

Posudek Doktorské disertační práce

Autor: Ing. Petr Hynek

Doktorský studijní program: Strojní inženýrství

Studijní obor: Strojírenská technologie

Název: Optimalizace návrhu výrobních linek v automobilovém průmyslu

Předložená práce řeší problematiku projektování technického zařízení (svařovací odporové kleště), které je součástí výrobní linky, ve které zajišťuje bodové svary na karosérii vozidla v automobilovém průmyslu - ŠKODA AUTO a.s. Cílem je vytvořit nářadí, které je flexibilní a má přijatelnou cenu a hmotnost.

Při řešení je použit systémový přístup a koncept, že celek je představen souborem otevřených systémů, které jsou vzájemně propojené; tj. jde o složitý systém typu systém systémů (system of systems). Vzájemná propojení působí zranitelnosti pro zařízení i výrobní procesy, a jsou tudíž zdrojem rizik. S ohledem na vývoj jsou proměnné v čase a závisí na vnějších podmínkách (jde o limity a podmínky pro provoz). Současné poznání i zkušenosti ukazují, že u kritických zařízení i kritických výrobních procesů je třeba zvažovat rizika, protože dodržení norem a standardů zajistí jejich bezpečnost i spolehlivost jen na cca 68%.

Dosažení stanoveného cíle:

Disertace splnila stanovený cíl, a to v oblasti teoretické i praktické. V praktické části se projevila zkušenost z praxe.

Úroveň rozboru současného stavu řešené problematiky v disertaci:

Detailně je popsán současně moderní systém řízení výroby, který zajišťuje jak omezení plýtvání, tak i omezení ztrát u všech aktiv (lidských, přírodních i podnikových). Opírá se o japonskou koncepci „Toyota Production System“.

Teoretický přínos disertační práce:

Práce používá systémový koncept a zabývá se simulacemi výrobního postupu. Uvádí zásady matematického programování a soustřeďuje se na charakteristiku a aplikaci genetických algoritmů, které jsou v současné době využívané při řízení životnosti výrobků a při prediktivní údržbě.

Proto na základě shromážděných poznatků zvolil autor způsob řešení, který předpokládá, že existuje více variant řešení dílčích úkonů (v daném případě odporové bodové svařování), které pro dosažení konečného výsledku je možno

kombinovat. Za kritéria byla zvolena cena (cílem je minimální) a hmotnost nářadí (cílem je minimální).

Práce respektuje obvyklý princip používaný v podnikové sféře „za málo peněz velký výkon“; otázku bezpečnosti, tj. kvality svarů a rizik spojených se změnami podmínek technických, materiálových, meteorologických, ekonomických, sociálních aj. v čase neřeší. Také předpokládá, že informační výkon systému řízení zajišťující provedení procesních úkonů je stále dostatečný.

Praktický přínos disertační práce:

Práce charakterizuje používané spojovací technologie v automobilovém průmyslu. Podrobně pojednává o odporovém bodovém svařování, které se používá při spojování dílů u karosérií. Soustřeďuje se na řídicí systém, který ovládá nástroj a na vlastní nástroj „svařovací odporové kleště“. Popisuje problematiku automatického řízení a softwarový nástroj pro projektování „Process Designer“, který je používán ve ŠKODA AUTO a.s. Předmětný nástroj pro propojení výrobních operací používá logický nástroj „Gant diagram“. Pro popis operační struktury používá nástroj založený na metodě operační analýzy „PERT“ (Program Evaluation and Review Technique) a pro simulaci výrobního procesu používá nástroj „Process Simulate“.

Cílem práce je vytvořit automatické řízení robota tak, aby nahradil práci projektanta – experta, který na základě zkušenosti manuálně seřizuje rozmístění technických zařízení provádějících svary v daném případě. Jde o automatické nalezení optimální varianty uspořádání jednotlivých nářadí provádějících bodové svary (robotů) tvořících svařovací odporové kleště tak, aby nedošlo ke kolizi jednotlivých robotů při provádění úkonu, a to v rozumném čase.

Autor se proto soustřeďuje na doplnění nástroje „Process Designer“, používaného ve ŠKODA AUTO a.s. Vychází ze softwarového nástroje CAD a z databáze obsahující varianty standardních svařovacích odporových kleští. Při optimalizaci požaduje splnění podmínky dostupnosti všech svařovacích odporových kleští. V práci jsou řešeny 2 úlohy, a to:

- varianta svařovacích odporových kleští zohledňující cenu svařovacích odporových kleští,
- varianta svařovacích odporových kleští zohledňující cenu a hmotnost svařovacích odporových kleští.

Optimalizace v případě první úlohy používá softwarový nástroj „Solver“ a genetický algoritmus. S ohledem na potřeby praxe (rychlost výroby) autor navrhuje na základě zkušenosti stanovit dobu pro hledání optimálního řešení na 3 minuty.

Optimalizace v případě druhé úlohy je založena na vícekritériálním hodnocení, přičemž při kombinaci dostupných variant svařovacích kleští z pohledu sledovaných dvou kritérií používá „Paretovo pravidlo“. S ohledem na potřeby praxe (rychlost výroby) autor navrhuje na základě zkušenosti stanovit dobu na hledání optimálního řešení na 5 minut.

Vhodnost použitých metod řešení:

Metody použité k doplnění nástroje „Process Designer“ – genetický algoritmus i vícekritériální hodnocení patří mezi pokrokové metodické nástroje v současné době.

Způsob, jak byly použité metody aplikovány:

Řešení používá deterministický přístup, jak vyžaduje současná praxe v oblasti projektování. S ohledem na proměnnost aktiv (materiálu, ze kterého je technické zařízení vyrobeno; spojů, kterými jsou jednotlivá technická zařízení vložena do systému kleští; informační výkon aj.) s časem a s ohledem na podmínky provozu by bylo vhodné v budoucnosti použít i pravděpodobnostní přístup, aby se zajistila kvalita výrobku (jinými slovy bezpečný výrobek).

Prokázání odpovídajících znalostí v daném oboru:

Práce ukazuje velký přehled autora v oblasti projektování pomocí nástroje „Process Designer“ i velkou znalost konkrétní praxe. Proto dokázal formulovat problém, který široce používaný nástroj „Process Designer“ neřeší a navrhl dvě řešení; druhé je pokrokovější, jelikož se soustřeďuje na dvě kritéria, která jsou často konfliktní.

Formální úroveň práce:

Dobrá. Systematicky se projevuje jedna chyba, jejíž oprava je: odkazy na zdroje na konci věty se dle ISO 690 píší před tečku, tj. ...[x].

Práci doporučuji k obhajobě.

Doc. RNDr. D. Procházková, DrSc.

Praha, 16. 12. 2019