

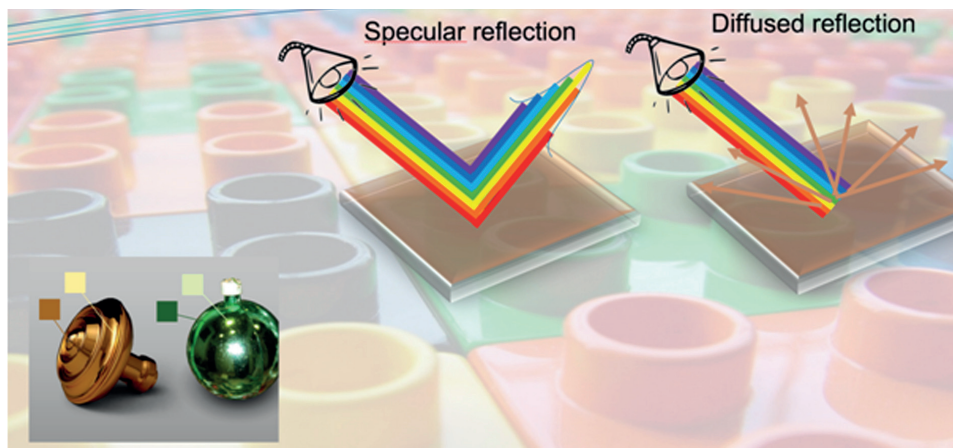
Dávkování aditiv - jak na správnou barvu

Před tím, než je možné něco kontrolovat je důležité zadefinovat co se vlastně bude kontrolovat. Tedy – co je to barva?

Definice:

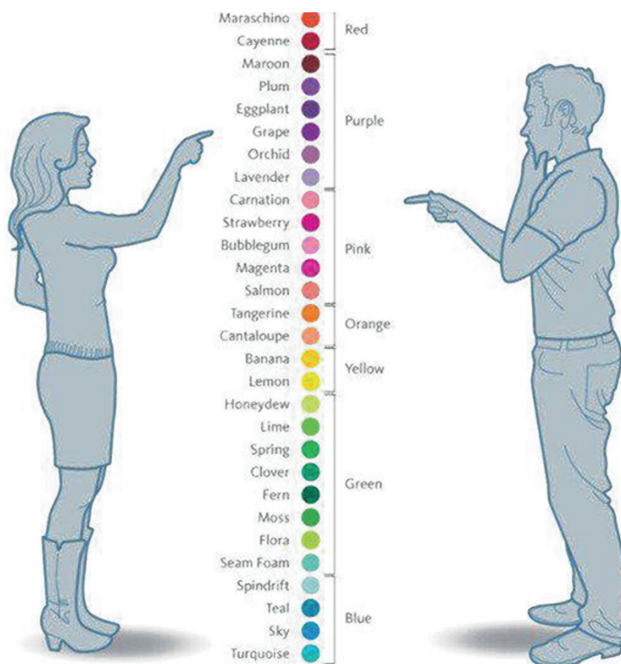
„Barva je vlastnost světla resp. látky, ze které toto světlo vychází. Vyjadřuje vjem, který je vytvářen na sítnici oka viditelným elektromagnetickým zářením, které je vyzářeno pozorovanou látkou, odrazilo se od ní, případně jí prošlo (v případe průhledných materiálů, jako jsou některé kapaliny, plyny nebo sklo).“

Jak je z definice patrné, barva, ač je definována vlnovými délkami, resp frekvencemi je závislá na fyzikálních vlastnostech objektu a – pozor – na vnímání pozorovatele. Vnímání barev je tedy silně subjektivní záležitost. Proč jsou důležité fyzikální vlastnosti tělesa? Na to odpoví jednoduše následující obrázek.



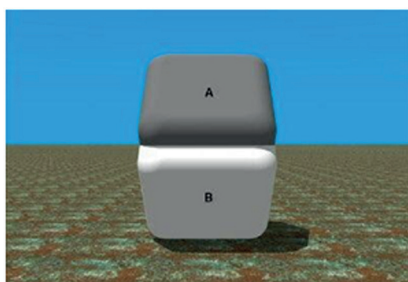
Obrázek 1- jak tvar a kvalita povrchu ovlivňuje vnímání barvy

Zde můžete vidět, že rozdíl v odrazu dopadajícího světla výrazně mění vnímání barvy pozorovatelem. Navíc je podstatný rozdíl, jestli barvu vnímá muž, či žena.

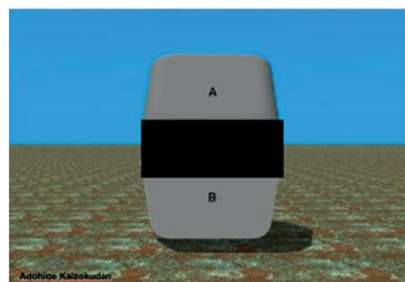


Obrázek 2 - rozdílné barvy? Ale ne, pouze pohlaví ...

Aby toho bylo ještě více, velmi záleží na aktuálním pozadí předmětu, u kterého chcete barvu určit. Ač je to k nevíře, tak barva čtverce A, je shodná s barvou čtverce B. Zde je vidět, jak si s námi náš mozek hraje a dává nekorektní informace.



Obrázek 3 - které plocha je tmavší?



Obrázek 4 - obě jsou stejné

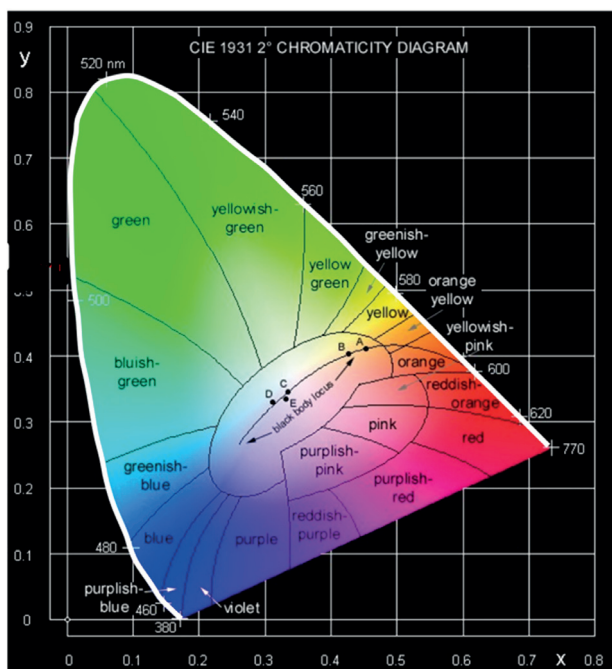
Jak je vidět, objektivní posuzování barvy lidským pozorovatelem je v podstatě nemožné, protože se naše smysly nechají oklamat očekáváním a pamětí. Při zběžném pohledu nevnímáme barevné změny známých předmětů v závislosti na změnách okolního osvětlení. Lidské oko si automaticky dorovnává intenzitu okolního osvětlení, a také hodnotu bílé barvy.

Vlastnost rychlého přizpůsobení oka je vynikající pro lov a rychle se měnící podmínky osvětlení. Tato vlastnost ovšem předurčuje nemožnost vyhodnocovat barvu lidským subjektem. Ovšem citlivost na barvu je navíc ovlivněna dalšími emocemi, jako je vůně, zvuky, teplo atd.

Obecně lze konstatovat, že lidské oko je nedokonalé a nerozlišuje spektrální složení světla. Lidské oko rozlišuje vjemy, tedy signály z oka. Oko je vybaveno třemi druhy čípků (ρ , γ , β -čípky), které lze přirovnat k filtrům R-G-B. Jakmile je určitý čípek podrážděn, vyšle příslušný signál do mozku. Tady je právě kámen úrazu. Signál do mozku nenese informaci o přesné vlnové délce zdroje světla. Proto dva různé objekty dokáží vyvolat jeden a ten samý vjem u pozorovatele. Nutno dodat, že bez tohoto jevu by správa barev nemohla existovat.

Cílem správy barev je nezachovávat barvy jako takové (je to nemožné), ale zachovat vjem. A aby toho mohlo být dosaženo, tak je nezbytné využít efektu metamerie.

Zde přichází na řadu strojová komparace barev. Aby bylo možné stanovit přesnou hodnotu barevného odstínu, je potřeba znát odstín, sytost a jas. Barvu je tedy možné chápat jako bod v trojrozměrném prostoru. Je mnoho barevných modelů, ale nejčastěji se používá model CIELAB. Založením CIE roku 1931 bylo odpovědi na otázku standardizace modelů barev.



Obrázek 5 - diagram chromatičnosti (kolometrický trojúhelník) CIE 1931

Pravoúhlý souřadnicový prostor CIELAB je vymezen třemi osami:

- Nepestrou osou jasu (osa L)
- Chromatickou osou zeleno-červenou (osa a)
- Chromatickou osou modro žlutou (osa b)

Teprve tyto tři souřadnice jednoznačně definují barvu v jejím odstínu, sytosti a jasu. Měřit barvu lze tedy buď v absolutní hodnotě (tři souřadnice $L^*a^*b^*$), nebo naopak komparací tedy hodnotou rozdílu barevné odchylky ΔE . O rozdílového měření ΔE je potřeba si uvědomit, že tyto rozdíly se budou lišit podle způsobu osvětlení (teplota světla) povrchu a tvaru materiálu.



Obrázek 6 - jaké odchylky E jsou vnímatelné

I při zběžném pohledu je tedy zřejmé, že nastavit a hlavně udržet konstantní kvalitu barvy evidentně není v lidských silách. V tuto chvíli vstupují do řem (ve shodě s Průmysl 4.0) strojní měřiče barev. Jedná se o kolorimetry, nebo spektrofotometry.

POZOR DŮLEŽITÉ! Nezaměňovat za spektrometr. Přístroj spektrometr také existuje, ale používá se na měření spektra. Mimo jiné se dá použít na chemickou analýzu kovů a kovových materiálů, včetně rychlé analýzy a stanovení obsahu chemických prvků. Dnešní spektrometry mají mimo jiné zabudovanou databázi ocelových materiálů (podle evropské normy ISO, DIN EN10027, americké STAE, ASTM, japonské JIS atd.). Jsou tedy nutnou a nezbytnou výbavou všech vedoucích projektů v oblasti zpracování plastů, při přejímání forem, zvláště pak východní výroby.

Jaký je rozdíl mezi kolorimetrem a spektrofotometrem?

KOLORIMETR Je to zařízení, které slouží chromatičnosti (barevných vlastností) zdrojů světla. Je to pasivní přístroj, jenž snímá fotony skrze fotočlánky. Fotočlánky bývají opatřeny filtry, pro odlišení jednotlivých spekter světla (barevných odstínů). Obecně sleduje trichromatický vzor.

Kolorimetr vynalezl Jules Duboscq okolo roku 1870. Ve správě barev se používá proto, že je to nejlevnější způsob, jak změřit barevné vlastnosti objektu. Takovýto kolorimetr nemá vlastní zdroj světla.

SPEKTROFOTOMETR, někdy chybně označován za spektrograf, je nástroj pro spektrofotometrii. Spektrofotometrie je způsob zjišťování vlastností objektů na základě pohlcování určitých vlnových délek. Tento přístroj je složitější než kolorimetr. Princip lze popsat tak, že spektrofotometr vysílá elektromagnetické záření v určitém spektru vlnových délek a vyhodnocuje přijímaný signál. Můžeme o něm říci, že je schopen simulovat chování určitého světelného zdroje a světelného čidla (pozorovatele) a je tedy vhodný pro vyhodnocování metamerie. Spektrofotometr se v praxi využívá pro přesnou kontrolu barev. Předměty (plastové díly nevylímáje) totiž světlo nevytváří, ale pouze odráží, což je také fundamentální problém správy barev.

SpektroSAVE – revoluční kontrola barevnosti plastových dílů

SpectroSave je pantetovaný multi kanálový, in-line spektrofotometr, který se integruje přímo do výrobní linky. Zařízení komparuje na místě v reálném čase ΔE barev. Na rozdíl od samostatných spektrofotometrů, SpectroSave komunikuje s podavačem aditiv, v reálném čase poskytuje zpětnou vazbu a korekci dávkovaného množství, na 100% cyklů stroje.

Podstatný rozdíl od protí standardních spektrofotometrů je, že SpektroSAVE nevyžaduje dotek s kontrolovaným předmětem a je nezávislý na tvaru dílu.



Obrázek 7 – Řídící jednotka SpektroSAVE a sondy

Jedná se o přístroj, který se jednoduše vloží do linky a který disponuje jednoduše zaměnitelnými sondami, použitelnými se základní jednotkou. Navíc je možné používat více typů sond najednou, což zvyšuje efektivitu kontroly a reálně SpektroSAVE dovoluje kontrolovat 100% výstřiků. Měřené body mohou být vzdáleny od sebe, a proto je systém použitelný jak na velmi malé díly například v kosmetice, tak i na druhou stranu spektra velikosti i v oblasti automobilového průmyslu například na nárazníky.



Obrázek 8 - vícekanálové měření rozměrných dílů

Na nasazení měření barvy se dá pohlížet z různých hledisek. Jedná se hlediska vložení do výrobní linky, z pohledu sond a také ze způsobu měření. Podstatnou částí pak je ovšem možnost propojení na stávající technologii vstřikování a ovlivňování výsledků vstřikování na základě měření dílů v reálném čase.



Obrázek 9 - vložení systému SpektroSAVE do výrobní linky

Vložení do výrobní linky je mechanicky i z hlediska nastavování jednoduchá záležitost. SpektroSAVE se jednoduše propojí přes komunikační rozhraní s dávkováním aditiv (masterbatchů) pomocí komunikačního rozhraní. Studený start systému je cca 30vteřin a procedura nastavování se časově pohybuje pod 10 vteřin. Systém je odolný vůči vibracím a je odolný vůči rozdílným teplotám bez nutnosti rekaliibrace. Design je nastaven tak, aby byl umožněn bezproblémový provoz i ve špinavém prostředí. Díky tomu, že měřicí sonda nepotřebuje fyzický kontakt, je možné měřit více bodů, které jsou okamžitě vyhodnocovány.

Navíc při měření systémem SpectroSAVE je eliminován problém geometrie dílu, vzdálenosti sondy a měřeného povrchu.

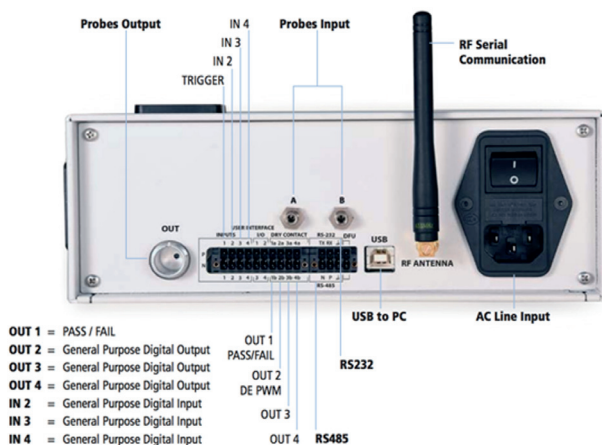
Standardně systém vyhodnocuje odchylky ΔE proti referenčnímu dílu, ale je samozřejmě možné měřit absolutní hodnotu třech základních souřadnic barev podle specifikace CIE 1931, tedy L, a, b.



Obrázek 10 - referenční a měřený díl

Počet maximálně měřených bodů najednou na jednom zařízení SpectroSAVE je 6 měřících míst. Běžné dosahovaná přesnost měření barvy vyjádřená v ΔE se pohybuje do 0,1 ΔE .

Z hlediska vložení systému do výrobní linky jsou podstatné možnosti napojení. Standardní rozhraní umožňuje externí triggr, sériové rozhraní (RF a drát). Samozřejmě je zde výstup na robotické třídění Shodný/Neshodný díl, aby neshodné naměřené díly byly eliminovány od korektní produkce. Vstup sondy, resp. sond je sdružený do



Obrázek 11 - Plug&Play systém a napojení na robota, včetně shodný/Neshodný produkt

jednoho konektoru, ať již se jedná o reflexní sondy, nebo sondy přenosové. Sondy jsou velmi malé, což umožňuje nasazení na robotické hlavy. Díky tomu je možné měřit během manipulace s výstřikem. Patentovaný design eliminuje problém vzdálenosti, tvaru a textury povrchu. Napojení je realizováno pomocí optických vláken a vyhodnocování probíhá přímo v řídicí jednotce, bez nutnosti přídavného PC. Spektrofotometr používá modifikovanou sondu typu Czerny-Turner s rozlišením 12 nm.

Celý systém je koncipován jako Plug&Play, bez nutnosti kalibrace a rekaliibrace. V tuto chvíli se v nabídce nachází 7 typů sond. Vzdálenost snímání se pohybuje od 0mm do až 40mm. V nabídce se nachází také kontaktní sonda pro specifické případy.

Jak je vidět, celý systém měření barvy byl navržen z hlediska minimalizace nároků na obsluhu. Cílem bylo maximalizovat efektivitu výroby perfektních dílů, při současně minimalizaci vnesených chyb ze strany obsluhy.

Dávkování aditiv ColorSAVE1000 a ColorSAVEmicro

Systém měření barvy SpektroSAVE umožňuje přímé napojení na gravimetrické dávkování aditiv v provedení ColorSAVE (množství aditiv od 0,02 do 80kg/hod), nebo na ColorSAVEmicro s rozlišením 0,1 g)

Oba systémy dávkování aditiv se liší primárně způsobem podávání. Zatímco standardní ColorSAVE využívá speciálních podávacích šneků, verze MICRO pak dávkuje přes vibrační podávání.

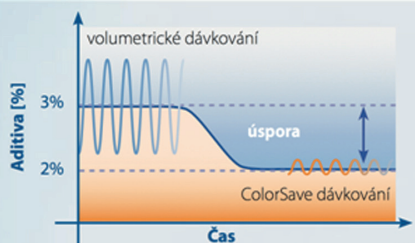
ColorSave 1000

ColorSave 1000 je poslední generace gravimetrického dávkování masterbatche pro lisovny. Jedná se o patentovaný systém Izraelské firmy LIAD, který má vnitřní vážící násypku, která zajišťuje vysokou odolnost vůči mechanickým nárazům a chvění. Společnost LIAD byla založena v roce 1979 v Izraeli a dnes je standardem pro špičková řešení dávkování aditiv. Masterbatch, neboli aditiva jsou pevné, nebo i kapalně přísady do základního plastového materiálu, které se dodávají pro změnu vlastností základního materiálu.

Primárně se jedná o změnu barvy, zvýšení odolnosti vůči UV záření, retardéry hoření, mazání, nebo naopak protiskluzové vlastnosti, korozní inhibitory, antibakteriální, nebo antioxidantní vlastnosti atd. Inovativní desing a perfektní „**samoučící se algoritmy**“ zajišťují stejnoměrné, velmi přesné dávkování, bez ohledu na hustotu materiálu, nebo velikost granulátu.

významné úspory ve srovnání s volumetrickými dávkovači a míchači dávek:

- až 50% úspora MB/aditiv ve srovnání s volumetrickými dávkovači
- úspora až 35 % MB/aditiv ve srovnání se vzdáleným míchacím zařízením
- úspora až 15 % MB/aditiv ve srovnání s míchačem dávek umístěným na hrdle stroje



Mimořádná přesnost snižuje rozptyl dávky, což je první předpoklad snížení spotřeby aditiv. Velmi důležité jsou ovšem samoučící algoritmy zpřesňující dávky aditiva. V průběhu normálního provozu gravimetrický dávkovač ColorSave neustále kontroluje hmotnost aditiva dávkovaného do stroje pomocí metody Loss-In-Weight - LIW (metoda úbytku hmotnosti). Kontinuální vážení materiálu v násypce okamžitě detekuje jakoukoliv změnu úbytku váhy a neustále zpřesňuje dávku.

V nabídce jsou v tuto chvíli řešení jak pro vstřikování plastů, tak i pro extruzi, nebo centrální dávkování materiálu, včetně centrálního rozvodu po lisovně z jednoho místa. Systémy LIAD pro dávkování přísad jsou dostupné od mikro dávkování (označení ColorSave-Micro), které umožňují dávkovat po jednotlivých peletách granulátu o specifické hmotnosti 10-40mg/peleta), přes standardní ColorSave-1000, které dávkuje až do hmotnosti 80kg aditiva za hodinu.

Velmi oblíbenou možností pak je systém BatchSave, který umožňuje jednoduše míchat více požadovaných materiálů dohromady. Všechny dávky míchaného materiálu jsou plně pod kontrolou. Vysoká přesnost násypky ($\max \pm 0,1\%$ dávky) a míchací systém bez mrtvých koutů šetří materiál a zpřesňuje dávku. Zaručeno je homogenní promíchání dávky i při více složkách míchaného granulátu. Homogenita míchané dávky je velmi důležitá pro vynikající výsledné vlastnosti finálního vstřikovaného produktu.

Co je součástí dodávky

Systém ColorSave-1000 je možné dodat se šesti velikostmi podavače (podávací šnek), které zohledňují požadované množství aditiva a to od mikro objemů (1-3 granule) na minimální množství aditiva, až po velmi velké objemy v hodnotě 0,6kg až 80kg za hodinu provozu. U verze ColorSave-Micro je pak podávání aditiva realizováno pomocí speciálního vibračního podavače. Micro systém je vhodný pro velmi přesné malé výrobky s dávkováním do 80g aditiva za minutu.

Pro praktický provoz je důležité, že systém umožňuje jednoduše přímo na stroji vyměnit podavač a tím získat z primární dodané jednotky systém s odlišnými parametry. Šnekové podavače jsou navzájem zaměnitelné a není problém při výměně formy změnit také podavač. **Správná velikost podavače** dovoluje dosáhnout vyšší přesnosti a tím i vyšší úspory aditiva.

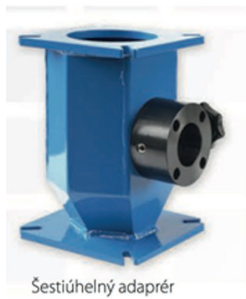
S tím pak úzce souvisí velikost násypky, která se dodává ve třech standardních velikostech a to pro 3 kg, 5 kg a 10 kg aditiva v zásobníku. Patentovaný vážící mechanismus je intaktní vůči mechanickým nárazům a chvění. Navíc je zde automatická teplotní kompenzace pro zvýšení přesnosti.

Pro korektní funkci je nutné zvolit správnou velikost zásoby aditiva v násypce tak, aby integrovaný Venturiho-nasavač aditiva mohl dobře plnit svou funkci. Pro správné nastavení velikosti zásobníku a velikosti podavače je potřebné dodat tyto informace:

- Váha výstřiku (celková váha)
- Procenta přidávaného aditiva
- Čas šnekování (vteřiny)
- Hustota (density) aditiva

Systém je navíc spojen se strojem, takže dostává okamžité informace o změně plastikované dávky, které okamžitě přizpůsobuje dávku. Tato funkce je velmi důležitá zvláště u starších strojů (hlavně hydraulických), kde může docházet k rozptylu velikosti šnekované dávky. Díky výše uvedené funkci je pak zaručeno shodné procentuální promíchání aditiva do základního materiálu. Navíc je možné napojit řídicí jednotku na měření a vyhodnocování barvy SpektroSAVE a dít dále zpřesňovat výsledky vstřikovacího procesu v reálném čase a automaticky.

Instalaci na stroj je možná provést pomocí šestibokého adaptéru, který je standardní součástí dodávky. Dále se v nabídce nachází chlazený adaptér, nebo adaptér s míchačem.



Šestiúhelný adaptér



Chlazený adaptér



Adaptér s míchačem

Nedílnou součástí dodávky pak je (jak bylo výše uvedeno) nasávací Venturiho trubice s vyztuženou hadicí pro nasávání aditiva a bezproblémový automatický chod.

Celý systém je pak řízení výkonou, snadno ovladatelnou řídicí jednotkou se sofistikovaným softwarem, který je možné napojit na centrální dohled pomocí systému LIAD View. Ten umožňuje sledovat pracovní fáze všech dávkovačů ColorSave ve firmě na jedné obrazovce, včetně grafů a aktuálního poměru dávkování aditiv a rychlosti motoru. Samozřejmostí je celková hmotnost zpracovaného materiálu, hmotnost vstřikované dávky, generování zpráv o provozu atd.

Je zde také možnost vzdálené aktualizace pracovních parametrů pro jednotlivé podavače.

Jednoduchost obsluhy

Aby byl celý systém maximálně efektivní, bylo při jeho vývoji myšleno na maximální jednoduchost obsluhy. Pro korektní funkci tedy stačí dva jednoduché kroky. Na dotykové obrazovce řídicího systému stačí zadat váhu výstřiku a požadovaná procenta přidávaného aditiva. Další parametry si systém pomocí inovovaných algoritmů dopočítá sám a navíc, se bude dávka díky samoučícím funkcím postupně zpřesňovat.

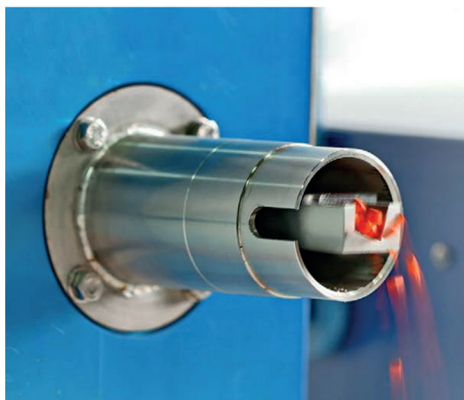
Pro rychlou změnu barvy, respektive obecného aditiva je zde funkce reverzního chodu podavače, který vyšnekuje nepoužitý materiál zpět do nádoby, aby ztráty aditiva byly minimální. Při změně velikosti dávky je pak možné (a doporučené) vyměnit podávací šnek tak, aby byla dosažena co nejvyšší přesnost.

ColorSAVEMicro

Jedná se o speciální systém, který je designován na použití pro velmi malé díly. Přesnost dávkování je možné nastavit na jednu granuli přidavného materiálu.

Cílem při vývoji tohoto zařízení bylo poskytnout uživatelům extrémně přesné zařízení s co nejjednodušší obsluhou a minimem údržby. Dávkování ColorSAVE v provedení Micro umožňuje dávkovat jak pelety (granule), tak i prášková aditiva, nebo mikrogranulenebo i regenerulát. Gravimetrické dávkování není závislé na velikosti částic a hmotnosti dávkovaného materiálu. Systém podávání je mechanicky jednoduchý a vysoce spolehlivý. Minimalizována byla nutnost údržby a hlavně recalibrace.

Název Micro je daný maximálním objemem, který dosahuje maximálního množství 90g/minuta s váhovým rozlišením 0,1 g.



Obrázek 12 - ColorSAVEMicro umožňuje podávat po jedné granuli



Obrázek 13 Minimální rozměry, maximální přesnost