

СВОЈСТВА ЦЕМЕНТНИХ МАЛТЕРА СА ДОДАТКОМ АМОРФНОГ КАОЛИНА

Драгица Јевтић¹

Александра Митровић²

Јелена Маркићевић³

Александар Савић⁴

УДК: 666.971.4

DOI:10.14415/konferencijaGFS 2015.011

Резиме: У раду су дати резултати експерименталних истраживања физичко-механичких својстава малтера са додатком аморфног каолина, који је добијен прерадом каолинских глина Аранђеловачких басена. Посебна пажња била је посвећена доминантним механичким параметрима малтера, чврстоћи при притиску, чврстоћи при савијању и адхезији малтера за подлогу.

Кључне речи: аморфни каолин, малтер, каолинска глина, физичко-механичка својства

1. УВОД

Заштита животне средине постаје универзално глобално питање, које због изузетне важности за савремено друштво из дана у дан постаје све актуелније. Грађевинска индустрија настоји да активно учествује у решавању проблема глобалног загревања, уништавања природних ресурса, загађења ваздуха, воде и земљишта. У свету су данас присутна интензивна истраживања могућности примене нових материјала као минералних додатака чијом употребом ће се, поред смањења потрошње енергије и емисије гасова, постићи побољшања својстава цемената, малтера и бетона којима се додају, уз снижење цене финалног производа. Објављен је већи број истраживања која се баве метакаолином, материјалом који се добија термичком прерадом каолинских глина. Много је мање оних радова који се баве пуцоланском активношћу аморфног каолина, који се добија механо-хемијским третманом, чиме се додатно смањује емисија угљен

¹ Др Драгица Јевтић, дипл.инж.техн., Грађевински факултет Универзитета у Београду, Булевар краља Александра 73, Београд, Србија, тел: 011 337 0097, е – mail: dragica@imk.grf.bg.ac.rs

² Др Александра Митровић, дипл.инж.техн., Институт за материјале Србије, Булевар војводе Мишића 43, 11000 Београд, Србија, тел: 011 2650 322/242, е – mail: aleksandra.mitrovic@institutims.rs

³ Мр Јелена Маркићевић, дипл.инж.грађ., Висока пословно-техничка школа струковних студија у Ужицу, Трг Светог Саве 34, Ужице, Србија, е – mail: jelena.markicevic@vpts.edu.rs

⁴ Александар Савић, дипл.инж.грађ., Грађевински факултет Универзитета у Београду, Булевар краља Александра 73, Београд, Србија, тел: 011 337 0097, е – mail: sasha@imk.grf.bg.ac.rs

диоксида при производном процесу. Последњих година, у Институту за материјале (ИМС) развија се нова технологија добијања материјала, аморфног каолина, који би се могао искористити као додаток цементу. Узимајући у обзир промене у структури почетне глине током млевења, може се претпоставити да је аморфизација проучаваног каолина основни фактор одговоран за добијену пуцоланску активност. Као закључак може се извести да се термички третман каолинске глине може заменити механо-хемијским третманом (при чему се добија тзв. аморфни каолин) у производњи пуцолана исте активности. Предности аморфног каолина у односу на метакаолин би свакако биле: једноставност процеса производње, нижа цена производње и мања емисија угљен диоксида и других штетних материја током производног процеса.

Србија поседује неколико налазишта високо квалитетних каолинских глина: Аранђеловачки басен, Колубарски басен, Врањски и Криворечки басен. У овом раду испитивана је могућност примене аморфног каолина који је добијен прерадом каолинских глина Аранђеловачких басена.

2. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА

Да би се донео закључак о утицају аморфног каолина на физичка и механичка својства малтера, за свако појединачно испитивање планиране су четири серије узорака, при чему су три серије узорака цементног малтера са додатком 5%, 10% и 20% аморфног каолина у односу на еталонску количину цемента, а четврта од цементног малтера без додатка аморфног каолина-еталон. Преглед испитиваних малтерских мешавина:

„Е“ - референтна мешавина-стандардни цементни малтер,

„М-5“ - мешавина са додатком 5% аморфног каолина,

„М-10“ - мешавина са додатком 10% аморфног каолина,

„М-20“ - мешавина са додатком 20% аморфног каолина.

У оквиру лабораторијског рада спроведено је следеће:

-избор компонентних материјала и испитивање њихових основних карактеристика; одређивање састава за све планиране серије малтера; одређивање запреминске масе свежих малтера; одређивање запреминске масе очврелих малтера; одређивање чврстоће при притиску и чврстоће при савијању при старости од 7 и 28 дана и одређивање адхезије за све испитиване серије.

3. КОМПОНЕНТНИ МАТЕРИЈАЛИ

За израду малтера са додатком аморфног каолина, коришћена је I (0/4mm) фракција речног агрегата „Моравац“. Запреминска маса зрна агрегата одређена је према стандарду SRPS B.B8.0.31, и износи $\gamma_{za,sr} = 2.632 \text{ g/cm}^3$, а запреминска маса агрегата у растреситом стању одређена је према стандарду SRPS B.B8.031. и износи $\gamma_{a,sr} = 1.635 \text{ g/cm}^3$. За предметна истраживања коришћен је цемент PC 42,5R произвођача „Lafarge“, Беочин. За справљање предметног малтера коришћена је

вода из београдског водовода. Аморфни каолин који је коришћен у овом истраживању добијен је механо-хемијском активацијом каолинске глине Аранђеловачких басена. За овај материјал одређена је специфична површина BET методом, која износи $S_{bet} = 21.75 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$. Такође је одређен хемијски састав XRF методом и добијени су следећи резултати:

SiO_2 – 64.57 %, Al_2O_3 – 18.36 %, Fe_2O_3 – 1.11 %, CaO – 0.65 %, MgO – 0.74 %, Na_2O – 0.50 %, K_2O – 5.75 %, TiO_2 – 1.28 % и губитак жарењем – 6.35 %.

Расподела величина честица одређена је ласер-гранулометријском методом. Добијени резултати су:

- $d(0.1) = 0.691 \text{ }\mu\text{m}$; $d(0.5) = 6.346 \text{ }\mu\text{m}$ и $d(0.9) = 232.733 \text{ }\mu\text{m}$.

Пуцоланска активност одређена је индиректним методом према стандарду SRPS B.C1.018:2001. Добијена вредност притисне чврстоћа је 14 МПа, а чврстоће при савијању је 4.1 МПа.

4. САСТАВ МАЛТЕРСКИХ МЕШАВИНА

Табела 1. Потребне масе појединачних компонента малтерских мешавина

Врсте малтера	Маса воде (g)	Маса цемента (g)	Маса песка (g)	Маса аморфног каолина (g)
„Е“	232.5	450.0	1350	0
„М-5“	232.5	427.5	1350	22.5
„М-10“	232.5	405.0	1350	45
„М-20“	232.5	360.0	1350	90

5. КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСПИТИВАНИХ МАЛТЕРСКИХ МЕШАВИНА

Све серије узорака направљене су и испитане под идентичним условима, у складу са одредбама одговарајућих стандарда. На свим серијама свежег малтера одређена је запреминска маса. Такође је испитана конзистенција свежег малтера помоћу потресног сточића, који је предвиђен SRPS EN 1015-3 стандардом. Резултати ових испитивања дати су у табели 2.

Табела 2. Резултати испитивања запреминске масе и распрострања свежег малтера

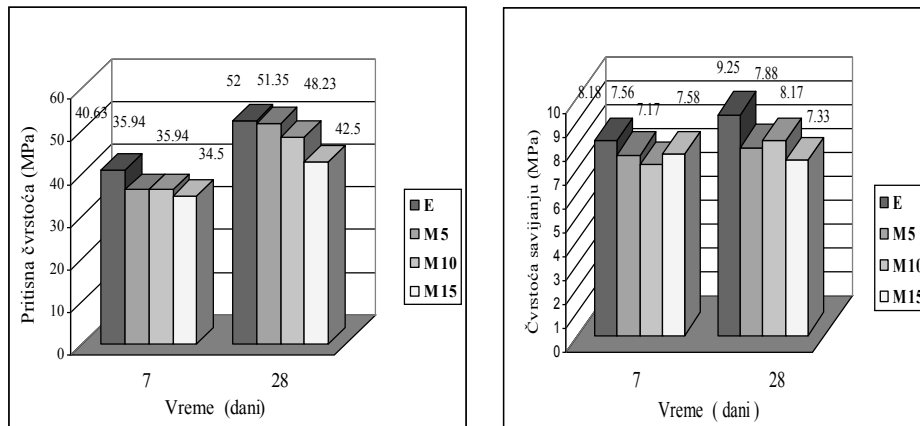
Серија	Запреминска маса свежег малтера (kg/m^3)	Распрострањање d (mm)
„Е“	2158	110
„М-5“	2183	112
„М-10“	2158	120
„М-20“	2139	125

Запреминска маса очврслог малтера одређена је за све серије при следећим старостима: 1 дан, 7 дана и 28 дана, а резултати су приказани у табели 3.

Табела 3. Резултати испитивања запреминске масе очврслог малтера и пријањања малтера за подлогу

Серија	Запреминска маса очврслог малтера после 1 дан (kg/m ³)	Запреминска маса очврслог малтера после 7 дана (kg/m ³)	Запреминска маса очврслог малтера после 28 дана (kg/m ³)	Адхезија (MPa)
„E“	2127	2147	2164	3.23
„M-5“	2125	2180	2074	3.38
„M-10“	2088	2161	2185	3.56
„M-20“	2125	2184	2203	3.78

Испитивање пријањања малтера за подлогу - адхезије вршено је према стандарду SRPS U.M8.002. помоћу "PULL-OFF" уређаја. Извршено је испитивање за све серије малтера при старости од 28 дана. Резултати испитивања дати су у табели 3. На слици 1. лево дат је упоредни приказ чврстоћа при притиску испитиваних малтера при старости 7 и 28 дана, док је на истој слици десно дат упоредни приказ чврстоћа при савијању малтера при старости од 7 и 28 дана.



Слика 1 : Упоредни приказ чврстоћа при притиску (лево) и чврстоћа при савијању (десно) испитиваних малтерских мешавина

6. ЗАВРШНА РАЗМАТРАЊА И ЗАКЉУЧЦИ

На основу резултата испитивања закључује се да је чврстоћа при притиску након 7 дана нижа код серије малтера са додатком аморфног каолина него код референтне серије. Након 28 дана чврстоћа при притиску узорака мешавине са додатком 5%

аморфног каолина је приближно једнака чврстоћи референтних узорака, док су вредности чврстоћа мешавина са 10% и 20 % аморфног каолина нешто ниже. Напомиње се да су ове серије малтера справљане без употребе суперпластификатора и да би се уз употребу суперпластификатора могла постићи још боља физичко-механичка својства. Очекује се да на 90 дана чврстоће при притиску код узорака са аморфним каолином имају додатни прираст.

Што се тиче адхезије, резултати испитивања показују да малтери са 20% аморфног каолина имају најбоље пријањање за бетонску подлогу. Код мешавине са 10% аморфног каолина добијен је лом по бетону што је очекивано, јер је она показала боље чврстоће на савијање од осталих мешавина са додатком аморфног каолина. Код свих узорака је дошло до лома по малтеру и бетону, што је добар показатељ пријањања малтера за подлогу. С обзиром да је напон затезања за све предметне малтере већи од 1,5 МПа, ови малтери су задовољили потребне услове адхезије и могу се применити као репаратурни малтери за конструктивне елементе.

Сви резултати испитивања указују, да се малтери са додатком аморфног каолина могу широко примењивати у грађевинарству.

Предности аморфног каолина у односу на метакаолин је једноставнија и јефтинија производња, која омогућује смањење укупне потрошње енергије.

Такође треба нагласити важан ефекат смањења штетних утицаја на животну средину, у смислу мање емисије угљен диоксида у атмосферу.

ЗАХВАЛНОСТ

У раду је приказан део истраживања које је помогло Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије у оквиру технолошког пројекта ТР 36017 под називом: "Истраживање могућности примене отпадних и рециклираних материјала у бетонским композитима, са оценом утицаја на животну средину, у циљу промоције одрживог грађевинарства у Србији".

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Jevtić, D., Mitrović, A., Savić, A., Radević, A.: Cement composites modeling using amorphous kaolin, 45. International October Conference on Mining and Metallurgy, 16-19 October 2013, Bor Lake, Proceedings pp. 592-595,
- [2] Mitrović, A., Zdujić, M.: „Mechanochemical treatment of Serbian kaolin clay to obtain high retractive pozzolana“, J.Serb.Chem.Soc., 2013, 78 (4), 579-590.
- [3] Mitrović, A.: „Pozzolan Obtained by mechanochemical treatment of kaolinite clay“, International Congress on Advances in Applied Physics and Materials Science - APMAS2011, Antalya, Turkey, 12 - 15 May 2011, AIP Conf. Proceedings 1400, 82-86.
- [4] Dunstan, E. D.: How Does Pozzolanic Reaction Make Concrete „Green“, 2011 World of Coal Ash Conference, May 9-12, 2011 in Denver, CO, USA.

- [5] Mitrovic, A., Zdujic, M.: Mechanochemical treatment of Serbian kaolin clay to obtain a highly reactive pozzolana. Journal of the Serb. Chemical Society. **2013**;78(4):579-590.
- [6] Tomašević, J.: Fizičko-mehanička svojstva cementnih kompozita spravljenih uz dodatak amorfnog kaolina iz Arandjelovačkih basena, diplomski-master rad, **2014**,
- [7] Mitrovic, A., Miličić, Lj., Zdujic, M.: Amorphous kaolin as cement replacement material, Međunarodna konferencija Savremena dostignuća u građevinarstvu, **2014**, pp. 483-488.

PROPERTIES OF CEMENT MORTARS WITH ADDITION OF AMORPHOUS KAOLIN

***Summary:** The paper deals with experimental investigations of physical and mechanical properties of mortars with the addition of amorphous kaolin, which has been obtained from kaolin clay of Arandjelovac basin. In experimental studies, special attention was paid to the dominant mechanical parameters in mortar, compressive strength and adhesion.*

***Keywords:** amorphous kaolin, mortar, kaolin clays, physical and mechanical properties*