „Snižují riziko poranění hrudníku a nekontrolovatelného pohybu hlavy a krku. Tyto pásy se používají na zadních sedačkách, které nejsou opatřeny klasickými airbasy“ [6].



Obr. 20. Nafukovací bezpečnostní pás [6]

Hlavový airbag pro cestující na zadních sedadlech

Jak už je z názvu patrné, tak tento airbag plní funkci ochrany pasažérů sedících na zadních sedadlech a snižuje tak možnost poranění jejich hlav při nárazu do vozidla ze zadní strany. Jeho umístění je situováno do čalounění nad okno umístěné vzadu [6].

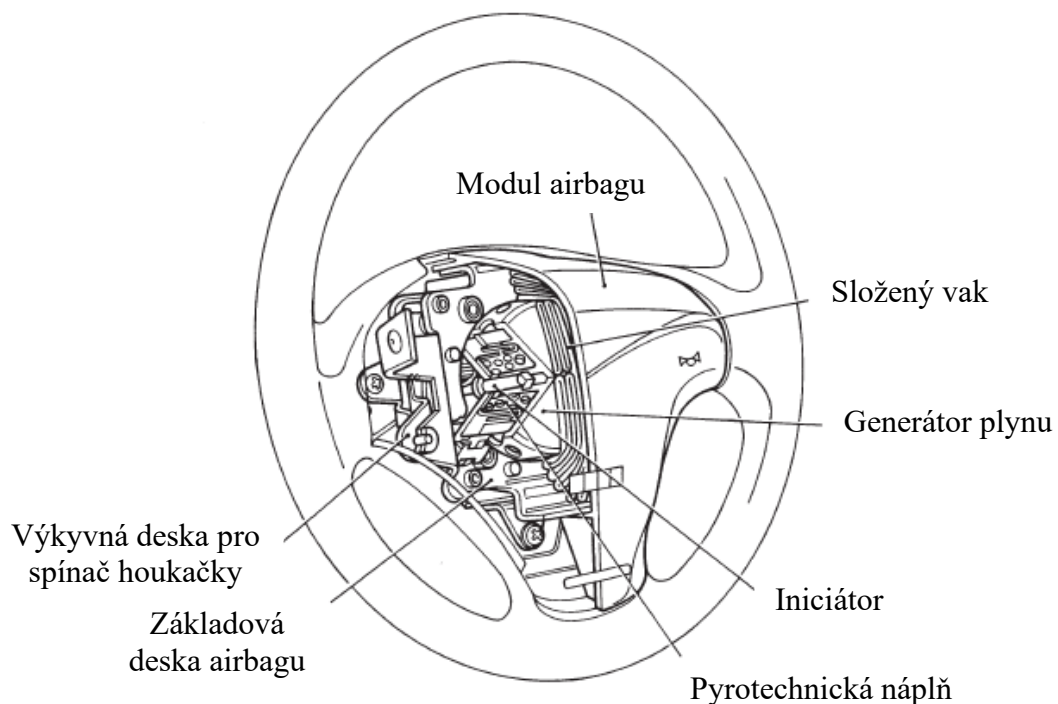


Obr. 21. Hlavový airbag pro náraz zezadu [6]

3.4.6 Inicializace airbagu

Uvedení airbagu v činnost je řízeno elektronickou spouštěcí jednotkou, která předává podnět v podobě impulsu. Tento podnět vede k odstřelení pyrotechnické nálože airbagů, což následně uvolní inflátorem náplň ve formě stlačeného a zdraví neškodného plynu a dochází tak k naplnění vaku airbagu. K nafouknutí airbagu spolujezdce dochází za delší

časový úsek než u řidiče, nicméně tato prodleva je přípustná, jelikož vzdálenost spolujezdce od palubní desky je větší, než je vzdálenost mezi řidičem a volantem. Hodnoty snižování rychlosti, při kterých jsou airbagy iniciovány, je nutno naprogramovat tak, aby pyrotechnická náplň nebyla odstřelena při nejvyšším možném zpomalování, které je při standardních podmínkách možno vozidlem vytvořit brzdami. Vhodné snižování rychlosti, které je nezbytné k požadovanému uvedení airbagů v činnost, je tak určeno výpočtem a ověřeno testováním [16].



Obr. 22. Součásti airbagu řidiče [17]

Za chodem a přesným ovládáním všech airbagů stojí jedna centrální elektronická spouštěcí jednotka, která je připojena k čidlu snižování rychlosti. Bezpečnostní vaky, které reagují v návaznosti na vyslání impulsu spouštěcí jednotkou, musí být naplněny za značně krátký časový úsek, jelikož vzdálenost těla řidiče nebo spolucestujícího a eventuálním místem střetu je značně malá. Jestliže spouštěcí jednotka obdrží podnět v podobě impulsu, že došlo k rozpoznání nárazu a tím spojeným zpomalením vozidla, tak musí časově správně určit, zda má být aktivován spouštěcí okruh airbagů, a to s ohledem na různé druhy nárazů. V případě kladného podnětu posílá spouštěcí jednotka impuls k odpálení pyrotechnické náplně a příslušný generátor plynu tak okamžitě nafukuje bezpečnostní vak [16].

„Naplnění vaků trvá řádově milisekundy (u řidiče asi 0,035 sekundy). U spolujezdce může být doba nafouknutí větší, protože dráha hlavy/těla spolujezdce k vaku na palubní desce

je větší (doba nafouknutí je asi 0,045 sekundy po nárazu). To je dříve, než se do vaku zaboří hlava člověka, která se zadrží a poté se začne vracet zpět. V tento okamžik již probíhá fáze vypuštění vaku, aby řidiče nebo spolujezdce nezadusil“ [16].

Materiál airbagu má určitou hybnost a tkanina se neustále pohybuje, což v konečném důsledku vytváří podtlak. Airbag má v tkanině řadu ostrých záhybů, rozvíjející pohyby vaku jsou velmi složité a dle použitého typu záleží na způsobu jeho skládání. Ve chvíli, kdy materiál airbagu dosáhne na své dráze geometrických limitů a tlak již nestoupá, tak se jedná o bod, ve kterém je tlak vaku k dispozici jako zádržný mechanismus pro cestující [18].

Velikost airbagu řidiče je přibližně 60 litrů a u spolujezdce přibližně 120 litrů. Ve většině případů je materiál vaku obvykle polyamid. Geometrické rozložení závisí především na samotném typu vozidla. Na straně řidiče často nalézáme airbag ve tvaru válce a straně spolujezdce se airbag pro změnu podobá trubici. Vnitřek vaku je u některých airbagů tvořen proužky, které brání tomu, aby se tvar airbagu deformoval a stal se nespolehlivým [4].

3.5 Shrnutí kapitoly

Třetí kapitola teoretické práce specifikuje důležité prvky pasivní bezpečnosti, které při nehodách napomáhají k dodržení nepřekročení biometrických limitů lidského těla. Pozornost tak je věnována jak deformačním zónám, tak i zádržným systémům, u kterých je klíčovým kritériem pro jeho kvalitu perfektní kombinace všech ostatních prvků pasivní bezpečnosti, jako jsou například omezovače zádržné síly. Dále jsou konkretizovány nejpožívanější systémy airbagů, které mají vůči bezpečnostním pásům jednu výhodu, a tou je přímá ochrana hlavy před nárazem na interiér vozidla. Poslední podkapitola navazuje na předchozí a je ní popsán postup při aktivaci airbagu řízený centrální spouštěcí jednotkou.

4 PASIVNÍ OCHRANA POSÁDEK PŘI PŘEVOZU PENĚŽ

Je nezbytné chápat převoz peněz a jiných cenností obecněji, jelikož širší přepravovaného sortimentu je mnohem rozmanitější, než by se na první pohled mohlo zdát [19]. „V jednotlivých případech se jedná o hotovost (papírové peníze a mince ČR, devizové oběživo), cenné papíry (akcie, úřední listiny a spisy, depozitní listy, osobní údaje na jakémkoliv nosiči), ceniny (známky, kolky, dálniční známky, dopravní známky, známky MHD atd.), drahé a ušlechtilé kovy, drahokamy a šperky, kožichy, koberce, obrazy, umělecké předměty, historické artefakty (viz převoz Věstonické Venuše na výstavu do Národního muzea), sběratelské sbírky, obchodní a výrobní dokumentace atd. Zvláštní pozornost se musí věnovat převozu zbraní a výbušnin a rovněž převozu radioaktivního materiálu a nebezpečných látek (kyselina, rtuť apod.)“ [19].

4.1 Ochranná vozidla

Pro převoz peněz a jiných cenností, jsou převážně používány standardní automobily, které prochází úpravou ve specializovaných a na tuto činnost orientovaných firmách. K přepravě obsahu větších hodnot se používá opancéřovaných vozů. Tyto opancéřované vozy jsou většinou obvyklé užitkové a osobní automobily standardní konstrukce přestavěné na bezpečnostní speciály. Některá vozidla vypadají jako normální dodávky, u jiných je hned zřejmé, o jaké vozidlo se jedná. Podle toho, co je pro konkrétní zakázku vhodné, bezpečnostní agentury rozhodují, zda použijí vozidlo nenápadné, nebo vozidlo, které bude nápadnější a bude svou robustností představovat náročnou a respekt budící bariéru [20].



Obr. 23. Pancéřové vozidlo [21]

Dvoustopá sériově vyráběná motorová vozidla, která již mají speciální balistickou úpravu chránící posádku přepravující peníze a jiné cennosti je možné si obstarat přímo i u některého automobilového výrobního závodu. Tyto, většinou renomované automobilky, dokážou nabídnout hned několik svých modelů, a to v odlišných úrovních balistické rezis-

tence. Pokud se zákazník rozhodne pro takto precizně upravené a spolehlivě fungující vozidlo, tak musí počítat, že cena bude až trojnásobně převyšovat cenu standartně prodáváného modelu. Výrobní závody specializované na toto odvětví jsou schopny zajistit, aby bylo dosaženo jednak požadovaného bezpečí, ale také i jízdního pohodlí a odpovídajícího estetického vzhledu, což se projeví tak, že se taková vozidla vůbec od běžně prodáváných modelů, a to ani v interiérovém provedení, vůbec neliší [22].

4.2 Rozdělení vozidel pro přepravu peněz

Nijak nezabezpečenými vozidly, která jsou vyráběna především pro komerční provoz, by neměly soukromé bezpečnostní služby zajišťovat přepravu peněz a jiných cenností. Zkušebně bylo dříve provedeno opancéřování kupříkladu vozidla značky Avia Furgon, ale tento experiment se příliš neosvědčil, jelikož limitujícím faktorem byla, zejména pro správnou činnost brzd a dostatečného zrychlení, větší hmotnost celé konstrukce vozu [23]. Nejčastěji používanými vozidly jsou pro tento druh převozu nyní vozidla značek Volkswagen, Toyota, Mercedes apod [24].

Důležitými vlastnostmi vozidel určených pro převoz peněz a jiných cenností jsou:

- „spolehlivost;
- *technický stav vozidla;*
- *dostatečný výkon motoru;*
- *hmotnost (např. k proražení zátarasu či k odsunutí blokujícího vozidla);*
- *dojezdová vzdálenost vozidla“ [24].*

4.2.1 Polopanceřované vozidlo

Polopanceřované vozidlo je vybaveno tvarovanými neprůstřelnými skly a systém struktury vozidla je tříkomorový, což znamená, že interiér vozidla je proveden z netransparentního pancéřovaného materiálu. Jelikož je vozidlem spojovací technika v podstatě protkaná, tak se prakticky jedná o elektromechanický uzamykací systém [25].

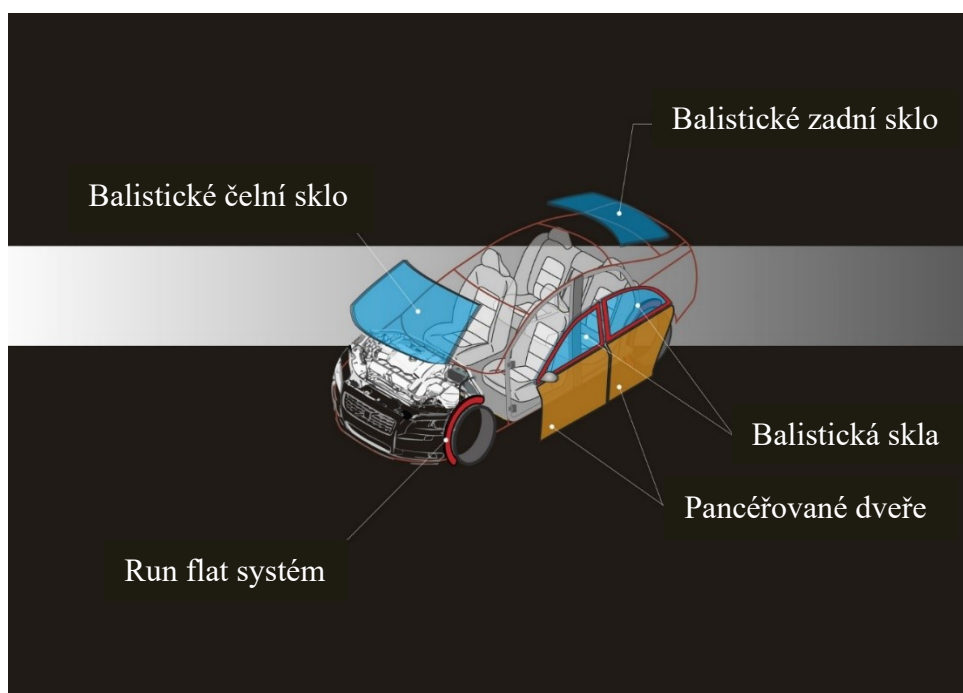
Elektromechanický uzamykací systém je v polopanceřovaném vozidle provázán se:

- „světelnou a zvukovou signalizaci;
- *komunikačním a odposlechovým zařízením;*
- *krytými střílnami;*
- *klimatizací apod“ [25].*

Vytvořením tříkomorového systému je docíleno toho, že při otevření vnějších dveří není možné, aby se někdo dostal k přepravovaným věcem a ani přímo ohrozil posádku vozidla zajišťující přepravu peněz a jiných cenností. Vozidlo je z důvodu jasné identifikace ze vzduchu opatřeno rozpoznatelným označením umístěným na jeho střeše [25].

4.2.2 Celopanceřované vozidlo

Celopanceřované vozidlo se vyznačuje speciální karoserií, která je celkově kovová a velmi odolná. Vozidlo je osazeno většinou plochými balistickými skly s vhodnou třídou rezistence. Podstatnou součástí vozu jsou rovněž speciálně konstruované dojezdové pneumatiky, které po průstřelu umožní pokračovat v jízdě na vzdálenost až 60 km a při ztrátě tlaku v pneumatikách tak nezastavit dříve, než je to nutné. Samozřejmostí je zde i garance odolnosti vůči průstřelu jako i jiným druhům útoku. Celopanceřované vozidlo je určeno k převozu větších peněžních hotovostí požadující adekvátní přípustné zatížení vozidla [25].



Obr. 24. Úprava automobilu [26]

Druhy úprav přepravních vozidel pancěrováním

Dostatečná pevnost a odolnost vozidel zajišťující převozy peněz a jiných cenností je dána nepochybně svou rozdílnou stupnicí odolnosti, tak aby bylo schopno vozidlo účelně čelit například násilnému otevření, průstřelu z vnějšku, nebo proražení překážky či odražení jiného vozidla [23]. Ke zpevnění vozidla je používáno hned několika ochranných prvků z kvalitní oceli, která je optimálně vyvážena pro veškerá inovativní technická řešení [26].

Duální pancéřování – základem jsou dvě ocelové desky, které se vyznačují rozdílnými charakteristickými rysy. Vnější deska je vyrobena z vysoce tvrdé oceli, což zajišťuje, že se střela správně ocelovou vrstvou rozprostře, avšak je poměrně lámavá, a proto může docházet k jejímu popraskání a prolomení. Z tohoto důvodu je k této ocelové desce přidána druhá, vysoce odolná, vnitřní deska, kterou je zabezpečeno značné pohlcení energie nakuulované na jejím povrchu [27].

Gradované pancéřování – struktura gradovaného pancíře je zintenzívněna více jak dvěma pláty ocelových desek, které pak mohou být, při zachování totožné balistické odolnosti, až o čtyřicet procent užší [27]. „I přes výše uvedené údaje bývají čistě ocelové pancíře pro třídy balistické odolnosti B6 a B7 velmi těžké a pro použití v některých vozidlech nevhodné“ [22].

Kombinované pancéřování – z důvodu vhodnosti použití pro většinu vozidel je hojně používaným pancíř kombinovaný. Je v něm uplatněna specifická sestava keramických materiálů a oceli. Mezi další používané kombinace, které jsou rovněž aplikovány, patří slitiny oceli a aramidů, eventuálně slitiny hliníku a pancíře nebo slitiny zinku, hořčíku a hliníku, jež jsou také mnohdy nakombinovány s kompozitem [27].



Obr. 25. Pancéřovaná Škoda-Superb [28]

K ochraně před střelbou na podvozek vozidla, explozemi pod vozidlem anebo k ochraně pro případ převrácení vozidla se v přiměřené míře pancéřuje i podlaha vozidla. Pancéřování je také aplikováno jak na příčku mezi prostorem posádky a místem pro přepravovaná zavazadla, na střechu a dveře vozidla, tak i na příčku mezi prostorem motoru a kabinou posádky [22].

Pokud jde o vozidla typu kombi či terénní vozy, tak zde se dá mezi prostor posádky a oddělení pro přepravovaná zavazadla nainstalovat neprůstřelnou příčku, případně lze také celý interiér vozidla opancéřovat. Výhodou je tak sice volný přístup k nakládacímu prostoru stejně jak je to u běžně vyráběných automobilů, avšak současně je tím navýšena celková váha a cena vozidla [22].

4.3 Nejčastěji používaná pasivní ochrana při přepravě peněz a cenností

„Z hlediska balistické odolnosti se jedná o ochranu osádky (dveře, okna, podlaha a střecha) a hlavních součástí k zachování funkčnosti vozidla (motor, chladič, baterie, pneumatiky). Směrem k zachování života osádky a k zajištění možnosti obrany se jedná o ventilační a protipožární systém, pozorovací a záznamová technika, střílny, zadýmovací zařízení, uzamykací zařízení, uzamykací systémy, spojovací prostředky atd“ [24].

U vozidel se jako pasivní ochrana posádek používají zejména tyto konstrukční úpravy:

- zpevnění karoserie pancéřováním;
- výměna skel za skla neprůstřelná (balistická);
- použití tzv. run-flat protektorů (umožňující například jízdu po zásahu střelnou zbraní);
- k posílení tlumičů je zapotřebí doplnit o speciální pružiny (pancéřováním je totiž zvýšena užitá hmotnost vozidla);
- vyztužení předních a zadních nárazníků;
- posílení brzd s ohledem na vyšší hmotnost vozidla i výkonnost motoru;
- dodání ochranných prvků do významných částí vozidla (poškození těchto částí by mohlo mít za důsledek zastavení vozidla);
- upravení ventilace vozidla [20].

Úroveň odolnosti vozidla je vždy dána nároky samotného odběratele, který se rozhodl realizovat převoz peněz a jiných cenností. Veškeré požadavky je proto nutno před samotnou přestavbou běžného vozidla na pancéřově upravený speciál znát, jelikož je to nezbytné k použití kvalitních a předem definovaných materiálů [25]. *„Pro balistickou ochranu pancéřovaných vozidel jsou hlavními konstrukčními materiály:*

- *reagované oceli;*
- *duralová kompozita;*

- *keramické materiály;*
- *kevlarové tkaniny“ [25].*

4.4 Shrnutí kapitoly

Náplní čtvrté kapitoly teoretické práce je souhrnné obeznámení se s příklady pasivní ochrany posádek, které zajišťují převozy peněz. Kapitola se tak ve své první části zabývá obecným představením ochranných vozidel, které musí projít náročnou úpravou ve specializovaných firmách. Na první podkapitolu navazuje podkapitola druhá, která popisuje základní rozdělení vozidel určených pro přepravu peněz a jiných cenností, a to na vozidla polopanceřovaná a celopanceřovaná. Závěr kapitoly pak patří jednak nejčastěji používaným konstrukčním úpravám vozidel pro přepravu peněz a za druhé zde jsou uvedeny i hlavní konstrukční materiály používané pro výrobu zmíněných pancéřových speciálů.

5 PŘEVOZ PENĚZ A CENNOSTÍ

Přeprava peněz a jiných cenností, a to ve vysokých částkách a nemalých cenách je prováděna dennodenně. Děje se tak hlavně proto, že žádný z peněžních ústavů nemá, a to i z důvodu aktuálně platných předpisů, dostatečné množství peněz. Každodenní opatřování, ať u jde o bankovky různých druhů měn či různých nominálních hodnot, vede banky, spořitelny ale i jiné subjekty, k nutnosti zajištění přeprav. Tyto přepravy se dají realizovat různými způsoby, avšak hlavní výzvou zůstává co největší bezpečnost přepravní skupiny a přepravovaných cenností [23].

5.1 Formy zabezpečení

Finanční hotovosti a jiné cennosti, které jsou předmětem přeprav se zajišťují formou doprovodu v těchto variantách:

- dva pracovníci při hodnotě do 1 milionu Kč;
- tři pracovníci při hodnotě do 5 milionů Kč;
- čtyři pracovníci do 10 milionů Kč;
- čtyři pracovníci nad 10 milionů Kč, a při této variantě je před přepravou finančních hotovostí nebo jiných cenností žádoucí, aby si odpovědný pracovník bezpečnostní firmy zajistil spolupráci s příslušnou okresní pobočkou ředitelství policie [29].

Společnost realizující přepravy finančních hotovostí a cenin musí být v každém případě pojištěna, a to do výše zajišťovaných převozů [29].

5.2 Kvalifikační předpoklady posádek

K přepravě finančních hotovostí a jiných cenností jsou vybíráni zejména pracovníci s největší zkušeností, dostatečným výcvikem, uměním použití sebeobraných prvků z různých forem asijských bojových umění a současně je u nich schváleno nošení střelné zbraně [29].

5.2.1 Oblast právní

Problematiku právního charakteru by měli zaměstnanci ovládat v tomto rozsahu:

- zákonnou právní oblast, nařízení a předpisy;
- v rámci vyvarování se jednání, které je obecně považováno jako protizákonné, je nutné, aby znali rozdíly mezi nutnou obranou a krajní nouzí včetně jejich správnosti užití;
- znalost oprávnění, v jakých situacích je možno užití obranných prostředků;
- důkladně znát i zákon týkající se zbraní a střeliva [27].

5.2.2 Taktika převozu

Pracovníci mají při převozu tyto povinnosti:

- je důležité být připraven na rizika v rámci provádění přepravy, a to se týká násilného zastavení nebo situací při vykládce a nakládce;
- být dostatečně pozorný ve smyslu, zda není vozidlo předmětem sledování a mít současně přehled o okolí vozidla, jakož být i ostražitý v připravený na to, jestli se někdo nechystá vozidlo zablokovat nebo napadnout;
- předpokladem je umění ovládat vozidlo v situacích krizového řízení a být proto zručný zejména v obranném stylu jízdy a překonávání zábran [27].

5.2.3 Výcvik osádky a řízení vozidla

Vhodnost začlenění zaměstnance do přepravy je podmíněna těmito znalostmi a dovednostmi:

- být zblhlý v jízdě za různých klimatických podmínek, být během jízdy neustále soustředěný a ve střehu a mít dovednost v bezchybném čtení v mapových podkladech;
- být znalý v jízdě v pěších zónách, v místech s velkou hustou dopravou a na uzavřených prostranstvích [27].

5.2.4 Výcvik používání zbraně a manipulace s ní

Znalost povinností při používání střelné zbraně a umění jejího použití je u člena posádky velmi důležité. Výcvikem by mělo být docíleno zdokonalení v manipulaci a používání zbra-

ně včetně navazujících činností po případné střelbě. Jedná se zejména o tyto znalosti, dovednosti a povinnosti:

- místa uvnitř budov, vnější prostředí a místa s velkou hustotou pohybu lidí – to jsou rozdílná místa při kterých je nutné, aby uměl zbraň člen přepravy použít;
- výcvikem je člen osádky připraven k použití zbraně v omezeném časovém úseku a pro střelbu pod soustředěným náparem;
- je vyžadována znalost poskytnutí první pomoci, pokud dojde k použití zbraně a povinností je rovněž takovou událost ohlásit [27].

5.2.5 Ovládání technického vybavení

S funkčností prostředků v přepravním vozidle, jakož i s prostředky nutnými k uschování a přepravě peněz a jiných cenností musí být člen přepravující posádky vždy důkladně seznámen. Seznámen je i s nástroji nutnými k obraně a ochraně své i k obraně a ochraně zbytku osádky přepravního vozidla [27].

5.3 Shrnutí kapitoly

Obsahem první části páté kapitoly je pojednání o problematice, která se týká různých forem provádění a plánování převozu peněz a jiných cenností. Druhá část je pak obsáhlejší a zohledňuje kvalifikační předpoklady posádek. Pozornost tak je blíže zaměřena na přehled všech kvalifikačních předpokladů, do kterých jsou řazeny zejména znalosti z právní oblasti, přepravní taktika, odborné řízení vozidel a v neposlední řadě také o zacházení se střelnými zbraněmi.

6 PLÁNOVÁNÍ A POSTUP PŘED PŘEVOZEM

K minimalizaci rizika možného napadení, včetně ohrožení přepravovaného majetku a osob, je v rámci převozu peněz a jiných cenností ve vozidlech zapotřebí dodržovat jisté zásady. Nejslabším článkem je při tomto druhu transportu nakládání a vykládání přepravovaného obsahu a lidský činitel při tom hraje bezpochyby zásadní roli. Kvalitním plánováním a organizováním agentury čelí případnému úniku informací a stávají se tak pro ně důležitými prvky přípravy převozu. Kvalitně proškolený a vycvičený člen posádky postupuje dle přesně daných pravidel [30].



Obr. 26. Vykládka finanční hotovosti [31]

6.1 Plán převozu peněz

Zvláštní proškolení musí absolvovat všichni pracovníci podílející se na převozu finančních hotovostí či jiných cenností. Zmíněné je prováděno před každým převozem [29].

Náplň obsahu plánu přepravy musí obsahovat:

- základní instrukce, povinnosti zaměstnanců, oprávnění zaměstnanců;
- přepravní prostředky (vozidlo, kontejner, zavazadlo apod.) včetně vybavení;
- výstroj a výzbroj příslušníků přepravní skupiny;
- seznam zaměstnanců, kteří mají předpoklady být členem posádky převozu;
- konkrétní instrukce potřebné pro realizaci daného úkolu (místo a čas nakládky, kontaktní osoba, varianty tras, místo vykládky, počet zaměstnanců a počet včetně rozmístění vozidel);
- vytyčení nebezpečných míst převozu;
- dle výše přepravované zásilky určená pojišťovací třída pro převoz;

- stanovení používaných telefonních čísel a volacích znaků pro konkrétní spojení členů posádky s dispečinkem bezpečnostní agentury;
- určení postupu v případě napadení převozu, závady na vozidle, případně jiné mimořádné události;
- rozmístění útvarů PCR na trase převozu;
- důležitá telefonní čísla (IZS apod.) [32].

6.2 Rozpracování trasy

Podkladem pro rozpracování trasy je výběr zpracované dokumentace a dokonalé seznámení se ní [25]. *„Trasu přepravy je nutno stále aktualizovat, přehodnocovat stále její použitelnost z hlediska rychlosti, bezpečnosti, spolehlivosti a momentální použitelnosti (sledovat práce na silnici, oprav, objížďky, úklid, jinou neprůjezdnost) ke zvolení správné trasy přihlížíme zejména k těmto faktorům:*

- *Času přesunu z hlediska frekvence provozu a rizikovým místům;*
- *K rizikovým místům a ideálním místům pro přepadení (různé úzké ulice, jednosměrky, mosty, viadukty, opuštěná místa, kde je nutno zastavit, úseky, které je nutno překonat pěšky atd.)“ [25].*

6.3 Skupina zajišťující převoz

Všichni členové skupiny zajišťující převoz peněz a jiných cenností musí být spolehlivě obeznámeni se svými úkoly. Početní stav skupiny určuje rozdělení úkolů jednotlivých členů. Sestavování přepravní skupiny se stanovuje dle náročnosti přepravy, výše přepravovaného nákladu, hodnoty a objemu zakázky [25].

Skupina kvalifikovaných zaměstnanců zahrnuje obvykle tyto čtyři primární funkce:

- velitel transportu (převozu);
- řidič;
- ochránce;
- kurýr [25].

„Pozice ochránce a kurýra se mění podle potřeby. Zejména z komerčních důvodů je často funkce velitele spojena s funkcí ochránce, takže transportní skupina bývá u soukromých bezpečnostních služeb často tříčlenná, respektive dvoučlenná, a to je často chyba“ [25].

6.4 Shrnutí kapitoly

Poslední kapitolou teoretické části práce je shrnuta problematika plánování a organizace přepravy peněz, jejímž nejslabším článkem jsou bezesporu situace, kdy dochází k nakládání a vykládání přepravovaného obsahu. Jsou zde probrány nejzákladnější činnosti související s převozem peněz a jiných cenností, které je nutné svědomitě dodržovat, a to zejména z hlediska případného úniku informací. Tyto i další důležité prvky, jako je příprava převozu, plán přepravy, rozpracování trasy a složení přepravní skupiny jsou v této kapitole rovněž náležitě popsány.

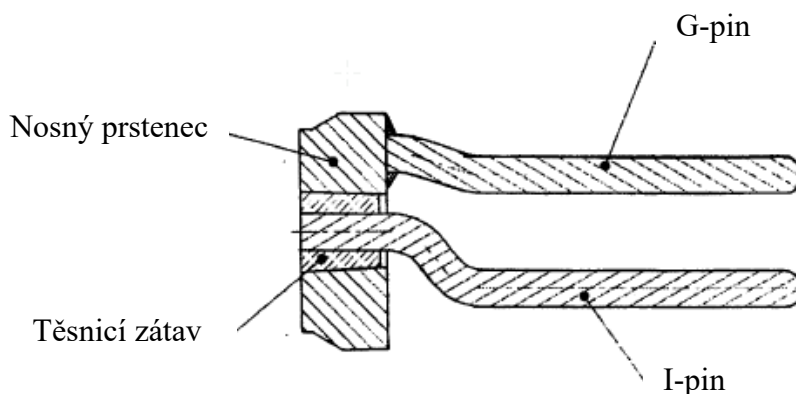
II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 SKLENĚNÝ SQUIB (GTMS)

Skleněný GTMS (Glass To Metal Selaed squib) squib (dále jen GTMS) je používán jako aktivní prvek v generátorech plynu pro airbag řidiče, airbag spolujezdce, boční airbasy, hrudníkové airbasy, hlavové airbasy, okenní airbasy, předpínače bezpečnostních pásů, střihače napájecích kabelů a ve všech dalších speciálních aplikacích pasivní ochrany, kde je pro zážeh využívána pyrotechnika.

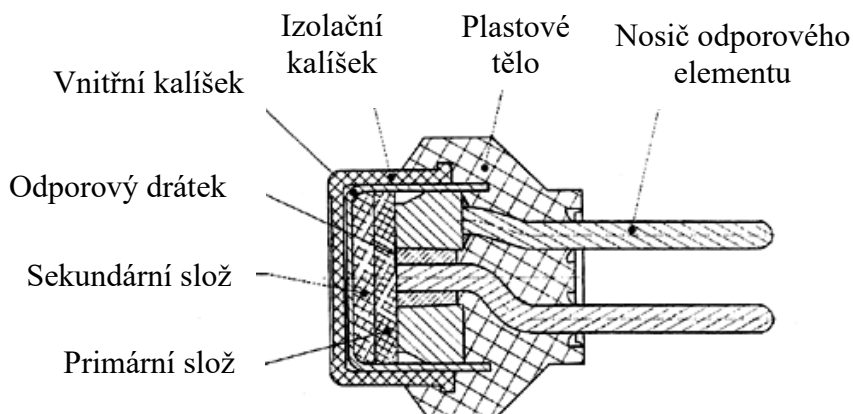
7.1 Konstrukce GTMS

Základem konstrukce GTMS je pólové tělísko, což je součástka, skládající se z kovové objímky s přivařeným pinem a z průchozího centrálního pinu. Odizolování obou pinů, respektive centrálního pinu a objímky, je řešeno skleněným zátavem. Vrchní část headeru je broušena, aby nemohlo dojít k poškození či úplnému přerušení odporového drátku, který je na povrch headeru v průběhu výroby přivařen. Z důvodu lepších kontaktních vlastností jsou oba piny na svém konci pozlaceny.



Obr. 27. Konstrukce pólového tělíska [33]

Iniciátor GTMS splňující všechny záruky a nejpřísnější požadavky je tvořen nosným pólovým tělískem, ke kterému je připojen G-pin. Vedle něj je umístěn I-pin, jenž je instalován do díry kuželovitého tvaru a v pólovém tělísku je usazen v kónickém skleněném zátavu. Z přední strany pólového tělíska je I-pin spojen odporovým drátem s pólovým tělískem. Tento drát je vyroben ze směsi platiny a wolframu a jeho průměr je 20 μm . Pólové tělísko je z přední strany vsazeno do kalíšku, ve kterém je usazena sekundární a primární slož. Vnitřní kalíšek je nakonec vsazen do kalíšku izolačního a stejně jako strana umístěná v zadu od pólového tělíska je i s oběma piny obklopen tělem vyrobeným z plastu.



Obr. 28. Konstrukce GTMS iniciátoru [33]

Vnitřní kovový kalíšek je nadávkován nejdříve pyrotechnickou sekundární složí a následně i vrstvou slož primární. Dostatečně proschlou sekundární a primární slož naplněný vnitřní kalíšek je spojen s pólovým tělískem a pomocí laseru svařen po obvodu vnitřního kalíšku. Z vnější strany vnitřního kalíšku je nasazen izolační kalíšek, který je vyroben z polyamidu. Na tento výrobek je připojen ze strany pólového tělíska plastové tělo iniciátoru, na jehož výrobu je použit jako materiál rovněž polyamid, ale tentokrát s příměsí skleněných kuliček.



Obr. 29. Skleněný squib GTMS celek [34]

Struktura používaných slož:

- palivo + oxidčivadlo;
- palivo + zirkon + titan + wolfram.

Jako oxidčivadlo je využíván Chloristan draselný $KClO_4$.

Pyrotechnické iniciátory GTMS podstupují pokročilé bezpečnostní testy. Toto testování je prováděno generátorem proudu, který vytváří složité průběhy proudu a generuje vysoce přesné proudové impulsy.

Prováděné pokročilé bezpečnostní zkoušky:

- **USCAR** – pro US trh,
- **AK-LV-16** – pro trh EU.

K těmto zkouškám používané generátory proudu jsou konstruovány s využitím nejnovějších technologií, jsou plně digitální, programovatelné a z tohoto důvodu jsou spolehlivým řešením právě pro testování iniciátoru airbagů, které jsou tak bezpečně ověřeny a odzkoušeny k tomu, aby spolehlivě vydržely ve vozidle minimálně patnáct let.

Mezi další prováděné zkoušky GTMS iniciátorů patří:

- teplotní odolnost (-40 °C až +120 °C);
- odolnost proti vlhkosti;
- odolnost proti vibracím;
- odolnost proti elektrostatickému pulsu;
- odolnost proti elektromagnetické vlně.

7.2 Výroba GTMS iniciátorů

Jak bylo uvedeno výše, tak iniciátory GTMS jsou sestaveny zejména ze skleněného zátavu a pinového profilu, což společně tvoří pólové tělísko. Iniciátory tohoto typu jsou používány zejména jako iniciační součástka do inflátorů airbagů, ale rovněž do předpínačů bezpečnostních pásů. Velmi důležitým hlediskem při výrobě je zajištění spolehlivé funkčnosti a dosažení značně rychlého aktivování, u kterého je bezpodmínečně nutné, aby zmíněné bylo uskutečněno v několika málo milisekundách.

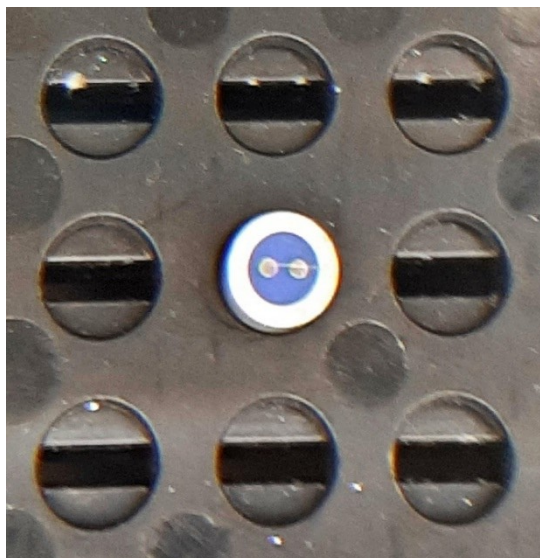
Dosažení tohoto charakteristického výsledku je úzce spojeno se striktními bezpečnostními normami, které jsou vyžadovány stále náročnějším automobilovým průmyslem. Než se však takový vysoce kvalitní iniciátor stane spolehlivou součástkou ve vozidle, tak musí projít vcelku náročným výrobním procesem. Jednotlivé procesní kroky výroby jsou realizovány převážně na sofistikovaných výrobních stanicích a strojích, které jsou plně automatizované.

7.2.1 Postup výroby GTMS

Pólové tělísko neboli header, který je základem iniciátoru, je spojen s G-pinem a k tomuto nosnému prstenci je do jeho středu vsazen i skleněným zátavem I-pin. Oba piny jsou následně na vrchní straně zarovnány a s celou plochou zdokonaleny broušením. Na druhé straně z nosného prstence piny vycházejí, I-pin ze skleněného zátavu a G-pin přímo z nosného prstence headeru.

Postup přichycení odporového drátku

- 1) změření geometrie pólového tělíska;
- 2) provedení navaření odporového drátku;
- 3) kontrola mostového odporu (mezi piny);
- 4) optická kontrola geometrie sváru;
- 5) mechanická kontrola pevnosti sváru (vzorkově).



Obr. 30. Přivařený drátek [Vlastní zdroj]

Postup dávkování slože do kalíšků (laborace)

- 1) jednotlivé kalíšky jsou umístěny do nosičů obrobků;
- 2) postupně jsou kalíšky naváděny pod dávkovací věže, které naplní kalíšky sekundární složí o přesně dané struktuře;
- 3) následně je ve stanici lisu slož v kalíšku zhutněna;
- 4) dále následuje kontrola zhutnění, barvy (použití správné slože) a výšky;

- 5) poté jsou kalíšky naváděny pod dávkovací věže, které naplní kalíšky primární složi obvyklého složení;
- 6) následuje zhutnění a stejné kontroly jako u předchozím naplnění sekundární pyrotechnickou složkou.



Obr. 31. Průběh výroby [Vlastní zdroj]

Postup spojení kalíšků s pólovými tělisky

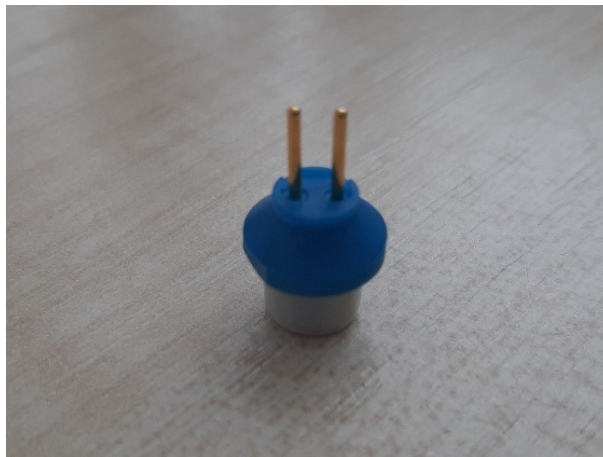
- 1) do stroje se navedou plátíčka s navařenými kovovými tělisky;
- 2) z druhé strany stroje jsou naváděny kovové obrobky s nadávkovanými kalíšky;
- 3) dochází ke spojení těchto dvou prvků;
- 4) následuje kontrola mostového odporu a kontrola odporu zemnicího;
- 5) poté je prováděna kontrola termální tranzistence, což je kontrola kvality přenosu mezi mostovým drátem a pyrotechnickou složi;
- 6) ve laserové stanici je pak vypáleno na obvodu kalíšku sériové číslo výrobku;
- 7) vadné výrobky jsou v průběhu procesu vytrženy a umístěny do připravených nádob.

Postup provedení obvodového sváru

Úkolem sváru je jednak mechanické spojení nadávkovaných kalíšků s pólovými tělisky a za druhé zajištění odolnosti vůči vniknutí vlhkosti.

- 1) do podavače stroje se nasypou připravené kusy;
- 2) stroj navede jednotlivé kusy pod laser;

- 3) fixní laserový svazek pomocí otáčení prvku provede po obvodu svár;
- 4) následně je provedena kontrola kvality provedení sváru;
 - a) test hrubé netěsnosti (pomocí tlaku helia a vakua po dobu 3 hodin);
 - b) test jemné netěsnosti (pomocí tlaku helia a vakua po dobu 10 hodin);
- 5) vadné výrobky jsou odebrány a přemístěny do připravených nádob;
- 6) následuje obštrik plastem a vytvoření těla výrobku;
- 7) nakonec je provedena kontrola optických a elektrických parametrů;
 - a) optické (barva a geometrie);
 - b) elektrické (tranzistence, mostový odpor, zemnicí odpor, izolační odpor).

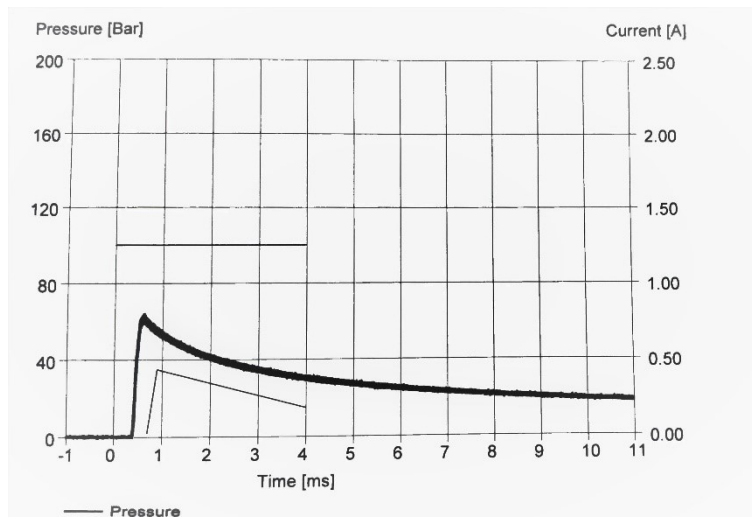


Obr. 32. Skleněný GTMS [Vlastní zdroj]

Aby bylo možno vyrábět aktivní prvky světové úrovně a špičkové kvality a aby tyto výrobky splňovaly i ty nejvyšší nároky na rychlé odezvy, odolnost, kvalitu a trvanlivost musí mít společnost zabývající se touto produkcí nastavený ideálně orientovaný a permanentně zkvalitňovaný systém pro řízení jakosti.

7.3 Výrobní testování GTMS iniciátorů

Nejdůležitější výchozí charakteristikou GTMS iniciátorů je tlaková křivka, která zaznamenává průběh tlaku v čase definovaném objemu a za definované teploty. K tomuto je prováděn takzvaný test Brucetonu neboli test bezpečného zapálení a bezpečného nezapálení.



Obr. 33. Průběh tlakové křivky [Vlastní zdroj]

Test Brucetonu je prováděn, tak že padesát kusů výrobků iniciátorů je testováno na citlivost vůči zátěžovému proudu. Výsledkem je mezní hodnota (All Fire nebo No Fire proudu).

No Fire- Test											All Fire- Test											Číslo losu:20000A20									
AZ	Proud [mA]										R[Ω]	AZ	Proud [mA]										R[Ω]								
Číslo	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720	730	ohled	po	Číslo	640	650	660	670	680	690	900	910	920	930	940	ohled	po				
1												2 02	2 02	1													2 04	2 02			
2												2 02	—	2													2 02	—			
3												2 02	—	3													2 02	—			
4												2 02	—	4													1 97	1 97			
5												1 99	—	5													1 99	—			
6												2 02	—	6													1 99	—			
7												2 02	2 02	7													2 02	2 02			
8												1 99	2 04	8													2 02	2 02			
9												2 07	2 02	9													2 07	2 02			
10												2 02	2 04	10													1 99	—			
11												2 07	—	11													1 99	—			
12												1 99	—	12													2 04	—			
13												1 99	—	13													2 04	—			
14												2 02	2 02	14													2 04	1 99			
15												1 99	2 02	15													2 04	2 02			
16												2 02	2 02	16													2 02	2 02			
17												2 02	2 02	17													1 99	2 02			
18												1 97	—	18													2 02	—			
19												1 99	—	19													1 95	—			
20												2 02	—	20													1 97	1 99			
21												1 97	1 99	21													2 04	1 99			
22												1 99	2 02	22													2 07	—			
23												2 02	—	23													1 99	—			
24												2 04	2 04	24													2 02	—			
25												1 99	—	25													1 97	—			
26												2 02	2 02	26													2 02	2 02			
27												2 04	2 02	27													2 02	2 02			
28												1 99	—	28													2 02	2 02			
29												1 99	—	29													2 02	2 02			
30												1 95	1 99	30													1 99	—			
31												1 97	—	31													1 97	—			
32												2 02	2 04	32													2 02	2 04			
33												2 02	2 04	33													2 04	2 04			
34												2 04	—	34													1 99	—			
35												2 07	2 07	35													2 07	2 07			
36												1 97	—	36													1 99	—			
37												2 02	—	37													2 07	—			
38												2 02	2 04	38													2 07	2 04			
39												2 04	2 04	39													2 04	2 07			
40												1 99	—	40													2 02	—			
41												1 97	1 99	41													2 02	1 99			
42												1 99	—	42													1 99	—			
43												2 02	—	43													1 95	—			
44												1 97	1 99	44													1 99	1 99			
45												1 97	1 99	45													1 99	1 99			
46												2 02	—	46													1 97	—			
47												2 02	2 04	47													2 04	2 02			
48												1 97	—	48													2 02	—			
49												1 97	1 97	49													1 97	1 97			
50												1 97	1 97	50													1 97	1 97			

	No Fire	All Fire
Zkušební teplota	105°C	-40°C
Trvání impulsu	10s	2ms
Průměrná hodnota	685.77 mA	897.69 mA
Standartní odchylka	21.56 mA	16.12 mA
Spoleh	95%	95%
P= 99.9%	579.61mA	974.41mA
P= 99.999%	539.61mA	1003.26mA
P= 99.9999%	522.98mA	1015.26mA
Mezní hodnota NF při99.9999%	500mA	—
Mezní hodnota AF při99.9999%	—	1200mA
Počet hodnocených zapalovačů	50Ks	50Ks

Poznámky:

Datum: _____ Zkratka ved.směny: _____

Obr. 34. Výsledek testu Brucetonu [Vlastní zdroj]

7.4 Funkce GTMS iniciátorů

Po přivedení iniciačního proudu na piny dochází k rozžhavení odporového drátku, který oba kontakty vodivě propojí. Primární pyrotechnická slož, která je v těsném kontaktu

s tímto drátkem, je teplotou odporového drátku zažehnuta. Následuje hoření primární a sekundární pyrotechnické složky, což způsobí otevření kalíšku a z GTMS iniciátoru vyšlehnou proud tlakového plynu a kondenzovaných zplodin hoření.

Iniciátor je zapalován pomocí elektricky spouštěných podnětů, které poskytují spolehlivé a laditelné zapálení jednotlivých tvarů nafukovacích sekvencí airbagů. Díky technologii sklo-kov a ekologickým surovinám mohou být iniciátory přizpůsobeny pro rozhraní konektorů specifická pro jakéhokoliv zákazníka.

7.5 Shrnutí kapitoly

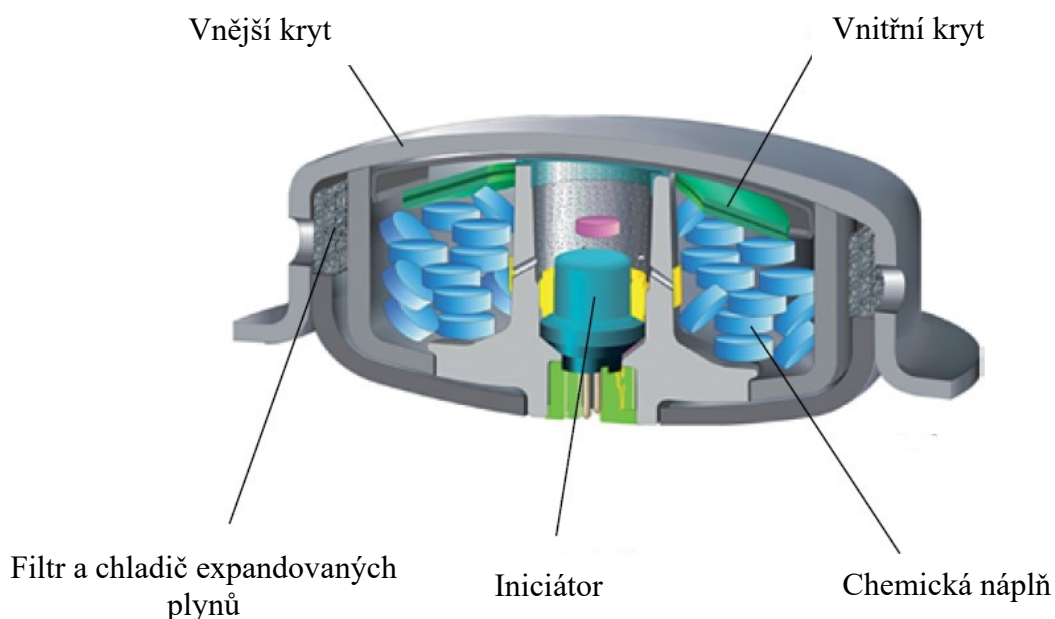
První kapitola praktické části bakalářské práce splnila úkol, který měl co nejpřesněji popsat konstrukci aktivního prvku GTMS používaného v inflátorech airbagů, předpínacích bezpečnostních pásů, stříhačích napájecích kabelů ale i ve všech dalších speciálních aplikacích pasivní ochrany, kde je pro zážeh iniciátorů využívána pyrotechnika. Další části kapitoly prezentují jednak samotnou výrobu iniciátoru, která musí splňovat ty nejvyšší nároky na rychlé odezvy, odolnost, kvalitu a trvanlivost a za druhé se zabývá i nejdůležitější výchozí charakteristikou GTMS iniciátorů, kterou je tlaková křivka. Závěr kapitoly patří obecnému popisu postupu při inicializaci konkrétního prvku iniciátoru.

8 INFLÁTORY

Inflátor je důležitou složkou v systému airbagu, bez které by se airbagy nemohly otevřít v požadovaném čase. V automobilovém průmyslu se pod pojmem inflátor rozumí zařízení na vývin plynu pro airbag a používají se k naplnění vaku airbagu během nárazu. Tyto nafukovací jednotky produkují určité množství plynu, s určitým složením a teplotou. Přesně regulovanou rychlostí tak naplní airbagový systém, aby dostatečně odpružil cestujícího a předešel zranění. Z konstrukčního hlediska rozlišujeme tři základní druhy inflátorů.

8.1 Inflátor s pevnou hnací látkou

Inflátory s pevnou hnací látkou obsahují chemickou náplň pevného plynu. Během nehody je tato náplň zapálena a při svém hoření produkuje neškodný plyn na bázi dusíku. Tento plyn je pak tlačěn přes filtry, které ho ochlazují a odstraňují jemné částice. Když plyn vystupuje z nafukovacího ventilu, vstupuje do vaku airbagu, včas jej nafoukne a poskytne cestujícím potřebnou ochranu života a zdraví.



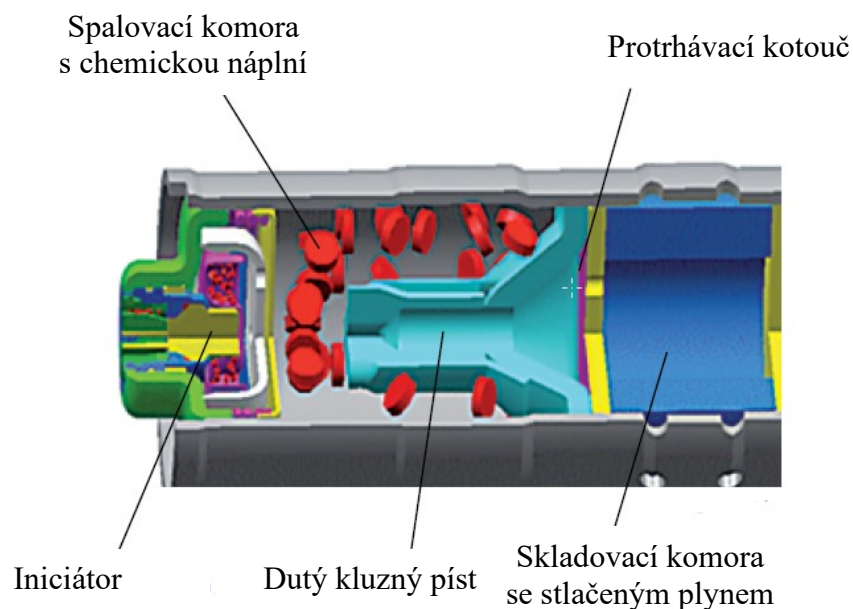
Obr. 35. Inflátor s pevnou hnací látkou [9]

Inflátor s pevnou hnací látkou obsahuje vnější kryt pro uložení chemické náplně generující plyn pro nafukování airbagu. Vnější kryt má stěnu vytvořenou z tuhého materiálu a otvorů s filtry, které slouží pro zachycování nečistot z plynu, ale také jako ochlazovací prvek generovaného plynu. Chemická náplň vytvářející plyn a iniciátor jsou hermeticky uzavřeny v komoře uvnitř porézního vnitřního krytu.

Iniciátor je namontována ve středu inflátoru a když je aktivován elektrickým signálem, způsobí, že se pyrotechnický materiál ve vnitřní komoře rychle zapálí a hoří. Když k tomu dojde, je zapálena chemická náplň a rychle se začne vytvářet plyn pro plnění airbagu. Tento plyn proudí ven přes kovový filtr, který plyn zbaví nečistot a zchlazuje jej. Nakonec plyn prostupuje otvory z inflátoru a během několika milisekund nafoukne přidružený vzduchový vak.

8.2 Inflátor hybridní

Hybridní inflátor je vybaven kombinací stlačených plynů a technologií s pevnou hnací látkou. Obsahuje spalovací komoru pro skladování stlačeného plynu a chemickou náplň, která má ve spalovací komoře materiál vytvářející pevný plyn. Tvoří vnější vrstvu sestavy pyrotechnického ohřívače, který je vložen do spalovací nádoby. Protrhávací kotouč poskytuje tlakové těsnění mezi zásobní komorou a spalovací komorou. Po přijetí řídicího signálu iniciátor zapálí materiál generující pevný plyn. Protrhávací kotouč praskne, což umožňuje, aby se směs horkého generovaného plynu a stlačeného plynu vypouštěla difuzorem a proudila do airbagu vozidla.

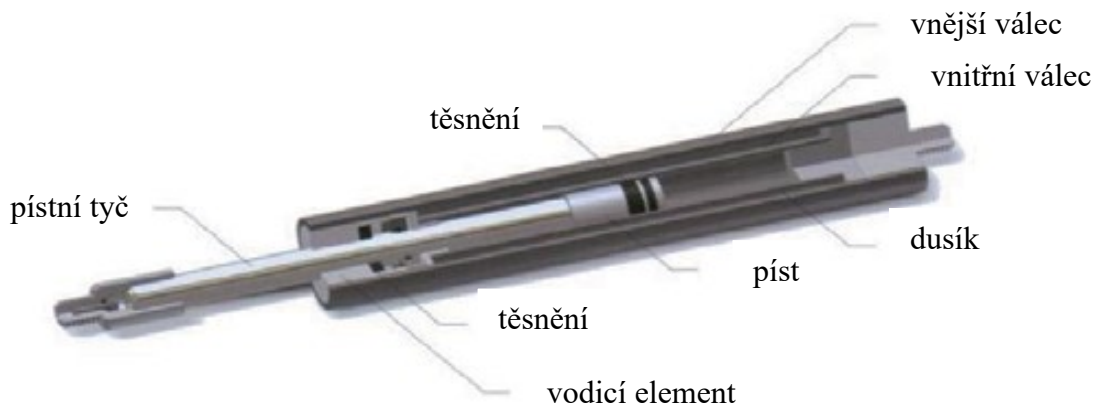


Obr. 36. Hybridní inflátor [9]

Nafukovacím plynem, který je uchován ve skladovací komoře, může být helium, argon, dusík nebo nějaký jiný vhodný inertní plyn. Hybridní inflátor obsahuje také sestavu pyrotechnického ohřívače a ve spalovací komoře má materiál vytvářející pevný plyn, iniciátor a protrhávající kotouč, který poskytuje tlakové těsnění mezi zásobní komorou a difuzorem.

8.3 Plynový inflátor

Na rozdíl od inflátorů s pevnou hnací látkou se tato konstrukce, při aktivaci airbagu, spoléhá na stlačený plyn. Ten je produkován řízeným uvolňováním plynu, který je v inflátoru uložen pod vysokým tlakem. Konstrukce používají interní pyrotechnické topné zařízení pro kompenzaci chladicího účinku vyplývajícího z rozpínání stlačeného plynu, když se airbag aktivuje. Další designy inflátorů, kterými jsou eliminovány boční nárazy a ochrana hlavy, používají k nafukování vaků uložený dusík nebo helium. Uvedená technologie stlačeného plynu nabízejí alternativu k pevným pyrotechnickým inflátorům.



Obr. 37. Plynový inflátor [9]

Plynový inflátor obsahuje vnější válec a v něm vytvořený otvor ve kterém je uloženo množství relativně nereaktivního stlačeného plynu. Množství směsi generující plyn je umístěn vně vnitřního válce a je v tekutinovém vztahu s tlakovým plynem. Iniciátor je umístěn na druhé straně než pístní tyč, v blízkosti dusíku pro iniciaci spalování plynu. Inflátor je opatřen těsněním pro utěsnění otvoru proti tlaku ve válci pro udržování stlačeného plynu. Aktivace iniciátoru má za následek spalování plynu ve vnitřním válci. Tlak ze spalovacích plynů v kombinaci s tlakem plynů uložených ve vnějším válci způsobí uvolnění pístní tyče, což umožní nafouknutí přidruženého airbagu vozidla.

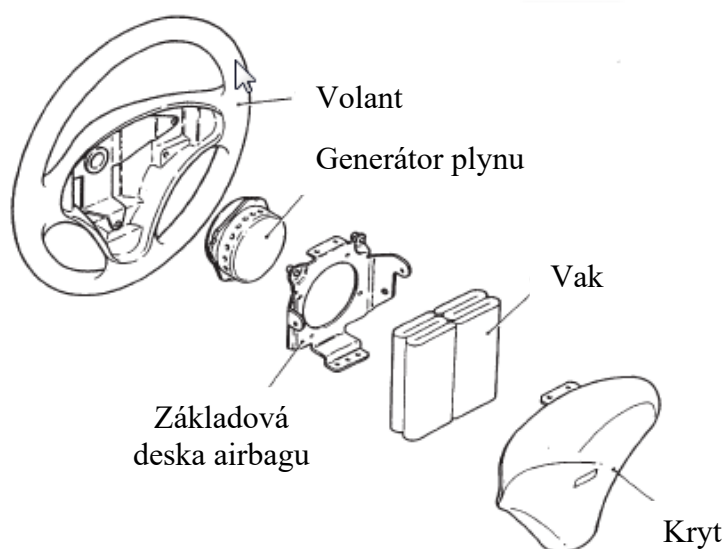
8.4 Shrnutí kapitoly

Touto kapitolou práce je objasněna, problematika generátorů plynů neboli inflátorů. Jedná se totiž o důležitý prvek v systému airbagu, který je aktivován poté co senzory detekují kolizi. Pokud je vyslán potřebný signál od řídicí jednotky, tak je generován zapalovací proud, který aktivuje iniciátor a během několika milisekund inflátor nafoukne vzduchový

vak. Inflátory tedy plní důležitou roli v nafouknutí vaku airbagu během nárazu a podílí se tak na tom, aby měl cestující ve vozidle měkké odpružení a aby bylo jeho tělo, během nárazové události, efektivně zadrženo. To v konečném důsledku přispívá k omezení zranění způsobené střetem cestujících s vnitřkem vozidla.

9 MODUL AIRBAGU

Airbag je nafukovací vak určený k ochraně cestujících v automobilu před vážným zraněním v případě kolize. Airbag je součástí nafukovacího zádržného systému a je airbag navržen tak, aby doplňoval ochranu nabízenou bezpečnostními pásy. Bezpečnostní pásy jsou stále potřebné k bezpečnému držení cestujícího na místě, zejména při bočních nárazech, nárazech zezadu a při převrácení. Při detekci kolize se airbasy nafouknou okamžitě, tak aby byl pohyb cestujícího zmírněn prostřednictvím velkého naplněného vaku. Typický airbag umístěný ve volantu se skládá z modulu airbagu, který obsahuje inflátor, základovou desku, vak a kryt volantu.

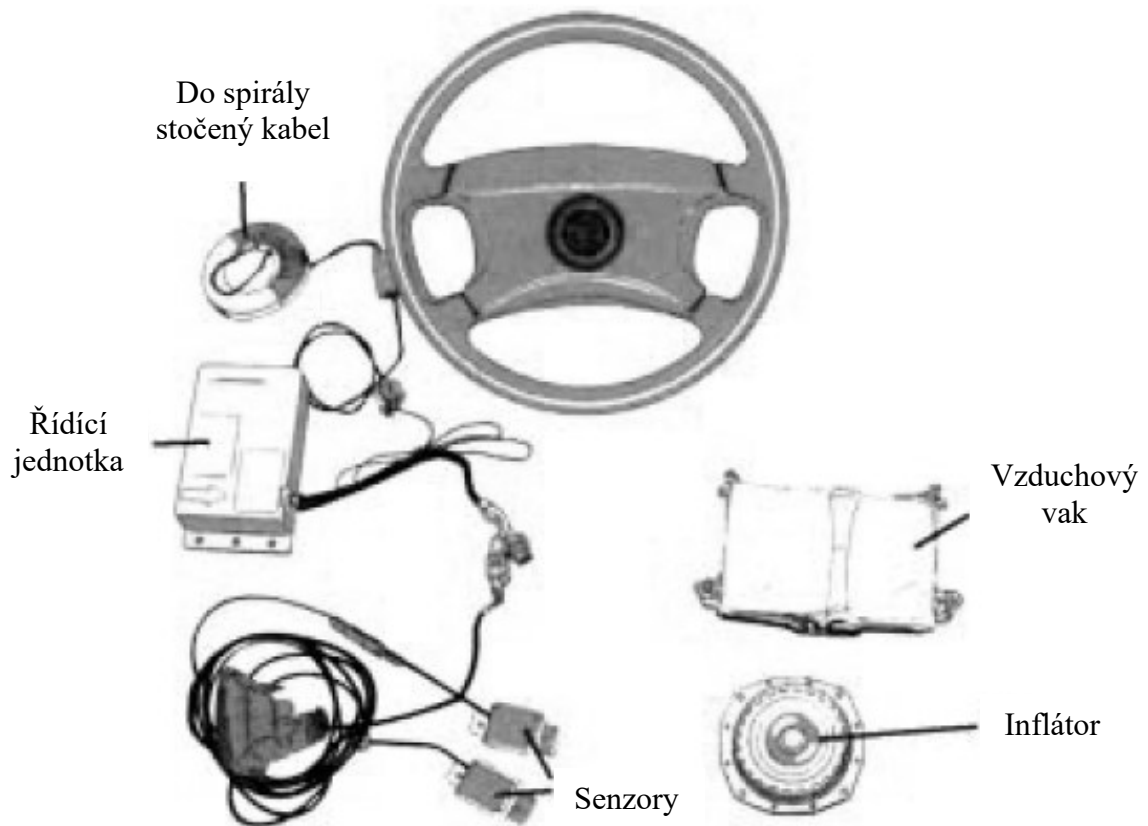


Obr. 38. Schéma sestavení airbagu ve volantu [17]

Systém airbagů jako takový se skládá z modulu airbagu, řídicí jednotky a senzorů. Všechny tyto komponenty jsou vzájemně propojeny kabelovým svazkem. Sensory nárazu jsou navrženy tak, aby zabránily nafouknutí airbagu, když auto přejezdě přes výmol nebo v případě menší kolize. Inflátor a tkaný nylonový vak se vejde do modulu opatřeným odlamovacím umělohmotným krytem. Modul se u řidiče vejde do volantu a na straně spolujezdce je umístěn do prostoru před sedadlem v palubní desce.

Při čelní srážce shodné s nárazem na pevnou bariéru detekují nárazové senzory umístěné v přední části vozidla nenadálé zpomalení a vysílají elektrický signál aktivující iniciátor. Tenký drát v iniciátoru se zahřívá a zažehne pyrotechnickou slož. To způsobí, že pevná chemická náplň, hlavně azid sodný, utěsněný uvnitř inflátoru, podléhá rychlé chemické reakci. Tato řízená reakce vytváří neškodný plynný dusík, který naplňuje vzduchový vak.

Během expandování podléhá plynný dusík procesu filtrování, které jednak snižuje teplotu ale současně i odstraňuje většinu zbytků spalování.



Obr. 39. Zadržný systém s airbagem [35]

Rozšiřující se plynný dusík plní nylonový vak, rozštípne kryt plastového modulu a nafoukne se před pasažérem. Když se pasažér dostane do kontaktu s vakem, je plynný dusík odvětráván otvory v zadní části vaku. Vak je plně nafouknut už za jednu desetinu sekundy a po nárazu je téměř vyprázdněn za tři desetiny sekundy.

Mimo primární úlohy, kterou je řízení aktivace airbagů, vykonává řídicí jednotka v rámci uvedení v činnost i další úkoly, kterými jsou kupříkladu nouzové odemčení centrálního zamykání, aktivování interiérového osvětlení, zapnutí výstražných světel nebo vypojení palivového čerpadla.

Je důležité zmínit, že airbag sám o sobě náraz pouze brzdí, avšak není schopen pasažéra zcela zadržet. Proto je nezbytné airbag používat současně s bezpečnostními pásy.

9.1 Používaný materiál

Airbag je šitý z tkané nylonové tkaniny a může mít různé tvary a velikosti v závislosti na konkrétních požadavcích použití ve vozidle. Materiál vaku airbagu je vyroben

s tepelnou ochranou, která chrání tkaninu před spálením, a to především v blízkosti inflátoru. K pokrytí vaku se používá mastkový prášek nebo kukuřičný škrob. Každá z těchto látek zabraňuje plnému přilnutí textilie a usnadňuje její montáž. Novější používané materiály, jako jsou například silikon nebo uretan již nevyžadují takové, případně žádné, potahování tepelnou ochranou.

Vnější kryt inflátoru je vyroben z lisované nerezové oceli nebo z litého hliníku a vnitřní kryt je osazen sestavou filtrů, která skládá z drátěného pletiva vyrobeného z nerezové oceli s vloženým keramickým materiálem. Po kompletaci inflátoru je sestava filtru ovinuta kovovou fólií, která zaručí, aby nebylo poškozeno těsnění, které zabraňuje kontaminaci pohonných hmot. Hnací látka ve formě tablet nebo proužků je primárně azid sodný kombinovaný s oxidačním činidlem a zpravidla je umístěna uvnitř komory inflátoru mezi filtrační sestavou a iniciátorem.

9.2 Výrobní proces

Výroba airbagů zahrnuje tři různé oddělené celky, které jsou následně kombinací podoby hotového modulu airbagu. Nejdříve musí být vyroben iniciátor, poté komponenty inflátoru, a nakonec vzduchový vak. Někteří výrobci nakupují již vyrobené součásti, jako jsou airbagy nebo iniciátory, a pak teprve kompletně sestaví do výsledného celku modul airbagu. Následujícím popisem je objasněn proces výroby pro sestavu modulu airbagu na straně řidiče. Sestava modulu airbagu na straně spolujezdce je vyráběna mírně odlišně.

9.2.1 Hnací látka

Hnací látka se skládá z paliva a okysličovadla, což je látka, která pomáhá hořet palivu (azidu sodnému) při zapálení. Azid sodný je nakupován od externích prodejců a následně je revidován, aby se přezkoumalo, že splňuje dané požadavky. Po kontrole se umístí do bezpečného skladovacího prostoru, dokud není potřeba. Podobně se i okysličovadlo nakoupí od externích prodejců a před uložením se zreviduje.

Po skladování se palivo s okysličovadlem pečlivě promíchá za dohledu sofistikované počítačové kontroly. Kvůli možnosti exploze se zpracování provádí v izolovaných bunkrech, ve kterých se v případě, že bezpečnostní detektory indikují jiskru, tak vysokorychlostní trysky zaleje celou místnost vodou. Výroba probíhá v několika menších a oddělených zařízeních, takže pokud dojde k nehodě, tak není celková výroba ohrožena. Po promíchání

je hnací látka uskladněna ve formě tablet nebo proužků, které jsou zajištěny stlačením lisovací mechanismem.

9.2.2 Sestavení inflátoru

Komponenty inflátoru, jako je vnější kryt, soustava filtrů z nerezové oceli s keramickým materiálem a iniciátor jsou většinou nakupovány od externích prodejců. Po kontrole jsou komponenty sestaveny na vysoce automatizované výrobní lince.

Kombinací hnací látky a iniciátoru se dotváří sestavení inflátoru. Laserovým svařováním se vytváří spojení u krytů inflátoru z nerezové oceli, zatímco inertní svařování se používá ke spojování částí inflátoru z hliníku. Sestavený inflátor je poté testován a předán na úložiště, do doby, než bude potřeba.



Obr. 40. Řez inflátorem [Vlastní zdroj]

9.2.3 Vak airbagu

Tkaná textilie z nylonu pro vaky airbagů je rovněž přijímána od externích prodejců a je zkontrolována, aby byla odhalena jakákoliv materiální vada. Tkanina vaku se potom vyřízne do správných tvarů a z vnitřní i vnější strany sešije, aby se obě strany náležitě spojily. Po sešití se vak nafoukne a zkontroluje se.

9.2.4 Konečná montáž modulu airbagu

Vak airbagu je pak namontována na otestovanou sestavu inflátoru. Dále je vak urovňán a namontován odlamovací plastový kryt. V konečné fázi se provede kontrola a otestuje

se dokončené složení modulu. Celkové moduly airbagů jsou posléze zabaleny a umístěny do krabic.

9.2.5 Ostatní komponenty

Zbývající součásti systému airbagů (narázové senzory, řídicí jednotka ad.) jsou kombinovány s uspořádáním vozidla a s příslušnými moduly airbagu. Všechny komponenty jsou připojeny a komunikují pomocí kabelového svazku.

9.3 Kontrola kvality

Hledisko kontroly kvality výroby airbagů je samozřejmě velmi důležité, jelikož mnoho životů závisí na bezpečné funkci systému. Dvě hlavní oblasti, kde je kontrola kvality rozhodná, jsou pyrotechnické a dynamické zkoušky airbagu a inflátoru.

Hnací látka ve formě tablet je před vložením do inflátorů nejprve podrobena testům, které předpovídají jejich chování. Reprezentativní vzorek inflátorů je stažen z výrobní linky a testován na správnou funkci pomocí plnohodnotného nafukovacího testu, který měří tlak vytvářený generovaným plynem uvnitř velké nádrže. Tím je indikována schopnost nafukovacího systému produkovat množství plynu při dané rychlosti, čímž je zajištěno správné nafouknutí airbagu. Samostatné vaky jsou zkontrolovány na nedokonalosti tkanin a chyby švů kdy jsou testovány zejména na netěsnost.

Autorizovaný dozor je prováděn v každé fázi výrobního procesu, tak aby se identifikovaly všechny vady a chyby. Může se například jednat i o kontrolu airbagů prováděnou rentgenovými snímky, které slouží k porovnání dokončeného nafukovače s hlavní konfigurací uloženou v počítači.

9.4 Shrnutí kapitoly

Závěrečná kapitola práce prezentuje oblast týkající se struktury a kompletace samotného modulu airbagu. Je pojednáno o použitých materiálech, výrobním procesu i kontrole kvality zhotovených sestav. Z hlediska budoucnosti mohou být airbagy ekonomičtější a lehčí, což bude mít za důsledek integraci do daleko menších systémů, které umožní použití v sofistikovanějších modifikacích a poskytne tak různorodá rozmístění airbagů ve vozidle.

ZÁVĚR

Dnešní doba přináší stále se zvyšující intenzitu automobilové dopravy, avšak v ruku v ruce s tím dochází také ke znatelnému pokroku v zajištění bezpečnosti posádek motorových dvoustopých vozidel. Bezpečnost posádek je trvalým cílem všech producentů vozidel, jelikož lidské a ekonomické náklady jsou značné. Pasivní a aktivní systémy tak prochází neustálým vývojem, což má odezvu například v omezeních dynamiky vozidla, monitorování ospalosti řidiče, zabránění kolizi nebo v systémech eCall, které zachraňují životy pomocí komunikačních technologií zabudovaných ve vozidle. Záměrem tak je poskytnout optimální podporu řidiči technickými systémy s ohledem na schopnosti a vlastnosti vozidla i řidiče. Všechny tyto funkce by měly být prováděny účinnou, bezpečnou, spolehlivou a nákladově efektivní elektronikou. Obzvláště aktivní bezpečnostní systémy budou v nadcházejících letech hrát velkou roli při zvyšování bezpečnosti vozidel. I když však bude vozidlo vybaveno všemožnými bezpečnostními prvky, i tak, by měl každý řidič vozidla pokaždé řídit obezřetně a nespoléhat se výlučně na tyto systémy.

Stejně tak i výrobci airbagů jsou na prahu značného progresu v zavádění sofistikovaných technologií pro zlepšení výkonosti airbagů. Kupříkladu se jedná o přizpůsobenou inflaci, která vyhovuje cestujícím rozdílných velikostí nacházejících se na různých pozicích ve vozidle vůči airbagu a odpovídala tak závažnosti srážky. To je ve zkratce vyjmenování přístupů, jež budou realitou v ne příliš vzdálené budoucnosti. Bude se tak dít díky odpálení jednoho nebo dvou iniciátorů současně, čímž bude možné regulovat následnou sílu inflace. Činnosti zaměřené na udržování a zlepšování životaschopných výhod airbagů jsou tak bezpochyby v plném proudu.

Práce si v teoretické části kladla za cíl objasnit aktivní a pasivní ochranu posádek vozidel při převozu peněz. Bylo představeno velké množství příkladů aktivní bezpečnosti, ale důraz byl kladen na bezpečnost pasivní, kde byly popsány zádržné systémy s hlavním zaměřením na systém airbagu, jeho činnosti při jeho uvedení v činnost, jeho rozmístění ve vozidle a popis funkčnosti.

V navazujícím oddílu teoretické části práce byla vysvětlena pasivní ochrana z hlediska posádek při převozu peněz a závěr teoretické části patřil zejména formám zabezpečení těchto převozců. Bylo zde zdůrazněno, že celý převoz závisí jak na precizním chování celé posádky, tak především i na chování posádky v krizových a kritických situacích, které mohou kdykoliv nastat. Z tohoto důvodu musí být pracovníci vykonávající převoz peněz ne-

jen kvalitně proškoleni, ale musí být i řádně seznámeni s celou řadou modelových situací, které je nutno důkladně a prakticky nacvičit.

Praktickou částí práce je navazováno na hlavní obsah teoretické části a je zde představen popis výroby aktivního prvku airbagu (iniciátoru GTMS), jeho začlenění do inflátoru, popis zádržné činnosti airbagu a jeho elektrické zapojení v systému motorového vozidla. Bohužel nebyla možnost upřesnit některé prvky výroby, které by byly zajisté přínosem pro tuto práci a podrobněji by ozřejmily detailní postup výroby iniciátoru a mohly více charakterizovat tuto zajisté zajímavou pasáž práce. Nicméně v rámci uchování know-how výroby GTMS, bylo možné upotřebit jen takové informace, které zveřejnit jdou a nebudou nikterak v neshodě s obchodními zájmy daného podniku zabývajícího se jejich výrobou.

Reálnou a značně ovlivňující příčinou tvorby práce byla osobní potřeba autora k prezentování výroby pyrotechnických součástí do zádržných systémů vozidel, neboť není v žádné dostupné literatuře nikterak představeno, jak vlastně skutečná výroba těchto, pro funkci airbagů důležitých, součástí probíhá. Ačkoliv nebylo možné seznámit odbornou veřejnost s přesným způsobem výroby iniciátoru, tak prostřednictvím dostupných informací získaných ve firmě zabývající se touto problematikou a ze zdrojů volně přístupných, bylo prezentováno, jakým způsobem se tato produkční činnost provádí.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VLK, František, 2002. *Elektronické systémy motorových vozidel 1*. Brno: František Vlk. ISBN 80-238-7282-6.
- [2] HLAVATÝ, Jiří, 2013. *Pozorovací bezpečnost osobních vozidel*. Brno. Dostupné také z: <https://dspace.vutbr.cz/handle/11012/26996>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Petr Hejtmánek.
- [3] VLK, František, 2005. *Lexikon moderní automobilové techniky*. Brno: František Vlk. ISBN 80-239-5416-4.
- [4] SEIFFERT, Ulrich a Lothar WECH, c2007. *Automotive safety handbook*. 2nd ed. Warrendale, Pa.: SAE International. ISBN 978-0-7680-1798-4.
- [5] VALLDORF, Jürgen a Wolfgang GESSNER, 2007. *Advanced Mircosystems for Automotive Applications*. Berlín: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-540-71324-1.
- [6] VOSTREJŽ, Jan, 2012. *Vliv moderních prvků pasivní bezpečnosti na ochranu posádky vozidla*. Brno. Dostupné také z: <https://dspace.vutbr.cz/handle/11012/3528>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Bc. Marek Semela, Ph. D.
- [7] VLK, František, 2003. *Stavba motorových vozidel: [osobní automobily, autobusy, nákladní automobily, jízdní soupravy, ergonomika, biomechanika, struktura, kolize, materiály]*. Brno: František Vlk. ISBN 80-238-8757-2.
- [8] VLK, František, 2000. *Karosérie motorových vozidel: ergonomika: biomechanika: pasivní bezpečnost: kolize: struktura: materiály*. Brno: VLK. ISBN 80-238-5277-9.
- [9] *Příručka pro záchranáře: Zachraňování a vyprošťování z havarovaných* [online], 2013. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO a.s. a HZS České republiky [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: https://www.hasici-vzdelavani.cz/sites/default/files/download/download/VDN/prirucka_skoda_-_2013-10.pdf

- [10] The 3-point car seat belt: 60 years old and still going strong, 2019. *Naijauto.com* [online]. Lagos Nigeria: Auto Network [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <https://naijauto.com/car-events/3-point-car-seat-belt-4749>
- [11] SUZUKI - prodejce automobilů Suzuki Simcar s.r.o., 2005. *Předpínače bezpečnostních pásů* [online]. Fryšták: Simcar [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <http://www.simcar.cz/slovník/predpinace-bezpecnostnich-pasu.html>
- [12] KUBĚNA, František, Pavel FINDEIS, Miloš NĚMEC a Vladislav ČERMÁK, 2007. *Dopravní nehody: Konstrukce vozidel* [online]. Praha: MV – GŘ HZS ČR [cit. 2020-05-08]. ISBN 80-86640-74-4. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/konspekty-odborne-pripravy-i.aspx?q=Y2hudW09MTU%3D>
- [13] ŠÍPEK, Martin, 2016. *Vlastnosti bezpečnostních pásů v automobilech po dopravní nehodě* [online]. Praha: České vysoké učení technické v Praze [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: https://k622.fd.cvut.cz/downloads/zaverecne_prace/DP-2016-Sipek-Martin.pdf. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní. Vedoucí práce Doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.
- [14] Airbag, 2020. *Autolexicon.net*. [online]. Mladá Boleslav: Ing. Jan Sajdl, Ph.D. [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/airbag/>
- [15] KOTRCH, Miroslav, 2012. *Elektromechanické systémy v automobilovém průmyslu* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita v plzni fakulta elektrotechnická [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/10385862-Elektromechanicke-systemy-v-automobilovem-prumyslu-miroslav-kotrch-2012-zapadoceska-univerzita-v-plzni-fakulta-elektrotechnicka.html>. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Ing. Vladimír Kindl.
- [16] VLK, František, 2006. *Automobilová elektronika 2: Systémy řízení podvozku a komfortní systémy*. Brno: František Vlk. ISBN 80-239-7062-3.
- [17] HRUŠKA, Milan, 2017. 55. strana. Obsah. strana AIRBAG FIAT CODE. - Úvod 72 - Složení systému 73: Elektrické příslušenství. *DocPlayer* [online]. Virginia: DocPlayer.cz [cit. 2020-02-26]. Dostupné

- z: <https://docplayer.cz/16488328-55-strana-obsah-strana-airbag-fiat-code-uvod-72-slozeni-systemu-73.html>
- [18] KENT, Richard, 2003. *Air bag Development and Performance: New perspectives from industry, government and academia*. Warrendale: SAE International. ISBN 0-7680-1119-1.
- [19] IVANKA, Ján. *Systemizace bezpečnostního průmyslu* [online]. 4. rozš. vyd. Zlín: Uni-verzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011 [cit. 2019-10-20]. ISBN 978-80-7454-122-3. Do-stupné z: <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/18576>
- [20] ŠČUREK, Radomír a HOLUBOVÁ, Věra. *Bezpečnost transportu cenin před proti-právními činy – skripta: studijní texty pro bakalářský obor Technická bezpečnost osob a majetku* [CD-ROM]. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1734-7.
- [21] *Převoz peněz a cenin. AVES* [online]. Praha: AVES PLUS, spol. s r.o., 2019 [cit. 2019-11-10]. Dostupné z: <https://www.avesplus.cz/portfolio/prevoz-penez-a-cenin/>
- [22] *Bezpečné automobily, 2007. Abasreport* [online]. Praha: ABAS Report [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <http://abasreport.cz/casopisy/07/diskretne-bezpecne-automobily#>
- [23] PROTIVINSKÝ, Miroslav a Zdeněk NÁCHODSKÝ, 1999. *Organizace a taktika přepravy peněz a cenností*. Praha: Armex. ISBN 80-86244-00-8.
- [24] LUKÁŠ, Luděk, 2015. *Bezpečnostní technologie, systémy a management II*. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM. ISBN 978-80-87500-19-4.
- [25] LAUCKÝ, Vladimír, 2007. *Technologie komerční bezpečnosti II*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-631-9.
- [26] *Pancéřování. SVOS* [online]. Přelouč: SVOS, spol. s r.o., 2019 [cit. 2019-11-10]. Do-stupné z: <http://www.armsvos.cz/pance-ovani.html>
- [27] HORÁČEK, Lukáš. *Přeprava finančních hotovostí a cenností v soukromém a státním sektoru* [online]. Zlín, 2016 [cit. 2019-10-20]. Do-stupné z: <https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/38888/hor%C3%A1%C4>

- %8Dek_2016_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [28] V Přelouči postavili pancéřovaný Superb. Odolá i výbušninám, 2019. *Autobible.euro.cz* [online]. Praha: Mladá fronta [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/v-prelouci-postavili-skodu-superb-ktera-sice-nabizi-konvencni-motor-ale-take-dost-nekonvencni-ochranu/>
- [29] BRABEC, František. *Ochrana bezpečnosti podniku*. Praha: Eurounion, 1996. ISBN 80-85858-29-0.
- [30] HOLUBOVÁ, Věra. *Ochrana objektu – transport peněz, cenin a eskorta osob* [online]. Ostrava, 2008 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/060/.content/galerie-souboru/studijni-materialy/ochrana_objektu.pdf. Skripta. VŠB – TU OSTRAVA.
- [31] Ozbrojenci přepadli auto bezpečnostní agentury, vzali zásilku., 2013. *Týden.cz* [online]. Praha: ČTK [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: https://www.tyden.cz/rubriky/domaci/krimi/ozbrojenci-prepadli-auto-bezpecnostni-agentury-vzali-zasilku_288193.html?showTab=nejctenejsi-3
- [32] LAPKOVÁ, Dora. *Přeprava finančních hotovostí a cenností: Technologie komerční bezpečnosti I*. Zlín, 2016. Prezentace. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [33] SVOBODA, Jiří a Ondřej NĚMČÁK, 2007. *Hermetizovaný GTMS iniciátor pro elektrické pyrotechnické systémy*. Česká republika. PUV 2007-18860. Zapsáno 11.12.2007.
- [34] Skleněný Squib, 2020. *Kse-cz* [online]. Vsetín: Kayaku Safety Systems Europe [cit. 2020-02-24]. Dostupné z: <http://www.kse-cz.com/cs/63-skleneny-squib>
- [35] Archiv časopisu AutoEXPERT, 2004. *Autopress.cz* [online]. Praha: Auto-Expert [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <http://www.autopress.cz/archiv-casopisu/>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ABS	Antilock Braking System.
ASR	Anti-Slip Regulation.
EBS	Elektronisches Bremssystem
ESP	Electronic Stability Programme
GTMS	Glass To Metal Sealed squib
IZS	Integrovaný záchranný systém
PČR	Policie České republiky

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Srovnání interiérů Opel Astra a VW Golf VII [2].....	14
Obr. 2. CV senzor [5].....	16
Obr. 3. Vyztužení karoserie automobilu Octavia II [9]	19
Obr. 4. Bezpečnostní pás tříbodový [10]	22
Obr. 5. Mechanický předpínač [4]	23
Obr. 6. Předpínací kuličkový mechanismus [9].....	24
Obr. 7. Předpínač bezpečnostního pásu s kuličkovým pohonem [9].....	25
Obr. 8. Předpínací hřebenový mechanismus [9].....	25
Obr. 9. Předpínač bezpečnostního pásu na principu ozubené tyče [9]	26
Obr. 10. Předpínač na principu Wanklova motoru [9]	26
Obr. 11. Detail předpínače na principu Wanklova motoru [9]	27
Obr. 12. Navíječ s deformující se torzní tyčí [13]	28
Obr. 13. Zádržné systémy pro cestující [15].....	29
Obr. 14. Umístění airbagů Octavia II [9].....	29
Obr. 15. Čelní airbag řidiče [9].....	30
Obr. 16. Boční airbag [12]	31
Obr. 17. Hlavový airbag [12].....	31
Obr. 18. Kolenní airbag [6].....	32
Obr. 19. Mezipasažerový airbag [6]	33
Obr. 20. Nafukovací bezpečnostní pás [6].....	34
Obr. 21. Hlavový airbag pro náraz zezadu [6].....	34
Obr. 22. Součásti airbagu řidiče [17]	35
Obr. 23. Pancéřové vozidlo [21]	37
Obr. 24. Úprava automobilu [26].....	39
Obr. 25. Pancéřovaná Škoda-Superb [28]	40
Obr. 26. Vykládka finanční hotovosti [31]	46
Obr. 27. Konstrukce pólového tělíska [33].....	50
Obr. 28. Konstrukce GTMS iniciátoru [33].....	51
Obr. 29. Skleněný squib GTMS celek [34]	51
Obr. 30. Přivařený drátek [Vlastní zdroj]	53
Obr. 31. Průběh výroby [Vlastní zdroj]	54
Obr. 32. Skleněný GTMS [Vlastní zdroj].....	55

Obr. 33. Průběh tlakové křivky [Vlastní zdroj]	56
Obr. 34. Výsledek testu Brucetonu [Vlastní zdroj]	56
Obr. 35. Inflátor s pevnou hnací látkou [9].....	58
Obr. 36. Hybridní inflátor [9]	59
Obr. 37. Plynový inflátor [9]	60
Obr. 38. Schéma sestavení airbagu ve volantu [17]	62
Obr. 39. Zádržný systém s airbagem [35].....	63
Obr. 40. Řez inflátorem [Vlastní zdroj]	65