

Zařízení pro dávkování aditiv do maltové 3D tiskové směsi

Datum: 31.12.2024

Typ výsledku: G-prot – prototyp

Autoři: FLORIÁN V., VÍCHA D., KREJČÍŘÍK P., ŠKAROUPKA D.

Technický popis:

Zařízení s pracovním názvem „Tisková hlava“ slouží k dávkování aditiv do cementové směsi přiváděné hadicí z míchacího stroje DUO-MIX. Aditivum je následně rozmícháno ve směsi, tak aby byla vytvořena homogenní hmota s požadovanými vlastnostmi. Tato hmota je následně extrudována skrz trysku na požadovanou pozici. Zařízení umí měnit množství dodávaného aditiva a po jednoduché úpravě dokáže také dávkovat až tři různá aditiva. Dále je možné měnit otáčky a směr rotace hřídele s míchacími lopatkami. Zařízení zároveň disponuje třemi elektronickými tlakoměry měřící tlak na konci hadice pro dopravu cementové směsi a dva na koncích hadice pro aditivum. Je zde také mechanický redukční ventil s manometrem sloužící k regulaci tlaku mezi vysokotlakou a nízkotlakou částí systému dopravy aditiva.



Zařízení pro dávkování aditiva

Technické řešení je rozděleno na 3 části:

1. Vysokotlaká část systému dodávek aditiva
2. Nízkotlaká část systému dodávek aditiva
3. Zařízení na homogenizaci směsi

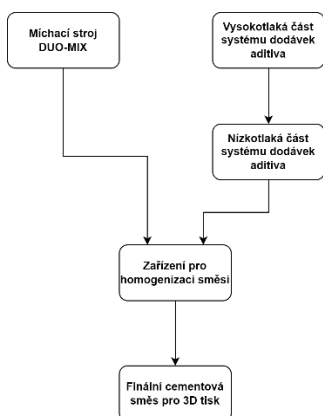


Schéma částí systému pro dávkování aditiv do 3D maltové směsi

Vysokotlaká část systému dodávek aditiva

Tato část je umístěna mimo 3D tiskárnu. Skládá se z nádrže s aditivem, zubového čerpadla SEEPEX MD 006-12, přetlakového ventilu s odtokem do nádrže a přetlakové ochrany pomocí tlakoměru. Její funkcí je zajišťovat dodávku dostatečného množství aditiva do druhé části systému. Vysokotlaká část je nastavena na pracovní tlak 6 bar, tak aby tlakové ztráty při tisku vyšších vrstev objektu neohrožily dodávky aditiva do směsi.

Alternativní variantou pro dávkování nižšího množství akcelérátoru je využití pístového čerpadla Xylem Flojet AD5500 s identickým vysokotlakým okruhem.

Nízkotlaká část systému dodávek aditiva

Je propojena s předešlou částí pomocí hadice o průměru 10 mm a mechanickým redukčním ventilem snižující tlak v systému na 0,9 bar. Je zde umístěn kontrolní analogový manometr. Následuje rozvětvení potrubí na tři části pro tři peristaltická čerpadla DX300. Řízením otáček čerpadel se reguluje množství aditiva dávkovaného do cementové směsi. Čerpadla jsou řízena pomocí mikrokontroleru Arduino MEGA 2560 a driverů krokových motorů TB6600. Z čerpadel aditivum putuje do trysek v míchací komoře. Aby bylo možné vyčistit tuto část systému je před redukční ventil přidán kulový ventil umožňující proplach systému vodou.

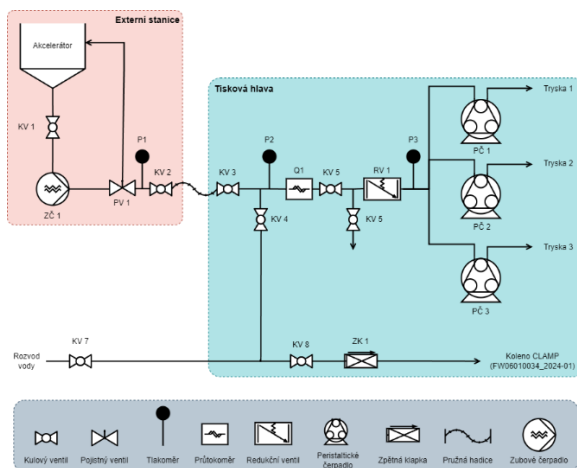
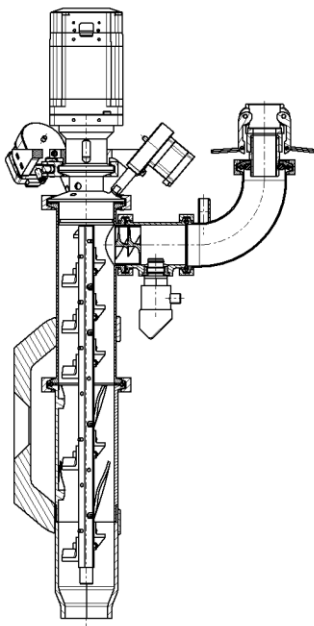


Schéma systému pro dopravu aditiva

Zařízení na homogenizaci směsi

Se skládá především z míchací komory vyrobené z nerezové oceli a dlouhé trysky z PET-G. Na vnitřní straně trysky se nachází několik výběžků, statických lopatek, zlepšujících proces homogenizace směsi. Středem komory vede hřídel s míchacími lopatkami s průřezem ve tvaru kosodélníku. Tato hřídel se otáčí, tak aby natočení lopatek způsobovalo vytlačování materiálu ven skrz trysku. V horní části komory u vtoku cementové směsi se nacházejí tři trysky s průměrem 3 mm sloužící k dávkování aditiva do směsi. Tyto trysky jsou pravidelně otírány dvojicí lopatek. To zamezuje tvorbu přeaditivovaných hrudek ve směsi a ucpání trysek. Pohon zajišťuje servomotor CS-M23480 řízený driverem CS-D808. V místě přívodu cementové směsi do komory je také umístěn elektronický tlakoměr a kulový ventil umožňující proplach komory vodou v případě poruchy.



Senzorický systém pro monitoring procesních parametrů

- Prototyp je vybaven:
 - Senzorem EVOMINIV Pt1000 od společnosti Italcoppie, který slouží k měření teploty směsi na výstupu z šnekového čerpadla
 - Senzorem PBS2-RB060SF2FSDNMA0Z (1) od firmy SICK AG., který zajišťuje měření tlaku směsi na výstupu z šnekového čerpadla
 - Senzorem PBS2-RB060SF2FSDNMA0Z (2) od firmy SICK AG, který zajišťuje měření tlaku směsi na vstupu do 3D tiskové hlavy
 - Senzorem FFUC10-1G110 od společnosti SICK AG, který zajišťuje měření průtoku akcelérátoru do 3D tiskové hlavy
 - Senzorem PBS2-RB010SG1SSDNMA0Z od firmy SICK AG, který zajišťuje měření tlaku urychlovače na výstupu z čerpadla
 - Senzorem PBS2-RB010SG1SSDNMA0Z od firmy SICK AG, který zajišťuje měření tlaku urychlovače na kanci hadice pro dopravu aditiva
 -
- Data ze senzoru jsou předávána do řídicí jednotky 3D tiskové hlavy. Odtud jsou dále distribuovány do řídicího systému 3D tisku pomocí ethernetové nebo SPI komunikace.

Způsob realizace zařízení

Výroba a nákup součástí. Výroba realizována převážně technologiemi 3D tisku a v laboratořích FSI VUT v Brně dle výkresové dokumentace přiložené k tomuto dokumentu. Následná montáž nakoupených a vyrobených komponent v laboratořích FSI VUT v Brně.

Ověřovací test:

Zařízení bylo ověřeno experimentem. Ten spočíval v tisku velkorozměrového vzorku s geometrií napodobující koncentrátoři napětí na reálných architektonických prvcích.

Procesní parametry experimentu:

- Rychlost posuvu: 130 mm/s
- Průtok cementové směsi: 22140 g/min
- Koncentrace aditiva: 0,8 – 2,5 hm. %
- Otáčky míchací hřídele: po směru průtoku směsi: 100-200 RPM
- Frekvence zubového čerpadla: 50 Hz
- Otáčky peristaltických čerpadel: 75 RPM
- Tlak na výstupu zubového čerpadla: 6 bar
- Tlak na konci hadice pro dopravu aditiva: 4 bar
- Tlak na výstupu z míchacího stroje: 2-17 bar (podle hustoty směsi)
- Tlak na vstupu do zařízení: 7 bar



Testovací vzorek

Další využití prototypu

Tento prototyp bude dále využíván v rámci projektu TAČR FW06010034 k výzkumu procesních parametrů 3D testu cementové směsi vyvinuté v rámci stejného projektu.

Umístění prototypu

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta strojního inženýrství

Technická 2896/2

616 69 Brno

Výsledky zkoušek, použití

Ověření a prokázání funkčnosti popisuje průběžná zpráva za rok 2024 projektu TAČR FW06010034

Vazba na projekt

Multikomponentní směs a aplikační technologie pro 3D tisk ve stavebnictví FW06010034

Kontaktní osoba

Ing. Vojtěch Florián, tel.: 541 143 256, vojtech.florian@vutbr.cz

Ing. Vojtěch Florián