

STANDARDIZACIJA I KONTROLA ČISTOĆE POVRŠINE KOMPONENATA I SKLOPOVA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI

STANDARDIZATION AND CONTROL OF COMPONENT AND JOINS SURFACE CLEANNESS IN AUTOMOTIVE INDUSTRY

Amela Krajnc, maš.ing.
HYDAC d.o.o.
Maribor, SI

REZIME

U zadnjim godinama rastu zahtjevi korisnika, posebno u evropskoj automobilskoj industriji, za komponentama, koje je moguće ugrađivati u sklopove bez dodatnog čišćenja/pranja. Rezultat je međunarodni standard ISO 16232, koji je nastao na osnovi internih pravilnika pojedinih preduzeća i pravilnika TECSA.

U ovom radu su predstavljeni razlozi za nastanak standarda ISO 16232 i njegov sadržaj, kratak opis postupaka uzimanja i pripreme uzoraka, postupaka analize, tumačenje rezultata i njihovo dokumentiranje te izrada kontrolnog izvještaja. Opisane su i uređaji tz. testni pultovi, koji nam omogućavaju mjerodajnije rezultate kontrole čistoće površine komponenata.

In the last couple of years, claims for components which are possible to be built in joints without additional cleaning are increasing, especially in automotive industry. This trend resulted with origin of international standard ISO 16232, which have basis in internal regulations of individual industrial undertakings and TECSA book of rules.

This paper briefly describes motive for existence of ISO 16232 and it's contents, a short description of sampling and preparation tested specimens, component cleanliness analyses, results evaluation and documentation. Also, it has been described working of specialized device designed to determine the residual contamination present on components.

Ključne riječi: TECSA pravilnik, ISO 16232, kontrola čistoće površine, automobilska industrija, kontrolne metode i uređaji

1. UVOD

U zadnjem vremenu su se zahtjevi po čistoći komponenata, sklopova i konačnih proizvoda u optici, preciznoj mehanici, elektromehanici i, prije svega, automobilskoj industriji izuzetno povećali. Neprestano poboljšavanje karakteristika i miniaturizacija sklopova rezultirali su sa povećanom osjetljivošću sklopova na nečistoće sa kojim dolaze u kontakt preko procesa proizvodnje, montaže, embalaranja, skladištenja itd.

Čistoća površina postaje jedan od izvora većih troškova u proizvodnji, a ima i znatan uticaj na kvalitetne karakteristike i pouzdanost proizvoda. Zbog toga je kontrola čistoće površine postala važna tema kod svih proizvođača i njihovih isporučioaca, koji žele popraviti karakteristike proizvoda, smanjiti škart te povećati produktivnost i konkurentnost preduzeća.

2. ZNAČAJ KONTROLE ČISTOĆE POVRŠINE KOMPONENATA I SKLOPOVA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI

Ubrzani razvoj i sve veća konkurencija na svjetskom automobilskom tržištu predstavljaju sve veći izazov za proizvođače automobila. Neprestano je potrebno unaprijediti karakteristike, smanjivati troškove i “boriti se” sa konkurencijom. Veliki dio troškova nastalih u automobilskoj industriji predstavljaju tzv. “0 km / 0 h” greške. To su greške, koje se pojave već poslije kratkotrajnog djelovanja u obliku lekaže, smanjene djelotvornosti ili nepostizanjem željenih karakteristika, kvaru pojedinih komponenata itd. Posljedice za proizvođača su dodatni troškovi za popravak, kašnjenja pri isporuci, skraćenje garancijskog roka, tzv. “troškovi dobronamjernosti” kojim se pokušava umanjiti nezadovoljstvo kupaca, stjecanje negativnog renomea/ugleda preduzeća itd.

Zbog svega toga, proizvođači automobila, uvode tzv. menadžment čistoće u svojim proizvodnim pogonima i isto zahtjevaju i od svojih isporučilaca. Taj menadžment obuhvata kontrolu i optimizaciju čistoće komponenata, podsklopova, sistema i fluida u fazama proizvodnje i montaže, a u cilju postizanja optimalnog odnosa kvalitet-troškovi.

3. STANDARDIZACIJA ČISTOĆE POVRŠINE KOMPONENATA I SKLOPOVA

Pojam menadžmenta čistoće površine se je pojavio u ranim 90-im godinama. Dosta preduzeća je imalo sličan problem: nisu postojale specifikacije za kontrolu i analizu. Da bi našli zajedničko rješenje, preduzeća u automobilskoj industriji i njihovi isporučiooci su se organizovali i ustanovili udruženje pod koordinacijom i podrškom instituta IPA u Stuttgartu (Institut Produktionstechnik und Automatisierung Fraunhofer). Članovi tog udruženja su, između ostalih, i Audi, Bosch, BMW, VW, Castrol, Daimler Chrysler AG, HYDAC, Porsche, Henkel, Siemens,... Zajednički trud je rezultirao standardizacijom svih aspekata čistoće površina. Svi postupci su opisani u TECSA pravilniku, počevši od uzimanja i pripreme pojedinih uzoraka, postupka kontrole, vrednovanjem rezultata, dokumentiranjem rezultata itd. Standardi i pravilnici na kojim bazira kontrola čistoće površina su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1: Čistoća površine – pregled standarda i pravilnika

Oznaka standarda /pravilnika	Kratak pregled
TECSA pravilnik	Pravilnik IPA Fraunhofer instituta – više u nastavku
VDA Upravljanje kvalitetom u automobilskoj industriji Sveska 19	Bazira na TECSA pravilniku.
ISO 18413	Pravila u hidraulici; čistoća komponenata i dijelova.
ISO / DIS 12345	Opis različitih kontrolnih postupaka primjerenih za 5 glavnih grupa kod Dieselskih sistema; dizelska goriva
ISO16232	Standard za automobilsku industriju uopšteno: cestna vozila, čistoća komponenata, itd.
ISO/DIS 4407	Određivanje zaprljanja uz pomoć gravimetrične metode i mikroskopskih tehnika.
ISO 4402 (zamjenjen sa ISO 11171)	Opis kalibracijskog postupka za automatske brojače čestica; upotreba AC finog praška za testiranje.
ISO 4406:1999	Hidraulički fluidi; metode označavanja stepena kontaminacije sa čvrstim česticama; određivanje i dioba klasa čistoće fluida.
ISO TR 10949	Kontrola onečišćenja, čišćenje, ispiranje; mjerne metode
ISO 11171	Standardna kalibracijska metoda za određivanje veličine čvrstih čestica i tačnost prebrojavanja; kalibracijski prašak ISO MTD ili ISO 12103-A3.
ISO 11218	Avionska i svemirska industrija; klasifikacija čistoće za hidraulične fluide.
ISO TR 16386	Utjecaj promjena ISO prebrojavanja čestica u fluidima s obzirom na ISO 11171; APC kalibracijska metoda.
ISO TC 22/SC7/WG2	Zamjenjen sa ISO/DIS 12345.
DIN 25410	Definicija klasifikacije čistosti; nivoi, mjerenje i održavanje čistoće površine; testiranje ambalaže i procesa pakovanja; transport; rukovanje.
VDI 2083-4	Definicija klasifikacije čistoće površine.

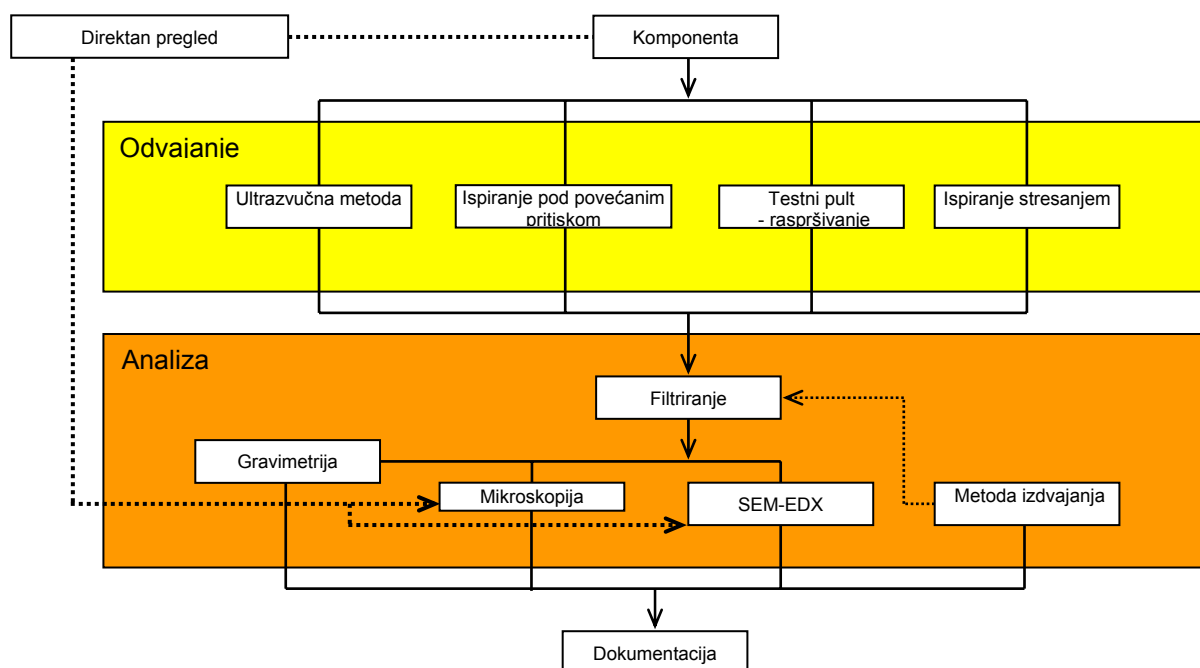
4. TECSA PRAVILNIK

U TECSA pravilniku su dati uslovi upotrebe i dokumentacije metoda za određivanje kontaminacije površina automobilskih komponenata s čvrstim česticama. Detaljno su opisani postupci pripreme testnih uzoraka, načini odvajanja čestica od uzorka sa tekućinom, mjerna analiza čestica, tumačenje rezultata i njihovo dokumentiranje.

Postupak kontrole čistoće je prikazan na slici 1.

4.1. Priprema uzoraka

Uzorci se uzimaju iz procesa proizvodnje za koji je zahtjevana kontrola. Potrebno je osigurati da kod uzimanja reprezentančnog uzorka, njegovom uskladištavanju i transportu do mjerno/kontrolnog mjesta ne dođe do dodatne kontaminacije površine.



Slika 1: Elementi kontrole čistoće (izvor: TECSA pravilnik)

4.2. Odvajanje čvrstih čestica od uzorka

Odvajanje čvrstih čestica od uzorka je početni korak za mjernu analizu. Izvodi se uz pomoć tekućine u kojoj se zadrže čestice.

U zavisnosti od veličine i oblika uzorka, razlikujemo sljedeće metode:

- ultrazvučna metoda (za komponente manjih dimenzija, komponente kojima su obrađene sve površine, odlivci);
- ispiranje stresanjem (za komponente manjih dimenzija, komponente sa otvorima);
- ispiranje pod povećanim pritiskom (za cjevaste komponente);
- ispiranje raspršivanjem (za cijele komponente i sklopove svih oblika i dimenzija ili njihove pojedine površine). Izvodi se uz pomoć namjenskih testnih uređaja – komora. Princip rada jedne od takvih je opisan u nastavku.

Navedene metode se mogu i kombinovati, u cilju što boljeg odvajanja čestica od površine.

4.3. Metrološka analiza čvrstih čestica

Metrološka analiza čestica se izvodi uz pomoć gravimetrije, svjetlosne mikroskopije, elektronske mikroskopije, automatskih brojača čestica i direktnim pregledom. Izbor metode zavisi od jedinice tj. karakteristike koja je zahtijevana (g, g/m², g/komponentu, max.veličina

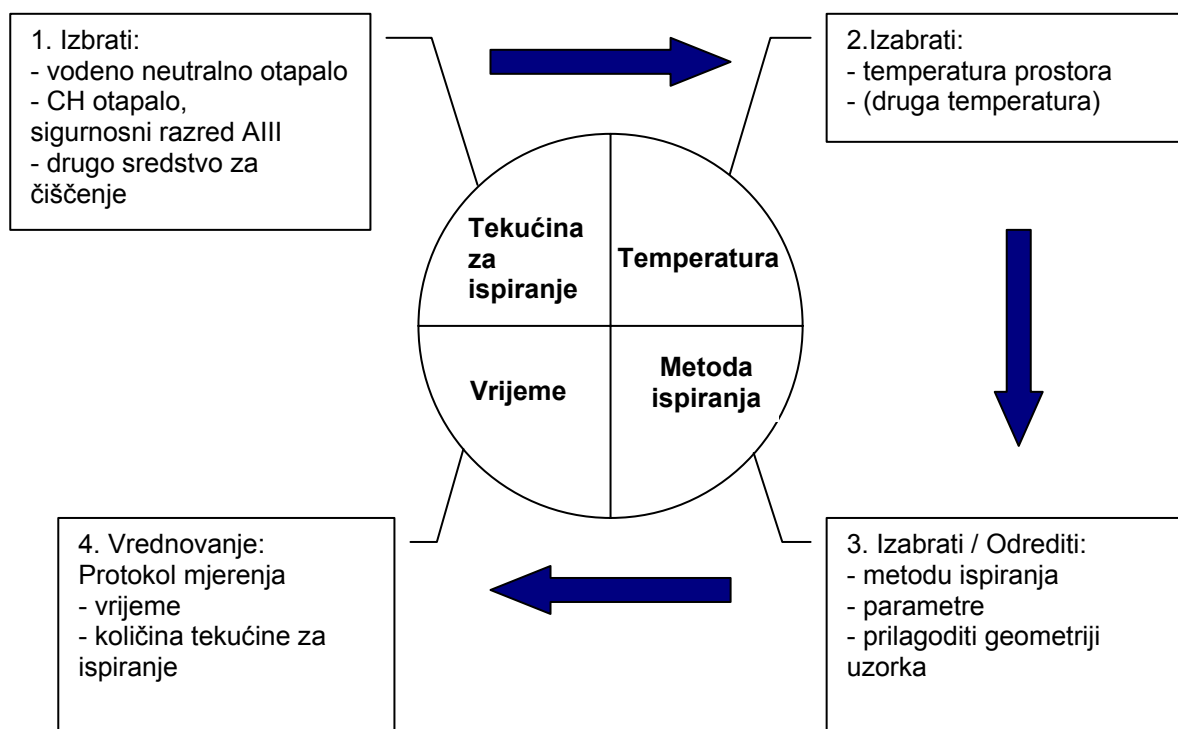
čestica, broj čestica u određenoj klasi veličine čestica, oblik čestica, materijal/vrsta čestica,...). Moguće je kombinovati različite metode, da bi se dobila što potpunija informacija o količini, veličini i vrsti čestica.

Gravimetrija, kao jedina metoda, dolazi u obzir, samo u slučaju, da je potrebna informacija o količini (masi) čestica. Uobičajeno ta metoda nije dovoljna, jer ne daje podatke o broju, veličini i vrsti čestica.

Svjetlosna i elektronska mikroskopija se upotrebljava ako je potrebna analiza vrste i oblika čestica i za brojanje manjeg broja većih čestica. U slučaju manualnog brojanja čestica je velika mogućnost subjektivne greške izvršioca analize.

Automatski brojači čestica se upotrebljavaju za analizu, koja kao rezultat ima broj čestica u različitim kategorijama veličine po važećim standardima (ISO, NAS, SAE). Mogućnost nastanka greške je zanemarljivo mala.

Direktan pregled je jedina metoda kod koje čestice ne odvajamo od površine. Direktni vizualni pregled manjih komponenata ili površina se izvodi u cilju određivanja stanja površine i vrste čestica na njoj.



Slika 2: Elementi kontrole čistoće (vir: TECSA pravilnik)

4.4. Vrednovanje/tumačenje rezultata

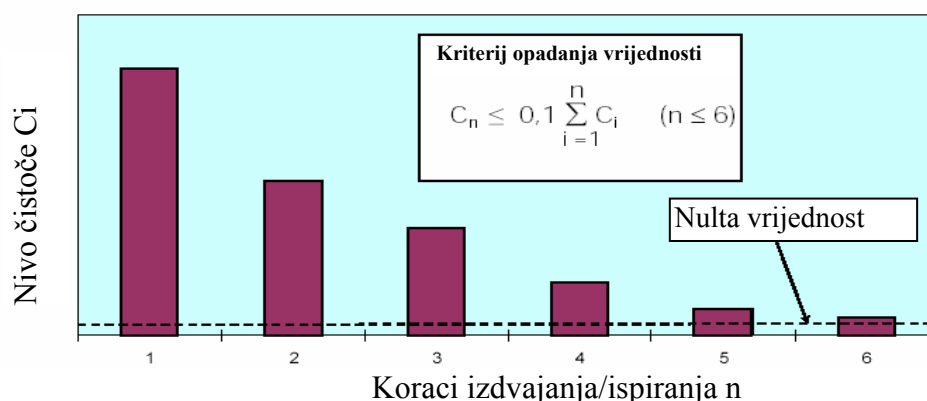
Bez obzira na izabranu vrstu metrološke metode, potrebno je odrediti tačan mjerni protokol i tzv. nultu vrijednost za svaku pojedinu vrstu komponente ili sklopa.

Za tačnost rezultata je najvažnije određivanje načina odvajanja nečistoća od površine. Na žalost, ne postoje tačna pravila, koja osiguravaju uspješnost odvajanja i tačne rezultate. Za svaku pojedinu vrstu komponente ili sklopa je potrebno naći optimalnu kombinaciju vrste tekućine za ispiranje, temperaturu, metrološku metodu, način i trajanje ispiranja itd., slika 2.

Kod ispiranja površine postoji opasnost, da je tekućina kontaminirana česticama koje nisu bile na ispranoj površini već su u tekućinu dospjele iz okoline i/ili su već bile u njoj. Taj sadržaj

čestica tuđega porijekla može znatno utjecati na rezultat mjerenja. Zato se u protokolu odredi tzv. »nulta vrijednost« tj. količinska vrijednost nečistoća tuđega porijekla i ta »nulta vrijednost« ne smije biti veća od 10 % od maksimalne izmjerene vrijednosti kontaminacije površine komponente ili sklopa, slika 3.

Da bi odredili protokol mjerenja, najprije moramo izabrati metrološku metodu, vrstu tekućine za ispiranje i izmjeriti nultu vrijednost. Nakon toga izaberemo različite kombinacije parametara: količina i temperatura tekućine, način i vremensko trajanje ispiranja, te za svaku kombinaciju izvedemo šest ispiranja iste površine na jednoj komponenti. Rezultate ocjenjujemo uz pomoć tzv. kriterija opadanja vrijednosti, slika 3. Ako se vrijednost nivoa čistoće površine smanjuje sa svakim ispiranjem, to nači, da je izabrana optimalna kombinacija parametara. Sve postupke i rezultate je potrebno zabilježiti i na osnovu njih napisati protokol mjerenja čistoće površine određene komponente.



Slika 3: Kriterij opadanja vrijednosti (izvor: TECSA pravilnik)

4.5 Dokumentacija

Dokumenacija obuhvata kompletan izvještaj o čistoći testiranog objekta i neposredno je u vezi sa odgovarajućom specifikacijom kontrole. Kao nezavisan dokument, specifikacija kontrole opisuje uslove i detalje postupka koji je upotrebljen kod kontrole čistoće.

Dokumentacija o kontroli čistoće je predstavljena u obliku izvještaja. Ta je pregledan dokument u kojem su, ukratko, predstavljene informacije o metodi i parametrima odvajanja čvrstih čestica od površine, metodi i parametrima analize, nivou čistoće površine i svi drugi podaci vezani za kontrolni postupak.

5. TESTNI PULT CONTAMINATION TEST UNIT (CTU)

Vjerodostojnost rezultata mjerenja površinske čistoće zavisi od dosta faktora. Veoma je važan način odvajanja čvrstih čestica od površine komponente. Ako ta faza nije izvedena pravilno, rezultati analize nisu tačni.

Zbog brzog tempa proizvodnje i izbjegavanja zastoja u procesu proizvodnje, potrebno je kontrole vršiti na licu mjesta – neposredno u proizvodnji. Industrijski uslovi su, većinom, neodgovarajući za neke načine odvajanja čestica od površine i analizu. Zbog povećane kontaminacije iz okoline, rezultati mogu biti potpuno pogrešni. Zbog toga se, u proizvodnim pogonima, upotrebljavaju testni pultovi, koji imaju komoru sa kontrolisanom atmosferom.

Jedan od takvih pultova je i HYDAC-ov Contamination Test Unit (CTU serije 2000 i 1000), slika 4. CTU nije samo uređaj za odvajanje tvrdih čestica od površine komponente, nego je i korisan za: određivanje kvalitete pranja/čišćenja komponenata u velikoserijskoj i masovnoj proizvodnji prije sastavljanja u sklopove, određivanje »slabih karika« u proizvodnji, u kojima dolazi do kontaminacije komponenata, određivanje čistoće komponente ili sklopa poslije upotrebe, smanjenju škarta i gubitaka te optimizaciji proizvodnje – posljedica čega je smanjenje troškova, poštovanje tj. uvođenje internih i eksternih standarda o čistoći komponenata, vođenju dokumentacije o čistoći itd.



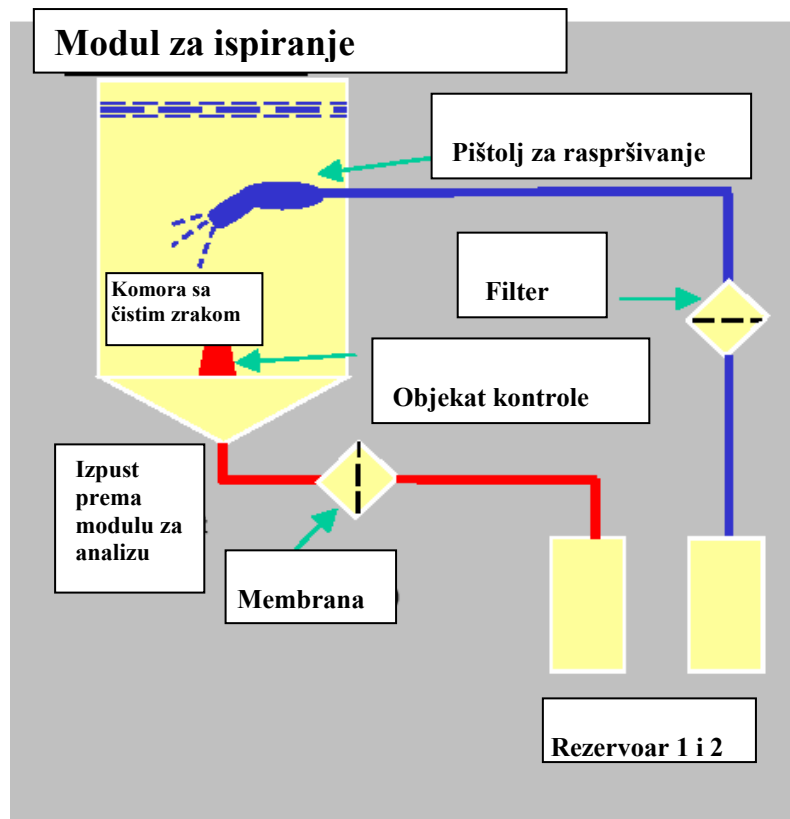
Slika 4: Contamination Test Unit serije 1000 i 2000

Uređaj CTU je sastavljen iz:

- modula za čisti zrak, koji dovodi čisti, filtrirani zrak u komoru u kojoj se nalazi komponenta, diže pritisak u njoj i stvara se zračna zavjesa, koja štiti pred kontaminacijom iz okoline,
- modul za ispiranje (slika 5), koji vrši prefiltraciju otapala, raspršavanje otapala po površini testnog komada i usisavanje otapala kroz membranu, koju poslije analiziramo,
- modul za analizu.

Sam postupak ispiranja raspršivanjem se izvodi tako, da se u komoru za analizu postavi testni komad i ispire se otapalom poznate čistoće. Poslije ispiranja se otapalo filtrira kroz membranu. Čestice, zadržane na membrani, se analiziraju i vagaju, što nam daje podatke o vrsti i količini kontaminanta površine. Kod analize je potrebno poštovati protokol mjerenja i sve predviđene parametre: oblik i veličina komponente, pritisak u komori za ispiranje, vrstu, protok i finoću filtriranja otapala, volumen ispiranja, trajanje ispiranja,... Većinu ovih parametara (za više pojedinih testnih komada) je moguće unijeti u memoriju naprave CTU, te tako skratiti vrijeme potrebno za pojedino testiranje.

Cijeli ovaj postupak ispiranja i analize je u skladu sa trenutno važećim pravilnicima i standardima (TECSA, ISO 16232, ...).



Slika 5: CTU – Modul za ispiranje raspršivanjem

5. LITERATURA

- [1] HYDAC Filbertechnik GmbH: Practical Contamination Management From Processing to Delivery, HYDAC Filbertechnik GmbH, Sulzbach/Saar, I/2003.
- [2] Frank Jung: HYDAC Service Technology, Filtersystems Sales Meeting 2003, HYDAC Filbertechnik GmbH, Sulzbach/Saar, II/2003.
- [3] Frank Jung: HYDAC Service Technology, Filtersystems Sales Meeting 2005, HYDAC Filbertechnik GmbH, Sulzbach/Saar, II/2005.
- [4] HYDAC Filbertechnik GmbH: CTU 2000 Series – Operating and Maintenance Instructions, HYDAC, Filbertechnik GmbH, Sulzbach/Saar, I.2004
- [5] Detlef Meurer, HYDAC Filbertechnik GmbH: različiti pisani materiali, podaci i informacije, 2004-2006
- [6] Fraunhofer Institut Produktionstechnik und Automatisierung: Guideline (Draft): Inspection of Technical Cleanliness – Particulate Contamination of Functionally- Relevant Automotive Components, Fraunhofer Institut Produktionstechnik und Automatisierung, Stuttgart, IV-2004.

