

ÚVOD DO TECHNICKEJ ČISTOTY

Ing. Andreas Volkov

Ústav riadenia a informatizácie výrobných procesov

Fakulta baníctva ekológie riadenia a geotechnológií

Technická Univerzita v Košiciach

E-mail: andreas.volkov@tuke.sk

Abstrakt

Okrem čistoty a poriadku na pracovisku sa v poslednom čase čoraz viac dostáva do popredia aj pojem technická čistota. Hoci je voľným okom takmer nespozorovateľná, aj tak je v rámci automobilovej výroby veľmi dôležitá. Poškodenie spôsobené neželanými časticami na povrchoch vyrábaných komponentov začalo byť pre automobilový priemysel významným problémom už koncom minulého tisícročia. Odvtedy sa rôzne národné a medzinárodné inštitúcie snažia nájsť riešenia s ňou súvisiacich problémov, neustále zdôrazňujú jej dôležitosť a prinášajú riešenia ako ju dosiahnuť.

Kľúčové slová: technická čistota, špecifikácie čistoty, VDA 19.

Abstract

In the last few years, technical cleanliness has become very important in production industries and more and more attention is put into it. Even if technical cleanliness can't be controlled visually, it still plays a very important role in the car industry. Defects caused by unwanted particles on surface of manufactured components became significant issue in production cycle. This issue has started raising from the last century. From this time national and international institutions have developed solutions to the defects caused by technical cleanliness, they permanently emphasize how important the technical cleanliness is and also they have developed solutions on how to achieve the technical cleanliness.

Kľúčové slová: technická čistota, špecifikácie čistoty, VDA 19.

Úvod

Čistota a poriadok na pracovisku je už v dnešnej dobe štandardom a neodmysliteľnou súčasťou azda všetkých výrobných liniek a pracovísk v rámci automobilovej výroby. Prispievajú tak nielen k opticky krajšiemu pracovnému prostrediu, ale majú výrazný vplyv na veľa iných vecí. Ich absencia môže ľahko viesť k zníženiu efektívnosti výroby, kvality vyrábaných komponentov a spôsobovať tak rad ďalších problémov pri výrobe, ale aj pri používaní jednotlivých komponentov.

V automobilovom priemysle sa v súvislosti so slovom čistota spája aj ďalší pojem, a to technická čistota. Pojem technická čistota vznikol najskôr v tomto priemysle s cieľom adekvátne

popísať kontamináciu povrchu funkčných komponentov rôznymi časticami. Neskôr sa technická čistota stala dôležitou aj v iných sektoroch. Napr. na medzinárodnej konferencii s názvom parts2clean, ktorá sa už niekoľko rokov koná v Stuttgarte a zaoberá sa práve touto problematikou, niekoľkokrát zaznelo, že sa tento pojem a poznatky preberajú a aplikujú aj v iných odvetviach.

Dôraz a požiadavky zákazníkov kladené na technickú čistotu neustále rastú, čomu sa musia dodávatelia vyrábaných komponentov prispôsobovať. Prispôbiť sa ale zároveň musia aj samotní zákazníci, hlavne v prípadoch, kedy má dodávateľ v závode technickú čistotu aplikovanú a naopak - zákazníkovi jej aplikácia chýba. Existuje niekoľko dôležitých národných a medzinárodných noriem, venujúcich sa práve problematike technickej čistoty a procesu čistenia, ktorých vývoj a návrh začal v Európe začiatkom nového tisícročia.

Pozornosť by sa však nemala venovať len procesu čistenia, ale aj celému reťazcu procesov v organizácii. Dokonca aj tie najmenšie častice, ktoré sa nachádzajú na určitom mieste vyrábaného komponentu, či zariadenia, môžu spôsobiť poruchu a nefunkčnosť celého systému. Technická čistota je preto dnes kvalitatívnym kritériom, a to najmä v automobilovom priemysle.

História technickej čistoty

Poškodenie spôsobené neželanými časticami na povrchoch vyrábaných komponentov začalo byť pre automobilový priemysel významným problémom začiatkom 90. rokov minulého storočia, kedy systémy začínali byť stále zložitejšie a naopak, montážne i inštaláčne priestory sa začínali drasticky znižovať. Poškodenie vyrábaných komponentov, ktoré spôsobili rôzne neželané častice, vyskytujúce sa na ich povrchu, bolo teda uznané za všeobecný problém. Obzvlášť náchylné na takéto poškodenie boli brzdomotory alebo systémy vstrekovania pre vznietové motory. Inštitút Fraunhofer (fungujúci dodnes, toho času zaoberajúci sa výhradne technickou čistotou – poznámka autora) začal spolupracovať s odborníkmi automobilového priemyslu pri hľadaní možných riešení novovzniknutej problematiky.

Problémy so zabezpečením technickej čistoty koncom 20. storočia dospeli až do takých rozmerov, že v niektorých prípadoch zákazníci a dodávatelia uzatvárali rôzne individuálne dohody ohľadom tejto problematiky s cieľom znížiť riziko možných škôd. Vzniknutá situácia si teda žiadala systematické riešenie a preto zástupcovia automobilového priemyslu požadovali zavedenie všeobecných noriem pre technickú čistotu.

V roku 2001 bola založená spoločnosť TecSa – priemyselné združenie pre technickú čistotu. Zhostila sa vedúcej úlohy monitorovania, vývoja a usmernení testovania čistoty v automobilovom priemysle. TecSa v roku 2004 zostavila usmernenie „VDA 19: Inspection of Technical cleanliness – Particulate Contamination of Functionally-Relevant Automotive Components“, ktoré bolo revidované v roku 2015 a publikované ako „VDA 19 Part 1“.

Jeho medzinárodným náprotivkom je norma ISO 16232 „Road vehicles – Cleanliness of components of fluid circuits“, ktorá bola uverejnená v roku 2007. Táto norma je medzinárodným ekvivalentom zväzkov VDA 19 a obe normy sú plne kompatibilné. V roku 2010 boli zväzky VDA rozšírené o VDA 19 Part 2 „Technical Cleanliness in Assembly“, v ktorej sa podrobne uvádzajú aspekty týkajúce sa čistoty v procesoch montáže. Uvedené normy obsahujú usmernenia, ktorými je technická čistota testovaná aj dnes. [9] Okrem VDA a ISO 16232 s technickou čistotou úzko súvisí aj medzinárodná norma ISO 18413, ktorá špecifikuje obsah

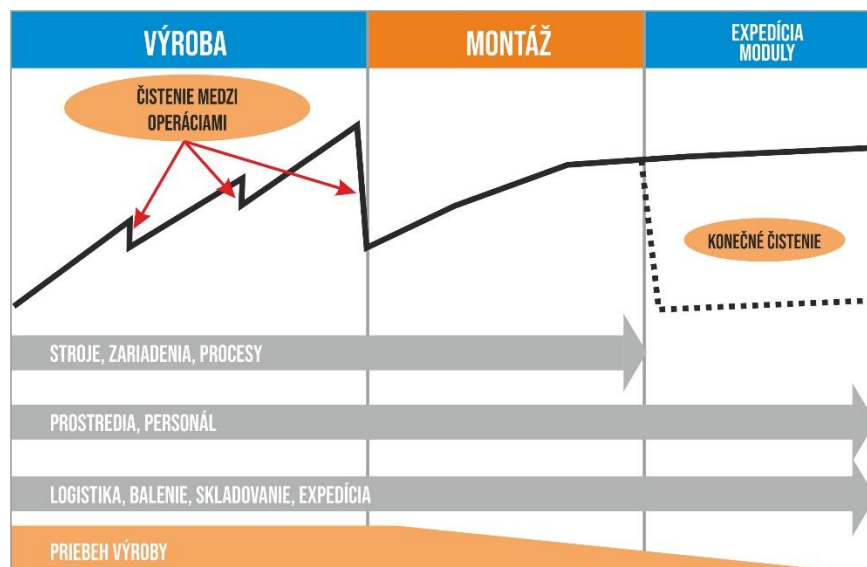
kontrolného dokumentu, v ktorom je zahrnutá požiadavka na čistotu špecifikovanej časti a metóda kontroly, ktorá sa má použiť na hodnotenie úrovne čistoty.

Kde sa začína zabezpečenie technickej čistoty?

Neexistuje iba jeden jediný správny spôsob, ako technickú čistotu zaistiť, nakoľko každá organizácia je v rámci svojho výrobného spektra jedinečná a líši sa tak od ostatných. Každá organizácia sa teda musí zamyslieť, aký stupeň čistoty je pre jej produkciu potrebné dosiahnuť a prispôbiť tomu svoje plánovanie.

Ako už bolo spomínané, pojem technická čistota bol vytvorený automobilovým priemyslom s cieľom popísať miernu kontamináciu povrchu vyrábaných funkčných komponentov neželanými časticami. Čo sa kontroly častíc týka, spomínané štandardy VDA Volume 19 a ISO 16232 sa stali neoddeliteľnou súčasťou riadenia kvality v organizáciách. Cieľom je teda objektívne posúdiť a porovnať technickú čistotu dielov vyrábaných rôznymi výrobcami a na rôznych miestach s rôznymi podmienkami. Na to, aby bola porovnateľnosť adekvátne zabezpečená existuje predpoklad, že úroveň čistoty je spojená so špecifikáciami testu. Tu však vznikajú menšie komplikácie, pretože každý vyrábaný komponent je jedinečný svojim geometrickým dizajnom, napr. čo sa týka obrábaných častí, ktorých dizajn môže byť pomerne zložitý.

Bolo by skvelé mať čistiaci stroj, do ktorého by vstupovali kontaminované komponenty a vyšli by z neho dostatočne čisté pre ďalší proces. Realita je však iná a takýto stroj pravdepodobne nikdy existovať nebude, nakoľko čistenie je rovnako individuálne a rôznorodé ako vyrábané komponenty a výrobné situácie. Čistenie komponentov je preto potrebné vykonať nielen na konci, či krátko pred dokončením produktu, ale je potrebné sa ním zaoberať aj počas ich celého procesného reťazca (Obrázok 1).



Obrázok 1 Znečistenie dielov a modulov v priebehu výroby

Zabezpečovanie čistoty sa teda skutočne začína už pri konštrukcii komponentov. Všeobecne platí, že dizajn, respektíve konštrukcia komponentov môže napomôcť ich čistote. Ide hlavne o to, že vyrábané komponenty majú často rohy, hrany alebo otvory, z ktorých napríklad po obrábaní nie je vôbec jednoduché odstrániť častice a zvyšky alebo je to možné len zložitým spôsobom. Netreba zabúdať ani na materiál, respektíve povrchovú štruktúru vyrábaného komponentu, ktorý má taktiež výrazný vplyv na čistiacu schopnosť. Je predsa známe, že drsný alebo pórovitý povrch je výraznejšie náchyľnejší na vznik a udržiavanie nečistôt, ako povrch hladký.

Vo VDA Volume 19 a ISO 18413 sú preto komponenty rozdelené do 2 skupín: [2][3][6]

- a) **komponenty s ľahko prístupnými vonkajšími a/alebo vnútornými povrchmi**
(napr. prevodovky, skrine čerpadiel),
- b) **predmontované komponenty**
(komponenty, kde je nutné testovať ich vnútorné plochy).

Čo je nutné zohľadniť?

Zistenie komponentov sa musí aplikovať nielen pred finalizáciou produktu, ale aj počas ich procesného reťazca. Pre tvorbu a zabezpečenie efektívneho, finančne nenáročného a environmentálne udržateľného čistenia, je teda potrebné zvážiť mnohé faktory, ktoré procesný reťazec sprevádzajú, napríklad:

- Aké materiály sa používajú pri výrobe?
- Pri ktorých výrobných krokoch vzniká znečistenie vyrábaných komponentov?
- Na ktorých konkrétnych miestach znečistenie vzniká?
- Je potrebné vzniknuté nečistoty okamžite odstrániť, aby sa zabránilo narušeniu ďalšieho výrobného kroku?
- Pracuje sa pri obrábaní s rôznymi médiami alebo kvapalinami?
- Môže zmes týchto kvapalín vyústiť do problémov s čistením?
- Akú úroveň čistoty je potrebné dosiahnuť?

Iba ak sa dá s určitosťou odpovedať na tieto otázky, tak je možné vyvinúť optimálne čistiace riešenia. Popri výbere správnej technológie, úrovne vybavenia a hodnotenia čistiaceho stroja (napr. vid' Obrázok 2) , môže taktiež vznikáť rad otázok. Odpovede je možné nájsť prostredníctvom čistiacich testov stroja alebo u výrobcu čistiacich prostriedkov, ktoré sa organizácia rozhodne používať.



Obrázok 2 Čistiaci stroj (práčka)

Špecifikácie čistoty

Špecifikácie čistoty sú v organizáciách zvyčajne založené na zásadách VDA Volume 19, respektíve ISO 16232 a ich limity sa vzťahujú hlavne na kontamináciu, maximálne povolené množstvo častíc a ich veľkosť. Výroba komponentov a systémov podľa špecifikácie čistoty zabezpečuje, že kvalita dodávaných komponentov (dodávateľská kvalita) je konzistentná. Rôzne komponenty sú rôzne citlivé na čistotu, a preto pred vypracovaním špecifikácie čistoty je potrebné určiť, ktoré komponenty sú na prítomnosť neželaných častíc a ich zvyškov tie najcitlivejšie.

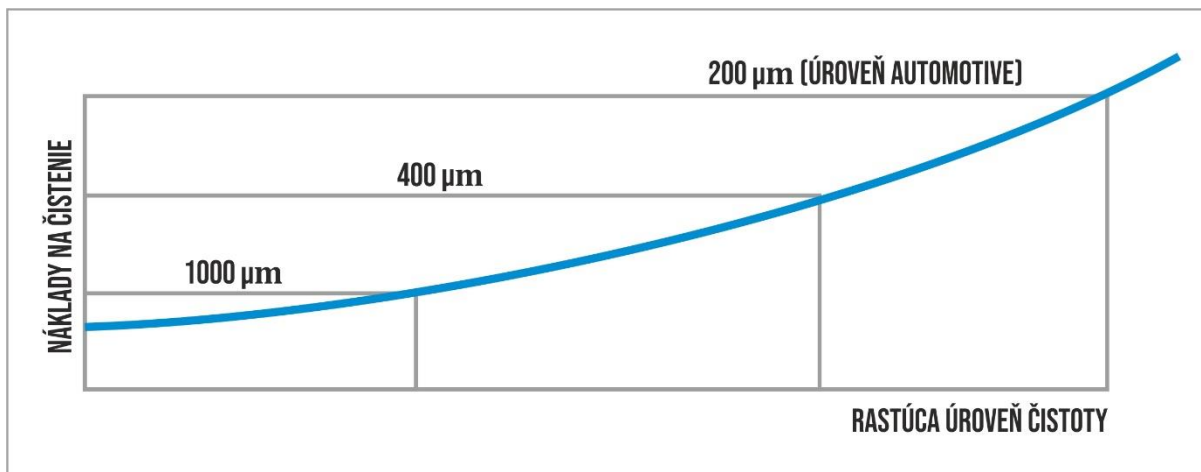
Jednotlivé komponenty, respektíve ich systémové oblasti sa rozdeľujú podľa citlivosti do troch kategórií, vid' Tabuľka 1.

Tabuľka 1 Rozdelenie častíc podľa citlivosti

A	Nízka citlivosť na častice
	(napr. nízkotlakové systémy s veľkými toleranciami)
B	Citlivé na častice
	(napr. nízkotlakové systémy s malými toleranciami)
C	Vysoká citlivosť na častice
	(napr. vysokotlakové systémy s malými toleranciami a náročnými požiadavkami, systémy so vzťahom k bezpečnosti)

Úsilie na čistenie, ktoré je potrebné vyvinúť na splnenie existujúcich smerníc ohľadom kontaminácie dosť závisí aj od plánovania výrobného procesu, respektíve faktorov, ktoré by na čistotu komponentov mohli mať neželaný vplyv. Čím menej častíc, olejov, mastnoty, poprípade chla-

diaceho mazadla a iných kontaminantov sa pri výrobe používa, tým je ľahšie dosiahnuť požadovanú úroveň čistoty. Aj takéto faktory môžu mať výrazný vplyv na technickú čistotu komponentov. Práve pri viacstupňových obrábacích operáciách to môže byť problém, preto je v takomto prípade ideálnou voľbou zavedenie medzistupňových čistiacich procesov, pokiaľ to teda dizajn procesu dovoľí.



Obrázok 3 Nárast nákladov na čistenie vplyvom limitného zvyšovania čistoty

Ako už bolo spomínané, aplikovanie technickej čistoty skutočne priamo súvisí aj so vstupnými nákladmi. Taktiež musí vychádzať z požiadaviek zákazníka, ktorý svoju požiadavku musí uviesť v technickom výkrese. Táto požiadavka sa často vyskytuje hlavne pri rôznych bezpečnostných komponentoch, kde napríklad môže zákazník pre daný komponent požadovať vytvorenie špecifických výrobných podmienok (miestnosti s určitým stupňom čistoty) – úroveň čistoty rastie, náklady na čistenie sa zvyšujú (Obrázok 3).

Verifikačný čistiaci proces

Množstvo neželaných častíc, respektíve mieru kontaminácie, je možné zistiť verifikačným čistiacim procesom – extrakciou. Je ju možné vykonať až po tom, keď je komponent bližšie špecifikovaný. Závisí to od viacerých faktorov, ktoré sú spomenuté vyššie (či sú vnútorné/ vonkajšie plochy ľahko prístupné, z akých materiálov sa komponent vyrába atp.).

Norma VDA 19 špecifikuje 4 metódy extrakcie: [2][3][6]

- pretrepanie,
- ultrazvuk,
- tlakové čistenie a
- oplach.

O extrakčných metódach sa zmieňuje aj ISO 18413. Konkrétne sa venuje odporúčaniam jednotlivých metód pre určité konštrukčné prvky a komponenty za účelom testov čistoty. Obsahuje teda prehľad rôznych konštrukčných prvkov a komponentov, ktoré sa vyrábajú v automobilovom priemysle a k nim odporúča/neodporúča zmienené extrakčné metódy.

Samotnému verifikačnému čistiacemu procesu, teda extrakcii, pri ktorej sa častice prenesú do kvapalného média za účelom ich filtrácie a následného merania na filtračnom médiu, sa bude bližšie venovať článok „Verifikačný čistiaci proces“.

Záver

Požiadavky a očakávania výrobcov a zákazníkov v automobilovom sektore v súvislosti s hotovými komponentami a výrobnými strojmi neustále rastú. V súvislosti s energetickou úsporou, nákladovou efektívnosťou a ochranou životného prostredia sa hmotnosti vozidiel a strojov znižujú. Prechod na bezolovnaté materiály znamenal náročnejšie požiadavky z hľadiska produktu, a preto sú organizácie nútené venovať sa technickej čistote. Čoraz viac spoločností teda zo spomínaných dôvodov monitoruje a optimalizuje technickú čistotu priamo vo svojich výrobných procesoch. Okrem znižovania poruchovosti vo výrobe, zvyšovania kvality vyrábaných komponentov a životnosti strojov organizácia so správne zavedeným systémom na meranie a monitorovanie technickej čistoty šetrí aj na nákladoch na opravy a vzniká tak menej reklamácií, čo vedie k zvýšeniu spokojnosti zákazníkov.

Použitá literatúra

- [1] Qualitäts Management Center, VDA 19, Inspection of Technical Cleanliness – Particulate Contamination of Functionally – Relevant Automotive Components, 2004.
- [2] Qualitäts Management Center, VDA 19, Part 1, Inspection of Technical Cleanliness, 2015.
- [3] Qualitäts Management Center, VDA 19, Part 2, Technical Cleanliness in Assembly, 2010.
- [4] Volkov, A. *Implementácia systému riadenia kvality Palstat CAQ do výrobného procesu. Diplomová práca*. Košice: Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií Technickej univerzity v Košiciach, 2018.
- [5] ISO 16232:2018 Road vehicles – Cleanliness of components and systems.
- [6] ISO 18413:2015 Hydraulic fluid power – Cleanliness of components – Inspection document and principles related to contaminant extraction and analysis, and data reporting.
- [7] ISO 16237:2015 Mechanical joining – Destructive testing of joints – Specimen dimensions and test procedure for cross-tension testing of single joints.
- [8] Hiroyuki, H. a kol. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. 1. vyd. Brno: SC & C Partner. 2009. ISBN: 978-80-904099-1-0.
- [9] Miles, F. A Shop Guide to 5-S. In *Production Machining*. ISSN 1548-4378, 2019, roč.19, č.4, s. 17.
- [10] Schulz, D. Process Optimization by Means of Continuous Monitoring of Cleaning and Rinsing Baths. In *Metal Finishing*, 2012. ISSN 0026-0576, roč. 110, č.7, s. 30-32.
- [11] Schulz, D. Tighter Requirements Call for Optimized Deburring Processes. [cit. 5. apríla 2019]. Dostupné na internete: <<https://www.productionmachining.com/articles/tighter-requirements-call-for-optimized-deburring-processes>>.
- [12] ZVEI. Die Elektroindustrie. Technical Cleanliness in Electrical Engineering. [cit. 15. januára 2019]. Dostupné online na internete: <<https://www.zvei.org/en/association/divisions/transformers-and-power-supplies-division/?showPage=935>>.

- [13]HYDAC. Technical Cleanliness: These days, no longer an option but an obligation. [cit. 15. januára 2019]. Dostupné na internete: <<https://www.hydac.com/fileadmin/pdb/pdf/PRO000000000000000000000101101000011.pdf>>.