

Nové možnosti rozvoje vzdělávání na Technické univerzitě v Liberci

Specifický cíl A3: Tvorba nových profesně zaměřených studijních programů

NPO_TUL_MSMT-16598/2022



Předmět: Technologie II (aditivní technologie)

Přednáška č. 11: Klasifikace aditivních technologií



Ing. Petr Keller, Ph.D.

Aditivní výroba

Norma ISO/ASTM 52900 uvádí schválené kategorie a názvy procesů aditivních technologií, které jsou uvedeny v následujícím seznamu:

- material extrusion – an additive manufacturing process in which material is selectively dispensed through a nozzle or orifice
- material jetting – an additive manufacturing process in which droplets of build material are selectively deposited
- binder jetting – an additive manufacturing process in which a liquid bonding agent is selectively deposited to join powder material
- sheet lamination – an additive manufacturing process in which sheets of material are bonded to form a part
- vat photo-polymerization – an additive manufacturing process in which liquid photopolymer in a vat is selectively cured by light-activated polymerization
- powder bed fusion – an additive manufacturing process in which thermal energy selectively fuses regions of powder bed
- directed energy deposition – an additive manufacturing process in which focused thermal energy is used to fuse materials by melting as they are being deposited

Aditivní výroba

Přehled procesů aditivní výroby dle normy ISO/ASTM 52900:

(překlad do češtiny – Ing. Petr Keller, Ph.D. – není oficiální překlad)

- vytlačování (extrudování) materiálu – proces aditivní výroby, ve kterém je materiál selektivně dávkován tryskou nebo otvorem,
- tryskání materiálu – proces aditivní výroby, ve kterém jsou selektivně nanášeny kapičky stavěného materiálu,
- tryskání pojiva – proces aditivní výroby, ve kterém je kapalné pojivo selektivně nanášeno pro spojení práškového materiálu,
- laminování deskového materiálu – proces aditivní výroby, ve kterém je pro vytvoření součásti spojován deskový materiál,
- fotopolymerizace ve vaně – proces aditivní výroby, při kterém je kapalný fotopolymer v nádobě selektivně vytvrzován polymerizací aktivovanou světlem,
- spojování prášku ve vrstvách teplem – proces aditivní výroby, při kterém tepelná energie selektivně spojuje oblasti ve vrstvě prášku,
- řízená energie natavování – proces aditivní výroby, při němž je tepelná energie soustředěna na spojení materiálů tavením v okamžiku nanášení.

Dělení aditivních technologií dle formy vstupního materiálu – výběr nejznámějších technologií

Kapalina (fotopolymery):

- Stereolithography Apparatus
- Digital Light Processing
- Polyjet printing

Prášek:

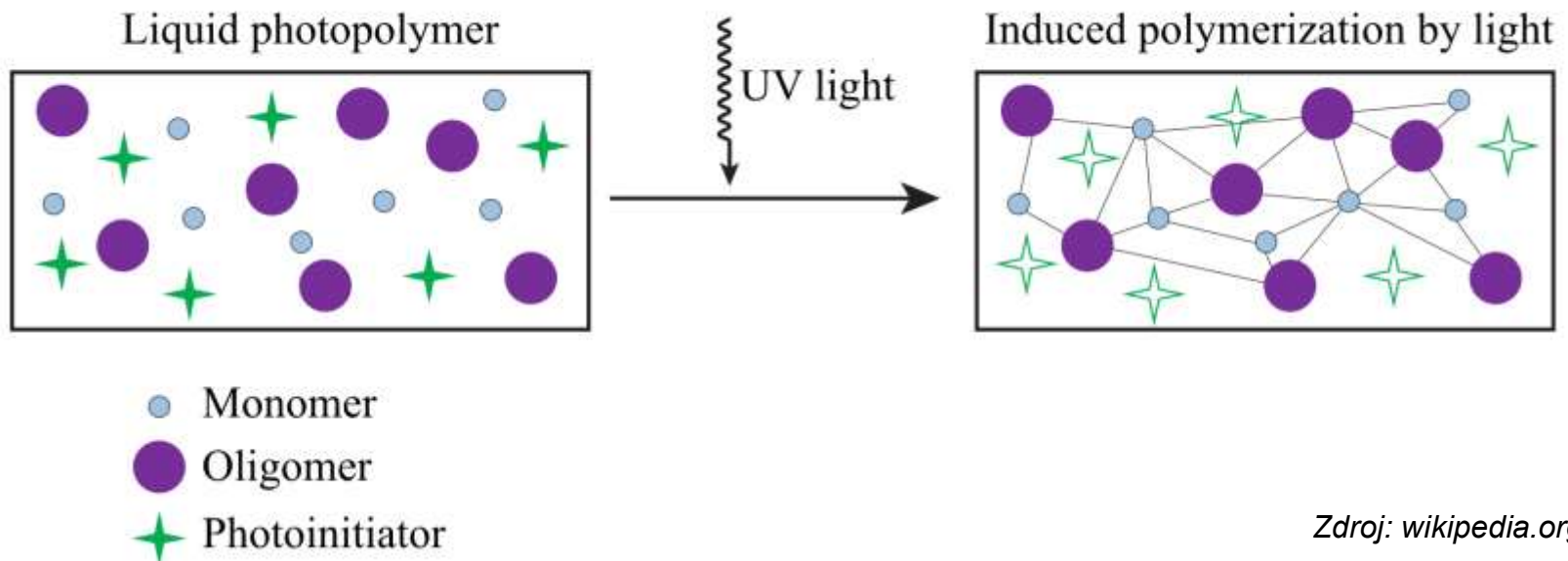
- Selective Laser Sintering
- Selective Laser Melting
- Three Dimensional Printing
- Multi Jet Fusion
- Laser Cladding

Pevný:

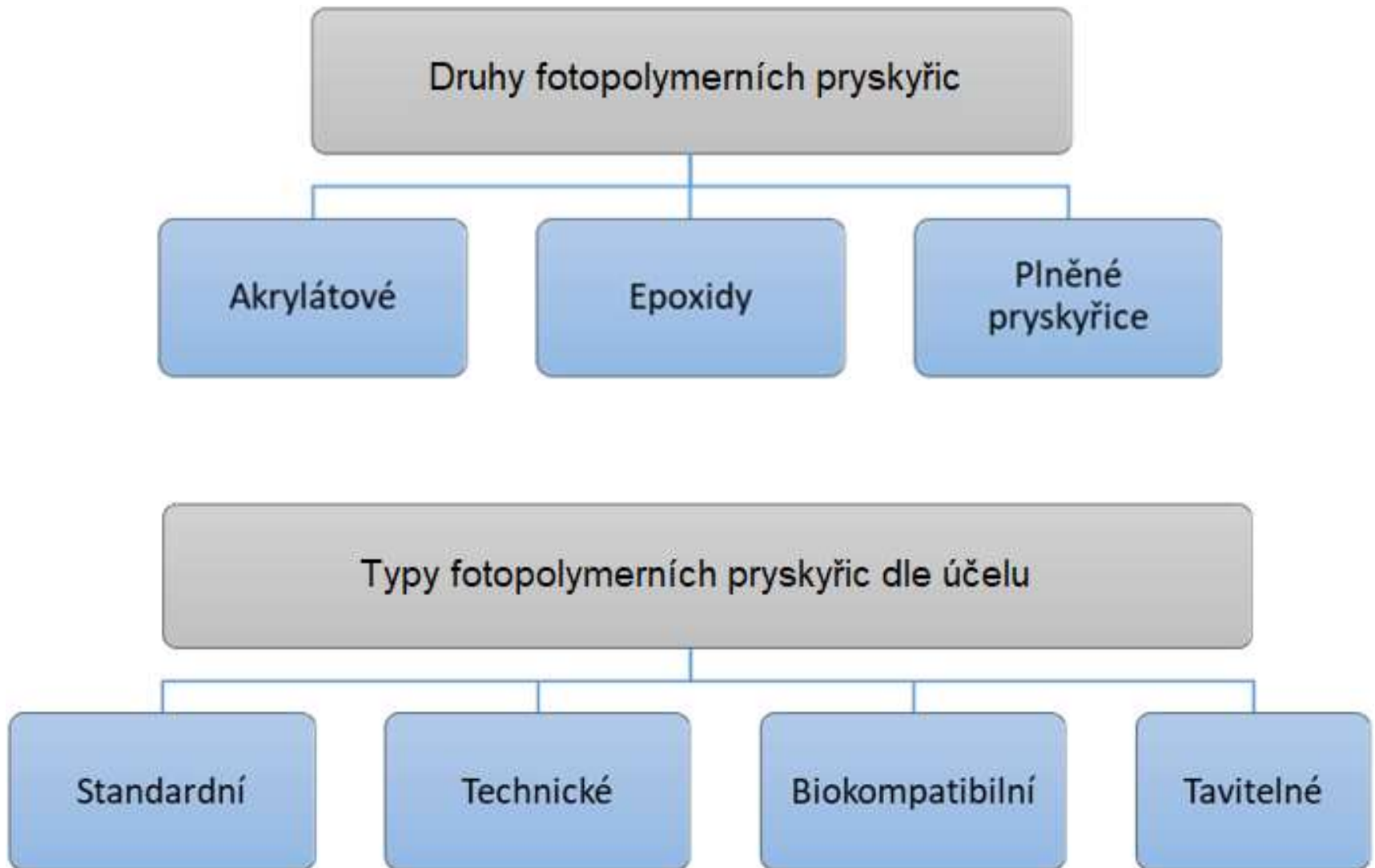
- Fused Deposition Modelling
- Laminated Object Manufacturing
- Drop on demand
- MIG/MAG navařování

Kapalné materiály – fotopolymery

- polymer, který změní své vlastnosti po expozici světla
- tyto změny se často projevují změnou struktury, např. vytvrdnutí materiálu v důsledku zesíťování po expozici světla
- obrázek znázorňuje směs monomerů, oligomerů a fotoiniciátorů před a po vytvrzení



Fotopolymery

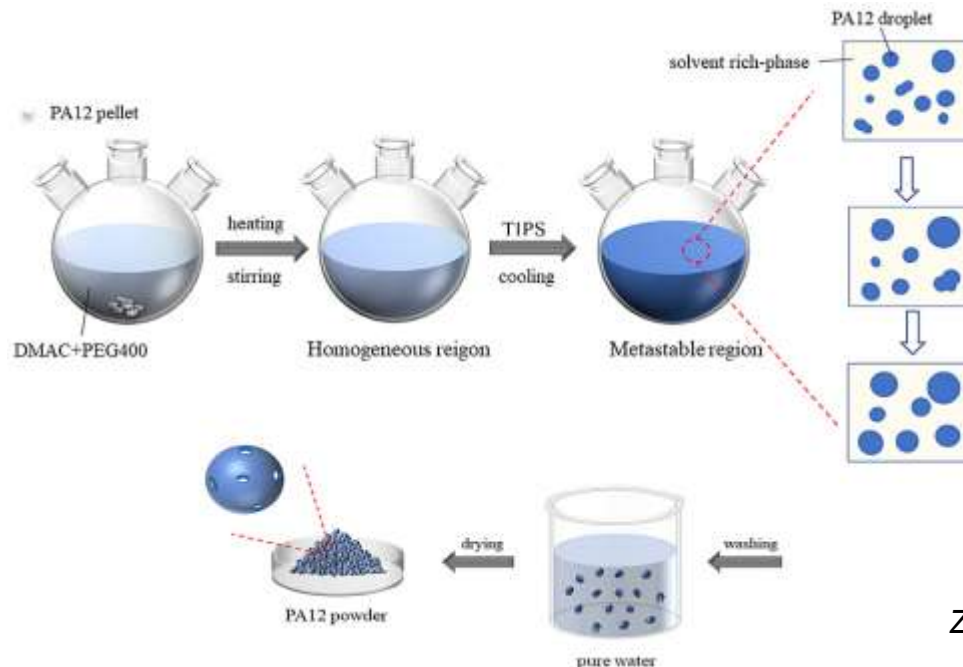


Práškové materiály – plasty

Běžný materiál PA12 (technologie SLS, MJF apod.)

Metody přípravy prášku na bázi polyamidu a některých dalších plastů pro aditivní technologie:

- emulzní polymerace (emulsion polymerization),
- mechanické drcení (mechanical crushing),
- srážení rozpouštědlem (solvent precipitation),
- tepelně indukovaná separace fází (thermally induced phase separation TIPS)



Práškové materiály – kovy

Výroba práškového kovu – zejména tzv. plynovou a nebo plazmovou atomizací

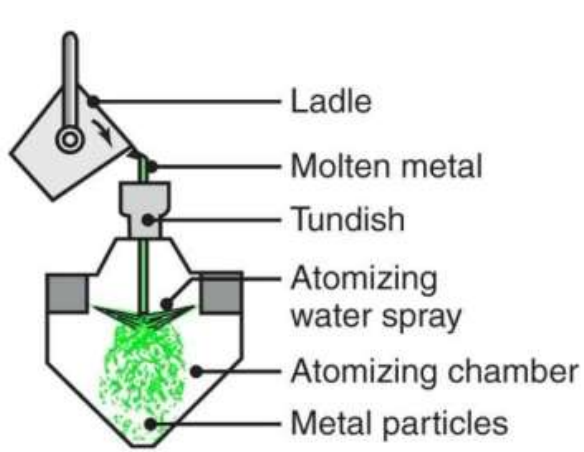
Plynová atomizace

Patrně nejběžnějším způsobem výroby kovového prášku je protlačování roztaveného kovu tryskou, za níž je odtrhován proudem inertního plynu jako je argon nebo dusík. Inertní plyn způsobuje tuhnutí roztaveného kovu, jehož sférické částičky se hromadí na dně komory.

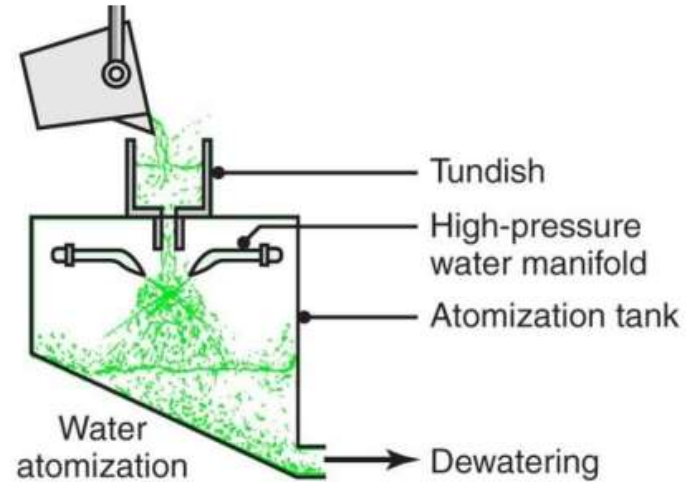
Plazmová atomizace

Obecně se používá pro výrobu vysoce čistých reaktivních materiálů s vysokými teplotami tání, jako je titanová slitina Ti6Al4V. Výchozí kov v podobě drátu je veden do horní části atomizéru, kde je taven plazmovým hořákem. Padající roztavený kov tuhne a tvoří sférické částice.

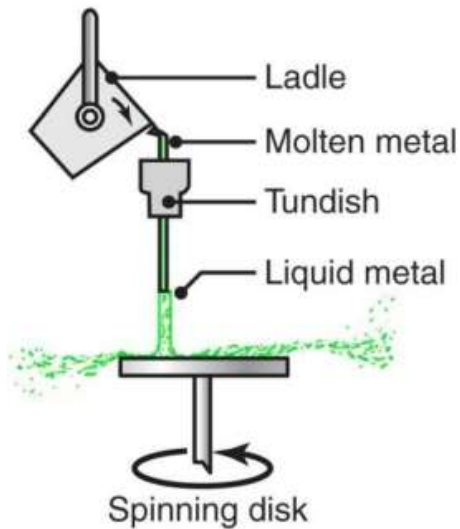
Práškové materiály – kovy



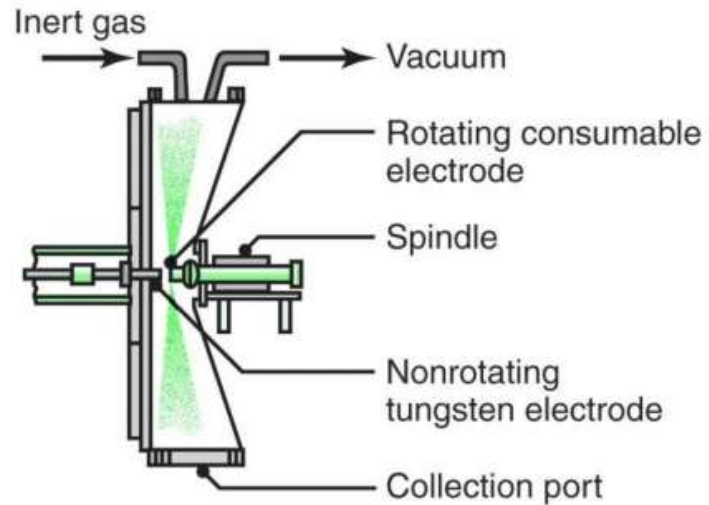
gas atomization



water atomization

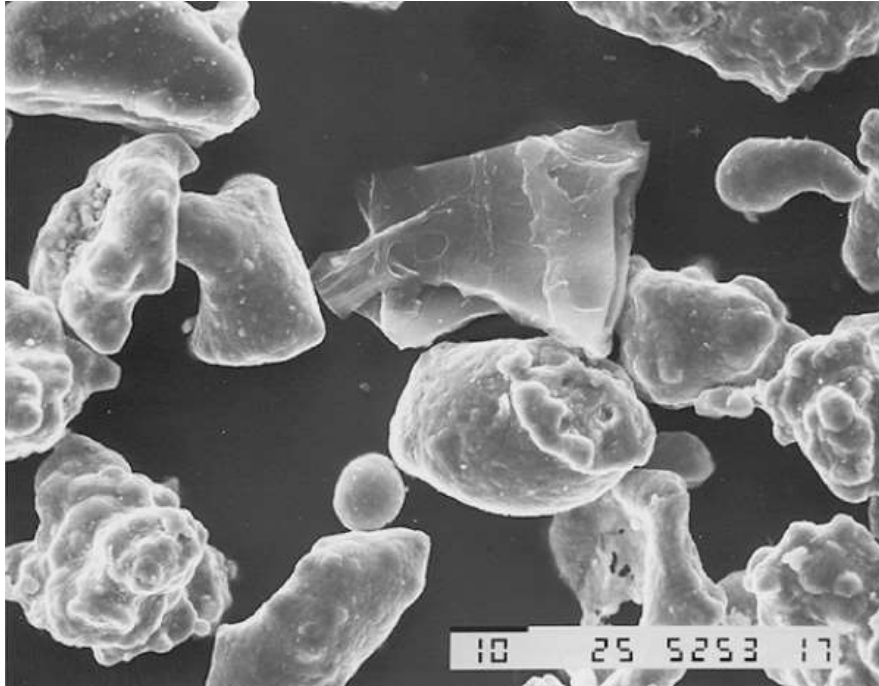


**centrifugal atomization
with a spinning disk or cup**

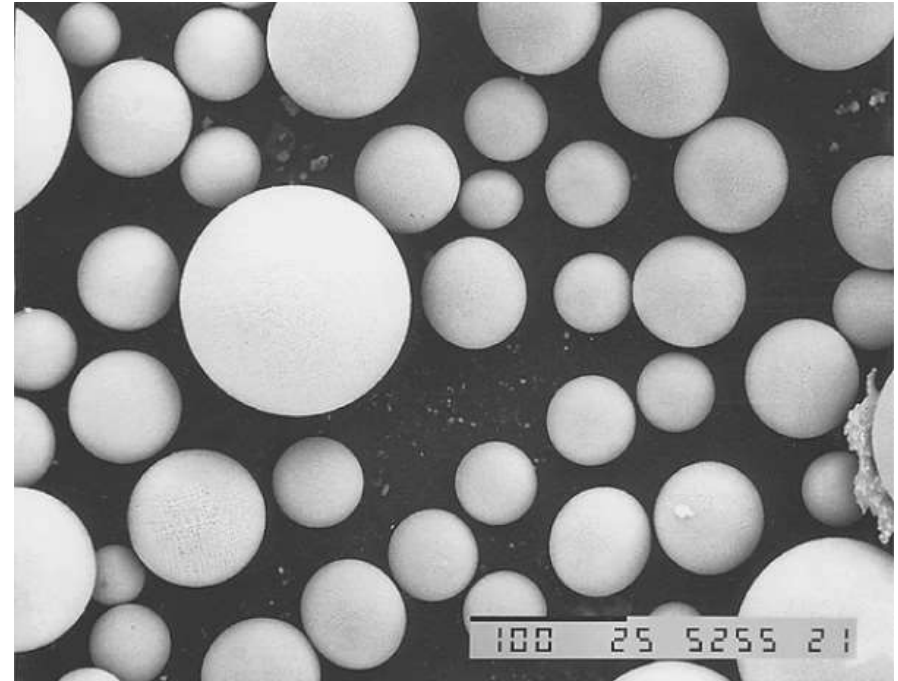


**atomization with a rotating
consumable electrode**

Práškové materiály – kovy



Fotografie pořízená pomocí skenovací elektronové mikroskopie částic železného prášku získaných atomizací



Práškové částice super slitiny na bázi niklu (Udimet 700) vyrobené procesem rotační elektrody (viz předchozí slide vlevo dole)

Pevné materiály - plasty

Nejčastější materiály v pevné formě pro aditivní technologie na bázi plastů:

- Filament – je struna z termoplastu nebo kompozitu (termoplast + kovový, keramický prášek nebo i další materiály, např. bio plniva), v současnosti nejběžnější forma
- Granulát termoplastů nebo vosků – nejlevnější forma materiálu nejen pro aditivní technologie
- Fólie – dnes už málo používaná forma materiálu, zejména pro technologie na bázi laminování

Pevné materiály - kovy

Nejčastější materiály v pevné formě pro aditivní technologie na bázi kovů:

- Drát – pro navařování pomocí technologií MIG/MAG/TIG a LENS
- Plechy a pásy – obvykle pro technologie na bázi laminování, např. ultrazvukového navařování kovových pásků

Děkuji za pozornost!

Ing. Petr Keller, Ph.D.

TU v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů a automatizace

petr.keller@tul.cz