

# Oko za oko: kontrola ojníc pro osobní vozidla pomocí Cognex In-Sight

Co dělá z ojnice dobrou ojnici? Přesnost. Pro kontrolu přesnosti oka ojnice ale lidské oko nestačí. Inteligentní systémy strojového vidění „padly do oka“ konstruktérům zkušebních zařízení v kovárně Schmiedetechnik Plettenberg, kde se vyrábějí komponenty pro přenos síly u moderních motorů.

V porovnání s dneškem byly zážehové a vznětové motory ještě před dvaceti až třiceti lety „kusy železa“. Zatímco dříve byl k dosažení výkonu 135 kW potřebný spalovací prostor 2,5 l, v současné době k tomu (u špičkového motoru) stačí 1,4 l. Zvýšení poměru výkonu k objemu spalovacího prostoru je enormní. Ovšem tento vývoj je možný



Obr. 1. Kontrolované díly – výkovky ojníc



Obr. 2. Celkový pohled na měřicí stanici

jen díky přesnému technickému zpracování všech komponent motoru. To se týká také ojnice, která je důležitým spojovacím článkem pro přenos síly z pístu na klikovou hřídel. Při výrobě ojníc je nutná účinná kontrola kvality.

Koncepce a konstrukce zařízení pro kontrolu ojníc v kovárně Schmiedetechnik Plettenberg GmbH & Co. KG pocházejí od firmy IMR Gesellschaft für Prozessleit- und Auto-

matisierungstechnik mbH. Zařízení testuje ojnice pro osobní vozidla s použitím moderní techniky strojového vidění Cognex současně z hlediska různých rozměrových a tvarových charakteristik.

## Výroba ojníc

Dosáhnout stejného výkonu při menším zdvihovém objemu lze větší kompresí. Pro to je ale potřebné dobré mazání motoru a zmenšení vůlí v ložiskových pouzdech ojnice. To staví výrobu ojníc před nové požadavky. Tam, kde působí velké síly, je nutné pracovat s minimálními tolerancemi. Ovšem při kování teplotě materiálu přibližně 1 280 °C reaguje ocel C70 (speciální ocel určená na ojnice spalovacích motorů) na mechanické tvářecí procesy nanejvýš citlivě. I přes použití speciálních výrobních postupů se při kování ojníc může stát, že je tloušťka výkovků v určitých částech příliš velká nebo příliš malá. Při automatizovaném kování v zápustce vzniká tzv. přesazení, kdy horní a dolní zápustka nejsou přesně proti sobě. Tato chyba je v rozsahu setin, za určitých okolností i desetin milimetru. Také během následující kalibrace výkovku se ojnice nerovnoměrně zahřívá a tím vznikají nepatrné odchylky rozměrů a hmotnosti.

## Záruka kvality

Zaručit dobrou kvalitu je pro dodavatele ojníc naprosto nezbytné. Odchylky rozměrů, tvaru a polohy se běžně měří měřicími stroji. To je však časově náročné. Zde popsané zařízení pro kontrolu ojníc bylo prvním projektem, u něhož byl pro automatizovanou kontrolu ojníc použit systém strojového vidění. Také pro IMR, partnerského systémového integrátora firmy Cognex, to bylo první zařízení pro kontrolu ojníc.

Problémem bylo zajistit dostatečnou opakovatelnost výsledků měření kovaných dílů

s poměrně hrubým povrchem. S tímto úkolem se konstruktéři IMR bravurně vyrovnali, a opakovatelnost výsledků měření rozměrů je tak na vynikajících třech setinách milimetru. Na základě jejich dlouholetých zkušeností v oblasti koncepce a konstrukce manipulačních a zkušebních zařízení se jim již po krátké době podařilo zařízení uvést do provozu. V dnešní době se na zařízení kontroluje 4,5 milionu ojníc ročně (obr. 1).



Obr. 3. Systémy pro strojové vidění Cognex In-Sight 5401 a 5403 kontrolují rozměry a odchylky tvaru a polohy ojníc

## Úplná kontrola

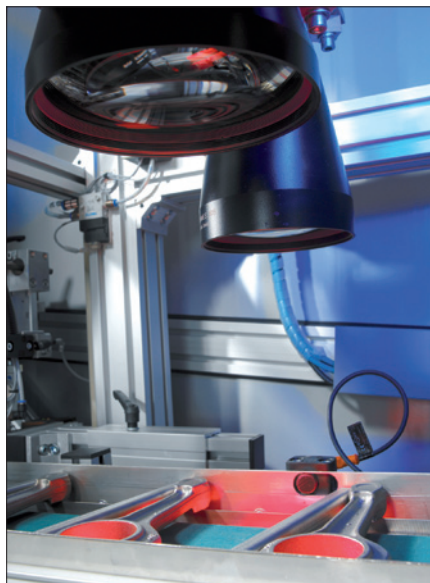
Již před optickým zkušebním zařízením jsou ojnice podrobeny prvním zkouškám. Po otryskání pískem a první vizuální kontrole následuje magnetická prášková kontrola, pomocí níž jsou vyhledávány jemné vlasové trhliny. Předtím, než se díly dostanou do zařízení pro optickou kontrolu ojníc, jsou zvaženy. Tolerance jsou stanoveny na  $\pm 6$  g. Dopravník ojnice srovná do stejné polohy a dopraví je do zařízení, kde jsou kontrolovány opticky (obr. 2). Na jeho vstupu jsou detekovány světelnou závorou, která zkontroluje polohu a orientaci. V první stanici pro zpracování obrazu měří systémy pro strojové vidění Cognex In-Sight 5403 (2 Mpx) a 5401 vybavené telecentrickými objektivami (obr. 3, obr. 4) délky a šířky ojníc a rovněž soustřednost oka pro klikovou hřídel s osazením na

ojnice a gravurou. Specifikace ojnice se určuje na základě vzdálenosti středu oka ojnice od určené referenční hrany; podle ní se určí požadovaná délka a šířka ojnice. Na následující stanici rozeznává systém Cognex In-Sight 5400 pomocí funkce OCR číslice doplňkového charakteristického čísla, vykovaneho na horní straně dílce.

Ke snímání obrysů dílce je určeno zadní osvětlení, pro zjištění gravury a čtení charakteristických čísel se používá přední nasvětlení červeným světlem; v obou případech jsou zdrojem světla LED.

Pro dosažení co nejvyššího stupně spolehlivosti kontroly se ojnice testují dvěma paralelními cestami. Získané snímky se detailně vyhodnocují a následně se oba obrazy porovnávají v počítači. Tím se již v prvním kroku kontroly dosahuje stoprocentního zachytu nesrovnalých dílů.

Poslední kontrolní stanice měří rozměry ojnice (šířka a výška H-profilu) prostřednictvím laserové triangulace. K tomu jsou určeny dvě maticové kamery Cognex In-Sight typu 5401



Obr. 4. Pro přesné měření je nutná kvalitní optika: kamery jsou vybaveny měřicími telecentrickými objektivy

a 5400 s rozlišením VGA. Měří se poloha oka pro klikovou hřídel a pro pístní čep, kontroluje se symetrie a průhyb dřívku ojnice.

### Robustní systém

Systémy pro zpracování obrazu Cognex se osvědčily v náročném průmyslovém prostředí. Robustní pouzdro z tlakově litého hliníku a ušlechtilé oceli zajišťuje odolnost proti nepříznivým vlivům. Kamery jsou také odolné proti vibracím. Celé pouzdro, včetně konektorů M12, je utěsněno proti prachu.

Technika Cognex tak v zařízeních pro kontrolu kvality v kovárně Schmiedetechnik Plettenberg zajišťuje mimořádnou spolehlivost při nízkých nákladech na údržbu. Výsledek spolupráce expertů v oboru kování a specialistů na strojové vidění je zřejmý: vynikající ojnice pro vysoce výkonné motory, které hned tak něco nevyvede z klidného chodu.

Další informace zájemci naleznou na adrese [www.cognex.com](http://www.cognex.com).

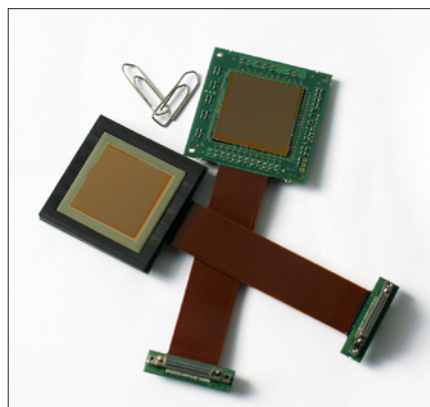
Ralf Baumann

## Snímače obrazu do extrémních teplot

Stále víc automobilových výrobců vybavuje nová vozidla důmyslnými asistenčními systémy, které např. usnadňují řízení na nepřehledných místech zaparkování, varují ho před chodci, vozidly a překážkami, jež jsou při pohledu do zpětného zrcátka v jeho tzv. mrtvém prostoru (úhlu), samočinně udržují bezpečnou vzdálenost od vpředu jedoucího vozidla apod. Klíčovou komponentou většiny asistenčních systémů jsou kvalitní kamery a snímače obrazu, které musí spolehlivě pracovat za všech provozních podmínek, protože často rozhodují o životě řidiče a jeho spolujezdců. Proto jsou na ně kladeny velmi přísné požadavky. Protože jsou umístěny třeba za zpětným zrcátkem nebo pod palubní deskou, kde může být velké horko, musí fungovat také při extrémně vysokých teplotách, ale současně musí být malé, lehké a odolné proti vibracím.

Snímače obrazu typu CCD (*Charge-Coupled Device*), které byly dosud k dispozici, mají horní mez provozních teplot +60 °C. Fraunhoferův ústav pro mikroelektronické obvody a systémy IMS (*Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme*) v Duisburgu nyní vyvinul na objednávku zákazníka z automobilového průmyslu snímače obrazu na bázi CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*), které spolehlivě pracují při teplotě okolí až +115 °C. Nový čip je však nejenom odolný proti vysoké teplotě, ale spolehlivě funguje i při arktických teplotách až -40 °C.

Odborníkům ústavu se podařilo vyvinout čip s maticí bodů citlivých na světlo (*pixelů*), které mají mimořádně malý proud za tmy i při vysoké provozní teplotě. To není nijak jednoduché, protože proud za tmy s teplotou



Obr. 1. Nový snímač obrazů typu CMOS do extrémních teplot (foto: Fraunhofer IMS)

rychle roste. Následkem je obrazový šum a zhoršená dynamika obrazu.

Velkou předností nového snímače CMOS je velikost obrazového pole 25 × 25 mm s rozlišovací schopností 256 × 256 bodů. Velký dynamický rozsah a rozsah osvětlení až 90 dB zajišťují velký rozsah kontrastu (velký rozdíl mezi jasnými tmavými a světlými body zobrazení) a optimální přesnost detailů při snímání obrazů ve stínu i ve velmi jasném

prostředí. Díky tomu jsou i jemné rozdíly světla velmi přesně reprodukovány. V úlohách se slabým osvětlením nebo pro snímání v infračervené nebo ultrafialové části světelného spektra je možné snímač obrazu přímo připojit na elektronický obrazový zesilovač.

Snímače obrazu CMOS pracují s vysokou citlivostí i při špatných světelných poměrech, a proto jsou vhodné i do systémů pro noční vidění. Navíc čip podporuje kamery jak se synchronní, tak i s asynchronní uzávěrkou. Synchronní uzávěrka zabraňuje vzniku pohybových artefaktů, např. při snímání rychlých pohybů, a redukuje neostrost pohybujících se objektů. Štěrbínová uzávěrka naproti tomu dovoluje používat vyšší obrazovou frekvenci, umožňuje spojitě snímání obrazu a minimalizuje obrazový šum. První snímače obrazu pro zákaznické zkoušky byly zhotoveny standardním výrobním postupem technologií CMOS 0,5 mm na výrobní lince ústavu.

Vedle použití v automobilovém průmyslu mají nové snímače obrazu pro extrémní teploty zajímavá uplatnění také ve zpracovatelském, chemickém a ocelářském průmyslu při řízení výrobních procesů a kontrole jakosti. Velmi vhodné jsou např. při řízení válcovací trati pro výrobu ocelových plechů, kde panují velmi vysoké teploty a běžné komponenty zde selhávají.

[*Bildsensoren für extreme Temperaturen*. Medien-dienst FhG, Nr. 9-2010, Thema 3.]

(Kab.)