

# Povrcháři

3. číslo Duben 2018

**Odborný seminář „Technologie čištění a předúpravy povrchů“  
- Hotel Zámek v Čejkovicích 25. a 26. 4. 2018**

**Smaltování a nově vznikající společnost SMALTĚŘŮ**

**Účinná bezprašná ekologická technologie mokrého  
tryskání směsí vody a abraziva**

**Čištění dílců jako nedílná součást tepelných úprav**

**Přehled otěruvzdorných povrchových úprav – část 2.**

**Snižování mechanických ztrát ve spalovacích motorech**

**Analýza korozní degradace hořčíku za simulovaných  
fyziologických podmínek pomocí počítačové mikrotomografie**

# Účinná bezprašná ekologická technologie mokrého tryskání směsí vody a abraziva

Ryan Ashworth, Vapormatt Velká Británie  
Ing. Petr Penc, IPP Praha

Úvodem něco málo z historie mokrého tryskání.

Proces mokrého tryskání byl vynalezen Normanem Ashworthem jakožto součást jeho výzkumné činnosti, kterou se zabýval během 2. světové války. V té době byla ze strany výrobců letadel ve Velké Británii vyvíjena snaha nalézt proces, který by pomohl zlepšit stav povrchu klíčových leteckých dílů, takže díky tomu, že Norman dodával technologii "mokrého leštění" byl také i on zahrnut do vývoje tryskových motorů. Po 2. světové válce založil Norman společnost "Abrasive Developments Limited (ADL)", neboli společnost pro vývoj abraziva, která měla za účel dodávat tuto technologii do průmyslu. Okolo roku 1946 se stalo mokré tryskání komerčním procesem.

Během následujících 30 let firma ADL postupně rostla, až se stala celosvětovým dodavatelem zařízení na mokré tryskání, z nichž jsou mnohé v provozu ještě dodnes. Tato zařízení byla prodávána převážně firmám, které se zabývaly slévárnictvím a firmám z leteckého průmyslu, které potřebovaly dobrou kontrolu a řízení povrchů jejich dílů.

V roce 1978 založil Normanův syn Stewart Ashworth na ostrově Guernsey firmu Vapormatt, která měla ambice stát se vedoucí světovou firmou v oboru mokrého tryskání.

Vapormatt má nyní svou centrálu v jihozápadní Anglii ve městě Taunton, dále svůj vývojový závod v Guernsey a výrobní závod v Plymouth. Ve světě pracuje pomocí globální sítě zástupců a distributorů.

Co je to mokré tryskání?

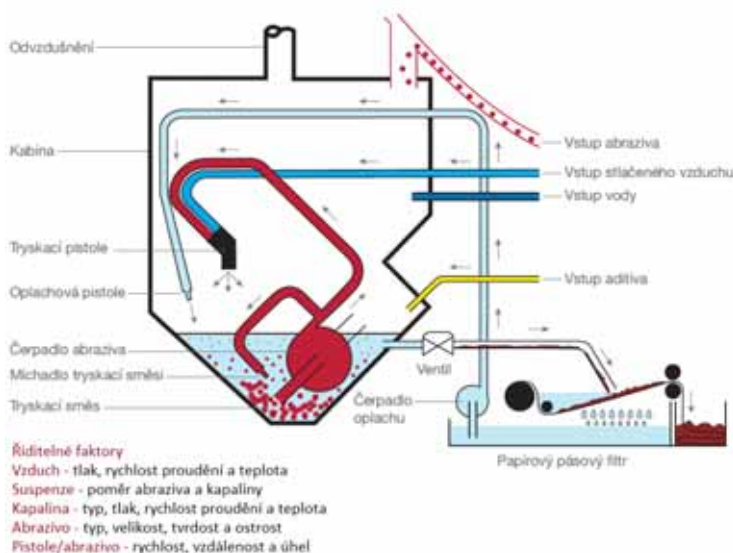
V prvé řadě je to zcela bezprašná technologie s vysokou účinností tryskání, která je šetrná vůči základnímu materiálu otryskávaných dílů. Tento proces nepoužívá žádné agresivní chemikálie a díky široké škále výpustních a filtračních systémů je možná otevřená recirkulace nebo plně uzavřená funkce zařízení. To jsou atributy, které předurčují mokré tryskání k tomu být velmi ekologickou technologií, jež minimalizuje zatěžování životního prostředí.

Mokré vs. suché tryskání – rozdíly těchto procesů



Obr. 1:

## Proces mokrého tryskání



Jakožto mechanická úprava povrchu je mokré tryskání často srovnáváno s jeho o mnoho starším protějškem, a to suchým tryskáním nebo pískováním (viz obr. 1). Podobně jako suché tryskání používá proces mokrého tryskání pevné částičky (abrazivo), které však ve směsi s vodou a vzduchem vytvářejí finišovací nebo brusnou suspenzi. Zařízení je schopné tuto suspenzi mixovat tak, že má stabilní složení a tím se uživateli, kteří uvažují o účinné a ekologické úpravě povrchu, otevírá řada benefitů.

Vzhledem k tomu, že je abrazivo v suspenzi vázáno ve vodě, tak se nevytváří žádný elektrostatický náboj a zároveň je možno používat i jeho velmi jemné druhy (např. jako hladká mouka), neboť neodletí do odsávání jako u suchého tryskání. Tím pádem je možno dosáhnout extrémně jemnou a rovnoměrnou strukturu povrchu bez poškození otryskávaných dílů. Voda také zamezí ucpávání slepých otvorů abrazivem a zároveň i díly opláchně, takže na jejich povrchu nezůstane prach, který mnoha provozovatelům suchého tryskání vadí pro následující procesy.

Obr. 2:

Srdcem všech zařízení pro mokré tryskání je čerpadlo (viz obr. 2). Toto čerpadlo kontinuálně mixuje vodu a abrazivo v hlavní nádrži pod kabinou, čímž vytvoří stabilní suspenzi, a to ještě předtím, než je vedena do jedné nebo více tryskacích pistolí. Do tryskacích pistolí je zároveň přiváděn stlačený vzduch, který dá této suspenzi energii předtím, než začne přímo účinkovat na povrch výrobku. Tímto stlačeným vzduchem se pak reguluje intenzita tryskání.

Po atakování povrchu výrobku odtéká suspenze zpátky do hlavní nádrže stroje, kde dochází k jejímu opětovnému mixování čerpadlem, anebo je přesměrována do odlučovacích systémů, které umožňují odstranění rozbitého abraziva a různých kontaminací jako jsou oleje, mastnoty a vady povrchu, které byly tryskáním odstraněny z povrchů výrobků.

Díky tomu, že Vapormatt dobře rozumí tomu, jak tento systém pracuje, je jeho filozofií to, že "když je možné něco změřit, tak je to také možné řídit a kontrolovat", což otevírá širokou škálu variabilních procesů, které dávají mokrému tryskání jeho mnohoúčelné uplatnění. Toto je zásadně důležitý bod, neboť v přesném strojírenství je mnoho firem, které toto řízení procesu nutně potřebují - zde se jedná o výrobce nástrojů, břitových destiček, precizních leteckých a automobilových dílů atd.

Mokré tryskání Vapormatt může vytvořit povrchy, které jsou:

- extrémně reaktivní
- jemně zrnité a tím ideální pro rychlé následné lakování a povlakování
- chirurgicky čisté
- jednotné po celém povrchu
- saténově vyleštěné a antireflexní
- odpovlakované bez porušení podložní vrstvy
- bez prachu nebo bez zaplnění otvorů abrazivem

Jednou z klíčových složek procesu mokrého tryskání je typ abraziva, které se použije. Výběrem správné velikosti, tvaru nebo tvrdosti částic abraziva mohou uživatelé dosáhnout celou řadu aplikací jako je odstraňování otřepů, odmašťování, zaoblování hran, odstraňování okují, zhutňování povrchu (peening) nebo čištění a aktivace povrchu. Uživatelé budou pro přípravu povrchů před dalšími procesy typicky používat buď aluminium oxid "korund" nebo balotinu "skleněné kuličky" v různých koncentracích.

Například hranatý tvar korundu umožňuje odstranit okuje a vyčistit povrchy velmi rychle. Řezavý účinek korundu znamená, že se odstraní velmi jemná vrstva materiálu, což zajistí vysoce reaktivní a adhezivní povrch pro následující aplikace povlakování.

Na druhé straně je možno použít skleněné kuličky (balotinu) k vylepšení kosmetiky povrchu a to i dokonce dosažením až saténových finišů, jež jsou požadovány pro některé díly, které mají buď vysokou hodnotu nebo z důvodu renovace. Tvrdost skleněných kuliček a nastavení tlaku vzduchu je možno také specifikovat tak, aby se dosáhla nízká hladina zhutnění povrchu za účelem zvýšení pevnosti dílů po obrábění.

Třetí, ale méně používaný typ abraziva, je umělá hmota. Jeho tvar je typicky amorfní nebo "náhodný" a tvrdost je mnohem nižší, okolo 4 mohů, což činí abrazivo z umělé hmoty skvělým médiem pro citlivé aplikace. Amorfní a jemné částičky mohou účinně "okartáčovat" povrch, a tím z něho odstranit nečistoty nebo barvy. Mokré tryskání s umělohmotným médiem je běžně používáno pro odstraňování laku z podvozkových kol letadel a z brzd před detekcí trhlin.

Poté, co se vybere jeden z těchto typů abraziva, tak je možno namixovat odpovídající suspenzi, a pak je možno vidět různé následující benefity této technologie.

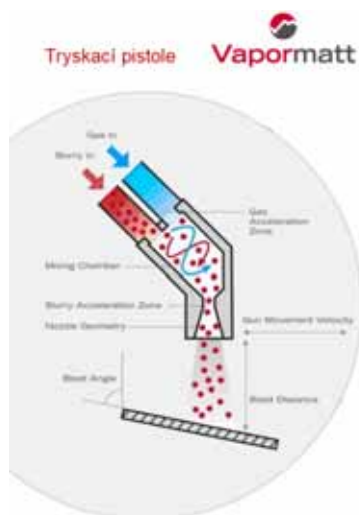
V první řadě se voda chová jako mazadlo abraziva, což znamená, že průtok abrazivních částic po povrchu tryskaného dílu je mnohem vyšší. Tento zvýšený průtok znamená, že je možno opracovat složitější a komplexnější tvary dílů, a přitom může být zaručeno dobré pokrytí a rovnoměrné otryskání celého jejich povrchu.

Kromě tohoto vyššího průtoku abrazivních částic po povrchu dílů, je jejich náraz na povrch dílů vodou lehce ztlumen nebo "vypolstrován", což má za efekt zredukování prudkosti jejich dopadu na povrch. Díky tomuto šetrnému nárazu na povrch je možno otryskávat i choulostivější díly jakými jsou například křemíkové destičky, díly baterií nebo tenké kovové plechy.

Významným provozovatelem mokrého tryskání je průmysl pracující s kompozitními materiály, neboť tato technologie může připravit součástky pro lepení a lakování bez rizika jakéhokoli poškození vláken, a přesně z tohoto důvodu používá většina týmů Formule 1 zařízení Vapormatt.

Mokré tryskání má kromě účinků na povrch ještě další výhody, a to že může kombinovat více procesních kroků v jednom stroji. Když se do vody přidají aditiva a součástí zařízení je i vyhřívání suspenze, tak je možné díly umýt a odmastit současně s otryskáním povrchu. Schopnost této technologie kombinovat otryskání povrchu s jeho odmaštěním, čištěním a případně i pasivací pomáhá firmám ušetřit mnoho času. Nedávným zajímavým příkladem byla aplikace před galvanizací, kde nezáleželo na tom, že díly byly před galvanizováním mokré, ale bylo zapotřebí, aby se očistily a zlepšila se drsnost jejich povrchu. Firma tak mohla nahradit suchý tryskač a některé mycí a sušící stupně, čímž zvýšila svoji kapacitu.

Jakmile jsou specifikovány procesní parametry vzduchu, typ a koncentrace abraziva, je nutné myslet na to, jak dopravit suspenzi na otryskávaný povrch. Chyby v tomto bodě mohou způsobit to, že se díly otryskají málo nebo moc, což by přivodilo časovou ztrátu v důsledku nutnosti proces opakovat. Ve všech případech se k usměrnění suspenze na tryskaný díl používá některý z typů tryskacích pistolí Vapormatt (viz obr. 3), a důležitou roli zde hraje typ, množství a pohyb této jedné nebo více pistolí. Když se podíváme na vlastní pistoli, tak je nutno brát v úvahu několik klíčových prvků.



Obr. 3:

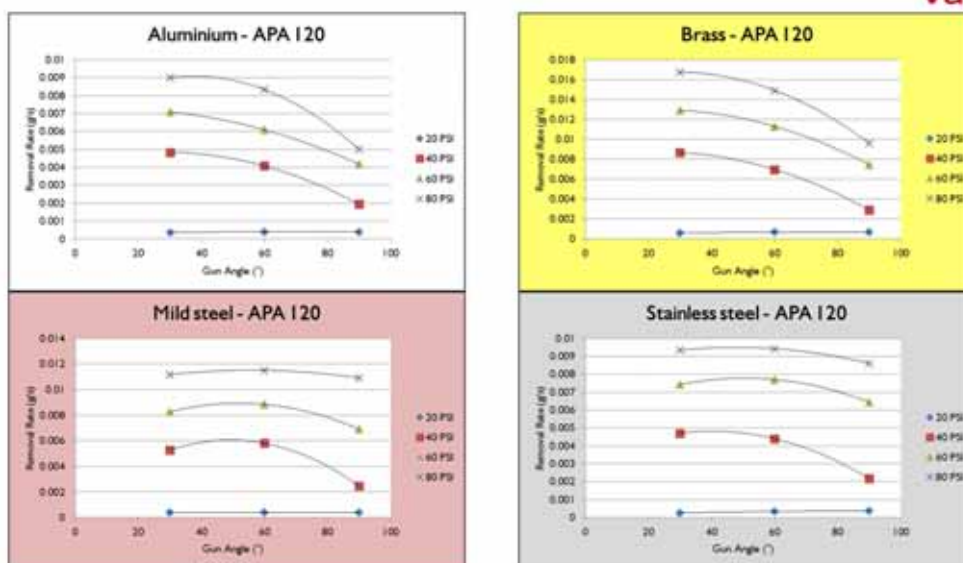
Zprv  zde máme sm eřovac  komoru, ve které se setkává suspenze se stla en m vzduchem. Ten umořňuje dodat suspenzi energii, předtím neř opustí pistoli. V této komoře je d uleřit  vyv azit p tok a tlak stlačeného vzduchu a suspenze, kter  p ch z  od čerpadla. Pokud by tam bylo moc vzduchu, potom by suspenze nemohla vstoupit do komory dostate n  rychle, a pokud by tam zase bylo moc suspenze, tak by řla voda a abrazivo zpět do vzduchového veden , coř by způsobilo poruchu.

Zadruhé zde máme vlastn  trysku. Ve v třin  p pad  je vyrobena z vysoce odolného karbidu boru s lavalov m tvarem, kter  suspenzi dodá dodate n  zrychlen  směrem k povrchu tryskaného dílu. V p b hu tryskání jsou trysky vystaveny vysokému opotřeben . I kdyř je toto opotřeben  mnohem n řn  neř u suchého tryskání, tak konstrukce a tvar vřech komponent  musí být v kařd m p pad  vyvinuty tak, aby se zredukovalo opotřeben  kritických míst.

Kdyř se vybere vhodn  typ trysky, tak si míře zákazník pro dosařen  maxim ln  flexibility a p stupu k povrchu nakonfigurovat pistole do vhodného typu drřaku jako jsou "korunov  hlavy", "portály", "klouby", "roboty" nebo manu ln  pozice. Víme, ře řizen  pistolí je kl ov  pro dobu tryskání a také pro v sledn  fin ř povrchu, kter  míře být dosařen. Nap klad zdvojn soben  počtu pistolí sn ř zkrátí dobu tryskání zhruba na polovinu, ale zde je také nutno zv řit otázku provozních nákladů. Jednomu zákazníkovi, kter  o tom takto p em řlel, byla firma Vapormatt schopna poskytnout v řř  pistole instalovan  v různých pozicích, a tím se dosáhlo rychleřř ch výsledků s minimálním zvyřen m provozních nákladů.

#### Závislost  beru materiálu na úhlu pistole a tlaku vzduchu (1 bar ~ 14,5 PSI)

Vapormatt



Obr. 4:

Dalř  kl ov  prom nn  veličiny jsou tlak vzduchu a úhel dopadu suspenze na povrch výrobku. Změnou těchto veličin se podstatn  zm n  v sledn  stav povrchu. Velk   hel dopadu, t.j. zhruba 60 stupně, zajist  velmi rychl  proces a vysokou míru odstrařov n  (viz obr. 4), ale ve srovnání s menř m úhlem vzrostou hodnoty drsnosti. P bliřen  se k 90 stupněm zajist  maxim ln  " der" na povrch pro zhuřňov n  materiálu (peening) a posilovací aplikace, ale bude limitován t m, jak  drsnost povrchu míře být p pustn . N zk  tlak vzduchu zase sn ř über materiálu ař na minimum.

#### Dosahování drsnost povrchu při r zn  hrbost  abraziva

Vapormatt

Hodnoty Ra při mokr�m tryskání		Dosahování drsnost Ra (�m)																													
Abrasive		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
Nerez ocel	APA 60																														
	APA 120																														
	APA 320																														
	APA 500																														
	APA 600																														
Ocel	APA 60																														
	APA 120																														
	APA 320																														
	APA 500																														
	APA 600																														
Mosaz	APA 60																														
	APA 120																														
	APA 320																														
	APA 500																														
	APA 600																														
Hlin�k	APA 60																														
	APA 120																														
	APA 320																														
	APA 500																														
	APA 600																														

Obr. 5:

Pro ty provozovatele mokrého tryskání, kterým záleží na výsledné drsnosti povrchu výrobků Ra, je kromě nastavení úhlu pistole důležitý výběr hrubosti abraziva. Jak je vidět na obr. 5, tak rozsah dosažitelnosti drsnosti je značně velký, a proto je nutno tomuto bodu věnovat značnou pozornost. Z uvedeného obrázku je vidno, že při aplikaci velmi jemného abraziva je možno dosáhnout i extrémně nízké hodnoty Ra, což umožňuje i dekorativní vzhled tryskaného povrchu.

Firma Vapormatt vykonala hodně práce v záležitosti studování účinků tryskání, a tak může identifikovat, jaké podmínky jsou zapotřebí pro dosažení určitých hodnot Ra a jaké doby tryskání jsou zapotřebí pro mnohé z běžně používaných materiálů. Díky tomu, že zhruba třetina zaměstnanců je zaměřena na vývoj a výzkum nových strojů, aplikací a technologií, tak může dodávat vysoce hodnotné a řízené procesy mokrého tryskání i těm průmyslům, které potřebují opakovatelné a jednotné finiše povrchů.

Příklady zařízení – Puma a Cougar



  
Vapormatt

Příklady zařízení – Leopard



  
Vapormatt

#### Kontakt pro bližší informace

IPP Praha  
Ing. Petr Penc  
Šmolíkova 24  
161 00 Praha 6

m: +420 608 365 876  
t: +420 233 311 381  
e: petr.penc@seznam.cz  
w: www.ipp-penc.cz



# Vapormatt

[www.vapormatt.com](http://www.vapormatt.com)

technical purity

S autory článku se můžete setkat na semináři v Čejkovicích 25. dubna