

KRITÉRIA VHODNOSTI PRO POLOVODIČOVÝ SNÍMAČ TLAKU V PARTIKULÁRNÍCH LÁTKÁCH.

Ing. Miroslav Jurečka
Ústav geotechniky ČSAV, Praha

Pro měření rozložení napjatosti v partikulárních (granulárních) látkách je možno použít tlakových čidel s polovodičovou křemíkovou membránou /1/. Při vložení snímače do materiálu dochází k přerozdělení napjatosti v místě snímače a v jeho okolí. Odlehčení nad citlivou plochou snímače snižuje jeho rozlišovací schopnost až do její úplné ztráty při vytvoření tzv. totální klenby. V případě koncentrace napětí nad citlivou plochou snímače může dojít k jeho přetížení. Výsledné pole napjatosti nad snímačem a v jeho okolí je závislé na velikosti modulů pružností jednotlivých částí snímače, jejich geometrickém uspořádání a přetvárném modulu partikulární látky. Tvoří-li citlivá plocha snímače méně než 1/3 celkové čelní plochy, nezasahují ji vysoké hranové tlaky a je možno užít kritéria, která stanovili Trollope a Lee /2/ a Tory a Sparrow /3/.

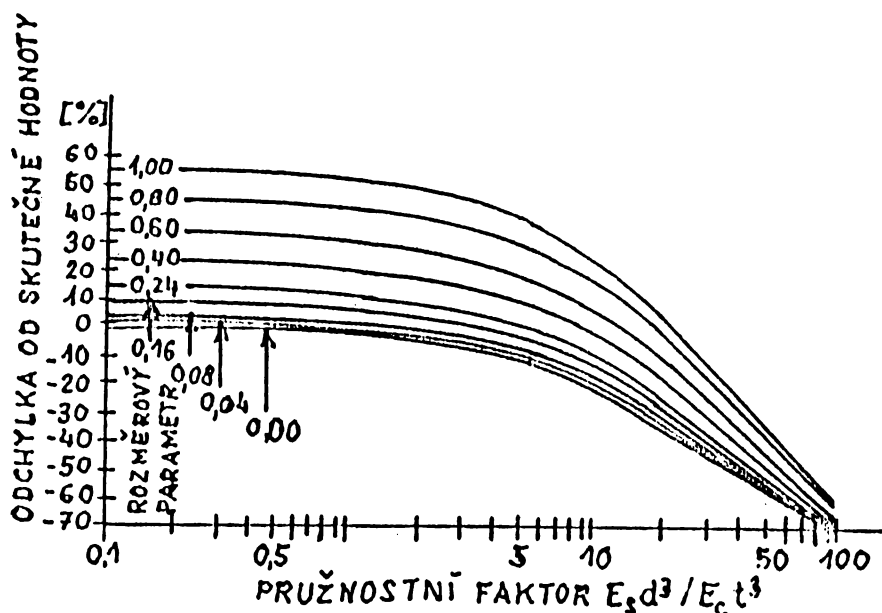
Prvé kritérium bylo stanoveno experimentálními měřeními v různých materiálech a doporučuje užívat snímače, u nichž poměr deformace středu membrány a aktivního průměru membrány je menší než 1/2000. Autoři však upozorňují u písků na tendenci tvořit klenbu.

Druhé kritérium vychází z teoretické analýzy, ze které vyplynula závislost odchylky hodnoty měřené snímačem od skutečné hodnoty na "pružnostním" faktoru, který byl definován jako poměr $E d^3 / E_s t^3$, kde E je modul přetvárnosti měřeného materiálu, E_s je modul pružnosti materiálu membrány, d a t jsou průměr a tloušťka membrány. Tyto závislosti byly zjišťovány pro různé hodnoty "rozměrového parametru" stanoveného jako poměr B/D , kde B je poloviční tloušťka snímače a D je celkový průměr snímače včetně obvodového nosného kroužku. Pro snímač vložený dovnitř materiálu $B/D \neq 0$ a pro okrajový snímač $B/D = 0$. Výsledkem je diagram uvedený na obrázku.

Toto kritérium bylo odvozeno pro snímač s izotropní kovovou membránou. Křemík má v různých směrech různé mechanické i elektrické vlastnosti, takže se jedná o anizotropní materiál. Vzhledem k tomu, že membrána čidla je rovinný útvar, závisí její vlastnosti na tom, v jakém směru je vyříznuta z křemíkového monokrystalu. V určitých řezech se křemík chová jako izotropní materiál, v jiných jako anizotropní materiál. Izotropní vlastnosti vykazuje např. v krystalografické rovině (111). V rovině (100) vykazuje anizotropii souměrnou podle dvou dvojic kolmých os, vzájemně pootočených o 45°. Takovýto speciální případ anizotropie se nazývá ortotropie a s výhodou se užívá u některých snímačů.

V tomto případě je nutno do vztahu pro pružnostní faktor dosadit hodnotu náhradního modulu pružnosti. Zkoumáme-li deformaci ortotropní a izotropní membrány jako Kirchhoffovy desky, pevně vetknuté po obvodě a rovnoměrně zatížené, zjistíme porovnáním vztahů pro průhybové plochy, že jsou si tyto plochy geometricky podobné a mají tvar rotačního vrchlíku/1/.

Vztah se liší pouze velikostí konstanty, jež má v obou případech význam průhybu uprostřed desky. To umožňuje určit hodnotu náhradního modulu pružnosti v tahu takovou, že membrána z izotropního materiálu s tímto modulem by vykazovala stejný průhyb jako membrána ortotropní.



Pro námi užívané snímače s rozsahem 200 kPa a 2 MPa a partikulární látky s rozsahem $E_s = 2 \cdot 10^6$ až $1 \cdot 10^8$ N/m² vychází tyto hodnoty. Pro snímač 200 KPa a nejměkčí materiály bude odchylka od měřené hodnoty + 9% a pro nejtvrďší materiály - 45%. Pro snímač 2 MPa a nejměkčí materiály bude odchylka od měřené hodnoty + 10% a pro nejtvrďší materiály + 1%. Z těchto údajů je zřejmé, že se nad snímači 200 KPa založenými do nejtvrďších materiálů začíná tvořit významnější klenba, kterou je však možno připustit. Citlivost snímače snižena téměř na polovinu je stále více než dostačující.

V oboru pružnostního faktoru 0,08 do 4,7 dochází ke slabé koncentraci napětí nad snímačem do 10%, jež je tedy tak malá, že snímač nikdy nepřekročí hodnotu dovoleného přetížení a tím i přetížení bezpečného, maximálního, i destruktivního. V oboru pružnostního faktoru 4,7 až 15 se se zvyšující hodnotou faktoru zvětšuje klenba jen pomalu. V oboru pružnostního faktoru 15 až 100 se se zvyšující hodnotou zvětšuje klenba výrazně. Z tohoto posouzení vyšly tedy oba typy snímačů jako vhodné pro dané spektrum partikulárních látek.

Literatura:

- /1/ Jurečka, M.: Výzkumná zpráva ÚGG ČSAV, Praha 1989
- /2/ Trollope, D. H., Lee, I. K.: Proc. 5th Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 2, Paris 1961
- /3/ Tory, A. C., Sparrow, R. W.: J. Sci. Instrum., Vol. 44, London 1967