



SMART KONTROLA POVRCHOVEJ KVALITY POČAS VALCOVANIA ZA STUDENA

SMART SURFACE QUALITY CONTROL DURING COLD ROLLING PROCESS

Ján RUSNÁK – Vladimír RUDY

Abstract: The main idea of this approach is to increase the productivity of the cold-rolling process and to reduce the time required for quality inspection. The system uses predictive analysis of data gathered from the production lines in the production flow. It actively uses the Industry 4.0 tools.

Abstrakt: Hlavnou myšlienkou tohto prístupu je zvýšiť produktivitu počas valcovania za studena a znížiť čas potrebný na vykonávanie kontrol kvality. Princíp pracuje s prediktívnym prístupom využívania a analýzy dát v toku výroby z agregátov ktoré boli v predošlom toku výroby. Aktívne využíva nástroje Industry 4.0

Key words: the number of inspections, predictive, defect, productivity

Kľúčové slová: počet kontrol, prediktívny, defekt, produktivita

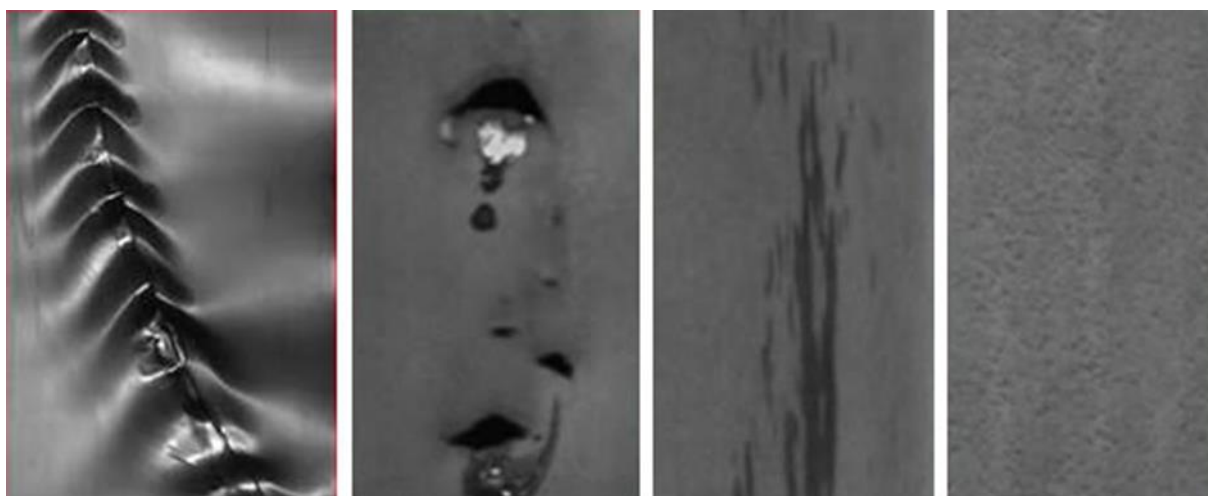
Úvod

Hlavnou myšlienkou tohto inovatívneho riešenia je zvýšiť produktivitu počas valcovania a znížiť čas potrebný na vykonávanie kontrol kvality pri súčasnom udržaní kvalitatívnych požiadaviek na produkt. Aktuálne sa kontroly povrchovej kvality počas valcovania za studena prevádzajú periodicky na vopred určenom poradí zvitkov podľa náročnosti valcovaného sortimentu bez ohľadu na kvalitu vstupujúceho substrátu. Generálny vplyv na povrchovú kvalitu valcovaných pásov za studena majú defekty a nedokonalosti pásu z procesov ktoré predchádzali procesu valcovania. V procese valcovania taktiež vznikajú povrchové defekty avšak v značne menšej miere, v predmetnom článku je navrhnuté riešenie taktiež na detekciu defektov vznikajúcich priamo v procese valcovania za studena.

Výrobný tok ocele pred valcovaním za studena

Výrobný tok studeného pásu začína na prevádzke oceliarne kde sa oceľ kontinuálne odlieva do brám. Počas procesu odlievania brám vznikajú nedostatky ktoré sú pravidelné a nie sú odstrániteľné predovšetkým sa jedná prechodové brámy ktoré vznikajú počas prechodu z jednej tavby do druhej a pri ich odlišných akostiach. Tieto prechodové brámy môžu mať odlišné mechanické vlastnosti od deklarovaných a počas valcovania spôsobujú neštandardné podmienky valcovania. Medzi defekty ktoré vznikajú nepravidelne patria šupiny ktoré v procese valcovania môžu spôsobiť defekty na povrchu pásu otlaky prípadne aj deštrukciu valcovaného pásu.

Nasledujúcim agregátom ktorý výrazne ovplyvňuje kvalitu pásu a samotné valcovanie za studena je teplá valcovňa. Valcovanie za tepla vytvára profil pásu a geometriu pásu ktoré sú rozhodujúce ukazovatele parametrov. V procese valcovania za tepla môžu vznikať špecifické defekty ako sú napr. poštie, diery, okoviny na páse. Tieto defekty na páse vstupujú do procesu valcovania za studena a mimo toho že ovplyvňujú proces valcovania tak majú rozhodujúci vplyv na povrchovú kvalitu studeného pásu.



pošitie

diery

šupiny

okoviny

Obrázok 1 defekty na páse

Finálnym agregátom pred procesom valcovanie je moriaca linka v procese morenia sa odstraňujú z povrchu pásu oxidy a iné cudzie materiály. Po morení je pás dokonale čistý čo umožňuje detekciu povrchových defektov. Identifikácia povrchových väd prebieha pomocou kamerového inšpekčného systému.

Aktivácia nástrojov Industry 4.0

Medzi základné funkcionality Industry 4.0 patrí vytváranie dátových zdrojov a dátových úložísk, schopnosť spracovávať dáta a pomocou siete zdieľať dáta medzi jednotlivými užívateľmi v reálnom čase v požadovanom objeme. Výroba ocele je u významných producentov kvalitne monitorovaným procesom a produkčné systémy disponujú dostatočnou dátovou kapacitou z jednotlivých procesov.

Podstata princípu SMART KONTROLY KVALITY

Pre aplikovanie princípov SMART kontrol kvality v procese valcovania je bezpodmienečné etablovanie elementárnych segmentov priemyslu 4.0.

Vstupujúci substrát do procesu valcovania čo predstavujú zvitky logisticky naplánované do procesu valcovania na základe technologických požiadaviek v súčasnosti nedisponujú dátami z predchádzajúcich produkčných procesov v digitálnej forme ktoré by vyhodnocoval riadiaci systém procesu valcovania. Záznamy z predchádzajúcich procesov sú zaznamenávané na printovej sprievodnej dokumentácii ktorú v procese valcovania obhospodaruje osádka valcovacej trate. Predmetná dokumentácia obsahuje záznamy z eventuálnych defektov ktoré sa vyskytli v priebehu výroby daného zvitku a boli vyhodnotené v Hold systéme. Tieto údaje nie sú nositeľmi údajov o efektívnom počte a správnom časovaní vykonania kontrol kvality pásu pre identifikáciu eventuálnych defektov na páse. Predpísaný počet kontrol prebieha periodicky nekalkuluje s koreláciou medzi počtom defektov na vstupujúcom substráte a alternatívnym množstvom defektov vznikajúcich v procese valcovania. Efektivita počtu vykonaných kontrol kvality je nízka vo vzťahu k zisteným nedokonalostiam v kvalite povrchu



a súčasne výrazne negatívnym spôsobom ovplyvňuje výkon procesu valcovania čo znižuje konkurencie schopnosť firmy.

Proces valcovania za studena nie je finálnym produkčným procesom, predstavuje medzi proces vo výrobnom toku plochých oceľových výrobkov z tohto dôvodu kontrola kvality povrchu musí spĺňať špecifické kritériá. Po procese valcovania nasledujú finálne agregáty ktoré spracúvajú vyvalcovaný pás.

Tvorba digitálneho registra nedokonalosti jedinca

Digitálny register nedokonalosti jedinca slúži na zaznamenávanie odchýlok od predpísaných parametrov v digitálnej forme. Vytvorí sa v momente odliatia brámy v závode kontinuálneho liatia brám a sprevádza jedinca v celom toku výroby až do momentu expedície. Dáta z digitálneho registra nedokonalosti jedinca vstupujú do každej výrobnjej operácie a odovzdávajú dáta riadiacemu systému výrobného zariadenia. Na základe prichádzajúcich dát výrobné zariadenie nastaví proces s ohľadom na požadované parametre a s ohľadom na eventuálne odchýlky od požadovaných parametrov vstupujúceho substrátu s cieľom počas procesu eliminovať odchýlky a dosiahnuť očakávané parametre. Vo fronte prichádzajúcich jedincov na vstupný dopravník valcovacej trate prichádzajú aj dáta o nedokonalostiach ktorými disponujú vstupujúce zvitky. Dáta sú kontinuálne vyhodnocované a na základe príznakov defektov sa vykoná kalkulácia frekvencie kontrol kvality valcovaných zvitkov. V procese kalkulácie frekvencie kontrol kvality sa zohľadňuje korelácia medzi:

- Množstvom holdovaných zvitkov vstupujúcich do procesu
- Závažnosťou defektu
- Empirickým koeficientom (koeficient zohľadňujúci následky zhodnoteného defektu v minulosti)
- Jednotkou kalkulácie je kontrola na počet vyvalcovaných zvitkov

$$FQC = \frac{10}{(multiplicity + severity) * empirical coefficient}$$

FQC - frekvencia kontrol kvality

multiplicity - početnosť výskytu defektov na 10 zvitkov vstupujúcich do procesu

severity – závažnosť defektu na páse

empirical coefficient – koeficient empirie (hodnota získaná z minulosti)

V prípade negatívneho výsledku kontroly kvality valcovanie pokračuje bez korekčnej intervencie do procesu valcovania. Kalkulácia nasledujúcej kontroly kvality nasleduje po odvalcovaní počtu určených zvitkov.

V prípade pozitívneho výsledku kontroly kvality obsluha valcovacej trate pristúpi ku nápravným opatreniam za účelom odstránenia zdroja nekvality (výmena valcov). Po odstránení zdroja nekvality sa vykoná kontrola kvality za účelom verifikácie efektívnosti výsledku korekčných procesov. Systém kalkulácie súčasne určí nasledujúci počet valcovaných zvitkov do najbližšej kontroly.

Zistený defekt z kontroly kvality sa zaznamená do digitálneho registra nedokonalosti jedinca. Súčasne prebiehajú dva procesy. Prvým je za holdovanie zvitkov späť až po predošlú



kontrolu kvality. Sekundárny proces, riadiaci SMART systém vytýči najvýhodnejší smer ďalšieho spracovania vo vzťahu k identifikovanému defektu.

Rolling mill issue

V procese valcovanie je nevyhnutné kalkulovať nielen so vstupujúcimi defektmi ale aj s defektmi vznikajúcimi priamo v procese valcovania. Tieto je nevyhnutné identifikovať v momente vzniku. Incidenty a následné defekty vznikajúce priamo v procese valcovania dokážu identifikovať operátory valcovacej trate. V prípade incidentu priamo na valcovacej trati operátor spustí alarm „Rolling mill issue“ nasleduje proces ako v prípade pozitívneho výsledku kontroly kvality obsluha vykoná činnosti za účelom odstránenia následkov incidentu a riadiaci systém prevedie kalkuláciu nasledujúcej kontroly kvality súbežne s optimalizovaným návrhom ďalšieho spracovania zasiahnutých jedincov tento postup je zaznamenaný v jednotlivých úrovniach riadiacich systémov s cieľom minimalizácie negatívnych vplyvov na efektívnosť výroby.

Záver

Proces produkcie ocele je špecifickým výrobným procesom výrazne odlišným od automotive, elektrotechnického ale aj strojárenského priemyslu. Nie je odvážne povedať že nie sú dva identické zvitky valcovaného pásu, každý jeden pás má svoje vlastnosti ktoré sú v hraniciach zaručených predpismi ale predsa nie sú identické u všetkých jedincov.

Tento príspevok je výstupom riešenia projektu KEGA 029TUKE-4/2016 Vzdelávacie a tréningové pracovisko inovačného vývoja a realizácie podnikových procesov a systémov.

Použitá literatúra

- [1] Vladimir B. Ginzburg.: High-Quality Steel Rolling: Theory and Practice. February 23, 1993 by CRC Press, ISBN 9780824789671.
- [2] William L. Roberts.: Hot Rolling of Steel. June 21, 1983 by CRC Press.
ISBN 9780824713454
- [3] Smart Manufacturing Magazine.: Tooling U-SME | 3615 Superior Avenue East, Building 44, 5th Floor, Cleveland, OH 44114 | 866.706.8665 |

Kontakt

doc. Ing. Vladimír Rudy, PhD.

Ing. Ján Rusnák

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta,

Ústav manažmentu, priemyselného a digitálneho inžinierstva,

Park Komenského 9, 040 02 Košice, Slovensko

e-mail: vladimir.rudy@tuke.sk