

# ИСПИТИВАЊЕ рН ВРЕДНОСТИ РАСТВОРА ШЕЋЕРА У ШЕЋЕРАНАМА

Арпад Чех<sup>1</sup>  
Карољ Касаш<sup>2</sup>

УДК: 620.193.472 : 664.1

DOI:10.14415/zbornikGFS26.14

**Резиме:** Познато је да раствори шећера имају хемијски агресивно дејство на бетоне и на цементне малтере, али не постоји ни пропис, ни стандард за испитивање корозије цементног камена услед утицаја раствора шећера или за пројектовање бетонских или АБ конструкција, које ће бити изложене овој врсти корозије. Постоје чак и различита мишљења да ли се ради о слабом, средњем или јако хемијски агресивном типу дејства на бетоне. У хемијски агресивним утицајима на бетон, један од најважнијих параметара је киселост средине, изражена у вредности рН. Аутори су у овом раду дали резултате изучавања рН вредности различитих раствора шећера, меласе и њихове комбинације, утицај концентрације шећера у растворима на рН вредност и њихову промену током времена. Резултати дају објашњење последицама штетног дејства раствора шећера, који се јављају пре свега у шећеранама, али и у другим објектима прехрамбене индустрије.

**Кључне речи:** рН вредност, раствори шећера, корозија бетона

## 1. УВОД

Штетно дејство раствора шећера на бетоне и на цементне малтере је данас већ опште позната чињеница. Њихово агресивно дејство се приписује алдехидним и хидроксидним групама у молекулу шећера, које могу реаговати са слободним Са(ОН)<sub>2</sub> у цементном камену. [1]

Шећер и раствори шећера пре се сматрало да припадају групи средње и слабо агресивних органских једињења што се тиче корозије бетона. У данашње време неки аутори сматрају да поред портландита нападају и С-S-Н и хидрате калцијум алумината и сврставају их у хемијски веома опасне по бетон. [2] Интересантно, да док је се корозија услед шећера спомиње у свим књигама, које се баве корозијом бетона, ретки су случајеви дубљег изучавања ове појаве за разлику од нпр. корозије бетона узроковане сулфатима или хлоридима. Такође, не постоји ни пропис, стандард за испитивање корозије цементног камена услед утицаја раствора шећера.

<sup>1</sup> Арпад Чех, дипл.инж.грађ., Универзитет у Новом Саду, Грађевински факултет Суботица, 24000 Суботица, Козарачка 2а, тел:024/554-300, e-mail: ceh@gf.uns.ac.rs

<sup>2</sup> Проф.др Карољ Касаш, дипл.инг.техн., Универзитет у Новом Саду, Грађевински факултет Суботица, 24000 Суботица, Козарачка 2а, тел:024/554-300, e-mail:kksasas@gf.uns.ac.rs

Корозија бетона узрокована хемијски агресивним деловањем раствора шећера се појављује пре свега у прехранбеној индустрији, али може бити присутно и у бетонским конструкцијама пречистача отпадних вода. Наравно, најизраженије је у шећеранама, којих у Србији тренутно има 12. У тим фабрикама страдају пре свега подови (Слика 1. лево) у деловима последње фазе прераде, мада услед топлих испаравања приметне су појаве детериорације и на стубовима и зидовима (Слика 1. десно).



Слика 1. Под и зид у шећерани

Најчешће бетонски подови се покривају керамичким плочицама или неким хемијски отпорним подним премазима, који су високо отпорни на ту врсту хемијске агресије, али преко фуга и спојева на крају раствори шећера долазе у контакт са бетоном.

Последњих деценија је трајност бетонских конструкција постала важан елемент током њиховог пројектовања и савремени прописи ( EN 206-1 i Eurocode 2) дају смернице за пројектовање бетонских мешавина, са аспекта агресивности средине коме ће бетон бити изложен. Ипак, када је реч о изложености хемијски агресивним срединама, стандарди који су општег карактера, дају само препоруке за класе хемијске изложености, а не посебно за сваку врсту хемијски агресивног агенса (изузев утицаја хлорида, за који постоје посебне класе изложености). Класе изложености хемијски агресивним срединама, према EN 206-1, који је тренутно већ важећи и у Републици Србији, су приказане у Табели 1:

Табела 1. Хемијска агресивност средине према EN 206-1

Хемијске карактеристике	Агресивност средине		
	Слаба - XA1	Средња - XA2	Јака - XA3
pH	6,5-5,5	5,5-4,5	4,5-4
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/L	200-600	600-3000	3000-6000
Агресивни CO <sub>2</sub> (mg/l)	14-40	40-100	>100
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	15-30	30-60	60-100
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	300-1000	1000-3000	>3000

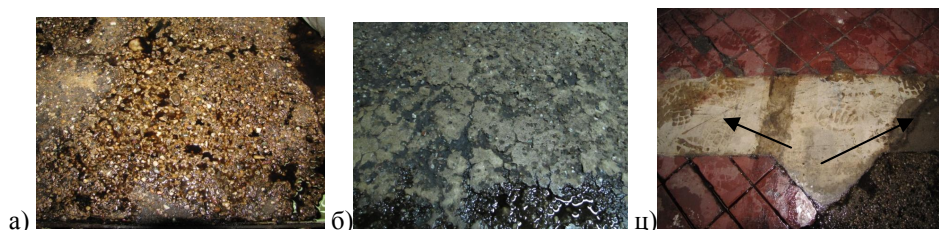
Када је бетон изложен дејству киселина, према рН вредности, постоје три класе: ХА1 - слаба, ХА2 - средња и ХА3-јака. Поменути стандард указује на потребу израде посебне студије, када је у питању присутност других, по бетон хемијски агресивних агенаса или када су границе штетних утицаја изван горе наведених.

У хемијски агресивним срединама на бетон, један од најважнијих параметара је киселост средине, изражена у вредности рН. Бетон, тј. конкретно цементни камен представља алкалну средину са рН свежег бетона и изнад 13. Та висока алкалност је последица присуства портландита, слободног  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  у младом, очврслном бетону. Како се временом смањује количина портландита у бетону, смањује се и његова алкалност, али ипак остаје алкална. Управо због тога највећу опасност на растварање цементног камена представљају киселине, тј. њихови раствори. Што је мања рН вредност средине, киселина је агресивнија за бетон.

Постоји само један мањи број научника, који су се бавили агресивним дејством шећера и његових раствора.[1], [3], [4] Један од разлога за то је свакако, да ова врста корозије је веома ретка појава, насупрот нпр. карбонатизацији, а други разлог је вероватно, да се ради о релативно спором разарању цементног камена, па је потребан дужи временски период за мерење ове појаве. Не постоје ни препоруке за раствор шећера, при чијем утицају би се пратиле промене у бетону, а аутори овог рада нису нашли податке рН вредности ових раствора.

## 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО И АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

Ради сврставања агресивност шећерних раствора на основу ЕН 206-1 у неку класу агресивности ХА аутори овог рада су одлучили да прво испитају најважнији показатељ киселости – рН вредност. Имајући у виду услове у шећеранама (Слика 2) и насупрот томе описе у књигама које се баве корозијом бетона, где се често овај тип корозије описује као слаба или средње агресивна, аутори су се одлучили да би првенствено требало моделирати услове изложености бетона у шећеранама.



Слика 2. Изглед површине бетона у шећерани старог а) 5 година, б) 3 године и ц) 4 месеца

Подови у шећерани су изложени променљивом саставу шећерних раствора, али је у тим растворима увек присутна меласа и шећер. Стога су прво направљени раствори са различитим концентрацијама ове две супстанце.

За разлику од поменутих аутора [1], [3], [4] који су испитивали агресивност раствора шећера или саме меласе на бетон, направљене су њихове комбинације, тражећи узрок присутне, веома јаке корозије бетона у шећеранама. Меласа

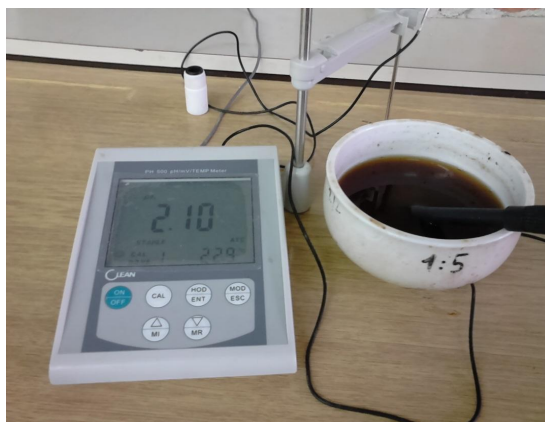
шећерне репе настаје као остатак при производњи рафинираног шећера из шећерне репе. Поред високог удела шећера (од 45 до 50%), меласа садржи читав низ минерала, витамина, аминокиселина, масних киселина, бјеланчевина итд. Основна идеја је била да се из комбинације шећера и различитих супстанци у меласи добије раствор, који при одређеној концентрацији може бити толико агресиван да се њиме може оправдати јачина детериорације бетонских конструкција у шећеранама.

Имајући у виду испитивања из референци [1], [3], [4] усвојен је запремински однос између суве материје (шећер и/или меласа) и воде 1:6, али су испитани и блажи раствори са односима 1:12 и 1: 24. Сува материја, која је коришћена за растворе, је комбинација шећера и меласе са масеним релативним односима 1:1; 1:2; 1:3; 1:4, 1:5, 2:1 (меласа:шећер). Састави раствора, чије рН вредности су касније измерени су приказани и у Табели 2.

Табела 2. Састави раствора меласе и шећера

Ознака раствора	Концентрација раствора [%]	Масени однос меласе и шећера
2:1	16,6	2:1
1:1	16,6	1:1
1:2	16,6	1:2
1:2*	8,3	1:2
1:2**	4,15	1:2
1:3	16,6	1:3
1:4	16,6	1:4
1:5	16,6	1:5
Шећер	16,6	0:1
Меласа	16,6	1:0

За мерење рН вредности раствора смо коришћен је веома прецизан, калибрисан рН метар типа Clean PH500А са адекватном сондом (Слика 3).

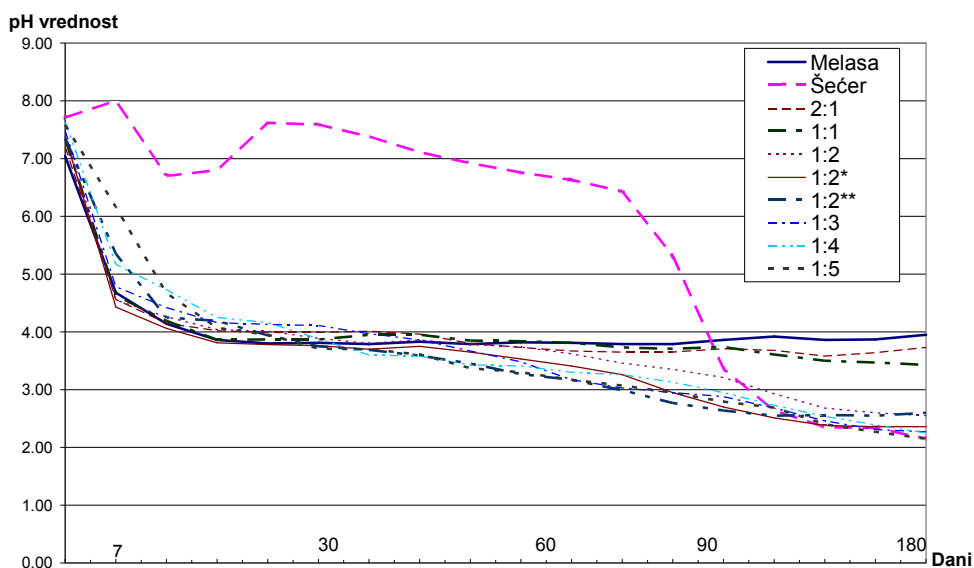


Слика 3. Мерење рН вредности раствора шећера и меласе

pH вредности испитаних раствора шећера и меласе су измерене тренутно, али су промене праћене наредних 6 месеци. Резултати промене pH вредности шећерних раствора у функцији времена су дати у Табели 3 и графички приказани на Слици 4.

Табела 3. Резултати мерења pH вредности у растворима шећера при старости

Ознака раствора	Старост раствора у данима								
	0	1	7	14	21	28	60	90	180
Меласа	6.65	7.04	4.68	4.14	3.83	3.81	3.81	3.79	3.95
Шећер	7.12	7.71	8.00	6.70	7.21	7.59	6.63	5.31	2.15
2:1	6.76	7.20	4.56	4.15	4.01	3.99	3.67	3.65	3.73
1:1	6.79	7.34	4.63	4.19	3.87	3.87	3.81	3.71	3.43
1:2	6.87	7.42	4.55	4.26	4.03	3.89	3.62	3.35	2.55
1:2*	6.84	7.38	4.43	4.06	3.80	3.76	3.41	2.95	2.36
1:3	6.84	7.48	4.78	4.42	4.15	4.11	3.17	2.95	2.27
1:4	6.91	7.63	5.17	4.73	4.21	3.88	3.30	3.13	2.25
1:5	6.67	7.58	6.16	4.67	4.01	3.71	3.17	2.95	2.15
1:2**	6.83	7.30	5.35	4.25	3.94	3.75	3.17	2.77	2.55



Слика 4. Промена pH вредности у функцији времена

Анализирајући резултате испитивања дошло се до закључка да су сви свежи раствори, неутралне pH вредности око 7. Међутим временом pH вредност у растворима шећера и меласе почиње да опада. Детаљна анализа производа

биохемијских процеса који су се одиграли у растворима, није урађена, али је опште познато да шећер ферментира у анаеробним условима. Изненађујуће су међутим рН вредности раствора, у којима је већи удео шећера, јер након 6 месеци измерене су вредности мање од 2,5; чак је измерен и рН=2,07 при тенденцији даљег опадања. Код раствора ознаке 1:5 и код чистог раствора шећера. Вредност рН<2,5 је изузетно интересантна, јер је сирћетна киселина, која, познато је да има веома агресивно дејство на бетон (а може се јавити у раствору шећера током ферментације), при највећој концентрацији може имати вредност до рН=2,5.

Раствори који су били предмет наших испитивања се могу поделити у две групе. Растворима са већим уделом меласе од шећера (ознака 1:1, 2:1 и меласа) рН вредност брже опада и након 3 недеље је већ мање од 4, али након тога рН вредност се битније не мења и након 180 дана ти раствори имају стабилну рН вредност између 3,5 до 4. Растворима са већим уделом шећера наспрам меласе спорије опада рН вредност, али након 6 месеци имају рН вредност од 2 до 2,5 што представља веома агресивну средину на бетон и захтева посебне мере заштите од корозије.

Посматрајући измерене вредности рН код раствора са ознакама 1:2, 1:2\* и 1:2\*\*, може се закључити да битне разлике услед различите концентрације шећера и меласе у води - нема.

### 3. ЗАКЉУЧАК

Резултати испитивања доказују да при корозији бетона узрокованој утицајима раствора шећера не ради се о спором процесу корозије, већ је потребан дужи временски период за хемијске, физичкохемијске и биохемијске процесе, како би настали хемијски агресивни продукти. Док су сами раствори шећера и меласе у свежем стању хемијски неутрални, продукти ферментације временом постају веома агресивни из аспекта корозије бетона, са рН вредностима мањим од 4 - што је доња граница за ХАЗ класу изложености бетона хемијски агресивној средини, па захтева посебне мере заштите. У дужем временском периоду резултати су показали да ови раствори могу достићи и вредности испод рН=2,5, што прузрокује веома агресивно дејство за бетоне, а потребно је имати у виду да и многи заштитни премази за бетон су декларисани за употребу у хемијски агресивним срединама до рН>3.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Б.Скендеровић, Л. Такач, М. Станишић: Изучавање динамике и хемизма корозије цементног камена у растворима шећера, Зборник радова Симпозијума о истраживањима и примени савремених достигнућа у нашем грађевинарству у области материјала и конструкција (у оквиру 17. Конгреса ЈУДИМК-а), Сарајево, 1982., стр. 43-59
- [2] Mindess, S., Young, J.F., Darwin D.: Concrete 2<sup>nd</sup> edition, Prentice Hall, Pearsons Education Inc., Upper Saddle River, NJ 07458, 2003., pp 491

- [3] Biczók Imre: Concrete Corrosion and Concrete Protection, Akadémiai Könyvkiadó, Budapest, 1964, pp 59
- [4] Б.Скендеровић, Љ. Фишанг, Д. Генцел: Утицај врсте цемента и других фактора на динамику корозије бетона у растворима шећера, Зборник радова са Саветовања о квалитету и асортиману домаћих цемената (у оквиру Конгреса ЈУДИМК-а), Тргир, 1986., стр. 421-436

## TESTING OF pH - VALUE OF SUGAR SOLUTIONS FROM SUGAR FACTORIES

*Summary: It is known that sugar solutions can induce chemical attack on exposed concrete and cement mortars, but there is neither regulation nor standard for corrosion testing of cement stone due to the exposure of sugar solutions or recommendations for concrete mix design which will be subjected to this type of corrosion. There are even different opinions whether it is a low, medium or strong chemical aggressive type of attack on the concrete. When concrete is exposed to chemical attack, one of the most important parameter is the acidity of the environment, expressed in pH values. The authors of this paper gave results in studying various pH values of solution of sugar, molasses, and combinations thereof. The effects of concentration of sugar in the solution at the pH and their changes over time were also presented. The conclusions provide an explanation for consequences on concrete subjected to sugar solution, which occur primarily in sugar factories but also in other food processing industrial units.*

**Keywords:** pH-value, sugar solution, concrete corrosion