



## Laserové svařování systémem Workswell ThermoInspector termovizní kontrola kvality výrobního procesu

Laserové svařování plastů je moderní technologie využívaná k vytváření nerozebíratelných spojů těchto materiálů. Jedná se o způsob svařování využívající tepla, které vzniká interakcí laserového paprsku se svařovaným materiálem a tlaku, který je vyvozen vnější přítlačnou silou na svařované díly. Oproti konvenčním technologiím svařování plastů přináší řadu výhod – mimo jiné absenci přídavného materiálu, nízké provozní náklady a vysokou efektivitu procesu. V průmyslové praxi je nejvíce využíván tzv. propustné laserové svařování, které je vhodné pro spojování plastů s rozdílnými absorpčními vlastnostmi pro laser.

Vzhledem k tomu, že jednou z velkých výhod této metody svařování plastů je snazší možnost automatizace, není divu, že je tato metoda hojně využívána v řadě průmyslových odvětví. Spolu s jejím rozmachem se zároveň objevila zvýšená potřeba kontroly kvality sváru a samotného průběhu svařování. K tomuto účelu řada společností především z oblasti automotive již řadu let s úspěchem používá termokamerový systém Workswell ThermoInspector vyvinutý českou společností Workswell s.r.o.

### Představení společnosti

Workswell s.r.o. je středoevropská obchodní a výrobní společnost s hlavní centrálou v Praze, v srdci Evropské unie. Mezi její hlavní činnosti patří dodávání řešení v oblasti bezdotykového měření teploty. K zákazníkům společnosti Workswell s.r.o. patří kromě automobilek BMW, Škoda, Renault a Kia, také například ČEZ, RWE, Bosch,

Honeywell, Tesco, Heineken, Kofola, IKEA, Net4Gas, Semikron, ArcelorMittal a stovky různých menších, středních i velkých průmyslových podniků. Častými klienty společnosti Workswell s.r.o. jsou také prestižní zahraniční univerzity.

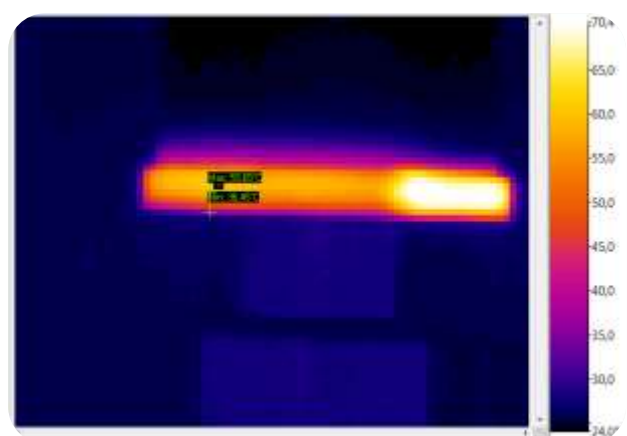
### Laserové svařování

Průmyslové použití laserového svařování termoplastů se velmi často využívá k uspořádání svařovaných součástí, při kterém je jeden termoplast pro záření laseru propustný a druhý termoplast laserový paprsek naopak významně absorbuje. Velikost absorpce laserového paprsku termoplastem je možné modifikovat.

Při "propustném" uspořádání, jsou spojovány termoplasty s rozdílnými absorpčními vlastnostmi položené přes sebe. Paprsek laseru je zaostřen do spáry mezi spojovanými součástmi a v místě spáry je absorbován povrchem spodního dílu za vzniku tepla, potřebného pro natavení. Sdílením tepla se od spodního dílu nataví i povrchová vrstva transparentního materiálu a za současného působení přítlačné síly dojde ke svaření obou součástí.

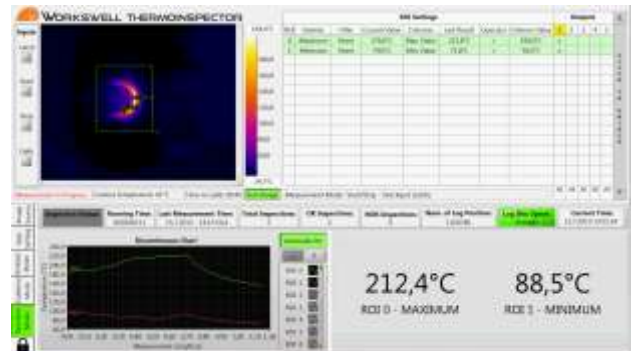
Režim svařování je určen způsobem, jakým laserový paprsek ohřívá svařované součásti. Je možné zvolit:

- obrysovým režimem – kdy paprsek opakovaně opisuje trajektorii kontury budoucího sváru
- kvazi-simultánním režim – kdy je laserový svazek směřován do místa sváru pomocí rychle se pohybujících zrcadel
- simultánní režim – používá se větší množství diod a plocha je zahřívána celá najednou



## Způsob kontroly laserového sváření systémem ThermolInspector

Systém Workswell ThermolInspector je inspekční systém pro monitoring, analýzu a vyhodnocení sváření plastů a kovů, vstupně-výstupní kontrolu, jakostní, termální a jiné testování během celého procesu výroby. Je schopen průběžně měřit a vyhodnocovat teplotní pole na povrchu měřeného předmětu a následně kontrolovat jeho teplotní charakteristiky: průběh maximální či minimální teploty, hodnotit rozptyl teploty podél teplotního řezu, kontrolovat rychlost růstu teploty v dané ploše a mnoho dalších statistických ukazatelů důležitých při sériové výrobě. Systém obsahuje termokameru, vyhodnocovací řídicí jednotku a dotykový panel pro vizualizaci výstupu z kontroly. Díky vstupně výstupní kartě je možné propojit výsledky kontroly s řídicím systémem či PLC.



Uživatelské rozhraní systému Workswell ThermolInspector

## Princip vyhodnocení teplot na sváru

Laserové svařování vyžaduje speciální přístup, co se týká jak měření teploty, tak především jejího vyhodnocení. Svár nelze hodnotit pouze na základě naměřené teploty, pouze tím, že budou stanoveny meze teplot a budou slepě vyžadovány. V tom případě se vystavuje uživatel riziku, že řada výrobků bude vyřazena zbytečně nebo bude řada chyb přehlédnuta.

Na základě rozsáhlých zkušeností s měřením teplot během svařování je pomocí ThermolInspectoru prováděno vyhodnocení kvality sváru třemi metodami:

- 1) bodové dvoufázové vyhodnocení – vyhodnocován je zvlášť každý pixel z oblasti zájmu (podél sváru) a analyzuje se časová křivka nárůstu teploty během svařování a následně i časová křivka poklesu teploty po svařování; tato série křivek je porovnávána se standardem a dle nastavených mezí je vyhodnoceno, zda svařování proběhlo správně
- 2) obálková experimentální metoda – pomocí teplotní analýzy série až desítek kusů „bezvadných“ procesů svařování je stanovena tzv. obálka správných teplot, tj. časové průběhy teplot svařování na těchto OK kusech vytvoří svými maximy a minimy teplotní rozsah, ve kterém se musí teplota během svařování vždy pohybovat; Pokud tomu tak během výroby není a je detekována teplota mimo „obálku“, je výrobek označen za vadný
- 3) rychlé bodové měření – kruhová oblast zájmu (ROI) je rozdělena do matice jednotlivých pixelů či skupin pixelů a během testovacího měření je stanoveno, kolik pixelů může mít teplotu vyšší nebo nižší, než je stanovená mez; pokud výrobek toto kritérium nesplňuje, je opět vyřazen jako NOK

Jak je vidět z jednotlivých vyhodnocovacích postupů, vždy se před nasazením termovizního systému do reálného provozu předpokládá, že proběhnou testy stanovující, jaké teploty jsou vyhovující. Ve výsledku pak jde především o informaci, do jaké míry jsme ve shodě se standardem.

Dlouholetá zkušenost systému Workswell ThermolInspector s měřením teploty během laserového svařování nám ukazuje, že nelze přesně stanovit, co je kvalitní a nekvalitní svár pouze na základě jednorázově naměřené teploty (nebo teplotního profilu). Je nutné teplotní meze předem stanovit proměřením experimentálního vzorku výrobků. Systém ThermolInspector je na tento nezbytný krok připraven. Pro integrátory, ať už přímo ze společnosti Workswell nebo z řad jejich partnerů, je možné během několika desítek minut systém nasadit na výrobní linku, nasbírat potřebná data pro statistické vyhodnocení teplot během výroby, zvolit vhodnou metodu vyhodnocení a stanovit meze teplot. Toto testovací měření je samozřejmě součástí nabídky celého systému, bez které by nebylo možné zajistit spolehlivost kontroly a bezproblémový provoz v režimu 24/7.

Systém ThermolInspector je s úspěchem využíván při kontrole svařování ve společnostech vyrábějících komponenty pro automobilový průmysl (například: Pierburg, TRW automotive, FTE automotive). Na základě rychlé a přesné analýzy teplot (ne pouze měření, ale komplexního statistického zpracování) tyto společnosti snadněji určí chybné vyrobené kusy a mohou je okamžitě vyřadit z distribuce. Tím samozřejmě výrazně sníží náklady na reklamační řízení a na řešení problémů dále ve výrobě.

