

Otázky ke zkoušce – K123 IZMA

1) Vysvětlete pojem otevřená pórovitost. Jakým způsobem mohou otevřené póry vznikat?

- část celkové pórovitosti zahrnující tzv. otevřené póry, tj. póry spojené s povrchem látky či materiálu - otevřené póry mohou vznikat např. únikem plynů během výroby (lehčené materiály), postupným odpařováním (vysušováním) vody z materiálů (beton, omítky, keramika, cementové kompozity), záměrným provzdušněním (lehké betony) a napěněním materiálů (perlit)

2) Rozdělte póry podle velikosti a popište, jakým způsobem se v nich může transportovat voda.

- submikroskopické (ultrkapilární) póry – poloměr $< 10^{-9}$ m, rozměry těchto pórů jsou porovnatelné s rozměry molekul, mohou se zde vytvářet řetězce vody a voda se nemůže těmito pór pohybovat

- kapilární póry – rozměr $10^{-9} - 10^{-3}$ m, voda a plyny se zde chovají jako v soustavě kapilár, pohyb vody je vyvoláván povrchovým napětím (kapilárními silami)

- makropóry a vzdušné póry – již se neuplatňují kapilární síly neboť dutiny (póry) jsou příliš rozsáhlé a převládá vliv gravitace

3) Jaké formy vlhkosti v materiálech rozlišujeme?

- volná voda (vyplňuje velké póry a dutiny)

- fyzikálně vázaná (van der Waalsovy síly)

- kapilární voda (tvoří výplň malých pórů a kapilár)

- adsorbovaná voda (vyplňuje nejmenší póry a pokrývá stěny porézního prostoru)

- chemicky vázaná voda (tvoří součást základní mřížky materiálů, např. jako voda krystalová, sádra – vysoušení, anhydrit)

4) Co je to sorpční izoterma? Nakreslete ji, včetně hysterezního chování.

- parametr akumulace plynné vlhkosti, vyjadřuje závislost mezi obsah vlhkosti v materiálu a relativní vlhkostí okolního prostředí

5) Definujte součinitel propustnosti pro vodní páru. Čím je ovlivněn?

- vyjadřuje schopnost materiálu propouštět vodní páru difúzí

- je závislý na teplotě (se vzrůstem teploty stoupá)

- závislý na rozdílu relativních vlhkostí

- vlhkosti (se vzrůstající vlhkostí se zmenšuje)

- množství, velikosti, otevřenosti či uzavřenosti pórů a na jejich vzájemné propojenosti

6) Vysvětlete pojem ekvivalentní difúzní tloušťka. U jakých materiálů se nejčastěji stanovuje?

- závislá na geometrii (tloušťce) materiálu

- používá se hlavně k vyjádření difúzních vlastností povrchových sanačních omítek, nátěrových úprav – omítek, systémů, parotěsných a difúzně propustných fólií

- fyzikálně představuje vrstvu vzduchu, která by kladla difundujícímu plynu stejný odpor, jako deska daného materiálu $r = \mu \cdot d$

7) Co jsou to tepelně-fyzikální veličiny a tepelně-technické veličiny. Uveďte příklady.

- tepelně fyzikální veličiny – měrná tepelná vodivost, měrná tepelná kapacita, lineární délková teplotní roztažnost - definují přímo vlastnosti a chování materiálů z pohledu stavební fyziky
- tepelně technické veličiny – tepelná jímavost, tepelný odpor vrstvy materiálu, součinitel prostupu tepla - popisují vlastnosti konstrukce v závislosti na jejím geometrickém uspořádání a použitých materiálech

8) Definujte součinitel tepelné vodivosti. Napište rovnici pro tepelný tok.

- vyjadřuje schopnost materiálu vést teplo, udává tepelný výkon, který projde plochou homogenního materiálu o velikosti 1 m² do vzdálenosti 1m při teplotním rozdílu 1K, (W/mK),

$$q = -\lambda \text{grad}T$$

9) Čím je ovlivněna neprůzvučnost jednoduchých stavebních konstrukcí?

- objemová hmotnost materiálů (s jejím nárůstem se zvyšuje také neprůzvučnost)
- rychlost šíření podélných zvukových vln c (resp. na dynamickém modulu pružnosti materiálu v tahu za ohybu E [Pa]) – s poklesem neprůzvučnost vstoupá
- na ztrátovém činiteli η , s jehož nárůstem se zvyšuje neprůzvučnost konstrukce
- neprůzvučnost jednoduchých konstrukcí závisí na jediném konstrukčním parametru – tloušťce konstrukce h

10) Rozdělte hydroizolace podle umístění v konstrukci.

- izolace staveb proti pronikání podzemní vody a vlhkosti, izolace střech, izolace bazénů, nádrží, jímků, izolace tunelů a ražených podzemních staveb, izolace mostů a speciálních konstrukcí

11) Popište modifikované asfalty, způsob a důvod modifikace. Uveďte základní vlastnosti.

- vyrábí se z primárního asfaltu, který je modifikován přidáním elastomerů (kaučuků) nebo plastomerů (termoplasty)
- přidáním těchto látek se podstatně mění termoviskózní a elastoviskózní vlastnosti původního asfaltu, čímž se získávají materiály s lepšími užitelskými vlastnostmi
- modifikací asfaltů se dosáhne širší rozsah plasticke oblasti (zvětšení rozsahu mezi bodem lámavosti a bodem měknutí)
- na rozdíl od oxidovaných asfaltů, které se vyznačují pouze plasticke chováním, asfalty modifikované elastomery vykazují také pružné chování
- vyznačují se také vyšší tažností, větší adhezí, menším stékáním a jsou odolnější vůči stárnutí
- jejich viskozita způsobuje, že oproti klasickým asfaltům jsou hůře zpracovatelné a jejich aplikace vyžaduje přísnější dodržování technologických předpisů
- z elastomerů je dnes nejčastěji používán styren-butadien-styren (SBS, dostatečný modifikační efekt v obsahu 7-15%), označovaný také jako termoplastický kaučuk – pružný (nárůst tažnosti), vyšší bod měknutí,
- z plastomerů je téměř výhradně užíván ataktický polypropylen (APP, 17-35%) – zvýšení bodu měknutí, modifikovaný asfalt je plasticke, lepší odolnost proti UV záření a teplotám, vyšší adheze, nižší cena – osvědčuje se v zemích s teplejším klimatem

Vlastnost	Oxidovaný asfalt	Asfalt modifikovaný APP	Asfalt modifikovaný SBS
bod měknutí KK [°C]	cca 95	cca 135	cca 120
ohebnost za chladu [°C]	0	-5 až -15	až -35
pružnost	žádná	malá	vysoká
průtažnost [%]	2-5	cca 20	> 100

12) Popište a charakterizujte asfaltové hydroizolační nátěrové hmoty.

- asfaltové laky a tmely dělíme na výrobky zpracováváné za horka a na výrobky zpracováváné za studena
- výrobky zpracováváné za horka se musí před použitím zahřát na 150 – 200°C
- asfaltové nátěrové hmoty zpracováváné za studena jsou formovány buď s použitím organických ředidel, nebo jsou vyrobeny jako vodou ředitelné asfaltové emulze či suspenze
- největší skupinu asfaltových výrobků s organickými ředidly představují asfaltové laky – použití jako penetrační laky a součást střešních izolací a hydroizolačních systémů všeobecně, pro zlepšení jejich kvality se někdy používají vysychavé oleje nebo polymerní přísady - zvýšení tažnosti, trvanlivosti a odolnosti, penetrace betonu, omítek, vláknocementových a sádkartonových desek, pro zpevnění podkladu a zlepšení přilnavosti následných vrstev tmelů, lepidel příp. nátěrových hmot, - asfaltové penetrační nátěry lze rozdělit podle vnitřního složení na tři skupiny: asfaltové penetrační laky, asfaltové penetrační emulze a suspenze, horký asfalt

13) Popište princip zkoušení bodu měknutí (KK) asfaltu.

- asfalt nemá definovanou teplotu tání, během ohřevu se postupně mění z látky pevné na kapalnou stejně jako termoplastické hmoty pro porovnání se proto používá postup dle - ASTM – stanovení bodu měknutí metodou kroužek kulička, zkouška je uspořádána tak, že do kovového kroužku je nalit asfalt a po zatuhnutí je na povrch položena ocelová kulička, vše se vloží do, kádinky s kapalinou (u běžných asfaltů se používá glycerin)
- obsah kádinky se postupně ohřívá tak, aby teplota lázně rovnoměrně vzrůstala o 5K za minutu
- postupným měknutím asfaltu dochází účinkem hmotnosti kuličky k průhybu asfaltové vrstvy
- teplota, při níž průhyb dosáhne 25,4 mm, se označuje jako bod měknutí

14) Podle čeho můžeme třídit asfaltové izolační pásy?

- výztužné vložky, druhu a množství krycí hmoty, úpravy horního a spodního povrchu, účelu a vhodnosti použití

15) Popište výztužnou vložku izolačních pásů. Jaké materiály se pro výztužnou vložku používají?

- zajišťuje mechanické vlastnosti izolačních pásů, především pevnost v namáhání v tahu, kterému může být pás vystaven
- materiály nasákavé – jutová tkanina, hadrová či celulózová lepenka
- materiály nenasákavé – skleněné rohože, tkaniny, syntetických vláken, kovové fólie – hliníkové, měděné, nerez ocel

16) Co je to krycí vrstva asfaltových pásů. Popište.

- k vytvoření asfaltového pásu může být použito jednoho nebo dvou různých asfaltů
- je to asfalt, kterým je impregnována výztužná vložka (závisí na typu vložky) a asfalt tvořící spolu s plnivem a dalšími přísadami (proti stárnutí, lepší adheze) krycí vrstvu - zajišťuje tedy vlastní hydroizolační funkci pásu a bývá často upravena pro určitý způsob technologického zpracování (např. navařování, lepení, apod.)

17) Jaké znáte technologické způsoby upevňování asfaltových pásů? Stručně je popište.

- nalepení do horkého asfaltu, lepení za studena (polyuretanová lepidla, použití v požárně nebezpečných prostorech), samolepící pásy, natavování plamenem

18) Popište specifika asfaltových izolačních pásů pro mostní stavby.

- kromě požadavků na vodotěsnost musí pásy odolávat posypovým solím, velkým a náhlým změnám teploty, stárnutí
- vzhledem k zatížení izolačního souvrství brzdnými vodorovnými silami musí pás vykazovat také dostatečnou adhezi k podkladu, smykovou pevnost a schopnost překlenout trhliny v podkladu

- přídržnost k podkladu měřená odtahovou zkouškou za normální teploty by měla být alespoň 0.4 MPa
- nutnost schválení Ministerstvem dopravy ČR a ČD

19) Porovnejte přednosti fóliových hydroizolací v porovnání s asfaltovými pásy.

vysoká pevnost v tahu, vysoká tažnost a dokonalá vodotěsnost - umožňuje izolovat i stavby a konstrukce, u nichž dochází k větším posunům (vlivem teploty, přetvoření konstrukce, jiné objemové změny)

v porovnání s asfaltovými izolacemi mají nižší plošnou hmotnost – usnadnění dopravy, snadnější manipulace, kladení větších dílů

17) Napište vlastnosti PE fólií, z čeho se nejčastěji vyrábí a pro jaké typy konstrukcí se nejčastěji používají?

- pro hydroizolační účely, izolace zemědělských objektů (skladů silážních látek apod.), utěšňování skládek komunálního a průmyslového odpadu, utěsnění sypaných hrází a nádrží, těsnění tunelů, zelené střechy, nádrže pro pitnou a užitkovou vodu
- vyrábí se z etylenu (strukturní jednotkou je metylenová skupina $n \text{ CH}_2 = \text{CH}_2$)
- podle způsobu výroby se získává polyetylen lineární, nebo se silně rozvětvenými řetězci
- rozdíl ve struktuře se silně projevuje v hustotě vyrobeného polyetyleny - dle hustoty poté rozlišujeme nízkohustotní rozvětvený polyetylen LDPE s hustotou kolem 920 kg/m^3 a lineární vysokohustotní HDPE s hustotou okolo 955 kg/m^3
- výraznou slabinou PE výrobků je jejich malá povětrnostní stálost, neboť neupravený PE je velmi citlivý na působení slunečního záření
- povětrnostní odolnost lze zvýšit pomocí stabilizátorů a UV absorbérů, velmi účinná je přísada černého pigmentu na bázi amorfního uhlíku (sazí)
- hoření PE je doprovázeno tavením a odkapáváním – stupeň hořlavosti C3 (lehce hořlavé)

18) Napište způsoby spojování hydroizolačních fólií a stručně je popište.

- lepením (pryžové fólie, PVC)
- svařováním: smí se provádět při teplotách nad $+5^\circ\text{C}$ a při relativní vlhkosti vzduchu max. 85%
 - horkým vzduchem – s přepřátováním (např. PVC)
 - horkým klínem (např. PE-HD)
 - extruzní svařování s přidavným svařovacím materiálem
- studený spoj pomocí rozpouštědel (THF – tetrahydrofuran)

19) Jaké jsou problémy kontaktu mPVC s polystyrenem nebo asfaltovým pásem?

- při těsném kontaktu materiálu na bázi měkčeného PVC s materiálem jako asfalt či polystyren dochází k narušování těchto materiálů vlivem rozpouštědla v mPVC
- destrukce asfaltové hmoty, úbytek polystyrenu – tvarová deformace izolačních desek
- separační vrstva ve formě geotextilie o plošné hmotnosti min. 300 g/m^2
- při návrhu rekonstrukce střechy s PVC je nutné také zateplení polystyrenem separovat – možnost použití minerální vlny, případně kombinace minerální vlny a polystyrenu

20) Popište bentonity a jejich uplatnění jako hydroizolačního materiálu.

- jemnozrnné různě zbarvené jílové zeminy stáří asi 100 mil. let složené především z *montmorillonitu* (50-95%) – vrstevnatý hlinitý vodný křemičitan, má vysoké sorpční schopnosti
 - u bentonitů s vysokým obsahem Na^+ (vysoký obsah montmorillonitu) dochází k největšímu bobtnání
 - bentonity těžené u nás obsahují především kationty Ca^{2+} nebo Mg^{2+} - málo bobtnají – úprava natrifikací (hnětení se sodou za současného zahřívání) – nahrazení kationtů Ca^{2+} nebo Mg^{2+} - získání sodných bentonitů – nasákavost až 700%, bobtnání 12 – 15x
- z hydroizolačního hlediska jsou pro bentonit významné především tyto vlastnosti:
- nízká propustnost pro vodu

- schopnost bobtnat ve styku s vodou, tzn. absorbovat do své molekulární mřížky vodu při současném zvětšení svého objemu
- vysoký měrný povrch a plasticita

21) Definujte základní požadavky kladené na tepelně-izolační materiály.

- dobré tep. iz. vlastnosti, životnost, tvarová stálost, nízká tepelná roztažnost – omezení namáhání vrchních vrstev izolačních systémů, paropropustnost, zvukopohltivost, snadná zpracovatelnost, dobré mechanické parametry, nehořlavost

22) Jaké je chemické složení minerální vlny? Popište modul kyselosti a jeho optimální hodnotu pro rozvlákňování.

SiO₂ 44%, CaO 19%, Al₂O₃ 13%, MgO 11%, Fe₂O₃ 8%

M_k opt. = 1.65

$$M_k = (SiO_2 + Al_2O_3) / (CaO + MgO)$$

23) Co je to parozábrana. Kde se umísťuje a jaký je její zásadní parametr?

- parozábrana je vždy umístěna pod tepelnou izolací nebo mezi tepelnou izolací a zabraňuje proniknutí teplého vzduchu z interiéru do ochlazovaných částí tepelné izolace
- umísťuje se pod krokve vodorovně s okapem a je vyvedena na stěnu
- spoje, prostupy a přesahy parozábrany musí být slepeny páskou k tomuto účelu určenou tak, aby byla zaručena vzduchotěsnost
- hodnotícím parametrem je ekvivalentní difúzní tloušťka, která pro parozábrany musí být rd >100 m (např. Jutafol N 140, Deltafol reflex, Nicobar, apod.) – PVC, PP, kombinace s polyuretanem, reflexní hliníkovou vrstvou apod.

24) Jaké základní faktory ovlivňují spotřebu energie na vytápění?

- způsob vytápění - volba zdroje tepla a topného média
- regulace vytápění
- prostup tepla otvorovými výplněmi - kvalita oken, dveří
- infiltrace spárami výplní - těsnění spár
- poměr otvorových výplní a zdiva
- existence zádveří
- orientace otvorových výplní ke světovým stranám
- volený systém zateplení a tloušťka použitého izolantu

25) Popište základní nedostatku vnitřních tepelně-izolačních systémů. V jakém případě je vhodné vnitřní systémy zateplení aplikovat?

- velké teplotní rozdíly ve zdivu, nebezpečí kondenzace vlhkosti v tepelné izolaci, nelze zcela odstranit tepelné mosty, jsou izolovány pouze dílčí části budov, proto má tento systém většinou menší účinnost, zmenšení akumulace tepla v obvodovém plášti - místnosti rychleji chladnou, zmenšení vnitřního prostoru

26) Popište princip výroby minerální vlny.

- nejčastěji se vyrábí tavením čediče a strusky v kupolové peci při teplotě 1350 – 1450°C (75-80% čediče, 20-25% strusky)
- vznikne tavenina, která se při vytékání na rotující válce změní odstředivou silou na malé kapky, které odlétávají do usazovací komory - kapky lávy se vlivem velké rychlosti natáhnou a tím vznikne jemné vlákno
- do tohoto vlákna se vstříkuje pojivo (temoplastický kopolymer zesíťovaný fenolovou pryskyřicí), vodoodpudivé přísady (hydrofobizační – silikonový olej), lubrikační oleje – zabránění lámání vláken, protiplísňové a další přísady
- vlákno se rovnoměrně usadí na pás a pokračuje do vytvrzovací pece (180 – 220°C), kde se spolu s pojivem a všemi přísadami teplem vytvrzuje

- z vytvrzovací pece vychází pás kamenné vlny přes přítlačné zařízení, které spolu s rychlostí posuvu pásu a intenzitou přísunu vláken zajišťuje požadovanou objemovou hmotnost a tloušťku konkrétního výrobku

27) Jak se vyrábí perlit. Pro jaké aplikace se využívá a jaké jsou jeho základní vlastnosti?

- použití ve stavebnictví jako tepelná a zvuková izolace
- vyrábí se tepelným zpracováním horniny sopečného původu – perlitu, jehož chemické složení a vlastnosti jsou podobné jako sklo
- při teplotách 950 – 1200°C upravená surovina expanduje, objem zrněk se až 10 x zvětší
- výsledný produkt je jemně zrnitý, pórovitý materiál šedobílé barvy ve formě drobných dutých kuliček
- expandovaný perlit je chemicky inertní
- nehořlavý (použitelný až do 900°C)
- odolný mrazu
- objemově stálý a má sypanou hmotnost od 60 do 250 kg/m³
- má velmi nízký koeficient tepelné vodivosti, cca 0.05 Wm⁻¹K⁻¹
- faktor difúzního odporu je roven hodnotě 4,4
- je vysoce nasákový a prašný, proto nemůže být přímo použit na zásypové izolace, ale je zatavován do fóliových obalů a zabudovává se jako tepelně izolační matrace
- jemné druhy experlitu s nízkou objemovou hmotností se používají jako plnivo (perlitbetony, lehčené izolační omítky, protipožární desky, apod.)

28) Popište princip výroby EPS.

- suspenzní polymeraci směsi styrenu a pentanu, kterou se nejprve připravuje zpěňovatelný granulát (zpěňovatelný polystyren – rozměry perlí 0,3 – 2,8 mm), ten má podobu zhruba milimetrových perliček polystyrenu obsahujících 6-7% pentanu
- lehce vroucí pentan (b.v. 37°C) slouží jako nadouvadlo
- předpěňování - zrání a stabilizace - dopěnění a konečné vytvarování
- surovina (perličkový granulát) se ohřeje ve speciálních předpěňovacích strojích, působením syté vodní páry při teplotách v rozmezí asi 80 – 100°C - objemová hmotnost materiálu klesne přibližně z 630 kg/m³ na hodnoty kolem 10 až 35 kg/m³ (výsledná sypaná hmotnost EPS je dána teplotou páry a dobou jejího působení na perle)
- během procesu předpěňování se kompaktní perle suroviny přemění na plastové perle s malými uzavřenými buňkami, které mají uvnitř vzduch
- během zrání v provzdušňovacích silech získávají perle mechanickou pružnost a zlepšuje se vypěnění
- zároveň se perle suší (při chlazení totiž dochází k podtlaku – nutnost vyrovnat)
- v rámci dopěnění a konečného dotvarování se stabilizované předpěněné perle dopraví do forem, kde se na ně znovu působí parou tak, že se perle vzájemně spojí

29) Jakým způsobem se připevňují desky z EPS k podkladu při izolaci plochých střech? Stručně jednotlivé způsoby aplikace popište.

- přenesení sání větru a potlačení rozměrových změn desek pěnového polystyrenu po ploše střechy (zamezení akumulace deformací např. u atik) – lepení za studena, s tepelnou aktivací, za horka, mechanické kotvení, kombinace
- lepení za studena - používá se lepidlo z polyuretanu, nebo asfaltové lepidlo za studena, podklad musí být čistý a suchý, tvoří jej obvykle parozábrana nebo stávající hydroizolace z asfaltových pásů
- lepení na teplem aktivované THERM pruhy nebo speciální asfaltovou krycí vrstvu, lepení do horkého asfaltu – dnes se téměř nepoužívá – možnost poškození EPS

30) Popište postup výroby pěnového skla.

- pěnové sklo se vyrábí ze speciálního aluminio-silikátového skla (střepey, sklářský písek, uhlí)
- po vychlazení je sklo rozemleto na velmi jemný prášek

- tento skleněný prach je při mletí smíchán s ještě jemnějším uhlíkovým prachem
- výsledná směs je v tenké vrstvě rozprostřena do ocelových forem, formy jsou následně zahřáté v tunelové peci na cca 1000°C
- dojde k opětovnému roztavení skleněného prášku a k současné oxidaci částic uhlíku na CO₂
o tento plyn vytvoří drobné bublinky, které až dvacetinásobně zvětší původní objem roztaveného skla a vyplní celou formu, po vypěnění je vzniklý blok pěnového skla zvolna ochlazován z 1000°C na 20°C