

**Dr. Konstantin Sobolev**  
*Associate Professor, UWM*  
*Fellow, ACI*  
*Member, Mexican Academy of Science*  
*Vice-President, Concrete Nanotechnology*  
*and Nanoscience Society*

EMS 939  
3200 N Cramer  
Street  
Milwaukee, WI  
53211-3029  
414 218-8787 phone  
414 229-6958 fax  
www.uwm.edu  
sobolev@uwm.edu

7 Апреля 2016

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Горева Дениса Сергеевича**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.17.11– “Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов”

Актуальность темы исследования обусловлена комплексным использованием гидротермальных растворов для получения энергии и минерального продукта, а также с необходимостью очистки раствора от коллоидного кремнезема, что повышает эффективность использования энергетического потенциала теплоносителя. Запасы высокотемпературных гидротермальных ресурсов, связанных с активным вулканизмом, в Российской Федерации сосредоточены на Мутновском месторождении (Южная Камчатка). С учетом расхода водной фазы теплоносителя Мутновской ГеоЭС (1100-1200 т/ч) и содержанием  $\text{SiO}_2$  в исходной среде (700-780 мг/кг) потенциал одного месторождения по производству  $\text{SiO}_2$  – 3-5 тыс. тонн в год. Аморфный кремнезем может быть получен в нанодисперсных формах: золей и нанопорошков.

Для получения золей в диссертационной работе предложено применение ультрафильтрационных мембранных фильтров, что исключает затраты на химические реагенты – щелочи, кислоты, ионообменные смолы, стабилизаторы, либо коагулянты и флокулянты.

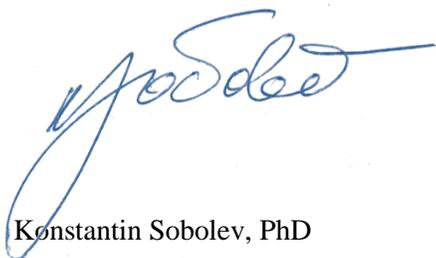
Нанопорошки предлагается получать методом криохимической вакуумной сублимации концентрированных водных золей. Полученные ультрадисперсные нанопорошки кремнезема имеют удельную поверхность до  $500 \text{ м}^2/\text{г}$ , объем пор – до  $0,3 \text{ см}^3/\text{г}$ , среднем диаметр пор от 2 до 15 нм.

Исследована возможность ввода наночастиц SiO<sub>2</sub>, выделенных из природных гидротермальных растворов в виде порошка, в крупнозернистые бетоны для повышения предела прочности при сжатии: система цемент – песок – щебень – вода.

Добавка золя кремнезема при дозировке 2% по SiO<sub>2</sub> от массы цемента в сочетании с суперпластифицирующей добавкой на основе поликарбоксилатов по критериям эффективности соответствует показателям (ГОСТ РФ) 24211-2008 по двум основным классам – добавка для ускорения твердения и повышение прочности в возрасте 28 сут.

Образцы зелей и порошков кремнезема, полученных по предложенной технологии на основе гидротермальных растворов, сопоставлены как добавки повышающие прочность бетона с коммерчески доступными в США кремнеземами на факультете промышленного и гражданского строительства Университета шт. Висконсин (США). Испытания показали преимущество по повышению прочности при сжатии перед аналогами - золями - на уровне 10 %, и преимущество на уровне 10 % по повышению прочности вводом зелей по сравнению с вводом порошков, извлеченных из зелей.

Научная новизна работы, полученные практические результаты, их возможное внедрение в химико-технологическое производство позволяет считать Горева Дениса Сергеевича достойным присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов».



Konstantin Sobolev, PhD

*Associate Professor, UWM*

*Fellow, American Concrete Institute (ACI)*

*Member, Mexican Academy of Science (MAS)*

*Vice-President, Concrete Nanotechnology and Nanoscience Society (CNNS)*