



Odrhová pevnost

Co je to?

Název přesně a výstižně vyjadřuje to, o co jde: o adhezní napětí v mezní (stykové) vrstvě nebo o kohezní napětí v některé z přítomných vrstev, odtrhávají se něco od něčeho. Samozřejmě tím není měleno třeba odtržení rukávu od saka při rvačce, ale jedná se o objektivní a exaktní zkoušku stavebního materiálu nebo konstrukce. Ke zkoušenému materiálu (vrstvě, souvrství) se vhodným (tím je myšleno materiál, vrstvu nebo souvrství neovlivňujícím) způsobem připojí (přilepí vhodný (tím je myšleno nedeformující se, tuhý) element, nazývaný obvykle »terč«) ačkoli střelecký terč připomíná jen svým kruhovým tvarem a navíc ani nemusí být zrovň kruhový, který je upraven pro připojení k danému zkušebnímu zařízení. Zkušebním zařízením se pak vyvozuje na terč (a potažmo i na materiál, vrstvu nebo souvrství pod ním) pokud možno kolmá (k připojené ploše terče) síla, vzrůstající pokud možno předepsanou a definovanou rychlostí až do porušení v některé části zkoušeného systému. Vhodným měřicím zařízením se přitom určuje velikost působící síly v každém okamžiku zkoušky a hlavně v okamžiku porušení. Velikost působící síly, dělená plošným rozměrem terče, udává pak onu **odrhovou pevnost**. Jde tedy vlastně o pevnost v čistém tahu nejslabší části zkoušeného systému. Pokud jsou zachována jistá pravidla, která budou zmíněna dále, poskytuje tato zkouška nejobjektivnější hodnotu tahové pevnosti daného systému ze všech známých zkoušek a navíc ji lze aplikovat in situ, tedy na místě, na stavbě, bez ovlivnění různými zásahy, potřebnými k přípravě tahové zkoušky jinými metodami nebo bez nejistoty mezi realitou a výsledky zkušebních těles. Je-li kontrola prováděna jejich pomocí.

K čemu to je?

Pozornému čtenáři předchozího odstavce netřeba patrně dalšího vysvětlení. Jde prostě o zjištění jednoho z důležitých kvalitativních mechanických parametrů materiálu či soustavy materiálů (vrstev). Jde-li o zkoušku materiálu, jde skutečně pouze o stanovení jeho pevnosti v čistém tahu. Jde-li o souvrství, jde o zjištění nejslabšího článku tohoto souvrství. Může to být pevnost v čistém tahu kterékoli z jeho částí, nebo soudržnost (přilnavost, adheze) mezi některými z přítomných vrstev. Z toho již plyne, kdy a proč takovou zkoušku je třeba provést. Často je předepsána s ohledem na další namáhání (které může být jakéhokoliv druhu, od mechanického až třeba opakovaným zmrazováním), např. normou či jiným předpisem nebo požadavkem investo-

ně případů jde o posouzení vlastností souvrství, u nichž je přeocenzována (ovšem kromě jiného) určitá minimální hodnota tahové pevnosti základní (podkladní) vrstvy systému před pokládáním či nanašením další vrstvy nebo dalších vrstev. Po dokončení (někdy i v průběhu prací u vícevrstvých systémů) je třeba se přesvědčit, nebo je předpisem přímo požadováno se přesvědčit, o kvalitě vykonaných prací. K tomu všemu opět budíž zdůrazněno, že kromě jiného slouží jedinečným způsobem právě odtrhová zkouška. Rozhodně žádná jiná mechanická zkouška (např. zkouška tvrdosti Schmidtovým kladívkem) nemůže podat objektivnější výsledky o kvalitě zkoušeného materiálu nebo souvrství. Odrhová zkouška se používá kromě již zmíněného požadavku na určení objektivní pevnosti materiálu v čistém tahu především tam, kde se zkoušený systém skládá z více vrstev, jako jsou nátěry a laky, izolační vrstvy, různé podlahoviny, omítky, nástrčky, lepené vrstvy (dlažby, obklady, mozaiky, apod.) atd.

Jak na to?

Pomineme-li v tomto okamžiku zkušební přístroj, kterému se budeme věnovat zvlášť později, je třeba při zkoušce odrhové pevnosti dbát (ostatně jako při jakékoli zkoušce, která má mít objektivní vypovídací schopnost) na důsledné splnění řady parametru a postupů. Tak především plocha, na které se provádí zkouška, musí být přesně a definovaně ohraničena. To se zajišťuje vývrtem (předvrtem), který musí být přesně tak velký, jako jsou použité zkušební terče. Vývrt, který má být nejméně o 5 mm hlubší, než poslední hranice mezi vrstvami nebo než povrch při zkoušce materiálu, zajistí, že k porušení dojde na definované ploše a je možno proto z mezní síly stanovit přesně i mezní napětí, či odrhovou pevnost. Bez vývrtní nemá odtrhová zkouška žádnou objektivní cenu. Napětí pod terčem se v takovém případě roznáší s rostoucí hloubkou na stále větší plochu a porušení nastává v náhodně nejslabších místech v zasažené oblasti. Velikost zatěžované plochy (a tedy zkušební terče) nemá podstatný (nebo žádný) vliv, pokud se nevybočí ze zásady, že jednak průměr terče musí být alespoň třikrát větší, než největší zrna (nehomogenita) zkoušeného materiálu a dále, že k porušení dochází při napětí, převyšujícím alespoň pětinu odpovídajícího silového rozsahu zkušebního přístroje. Tak např. při odrhové zkoušce betonové mazaniny s velikostí zrn do 15 mm musí mít terč průměr alespoň 45 mm a při odrhové pevnosti 0,8 MPa by maximální silová kapacita přístroje při

nejvýše 8 kN. Při odrhové pevnosti např. 0,4 MPa a stejné velikosti terče by maximální silová kapacita přístroje neměla přestoupit 4 kN. Proto je vhodné použít spíše než subtilního přístroje větší průměr terče: např. 75 mm, tedy s průměrem 1,5 krát větší, je největší přijatelná silová kapacita přístroje 2,25 krát větší, tedy alespoň 9 kN. U relativně homogenních materiálů nezáleží tedy prakticky vůbec na velikosti zkušební terče, je-li zachována úměrně dostatečná velikost silové kapacity přístroje tak, aby se nejmenší naměřená hodnota pevnosti pohybovala alespoň nad jednu pětinu maximální síly, kterou lze přístrojem vyvodit. Další veličinou, která významně ovlivňuje dosažený výsledek, tedy odrhovou pevnost, je rychlost zatěžování. Čím pomaleji je zatěžováno, tím se získá nižší hodnota pevnosti a naopak. Nejčastěji je považována za rozumovou rychlost zatěžování 100 N/sec a při všech zkouškách by měla být dodržována a majlí být výsledky srovnatelné. Zkušební terče musí být, jak již bylo zmíněno, dostatečně tuhé, aby nedocházelo během zatěžování k jejich deformaci a tím nerovnoměrnému rozdělení napětí na stykové ploše, a tedy ani ve zkoušeném systému. Deformace terče může způsobit zdlánlivě nižší hodnoty odrhové pevnosti, přičemž toto snížení není prakticky definovatelné. Terče musí být proto vyrobeny z materiálu s co nejvyšším modulem pružnosti a určitou minimální tloušťkou či s vyztužením např. žebírky nebo radiálními náběhy. Lepidlo nesmí chemicky ovlivňovat látku, na níž je lepen, ani nesmí významným způsobem (vizikálně měnit zkoušenou látku (např. hloubkovou penetrací). Proto i tomuto hledisku je třeba věnovat přiměřenou pozornost, jinak lze získat udivující výsledky, které ale s odrhovou pevností zkoušeného systému nemají nic společného.

S čím na to?

Samozřejmě s přístrojem a příslušenstvím speciálně ke zkouškám odrhové pevnosti navrženými a vybavenými. Prvním úkonem je provedení vývrtní (někdy nazývaným předvrtem či návrtem) do potřebné hloubky jádrovým vrtákem a to tak, aby vývrt byl co nejpřesnější, tedy odvrtaná spára co nejtenčí a v celé hloubce stejná. Toho se dosáhne jednak použitím vrtáku (obvykle diamantového) určeného pro daný materiál, jednak použitím speciálního zařízení k vývrtní. To musí zajistit, aby vyvrtávání probíhalo po celou dobu vrtání ve stejné stopě, tedy aby bylo zajištěno, že nedojde během vrtání k postrannímu posuvu vrtáku, dále, aby vrták pokud jde o tvrdé materiály, byl stejno-



dostatečným přísunem vody a konečně, aby podle druhu vrtačku i vrtačného materiálu byly jeho otáčky přiměřené. Z uvedené to například plyne, že v žádném případě nelze vývrt řádně provést tzv. z ruky, bez chlazení (ve většině případů) a s vrtačkou bez možnosti měnit otáčky. Před další přípravou zkoušek je třeba povrch dobře mechanicky očistit a, pokud vrtní probíhalo za mokra, vývrt a zkoušené těleso řádně, ale rozumnou teplotou, vysušit. Lze použít s výhodou např. horkovzdušné pistole, nicméně je třeba úzkostlivě dbát na to, aby teplota horkého vzduchu nepřekročila kritickou teplotu vysušeného materiálu, nad níž již dochází k nevratným chemickým nebo strukturálním změnám. Na vysušený a očištěný povrch vývrtu nalepí se pak, znovu zdlázněno vhodným lepidlem, zkušební terč. Vrstva lepidla by měla být co nejslabší a případné přetoky lepidla na okrajích musí být ještě v čerstvém stavu důsledně odstraněny. Zejména je třeba dbát na to, aby lepidlo nevtéklo do svrtané spáry. Po úplném vytvrzení (které je různé podle druhu lepidla a je udáno jeho výrobcem, také ovšem v závislosti na podmínkách okolí), které by mělo probíhat za mírného tlaku (tedy s terčí zatíženými přiměřeným závažím), dochází konečně k osazení zkušebního zařízení a uchycení zkušebních terčů k němu. Zde je nutné, aby pokud

Naopak, přesný opak této koncepce je smysluplný: čím blíže bude opěrná plocha (nebo body) k terči, tím přesnější bude měření, neboť působící síla bude působit s větší jistotou kolmo ke stykové ploše terče s podkladem. Mírná nerovnost (nehorizontálnost) povrchu přitom nijak nevádí. Je samozřejmé, že obě řešení musí vyvozovat sílu na terč přes funkční kloubové uložení, o tom není pochyb. Druhé řešení přináší ihned další výhodu: celé zařízení se stává významně lehčí, operativnější, snadněji manipulovatelnější a ovladatelnější. Nezbytné je, aby vyvozovaná síla byla měřena elektronicky. Mechanické měření např. hodinkovými indikátory je nepřesné a vždy bude, i když budou deklarovány sebejistější kontrolní ručičky hodiněk. Domněnka, že lze získat přesný výsledek tímto způsobem je a zůstane pouhou iluzí. Rychlost zatěžování při ručním zatěžování musí být nějakým způsobem měřena a zřetelně indikovatelná. To lze zajistit opět pouze elektronicky. Při zatěžování elektrickým motorem je pak nezbytná zpětná vazba, bez které nelze zabezpečit v průběhu celého měření přesnou hodnotu rychlosti zatěžování. To je opět možné jen elektronicky. Ideálem je, aby bylo možno veškeré informace o mnoha zkouškách provedených v terénu (na stavbě), kde obvykle nejsou nejlepší podmínky pro úřadování, nechat uloženy v měřící jednotce a pracovat s nimi později, v příjemných podmínkách své kanceláře.

notce lze použít kdykoli ze sílových moduliací zatěžovací jednotky, vztahující však nově přecpřehováním celé soustavy.

Přístroj OP2/X (obr. 2) je vybaven v základním provedení komplexní měřicí a řídicí jednotkou s plastovým pouzdrím, která umožňuje specifikovat volitelné parametry zkoušky, jako je průměr kruhového terče nebo plocha terče jiného tvaru, rychlost zatěžování, zobrazení síly nebo napětí na barevném mnohoočárkovém displeji, grafické zobrazení skutečné a zvolené rychlosti zatěžování (podle něhož lze velice citlivě reagovat při ručním zatěžování) a dále určává řadu



Obr. 2: Přístroj OP2/X ovládaný ručně převodovkou

A konečně. Máme řešení?

Nestává se to nejčastěji, ale máme. Úsilím zkušených pracovníků společnosti COMING Plus a.s. byl vyvinut, zkonstruován, mnohonásobně vyzkoušen a nyní je již běžně vyráběn odtrhový přístroj OP ve třech verzích lišících se komfortem a doplňkovým vybavením. Přístroje jsou však konstruovány tak, že lze začít s nejjednodušším přístrojem a postupně jej doplňovat a vybavovat se dalším příslušenstvím až k nejkompaktnější verzi.

Přístroj OP 1/X (obr. 1) je nejjednodušší, lehce přenosný, ale zajišťující dvě nejdůležitější funkce: umožňuje měřit napětí (na displeji v MPa pro terč o průměru 50 mm) při rostoucím i klesajícím zatížení stejně jako určit a zaznamenat napětí při porušení a dále zvukově indikuje rychlost zatěžování 100 N/sec. K dalším funkcím přístroje patří samozřejmě varování před přetížením a vybitím baterie. X ve zlomku označení přístroje určuje silový rozsah, postupně 3; 7; 11; 15 a 25 kN (označení 0, 1, 2, 3, 4), což odpovídá pro neobvyklejší průměr terče 50 mm napětí ca 1,5; 3,5; 5,5; 7,5 a 12,5 MPa. Zatěžovací část přístroje OP 1 je shodná se zatěžovací částí ostatních verzí přístrojů a zatěžování lze vyvozovat buď ručně vrtadlem (základní vybavení), nebo ručně prostřednictvím převodovky. Do základní výbavy patří deset terčů průměru 50 mm, dva terče průměru

dalších potřebných hodnot, vztahujících se ke zkoušce, jako datum a čas měření (s časovou základnou řízenou ICF signálem s přesností jedna miliontina vteřiny za sto let), pořadové číslo měření (v rozsahu 1 až 100). Měřicí jednotka umí podle volby komunikovat v českém nebo anglickém jazyce a pracovat s metrickými nebo anglickými jednotkami. Samozřejmostí je i varování před přetížením, stejně jako údaj o okamžité úrovni nabití akumulátoru. Všechny potřebné údaje o každé zkoušce jsou uvedeny na displeji a zachovány v paměti přístroje, nezávisle na zdroji proudu. Tyto údaje o každé v paměti uložené zkoušce lze vyvolat na displeji, nebo grafické formě kdykoli (na místě zkoušení) po připojení minitiskárny (doplňková výbava), či konečně po připojení k počítači získaná data uložit a zpracovat kdykoli později libovolným způsobem. Zabudovaný akumulátorový zdroj vystačí pokryt bez dobíjení nejméně 100 kompletních měření. V základním vybavení tohoto typu přístroje je integrovaný dobíjecí člen měřicí jednotky, 5 terčů průměru 50 mm, po jednom terči průměru 75, 100, 125 a 150 mm, adaptéry pro terče průměru 75 a 100 mm, 125 a 150 mm a adaptér pro kruhové nebo čtvercové terče průměru 50 mm větší tloušťky, menovítě 10 mm, adaptér pro měření na svíslých

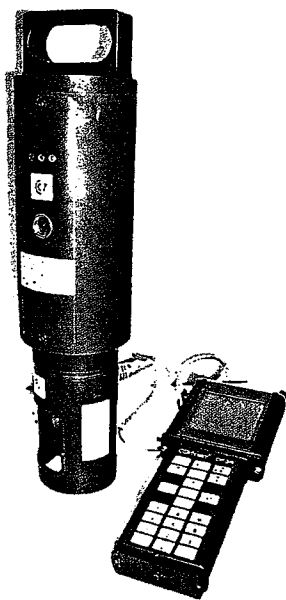


Obr. 1: Přístroj OP1/X ovládaný ručně vrtadlem

možno působící síla byla kolmá ke styčné ploše terče s vyšetřovaným materiálem nebo systémem. Často se objevuje v praxi nepřilíš odborně podložený názor, že by přístroj měl stát na jakési podložce co největších rozměrů, opřených třemi výškově aretovatelnými body (nožičkami) o podklad, aby bylo dosaženo (jde-li ovšem o zkoušku na horizontálním povrchu) perfektně horizontálního postavení podložky a tím perfektně vertikálního postavení zkušebního přístroje (a tedy i působení síly). Zastáncům tohoto názoru poněkud uniká, že zkušební terč a jeho podklad, vzdálený značně od podpor přístroje, může být významně nerovnoběž-



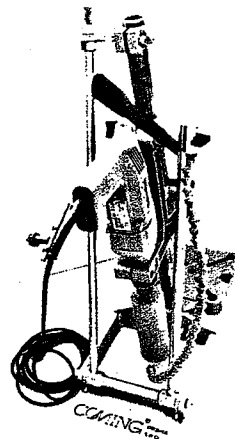
měřicí jednotky. Základní zatěžovací systém u tohoto typu je nicméně stabilní, lze však použít jak ruční převodovky, tak akumulátorový motor s kapacitou až 100 měření (tj. obou doplněk). Pro jehož zapojení a řízení se zpravidla využívá je měřicí jednotka opatřená. Zatěžovací rozsahy jsou obdobné jako u přístroje OP 1, na měřicí jednotce jsou nastavitelné a jednotlivé silové modifikace se liší pouze typem zatěžovací jednotky. Při změně silové modifikace



Obr. 3: Přístroj OP3/X s ručně ovládaným akumulátorovým motorem

(zatěžovací jednotky) je přirozené natěně provést nové přetěžování soupravy.

Přístroj OP3/X (obr. 3) obsahuje v základním provedení kromě výhavy přístroje OP2/X téměř všechny další doplňky, jako je např. ruční převodovka (s klíčkou), akumulátorový motor s nabíjecím zdrojem, minitiskárna s nabíjecím zdrojem, ale ještě další adaptér pro měření na silně nerovných površích k zajištění vertikálního postavení zatěžovací jednotky. Tento poslední doplněk je sice objektivně zbytečný (jak vysvětleno shora), nicméně uspokojí ty experimentátory, kteří jeho použití pokládají za nezbytné. Měřicí jednotka, která je uložena v hliníkovém pouzdře, je vybavena stejným softwarem jako měřicí jednotka přístroje OP2/X, v dalším inovovaném typu se však počítá s doplňkovým vybavením, které dále zlepší komfort užití. Klávesnice bude vybavena číselnou stupnicí s možností alfanumerického přepnutí (podobně jako u mobilních telefonů), aby bylo možno nejen využít základní statistický software v jednotce vložený, ale i zapisovat k jednotlivým měřením poznámky např. o umístění měřeného místa, o způsobu porušení (k tomu bude též sloužit speciální zabudovaná stupnice), takže veškeré údaje o každém měření budou soustředěny na jednom místě a experimentátor nebude potřebovat žádné další pomůcky (zápisník, psací potřeby atd.). Základní vybavení tohoto přístroje je ještě doplněno soupravou lepidel 5x6 g na



Obr. 4: Zařízení k zajištění dokonalého vývrtu akrylátové bázi (souprava stačí k přilepení nejméně tří terčů průměru 50 mm).

Ke všem třem přístrojům patří, a je pro správné provedení zkoušky nezbytné, zařízení na provedení bezchybného vývrtu. Takové zařízení musí být stabilní, musí mít možnost proměny otáčkové a zařízením na kontinuální chlazení terčů. Takové zařízení, které se v praxi všoborně osvědčilo pro svou jednoduchost a stabilitu, je rovněž k přístrojům dodáváno jako zvláštní příslušenství (P 29) (obr. 4).

Časopis pro design a umění Keramika a sklo

V září roku 2001 bylo obnoveno vydávání časopisu Keramik pod novým názvem KERAMIKA SKLO, časopis pro design a umění. Je určen nejen pro výrobce a uživatele dekorativní, umělecké a užitkové keramiky, ale i pro prezentaci produktů z dalších příbuzných uměleckých a designerských odvětví, pracujících se sklem, kovem nebo jinými materiály.

Náklad časopisu v rozsahu minimálně 3000 výtisků je distribuován prostřednictvím sítě novinových stánků po celé ČR, síti vybraných prodejen keramiky a dále adresně mezi výrobce a prodejce ve zmíněných oborech, do škol, galerií a všem ostatním zájemcům, formou předplatného, a to i v zahraničí. Časopis je prezentován také na oborových výstavách v České republice. Naplní periodika jsou informace pro výrobce (o surovinách, technologickém vybavení pro výrobu, příslušných technologických postupech) i pro konečného spotřebitele (o konkrétních produktech, současném českém i zahraničním designu, galeriích, zajímavých výstavách atd.).

Objednejte si předplatné!

APC s.r.o., Ak. Heyrovského 1178
500 03 Hradec Králové
tel.: 049/52 10 802-3, fax: 049/52 10 804
keramik@vaga.cz, www.vaga.cz



Keramika a sklo