

ГОРДАНА БРОЋЕТА¹, ДАНИЈЕЛА ЂУРИЋ-МИЈОВИЋ²,
МИЛКА ШКРБИЋ³

Оригинални научни рад
UDC:620.16:666.972.16

Дејство хиперпластификатора на бетон

У раду се приказује могућност моделирања својстава бетона у свјежем и/или очврслом стању примјеном хемијских додатака типа хиперпластификатора, базираних на модификованом поликарбоксил-етер полимеру. Даје се преглед њихових примјена у сопственим и другим експерименталним истраживањима, са искуствима о количинама и начину примјене, механизму дјеловања, комбинацији са другим хемијским додацима и утицају на остале компонентне материјале. Резултати испитивања показују могућност остварења високог нивоа покретљивости свјежег бетона (без појава издвајања воде и/или сегрегације агрегата), модификацију пора у цементном камену, повећање чврстоће при притиску – што коначно повољно утиче на трајност бетона.

Кључне ријечи: хемијски додаток, хиперпластификатор, хидратација цемента, бетон, поре, експериментални резултати

1. УВОД

Значајну заслугу у развоју технологије бетона – производњи савремених бетонских композита високих карактеристика – високих вриједности чврстоћа, повећане трајности, побољшане могућности геометријског обликовања и сл. – има хемијска индустрија, која се бави производњом различитих типова хемијских додатака, чијим се дјеловањем могу модификовати својства свјежег и/или очврслог бетона. Уобичајено се додају током процеса справљања бетона, у малим количинама, дефинисаним у односу на садржај цемента.

Приликом избора хемијског додатка неопходно је водити рачуна да они могу имати утицај на физичке и хемијске карактеристике осталих компонентних материјала у бетону, тј. од нарочитог значаја су фактори као што су финоћа честица цемента и минералних додатака, садржај карбоната, алкалија и трикалцијумалумината (C_3A). Дакле, као изузетно важно препоручује се провјера компатибилности хемијског додатка са другим компонентама, али и њихов утицај на карактеристике бетона. У случају када количина хемијског додатка прелази 3 l за 1 m^3 бетона, садржај воде из хемијског додатка треба узети у обзир приликом утврђивања вриједности водоцементног, односно водопрашкостог фактора мјешавине [1].

Адресе аутора: ¹Архитектонско-грађевински факултет Универзитета у Бањалуци, Булевар војводе Степе Степановића 77/3, Бањалука, ²Грађевинско-архитектонски факултет Универзитета у Нишу, Александра Медведева 14, Ниш, Завод за изградњу а.д. Бањалука, Марије Бурсај 4, Бањалука, Република Српска, БиХ

Примљено за публикавање: 07. 02. 2014.

Прихваћено за публикавање: 24. 05. 2014.

Суперпластификатори и хемијски додаци високе способности умањења количине воде додају се у свјежу бетонску масу са циљем редукације садржаја воде у високом степену, тј. утичу на смањење количине воде за више од 12 % у односу на контролну мјешавину, без утицаја на конзистенцију или се примјењују у циљу повећања слијегања (пора раст слијегања већи је или једнак за 120 mm у односу на почетно (30 ± 10) mm), односно распростирања (пора раст распростирања већи је или једнак за 160 mm у односу на почетно распростирање (350 ± 20) mm), без утицаја на садржај воде, односно могу да производе симултано оба ефекта - у складу са стандардом EN 934-2:2010+A1:2013 [2]. Показало се да су, уобичајено, веома постојани од мјешунга до мјешунга. Ипак, промјена додатка у смислу набавке од стране другог произвођача или промјена типа додатка од истог произвођача, може значајно утицати на карактеристике бетона. Дакле, препоручљиво је прије саме промјене додатка извршити потпуну провјеру [3].

2. ХЕМИЈСКИ РАЗВОЈ ДОДАТАКА

Сматра се да је познавање могућности примјене додатака у бетонским мјешавинама са циљем побољшања његових карактеристика старо колико и употреба цемента. Наиме, познато је да су још Римљани користили разне додатке (крв, млијеко, свињску маст) за побољшање конзистенције малтера [4]. Међутим, са падом римског царства дуго су биле заборављене и технологије које су примјењивали.

На сликама 1 и 2 је приказан још увијек очуван Пантеон у Риму, који датира из првог вијека наше ере, чији су зидови и сводови изведени од бетона са "тадашњим додацима".



Слика 1 – Пантеон, спољашњи изглед



Слика 2 – Пантеон, изглед куполе

Тек тридесетих година прошлог вијека хемијска индустрија у Њемачкој и Швајцарској је направила прве кораке у производњи додатака бетону. Ти први додаци су произведени као одговор на тежњу да се смањи утрошак цемента, а да се истовремено не угрози квалитет бетона, првенствено његова чврстоћа при притиску. Дјелимично рјешење проблема постигнуто је производњом цемента веће финоће, али се и ту дошло до границе, која се, из разлога економичности производње цемента, није могла прекорачити. Поред тога, повећање финоће цемента имало је за посљедицу повећање топлоте хидратације, што је утицало на повећање скуп-

љања бетона, која су даље узроковала знатнији развој прлина. Стога се пошло од чињенице да је повећање чврстоће, генерално, могуће постићи смањењем количине воде, односно водоцементног фактора. Како се смањењем воде није смјела изгубити потребна уградљивост и обрадљивост свјеже бетонске масе, дошло се до рјешења у виду првих хемијских додатака, који су били типа пластификатора. Дакле, њихова улога је била да замијене извјесну количину потребне воде, која служи дијелом за хидратацију цемента, а дијелом као средство за "подмазивање" зрна агрегата, како би се приликом уграђивања смањило њихово међусобно унутрашње трење. Ово је охрабрило хемијску индустрију да настави истраживање у налажењу нових производа – додатака цементима и бетонима, који су се међусобно разликовали према намјени, функцији и ефекту који постижу [5]. Ипак, хемијски додаци су се, све до средине осамдесетих година прошлог вијека, примјенјивали у мањој мјери - углавном за хидротехничке бетоне.

Открићем самозбијајућег бетона хемијски додаци типа суперпластификатора (*Superplasticizer*), односно додаци високе способности умањења количине воде (*High Range Water Reducing Admixture – HRWRA*), су постали равноправна компонента осталим компонентама бетона.

Први пластификатори на бази лигносулфоната имали су способност смањења количине воде до 10%, док ова врста хемијских додатака новије генерације, који се користе за бетоне високих перформанси, омогућује предметно умањење и до 40%.

У табели 1. је дат приказ база хемијских додатака од генерације првих пластификатора до генерације типа *HRWRA*, који прати прираштај у могућности смањења потребне количине воде и могуће предности примјене.

Табела 1 - Базе хемијских додатака и главни учинци [6]

База производа	Година	Умањење воде %	Капиларна порозност	Предности примјене
		%	%	
Лигносулфонати	1930	≤ 10	20	Побољшана обрадљивост свјеже бетонске масе
Глуконати	1940	≤ 10	20	Повећана обрадљивост свјеже бетонске масе
Сулфонат нафталени	1970	≤ 20	20	Бетон са ниским водоцементним фактором
Меламин поликондензати	1980	≤ 20	10-20	Висока својства и контролисано вријеме везивања
Винил кополимери	1990	≤ 25	10-20	Повећана обрадљивост бетона са ниским водоцементним фактором; високе ране чврстоће; контролисано вријеме везивања
Модификовани поликарбоксилати	2000	≤ 40	5-10	Знатно побољшана обрадљивост бетона са ниским водоцементним фактором и без опасности од сегрегације; повећана компактност бетона; високе чврстоће; бољи изглед завршне површине (технологија за самоуграђујуће бетоне)

3. МЕХАНИЗАМ ДЕЈСТВА

Посљедња генерација суперпластификатора, односно додатака високе способности умањења количине воде (поједини произвођачи хемијских додатака, поред наведеног, користе и термин - хиперпластификатор) базираних на модификованом поликарбоксилек-етер полимеру су специфично пројектоване хемијске структуре, чији се механизам дјеловања значајно разликује од обичних пластификатора и суперпластификатора, који су базирани на полимерним ланцима модификованих лигносулфоната, сулфонат нафталена и меламина поликондензата. Категорије данашњих додатака предметног типа у односу на способност редукције воде приказане су у табели 2.

Табела 2 - Категорије данашњих додатака у односу на учинке смањења воде [6]

Категорија	Умањење воде
	%
Пластификатор	5-12
Суперпластификатор	12-20
Хиперпластификатор	20-40

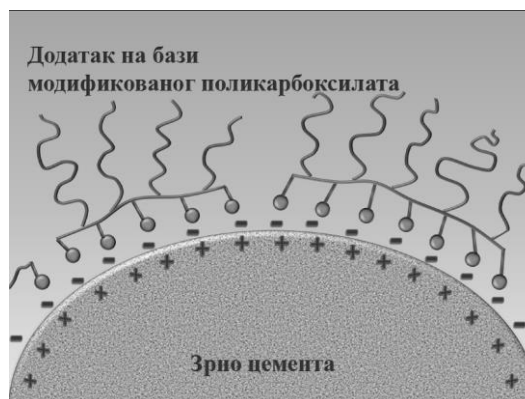
Полимерни ланци конвенционалних пластификатора и суперпластификатора, обезбјеђујући висок ниво анјонског набоја, тренутно се апсорбују на површине честица цемента, чиме се повећава њихово негативно наелектрисање. Због електростатичких одбојних сила, честице цемента се диспергују, а као резултат тога потребна је мања количина воде за постизање жељене уградљивости (слика 3). Међутим, развојем кристализације током процеса хидратације цемента, апсорбовани полимерни ланци се брзо преклапају, што за посљедицу даје рани губитак суперпластификујућег дејства. Стога, наведене пластификаторе и суперпластификаторе треба додавати директно у бетон на градилишту или у фабрици бетона, у случају да је она смјештена поред градилишта.

Нова генерација хиперпластификатора, односно додатака високе способности умањења количине воде су кополимери који се састоје од анјонског основног ланца са карбоксилним групама и дугачких полиетилен оксидних - бочних ланаца (слика 4). Након њиховог додавања у бетон, анјонски главни ланац се апсорбује на позитивно наелектрисане површине цементних честица, док бочни ланци изазивају просторни ефекат одбијања између цементних честица. Услијед тих одбојних сила, постиже се максимална способност дисперзије и преклапање ланаца се може избјећи. Осим тога, нови полимерни ланци се стално ослобађају и апсорбују

на кристалима, који се развијају на површини честица цемента током хидратације, спречавајући тиме рано везивање бетона. Као резултат наведеног, постиже се одлична уградљивост бетона и максимална хидратација цемента са ниским водоцементним фактором, при чему се добија изузетно компактна структура очврслог бетона, који се карактерише високим чврстоћама [7, 8].



Слика 3 - Шематски приказ механизма дејства конвенционалних пластификатора и суперпластификатора



Слика 4 - Шематски приказ механизма дејства "HRWRA"

На слици 4 је приказан механизам дјеловања хемијских додатака високе способности умањења количине воде, базираних на модификованом поликарбоксилек-етер полимеру.

4. СИМУЛТАНО ДЕЈСТВО СА ДРУГИМ ДОДАЦИМА

Произвођачи хемијских додатака, уобичајено, имају у својој понуди читав низ додатака типа пластификатора и суперпластификатора/хемијских додатака високе способности умањења количине воде, који су прилагођени специфичним захтјевима корисника, као и ефектима на друге компоненте у бетонској мјешавини. Стога, због честе практичне потребе за истовременим дјеловањем више различитих механизма хемијских додатака, постоје и

њихове комбинације. Европским стандардом EN 934-2:2010+A1:2013 су дефинисани и додаци којима се постижу комбиновани ефекти – суперпластифицирања и успоравања или убрзавања везивања и то:

- суперпластификатор/хемијски додатак високе способности умањења количине воде са ефектом успоравања везивања, који се додаје свјежем бетону у циљу постизања ефекта - висок степен редукције воде као примарни и ефекат успоравања времена везивања, односно продужавање времена трансформације мјешавине из флуидног у очврсло стање, као секундарни (због наведених особина често се примјењује за самозбијајуће мјешавине, за које се поставља захтјев дужег времена одржања конзистенције),
- суперпластификатор/хемијски додатак високе способности умањења количине воде са ефектом убрзања везивања, који се додаје се свјежем бетону у циљу постизања ефекта - висок степен редукције воде као примарни и ефекат убрзавања времена везивања, односно убрзање времена трансформације мјешавине из пластичног у очврсло стање, као секундарни [2].

Поред наведеног, на тржишту постоје и комбинације које нису стандардизоване наведеном регулативом, а такође је могуће за једну мјешавину користити два различита или више различитих хемијских додатака, у циљу постизања њиховог симултаног дејства. У том случају напомиње се да је неопходно претходним испитивањима утврдити њихову компатибилност.

5. РЕЗУЛТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИХ ИСПИТИВАЊА

Према резултатима сопствених експерименталних истраживања [9, 10, 11] у Сектору контроле квалитета фабрике бетона Бинис, Бањалука и Институту за испитивање материјала и конструкција Републике Српске, као и истраживања из региона на Институту за материјале и конструкције Грађевинског факултета, Универзитета у Београду [12, 13, 14], Факултету техничких наука, Универзитета у Новом Саду [15, 16, 17, 18], Грађевинско-архитектонском факултету, Универзитета у Нишу [19] и Институту за грађевинарство, ИГ Бањалука [20], показало се да примјена хемијског додатка високе способности умањења количине воде, омогућује (уз адекватан избор и композицију осталих компонентних материјала, доступних домаћем тржишту) производњу самоуграђујућег бетона.

Бетонске мјешавине, приказане у истраживањима [9-16, 19, 20], имају висок ниво покретљивости у свјежем стању, тако да се омогућује

њихово уграђивање без примјене механичка средства, која раде на принципу вибрација. Дакле, под дејством само сопствене тежине, у потпуности испуњавају оплату, чак и у врло густим арматурним склоповима, дајући и висок квалитет завршне површине. Са тим у вези даје се преглед примјењених хемијских додатака у наведеним истраживањима, примјерима примјене [21, 22] и тренутно актуелним сопственим истраживањима[23]:

- "ZETA SUPER S" [9, 11, 19], "ZETA Hiper ABK", "Hiperplast" (463, 972, 974, XX3, XX5), "TKK", Српнице,
- "Dynamon SX", "Mapei" [20],
- "SUPERFLUID" (21 [21], 21S, 21M, 21M1M), "Адинг АД", Скопје,
- "ADWA® Flow-390", "GRACE",
- "Sika Viscocrete" (3075, 3077, 3079 [15, 16], 20HE, 4000BP [17, 18], 5-800, 5380) - "SIKA",
- "MC PowerFlow" (2230, 2231, 2240 [14]), "Muraplast FK" (804.2, 822.2, 824.2, 63-30-W) - "Bauchemie"
- "Kemament Hiper F", "KEMA".

За самоуграђујуће бетонске мјешавине примјена *HRWRA*, различитих произвођача, кретала се у границама од 0,2 до 2,0% у односу на масу цемента, а добијане су класе разлијевања слијегањем (*Slump-Flow Classes*) од SF1 до SF3. Дакле, могућа је производња ове технологије бетона од оних предвиђених за слабо армиране бетонске конструкције, које се уграђују од врха слободним разлијевањем од тачке испоруке (нпр. плоче у стамбеној градњи), уобичајених примјена (нпр. зидови, стубови) до оних који се примјењују за густо армиране (слика 5), елементе сложених облика пресека или при поступку уградње са дна оплате.



Слика 5 - Густо арматурни склоп, за који је примјењен бетон са додатком "HRWRA"

Такође, показало се да је производња прашкастог типа самоуграђујег бетона, учесталија у односу на друге типове ових композита, тј. да се

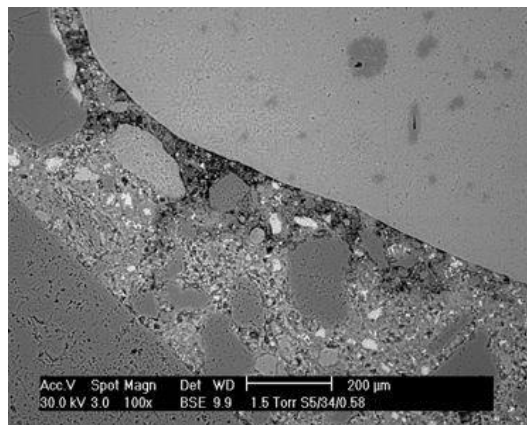
потребна вискозност и отпорност на сегрегацију обезбјеђују компонентама зрна ситнијих од 0,125 mm, док се покретљивост свјеже бетонске масе обезбјеђује дејством предметних хемијских додатака. Наиме, са повећањем количине прашкасте компоненте у пасти, експоненцијално се повећавају вриједности граничног смичућег напрезања, односно структурна чврстоћа и вискозитет. Међутим, додавањем суперпластификатора/HRWRA, гранична смичућа чврстоћа значајно опада и при великој концентрацији HRWRA, она је приближно једнака нули, док вриједност вискозитета не опада тако значајно. За веће вриједности структурне смичуће чврстоће, отпорност на сегрегацију свјеже бетонске мјешавине је већа, али је њена деформабилност мања. Дакле, да би свјежа бетонска маса посједовала својство самоупрадљивости, тј. Имала потребну покретљивост, вриједност граничног смичућег напрезања мора да буде довољно ниска, што се постиже суперпластификатором/додатком високе способности умањења количине воде (HRWRA), али и довољно висока, што се постиже прашкастим компонентама, да би се избјегао ризик од сегрегације. Исто важи и за вриједност вискозитета, тј. нижи вискозитет обезбјеђује добру покретљивост свјежег бетона, али истовремено смањује отпорност на сегрегацију.

Поред тога што ови додаци обезбјеђују потребну флуидност свјеже бетонске масе и редукују количине воде, такође и омогућују очување ефекта дисперзије за вријеме потребно за транспорт и уградњу. Задржавање тражене конзистенције зависи од уграђивања бетона – префабриковани бетон захтијева краће вријеме задржавања тражене конзистенције од бетона који треба бити транспортован и уграђен на лицу мјеста [3]. Према европској регулативи, захтјев у погледу задржавања конзистенције, налаже да 30 min након дозирања додатка овог типа, конзистенција не смије да падне испод вриједности првобитне конзистенције на контролној мјешавини [2].

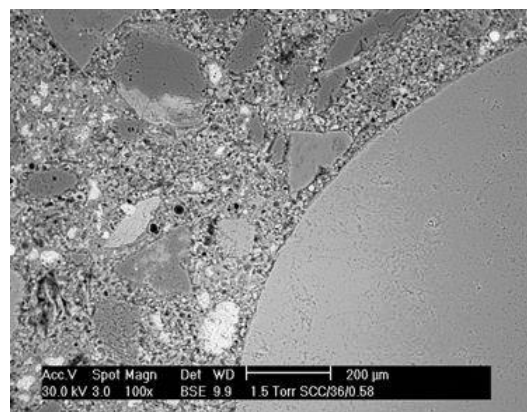
Ефекат значајног смањења потребне количине воде, значајно мјења и распоред пора у микроструктури бетона, како у маси цементног камена, тако и у контактної зони између зрна агрегата и цементног камена (слике 6 и 7).

Експерименталним испитивањима [24] уочено је смањење процента крупнијих пора (пора већих од 10^{-4} mm), чије присуство утиче на смањење чврстоће бетона и повећање његове водопропустљивости, паропропустљивости и сл., при чему се у извјесној мјери повећава проценат ситнијих пора (пора мањих од 10^{-4} mm). Због наведених ефеката добија се цементни камен гушће и хомогеније структуре, што утиче на наведени пораст чврстоће.

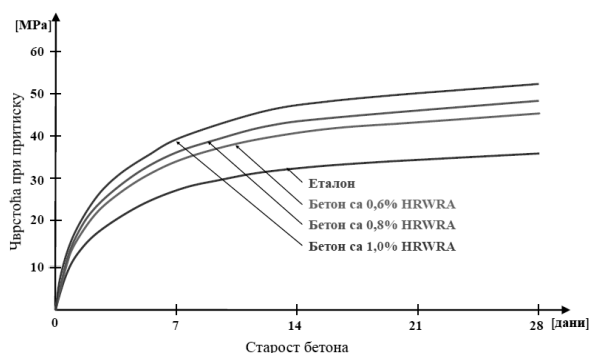
Дају се резултати експерименталних испитивања на бетонима са различитим садржајем хемијског додатка високе способности редукуције воде, приказани на дијаграму, слика 8. Ипак, напомиње се да количине и карактеристике осталих компонентних материјала такође имају утицај на својства бетона, тј. примјеном додатка могу се значајно побољшати карактеристике свјеже и/или очврсле бетонске масе, али без обзира на то, додатке ни случајно не треба схватити на начин да могу надомјестити пропусте у пројектовању мјешавина.



Слика 6 - Бетон без додатка "HRWRA"



Слика 7 - Бетон са додатком "HRWRA"



Слика 8 - Чврстоћа бетона при притиску у функцији учешћа "HRWRA"

6. ЗАКЉУЧАК

Сва актуелна свјетска истаживања показују да су бетонски комозити – материјали који се највише примјењују у градитељству цијелог свијета, те је стога од изузетног значаја праћење тренда унапређења њихових технолошких и техничких карактеристика. Томе свакако доприноси и развој хемијске индустрије за производњу додатака, којима се значајно могу побољшати својства бетона како у свјежем, тако и у очврслом стању. Нова генерација хемијског додатка типа хиперпластификатора - додатка високе способности умањења количине воде, постала је равноправна компонента са осталим основним компонентним материјалима (везиво, агрегат и вода) савремених бетонских композиција, као што су самоупрљивујући бетони, бетони високих перформанси, бетони високих чврстоћа и сл. Ови додаци дјелују и физички и хемијски на бетонску масу. Састоје од анјонског основног ланца, који се апсорбује на позитивно наелектрисане површине честица цемента и дугачких бочних ланаца, који изазивају просторни ефекат одбијања између честица цемента. Услијед тих одбојних сила, постиже се максимална способност дисперзије и избјегава преклапање ланца, чиме се даље обезбјеђује знатно боља уградљивост бетона и максимална хидратација цемента са ниским водопрашкастим фактором.

Поред тога, нови полимерни ланци се стално ослобађају и апсорбују на кристалима, који се развијају на површини честица цемента током хидратације, спречавајући тако рано везивање бетона и очување ефекта дисперзије за вријеме, које је потребно за транспорт и уградњу. Као резултат ефекта знатног смањења потребне количине воде, мјења се распоред пора у микроструктури бетона, тако да се добија цементни камен веће густоће, што утиче на смањење његове пропустљивости, пораст чврстоће, а тиме даље и знатно побољшање карактеристика бетона у погледу трајности. Ипак, наведена преимућства његове примјене не умањују потребу за добрим пројектовањем мјешавине и пажљивим одабиром осталих компоненти бетона.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] EN 206-1:2000+A1:2004+A2:2005, Concrete - Part 1: Specification, performance, production and conformity.
- [2] EN 934-2:2010+A1:2013, Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling.
- [3] BIBM, SEMBUREAU, ERMCO, EFCA, EFNARC: "The European Guidelines for Self-Compacting

Concrete - Specification, Production and Use", May 2005.

- [4] Јевтић Д.: "Додаци бетону", Први зборник радова Архитектонско-грађевинског факултета Универзитета у Бањалуци, АГФ Универзитета у Бањалуци, (2006), 26-42.
- [5] Брзаковић П.: Приручник за производњу и примену грађевинских материјала неметаличког порекла, Књига 2, Орион Арт, Београд, (2000)
- [6] <http://www.sika-croatia.hr>
- [7] <http://www.isomat.co.rs>
- [8] Броћета Г., Ђурић-Мијовић Д.: "Механизам дјеловања хемијских додатака високог степена умањења количине воде", Трећи међународни конгрес - "Инжењерство, екологија и материјали у процесној индустрији", Јахорина, (2013), 1006-1010.
- [9] Јевтић Д., Броћета Г., Поповић Милетић Н., Буторац И., Кљајић Р.: "Испитивања самозбијајућег бетона са агрегатима различитог порјекла", Једанаести национални и пети међународни научни скуп - "iNDIS 2009 - Планирање, пројектовање, грађење и обнова градитељства", Нови Сад, (2009), 237-244.
- [10] Броћета Г.: "Истраживање компонентних материјала самозбијајућег бетона са методама испитивања свјеже бетонске масе", Магистарски рад, АГФ Универзитета у Бањалуци, (2010).
- [11] Аћић М., Јевтић Д., Броћета Г.: "Самозбијајући бетон – утицај врсте агрегата на својства у свјежем стању", Девети међународни научно стручни скуп - "Савремена теорија и пракса у градитељству", Бањалука, (2013), 97-110.
- [12] Живковић С., Ковачевић Т., Ковачевић М.: "Пример самозбијајућег бетона високих перформанси", ЈДГК 4. симпозијум, Књига 2, Врњачка Бања, Југословенско друштво грађевинских конструктора, Београд, (2004), 351-356.
- [13] Живковић С., Јевтић Д., Закић Д., Савић А.: "Неки резултати истраживања микроармираних самозбијајућих бетона", XXIII Конгрес ЈУДИМК-е "Симпозијум о истраживањима и примени савремених достигнућа у нашем грађевинарству у области материјала и конструкција", Зборник радова, Нови Сад, (2005), 63-72.
- [14] Јевтић Д., Закић Д., Савић А., Радевић А.: "Properties of self-compacting concrete reinforced with steel and synthetic fibers", XXV Конгрес ДИМК-е "Симпозијум о истраживањима и примени савремених достигнућа у нашем грађевинарству у области материјала и конструкција", Зборник радова, Тара, (2011), 115-124.
- [15] Малешев М., Радоњанин В., Вучковић Б.: "Утицај врсте и количине минералног додатка на својства свјеже самоупрљивујућег бетона", XXIV Конгрес ДИМК-е "Симпозијум о истраживањима и примени савремених достигнућа у нашем грађевинарству у области материјала и конструкција", Зборник радова, Дивчибаре, (2008), 143-157.
- [16] Радоњанин В., Малешев М., Миловановић В.: "Утицај врсте и количине минералног додатка на својства очврслог самоупрљивујућег бетона", XXIV

- Конгрес ДИМК-е "Симпозијум о истраживањима и примени савремених достигнућа у нашем грађевинарству у области материјала и конструкција", Зборник радова, Дивчибаре, (2008), 159-172.
- [17] Малешев М., Радоњанин В., Радека М., Миловановић В., Лукић И.: Basic properties of structural lightweight aggregate concrete in relation to type and quantity of cementitious materials – Part 1", XXV Конгрес ДИМК-е "Симпозијум о истраживањима и примени савремених достигнућа у нашем грађевинарству у области материјала и конструкција", Зборник радова, Тара, (2011), 159-168.
- [18] Радоњанин В., Малешев М., Радека М., Лукић И., Миловановић В.: Basic properties of structural lightweight aggregate concrete in relation to type and quantity of cementitious materials – Part 2", XXV Конгрес ДИМК-е "Симпозијум о истраживањима и примени савремених достигнућа у нашем грађевинарству у области материјала и конструкција", Зборник радова, Тара, (2011), 169-177.
- [19] Грдић З., Петковић Д., Топличич – Ђурчић Г., Марковић Б.: "Анализа експерименталних резултата физичких и механичких карактеристика малтера и бетона модификованих електрофилтерским пепелом", XXIII Конгрес ЈУДИМК-е "Симпозијум о истраживањима и примени савремених достигнућа у нашем грађевинарству у области материјала и конструкција", Зборник радова, Нови Сад, (2005), стр. 33-42.
- [20] Хинић Д.: "Особине свежег самоупраћујућег бетона и методе испитивања", ЈДГК 12. Конгрес, Књига 2, Врњачка Бања, 27-29 септембар 2006., Југословенско друштво грађевинских конструктора, Београд, (2006), 127-135.
- [21] Дуковски Б., Ђировић М.: "Примена самозбијајућег бетона при изради главних носача моста у Овчар Бањи", ЈДГК 12. Конгрес, Књига 2, Врњачка Бања, 27-29 септембар 2006., Југословенско друштво грађевинских конструктора, Београд, (2006), 137-142.
- [22] Опсеница А.: (2007) "Премијера у Београду", АГ магазин, 28, 80-81.
- [23] Броџета Г.: "Утицај врсте агрегата на трајност конструкција од самозбијајућег бетона", Докторска дисертација – израда у току, АГФ Универзитета у Бањалуци, (2013).
- [24] Јевтић Д.: "Могућности моделирања својстава бетона у функцији повећања трајности", Часопис за испитивање и истраживање материјала и конструкција бр. 51, Друштво за испитивање и истраживање материјала и конструкција Србије, (2008), 18-31.

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF HYPERPLASTICIZER ON CONCRETE

The paper presents the possibility of modeling of concrete properties in fresh and/or hardened state by applying hyperplasticizers type admixtures, based on a modified polycarboxyl ether polymer. It provides an overview of its application in their own and other experimental surveys with the experiences of the amount and mode of administration, mechanism of action, combination with other admixtures and the impact on other component materials. The test results demonstrate the possibility of achieving a high level of flowability of fresh concrete (absence of bleeding and/or segregation), a modification of the pores in cement matrix, an increase of compressive strength - which further increases the durability of concrete.

Keywords: admixture, hyperplasticizer, cement hydration, concrete, pores, experimental results

Scientific paper

Received for Publication: 07. 02. 2014.

Accepted for Publication: 24. 05. 2014.