

Příprava tenkých vrstev pomocí ultrazvukového sprejového nanášení - [UZ]

(Dalimil Šnita)

1. Úvod

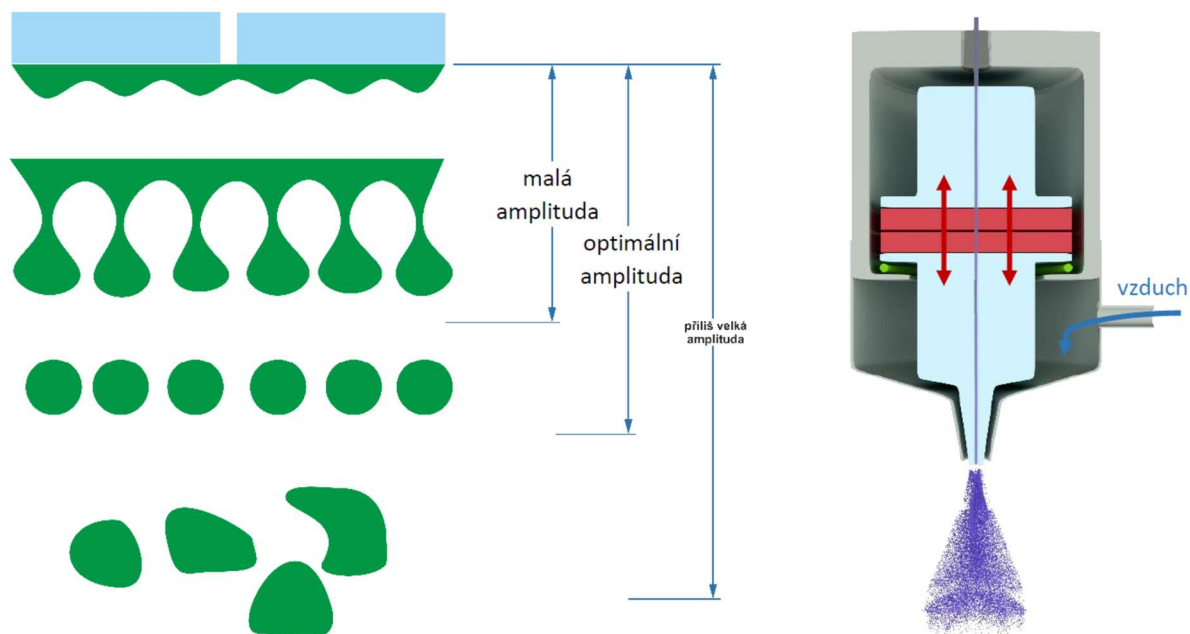
Ultrazvuková tryska pracuje se zvukovými vlnami o frekvenci vyšší než 100 kHz. Tyto zvukové vlny jsou generovány diskovými keramickými piezoelektrickými elementy, které převádějí elektrickou energii na mechanickou energii. Elektrická energie je do piezoelementů přiváděna ve formě vysokofrekvenčního elektrického signálu který je převeden na vibrační pohyb o stejné frekvenci. Tyto vibrace jsou zesíleny titanovou konstrukcí trysky tak, aby k amplitudě vibrací docházelo v místě, kde je má dojít k atomizaci kapaliny – na konci trysky. Tělo trysky je vyrobeno z titanu z důvodu jeho dobrých akustických vlastností, pevnosti a chemické odolnosti.

2. Teorie

Trysky jsou konstruovány tak, aby vznikalo harmonické stojaté vlnění. Vlnová délka tohoto vlnění závisí na operační frekvenci, proto pro každá tryska má svou operační frekvenci. Obecně lze říci, že vysokofrekvenční trysky jsou menší a produkují menší kapičky než trysky operující na nižší frekvenci.

Kapalina přiváděná do trysky absorbuje část vibrační energie, čímž dojde k vzniku vln na hladině kapaliny na konci trysky. Aby došlo k atomizaci kapaliny, musí být amplituda vibrací správně nastavena. Bude-li amplituda příliš nízká, nižší než tzv. kritická amplituda, nedojde k odtržení kapek z povrchu trysky. Bude-li naopak příliš velká, dojde “roztrhání” vrstvy kapaliny a vzniknou nedefinované “kusy” kapaliny. Ke vzniku malých definovaných kapiček dochází pouze v určitém rozsahu amplitud vibrací.

Lze říci, že kapičky vznikající ultrazvukovou atomizací mají poměrně úzkou distribuci velikostí. Medián velikosti kapiček se pohybuje mezi 18–68 mikrometry.



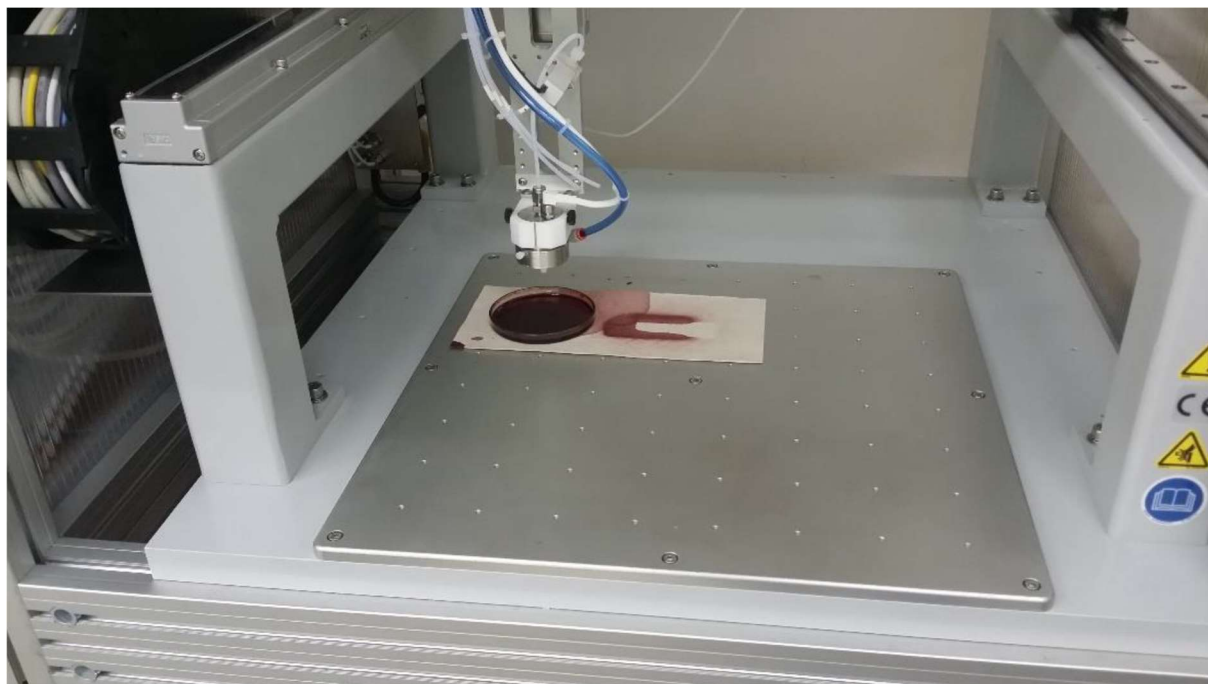
Obr. 1: Princip ultrazvukové trysky

3. Cíl práce

1. Seznamte se s přístrojem Sonotek ExactaCoat.
2. Naplňte přístroj nanášeným materiálem a najděte vhodný provozní výkon.
3. Na mikroskopické sklíčko naneste tenkou vrstvu fotocitlivého materiálu.
4. Pomocí analytických vah zjistěte množství naneseného fotorezistu.
5. Opakujte body 4 a 5 třikrát (tři sklíčka, tři vzorky) pro různá nastavení zařízení podle pokynů asistenta
6. Srovnajte subjektivně a objektivně jednotlivé vzorky.

4. Popis zařízení

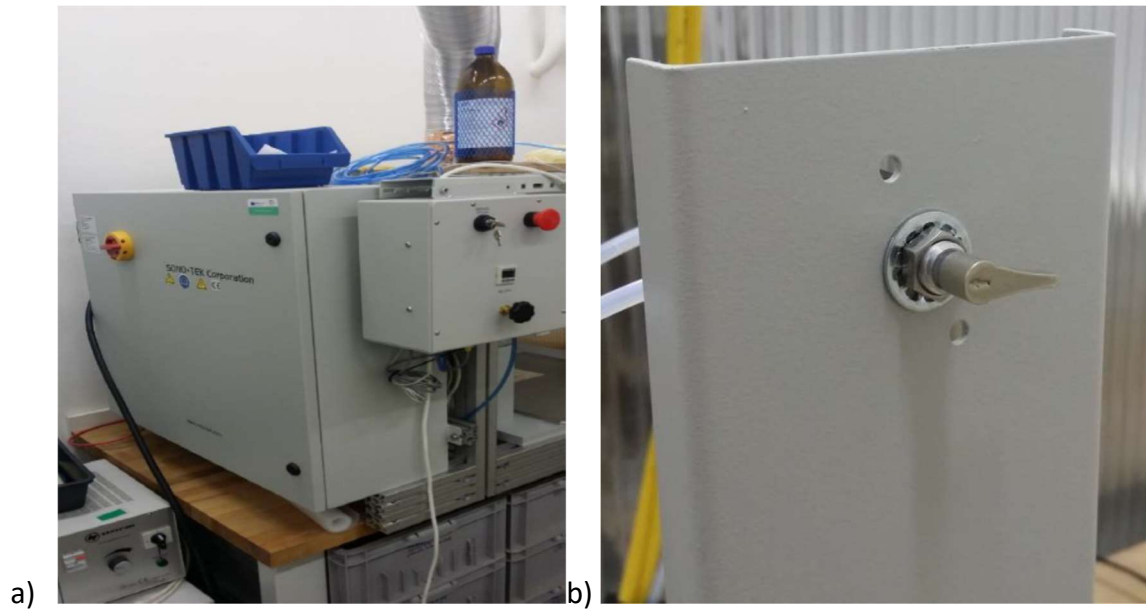
Zařízení se skládá z pracovního stolu, nad kterým se pohybuje rozprašovací tryska (Obr. 2). Okolo trysky je přiváděn tlakový vzduch, který tvaruje vznikající mlhu kapiček. Tlakový vzduch je regulován pomocí vstupního redukčního ventilu a dále pomocí ventilu umístěného ve skříni přístroje (NZL GAS) (Obr. 5a/b). Rozprašovaná kapalina je přiváděna lineárním dávkovačem (Obr. 3), který je ovládán přes software v PC. Injekční stříkačka je spojena se zásobním rezervoárem pomocí trojcestného kohoutu (Obr. 4b). Samotný přístroj je před použitím nutné zapojit do zásuvky a poté zapnout otočným spínačem na levé boční straně skříně.



Obr. 2: Pracovní stůl



Obr. 3: Lineární dávkovač



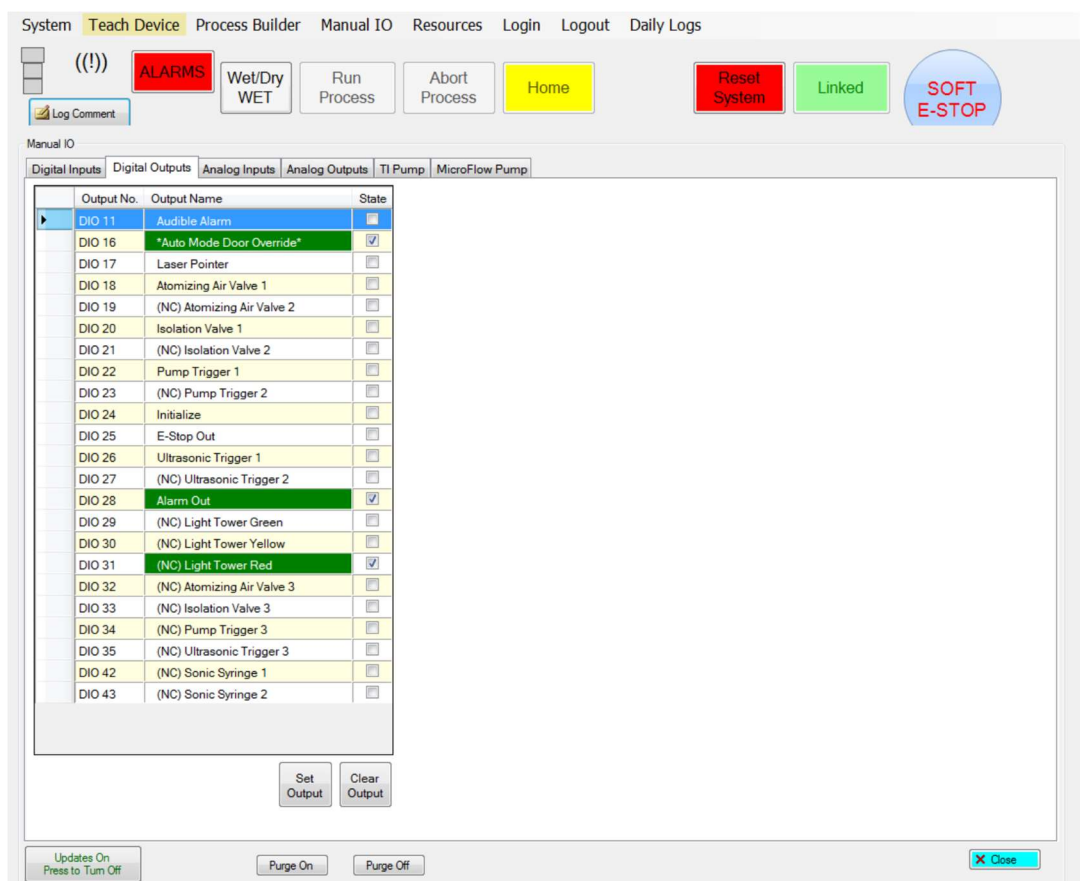
Obr. 4: a) Spínač zařízení; b) Trojcestný kohout



Obr. 5: Regulace tlaku vzduchu

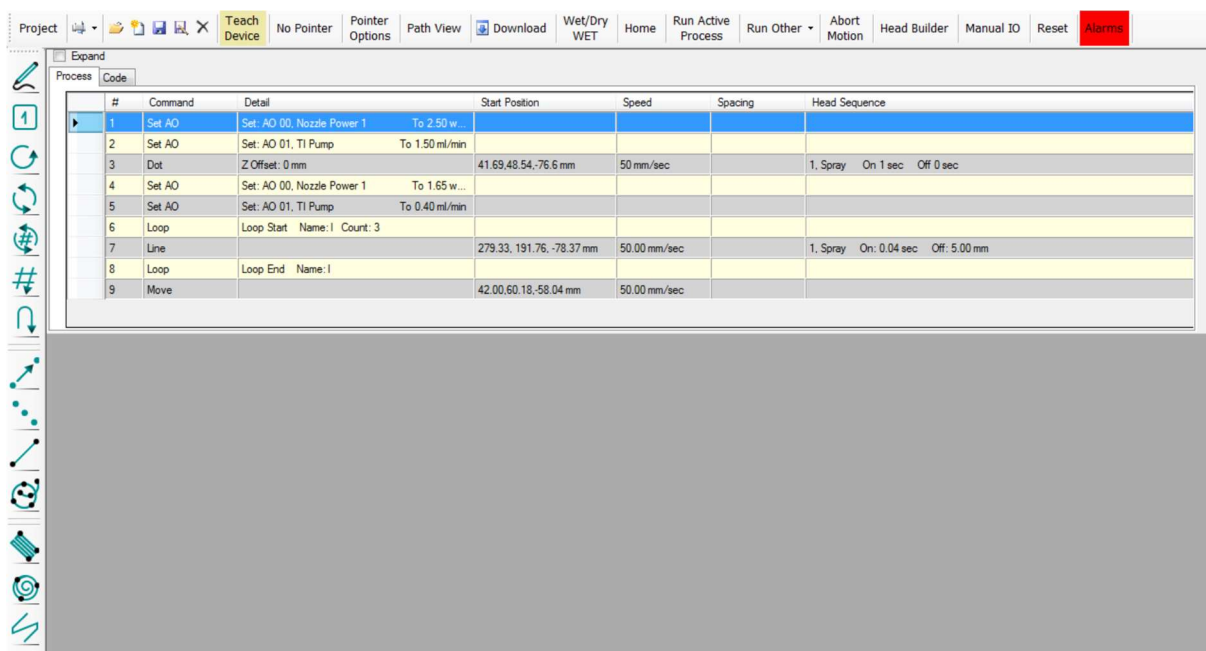
5. Postup práce

1. Zapněte přívod tlakového vzduchu otočením kohoutu na zdi, nastavte tlak mezi 30 a 50 psi. Zapojte oba kabely od přístroje do zásuvky a zapněte přístroj (Obr.5).V ovládacím software (heslo: sonotek) přejděte na Manual IO>Digital Outputs, nastavte Updates On příslušným tlačítkem a otevřete solenoidový ventil uzavírající ultrazvukovou trysku (Isolation Valve 1) tlačítkem Set Output (Obr.6)



Obr. 6: Otevření solenoidového ventilu (Isolation Valve1)

2. Vyměňte injekční stříkačku z dávkovače a pomalým tahem odsajte rozpouštědlo z přívodní hadice a trysky. V případě potřeby vypouštějte rozpouštědlo do rezervoáru otočením trojcestného kohoutu.
3. Vyprázdněte rezervoár a naplňte ho materiálem, který obdržíte od asistenta. S využitím trojcestného kohoutu naplňte systém tímto materiálem tak, aby se v přívodních hadicích nenacházely bubliny.
4. Uzavřete solenoidový ventil tlačítkem Clear Output.
5. Přejděte na záložku Analog Outputs. Zde nastavte průtok 1 ml/min a výkon trysky 0,3 W. Stiskněte Purge On. Přesvědčte se, že dochází k rozprašování materiálu. Pokud tomu tak není, zvyšte výkon a toto opakujte, dokud nenaleznete kritický výkon. Váš provozní výkon získáte tak, že ke kritickému výkonu přičtete 0,5 W. Tento výkon si poznamenejte.



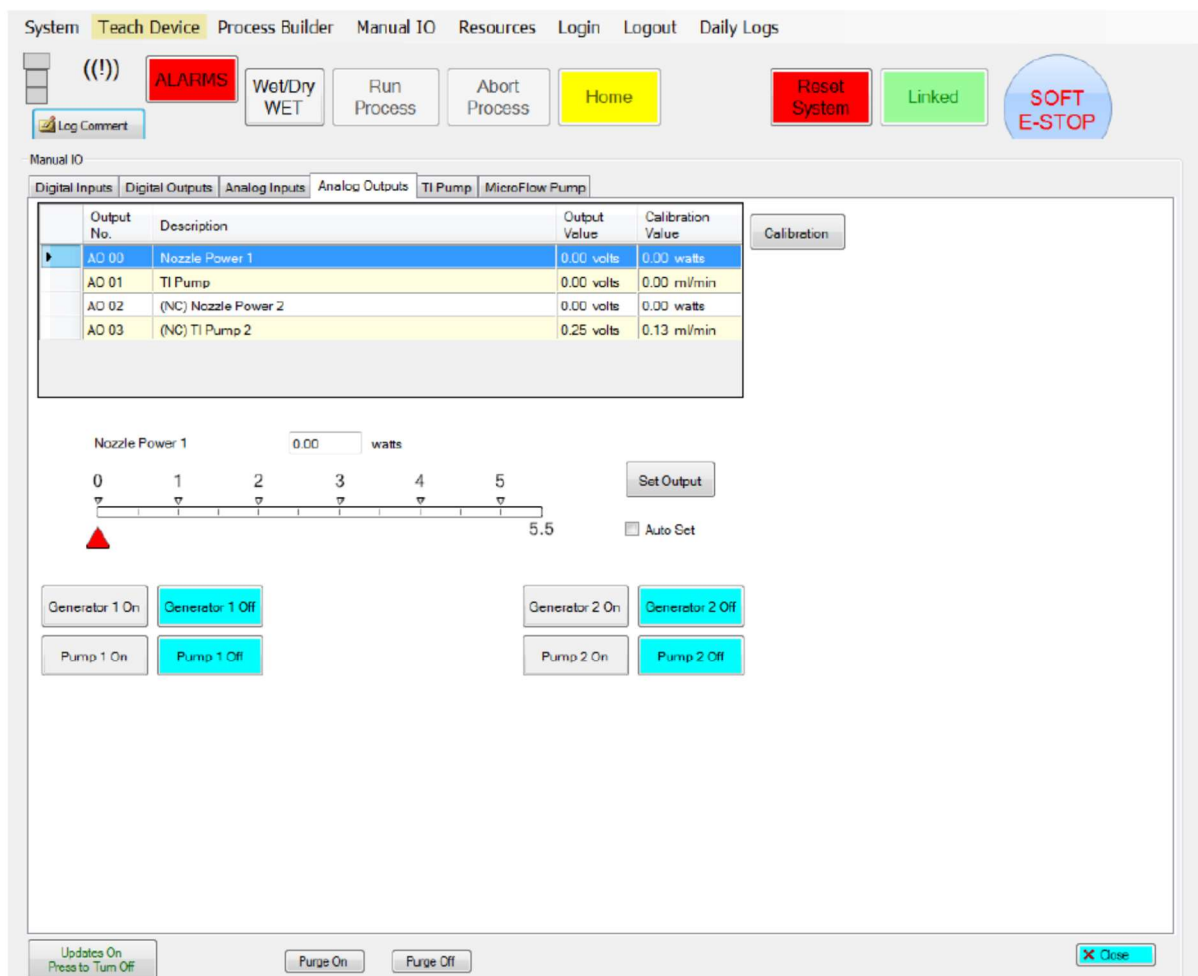
Obr. 7: Vytváření procedury

- Zavřete záložku Manual IO modrým tlačítkem Close a přejděte do záložky Process Builder (Obr. 7):. Umístěte mikroskopické sklíčko na pracovní stůl a podložte jej čistým ubrouskem. Poté v programu nastavte proceduru dle zadání pro posuv trysky použijte ovladač (Obr. 8). Vzdálenost trysky od povrchu sklíčka by měla být 3 až 4 cm. Pozn. Ujistěte se, že tlačítko Teach device v ovládacím programu není podbarvené žlutě.
- Před a po každém nanášení zvažte sklíčko na vahách. Sklíčko s nanesenou vrstvou materiálu vložte do sušárny. Sklíčka si označte lihovým fixem.



Obr. 8: Ovladač (Teach device)

8. Navržený program si uložte pod svým jménem, stiskněte tlačítko Download pro nahrání procedury do přístroje. V záhlaví programu si zkontrolujte, že aktivní proces (Active process) je právě ten váš. Tlačítkem Wet/Dry si můžete zvolit, zda se bude sprejovat materiálem nebo nanečisto. Tlačítkem Run Active Process spustíte vaši proceduru. Jednotlivé kroky procedury můžete vyzkoušet tlačítkem Run Other > Selected items.
9. Po skončení práce odsajte materiál z přívodních hadic do rezervoáru a pak je přelijte zpět do zásobní lahvičky. Stříkačku naplňte rozpouštědlem a propláchněte celý přívodní systém. Stříkačku uložte zpět do dávkovače a isopropylalkoholem utřete pracovní stůl. Sejměte nástavec pro přívod tlakového vzduchu a důkladně je vyčistěte a vraťte zpět.



Obr. 9: Nastavení provozních parametrů

6. Zpracování výsledků

Data zpracujte do tabulky, ve které uveďte u každého vzorku parametry nanášení (výkon, průtok, počet vrstev, atp.), hmotnost čistého sklíčka, hmotnost sklíčka s materiálem, hmotnost materiálu, hmotnost sklíčka s usušeným materiálem a hmotnost usušeného materiálu.

7. Bezpečnostní pokyny

Používejte ochranný oděv a rukavice. V žádném případě nedemontujte trysku z polohovacího stolu.

8. Kontrolní otázky

1. Na jakém principu funguje metoda nanášení, kterou budete používat?
2. Na jakých frekvencích zvuku pracuje ultrazvuková tryska?
3. Je konstrukce trysky závislá na požadované frekvenci zvuku?
4. Je možné pro nanášení zvolit libovolnou amplitudu vibrací (výkon)?
5. Jakým způsobem naplníte přívodní systém požadovaným materiálem?
6. Řádově jaký rozměr mají vznikající kapičky?
7. Jaký je postup pro uvedení přístroje do chodu?
8. Jak zjistíte kritický výkon?
9. Jakým způsobem určíte hmotnost naneseného materiálu?
10. Jaká by měla být vzdálenost trysky od povrchu, na který budete nanášet materiál?