

ДГКМ
ДРУШТВО НА
ГРАДЕЖНИТЕ
КОНСТРУКТОРИ НА
МАКЕДОНИЈА

Партизански одреди 24,
П.Фах 560, 1001 Скопје
Македонија

MASE
MACEDONIAN
ASSOCIATION OF
STRUCTURAL
ENGINEERS

Partizanski odredi 24,
P. Box 560, 1001 Skopje
Macedonia

mase@gf.ukim.edu.mk
<http://www.mase.org.mk>

Predrag KARAMANOLEVSKI¹; Nikola UZUNOV²

NEW ACHIEVEMENTS IN DEVELOPMENT OF CONCRETE ADMIXTURES DESIGNED FOR CONSISTENCY RETENTION

SUMMARY

Usage of “classic” concrete admixtures as Plasticizers, Super plasticizers and Set Retarders enables prolonged transport and application of concrete, although their usage is always followed by practical problems such as losses of initial consistency, as well as prolongation of early strength development. Latest generation of concrete admixtures - designed solely for workability/consistency retention - enables transport and application of fresh concrete with the same class of consistency as the one in which it was produced, as well as uninterrupted development of early strength characteristics.

Key words: Concrete, Consistency, Admixture, Slump,

Предраг КАРАМАНОЛЕВСКИ¹; Никола УЗУНОВ²

НОВИ ТРЕНДОВИ И ДОСТИГНУВАЊА ВО ОБЛАСТА НА ПРИМЕНАТА НА АДИТИВИТЕ ЗА ОДРЖУВАЊЕ НА КОНЗИСТЕНЦИЈАТА НА БЕТОНОТ

РЕЗИМЕ

Примената на “класичните” адитиви за бетон од групата на пластификатори и суперпластификатори, како и успорувачи (ретардери) на врзувањето на бетонот, овозможуваат продолжениот транспорт и одложено вградување на бетонот, при што нивната употреба е секогаш врзана со практични проблеми на загуба на иницијалната конзистенција во тек на времето, како и забавување на развојот на раните јакосни карактеристики. Најновата генерација на адитиви наменети исклучиво за одржување на обработливоста/конзистенцијата на бетонот овозможува транспорт и вградување на бетон со истата класа на конзистенција со која е произведен, како и непречено постигнување на високи рани јакосни карактеристики.

Клучни зборови: Бетон, Конзистенција, Адитив, Слам,

¹ Grad. Chemical Engineer, Manager of R&D department, ADING AD - Skopje, Republic of Macedonia, karamanolevski@ading.com.mk

² Grad. Civil Engineer, Regional manager, ADING AD - Skopje, Republic of Macedonia, uzunov@ading.com.mk

1. **ВОБЕД**

Во најголем број случаи кога се работи за транспортен бетон производителите практикуваат да произведат бетон со повисока класа на конзистенција, отколку што е реално потребен, со цел по транспортот на самото градилиште да пристигне со потребната класа на конзистенција односно обработливост. Од друга страна, во голем број на случаи, иако е произведен со висока конзистенција, бетонот на градилиштето може да пристигне со обработливост која не е доволна за вградување така што е неопходна употреба на дополнителни количини на супер или хиперпластификатори со цел повторно да се постигне бараната конзистенција.

Ваквиот принцип на работа во голема мера ги оптоварува производителите на бетон на економски план, односно честопати се приморани да проектираат бетонски мешавини со поголема количина на цемент отколку што е реално потребна со цел да се овозможи зачувување на водоцементниот фактор неопходен за постигнување на бараните јакосни перформанси, а воедно да може да се произведе течен бетон (со зголемено количество на вода) поради долготрајниот транспорт. Економско оптоварување се причинува исто така со дополнителното додавање на супер и хиперпластификатори на самото градилиште со цел повторно да се добие потребната обработливост. За крај мора да се споменат и проблемите кои се поврзани со транспорт на бетони со многу ниски водоцементни фактори.

За надминување на некој од наведените проблеми често се прибегнува кон употреба на забавувачи на врзувањето на бетонот – ретарденти, кои само делумно решаваат некои од проблемите, а нивната употреба е пропратена со дополнителни несакани ефекти кај бетонот и развојот на почетните јакости.

Употребата на новата генерација на Адитиви за одржување на конзистенцијата, кои во себе имаат имплементиран револуционерен и сосема нов принцип на дејствување, овозможуваат надминување на сите овие проблеми и оптоварувања кои се поврзани со транспортните бетони. Нивните високи перформанси се базирани на одржувањето на почетната конзистенција на бетонот, во целиот период од производство па се до вградувањето на бетонот, без притоа да се причинат дополнителни несакани ефекти како што е ретардацијата и влијанието на почетните јакосни карактеристики.

2. **АДИТИВИ ЗА ОДРЖУВАЊЕ НА КОНЗИСТЕНЦИЈАТА НА БЕТНОТ**

2.1. **Карактеристики, перформанси и начин на употреба**

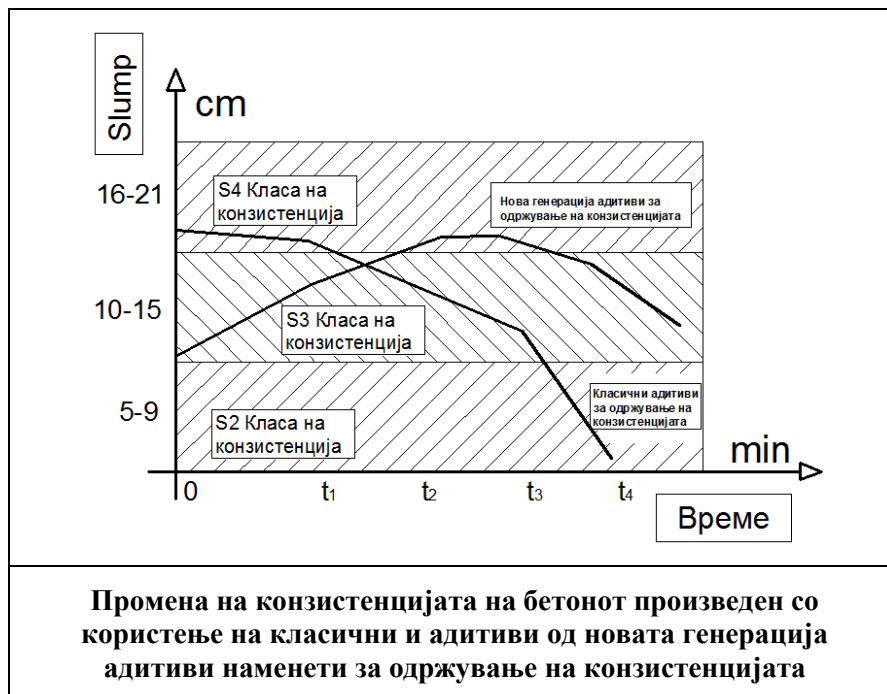
Употребата на Адитивите за одржување на конзистенцијата е базирана на принцип да бетонот го приготвуваме според предвидената рецептура со или без употреба на адитиви (пластификатори, супер или хиперпластификатори) и во зависност од бараното време за одржување на конзистенција, односно времето потребно за транспорт и вградување, дозираме однапред определена количина Адитиви за одржување на конзистенцијата - која ќе овозможи одржување на иницијалната конзистенција или барана обработливост за предвидениот временски период.

Карактеристичниот принцип на кој се базира одржувањето на конзистенција за долг временски интервал можеме да ја илустрираме на следниот начин:

- Дејството на класичните пластификатори како и супер или хиперпластификаторите и најчестиот принцип на кој се прибегнува кога е во прашење подолготраен транспорт или производство на лесно вградлив и обработлив бетон подолго време - е преку производство на бетон со повисока класа на конзистенција (“течен”) бетон кој би ја задржал обработливоста подолго време. На ваков начин секогаш сме приморани да произведеме бетон со повисока класа на конзистенција од потребната со цел да имаме подолготрајна обработливост.
- Употребата на новата генерација на адитиви за одржување на конзистенцијата, предвидува бетонот да биде произведен во бараната класа на конзистенција и по одреден временски интервал кој претставува времето кое е неопходно бетонот да биде транспортиран, истиот се достави на вградување во рамките на произведената класа на

конзистенција без интервенции со додавање на дополнителни количини на адитиви или вода.

- Компаративен приказ на карактеристичното дејство на наведените групи на адитиви (од “старата” и “новата” генерација) можеме да го илустрираме со следниот шематски приказ:



Од прикажаното јасно се гледа дека дејството на новата генерација на адитиви овозможува зачувување на обработливоста во класата на конзистенција во која е произведен бетонот, до неговото вградување, каде што потребното време за одржување на обработливоста може да се регулира на многу флексибилен начин преку различни количини на дозирање.

2.2. Својства

- Одржување на обработливоста (конзистенција) без ретардација
- Регулација на времето на одржување на обработливоста преку различни дозирања на адитивот - флексибилна контрола на обработливоста
- Подобрување на реолошките карактеристики на бетонската мешавина
- Ја овозможува хидратацијата на цементот во текот на одржувањето на обработливоста со што придонесува за подобри рани јакости на бетонот
- Допринесува за подобри крајни јакости на бетонот

2.3. Придобивки

- Рапидно проширување на радиусот за достава на свеж бетон
- Подобрена обработливост на бетонот по долготраен транспорт
- Овозможува задржување на конзистенцијата за долготрајно вградување при комплексни и отежнати услови за работа
- Ја исклучува или во голема мерка ја намалува можноста за дополнително додавање на супер и хиперпластификатори на самото градилиште со што допринесува за подобра економичност

- Ја исклучува можноста за дополнително додавање на вода со што го зачувува квалитетот на произведениот бетон
- Го исклучува или во глема мера го намалува бројот на неприфатени миксери на самото градилиште поради неповолна обработливост на свежата бетонска мешавина
- Долготраен транспорт на бетон при екстремни амбиентални услови - температури
- Долготраен транспорт на бетони со многу низок водоцементен фактор
- Оптимизација при дизајнот на бетонските мешавини кој се наменети за транспорт

3. ПРАКТИЧНИ ИСКУСТВА ОД ПРИМЕНАТА НА НОВАТА ГЕНЕРАЦИЈА АДИТИВИ ЗА ОДРЖУВАЊЕ НА КОНЗИСТЕНЦИЈАТА НА БЕТОНОТ

3.1. Примена

Адитивите од новата генерација наменети за одржување на обработливоста (конзистенцијата) на бетонот, ја подобруваат реологијата кај транспортните бетони во текот на периодот потребен за транспорт и вградување, без дополнителни ефекти на ретардација.

Примената на ваквите адитиви може да биде во комбинација со дополнителни адитиви како што се пластификатори, суперпластификатори и хиперпластификатори, при што се формира систем на адитиви и дозирања кој им овозможува на производителите на бетон да ги оптимизираат својствата на свежиот бетон во зависност од намената и времето на транспорт со цел да испорачаат бетон со бараните реолошки карактеристики - обработливост. На ваков начин може да се продолжат ефектите кои ги поседуваат нормалните пластификатори, како и редукторите од среден и висок ранг.

Употребата на адитивите за одржување на конзистенцијата, дополнително ги компензира влијанијата на одредени фактори кои влијаат на загубата на конзистенцијата (Slump -от) како што се зголемени амбиентални температури, флукуациите во карактеристиките на употребените материјали за производство на свежа бетонска мешавина, како и непредвидените пролонгирања во текот на на транспортот или вградувањето.

На ваков начин производителите имаат можност да испорачаат бетон без дополнително додавање на вода или суперпластификатори на самото градилиште со цел подобрување на обработливоста - со што се овозможува подобра економичност, квалитет и контрола на вградениот бетон.

3.2. Дозирање, ефекти и резултати од спроведените лабораториски и индустриски испитувања

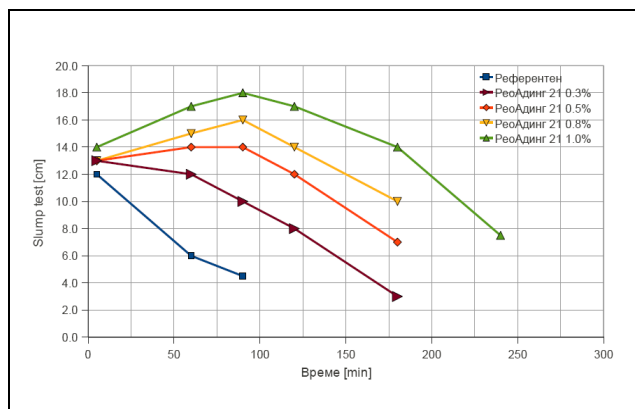
Препорачаното дозирање на адитивите за одржување на конзистенцијата се движи во рамките од 0,2% до 0,8% од масата на употребениот цемент во бетоската мешавина, со можност истото може да се зголеми и до 1% кога се работи во екстремни услови (високи амбиентални температури, долготраен транспорт, непредвидени одлагања на вградување, како и многу ниски w/c фактори).

Ефектите од примената на адитивите за одржување на конзистенција можеме да ги илустрираме преку резултатите добиени од испитување на бетонски мешавини припремени со користење на РЕОАДИНГ 21 - Адитив за одржување на конзистенцијата од производната програма на АДИНГ АД Скопје.

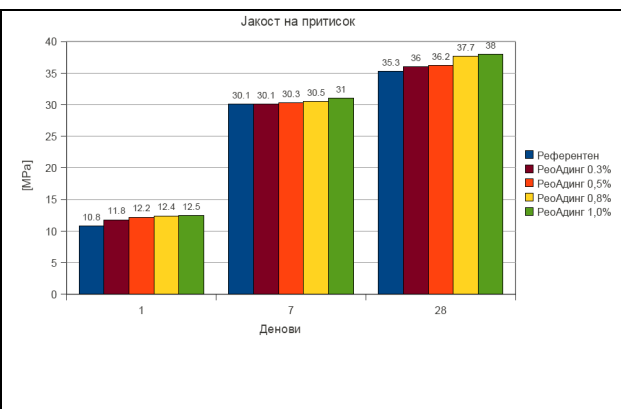
Испитувањата се вршени со и без употреба на дополнителни од групата на пластификатори или суперпластификатори. Испитувањето е извршено на бетон со S3 класа на конзистенција, при што следена е промената на конзистенцијата со тек на време како и развојот на јакостите.

3.2.1. Испитување на транспортен бетон дпроизведен со користење на РЕОАДИНГ 21, без дополнително дозирање на пластификатори/суперпластификатори

Употребени материјали и карактеристики на свеж и оцврнат бетон	Единечна мера	Проба									
		Референтна	1	2	3	4					
Цемент СЕМ I 42,5 N	kg/m ³	350	350	350	350	350					
Песок	kg/m ³	745	745	745	745	745					
Агрегат	kg/m ³	1145	1145	1145	1145	1145					
Вода	kg/m ³	187	187	187	187	187					
РЕОАДИНГ 21	kg/m ³ %	/	1.05 0.3	1.75 0.5	2.8 0.8	3.5 1					
Конзистенција (slump test): почетна	cm	12	13	13	13	14					
по 60 min	cm	6	12	14	15	17					
по 90 min	cm	4.5	10	14	16	18					
по 120 min	cm	/	8	12	14	17					
по 180 min	cm	/	3	7	10	14					
по 240 min	cm	/	/	/	/	7.5					
Пори (вовлечен воздух)	%	1.8	2	1.9	1.8	1.7					
Јакост на притисок	MPa										
1 ден							10.8	11.8	12.2	12.4	12.5
7 дена							30.1	30.1	30.3	30.5	31
28 дена	35.3	36	36.2	37.7	38						



Графички приказ на промена на конзистенцијата на бетонот произведен со користење на различни дозажи РЕОАДИНГ 21

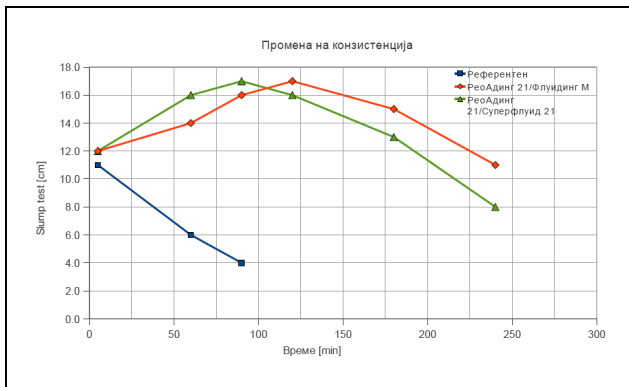


Графички приказ на развојот на јакосните карактеристики на бетонот произведен со различни дозажи РЕОАДИНГ 21

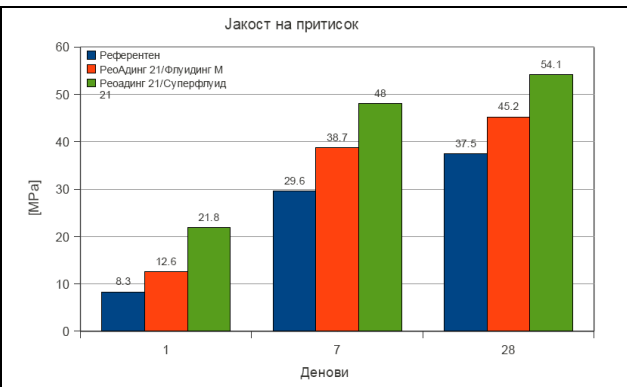
- Од добиените резултати можеме да заклучиме дека РЕОАДИНГ 21 (за разлика од класичните адитиви со успорувачко дејство – ретардери и пластификатори/суперпластификатори) нема влијание врз развојот на почетните јакосни карактеристики, што е од особено значење во случаите кога е значајна брзината на изведување – побрзо ослободување на оплатата, изведување на наредните фази во градбата или преднапрегање на преднапрегатите АБ конструкции. Конечно, РЕОАДИНГ 21 нема негативно влијание во развојот на крајните јакосни карактеристики на бетонот, напротив истиот придонесува за подобри крајни јакости на бетонот.

3.2.2. Испитување на транспортен бетон дпроизведен со користење на РЕОАДИНГ 21 во комбинација со употреба на пластификатори (ФЛУИДИНГ-М) и хиперпластификатори (СУПЕРФЛУИД 21)

Употребени материјали и карактеристики на свеж и оцврнат бетон	Единечна мера	Проба					
		Референтна	1	2			
Цемент СЕМ I 42,5 N	kg/m ³	350	350	350			
Песок	kg/m ³	745	760	775			
Агрегат	kg/m ³	1145	1165	1190			
Вода	kg/m ³	187	169	150			
РеоАдинг 21	kg/m ³ %	/	2.45 0.7	2.45 0.7			
Флуидинг М	kg/m ³ %	/	2.80 0.8	/			
Суперфлуид 21	kg/m ³ %	/	/	1.40 0.4			
W/C	[1]	0.53	0.48	0.43			
Конзистенција (slump test): почетна	cm	11	12	12			
по 60 min	cm	6	14	16			
по 90 min	cm	4	16	17			
по 120 min	cm	/	17	16			
по 180 min	cm	/	15	13			
по 240 min	cm	/	11	8			
Пори (вовлечен воздух)	%	1.9	2.1	2			
Јакост на притисок	MPa						
1 ден					8.3	12.6	21.8
7 дена					29.6	38.7	48
28 дена					37.5	45.2	54.1



Графички приказ на промена на конзистенцијата на бетонот произведен со користење на РЕОАДИНГ 21 во комбинација со пластификатор ФЛУИДИНГ-М и хиперпластификатор СУПЕРФЛУИД 21



Графички приказ на развојот на јакостите карактеристики на бетонот произведен со РЕОАДИНГ 21 во комбинација со пластификатор ФЛУИДИНГ-М и хиперпластификатор СУПЕРФЛУИД 21

- Добиените резултати демонстрираат дека дејството на употребените додатоци за бетон (платстфикатор и хиперпластификатор) со дозирање на РЕОАДИНГ 21 во голема мера ги продолжило, поточно ја задржуваме обработливоста на бетонот во истата класа на конзистенција за повеќе од 3 часа.

Ваквиот начин на работа овозможува долготрајно задржување на обработливоста на бетони со низок W/C фактор, како што во конкретниот случај е бетонската мешавина приготвена со употреба на СУПЕРФЛУИД 21, каде што W/C фактор изнесува 0,43.