

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

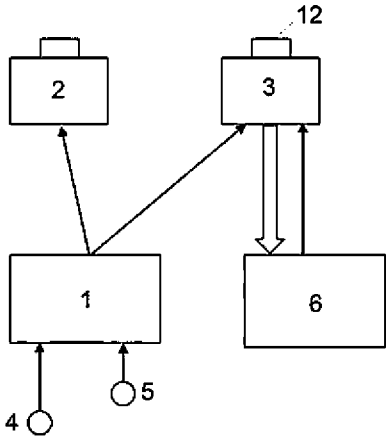
(21) Číslo přihlášky: 2021-106
(22) Přihlášeno: 08.03.2021
(40) Zveřejněno: 05.10.2022
(Věstník č. 40/2022)
(47) Uděleno: 27.06.2024
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 07.08.2024
(Věstník č. 32/2024)

(56) Relevantní dokumenty:
US 7502124 B2; US 2002166371 A1; US 2008243335 A1.

(73) Majitel patentu:
Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava,
Ostrava, Poruba, CZ
(72) Původce:
prof. RNDr. Pavol Košťál, CSc., Ostrava, Poruba, CZ
doc. Ing. Ivo Špička, Ph.D., Vřesina, CZ
prof. Ing. Zora Košťálová Jančíková, CSc.,
Ostrava, Poruba, CZ

(54) Název vynálezu:
Způsob bezkontaktního měření deformace dezénu pneumatik a zařízení k provádění tohoto způsobu

(57) Anotace:
Způsob bezkontaktního měření deformace dezénu pneumatik a zařízení k provádění tohoto způsobu umožňuje bezkontaktní měření deformace dezénu pneumatik ve statickém i dynamickém režimu. Hlavními součástmi zařízení jsou čárový laser (2) a snímací kamera s optikou (12), které mohou tvořit jeden funkční celek a dále dva snímače (4, 5), které stanovují úhlové natočení a rychlost otáčení kompletního kola. Díky bezdrátovým technologiím zařízení umožňuje přenášet naměřená data bezdrátově do vyhodnocovacího zařízení, které na jejich základě vyhodnotí reálnou deformaci dezénu. Zařízení nevyžaduje přítomnost kontaktních senzorů umístěných přímo na plášti pneumatiky a měří s přesností na desetiny milimetru.



Způsob bezkontaktního měření deformace dezénu pneumatik a zařízení k provádění tohoto způsobu

5 Oblast techniky

Vynález se týká speciální měřicí techniky pro gumárenský průmysl. Navržené zařízení umožňuje bezkontaktně měřit deformace dezénu pneumatik ve statickém i dynamickém režimu a tím poskytuje cenná data pro posouzení a modifikaci její konstrukce. Tato diagnostika je
10 bezkontaktní a je prováděna v on-line režimu.

Dosavadní stav techniky

15 Z hlediska současných výrobců pneumatik je interakce mezi pneumatikou a vozovkou rozhodující pro určení dynamického chování silničního vozidla. Tedy kontaktní síly povrchu vozovky a pneumatik jsou klíčovými proměnnými v konstrukci systémů řízení trakce, brzdění a stability vozidel. Tradičně jsou kontaktní síly povrchu vozovky a pneumatik nepřímo odhadovány z měření dynamiky vozidla (zrychlení podvozku, rychlosti vybočení, vychýlení
20 zavěšení atd.).

Vznik koncepce tzv. „inteligentní pneumatiky“ (pneumatika se zabudovanými senzory a schopností digitálního zpracování dat) v zásadě umožňuje přesnější odhad kontaktních sil mezi vozidlem a povrchem vozovky. Vzhledem k tomu, že tato technologie není ještě v současné době
25 plně rozvinutá, a tedy i běžná, je její hlavní problém výběr vhodných senzorů pro odhad kontaktní síly mezi vozidlem a povrchem vozovky.

Metody diagnostiky kontaktu pneumatiky s povrchem vozovky jsou v současnosti v převážné míře založeny na použití kontaktních senzorů. Použití optických bezkontaktních metod je málo
30 frekventované nebo je systém jejich aplikace příliš komplikovaný.

Z nepatentové literatury je znám článek Savaresi, S., M a kol.: Design and testing of an innovative measurement device for tyre-road contact forces, IEEE TRANSACTIONS ON CONTROL SYSTEMS TECHNOLOGY Volume: 16 Issue: 4 (2008) Pages: 769-780, ve kterém
35 je použit kodér kol a akcelerometr umístěný přímo v pneumatice. Měření zrychlení je pak přenášeno bezdrátovým kanálem. Klíčovým inovativním konceptem tohoto řešení je využití fázového posunu mezi kodérem kola a impulzními signály poskytovanými senzory

Další článek z této oblasti představuje článek kolektivu Cheli, F a kol.: Design and testing of an innovative measurement device for tyre-road contact forces, MECHANICAL SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING Volume: 25 Issue: 6 (2011) Pages: 1956, kdy pracovní princip zařízení
40 na měření kontaktu pneumatika-povrch vozovky je založen na měření tří deformací ráfku kola pomocí tenzometrů.

45 Pozornost této problematice je věnována i v článku autorů Erdogan, G a kol.: Estimation of Tire-Road Friction Coefficient Using a Novel Wireless Piezoelectric Tire Sensor, IEEE SENSORS JOURNAL Volume: 11 Issue: 2 (2011) Pages: 267-279, kde se autoři zabývají snímáním kontaktu pneumatika-povrch vozovky pomocí bezdrátového piezoelektrického senzoru.

50 Problematika je rovněž popisována prostřednictvím článku Yi, J.,G. a kol.: A "smart tire" system for tire/road friction estimation, PROCEEDINGS OF THE ASME DYNAMIC SYSTEMS AND CONTROL CONFERENCE 2008, PTS A AND B (2009) Pages: 847-854, kde je popsán vývoj systému snímání deformace pneumatik, který může poskytnout důležité informace pro odhad interakce pneumatika /povrch vozovky se zaměřením na mobilní roboty a vozidla. Senzor na bázi

polyvinylidifluoridu (PVDF) je navržen a vyroben tak, aby zapadal na vnitřní povrch běhounu a je určen pro měření deformace pryžového běhounu.

V rámci studie Matsuzaki, R. a kol.: Rubber-based strain sensor fabricated using photolithography for intelligent tires SENSORS AND ACTUATORS A-PHYSICAL Volume: 148 Issue: 1 (2008) Pages (9-13), kde je navržen nový typ senzoru na bázi kaučuku, který je vyroben pomocí fotolitografie. Gumová základna má stejné mechanické vlastnosti jako povrch pneumatiky: senzor tedy neinterferuje s deformací pneumatiky a může přesně monitorovat její chování. Tato studie tedy podrobně popisuje konstrukci a výrobu pryžového senzoru.

Výrobci automobilů mohou posoudit strukturu pneumatiky posloucháním syntetizovaného zvuku, který by pneumatika vyzařovala, když by se valila na určitém typu povrchu vozovky, jak je uvedeno ve studii Ishihama, M. a kol.: Tire sound quality evaluation tool using sound synthesis with physical modeling, PROCEEDINGS OF THE ASME INTERNATIONAL MECHANICAL ENGINEERING CONGRESS AND EXPOSITION, VOL 3: DESIGN AND MANUFACTURING (2007) Pages 527-533

Níže uvedená studie navrhuje a experimentálně zkoumá nový bezdrátový systém měření napětí využívající změnu elektrické kapacity pneumatik vyztužených ocelovým drátem. V pneumatice je zabudován malý oscilační obvod CR. Deformace pneumatiky tedy způsobuje změnu kapacity pneumatiky, která zahrnuje ocelový drát a pryž. Tyto změny kapacity zase mění kmitající kmitočet oscilačního obvodu jsou popsány v článku Matsuzaki, R. a kol.: Wireless strain monitoring of tires using electrical capacitance changes with an oscillating circuit, SENSORS AND ACTUATORS A-PHYSICAL Volume: 119 Issue: 2 (2005) Pages: 323-331.

V článku autorů Moon, K., S. a kol.: Tire tread deformation sensor and energy harvester development for "Smart Tire" applications, Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical, and Aerospace Systems 2007, Pts 1 and 2 Book Series: PROCEEDINGS OF THE SOCIETY OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS (SPIE) Volume: 6529 (2007) Pages: U204-U215 je představen vývoj senzoru deformace běhounu pneumatiky a kombajnu energie pro monitorování a kontrolu pneumatik v reálném čase. Mikrosenzor na bázi polyvinylidifluoridu (PVDF) je navržen a vyroben tak, aby zapadl dovnitř běhounu pneumatiky a změřil deformaci běhounu.

Výsledky testů vozidel a laboratorních experimentů umožňují detailní pohled na základní třecí procesy při brzdění na suchých vozovkách. Vysoké smykové síly, které se vyskytují v situaci nouzového brzdění, vytvářejí typický obrazec deformace pryžových bloků v potisku pneumatiky, který vede k výrazným geometrickým změnám kontaktní oblasti ve srovnání s potiskem za podmínek volného válcování čímž se zabývá článek autorů Kendziorra, N. a kol.: On the dynamics of tire/road contact and the relevance for controlled braking, TIRE – CHASSIS-ROADS Book Series: VDI BERICHTE Volume: 1791 (2003) Pages: 71.

Akustická měření uvedená v dokumentu Donovan, P. a kol.: Tire Noise Generation and Propagation over Porous and Nonporous Asphalt Pavements, TRANSPORTATION RESEARCH RECORD Issue: 2233 (2011) Pages: 135 byla provedena na několika asfaltových zkušebních drahách v testovací stopě National Center for Asphalt Technology (NCAT). Výsledky měření také ukázaly, že jednovrstvé porézní vozovky byly zvláště účinné při snižování síly zdroje hluku vozovky pro kmitočty nad 1250 Hz pro návrhy o tloušťce 18 až 33 mm. Pro silnější dvouvrstvou porézní dlažbu se redukce síly zdroje prodloužila až na 630 Hz. Bylo také zjištěno, že porézní vozovky jsou účinné při snižování síly zdroje interakce vozovky s pneumatikami snižováním některých mechanismů hluku pneumatik a snižováním hladiny akustického výkonu zdroje prostřednictvím místní absorpce zvuku.

Príspevek autorů Kindt, P., a kol.: Measurement and analysis of rolling tire vibrations, OPTICS AND LASERS IN ENGINEERING Volume: 47 Issue: 3-4 Special Issue: SI (2009) Pages: 443-

453, se zabývá měřením a analýzou vibrací pneumatik v důsledku excitací nárazu povrchu vozovky, jako jsou například dlážděné silnice, křižovatky mezi betonovými povrchy vozovek, železniční přejezdy. Vibrace povrchu pneumatiky v důsledku buzení vozovky způsobují hlukové záření ve frekvenčním pásmu obvykle pod 500 Hz. Měření vibrací pneumatik laserovým dopplerovským vibrometrem je prováděno online.

Článek autorů Horvath, P a kol.: Measurement of deformation by means of correlation of speckle fields, EXPERIMENTAL MECHANICS Volume: 46 Issue: 6(2006) Pages: 713-723, pak obsahuje popis bezkontaktního měření deformace objektu pomocí korelace speckle polí. Tato optická metoda používá statistické vlastnosti vzorů skvrn pro detekci složek malého deformačního tenzoru elementární oblasti povrchu zkoumaného objektu.

Z patentové literatury je pak známo řešení původně evropského patentu, který je validován pro ČR jako PV 2007-18961 s názvem "Zařízení a způsob k detekci tvaru pneumatiky" týkající se měření profilu pneumatik, měří jejich vnější profil a neumožňuje měření deformace pneumatiky vznikající stykem pneumatiky s vozovkou. Toto řešení tedy umožňuje měřit rozměry rotující pneumatiky ve třech směrech ale bez kontaktu se skutečnou vozovkou.

Dalším řešením obsaženým v patentové literatuře je JP 2007010405A "Method and device for measuring of dynamic landing shape of tire", zde je monitor pneumatik umístěn v podběhu kola a nakonfigurován tak, aby promítal paprsek (paprsky laseru) na pneumatiku, měřil odraz paprsku (paprsků). Procesory jsou nakonfigurované tak, aby na základě odrazů vytvořily dvourozměrný (2D) profil pneumatiky, porovnaly hloubky vytvořeného profilu s hloubkami předpjatého profilu a na základě srovnání posoudily opotřebení pneumatiky. Procesory jsou nastaveny tak, aby určovaly jízdní výšku vozidla na základě odrazů. Procesory jsou rovněž nastaveny tak, aby mohly srovnat shodu s přednastaveným profilem před provedením srovnání a dále umí určit shodu porovnáním šířky (šířek) zabudovaného profilu se šířkou (šířkami) předpjatého profilů. Jedná se o laboratorní zařízení, které obsahuje zařízení pro emitování paprsků na dezén pneumatiky, disponuje databází přednastavených vzorů pneumatik. Zařízení není určeno pro měření změn dezénu pneumatik při kontaktu s vozovkou.

Výše uvedená zařízení a metody spadají svou oblastí do interferenčních metod, jedná se o laboratorní zařízení a tato zařízení vyžadují většinou aplikaci dotykových senzorů, což může být z hlediska praktického využití určitou nevýhodou. Měření je obvykle prováděno prostřednictvím skleněné desky, na kterou je umístěna pneumatika, která je postupně zatěžována. Nevýhodou takového typu měření je, že se jedná pouze o simulaci, nikoliv o reálná měření. Další nevýhodou je použitý materiál podložky, kterým v těchto případech bývá sklo, a to má zcela jiné vlastnosti než reálný povrch vozovky.

Podstata vynálezu

Níže popsany vynález lze rozdělit do dvou částí – první – představující způsob měření a vyhodnocení, který se zabývá měřením deformace pneumatiky zevnitř a druhé, což je zařízení, jehož součástí jsou čárový laser, snímací kamera snímající čárovou stopu laseru a dva snímače, které stanovují úhlové natočení a rychlost otáčení kompletního kola. Stopa čárového laseru je vlnoplochou, tedy plochou konstantní fáze kopírující zevnitř deformaci dezénu, který je v kontaktu s podložkou, v našem případě, vozovkou. Zařízení je schopné přenášet naměřená data do vyhodnocovacího zařízení bezdrátově a následně na jejich základě vyhodnotit reálnou deformaci dezénu. Zařízení nevyžaduje přítomnost kontaktních senzorů umístěných přímo na plášti pneumatiky a měří s přesností na desetiny milimetru.

Zařízení sestává z řídicí jednotky, která je bezdrátově propojena se snímací kamerou a s čárovým laserem a zároveň synchronizuje expozici každého snímku, zapínání laseru a řídí přenos naměřených dat ze snímací kamery. Bezdrátové propojení je realizováno technologiemi jako je

například Wi-fi, Bluetooth, GSM apod. Řídicí jednotka je vybavena baterií. K řídicí jednotce jsou dále napojeny snímač polohy a snímač otáček, přičemž řídicí jednotka tyto snímače současně napájí. Oba snímače jsou umístěny na nápravě vozidla, na vnější straně kola. Snímací kamera je dále bezdrátově propojena se záznamovou a vyhodnocovací jednotkou. Snímací kamera a čárový laser jsou pak napájeny prostřednictvím externí baterie. Snímací kamera a čárový laser jsou rozebíratelně, avšak pevně přichyceny z vnitřní strany k disku pneumatiky a to tak, aby emitovaný paprsek čárového laseru byl kolmo k vnitřnímu povrchu pneumatiky a zároveň tak, aby snímací kamera mohla zaznamenat prostřednictvím svého snímacího úhlu jeho světelnou stopu. Snímací kamera je vybavena pamětovou kartou, USB konektorem a vysílačem pro bezdrátové připojení z výše uvedené skupiny např. Wi-fi.

Způsob měření deformace dezénu pneumatiky, tedy spočívá v tom, že snímací kamera svou optikou snímá světelnou stopu, kterou na vnitřním povrchu pneumatiky zanechává čárový laser.

Laserový paprsek je promítán v kolmé rovině k pneumatice, přičemž tato rovina prochází středem otáčení pneumatiky, a to včetně jejího ráfku.

Snímací kamera je tedy umístěna v místě posunutém o takový úhel tak, aby byl snímán celý laserový paprsek promítaný čárovým laserem na vnitřní povrch pneumatiky. Expozice snímací kamery je řízena prostřednictvím řídicí jednotky, kterou představuje mikrokontroler umístěný vně pneumatiky, na vnější strana kola).

Při kalibraci snímací kamery, v závislosti na konkrétních podmínkách měření, tedy na použité optice kamery, rozměru ráfku a pneumatiky, které určují místa pro montáž laseru a kamery, je dosaženo jednoznačného převodu jednotlivých obrazových bodů snímače kamery, který je její přirozenou součástí, na souřadnice v prostoru roviny vyzařovaného laserového paprsku.

Pozice kola je vyhodnocována oběma snímači, a to snímačem polohy a snímačem otáček. Mezi vysláním povelu k expozici a vlastní expozici existuje časový interval (zpoždění), který je dán použitým softwarovým a hardwarovým vybavením kamery. Z naměřené rychlosti otáčení kola měřené snímačem otáček a z časového intervalu, kdy se pneumatika nacházela v měřicí pozici (pozice pro spuštění laseru, viz obr. 2) je zjištěn čas začátku expozice snímací kamery (pozice pro spuštění kamery viz obr. 2). Tedy v době, kdy je pneumatika natočena do ideální pozice pro měření, probíhá již záznam obrazu. Vnitřní prostor pneumatiky je v této fázi měření zcela bez osvětlení následkem čehož čip snímací kamery nezaznamenává žádný obraz. V okamžiku, kdy snímač polohy vyhodnotí, že poloha pneumatiky pro snímání je ideální, tj. poloha, kdy je pneumatika natočena tak, aby emitor laserového paprsku směřoval kolmo k vozovce (pozice pro spuštění laseru viz obr. 2), je na přesně definovanou dobu, která je odvislá od citlivosti snímače kamery, spuštěn emitor čárového laseru, jehož laserový paprsek promítne na vnitřní stěnu pneumatiky světelnou stopu. V tomto okamžiku, je tedy emitor paprsku čárového laseru v kolmici k vozovce a na pneumatice dochází k projevům deformace spojené s jejím odvalováním po povrchu, tedy vozovce. Následně jsou nasnímané křivky softwarově vyhodnoceny a prostřednictvím časových značek jsou jednoznačně ztotožněny s polohou pneumatiky, jak je znázorněno na obr. 4.

Snímací kameru s její optikou a čárový laser lze také zapouzdřit do jednoho celku, což velmi vhodné pro manipulaci zejména u pneumatik menších rozměrů.

Výhodou vynálezu je, že nevyžaduje aplikaci dotykových senzorů, je tedy bezkontaktní, plně automatické a má relativně vysokou přesnost (rozlišení 1 mm $\pm$ 0,2 mm). Rovněž je výhodné, že zařízení je možné aplikovat na širokou škálu typů pneumatiky například závodní motocykly, motocyklové trojkolky, závodní automobily, běžné automobily až po nákladní vozidla.

Objasnění výkresů

Na obr. 1 se nachází schéma zařízení. Na obr. 2 je schematicky zobrazen způsob měření s jednotlivými pozicemi. Obr. 3 pak představuje laserovou stopu na vnitřní straně pneumatiky a obr. 4 pak graf vyhodnocení měření.

Příklady uskutečnění vynálezu

Příklad 1

Zařízení sestává z řídicí jednotky 1, která je bezdrátově propojena se snímací kamerou 3 a s čárovým laserem 2 a zároveň synchronizuje expozici každého snímku snímací kamery 3, spouští čárový laser 2 a řídí přenos naměřených dat ze snímací kamery 3. Bezdrátové propojení je realizováno prostřednictvím Wi-fi. Řídicí jednotka 1 je vybavena baterií. K řídicí jednotce 1 jsou dále napojeny snímač 4 polohy a snímač 5 otáček, přičemž řídicí jednotka 1 tyto snímače 4,5 současně napájí. Oba snímače 4, 5 jsou umístěny na nápravě osobního vozidla, na vnější straně kola. Snímací kamera 3 je dále bezdrátově propojena se záznamovou a vyhodnocovací jednotkou 6. Snímací kamera 3 a čárový laser 2 jsou napájeny prostřednictvím externí baterie. Snímací kamera 3 a čárový laser 2 jsou rozebíratelné, avšak pevně přichyceny z vnitřní strany k disku pneumatiky prostřednictvím držácků a pásků a to tak, aby emitovaný laserový paprsek 10 čárového laseru 2 byl kolmo k vnitřnímu povrchu pneumatiky a zároveň tak, aby snímací kamera 3 mohla zaznamenat prostřednictvím svého snímacího úhlu jeho světelnou stopu na vnitřním povrchu pneumatiky. Laserový paprsek 10 je tak promítán v kolmé rovině k pneumatice, přičemž tato rovina prochází středem otáčení pneumatiky, a to včetně jejího ráfku. Snímací kamera 3 je vybavena paměťovou kartou, USB konektorem a vysílačem pro bezdrátové připojení Wi-fi.

Snímací kamera 3 je tak umístěna v místě posunutém o úhel, který umožňuje snímání celé stopy laserového paprsku 10 promítaného čárovým laserem 2 na vnitřní povrch pneumatiky. Expozice snímací kamery 3 je řízena prostřednictvím řídicí jednotky 1.

Před samotným měřením je snímací kamera 3 kalibrována. Při kalibraci snímací kamery 3, v závislosti na konkrétních podmínkách měření, je dosaženo jednoznačného převodu jednotlivých obrazových bodů snímače snímací kamery 3 na souřadnice v prostoru roviny vyznačeného laserového paprsku 10.

Pozice kola je vyhodnocována oběma snímači a to snímačem 4 polohy a snímačem 5 otáček. Z naměřené rychlosti otáčení kola měřené snímačem otáček 4 a z časového intervalu, kdy se pneumatika nachází v měřicí pozici, kterou představuje pozice 8 pro spuštění čárového laseru 2 je zjištěn čas počátku expozice snímací kamery 3. Tedy v době, kdy je pneumatika natočena do ideální pozice pro měření, probíhá již záznam obrazu, který byl spuštěn v pozici 9 pro spuštění snímací kamery 3. Vnitřní prostor pneumatiky je v této fázi měření zcela bez osvětlení následkem čehož čip snímací kamery nezaznamenává žádný obraz.

V okamžiku, kdy snímač polohy 4 vyhodnotí polohu pneumatiky pro snímání jako ideální tj. poloha, kdy je pneumatika natočena tak, aby emitor laserového paprsku 10 směřoval kolmo k vozovce 11, je na dobu, která je odvislá od citlivosti snímače snímací kamery 3, spuštěn emitor čárového laseru 2 a jeho laserový paprsek 10 promítá na vnitřní stěnu pneumatiky světelnou stopu, přičemž na pneumatice dochází k projevům deformace spojené s jejím odvalováním po povrchu, tedy vozovce 11. Následně jsou nasnímané světelné stopy laserového paprsku 10 v podobě křivky softwarově vyhodnoceny a prostřednictvím časových značek jsou jednoznačně ztotožněny s polohou pneumatiky, jak je znázorněno na obr. 4.

Příklad 2

- 5 Příklad 2 se od příkladu 1 odlišuje tím, že je zařízení použito pro měření na pneumatikách nákladního vozidla. V tomto případě je bezdrátový přenos prostřednictvím Bluetooth technologie.

Příklad 3

- 10 Příklad 3 se od příkladu 1 odlišuje tím, že čárový laser 2, snímací kamera 3 a její optika 12 jsou zapouzdřeny do plastového pouzdra. Měření je provedeno na pneumatikách závodního motocyklu.

Příklad 4

- 15 Příklad 4 se od příkladu 2 odlišuje tím, že čárový laser 2, snímací kamera 3 a její optika 12 jsou zapouzdřeny do plastového pouzdra, které je následně aplikováno na pneumatiky závodního automobilu typu Formule 1.

20

Průmyslová využitelnost

Zařízení je určeno pro specializovaná měření pro výrobce pneumatik (gumárenský průmysl) a umožňuje tak posuzovat a následně modifikovat konstrukce pneumatik.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob bezkontaktního měření deformace dezénu pneumatik, **vyznačující se tím**, že světelná stopa laserového paprsku je promítnuta na vnitřní nekalibrovanou gumovou stěnu pneumatiky v okamžiku, kdy je laserový paprsek (10) v kolmici k vozovce (11) a pneumatika je deformována svým odvalováním po vozovce (11), přičemž je tato promítnutá laserová stopa nasnímana snímací kamerou (3) v podobě nejméně jedné okamžité křivky do záznamové a vyhodnocovací jednotky (6), kde je vyhodnocena a následně jsou jí přiřazeny časové značky pro jednoznačné ztotožnění s polohou pneumatiky při odvalování a je tak získán výsledný okamžitý vnitřní profil zachycené aktuální laserové stopy ve dvourozměrném prostoru.

2. Způsob bezkontaktního měření deformace podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že řídicí jednotka (1) spustí čárový laser (2) v okamžiku, kdy snímač polohy (4) odešle do řídicí jednotky (1) informaci, že emitor čárového laseru je v kolmé pozici k vozovce (11).

3. Způsob bezkontaktního měření deformace podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že čas počátku expozice snímací kamery (3) v pozici (9) pro spuštění snímací kamery (3) je definován jako průnik rychlosti otáčení kola ze snímače otáček (5) a časového intervalu, kdy je pneumatika v pozici (8) pro spuštění laseru.

4. Zařízení pro bezkontaktní měření deformace dezénu pneumatik způsobem podle nároku 1, jehož součástí je snímací kamera, **vyznačující se tím**, že řídicí jednotka (1) zařízení je bezdrátově propojena se snímací kamerou (3) a čárovým laserem (2) a dále je propojena se snímačem (4) polohy a snímačem (5) otáček, přičemž řídicí jednotka (1) je vybavena interní baterií, na kterou jsou napojeny oba snímače (4, 5) a dále snímací kamera (3) a čárový laser (2) jsou napojeny na externí baterii, snímací kamera (3) je ještě obousměrně propojena se záznamovou a vyhodnocovací jednotkou (6) pro řízení přenosu naměřených dat.

5. Zařízení pro bezkontaktní měření deformace dezénu podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že součástí snímací kamery (3) je optika (12), USB konektor, vysílač pro bezdrátové připojení a paměťové médium.

6. Zařízení pro bezkontaktní měření deformace dezénu podle nároků 4 a 5, **vyznačující se tím**, že snímací kamera (3) a čárový laser (2) jsou samostatnými jednotkami nebo jsou zapouzdřeny do jednoho celku.

7. Zařízení pro bezkontaktní měření deformace dezénu podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že snímací kamera (3) a čárový laser (2) nebo jejich zapouzdřený celek jsou uzpůsobeny pro uchycení k disku pneumatiky.

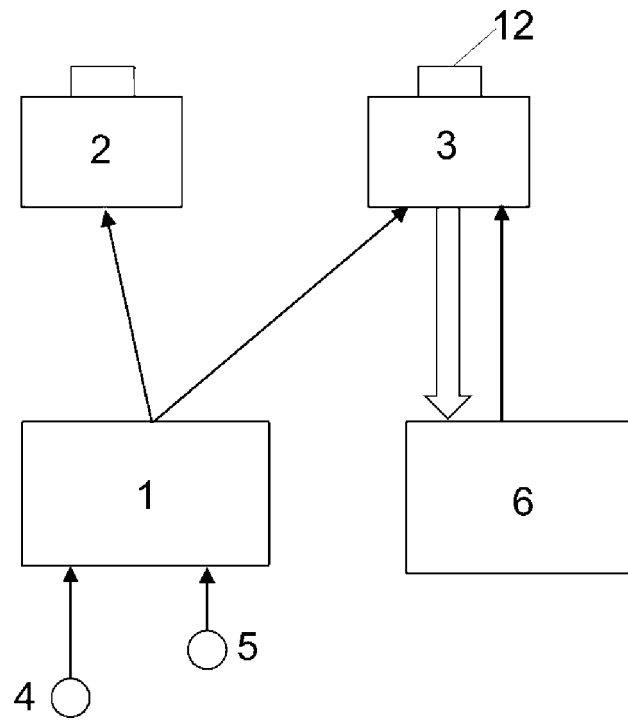
8. Zařízení pro bezkontaktní měření deformace dezénu podle předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že snímací kamera (3) a čárový laser (2) jsou vůči sobě posunuty tak, aby optika (12) snímací kamery (3) svírala s čárovým laserem (2) úhel pro snímání celé délky stopy laserového paprsku na vzoru prosté vnitřní gumové stěně pneumatiky.

2 výkresy

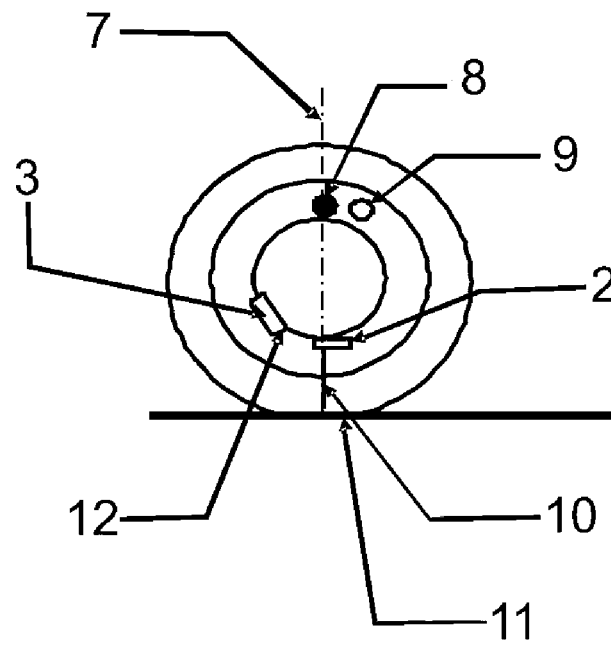
Seznam vztahových značek:

- 1 – řídicí jednotka
- 2 – čárový laser
- 3 – snímací kamera

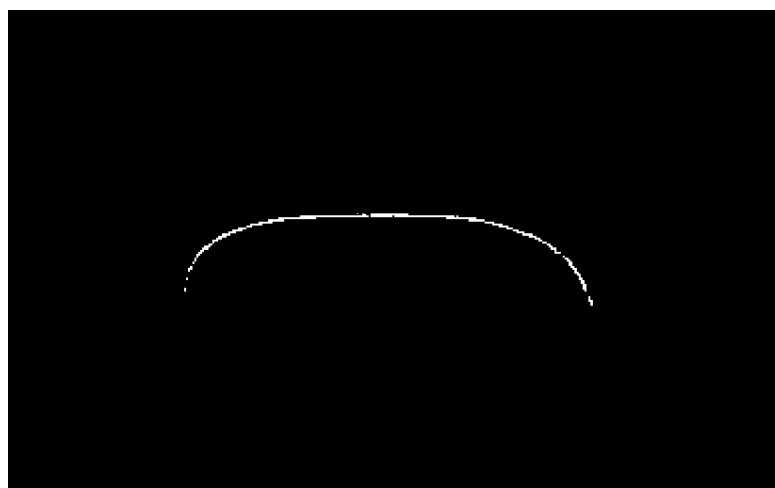
- 4 – snímač polohy
- 5 – snímač otáček
- 6 – záznamová a vyhodnocovací jednotka
- 7 – kolmice k vozovce
- 8 – pozice pro spuštění čárového laseru
- 9 – pozice pro spuštění snímací kamery
- 10 – laserový paprsek
- 11 – vozovka
- 12 – optika snímací kamery



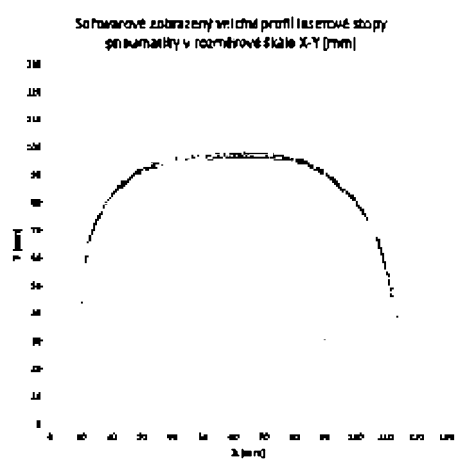
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4