

# Systemy AVN, AVO a třískové hospodářství

*Eduard Stach, Ivan Diviš, Jan Hudec*

## Abstrakt:

Příspěvek seznamuje se současným stavem a novými trendy u systémů automatické výměny nástrojů (AVN) a systémů automatické výměny obrobků (AVO), který byl firmami prezentován na výstavě EMO 2009 v Miláně. Z oblasti třískového hospodářství příspěvek zmiňuje filtrační systémy.

## 1 Úvod

Systemy AVN a AVO přispívají ke zkrácení vedlejších časů a tím se podílejí na zvýšení produktivity výrobních strojů. Proto můžeme konstatovat, že téměř každý výrobce obráběcích strojů nabízí variantu svých strojů se systémy AVN a AVO. Na EMO 2009 bylo možno spatřit velké množství různých typů zařízení a sledovat poslední trendy ve vývoji automatizace u výrobních strojů.

Poslední kapitola popisuje inovace výrobců zařízení pro filtraci řezné emulze.

## 2 Automatická výměna nástrojů

Výměna (odepínání / upínání ve vřetení) a transfer nástrojů mezi zásobníkem a vřetenem je vedlejší čas a je třeba jej maximálně zkrátit za účelem zvyšování produktivity obráběcího stroje. A proto systém automatické výměny nástrojů (AVN) je dnes již běžnou součástí moderního obráběcího stroje.

Jednou ze současných tendencí ve vývoji obráběcích strojů je stroj umožňující obrábění na jedno upnutí, což klade zvýšené požadavky jak na AVN, tak na upínání obrobků (viz kapitola 3 na str. 152.). Sdružování mnoha operací v jednom stroji vyžaduje přístup k velkému množství nástrojů během obrábění.

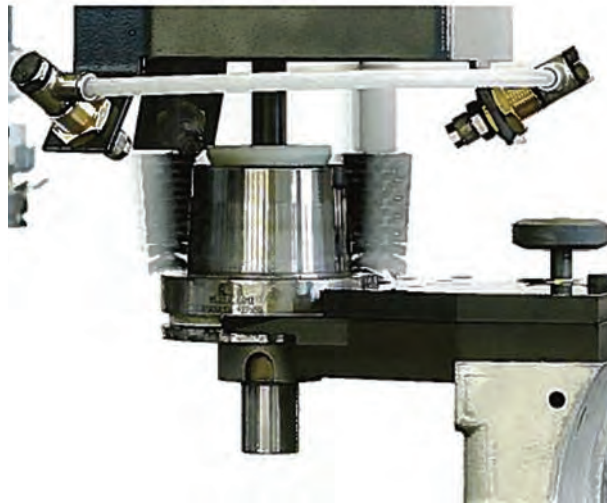
U mnoha výrobců je mnohem více patrné zvyšování kapacity zásobníků nástrojů než zkracování času na výměnu nástroje, případně času tříška - tříška. Mezi stroje s nejrychlejší výměnou nástrojů se řadí centra firmy Chiron s rychlostí výměny 0,9 s. Tato hodnota se od roku 2001, kdy firma uvedla na trh svůj systém výměny nástroje, nezměnila. Významější je čas tříška - tříška, který se skládá z času výměny nástroje a času potřebným pro vyjetí a znovu najetí nástroje do řezu. Tento údaj nám dává mnohem lepší představu o možných časových úsporách. U nejlepších strojů střední velikosti se pohybuje okolo 2,4 s. U strojů pro obrábění malých součástí například u stroje TC-20A firmy Brother je hodnota tříška - tříška 1,6 s.

Systemy automatické výměny nástrojů, které byly k vidění na veletrhu je možné jako v předcházejících letech rozdělit do tří skupin:

- a) systémy s nosným zásobníkem
- b) systémy se skladovacím zásobníkem
- c) kombinované systémy



Obr. 1: AVN firmy Chiron



Obr. 2: Čistící zařízení upínacích kuželů firmy Jakob

## 2.1 Systémy s nosným zásobníkem

Tyto systémy výměny nástroje se vyznačují tím, že zásobník nástrojů přenáší veškeré síly působící při obrábění na nástroj. Celý zásobník s nástrojem koná vedlejší pohyb. Z jeho funkce plynou, mimo již zmíněných požadavků na rychlost a kapacitu, požadavky na tuhost, přesnost ustavení, opakovatelnost a spolehlivost zásobníků. Tuhost a přesnost ustavení přímo ovlivňují přesnost, kvalitu, výkonnost obrábění, tudíž by měly být sledovány. Typicky to jsou revolverové hlavy soustružnických obráběcích center. Tyto systémy AVN se dají dělit do následujících skupin:

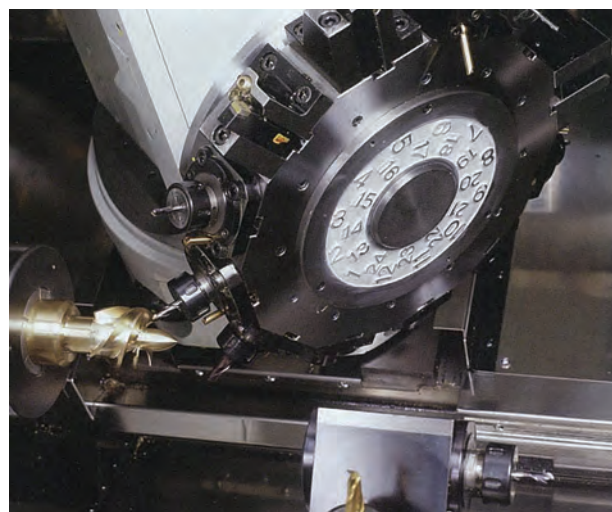
- systémy s výměnou jednotlivých pevně upnutých nástrojů
- systémy s výměnou celých vřeten s nástroji
- systémy s výměnou celých vřetenových hlav s nástroji
- systémy kombinované

Na veletrhu byly nejčastěji k vidění systémy s kombinací jednotlivých nástrojů a vřeten s nástroji. Firmy vyrábějící pouze nosné zásobníky, jakožto komponenty obráběcích strojů, nabízejí revolverové hlavy s vřeteny modulární konstrukce zajišťující flexibilitu.

Většina nosných zásobníků je typu korunový, nebo diskový s radiální, nebo axiální orientací nástroje. U takto koncipovaných zásobníků není možné výrazně zvyšovat počet nástrojů a proto se výrobci orientují spíše na zvyšování počtu poháněných nástrojů použitelných pro frézovací operace.



Obr. 3: Revolverová hlava TRH400 firmy Pibomulti přenášející výkony až 40 kW a moment 1700 Nm



Obr. 4: Revolverová hlava soustružnického obráběcího centra firmy Matsuura

## 2.2 Systémy se skladovacím zásobníkem

Systémy se skladovacím zásobníkem spočívají ve vyjmutí nástroje ze zásobníku a následném vložení zpět. Tyto zásobníky nástroje pouze skladují, neúčastní se žádnou svou částí obráběcího procesu, a proto nepřenaší žádné síly tímto procesem vzniklé. O výměnu nástroje se stará k tomu určený mechanismus. U všech systému, kromě systému pick-up, si nástroj ze zásobníku odebírá přímo vřeteno. Z tohoto hlediska se dají systémy se skladovacím zásobníkem rozdělit na systémy skládající se z:

- vřetene a zásobníku - systém pick-up
- vřetene, zásobníku a výměnného ramene - tento systém AVN je nejrozšířenější
- vřetene, zásobníku, transferového ramene a výměnného ramene
- vřetene, zásobníku, odkládací stanice, transferového ramene a výměnného ramene

Dále se dají systémy se skladovacím zásobníkem dělit na:

- systémy s výměnou jednotlivých nástrojů
- systémy s výměnou celých vřeten s nástroji
- systémy s výměnou celých vřetenových hlav s nástroji

Zásobníky systémů s výměnou jednotlivých nástrojů se dělí na:

- kazetové
- rotační - diskové, bubnové, deštníkové "umbrella"
- řetězové
- regálové

Systémy pick-up se dnes stále používají, převážně u levnějších strojů. Jsou schopny dosahovat rychlých výměnných časů, pouze když se zásobník pootáčí jen o několik roztečí. V poslední době se rozšiřuje použití robotů, které vynikají svou adaptabilitou, v systémech automatické výměny nástrojů. Jsou používány buď přímo pro výměnu nástroje, a nebo pro zakládání nástrojů do zásobníku ve stroji z odkládací stanice, která rozšiřuje kapacitu systému AVN. Tyto roboty umožňují snadno realizovat další operace jako například kontrolu nástroje a čištění upínacího kuželu. Svou flexibilitou umožňují elegantně řešit například změnu koncepce výměny nástroje po výměně vřetenové horizontální hlavy za hlavu vertikální. Například firma Demmeler.



Obr. 5: Výměna nástrojů u stroje firmy Pama Obr. 6: Systém AVN Tool Arena firmy Demmeler při výměně nástroje v horizontální a vertikální poloze

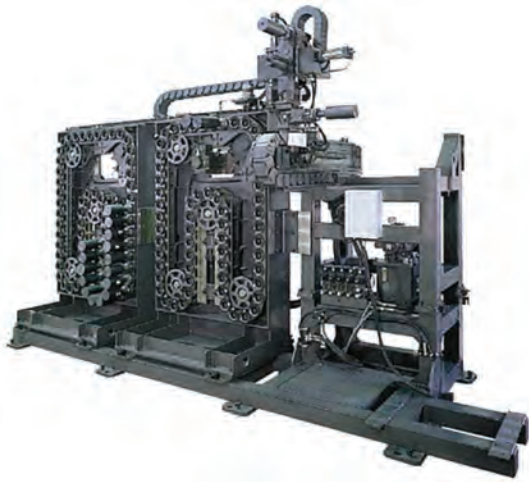
Na veletrhu byly nejčastěji k vidění systémy s výměnou jednotlivých nástrojů. Například firma Colgar představila u svého stroje FV101 TR12 kombinovaný systém s řetězovým zásobníkem na 60 jednotlivých nástrojů a regálový zásobník umožňující výměnu vřetenových hlav.

Jako nejčastější řešení byly k vidění u strojů větších a středních řetězové zásobníky u menších různé typy rotačních zásobníků. Výměnu nástroje pak nejčastěji zajišťovalo oboustranné výměnné rameno, které je v případě potřeby namontováno na posuvový mechanismus.



Obr. 7: Systém výměny nástrojů a vřetenových hlav na stroji Colgar FV101

Zvyšování kapacity systémů se skladovacím zásobníkem vedlo některé výrobce k modulárnímu skládání několika zásobníků stejného typu (řetězový nebo diskový), které obsluhuje jeden mechanismus výměny nástrojů.



Obr. 8: Stavebnicový zásobník nástrojů CAT50-120CH firmy GIFU



Obr. 9: Stavebnicový zásobník nástrojů firmy Quaser

### 3 Automatická výměna obrobků (AVO)

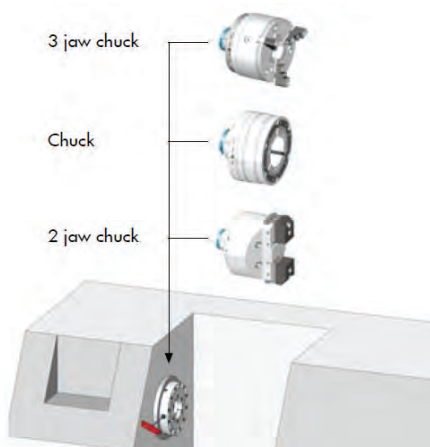
Na AVO jsou kladeny zejména tyto požadavky:

- rychlost výměny obrobku
- přesnost zakládání obrobku
- bezpečnost upnutí
- možnost volného obrábění z 5-ti stran
- minimalizování deformací obrobku při upnutí

Způsob manipulace s obrobkem je volen podle jeho rozměrů a hmotnosti. U malých a rotačních obrobků se obvykle manipuluje přímo s obrobkem. Malé a středně velké nerotační obrobky, jsou obvykle upínány na technologickou paletu. Těžké obrobky jsou upínány vždy na paletu a do stroje jsou zakládány pomocí jednoúčelového manipulátoru.

#### 3.1 Upínání rotačních obrobků

Pro přesné, pevné a rychlé upínání rotačních obrobků nabízí výrobci různá řešení. Na výstavě je předváděly např. firmy RÖHM, SHUNK, HAINBUCH, KITAGAWA atd. Firma HAINBUCH nabízí systém capteX pro rychlou výměnu upínacích hlav (obr. 9). Přesnost upnutí uvádí pod 2 mikrometry. Naproti tomu Firma KITAGAWA nabízí univerzální hlavy s rychlou výměnou upínacích čelistí. Obě řešení jsou zvláště vhodná při kusové výrobě



Obr. 10: Systém capteX firmy HAINBUCH



Obr. 11: 6tičelist'ová upínací univerzální hlava firmy SHUNK pro upínání tenkostěnných obrobků

různorodých obrobků. Na obr. 11 je zobrazena 6-ti paknová upínací hlava firmy SHUNK, pro upínání tenkostěnných obrobků s požadavkem na přesné upnutí s eliminací deformací způsobené upnutím. V nabídce jsou až 12-ti paknové verze.

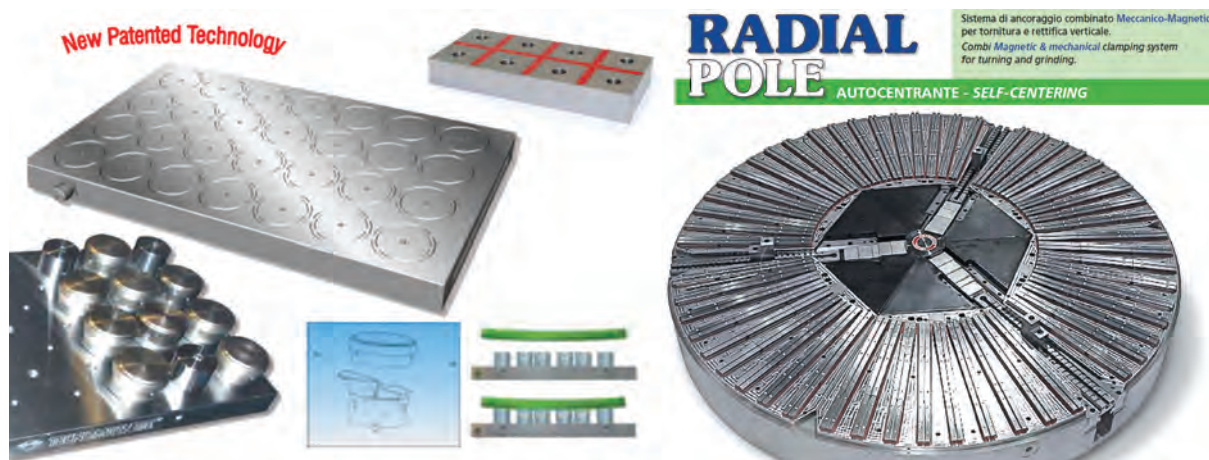
Firma RÖHM a TECNOMAGNETE vystavovala kombinované univerzální hlavy, založené na mechanicko-elektromagnetickém principu. Vystředění obrobku je zajištěno mechanicky a pevné upnutí je dosaženo pomocí elektropernamentní desky. Na obr. 12 je zobrazen vertikální upínací systém pro velké rotační obrobky s hmotností do 3000 Kg.

### 3.2 Upínání nerotačních obrobků

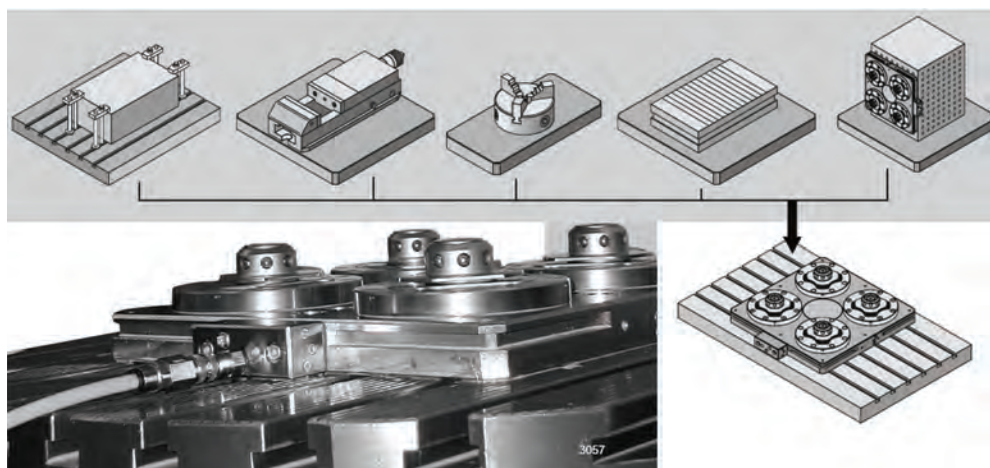
Upínání nerotačních obrobků se stále více podřizuje trendu rychlého upnutí na paletu s možností obrábět plně z 5-ti stran, s rovnoměrným rozložením upínací síly na celou upínanou plochu, bez případných deformací obrobku. Lze docílit pomocí elektropernamentní magnetické desky, které vystavovala např. firma TECNOMAGNETE, AMF, S.P.D. a EARTH CHAIN.

Upnout lze obrobek s rovnou dosedací plochou a pomocí pohyblivých pólových nástavců i obrobky s neopracovanou nerovnou dosedací plochou (odlitky atd.). Nevýhodou je možnost použití jen u obrobků.

Důležitou vlastností pro nasazení elektropernamentních magnetických desek pro automatickou výměnu obrobků s paletou je, že nepotřebují zdroj el. energie během obrábění a při manipulaci s paletou. Zdroj energie je nutný pouze při upínání a odepínání obrobku. (magnetizaci / demagnetizaci). Na obr. 12 jsou zobrazeny elektropernamentní desky firmy TECNOMAGNETE. V levé části obrázku je zobrazena nová patentovaná deska v celokovovém provedení, která je vhodná pro velmi přesné frézování. Firma uvádí větší tuhost a lepší tlumení při obrábění. Deska se lépe čistí a umožňuje snadnější montáž mechanických zarážek. Pro upínání obrobků s neobrobenou upínací plochou je možno do desky našroubovat pohyblivé pólové nástavce se zdvihem 5-ti milimetrů, které se při upnutí zafixují dle nerovností dosedací plochy obrobku. Pro definování výšky polohy obrobku slouží 3 pevné nástavce.



Obr. 12: Elektropernamentní magnetické desky firmy TECNOMAGNETE



Obr. 13: Upínací systém POWER-GRIP firmy ROEHM

Pro přesné opakovatelné ustavení technologické palety, nebo ustavení obrobku na paletu jsou používána upínací pouzdra, která nabízí řada firem jako např. SCHUNK, RÖHM, EROWA, PASCAL, HAINBUCH. Většinou zaručují opakovatelnou polohu umístění s přesností na 5 mikrometrů.

Na obr. 13 je zobrazen modulární upínací systém Power-Grip firmy RÖHM s použitím přesných upínacích pouzder a demonstrací různých typů využití. Firma RÖHM garantuje ustavení palety na stůl s přesností 2  $\mu\text{m}$  s počtem 750 000 cyklů. Nabízí 3 rozměrové řady palet a to: 318 x 158, 318 x 318, 478 x 318 mm.

### 3.3 AVO s malými obrobky

Na obr. 14 je vidět zásobník VH 10 TOP firmy DMG, který využívá robotu k manipulaci přímo s obrobkem. Robot je pro efektivnější využití pracovního prostoru umístěn na střeše stroje. Tento typ zásobníku je vhodný pro obrobky rotačního typu do 10 Kg, s maximálním průměrem 65 mm a délkou 400 mm.



Obr. 14: VH 10 TOP firmy DMG

Výměnu malých obrobků pomocí robota vystavovala celá řada firem např. firma MORI SEIKI, kde s CNC soustruhem Dura Turn 2550 byl použit zásobník AR ROBO CELL PRO od firmy ABERLE ROBOTICS. Firma FEHLMANN představovala CNC soustruh PICOMAX 60-M se zásobníkem Robot Compact od firmy EROWA, Firma PRÄWEMA vystavovala honovací stroje Synchrofine 205 HS-W s robotem firmy COMAU.

### 3.4 AVO se středně velkými obrobky

Na obr. 15 je vidět zásobník PALLET HANDLING PH50/20 firmy DMG, který také využívá průmyslového robota, ale manipuluje s technologickou paletou s rozměry 320 x 320 mm, s hmotností obrobku do 50 Kg a kapacitou 20-ti míst. Stejný princip s rozměry palety 500 x 500 s hmotností až do 200 Kg umožňuje zásobník PALLET HANDLING PH200/20.

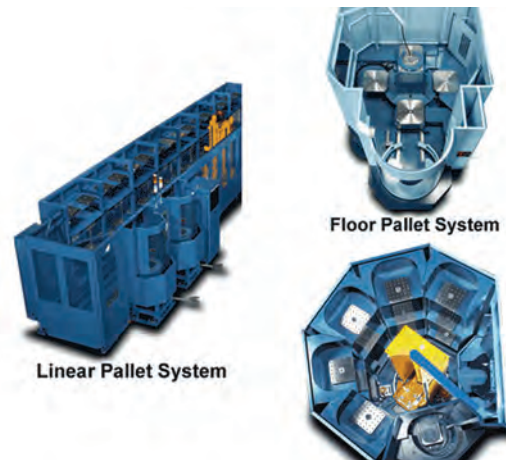


Obr. 15: PALLET HANDLING PH50/20 firmy DMG

Firma MATSUURA vystavovala 5-ti osé obráběcí centrum CUBLEX 42 s věžovým zásobníkem palet PC24 s kapacitou 24 palet o hmotnosti do 200 Kg, které je zobrazeno na obr. 16. Celkem firma MATSUURA nabízí 3 typy automatických skladových zásobníků, které jsou zobrazeny na obr. 17.



Obr. 16: Věžový zásobník palet PC24 firmy MATSUURA



Obr. 17: Ukázka třech typů zásobníků palet firmy MATSUURA

### 3.5 AVO s těžkými obrobky

Firma MAZAK vystavovala inovovaný regálový skladový zásobník palet, obsluhovaný manipulátorem s vlastním řídicím a skladovacím systémem obrobků. Tento zásobník umožňuje skladovat až 200 palet třech typů s rozměry palet 630x630, 500 x 630 a 500 x 500. Maximální hmotnost jedné palety je 850 Kg. Tento skladový zásobník může obsluhovat až 16 obráběcích center a má k dispozici až 8 nakládacích míst.



Obr. 18: Skladový zásobník palet firmy MAZAK

Firma FANUG představila robota M2000iA, určeného pro manipulaci s obrobky, nebo technologickou paletou s rekordní hmotnosti 1350 Kg, který je na obr. 19.



Obr. 19: Robot M2000iA firmy FANUG



Obr. 20: YASDA - YBM 7T s výměnou palet PLS

Firma YASDA vystavovala obráběcí centrum YBM 7T určené pro precizní obrábění. Standardně dodávané s dvou palet typ PC. Na obr. 20 je zobrazeno ve variantě PLS s 6-ti výměnnými paletami.

## 4 Filtrační systémy

### 4.1 Filtrace řezné emulze

Úkolem filtrace emulze je oddělit nečistoty vzniklé řezným procesem od řezné kapaliny, a tím ji připavit pro opětovné použití.

Znečištěná emulze zbavená hrubých třísek je odvedena ze stroje splavem, nebo speciálním čerpadlem. Ve filtračních systémech pak emulze protéká magnetickým separátorem a nebo přes filtrační tkaninu. Čistá emulze je pak čerpadly přiváděna do místa řezu ve stroji. Nečistoty jsou odvedeny do kontejneru.

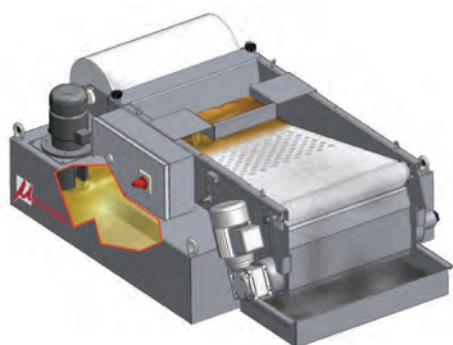
Firma **Micronfilter** (IT) předvedla zajímavé provedení filtrace pro emulzi a olej - Evotech (obr. 21). Provedení této filtrace je velmi kompaktní, jednoduché, ale zároveň efektivní.

Na rozdíl od klasických řetězových dopravníků, které odvázejí znečištěnou tkaninu s nečistotami do odpadu, je zde tkaninový filtrační pás posouván proti perforovanému skluzu navíjením na cívku. Cívka je tedy jediná pohyblivá součást filtračního stroje, což zjednodušuje konstrukci a snižuje riziko poruchy.

Tkanina je odvíjena v častějších, ale velmi krátkých krocích. Postupné usazování nečistot na nakloněné rovině filtračního plátna umožňuje tvorbu vyšší vrstvy nečistot, což přispívá k efektivnímu **využití tkaniny a vrstvy usazenin k filtraci** emulze. Navíc má vrstva nečistot nad hladinou čas se vysušit.

Posledním vylepšením je stěrač nečistot, který je odděluje od tkaniny, čímž zjednodušuje recyklaci (obr. 22).

Podle prodejců filtrací **Losma** (IT) je momentálně vysoká poptávka po mobilních filtračních jednotkách Superfilter (obr. 23), které je možno převážet mezi stroji. Tím je možno snížit náklady na filtraci emulze .



Obr. 21: Micronfilter Evotech



Obr. 22: Oddělování nečistot od tkaniny



Obr. 23: Mobilní filtrace emulze

### 4.2 Filtrace vzduchu

Filtrace vzduchu slouží k očištění ovzduší pracovního prostoru stroje, který je znečištěn mlhou z emulze, kouřem, nebo prachem vznikajícím při řezném procesu.

Filtrační systémy odsávají atmosféru stroje. Při tom prohánějí vzduch přes pevné filtry, odstředivku, elektrostatický filtr, nebo aktivní uhlíkové filtry. Jednotlivé fáze filtrace se volí v závislosti na typu znečištění a je možné je kombinovat. Filtry mohou být kompaktní (pro jeden až dva stroje) nebo centrální (pro všechny stroje v hale). Filtrovaný vzduch je možné vypouštět do atmosféry.

Nejvíce viditelnou inovací na stánku firmy **Losma** (IT), byly bezesporu nové vzduchové filtry Green pro jednotky Newton. Jedná se o biofiltry z neuspořádaných přírodních vláken, které zaručují filtraci vzduchu do 3  $\mu\text{m}$ . Filtry se dodávají v kartonových krabicích, ze kterých se pouze odtrhnou otvory ve stěnách a celé se vloží do pouzdra filtračního systému. To umožňuje rychlejší montáž s minimem odpadu z obalového materiálu. Filtr neobsahuje žádné kovové ani plastové části.

Výrobce zaručuje vysokou životnost filtru a nízké zatížení přírodního prostředí při jeho likvidaci. Dle názoru odborníka firmy je možné jej po užití spálit. Tím je pravděpodobně myšleno spálení při likvidaci oleje absorbovaného ve filtru.

Firma **LTA** (DE) předvedla nový kompaktní vzduchový filtr s čistitelnými kazetovými vložkami pro průtok vzduchu 700 m<sup>3</sup>/h. S rozměry 500 x 500 x 600 je pro toto množství a kvalitu filtrace o 40 % menší než konkurenční řešení.



Obr. 24: Biofilter Green



Obr. 25: Vzduchový filtr AC 500 Solid

## 5 Shrnutí a závěr

Z výše uvedeného vyplývá, že oblastí ANV, AVO a třískového hospodářství se zabývá celá řada firem, které vyvíjí automatické systémy pro svoje stroje nebo se zabývají jen automatickou výměnou pro široké spektrum strojů.

Výrobci filtračních zařízení se snaží zaujmout optimalizovanými zařízeními, vylepšenými prvky diagnostiky a jednotek se systémem stroje. Dále výrobci potvrzují zvýšený zájem o levnější a mobilní jednotky, kterými se nakupující maximálně ušetří.