

DOI: 10.12737/article\_590878fa9ee006.40896004

*Дребезгова М.Ю., аспирант  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

## ОСОБЕННОСТИ ГИДРАТАЦИИ КОМПОЗИЦИОННОГО ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО В ПРИСУТСТВИИ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА SikaPlast 2135\*

mdrebezgova@mail.ru

*В данной работе исследовано влияние суперпластификатора SikaPlast 2135 на основе модифицированных лигносульфонатов и поликарбоксилатных эфиров на ранние стадии гидратации и структурообразование композиционного гипсового вяжущего с помощью изотермического дифференциального микрокалориметра.*

**Ключевые слова:** композиционное гипсовое вяжущее, суперпластификатор SikaPlast 2135, гидратация, термокинетические зависимости.

**Введение.** В последние годы в технологии строительных материалов и изделий эффективно применяются суперпластификаторы (СП), позволяющие увеличивать подвижность бетонной смеси при снижении водопотребности, экономить портландцемент, снижать затраты энергетических и трудовых ресурсов. Высокая эффективность применения СП связана с механизмом их действия, существенно меняющим характер гидратации и структурообразования на ранних стадиях [1–4].

Адсорбционные, электростатические и стерические механизмы их действия, доказанные многими исследователями. Обуславливают эффекты водоредуцирования и торможения начальной гидратации [5]. Действие химических добавок любого типа и механизма обуславливает ускорение или замедление темпов твердения, а значит и тепловыделения.

Повышение качества композиционных гипсовых вяжущих (КГВ) и композитов на их основе возможно за счет применения химических добавок, введение которых обеспечивает возможность регулирования и управления их структурообразованием в пластичном состоянии и в процессе формирования структурной прочности [6–13].

Целью исследований являлось изучение влияния СП SikaPlast 2135 на ранние стадии гидратации и структурообразования КГВ.

**Основная часть.** В данной работе с целью изучения термокинетических закономерностей интенсивности и полноты ранних стадий гидратации композиционного гипсового вяжущего (КГВ) в присутствии суперпластификатора SikaPlast 2135 с момента его смешения с водой проведены исследования с помощью изотермического дифференциального микрокалориметра [5], включающего ряд устройств для автоматического построения зависимостей  $dQ/dt=f(\tau)$  и  $Q=f(\tau)$ .

SikaPlast 2135 (ООО «Зика») – это суперпластифицирующая и суперредуцирующая добавка на основе модифицированных лигносульфонатов и поликарбоксилатных эфиров, с молекулярно-массовым распределением в виде 20 % водного раствора, полностью гомогенизированная, плотностью 1,105–1,135 кг/дм<sup>3</sup>, pH фактор 4,5±0,5.

Пластифицирующий эффект СП устанавливали по консистенции паст при постоянном В/В<sub>ж</sub> отношении, а также по снижению количества воды затворения для равноподвижных паст (расплыв по Суттарду ± 200 мм). Сроки схватывания определяли согласно ГОСТ 237.89-79, прочность на сжатие на образцах-кубах с ребром 3 см. Добавка вводилась совместно с водой затворения.

В результате проведенных исследований было установлено, что СП SikaPlast 2135 в количестве 0,1–0,5 % от массы КГВ оказывает комплексное влияние на свойства смеси и затвердевшего КГВ. Благодаря поверхностной адсорбции и созданию эффекта межмолекулярного электростатического и стерического отталкивания частиц КГВ, параллельно протекает процесс взаимодействия СП с фазами вяжущего и тем самым решается проблема его преждевременного схватывания (до 22... 23 мин). С увеличением В/В<sub>ж</sub> отношения подвижность и сроки схватывания паст на КГВ увеличиваются, но снижается прочность образцов во все сроки твердения (табл. 1).

Суперпластификатор SikaPlast 2135 изменяет значения термокинетических показателей, отличающихся по своей интенсивности и продолжительности в виде зависимостей  $dQ/dt=f(\tau)$  и  $Q=f(\tau)$  (таблица 2)

Сравнивая термокинетические кривые процессов гидратации (рисунок 1, кривая 1) и КГВ + СП гидратации (рисунок 1, кривая 2) при температуре 27°C, видны различия в длительно-

сти и интенсивности основных периодов их твердения.

Таблица 1

### Влияние добавки SikaPlast 2135 на свойства затвердевшего КГВ

№ п/п	Состав КГВ, % по массе:						Распльв, м	Сроки схватывания-мин, с		Предел прочности при сжатии, МПа				
	Гипс. вяж.		Ц	ММС	Мел	НП		Sika Plast 2135 %	Начало	Конец	2 ч	7 сут	14 сут	28 сут
	Г-5	Г-16												
1*	48,16	20,64	15	15	0,75	0,45	-	0,200	7-30	8-00	5,2	6,8	12,0	14,2
2	48,16	20,64					0,1	0,150	8-10	8-40	5,7	7,3	13,8	15,5
3	48,16	20,64					0,3	0,205	17-00	18-10	5,5	7,0	12,4	14,5
4	48,16	20,64					0,5	0,220	22-20	23-00	5,0	6,2	11,5	12,8

Примечание: В/Вяж=0,5; состав №1\*- В/Вяж=0,55.

Таблица 2

### Термокинетические показатели

№ п/п	Соотношение компонентов	Начало реакции, с	Экзоэффект			Тепловыделение макс. за 72 ч, дж/г
			Момент достижения ч, мин, с	Величина максимума, дж/г·ч	Тепловыделение, дж/г	
1	КГВ	22	25 мин 56 с	102,11	38,94	94,92
2	КГВ + СП	22	35 мин 46 с	93,57	34,83	90,38

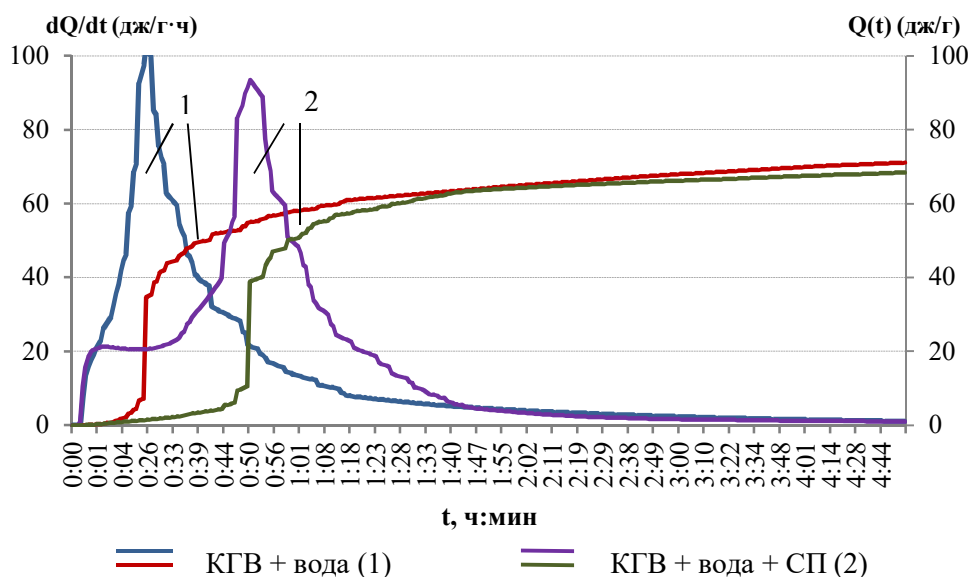


Рис. 1. Зависимость интенсивности и скорости тепловыделения в процессе гидратации КГВ в присутствии суперпластификатора SikaPlast 2135

Гидратация КГВ с СП SikaPlast 2135 (0,3 % от массы КГВ) сопровождается двумя экзоэффектами, разделенными индукционным периодом постоянной скорости тепловыделения (рисунок 1, кривая 2). Через 22 с после взаимодействия с водой у КГВ+СП проявляется реакционная способность. Через 2 мин, фиксируется *первый пик* скорости тепловыделения, равный 21,25 дж/г·ч. Количество выделенного тепла составля-

ет 0,52 дж/г. Затем, через 4 мин скорость тепловыделения снижается до 20,55 дж/г·ч и наступает индукционный период (до 4 мин 51 с), а через 35 мин 46 с фиксируется *второй пик* скорости тепловыделения – 93,57 дж/г·ч с количеством выделившегося тепла – 38,94 дж/г.

К числу наиболее вероятных причин торможения реакций можно отнести замедление диффузии и зародышеобразования.

В последующем скорость гидратации и гидратного фазообразования КГВ+СП снижается и остается на низком остаточном уровне, равном 0,28 дж/г·ч.

Таким образом, адсорбция СП SikaPlast 2135 образующимися продуктами реакций гидратации КГВ (гидросиликатами CSH-группы и др.) снижает их интенсивность и оказывает влияние на формирование фазовых контактов, изменение условий и скорости возникновения зародышей новообразований с формированием моно- или полимолекулярных адсорбционных слоев, удерживающих значительное количество воды. Это проявляется в возрастании длительности индукционного периода, торможении (или даже блокировании) ранних стадий гидратации, сопровождающихся снижением интенсивности и полноты тепловыделения.

Взаимосвязь термокинетических характеристик с технологическими эффектами действия СП имеет научную и прикладную значимость, т.к. позволяет приблизиться к пониманию сложного механизма их действия, а также расширяет возможности регулирования процессов твердения и свойств КГВ с химическими добавками и композитов на их основе.

*\*Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им В.Г. Шухова на 2012-2016 годы при выполнении НИР № А-2/16 «Разработка и синтез эффективных композитов на быстротвердеющих гипсоцементных вяжущих для аддитивных технологий»*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ребиндер П.А. поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. М.: Наука, 1979..382 с.

2. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. М.: стройиздат 1989. 188 с.

3. Дребезгов Д.А., Чернышева Н.В., Капуста И.Н., Хлебникова И.С. Влияние химических модификаторов на свойства композиционных гипсовых вяжущих // В сборнике: Эффективные строительные композиты Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 143–150.

4. Лапич А.С., Чернышева Н.В., Козеева Е.В. Применение химических модификаторов в производстве гипсовых материалов // В сборнике: Инновационные материалы и технологии (XX научные чтения). Материалы Международной научно-практической конференции. 2013. С. 115–117.

5. Ушеров-Маршак А.В. Калориметрия цемента и бетона : избранные труды. Харьков Факт, 2002.183 с.

6. Lesovik V.S., Chernysheva N.V., Issa E. I. J., Drebezgova M. Y. Effective Composite Gypsum Binders On The Basis Of Raw Materials from The Middle East Countries // Advances in Natural and Applied Sciences. 2014. Т.8. №5. С. 363–372.

7. Муртазаев С.А.Ю., Чернышева Н.В., Сайдумов М.С. Мелкоштучные стеновые изделия на композиционных гипсовых вяжущих с золошлаковым наполнителем // Экология и промышленность России. 2014. № 5. С. 18–22

8. Чернышева Н.В., Лесовик В.С., Дребезгова М.Ю. Водостойкие гипсовые композиционные материалы с применением техногенного сырья: монография / г. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 321 с.

9. Чернышева Н.В., Дребезгов Д.А. Свойства и применение быстротвердеющих композитов на основе гипсовых вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. №5. С. 125–133.

10. Муртазаев С.А.Ю., Чернышева Н.В., Сайдумов М.С., Аласханов А.Х. Бетоны мелкозернистой структуры на композиционных гипсо-содержащих вяжущих с наполнителем техногенной природы //В сборнике: Современные строительные материалы, технологи и конструкции Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова". Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ФГБОУ ВПО «ГГНТУ»), г. Грозный. 2015. С. 489-506.

11. Аласханов А.Х., Муртазаев С.А.Ю., Исмаилова З.Х., Чернышева Н.В. Бетоны на основе композиционных гипсовых вяжущих с наполнителем из золошлаковых смесей // В сборнике: Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 16–25.

12. Дребезгова М.Ю. К вопросу кинетики тепловыделения при гидратации гипсовых вяжущих (Часть I) // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2017. №3. С. 19–23.

13. Чернышева Н.В., Дребезгова М.Ю., Герасимов А.В. Кинетика тепловыделения при

гидратации композиционных гипсовых вяжущих // Вестник Белгородского государственного

технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. №4. С. 37–44.

---

**Drebezgova M. Yu.**

**THE PECULIARITIES OF HYDRATION OF THE COMPOSITE GYPSUM BINDER IN THE PRESENCE OF SUPERPLASTICIZER SikaPlast 2135**

*In this paper we investigate the influence of superplasticizer SikaPlast 2135-based based on modified ligno-sulfonates and polycarboxylate ethers at an early stage of hydration and structure formation of the composite gypsum binder using isothermal differential microcalorimeter.*

**Key words:** *composite gypsum binder, the superplasticizer SikaPlast 2135, hydration. thermokinetic dependence.*

---

**Дребезгова Мария Юрьевна**, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: mdrebezgova@mail.ru