

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební

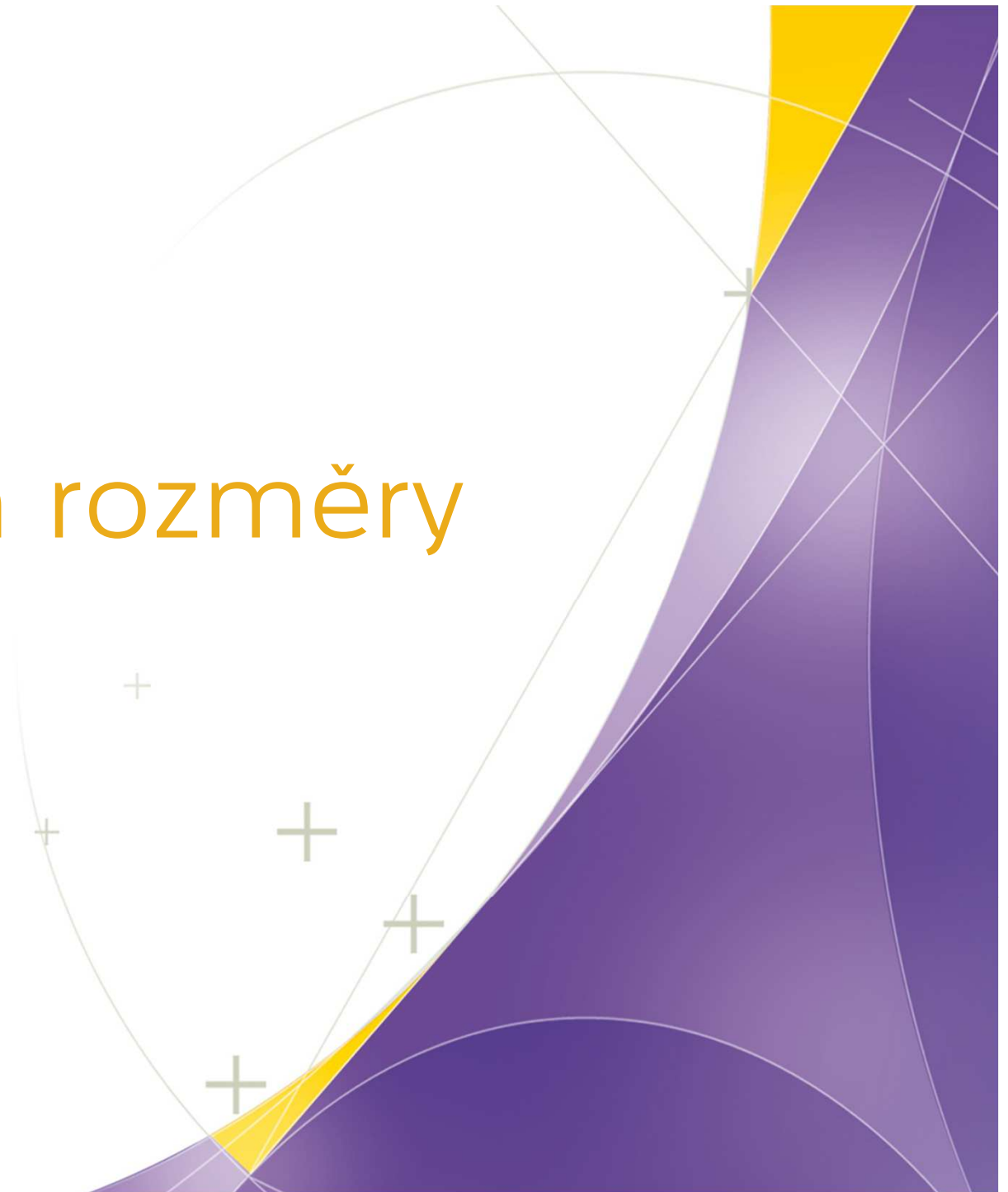


Zkoušení cihlářských výrobků



1

Vzhled a rozměry





Zjišťování vzhledu a rozměrů

ČSN 722602

Vizuálně zjišťujeme:

- vzhled,
- tvar,
- začouzení,
- trhlinky,
- množství zlomků,
- poškození ploch, hran a rohů.



Zjišťování vzhledu a rozměrů

Měří se:

- Jmenovité rozměry (tři stanovení na jednom vzorku a vypočítá se průměr), kolmost hran, rovinnost čel, hran a ploch, nepřesnosti dosedu, prohnutí, zploštění.
- Zkoušky se vykonávají na 10 vzorcích. Vzorkem se rozumí hotový výrobek.
- Délky se měří s přesností na ± 1 mm.

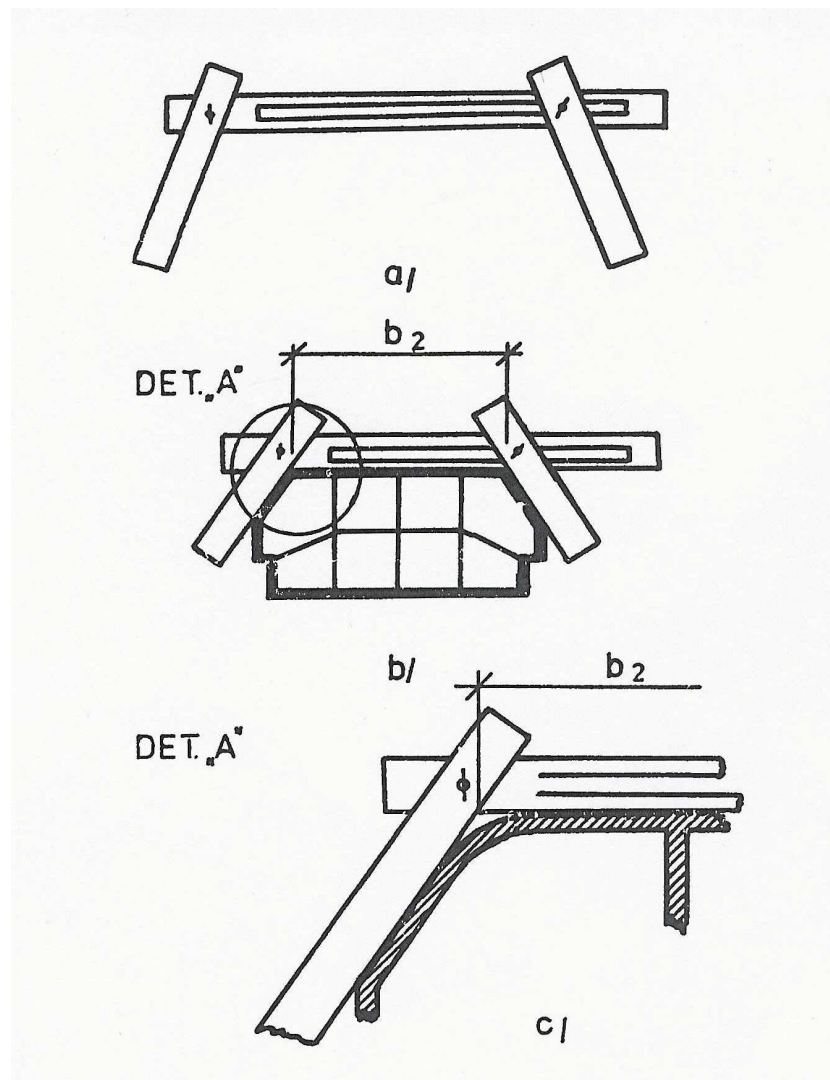


Zjišťování vzhledu a rozměrů

Zjišťování rozměrů

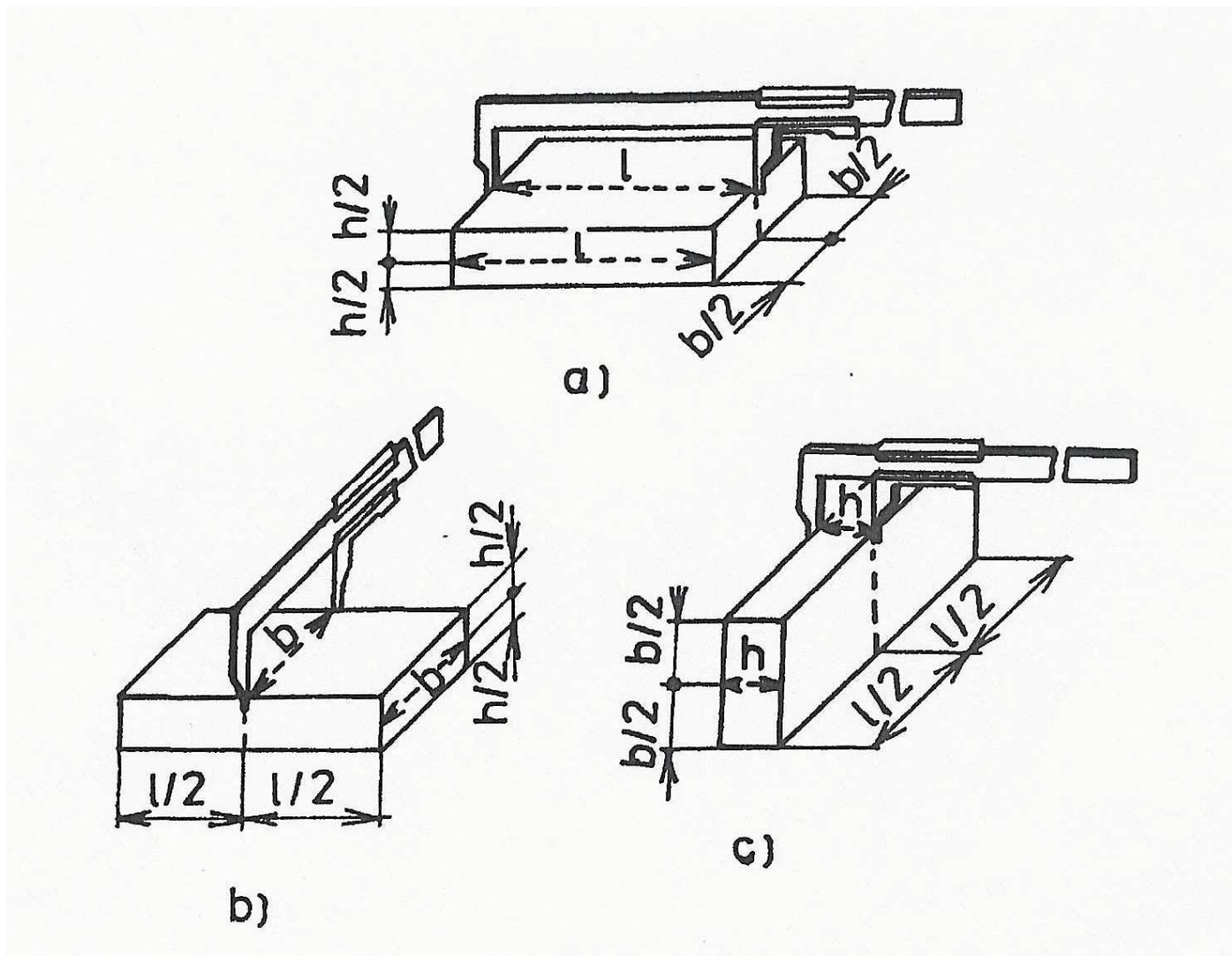
- Před měřením se na vzorcích odstraní případné výčnělky, výstupky apod., které by překážely měření.
- Základní rozměry (délka, šířka, tloušťka) se měří na čtyřech plochách vzorku vždy na spojnici středů protilehlých hran.
- U výrobku se zaoblenými hranami se příslušný rozměr zjišťuje pomocí speciálního přípravku zobrazeného níže.
- Rozměry se určují pro každý vzorek samostatně zprůměrováním jednotlivých rozměrů a s přesností 1 mm.

Zjišťování vzhledu a rozměrů



Zjišťování rozměrů u výrobků se zaoblenými hranami.

Zjišťování vzhledu a rozměru

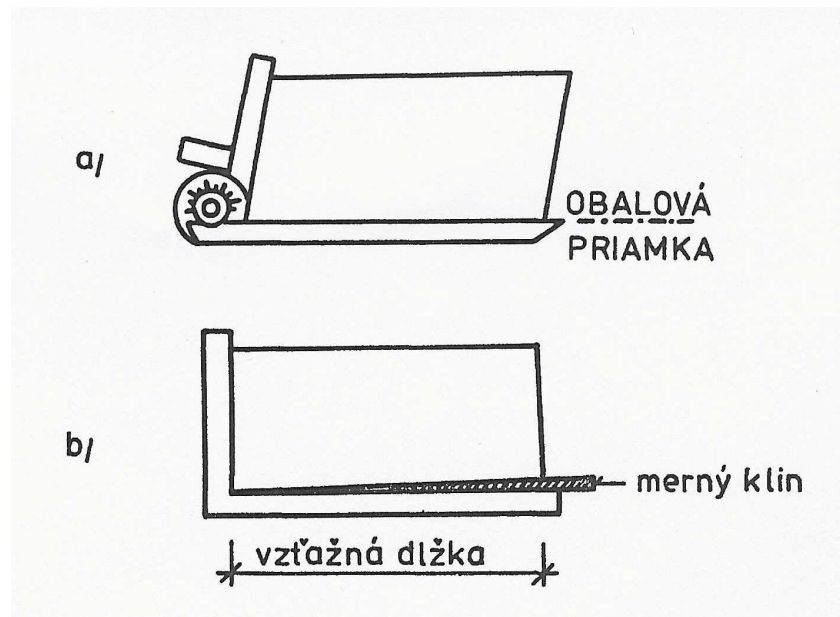


Zjišťování rozměrů cihlářských výrobků

Zjišťování vzhledu a rozměrů

Kolmost

- Kolmost hran se měří pomocí úhloměru nebo úhelníku a měrného klínu.

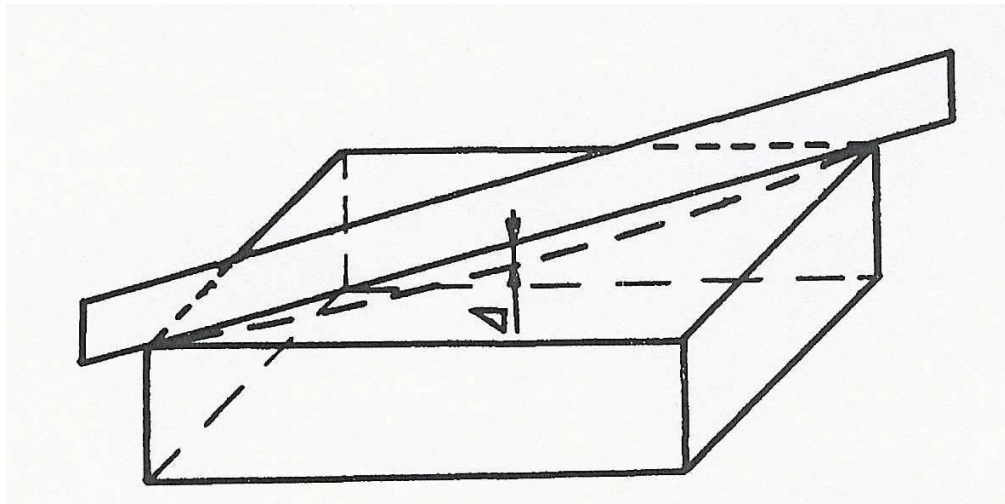


- Odchylka od kolmosti při použití úhloměru se udává v úhlových stupních a minutách zaokrouhlených na 10'

Zjišťování vzhledu a rozměrů

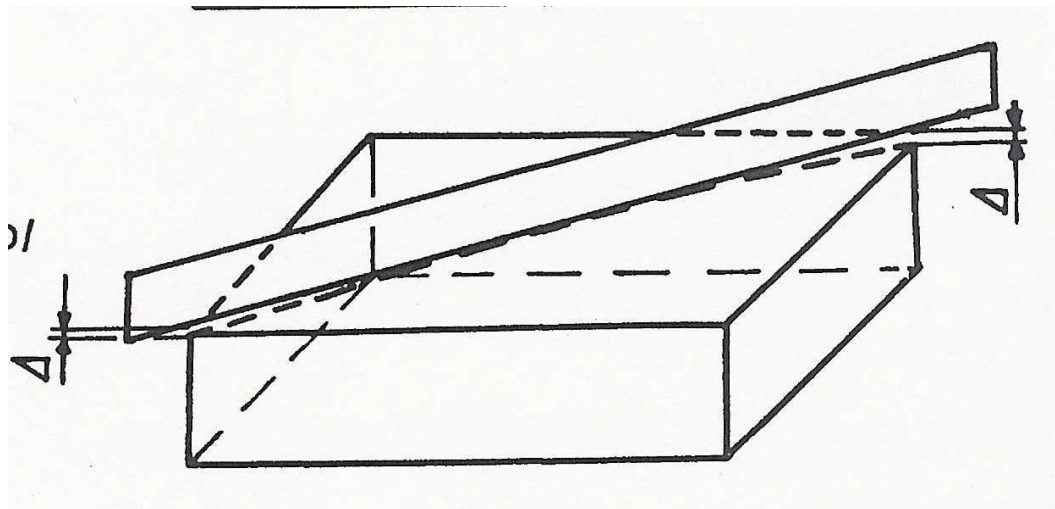
Rovinnost hran a povrchu, nepřesnost dosedu a přehnutí

- Zakřivení se určuje na každé ploše dvakrát ve směru úhlopříček.
- Konkávní zakřivení (přehnutí) se na ploše zjišťuje přiložením hrany rovného kovového pravítka ve směru úhlopříčky. Měrným klínem se odměří největší vzdálenost mezi povrchem vzorku a pravítkem



Zjišťování vzhledu a rozměrů

- Konvexní zakřivení (vyklenutí) ploch se měří ve směru úhlopříček.
- Kovové pravítko se položí hranou na vrchol vyklenutí a podkládá se s obou stran měrnými klínky tak, aby vzdálenost plochy od hrany byla v obou rozích stejná.
- Zjištěná hodnota určuje velikost zakřivení.
- Udává se maximální hodnota zakřivení





Zkoušení cihlářských výrobků

Rovinnost hran

- Zjišťuje se podobně jako rovinnost ploch.
- Hrana pravítka se přikládá na měřenou hranu
- Zakřivení se zjišťuje na každé hraně

Poškození ploch hran a rohů

- Na povrch vzorku se přiloží ocelové pravítko. Kolmo na pravítko se přiloží měřicí ocelová jehla, jejíž hrot se dotýká nejhlubšího místa poškození.
- Vzdálenost spodní hrany pravítka od hrotu jehly udává hloubku poškození
- Výsledkem měření je maximální naměřená hodnota zjištěná a počet poškození na vzorku.



Zjišťování vzhledu a rozměru

Trhlinky

- Za délku trhlinky se považuje nejkratší vzdálenost mezi začátkem a koncem
- Délka trhlinky se zjišťuje pomocí ocelového měřidla se zešíkmenou hranou nebo posuvným měřítkem
- Šířka trhlinky se zjišťuje měřicí lupou a udává se s přesností $\pm 0,1$ mm. Za šířkou trhlinky se považuje největší naměřená hodnota
- Hloubka trhlinek se zjišťuje měrnou jehlou, pokud to šířka trhlinek umožňuje.
- Za hloubku trhlinky je považována největší naměřená hodnota



Zjišťování vzhledu a rozměru

Začouzení

- Začouzení se posuzuje na vzorcích vizuálně ze vzdálenosti 2 m při denním, rozptýleném světle.
- Na vzorcích nesmí být z této vzdálenosti viditelné začouzení, resp. náznaky začouzení.
- Pokud jsou na vzorcích viditelné stopy začouzení, je potřeba na těchto místech otřít bílý papír o vzorek.
- Pokud na papíru zůstanou viditelné stopy po sazích nebo dýmu, vzorek se hodnotí jako začouzený.

2

Fyzikální vlastnosti





Zjišťování hmotnosti, objemové hmotnosti a nasákavosti

ČSN 722603

- Hmotnost a objemová hmotnost výrobku se zjišťuje na 10 vzorcích.
- Nasákavost a objemová hmotnost střepu se zjišťuje na 5 vzorcích.
- U velkých vzorků se nasákavost a objemová hmotnost zjišťuje na části výrobku.



Zjišťování hmotnosti, objemové hmotnosti a nasákavosti

Hmotnost

- Vzorky se vysuší v sušárně při teplotě 105 - 110°C do ustálené hmotnosti, tj. na hmotnost, která se při dalším, minimálně 6 hodinovém sušení, nezmenší o víc jak 0,1% hmotnosti
- Po ochlazení v suchém prostředí na pokojovou teplotu se vzorky zváží
- Výsledek je průměr hmotností 10 vzorků



Zjišťování hmotnosti, objemové hmotnosti a nasákavosti

Objemová hmotnost

- Odvážené vzorky dle ČSN 72 2603 se změří dle ČSN 72 2602
- Ze zprůměrovaných vnějších rozměrů se vypočítá objem výrobku včetně otvorů.
- Vypočítá se objemová hmotnost dle vztahu:

$$\rho_v = \frac{m}{V} * 1000 \text{ [kg.m}^{-3}\text{]}$$

- Kde
m - průměrná hmotnost výrobků v g
V - průměrný objem výrobku v cm³
- Objemová hmotnost výrobku se uvádí v kg.m⁻³



Zjišťování hmotnosti, objemové hmotnosti a nasákavosti

Objemová hmotnost střepu

- Objemová hmotnost střepu se zjišťuje současně s nasákavostí na 5 stejných vzorcích
- Navíc se nasáknuté vzorky ještě odváží ve vodě
- Při vážení se používá převařená pitná voda o teplotě $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Závěs ponořený ve vodě je třeba vynulovat
- Před vážením je třeba odstranit všechny vzduchové bubliny. Vzorek se při vážení nesmí dotýkat stěn nebo dna nádoby

Zjišťování hmotnosti, objemové hmotnosti a nasákavosti

- Objemová hmotnost se vypočítá ze vztahu:

$$\rho_{vč} = \frac{m_s}{m_n - m_{nw}} * 1000 \quad [\text{kg.m}^{-3}]$$

- Kde
 - m_s - hmotnost vysušeného vzorku v g
 - m_n - hmotnost nasáknutého vzorku v g
 - m_{nw} - hmotnost nasáknutého vzorku váženého ve vodě v g
- Objemová hmotnost výrobku se uvádí v kg.m^{-3}



Zjišťování hmotnosti, objemové hmotnosti a nasákavosti

Nasákavost

- Nasákavost se udává v % hmotnosti vysušeného vzorku a slouží na posouzení schopnosti cihlářských výrobků přijímat vodu.
- Pět vysušených a zvážených vzorků se postaví svou nejmenší plochou do nádoby naplněné destilovanou nebo pitnou vodou tak, aby se vzorky vzájemně nedotýkali a hladina vody byla alespoň 50 mm nad povrchem vzorků.
- Voda v nádobě se v průběhu 1 hodiny uvede do varu, ve kterém se udržuje po dobu 4 hodin
- Po skončení varu se vzorky nechají dalších 16 až 24 hodin ve vodě.
- Vzorky se následně vyjmou z vody, povrchově osuší vlhkou tkaninou a do 5 minut od vyjmutí z vody se zvaží



Zjišťování hmotnosti, objemové hmotnosti a nasákavosti

- Nasákavost se vypočítá dle vztahu:

$$NV = \frac{m_n - m_s}{m_s} * 100 \text{ [\%]}$$

- Kde
 m_n - hmotnost nasáknutého vzorku
 m_s - ustálená hmotnost vysušeného vzorku
- Výsledkem zkoušky je aritmetický průměr z pěti vzorků vyjádřený v procentech

3

Mechanické vlastnosti

(praktická zkouška v laboratoři)





Stanovení mechanických vlastností

ČSN 722605

Podle této normy se zjišťuje:

- Pevnost v tlaku
- Pevnost v tahu za ohybu
- Únosnost



Stanovení mechanických vlastností

Úprava vzorků:

- Vzorky se zkoušejí buď ve vysušeném nebo nasáknutém stavu
- Zatížení působí kolmo na ložnou plochu
- Vzorky se zatěžují až do celkového porušení
- Rychlost zatížení udává ČSN 722605 dle jednotlivých výrobků
- Mechanické vlastnosti se zjišťují na 5 vzorcích
- Vzorkem je zásadně hotový výrobek
- Před zkouškou se zjistí všechny potřebné rozměry



Stanovení mechanických vlastností

Úprava vzorků:

- Vzorky musí celou stykovou plochou doléhat na podpěry a lámací válečky.
- Proto se vkládá mezi stykové plochy vzorku a podpěry 5 mm hrubá vložka šířky min. 20 mm a potřebné délky z gumy tvrdosti 50 ± 5 Shore A.
- U zakřivených vzorků je třeba stykové plochy vyrovnat cementovou maltou
- Tlačné plochy musí být rovinné a vzájemně rovnoběžné
- Tlačné plochy se upravují zbroušením nebo vyrovnáním cementovou maltou



Stanovení mechanických vlastností

Pevnost v tlaku

- Pevnost v tlaku je určena poměrem:

$$\sigma_{pd} = \frac{F}{A} \text{ (MPa)}$$

- kde F síla potřebná k porušení vzorku v N
 A tlačná plocha vzorku v mm²



Stanovení mechanických vlastností

Pevnost v tahu ohybem

- Vzorek se osadí na dvě podpěry rovné nebo širší než vzorek
- Podpěry se osadí cca 25 mm od kraje vzorku
- Zatížení se přenáší přes tlačný váleček umístěný uprostřed osově vzdálenosti podpěr
- Pevnost v tahu za ohybu se vypočítá:

$$\sigma_{po} = \frac{3 * F * l}{2 * b * h^2} \text{ (MPa)}$$

- Kde F síla potřebná k porušení vzorku v N
l osová vzdálenost podpěr v mm
b šířka vzorku
h výška vzorku



Stanovení mechanických vlastností

Stanovení pevnosti zdících prvků a malty pomocí Kučerovy vrtačky

- Speciální upravená AKU vrtačka s nástavcem.
- Vnitřní pružinový mechanismus zajišťuje definovaný přítlak.
- Celkem 4 stupně vrtání podle druhu zkoušeného materiálu.
- Vrtá se vždy pomocí kalibrovaného vrtáku
- Před započetím zkoušky je vhodné provést ověření správné funkce přístroje na referenčním vzorku

Výběr zkušebních míst

- Volíme tlačené prvky
- Odstranění omítky na ploše cca 200 x 150 mm.
- Při zkoušce malty se malta vyškrábe v jedné ložné spáře cca 20 mm za líc zdiva.



Stanovení mechanických vlastností

Postup zkoušky u malt

- Při použití obecných kalibračních vztahů se nástavec nastaví na stupeň 1.
- Při použití specifických kalibračních vztahů se nastavení provede na stupeň, který byl použit při kalibraci pro daný materiál.
- Tři vrty ve vzájemných rozstupech cca 40 mm a minimálně 50 mm od případné hrany zdiva.
- Hloubka vrtu se změří hloubkoměrem
- Neliší-li se hloubka dílčího vrtu od průměru všech tří vývrtů o více než 30%, považuje se měření za platné.



Stanovení mechanických vlastností

Postup zkoušky u zdiva

- Při použití obecných kalibračních vztahů se nástavec nastaví na stupeň 2.
- Při použití specifických kalibračních vztahů se nastavení provede na stupeň, který byl použit při kalibraci pro daný materiál.
- Tři vrty ve vzájemných rozstupech cca 30 mm a minimálně 40 mm od případné hrany zdiva.
- Hloubka vrtu se změří hloubkoměrem
- Neliší-li se hloubka dílčího vrtu od průměru všech tří vývrtů o více než 30%, považuje se měření za platné.



Stanovení mechanických vlastností

Vyhodnocení

- Spočte se aritmetický průměr ze tří platných měření a zaokrouhlí na 1 mm.
- Informativní hodnota R_{mo} se stanoví v závislosti na zjištěné hloubce vrtu d_m z obecného kalibračního vztahu v příloze k zařízení.
- Takto získaná pevnost se považuje za ekvivalent jedné hodnoty pevnosti zdícího prvku/malty získané klasickou destrukční zkouškou.
- Upřesněná hodnota pevnosti malty $R_{mo,p}$ se stanoví za pomoci specifického kalibračního vztahu, vypracovaného pro maltu určitého složení a zpracování.
- Upřesněná hodnota pevnosti zdícího prvku $R_{co,p}$ se stanoví za pomoci specifického kalibračního vztahu, vypracovaného pro konkrétní druh zdícího prvku.



Stanovení mechanických vlastností

Vyhodnocení

- Pevnost malty/zdícího prvku se určí ze vztahu:

$$R = R_m - t_n \times S_r \quad [MPa]$$

- Kde R_m je výběrový průměr vyšetřované pevnosti zjištěný na „n“ zkušebních míst
 S_r výběrová směrodatná odchylka
 t_n součinitel pro odhad dolní hranice konfidenčního intervalu průměru, stanovený s pravděpodobností $P=0,9$. Hodnoty tohoto součinitele jsou uvedeny v tabulce 1 v příloze k zařízení.
- Pro výběrový průměr \bar{x} a výběrovou směrodatnou odchylku S_x platí tyto vztahy

Stanovení mechanických vlastností

Vyhodnocení

- Pro výběrový průměr \bar{x} a výběrovou směrodatnou odchylku S_x platí tyto vztahy:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$S_x' = \frac{1}{n-1} \sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

- Jestliže se pevnost malty nebo zdících prvků určuje pevnostní značkou dle ČSN 73 1101, stanoví se tato pevnost jako nejblíže nižší hodnota pod pevností zjištěnou touto metodou.

Stanovení mechanických vlastností



Cihelné zdivo po odebrání jádrového vývrtu a provedení zkoušek Kučerovou vrtačkou

Stanovení mechanických vlastností



Jádrový vývrt z cihelného zdiva

Stanovení mechanických vlastností



Jádrové vývrty z cihelného zdiva

Stanovení mechanických vlastností



Vzorky pro zkoušení pevností cihelného zdiva vyřezány z jádrových vývrtů

4

Cicváry





Stanovení výskytu cicvárů

ČSN 72 2607

Cicváry jsou zrna vápenatých sloučenin vyskytujících se jako škodlivina v cihlářských zeminách, které po vypálení ve styku s vlhkostí mohou nepříznivě ovlivnit jakost a použitelnost cihlářských výrobků.

Za škodlivý se považuje cicvár, pokud nastane některý z těchto případů:

- a) Změna vzhledu větší než připouští příslušná norma
- b) Snížení průměrné pevnosti nebo únosnosti o 20%
- c) Nevyhovující průsak



Stanovení výskytu cicvárů

Postup zkoušky

- Výskyt cicvárů se zkouší na 5 vzorcích
- Vzorkem je vždy celý výrobek
- Vzorky před zkouškou nemají být vystavené vlhkosti
- Vzorky se prohlídnou a popíšou
- Vloží na rošt do nádoby tak, aby se vzájemně nedotýkali
- Voda pod roštem se za přibližně hodinu přivede do varu
- Nádobu se přikryje víkem
- Voda se udržuje v mírném varu další hodinu
- Vzorek se ponechá další čtyři hodiny v uzavřené nádobě
- Poté se vzorky vyjmou, prohlídnou a popíšou



Stanovení výskytu cicvárů

Vyhodnocení

- Pokud po zkoušce se nevyskytují viditelné změny, výrobek neobsahuje cicvár
- Pokud vzorky vykazují viditelné nepřípustné změny, výrobek obsahuje cicvár - je škodlivý
- Pokud jsou viditelné změny v rozsahu, které příslušná norma připouští, zjistí se na vzorcích pevnost nebo únosnost vysušených vzorků, případně prosákavost.
- Dle výsledku se zhodnotí škodlivost cicvárů

Stanovení výskytu cicvárů



Ukázka výskytu cicvárů

Stanovení výskytu cicvárů



Ukázka výskytu cicvárů

5

Výkvněty





Stanovení náchylnosti na tvorbu výkvětů

ČSN 72 2608

Cílem zkoušky je zjistit, zda výrobek neobsahuje výkvětotvorné soli, které způsobují nežádoucí zbarvení, případně můžou narušit soudržnost výrobku s omítkou nebo samotného střepu

- Metoda A - je určena pro režné zdivo a obklady
- Metoda B - je určena pro ostatní výrobky



Stanovení náchylnosti na tvorbu výkvětů

Postup zkoušky - metoda A

- Zkouška se provádí na 5 vzorcích
- Očištěný vzorek se uloží svou největší plochou do samostatné misky
- Na dno se nalije destilovaná voda tak, aby přesahovala o 5 mm spodní okraj vzorku.
- Destilovaná voda vzlíná do vzorku tak dlouho, až horní plocha vzorku je celá prosáknutá
- Hladina vody se udržuje na původní úrovni postupným doléváním



Stanovení náchylnosti na tvorbu výkvětů

- Po prosáknutí horní plochy se vzorek vyjme s vody a zabalí do polyethylénové folie tak, aby jako odpařovací plocha zůstala volná lícová plocha.
- Velikost odpařovací plochy - na 1 kg hmoty připadá 40 až 50 cm².
- Polyethylenová folie se po obvodě stáhne gumovým páskem.
- Tento vzorek se nechá 14 dní vysušovat v laboratorních podmínkách, tj. 20±5°C a 50-70% vlhkosti.



Stanovení náchylnosti na tvorbu výkvětů

Postup zkoušky - metoda B

- Výrobek se rozdělí na dvě poloviny.
- Jedna polovina se ponoří rozdělenou plochou do samostatné misky a zalije destilovanou vodou tak, aby hladina byla 10 mm nade dnem.
- Vzorky se takto nechají 7 dnů za postupného doplňování vody.
- Pak se vzorky vyjmou a 24 hod. suší v sušárně při 105-110°C.
- Vzorky se pak porovnají s nezkoušenými polovinami.



Stanovení náchylnosti na tvorbu výkvětů

Vyhodnocení

- Pokud se na povrchu vzorku zjistí barevné skvrny, povlaky nebo vysrážené soli, je výrobek náchylný na tvorbu výkvětů
- Pokud je potřeba, udělá se chemický rozbor výkvětů a zjistí se druhy solí, ze kterých se výkvěty skládají

Stanovení náchylnosti na tvorbu výkvětů



Ukázka tvorby výkvětů

Stanovení náchylnosti na tvorbu výkvětů



Ukázka tvorby výkvětů

6

Další zkoušky





Prohlídka dutinových stavebních prvků

Porušení dutinových (nejen) cihlářských výrobků je někdy obtížně zjistitelné.

Pro tyto účely slouží propracovaná laboratorní zařízení:

Videoskop

- Zařízení s ohebnou zaváděcí hadicí a kamerou na jejím konci
- Světelný zdroj
- Joystick k ovládání ohebného konce hadice

Boroskop

- Zrcadlová trubice s možností připojení ke zdroji světla

Více v laboratoři...

Děkuji za pozornost