

## Příloha 3 - Sypné vlastnosti

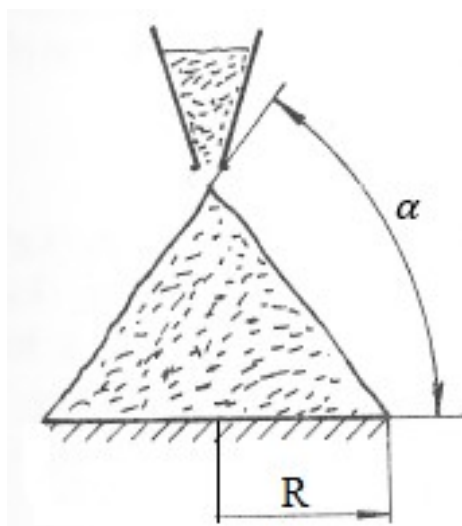
Při zpracování, dopravě i skladování práškového materiálu je nutné znát sypné vlastnosti materiálu, většinou se spokojíme se sypným úhlem, který však není jedinou charakteristikou.

### 3.1 Sypný úhel

Nejznámější ze sypných vlastností je sypný úhel, ten určuje úhel sklonu vrstvy volně nasypaného materiálu vzhledem k vodorovné rovině. Stanovuje se sypáním vzorku na desku o známém poloměru  $R$  z postupně se zvedající násypky, tak aby otvor byl v konstantní vzdálenosti od vrcholu kužele nasypaného vzorku. Zkouška končí, když materiál začne přepadávat přes okraj desky. Následně se změří výška kužele  $V$ , pro sypný úhel platí vztah P3.1-1. Princip měření je zobrazen na Obrázek P3.1 Princip měření úhlu navrstvení a vysypání.

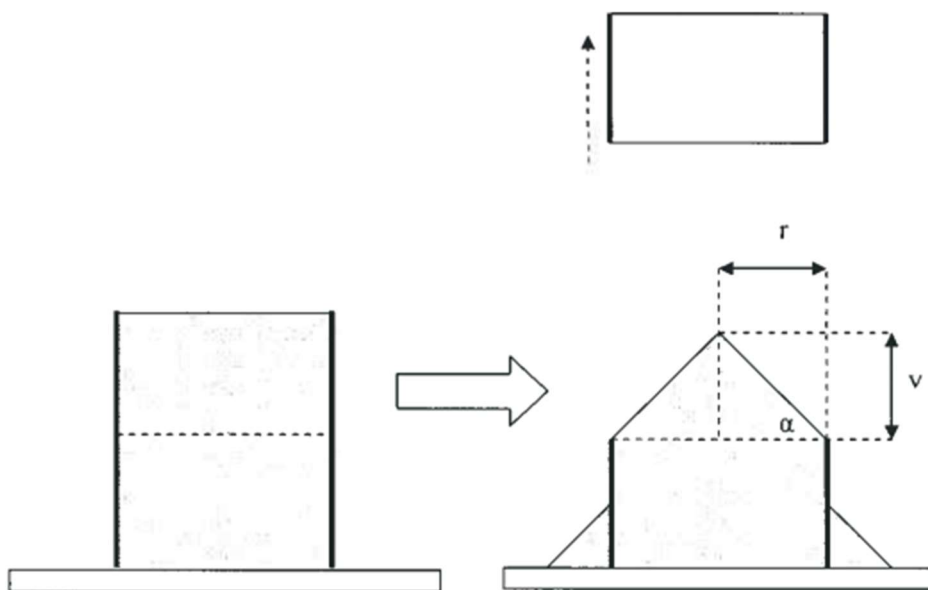
$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{V}{R}\right) \quad (P3.1-1)$$

V další literatuře je sypný úhel vzniklý tímto způsobem označován jako úhel navrstvení. Sypný úhel vzniklý obdobným způsobem, ale se stacionární výsypkou, je označován jako úhel nasypání. (1)



Obrázek P3.1 Princip měření úhlu navrstvení a vysypání (1)

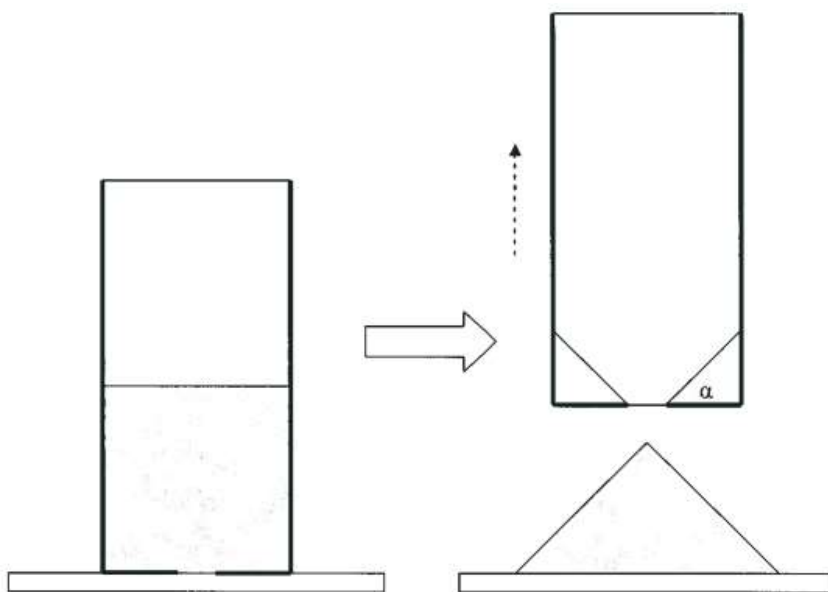
Úhel navrstvení se dá určit také statickou metodou, kdy jsou na sebe položeny dva válce naplněné vzorkem. Dolní válec tvoří pevnou základnu. Horní válec se vzestupným pohybem odstraní. Na dolním válci vznikne opět kužel zbylého vzorku. Jak je naznačeno na Obrázek 2.



Obrázek 2 Statický způsob určení úhlu navrstvení (1)

Třetím druhem sypného úhlu je úhel vysypání, který sleduje úhel povrchky kuželu zbytku vzorku nad výsypkou. Pro úhel vysypání platí vztah P3.1-2.

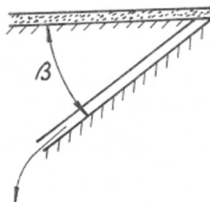
$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{V}{R-r}\right) \quad (P3.1-2)$$



Obrázek 3 Způsob určení úhlu vysypání (1)

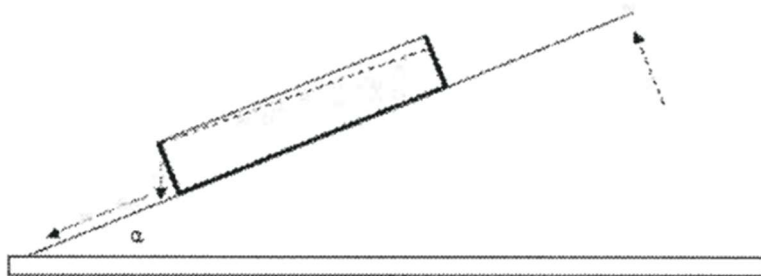
### 3.2 Úhel skluzu

Zatímco sypné úhly popisují míru stability vrstvy částic, úhel skluzu popisuje míru stability relativní v závislosti na podložce. Úhel skluzu, je takový úhel sklonu podložky, při kterém již dojde ke sklouznutí materiálu. (2)



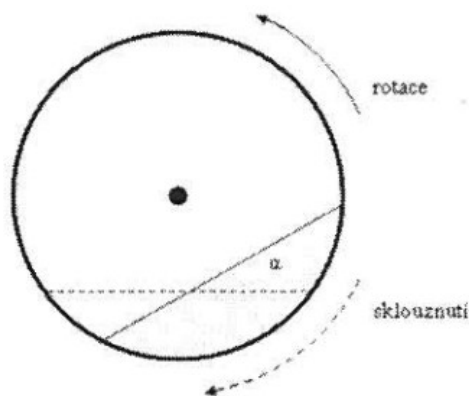
Obrázek P3.4 Princip zjištění úhlu skluzu (2)

Kluzným úhlem také označujeme takové naklonění otevřené misky, ze které se již materiál začne vysypávat. (1)



Obrázek P3.5 Princip zjištění úhlu skluzu (1)

Speciálním případem určení úhlu skluzu je úhel skluzu v rotujícím válci. Tato metoda není standardizovaná a lze jí použít jenom v rámci popisu dané technologie v provozu. Úhel skluzu v rotujícím válci je ovlivněna množstvím náplně, rychlostí rotace a adhezními vlastnostmi materiálu. (1)



Obrázek P3.6 Princip úhlu skluzu v rotujícím válci (1)

### 3.3 Úhel vnitřního tření

Úhel vnitřního tření určuje soudržnost práškového materiálu, ovlivňuje tvoření kleneb ve výsypkách. Pro úhel vnitřního tření  $\mu$  platí vztah P3.3.-1.

$$\tau_m = \tau_0 + \operatorname{tg} \mu \sigma \quad (P3.3-1)$$

Kde  $\tau_m$  je mezní smykové napětí,  $\tau_0$  počáteční odpor materiálu proti smyku a  $\sigma$  normálové napětí.

### 3.4 Sypná hmotnost

U sypkých materiálů rozeznáváme několik hmotnostních charakteristik. Kromě hustoty materiálu jde i o hustotu částic a sypnou hmotnost. Hustota materiálu je obecně známá. Hustota částic je rovná nebo nižší než hustota materiálu. V případě, že jsou částice vytvořeny uměle, je v nich i plyn a tím se hmotnost částice sníží. U nasypané vrstvy částic zjišťujeme sypnou hmotnost, u souboru se ještě více projeví obsah vzduchu než u částic samotných, další vliv na sypnou hmotnost má zrnitost a tvar částic.

## Seznam obrázků

Obrázek P3.1 Princip měření úhlu navrstvení a vysypání (1) .....	1
Obrázek P3.2 Statický způsob určení úhlu navrstvení (1).....	2
Obrázek P3.3 Způsob určení úhlu vysypání (1) .....	2
Obrázek P3.4 Princip zjištění úhlu skluzu (2) .....	3
Obrázek P3.5 Princip zjištění úhlu skluzu (1) .....	3
Obrázek P3.6 Princip úhlu skluzu v rotujícím válci (1) .....	3

## Bibliografie

1. Hemerka, Jiří. *Odlučování tuhých částic*. Praha : ČVUT, 1994.
2. Macura, Jan. *Sypnost práškových látek 1 [Diplomová práce]*. Hradec Králové : Univerzita Karlova, Fakulta Farmaceutická, 2006.