

*С.Г. ГУЗИЙ*, канд. техн. наук, ст. научн. сотрудн., КНУСА, г. Киев

*С.А. ТЕРЕНЧУК*, канд. физ.-мат. наук, доц., КНУСА, г. Киев

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЩЕЛОЧНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ СУСПЕНЗИЙ ПОСЛЕ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ**

Представлена работа посвящена дослідженню впливу кавітаційної обробки на фізичні властивості лужних алюмосилікатних суспензій. Показано, що в полі динамічної кавітації відбувається повна аморфізація каоліну, що сприяє збільшенню реакційної здатності та часу збереження однорідності суспензій. Встановлено, що динамічні кавітаційні пристрої скорочують час диспергації в 3 – 12 разів.

The submitted work is devoted to research of influence cavitation processing's on physical properties alkaline aluminosilicate suspensions. It is shown, that in a field dynamic cavitations occurs full amorphization kaolin, that promotes increase of reactionary ability of suspension and time of preservation of uniformity. It is established, that dynamic cavitation devices reduce time dispersion at 3 – 12 time.

**Состояние вопроса.** Современный рынок производства строительных материалов изо дня в день требует применения новых видов вяжущих веществ. С этой точки зрения, наиболее перспективными являются щелочные алюмосиликаты (геоцементы), основными структурообразующими элементами которых являются аналоги природных цеолитов, фельдшпатидов и других соединений, обеспечивающих специальные свойства композиционным материалам, созданным на их основе [1 – 5]. На сегодняшний день повышение качества строительных материалов и снижение их материалоемкости достигается за счет повышения активности вяжущих. С этой целью традиционно используют химические и минеральные добавки, а также и механоактивацию [6]. Однако, механическая обработка сырья в промышленных масштабах является одной из наиболее энергоемких стадий. Поэтому основной задачей измельчения является получение максимального количества продукта в короткие сроки при минимальных энергозатратах. Для сравнения помольного оборудования, применяемого для переработки одного и того же материала, используем такое понятие как параметр энергетической эффективности (ЭЭ), характеризующийся отношением полезного технологического результата измельчения к суммарным энергетическим затратам в единице объема рабочего пространства [7 – 8]. Сравнение ЭЭ различных измельчителей показывает,

что к числу наиболее эффективных относятся кавитационные (рис. 1).

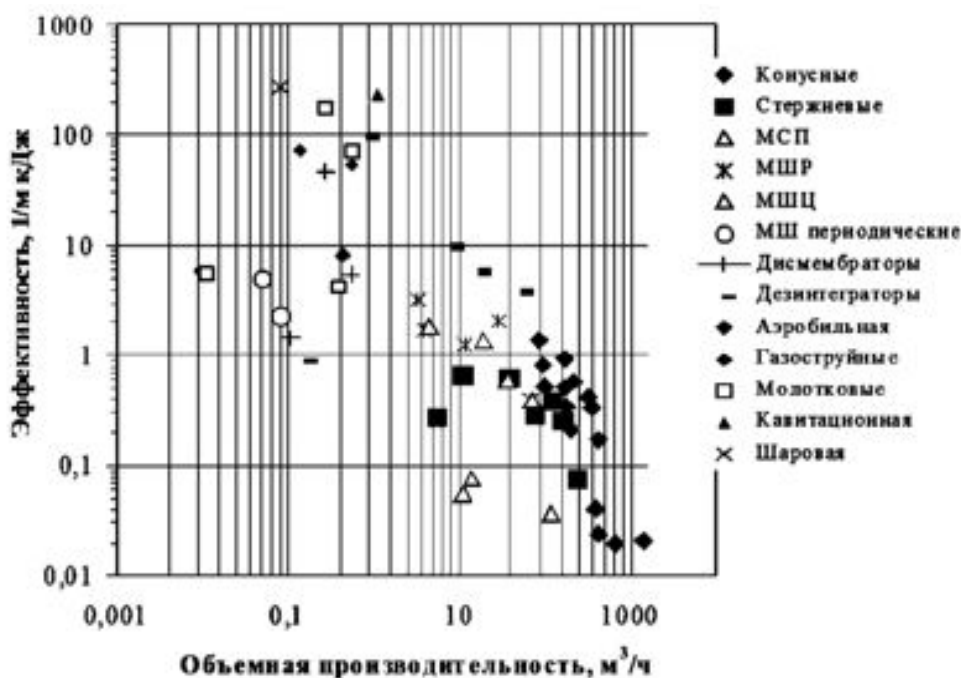


Рис. 1. Сравнение различных измельчителей по параметру энергетической эффективности

Так, из работ [9 – 11] следует, что за счет механической активации в щелочной среде глинозема, оксида магния и диоксида циркония на вибромельницах и центробежных мельницах непрерывного действия АГО-9, алюмосиликатные суспензии были получены за время от 30 минут до 160 часов. Данный вид активации приводит к образованию хемосорбционных связей между силоксилановыми звеньями с  $Al^{+3}$ ,  $Mg^{+2}$  и  $Zr^{+4}$  только на поверхности твердых частиц диоксида циркония, оксида магния и глинозема, но не в состоянии изменить кристаллическую структуру сырья и перевести его в аморфное, более реакционное состояние. В работах [12 – 14] для активации щелочных суспензий на основе глинозема был использован динамический кавитатор с модуляцией потока (ДКМП). В результате эксперимента был обнаружен эффект полного перехода кристаллических фаз  $\alpha$ - и  $\gamma$ - $Al_2O_3$  в рентгеноаморфное состояние за время 6 – 12 мин, при давлении 12 – 14 атм. и нагреве щелочной суспензии до температуры 100 – 120 °С.

**Цель работы** - повышение реакционной способности алюмосиликатных суспензий за счет кавитационной обработки.

**Обсуждение экспериментальных данных.** В данной работе кавитационной обработке (КО) подвергались гидроалюмосиликатные суспензии типа  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 20H_2O$ , полученные на основе каолина (6S-K) и метакаоли-

на (6S-Mk). Установка состоит из емкости (1) для суспензии, которая подается в ДКМП (3) с помощью осевого насоса (2). Давление в системе и температура суспензии измеряется манометром (4) и термодатчиком (7). Установка и её гидравлическая схема показана на рис. 2.

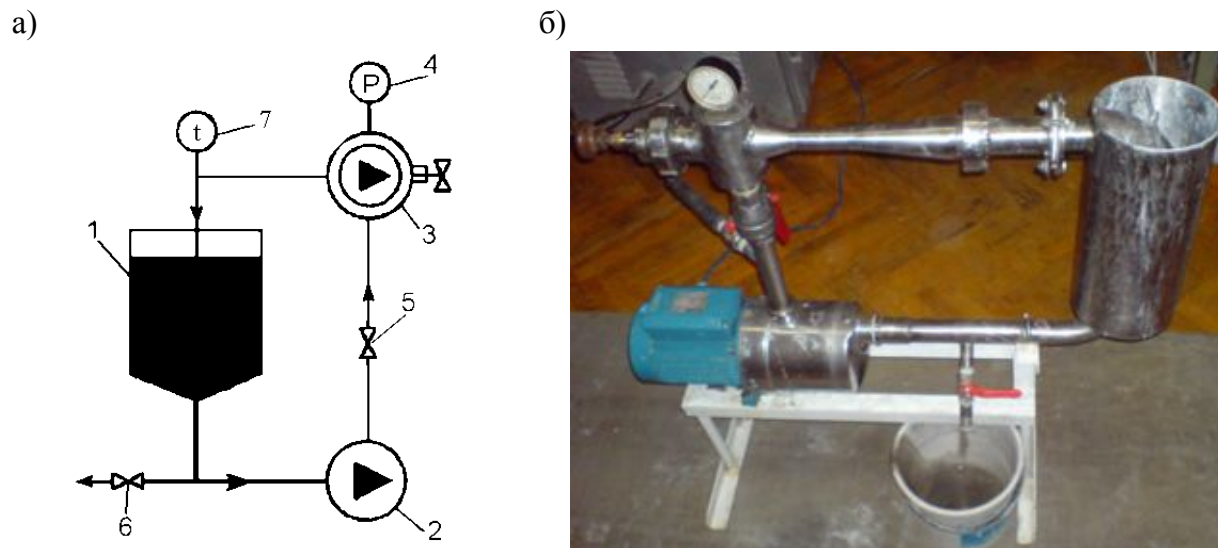


Рис. 2. Гидравлическая схема установки (а), вид в натуральную величину (б):  
 1 – емкость с суспензией; 2 – насос; 3 – ДКМП; 4 – манометр;  
 5, 6 – вентили; 7 – термодатчик

Изучались такие физические параметры как время КО, давление в ДКМП, температура и технологическая вязкость суспензий.

На рис. 3 представлены зависимости давления в кавитаторе и температуры суспензий от продолжительности кавитационной обработки на ДКМП.

Анализ полученных данных позволяет предположить, что всплески давлений, наблюдаемых на 3-й и 5-й минуте КО, свидетельствуют о том, что в обеих суспензиях происходят процессы диспергирования, объясняемые воздействием кумулятивной струйки на частицы твердой фазы за счет схлопывания кавитационных пузырьков. Об этом же свидетельствует подъем температуры суспензий. Следует отметить, что на 6-ю минуту КО, температура щелочной суспензии на основе метакаолина стабилизируется и составляет 60 °С; а для суспензии на основе каолина стабилизация температуры достигается на 8-ю минуту обработки и составляет 45 °С. При этом фиксируется всплеск давления от 1,9 до 4,2 атм. с выбросом значительного количества энергии, направленной на разрушение кристаллической структуры каолинита (удаление 2-х молекул воды) и его аморфизацию.

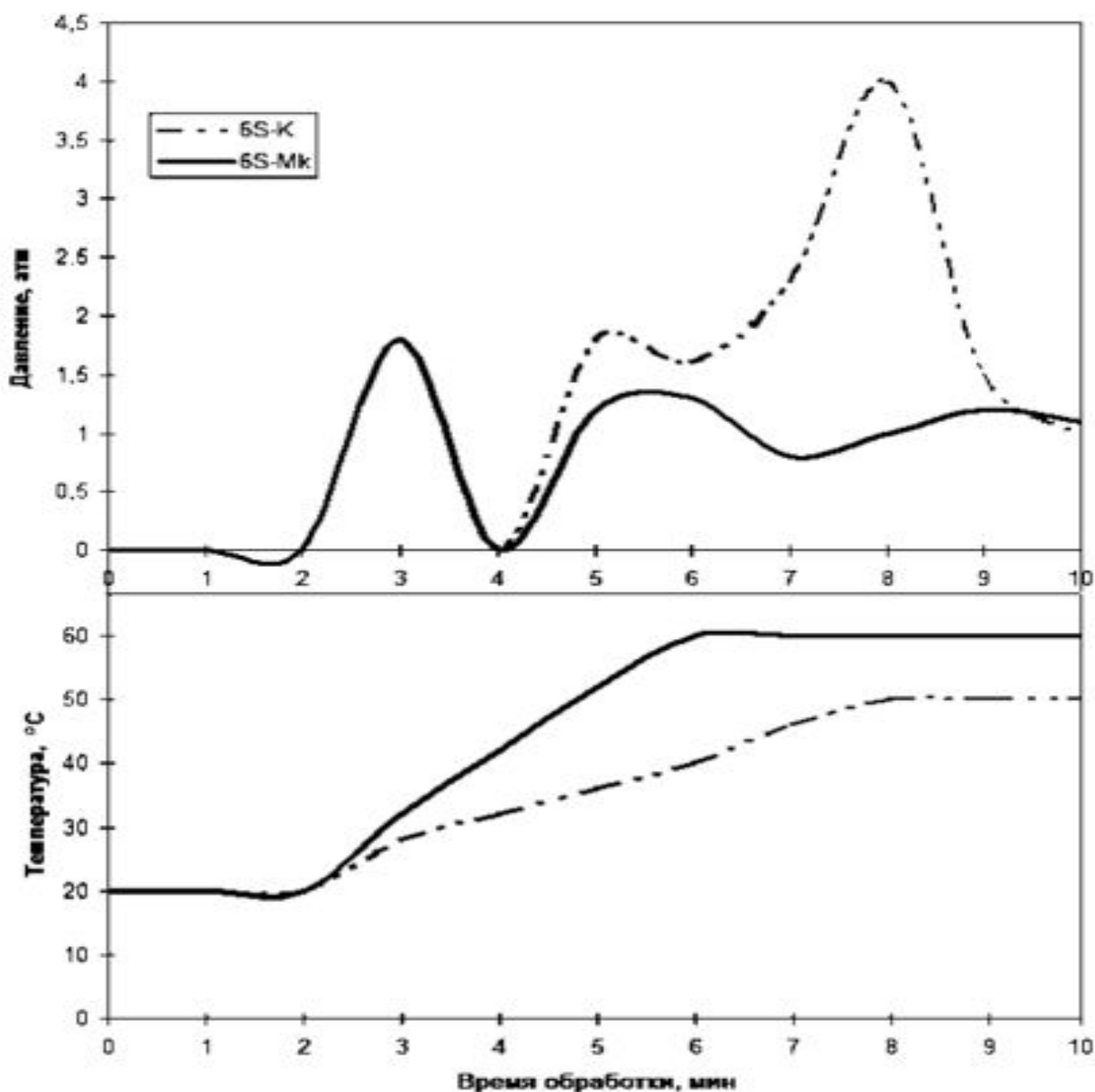


Рис. 3. Зависимость давления и температуры суспензий от продолжительности КО:  
1 – 6S-K; 2 – 6S-Mk

Факт перехода каолина в метакaoлин подтверждается рентгенофазовым и термическим методами исследований (рис. 4). На рентгенограмме 1 не наблюдаются дифракционные максимумы, характерные для каолинита – 0,714; 0,357; 0,2489; 0,23384; 0,2291 и 0,1993нм (кр. 1-1). Согласно с данными ДТА (кривая 1) в интервале температур (-) 480 – 590 °C отсутствуют эндоэффекты (кр. 1-1), характерные для процесса удаления химически связанной воды, приводящее к разрушению кристаллической решетки каолинита [17, 18].

По достижению 10-й минуты КО значения давлений в суспензиях стабилизируются на уровне 1,3 атм., процессы диспергации и аморфизации заканчиваются, при этом рост температур суспензий не наблюдается.

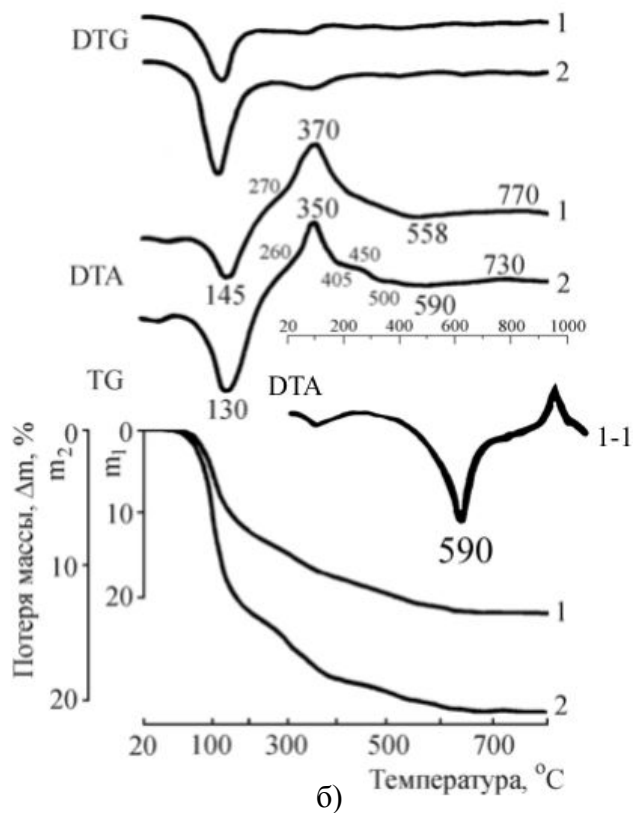
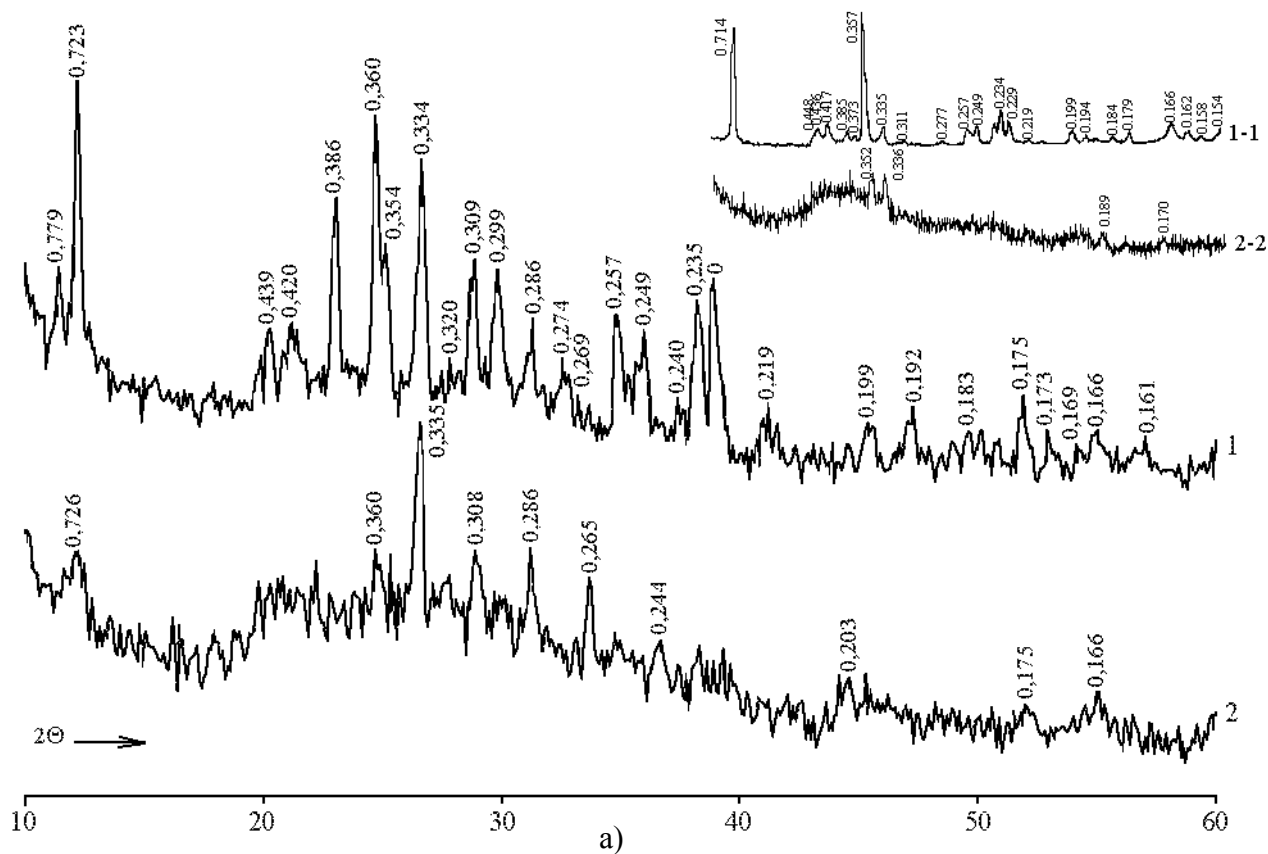


Рис. 4. Рентгенограммы (а) и термограммы (б) щелочных алюмосиликатных суспензий после кавитационной обработки:

1 – 6S-K; 1-1 – K; 2 – 6S-Mk; 2-2 – Mk.

После окончания КО по расплыву вискозиметра Суттарда была определена технологическая вязкость суспензий (рис. 5).

После окончания КО по расплыву вискозиметра Суттарда была определена технологическая вязкость суспензий (фото 1). Значение технологической вязкости щелочных алюмосиликатных суспензий до и после КО показаны на рис. 6.

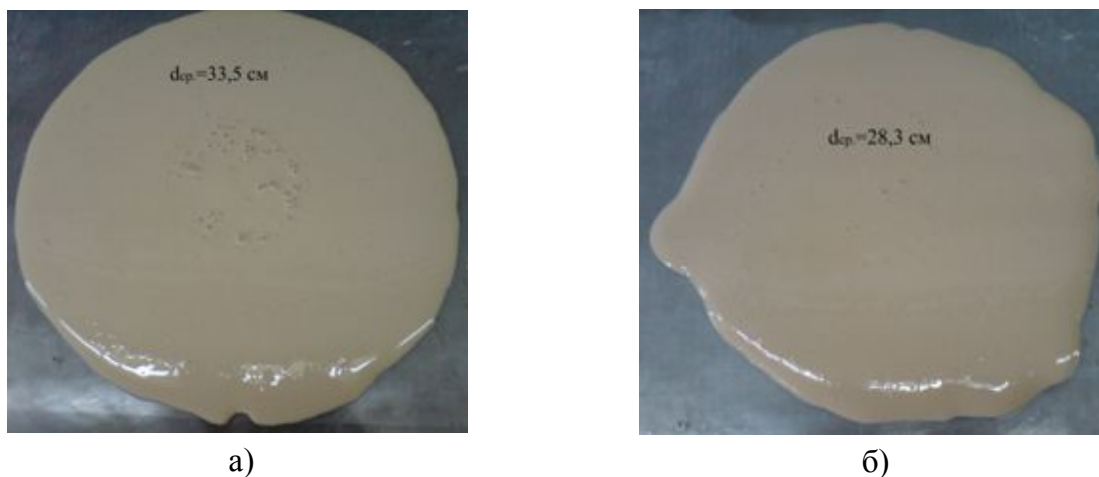


Рис. 5. Растекаемость щелочных алюмосиликатных суспензий после КО, см:  
а – 6S-K; б – 6S-Mk

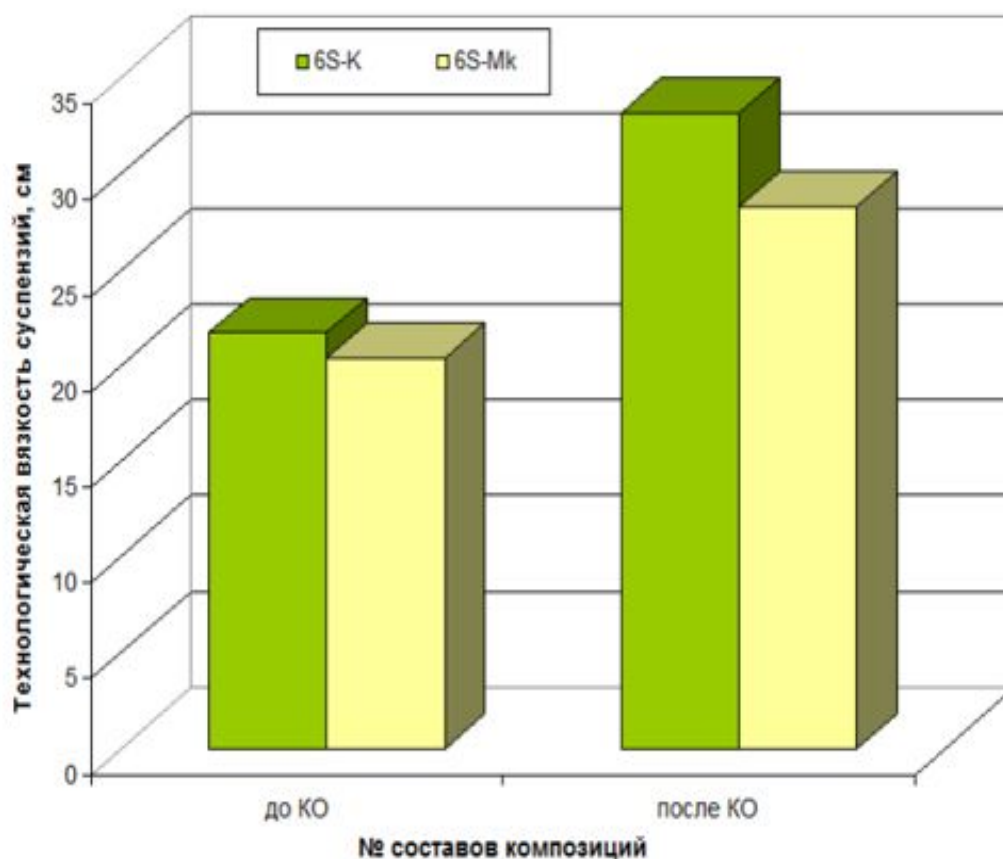


Рис. 6. Технологическая вязкость суспензий 6S-K и 6S-Mk до и после КО

Значения технологической вязкости щелочных алюмосиликатных суспензий до и после КО показаны на рис. 6.

Как видно из приведенных данных технологическая вязкость после КО выросла в 1,4 – 1,5 раз по сравнению со значениями вязкости суспензий до КО.

Это свидетельствует о повышении однородности и реакционной способности по сравнению с суспензиями, получаемыми в нормальных условиях с использованием обычных смесителей, например, “Hobort”.

Следствием этого является отсутствие седиментации и сохранность описанных свойств до 1 года.

Данные щелочные алюмосиликатные композиции были применены для создания эффективных вспучивающихся огнезащитных покрытий по металлу [15, 16].

### **Выводы.**

В результате проведенной работы показано, что в поле динамической кавитации происходит полная аморфизация каолинита; технологическая вязкость возрастает в 1,5 раза по сравнению со значениями вязкости суспензий, которые не подвергались кавитационной обработке; исследованные суспензии характеризуются однородностью, повышенной реакционной способностью, отсутствием седиментации и способностью сохранять описанные свойства до 1 года.

Кроме этого установлено, что динамические кавитационные устройства в 3 – 12 раз сокращают время обработки в сравнении с другими видами измельчителей.

**Предметом дальнейших исследований** является детальный анализ процессов, происходящих в поле динамической кавитации, которые можно будет использовать для создания материалов с наперед заданными свойствами.

**Список литературы:** 1. Щелочные и щелочно-щелочноземельные гидравлические вяжущие и бетоны / Под общ. ред. проф. В.Д. Глуховского. – К.: Вища школа, 1979. – 232 с. 2. Кривенко П.В. Щелочные алюмосиликатные полимеры / [П.В. Кривенко, Ж.В. Скурчинская, О.А. Бродко, Г.В. Желудков] // Материалы для строительных конструкций. ICMB'94: III Междунар. научн. конф.: тез. докл. – Днепропетровск. – 1994. – С. 13. 3. Skurchinskaya J.V. Progress in Alkaline cements / J.V. Skurchinskaya // Alkaline cements and concretes: I Intern. Conf.: proc. – Kiev: VIPOK Stock Company, 1994. – Vol. 1. – P. 271 – 298. 4. Кривенко П.В. Дослідження впливу фазового складу продуктів тверднення лужних алюмосиликатних зв'язувальних агентів на корозійну стійкість мінералоподібного штучного каменю / [П.В. Кривенко, Ж.В. Скурчинська, О.М. Петропавловсь-

кий, Г.М. Попель] // Хімічна промисловість України. – 1998. – № 4. – С. 66 – 71. **5.** Скурчинская Ж.В. Синтез аналогов природных минералов с целью получения искусственного камня : автореф. дисс. канд. техн. наук: спец. 05.23.05 / Ж.В. Скурчинская. – Львов, 1973. – 24 с. **6.** Ходаков Г.С. Физика измельчения: монография / Г.С. Ходаков. – М.: Наука, 1972. – 307 с. **7.** Промтов М.А. Машины и аппараты с импульсными энергетическими воздействиями на обрабатываемые среды: учебное пособие / М.А. Промтов. – М.: Издательство Машиностроение-1, 2004. – 136 с. **8.** Кондратов А.В. Совершенствование процесса и аппарата с использованием кавитационного эффекта для измельчения комбинированных рыбопродуктов: автореф. дисс. канд. техн. наук: спец. 05.18.12 / А.В. Кондратов. – С.-Пб., 2008. – 16 с. **9.** Еремина Н.В. Огнезащитные композиции на основе жидкого стекла и механически активированных оксидов алюминия и магния: автореф. канд. дис. техн. наук: спец. 05.17.11 / Н.В. Еремина. – Томск, 2007. – 20 с. **10.** Еремина Н.В. Жидкостекольная огнезащитная композиция на основе механически активированного оксида алюминия / Н.В. Еремина, Е.Г. Авакумов, В.Ю. Зелинский // Стекло и керамика. – 2005. – № 2. – С. 28 – 30. **11.** Топилко Н.І. Муліто-цирконові температуростійкі захисні покриття: автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.17.11 / Н.І. Топилко. – Львів, 2008. – 17 с. **12.** Guziy S.G. Features of processes of structurization of binders compositions in the system “ $x\text{Na}_2\text{O}\cdot y\text{Al}_2\text{O}_3\cdot n\text{SiO}_2\cdot m\text{H}_2\text{O}$ ” / S.G. Guziy // Chemistry of no silicate binders and technology application SILICHEM: XII Symposium on Science and Research in the Silicate Chemistry, September 19-21 2007: proc. – Brno, 2007. – P. 35 – 41. **13.** Guziy S.G. Research of a microstructure of an artificial stone of a binder composition in system  $x\text{Na}_2\text{O}_y\text{Al}_2\text{O}_3n\text{SiO}_2m\text{H}_2\text{O}$  / S.G. Guziy // Non-Traditional cement&Concrete: III Intern. Symp. Brno University of Technology, June 10-12 2008: proc. – Brno, 2008. – P. 312 – 319. **14.** Гузий С.Г. Щелочные алюмосиликатные вяжущие композиции на основе глинозема: основы синтеза, технологии получения и применения / С.Г. Гузий // Высокотемпературные материалы и технологии в XXI веке: Международная научно-практическая конференция, 12-13 нояб. 2008 г.: докл. – М., 2008. **15.** Гузий С.Г. Способность к вспучиванию огнезащитных геоцементных покрытий после искусственного старения / С.Г. Гузий // СтройПрофиль. – 2010. – № 2(80). – С. 108 – 110. **16.** Гузий С.Г. Способность к вспучиванию огнезащитных геоцементных покрытий после искусственного старения / С.Г. Гузий // СтройПрофиль. – 2010. – № 3(81). – С. 114 – 117. **17.** Горшков В.С. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ: учебное пособие / В.С. Горшков, В.В.Тимашев, В.Г.Савельев. – М.: Высшая школа, 1984. – 335 с. **18.** Вассоевич Н.Б. Справочник по литологии / [Н.Б. Вассоевич, В.Л. Либрович, Н.В. Логвиненко, В.И. Марченко]; под ред. Н.Б. Вассоевича. – М.: Недра, 1983. – 509 с.

Поступила в редколлегию 26.07.10