

Ing. Martin Marušák - VÚHU

TORZNÍ SMYKAČ - PROVOZ, VÝSLEDKY A PERSPEKTIVYTorsions-Scheergerät - Betrieb, Ergebnisse und Perspektiven

Im Beitrag sind alle Grundfunktionen beschrieben und die bisher mit diesem Gerät gewonnenen Ergebnisse zusammengefaßt. Es wird über das Verfahren der Durchführung von Standartproben und einige bestimmten Ergebnisse berichtet. Ferner erwähnt der Beitrag die Versuche mit den Sonderpräparaten für die sog. "Dünnproben", die zukünftig gemeinsam mit den klassischen Proben auf diesem Gerät durchgeführt werden.

Torsion shearer - operation, results, perspectives

In the article there are chronologically mentioned the basic activities that were on torsion shearer executed from its supply to VÚHU up till now. It is here described the way of execution the standard tests including some concrete results and further then experiments with preparations for tests so called thin samples that should already in further period be executed on torsion shearer together with classical tests.

Торсионный срезной прибор - обслуживание, результаты и перспективы

В статье приводятся в хронологическом порядке основные операции, которые были проведены на торсионном срезном приборе с момента его поставки институту ВУТУ до настоящего времени. Описывается способ осуществления стандартных испытаний включительно некоторых конкретных результатов, а также эксперименты с приспособлениями для испытаний так наз. тонких проб; такие испытания будут на срезном приборе в последующий период осуществляться совместно с испытаниями классического типа.

TORZNÍ SMYKAČ - PROVOZ, VÝSLEDKY A PERSPEKTIVY

V článku jsou chronologicky uvedeny základní činnosti, které byly na torzním smykači prováděny od jeho dodání do VÚHU až po současnost. Je zde popsán způsob provádění standardních zkoušek včetně některých konkrétních výsledků a dále pak experimenty s přípravky pro zkoušky tzv. tenkých vzorků, které by již v dalším období měly být na torzním smykači prováděny spolu se zkouškami klasickými.

Koncem roku 1990 byl ve VÚHU instalován a uveden do provozu třístolicový torzní smykač z produkce VE BKK Senftenberg. Jeho základní popis včetně popisu způsobu práce a oblasti použití byl již publikován jak ve Zpravodaji, tak ve výzkumných zprávách (např. /1/). Nyní bych chtěl shrnout zkušenosti s jeho používáním a naznačit další perspektivy jeho využití.

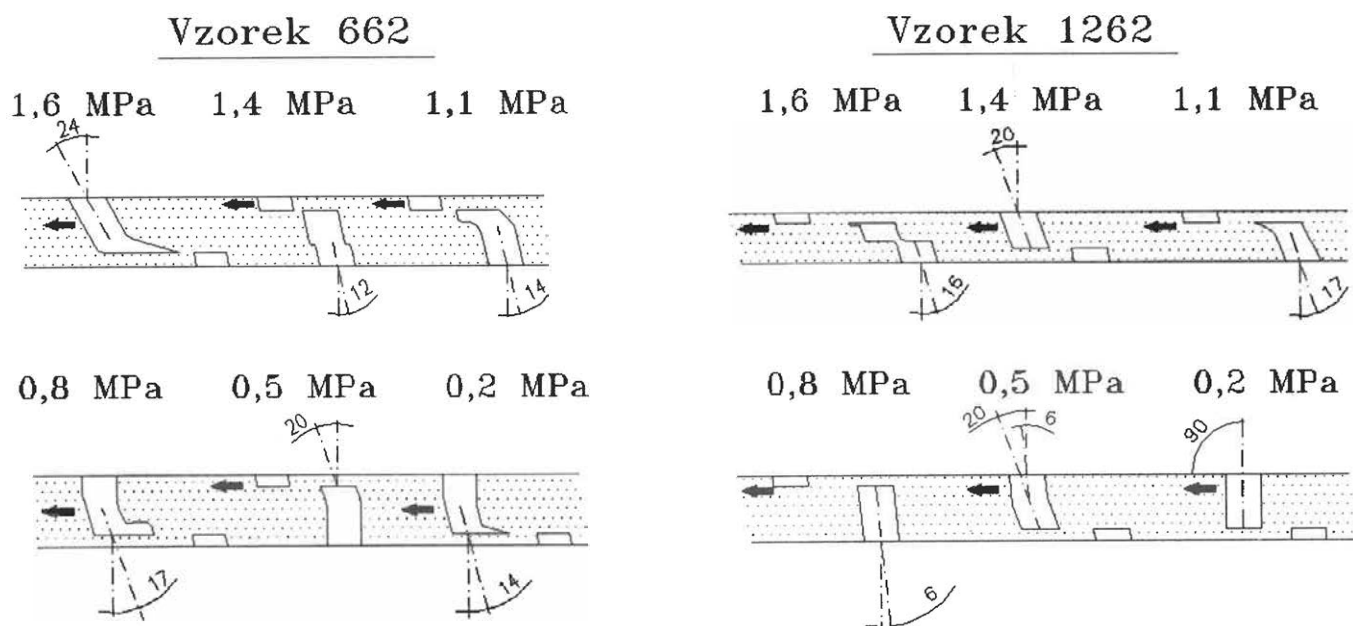
Po uvedení smykače do provozu bylo provedeno jeho testování, přičemž hlavní pozornost byla věnována zjišťování vlivů jednotlivých parametrů smyku na získané výsledky. Mezi tyto parametry patří zejména doba smyku a způsob konsolidace a dále pak rychlost smyku. Po řadě pokusů, shrnutých v /1/, byly za optimální stanoveny následující podmínky zkoušek:

- konsolidace 20 - 24 hod všech šesti vzorků při zatížení odpovídajícím nejvyššímu zatížení při smyku (v oboru platnosti max. 1.6 MPa),
- rychlost smyku 0,3 mm/min.

Tyto parametry poskytují nejvýhodnější kompromis mezi přesností výsledků a množstvím provedených zkoušek za určité časové období, které do současné doby činilo 2 zkoušky za týden.

Dále bylo provedeno srovnání výsledků získaných při smykových zkouškách stejných materiálů na dvou dalších smykačích s posuvným (translačním) pohybem používaných ve VÚHU. Podrobně byly průběhy testů a dosažené výsledky popsány v /2/. Výsledky získané při zkouškách na torzním smykači byly přitom zcela srovnatelné s hodnotami získanými na smykačích ostatních. Jako značná přeanost se navíc u torzního smykače hodnotí velká dráha smyku (60 mm), která je důležitá zejména při stanovování zbytkové smykové pevnosti.

Aby byly vyvráceny určité pochybnosti, zda v materiálu dochází skutečně ke korektnímu smyku a ne pouze k celkové deformaci či jeho hnětení, byly u některých vzorků zabudovány do materiálů kontrastní sloupečky z kaolinu. Po usmyknutí byly vzorky v místě sloupeček rozříznuty a na základě jejich tvaru po smyku bylo možno konstatovat, že při všech zvolených normálových napětích došlo k jednoznačnému usmyknutí materiálu (obr. 1). S rostoucím normálovým napětím se přitom zvětšoval i zkos neporušené části vzorku.



Obr. 1

V následujícím období se na torzním smykači prováděly standardní konsolidované drenážované zkoušky výsypkových materiálů, kterých bylo do dubna 1992 provedeno celkem 79. Každých půl roku je přitom prováděna kontrola a cejchování snímačů a měřících zařízení.

Pro zajímavost lze uvést, že např. nejmenší naměřený úhel vnitřního tře-

ní (zbytkového) měl materiál z DNT - Prunéřov ($4,21^\circ$, vzorek č. 126/91, vlhkost 41 %) a největší z VMG - Liptice ($23,84^\circ$, vzorek č. 662/91, vlhkost 17,5 %).

Při zkoušce jednoho vzorku se provádí šest dílčích smyků ve dvou sériích po třech. Při měření jsou liniovým zapisovačem zaznamenávány hodnoty smykových sil. Ze získaného záznamu jsou pak odečteny hodnoty odpovídající vrcholovým a reziduálním napětím a ty spolu s dalšími doprovodnými údaji (číslo vzorku, doba konsolidace, vlhkost aj.) jsou uloženy do zvláštní databáze v počítači. Tato databáze je součástí hlavní databáze geologických vzorků, v níž jsou uloženy záznamy o všech vzorcích, přijatých do laboratoře odboru geotechniky VÚHU. Přímou v aplikačním prostředí databáze pak lze provést vyhodnocení smyku včetně potřebných výpočtů úhlů vnitřního tření a soudržnosti a vytisknout protokol o zkoušce (obr 2 a 3).

Aby bylo možno zvýšit kapacitu torzního smykače, byly koncem roku 1991 zakoupeny čtyři kompletní smykové nádoby k tomu, aby mohla být prováděna konsolidace další skupiny vzorků mimo smykač. Pro tento účel byly upraveny tři konsolidační lavice, již dříve dodané pro francouzské smykače.

Současně byla zakoupena i technologie na výrobu a provádění tzv. tenkých zkoušek, které představují kvalitativně nový typ smykové zkoušky. Jedná se o smykovou zkoušku prováděnou ve velmi tenké vrstvě (2 mm) uměle připraveného materiálu ve formě pasty. Zkoumaný materiál je třeba nejprve namočit a přivést hnětením a mísením do kašovitého stavu. Aby bylo vyhověno podmínce, že maximální velikost zrn je menší než jedna desetina výšky vzorku, je před použitím materiál protlačen přes síto s velikostí ok $0,2\text{ mm}$. Takto připraveným materiálem lze pak naplnit přípravky pro provádění tenkých zkoušek, kde se vytvoří vrstva o tvaru mezikruží s plochou 50 cm^2 a výšce 2 mm. Vnitřní a vnější boky (obvod) mezikruží jsou v této fázi uzavřeny posuvnými kroužky. Konsolidace vzorku probíhá pouze několik desítek minut při postupně vzrůstajícím normálovém zatížení. Díky velmi malé výšce vzorku je přitom vzorek dokonale drénován.

Vlastní smyk je prováděn při rychlosti $0,3\text{ mm/min}$ a normálových napětích do $0,6\text{ MPa}$, přičemž boční spára je otevřena. Tímto způsobem se vyloučí veškeré přídatné odpory, vznikající například třením smykových kroužků a nebo vzájemným třením dvou posuvných krabic. Minimální hodnoty smykové síly je dosaženo zhruba po 40 mm dráhy. Při smyku se část materiálu vytlačí, takže po zkoušce je vzorek vysoký asi 1 mm.

Provádění tenkých zkoušek má řadu předností. Díky omezené době konsolidace trvá zkouška poměrně krátkou dobu a spotřebuje se na ni velmi malé množství materiálu, přibližně 100 cm^3 , tedy na všech šest smyků méně než na jeden smyk s normálním vzorkem. To umožňuje i selektivní vybírání materiálu v případě, že vzorek odebraný z výsypky obsahuje např. shluky dvou typů jílu. V SRN byly tímto způsobem zkoumány například i třecí vlastnosti průmyslových prachů, ze kterých byly vzorky odebrány jako stěry usazenin z podlah.

Na druhé straně jsou výsledkem tenké zkoušky pouze hodnoty zbytkového úhlu vnitřního tření. Tyto hodnoty odpovídají dříve dosaženým hodnotám na vzorcích o standardních výškách. Hodnoty soudržností jsou díky smykání prakticky ideálního porušeného materiálu nulové (obr. 3), hodnota vrcholového úhlu vnitřního tření u porušeného materiálu neodpovídá skutečné hodnotě získávané u materiálu neporušeného.

Vzory protokolů ze zkoušek téhož materiálu na torzním smykači a pomocí přípravku k provádění tenkých zkoušek jsou uvedeny na obr. 2 a 3. Hodnoty reziduálního úhlu tření ϕ_r se liší o méně než $0,5$ stupně, za povšimnutí stojí prakticky nulové hodnoty soudržností c_v a c_r u zkoušky s tenkými vzorky (protokol označený v rubrice zavodněný a porušený písmenem D). Z důvodu velmi malého zbytkového množství materiálu po zkoušce nelze zatím u tohoto typu zkoušek

ky stanovit vlhkost materiálu po zkoušce.

Zkouška tenkého vzorku materiálu byla provedena postupně na jediném přípravku, který byl jako vzor dodán ze SRN. Od května 1992 bychom již měli mít k dispozici kompletní sadu přípravků (3 ks), výroba podle původní dokumentace byla zadána soukromé firmě. V dalším období se pak stane provádění tenkých zkoušek spolu s klasickými smykami běžnou servisní činností. Zkoušky tenkých vzorků naleznou uplatnění zejména jako ověřovací zkoušky k normálním smykům v případě, že při nich dojde k velkému rozptylu hodnot a dále v případě zjišťování reziduálních hodnot smykové pevnosti, je-li k dispozici velmi malé množství materiálu.

Vyzkumny ústav pro hnědé uhlí Most - laborator mechaniky zemin.

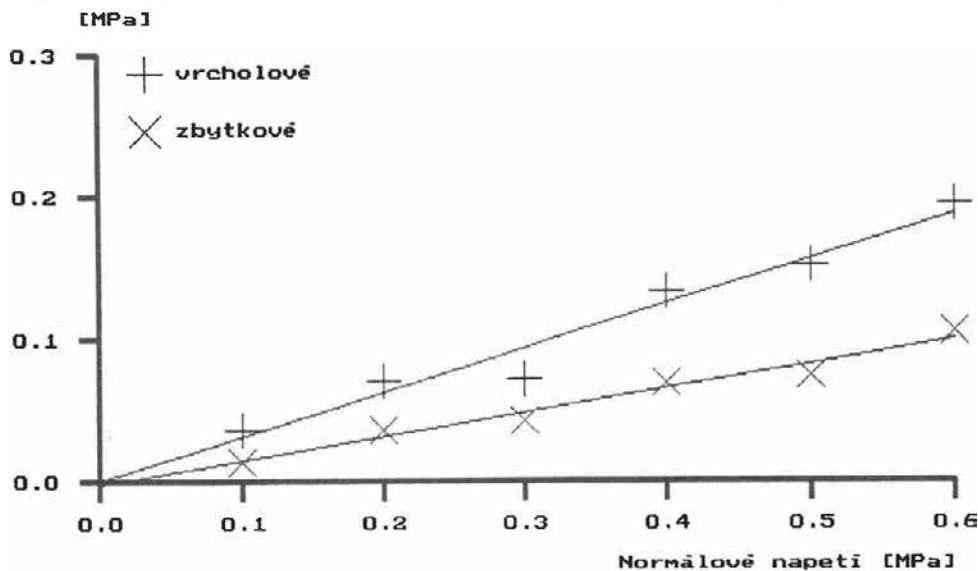
Torzní smykac

Protokol o vzorku číslo 1446/91

Datum zk. 15.02.92	Poruseny : D [A/N]	Zavodnony : D [A/N]
Konsolidace 0.0 MPa	Dráha 60 mm	
Doba kons. 0.5 hod.	Rychlost 0.300 mm/min	
Norm. zat. 0.10 MPa	vrchol. 0.036 MPa	zbyt. 0.013 MPa
Norm. zat. 0.20 MPa	vrchol. 0.070 MPa	zbyt. 0.036 MPa
Norm. zat. 0.30 MPa	vrchol. 0.072 MPa	zbyt. 0.043 MPa
Norm. zat. 0.40 MPa	vrchol. 0.134 MPa	zbyt. 0.069 MPa
Norm. zat. 0.50 MPa	vrchol. 0.152 MPa	zbyt. 0.075 MPa
Norm. zat. 0.60 MPa	vrchol. 0.194 MPa	zbyt. 0.105 MPa
Platna data:	111111	111111
	Cv 0.000	Cr -.003
	Φ_v 17.42	Φ_r 9.78

Akce vmg - K 18, místo -----, vrt číslo -----, hloubka 0.0 m.
Popis vzorku : jílovec sedy

Smykové napeti



Obr. 2

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí Most - laborator mechaniky zemin.

Torzní smykc

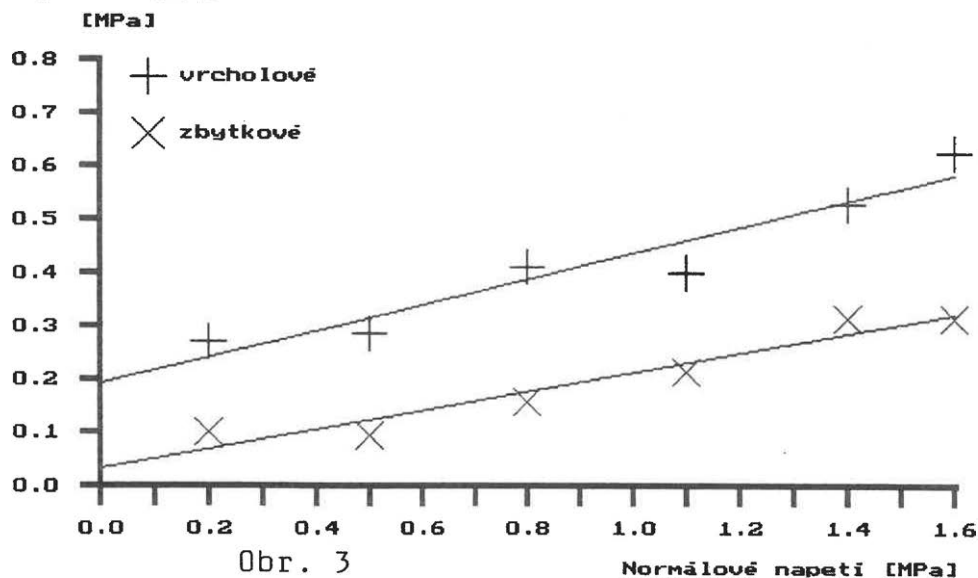
Protokol o vzorku číslo 1446/91

Datum zk. 21.01.92	Porušeny : a [A/N]	Zavodněny : a [A/N]
Konsolidace 1.6 MPa	Dráha 60 mm	
Doba kons. 24.0 hod.	Rychlost 0.300 mm/min	
Norm. zat. 0.20 MPa	vrchol. 0.272 MPa	zbyt. 0.100 MPa
Norm. zat. 0.50 MPa	vrchol. 0.286 MPa	zbyt. 0.094 MPa
Norm. zat. 0.80 MPa	vrchol. 0.412 MPa	zbyt. 0.158 MPa
Norm. zat. 1.10 MPa	vrchol. 0.400 MPa	zbyt. 0.216 MPa
Norm. zat. 1.40 MPa	vrchol. 0.528 MPa	zbyt. 0.316 MPa
Norm. zat. 1.60 MPa	vrchol. 0.624 MPa	zbyt. 0.316 MPa
Platná data:	111111	111111
	Cv 0.192	Cr 0.031
	Φv 13.75	Φr 10.24

Akce vmg - K 18, místo -----, vrt číslo -----, hloubka 0.0 m.
Popis vzorku : jílovec sedy

Vlhkost před smykem 13.9 % , po smyku 25.7 %

Smykové napětí



Literatura

- /1/ Ing. M. Marušák - Nové metody zjišťování pevnostních vlastností zemin laboratorními a polními zkouškami. Zpráva VÚHU č. 108/91
- /2/ Ing. J. Mann, CSc. - Smyková pevnost uměle připravených jílovitých sypanin. Zpráva VÚHU č. 35/91