

Návod do cvičení

EKOPROJEKT Využití alternativních surovin při přípravě cementové malty

Cíl laboratorního cvičení:

Cílem úlohy bude posoudit vliv alternativních surovin na vlastnosti cementové malty.

Pracovní postup:

1. Navrhněte recepturu cementové malty s využitím alespoň 2 alternativních surovin.
2. Stanovte optimální vodní součinitel tak, aby konzistence čerstvé malty (s použitím střešacího stoku) byla stejná jako u referenční směsi.
3. Stanovte objemové hmotnosti čerstvých malt.
4. Vytvořte zkušební vzorky. Minimálně 3 ks zkušebních vzorků (40×40×160) mm od každé receptury a současně aplikujte na vybraný podklad.
5. Po 28 dnech stanovte objemovou hmotnost ztvrdlé malty.
6. Po 28 dnech stanovte dále pevnost v tahu za ohybu a pevnost v tlaku.
7. Dále po 28 dnech zraní stanovte přídržnost cementové malty k podkladu.
8. Zpracujte naměřená data a vytvořte protokol.
9. Vytvořte PP prezentaci představující váš ekoprojekt.

1. **Navrhňte recepturu cementové malty** s využitím alespoň 2 alternativních surovin.
2. **Stanovte optimální vodní součinitel** tak, aby konzistence čerstvé malty (s použitím střešacího stolku) byla stejná jako u referenční směsi – připravte si maltu s požadovaným rozlitím dle normy ČSN EN 1015-3, přičemž množství přidávané vody se stanovuje právě podle této normy.

Principem zkoušky je určení průměru rozlití vzorku čerstvé malty po definovaném počtu úderů střešacího stolku.

Připravíme si: střešací, kovový kužel (výška $60 \pm 0,5$ mm; spodní průměr $100 \pm 0,05$ mm; horní průměr $70 \pm 0,5$ mm), dusadlo z nenasákavého materiálu ($\varnothing \sim 40$ mm, délka ~ 20 mm, hmotnost $0,250 \pm 0,015$ kg) a měřidlo.

Před zkouškou se deska a kužel očistíme a lehce potřeme minerálním olejem. Do středu stolku se postaví kužel, který se naplní maltou ve dvou vrstvách, přičemž každá se zhutní 10 lehkými údery dusadla. Po zarovnání povrchu a očištění desky se kužel po cca 15 s opatrně zvedne. Následuje 15 zdvihů stolku s frekvencí 1 zdvih/s. Průměr rozlivu se změří ve dvou kolmých směrech a uvede se s přesností na 1 mm.

Zkouška se provádí na dvou vzorcích. Pokud jednotlivé hodnoty překročí odchylku 10 % od průměru, zkouška se opakuje. Výsledkem je průměr rozlivu zaokrouhlený na 5 mm.

3. **Stanovte objemovou hmotnost čerstvých malt.**

Objemová hmotnost je dána poměrem mezi hmotností čerstvé malty a objemem nádoby, do níž se vzorek umísťuje.

Metody hutnění:

- vibrační (pro tuhé malty s rozlitím ≤ 140 mm),
- rázová (pro plastické malty s rozlitím 140–200 mm),
- plnicí metoda (pro řídké malty s rozlitím > 200 mm).

4. **Vyrobte zkušební vzorky.** Minimálně 3 ks zkušebních vzorků (40×40×160) mm od každé receptury a současně aplikujte na vybraný podklad.

5. Po 28 dnech stanovte **objemovou hmotnost ztvrdlé malty**.

Objemovou hmotnost určete z poměru hmotnosti vysušeného zkušebního tělesa a jeho objemu, který těleso zaujímá po úplném nasycení vodou a ponoření.

Těleso se suší při 70 ± 5 °C (při organické výplni 60 ± 5 °C), dokud dvě po sobě jdoucí vážení po dvou hodinách nevykazují rozdíl menší než 0,2 %. Hmotnost $m_{s,dry}$ se zaznamená s přesností 0,1 %.

Vzorek se ponoří do vody o teplotě 20 ± 2 °C a nechá se nasáknout, dokud se hmotnost mezi dvěma kontrolami po 15 minutách nezmění o více než 0,2 %. Následně se zváží nasycená hmotnost $m_{s,sat}$.

Pomocí hydrostatického vážení se určí hmotnost $m_{s,i}$ vzorku ponořeného ve vodě. ρ_w je hustota vody v [kg/m³].

Objem se vypočítá ze vztahu

$$V_s = \frac{m_{s,sat} - m_{s,i}}{\rho_w}$$

Objemová hmotnost se pak určí standardním vztahem

$$\rho = \frac{m_{s,dry}}{V_s}$$

Výsledkem je průměr tří měření, uváděný s přesností na 10 kg/m³.

6. Po 28 dnech stanovte dále **pevnost v tahu za ohybu a pevnost v tlaku**.

Pevnost v tahu za ohybu se stanovuje tříbodovým ohybem na trámečcích s rozměry 40 × 40 × 160 mm ze zkoušené malty. Pevnost v tlaku se měří na dvou úlomcích téhož trámečku po ohybové zkoušce.

Pevnost v tahu za ohybu R_f vypočtete dle následujícího vzorce:

$$R_f = \frac{3}{2} \cdot \frac{F \cdot l}{b \cdot h^2}$$

Pevnost v tlaku R_m vypočtete dle následujícího vzorce:

$$R_m = \frac{F}{A}$$

Jednotlivé hodnoty se uvádějí s přesností 0,05 N/mm², průměr s přesností 0,1 N/mm².

7. Dále po 28 dnech zrání stanovte **přídržnost cementové malty k podkladu**.

Přídržnost je definována jako maximální tahové napětí působící kolmo k povrchu malty. Zkušební terč z nerezové oceli o průměru 50 mm se přilepí na povrch malty a pomocí odtrhového zařízení se zatěžuje až do porušení.

Pokud není stanoveno jinak, používá se betonová deska min. 550 × 150 × 50 mm.

Malta se nanáší v tloušťce 10 ± 1 mm, zakryje PE fólií a 7 dní vyzrává v laboratorních podmínkách, poté dozrává na vzduchu.

Do ztvrdlé malty se odvrtají tři kruhové plochy o Ø 50 mm tak, aby došlo k proříznutí minimálně 2 mm podkladu.

Nalepí se zkušební terče a po vytvrzení lepidla se provede odtrhová zkouška.

Přídržnost R_{fu} se určí jako podíl síly potřebné k porušení a plochy:

$$R_{fu} = F / A \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Výsledkem je průměrná hodnota s přesností 0,1 MPa. U každého měření se zaznamená způsob porušení (v lepidle, malte, spoji nebo v podkladu).

8. **Zpracujte naměřená data a vytvořte protokol.**

9. **Vytvořte PP prezentaci představující váš EKOPROJEKT.**

Doporučená literatura:

Zkoušky čerstvých malt se provádí dle platných norem:

- ČSN EN 1015-3 Zkouška konzistence čerstvé malty (s použitím strásacího stolku)
- ČSN EN 1015-9 Stanovení doby zpracovatelnosti a času pro úpravu čerstvé malty
- ČSN EN 1015-6 Stanovení objemové hmotnosti čerstvé malty

Zkoušení ztvrdlých malt se provádí dle norem:

- ČSN EN 1015-10 Stanovení objemové hmotnosti zatvrdlé malty
- ČSN EN 1015-11 Stanovení pevnosti zatvrdlých malt v tahu za ohybu a v tlaku
- ČSN EN 1015-12 Stanovení přídržnosti zatvrdlých malt