

**В.Н. ШУМЕЙКО, Г.Н. ШАБАНОВА**, докт. техн. наук,

**С.М. ЛОГВИНКОВ**, канд. техн. наук,

**В.Б. ДИСТАНОВ**, канд. хим. наук, НТУ «ХПИ»

## **ВЛИЯНИЕ АКРИЛОСТИРОЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА**

Розглянуто перспективи використання суперпластифікуючої добавки для покращення властивостей цементних систем і бетону. Удосконалена методика отримання сульфованого полімеру. Наведено та проаналізовано експериментальні дані щодо фізико-механічних властивостей зразків цементного каменю з добавками суперпластифікаторів.

Perspectives of fluidifier use to improve the properties of cement and concrete were considered. In this work production method of the sulfonated polymer was improved. Physical and mechanical properties of the cement stone samples with fluidifiers were studied.

Производство цементов и бетонов на сегодняшний день требует поиска новых прогрессивных технологий. Использование различных вяжущих веществ, заполнителей, добавок, а также арсенал передовых технологических приемов и передовое оборудование позволяют получать бетоны с разнообразными свойствами.

Основные технические решения в области применения бетонных смесей принципиально одинаковые в разных странах – половина их объема используется для изготовления монолитных бетонных и железобетонных конструкций, поскольку, при определенных условиях монолитный бетон по некоторым технико-экономическим показателям имеет существенные преимущества по сравнению со сборным бетоном [1, 2]. Исходя из этого, важное значение приобретает проблема сохранения консистенции бетонных смесей во времени, а также повышение эффективности способов их удобоукладываемости.

Для получения высококачественных цементсодержащих строительных материалов в настоящее время широко используются так называемые суперпластификаторы (СП), которые способствуют улучшению реологических свойств материалов (подвижности и текучести). Это в свою очередь, приводит к существенному изменению строительно-технических характеристик,

обеспечивает значительную экономию цемента и комплексное повышение эксплуатационных свойств материалов.

Производство суперпластификаторов широко развито в Австралии, Германии, США, Японии и некоторых других странах. В Украине, на данный момент, производство СП находится только на стадии развития.

В работе [1] показано, что в строительной практике разных стран среди суперпластификаторов отдается предпочтение традиционным сульфополимерам.

В одну из групп суперпластификаторов, классифицированных по составу и по химической природе [3, 4] входят добавки нового поколения – акрилаты и поликарбоксилаты.

В настоящее время чаще используются суперпластификаторы на основе водорастворимого полистирола [5 – 7] и его сополимеров с разными ненасыщенными акриловыми кислотами, например акриловой, метакриловой и этилакриловой [8, 9].

Основной методикой получения водорастворимого полистирола является сульфирование полистирола серной кислотой в присутствии катализатора, в качестве которого выступает сульфат серебра. Поэтому такой подход к получению чистых сульфополимеров является дорогостоящим. Учитывая необходимость промышленного выпуска современных суперпластификаторов в Украине, актуальной является задача усовершенствования методики получения сульфированных полимеров.

Альтернативное решение может быть получено на основе разработки и получения сульфированного акрилостирольного сополимера для модифицирования бездобавочного портландцемента с проведением экспериментальной проверки их совместимости.

Цель работы заключалась в проверке эффективности действия суперпластифицирующей добавки на основе сульфированного акрилостирольного сополимера на физико-механические свойства бездобавочного портландцемента.

В лабораторных условиях по разработанной методике получения сульфированного полистирола, которая предусматривает очистку от сульфорирующего агента, проведен синтез сульфированного акрилостирольного сополимера с различным содержанием остаточного сульфата аммония с условным названием САСП-1 и САСП-2 (двойная очистка).

В работе применялся бездобавочный портландцемент ПЦ I-400-Н (ДСТУ Б В.2.7.-46-96), выпущенный государственным предприятием “ Харьковский опытный цементный завод”.

При сопоставительном анализе эффективности регулирования физико-механических свойств цементного камня сравнивались образцы из бездобавочного портландцемента и образцы с разработанными суперпластифицирующими добавками САСП-1 САСП-2 в различных концентрациях.

Нормальная густота цементного теста и сроки схватывания определялись в соответствии с традиционными методами исследований цементов (ГОСТ 310-3-92), а предел прочности при сжатии образцов – в соответствии с ГОСТ 10180-90.

Экспериментальные данные по физико-механическим свойствам образцов из цементного теста с введением различных количеств суперпластифицирующих добавок с водой затворения представлены в таблице.

Таблица

Физико-механические свойства портландцемента  
с добавками САСП-1 и САСП-2

| Количество<br>добавки, % |      | Нормальная<br>густота, % | Сроки схватывания,<br>час – мин. |       | Предел прочности при сжатии,<br>МПа, в возрасте, сутки |    |     |
|--------------------------|------|--------------------------|----------------------------------|-------|--------------------------------------------------------|----|-----|
|                          |      |                          | начало                           | конец | 3                                                      | 7  | 28  |
| без добавки              |      | 27,00                    | 4-00                             | 5-55  | 80                                                     | 82 | 85  |
| САСП – 1                 | 0,01 | 27,00                    | 2-15                             | 4-30  | 70                                                     | 82 | 95  |
|                          | 0,03 | 26,75                    | 2-45                             | 4-25  | 65                                                     | 80 | 90  |
|                          | 0,05 | 26,50                    | 2-20                             | 4-05  | 62                                                     | 78 | 85  |
|                          | 0,07 | 26,50                    | 2-20                             | 4-20  | 60                                                     | 73 | 75  |
|                          | 0,10 | 26,50                    | 2-10                             | 4-30  | 55                                                     | 68 | 72  |
| САСП – 2                 | 0,01 | 27,00                    | 4-00                             | 6-00  | 67                                                     | 89 | 100 |
|                          | 0,03 | 26,75                    | 4-00                             | 6-25  | 75                                                     | 85 | 105 |
|                          | 0,05 | 26,75                    | 3-35                             | 5-10  | 75                                                     | 80 | 90  |
|                          | 0,07 | 26,75                    | 3-25                             | 6-10  | 62                                                     | 78 | 90  |
|                          | 0,10 | 26,50                    | 2-10                             | 4-00  | 60                                                     | 75 | 90  |

Изменение предела прочности при сжатии ( $\delta_{сж}$ ) для исследованных образцов функционально зависит от количества введенной добавки и срока набора прочности образцов, что отображено в графической форме соответствующими поверхностями отклика на рис. 1 и рис. 2.

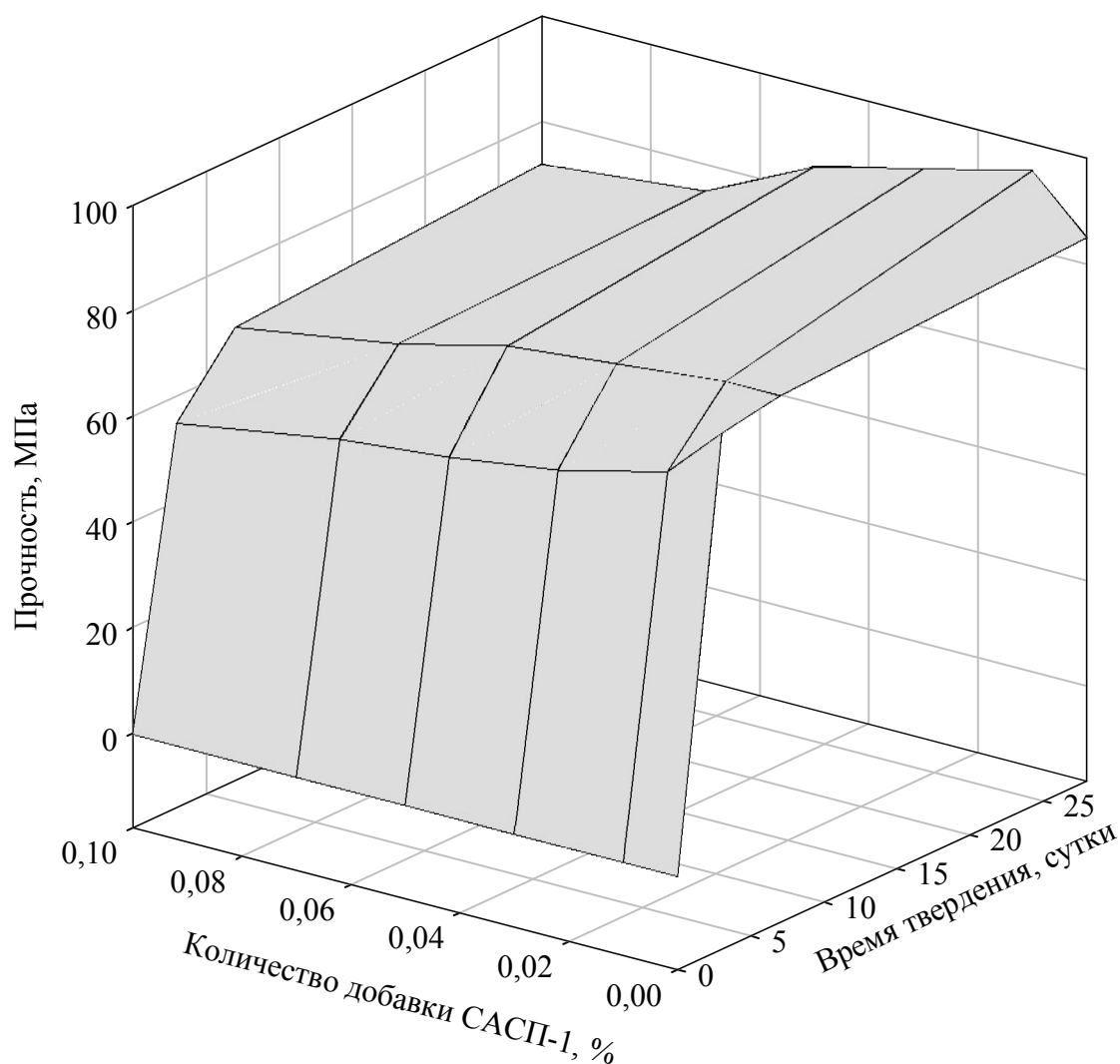


Рис. 1. Поверхность отклика функциональной зависимости  $\delta_{сж}$  от содержания добавки САСП-1 и сроков твердения

Для бездобавочного портландцемента наблюдается более существенное повышение предела прочности образцов в первые сроки твердения (3 и 7 дней), что характерно для цемента с более высоким содержанием трехкальциевого силиката, чем двухкальциевого.

Для экспериментальной добавки САСП-1 наблюдается повышение прочности к 28 суткам твердения у образцов с количеством добавки 0,01 и 0,03 масс. % (таблица).

При добавлении 0,05 – 0,10 масс. % добавки наблюдается незначительное снижение прочностных характеристик образцов в сравнении с бездобавочным портландцементом, что свидетельствует о несбалансированном фазовом составе продуктов его гидратации и перекристаллизационных процессах в направлении деградации структурно-морфологических взаимосвязей.

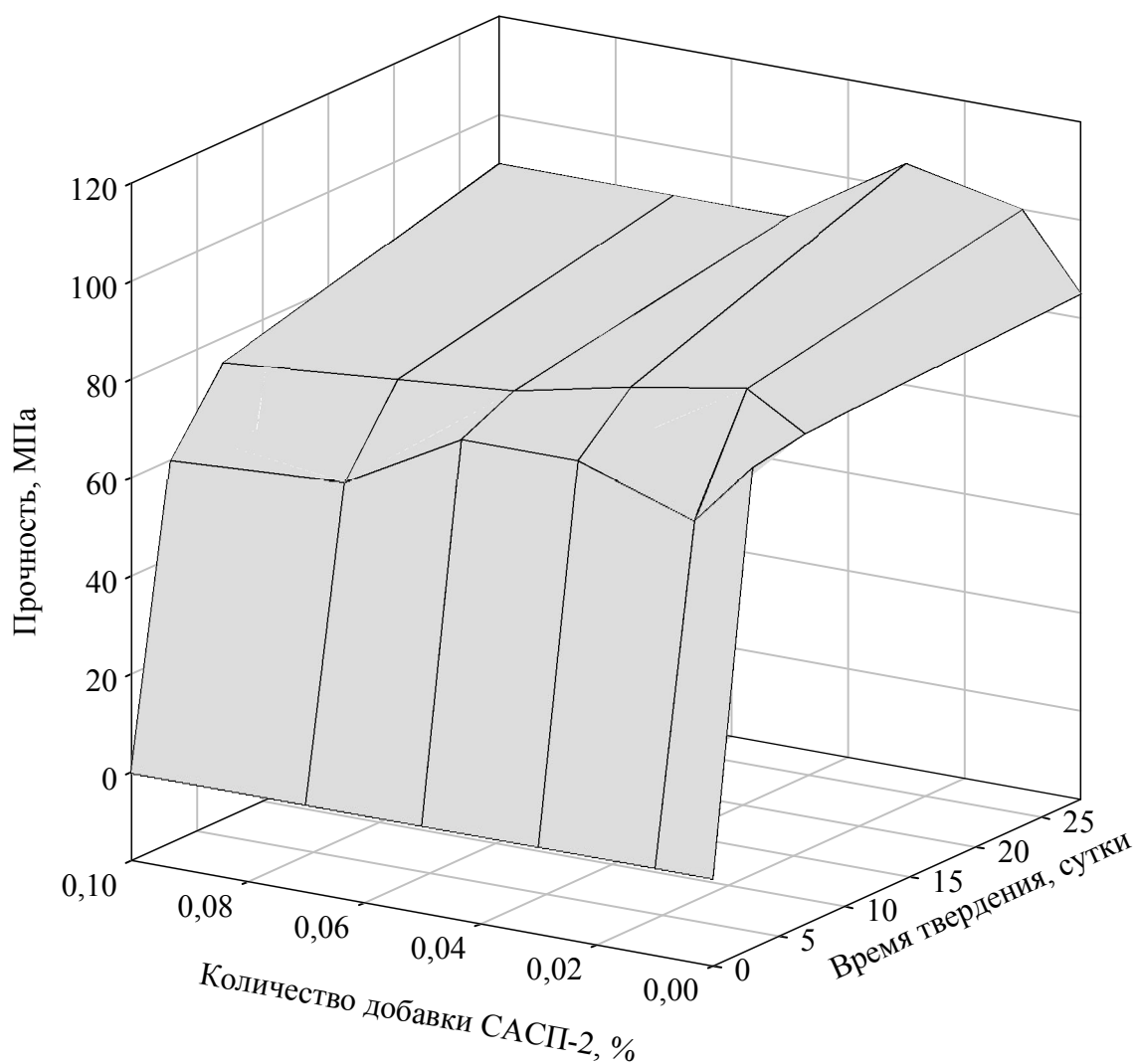


Рис. 2. Поверхность отклика функциональной зависимости  $\delta_{сж}$  от содержания добавки САСП-2 и сроков твердения

Кроме того, добавка САСП-2 во всем исследованном концентрационном интервале достаточно значительно сокращает сроки схватывания цементного камня, что приводит к сокращению интервала технологической пригодности цементного теста. Однако, такое влияние добавки САСП-1 на сокращение сроков схватывания может быть востребовано для зимнего бетонирования.

При этом важно учитывать, что наряду с резким ограничением технологической консистенции цементного теста, резко ограничивается возможный набор оборудования и методов, обеспечивающих удобоукладываемость цемента с добавкой САСП-1.

Для экспериментальной добавки САСП-2 – наблюдается сравнительно равномерное и более значительное повышение прочности образцов к 28 суткам твердения для всего исследованного концентрационного интервала до-

бавки. Образцы из цемента с добавкой САСП-2 в количестве 0,01 и 0,03 масс. % к 7 суткам твердения набирают прочность до значений, характерных для образцов из бездобавочного цемента в возрасте 28 суток и имеют наиболее высокую прочность к 28 суткам твердения, чем все другие исследованные образцы.

Отмечается удлинение конца сроков схватывания цементного теста с добавкой САСП-2 при ее содержании 0,01 и 0,03 масс. % на 5 и 30 минут соответственно. При концентрации добавки 0,05 – 0,10 масс. % начало сроков схватывания цементного теста сокращается во всем указанном интервале, а с количеством добавки САСП-2 равной 0,10 масс. % время конца сроков схватывания совпадает с началом сроков схватывания бездобавочного цемента.

Результаты экспериментов для образцов с добавкой САСП-2 показали, что применение добавки в количестве до 0,03 масс. % также дает максимальный эффект, т.к. достигается снижение нормальной густоты цементного теста и значительное расширение интервала технологической пригодности, что следует из удлиненных сроков схватывания и гарантированного уровня прочностных характеристик во все сроки твердения образцов (таблица). Применение добавки САСП-2 в количестве 0,05 – 0,10 масс. %, учитывая результаты испытаний физико-механических свойств и с точки зрения технико-экономических соображений не целесообразно.

Следовательно, рациональной добавкой является САСП-2 в количестве 0,03 масс. %, что способствует увеличению прочности цементного камня на 18 % по сравнению с бездобавочным портландцементом к 28 суткам твердения и удлиняет конец сроков схватывания на 30 минут, что дает возможность ее эффективного применения в строительной индустрии. Передозировка САС-2 сверх 0,05 % допустима, исходя из набора прочности к 28 суткам, но ограничивает сроки начала схватывания.

Эффективность разработанных суперпластифицирующих добавок на основе сульфированного акрилостирольного сополимера зависит от содержания в них остаточного сульфата аммония, что следует из выше представленных результатов испытания. Наличие большего содержания сульфата аммония в акрилостирольной добавке понижает физико-механические свойства бездобавочного портландцемента.

**Список литературы:** 1. Айрапетов Г.А. Строительство в Германии / Г.А. Айрапетов, Б.Х. Бретшнайдер. – М.: Стройиздат, 1996. – 283 с. 2. Кривошеев П.І. Стан бетонознавства в Україні / П.І. Кривошеєв, Л.О. Шейніч // Будівельні конструкції. – К.: НДІБК. – 2002. – Вип.56. – С. 3 – 8.

3. Гоц В.І. Бетони і будівельні розчини: [підручник] / Гоц В.І. – К.: КНУБА, 2003. – 472 с.
4. Мазурак О.Т. Портландцементи з комплексними модифікаторами на основі полікарбоксилатів: Дис. ... кандидата техн. наук: 05.17.11 / Мазурак Оксана Тимофіївна. – Львов, 2006. – 183 с.
5. Шумейко В.Н., Лисовая Е.С. Синтез и исследование сульфированного полистирола для использования в качестве суперпластификатора строительных материалов: тези доповідей Х конференції молодих учених та студентів-хіміків південного регіону України, 16 – 17 жовт. 2007 р., Одеса / ПНЦ НАНУ ФХІ ім. О.В. Богатського НАНУ. – Одеса, 2007. – С. 62.
6. Лісова О.С., Дістанов В.Б., Шабанова Г.М. та ін. Синтез та дослідження водорозчинних суперпластифікаторів: тези доповідей II Університетської наук.-практ. студ. конф. магістрантів НТУ “ХПІ”, 25 – 26 березня 2008 р., Харків. Т. 2 / НТУ “ХПІ”. – Харків, 2008. – С. 178.
7. Логвинков С.М. Влияние суперпластифицирующих поликарбоксилатных добавок на физико-механические свойства высокоглиноземистого цемента / С.М. Логвинков, Г.Н. Шабанова, В.Н. Шумейко // Вісник НТУ “ХПІ”. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2006. – № 43. – С. 143 – 152.
8. Батраков В.Г. Теория и перспективные направления развития работ в области модифицирования цементных систем / Батраков В.Г. // Цемент и его применение. – 1999. – № 5, 6. – С. 14 – 19.
9. Коваль С.В. Модифицирование – магистральное направление совершенствования свойств и технологии бетона / Коваль С.В. // Строительные материалы и изделия. – 2004. – С. 20 – 23.

*Поступила в редколлегию 12.11.08.*