

# ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ СИЛИКАТОВ

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО ВЯЖУЩИМ, КЕРАМИКЕ, СТЕКЛУ И ЭМАЛЯМ

Том 26, № 3

Июль – Сентябрь, 2019

### Статья 1

**Косарев А. С., Смолий В. А.**

#### **Разработка технологии производства искусственного пористого заполнителя на основе стеклобоя и золошлаковых отходов**

*Косарев А.С.* (kosarev\_a\_s@mail.ru), младший научный сотрудник, НИИ Электромеханики; *Смолий В. А.*, канд. техн. наук, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Ростовская обл., г. Новочеркасск

**Ключевые слова:** искусственный пористый заполнитель, золошлаковые отходы, порообразователь, стеклобой, шлак, зола, ячеистая структура

### Аннотация

Представлены результаты лабораторных исследований по изучению возможности частичной замены стеклобоя на золошлаковые отходы ТЭС (золу-уноса, шлак и золошлаковую смесь) с целью производства искусственного пористого заполнителя. Исследовано влияние вида порообразователя, количества золошлаковых отходов в составе и температурно-временных режимов спекания шихты на конечные свойства материала. Представлены фотографии ячеистой структуры полученных лабораторных образцов.

### Литература

1. Косарев А.С., Смолий В.А., Скориков А.В. Оценка возможности использования золошлаковых отходов теплоэнергетики при производстве гранулированного пористого заполнителя для легких бетонов и теплоизоляционных засыпок // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. - 2018. - № 4. - С. 111-117.
2. ГОСТ Р 57789-2017. Золы, шлаки и золошлаковые смеси ТЭС для производства искусственных пористых заполнителей. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2017. - III, 7 с.
3. Пантелеев В.Г. Состав и свойства золы и шлака ТЭС: справ. пособие / В.Г. Пантелеев, Э.А. Ларина, В.А. Мелентьев [и др.]; Под ред. В. А. Мелентьева. - Л.: Энергоатомиздат: Ленингр. отделение, 1985. - 285 с.
4. Кизильштейн Л.Я. Компоненты зол и шлаков ТЭС / Л.Я. Кизильштейн, И.В. Дубов, А.Л. Шпицглюз, С.Г. Парада. - М.: Энергоатомиздат, 1995. - 176 с.
5. Минько Н.И. Теплоизоляционные стекломатериалы. Пеностекло: монография / Н.И. Минько, О.В. Пучка, М.Н. Степанова, С.С. Вайсера. – 2-е изд., испр. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 263 с.
6. Шилл Ф. Пеностекло: производство и применение / Ф. Шилл; пер. с чеш. Г.М. Матвеева. – М.: Стройиздат, 1965. - 307 с.
7. Демидович Б.К. Пеностекло / Б.К. Демидович. - Минск: Наука и техника, 1975. - 247 с.
8. Yatsenko E.A., Gol'tsman B.M., Kosarev A.S., Karandashova N.S., Smolii V.A., Yatsenko L.A. Synthesis of Foamed Glass Based on Slag and a Glycerol Pore-Forming Mixture // Glass Physics and Chemistry. - 2018. - Vol. 44, № 2. - Pp. 152-155.
9. Косарев А.С., Смолий В.А., Яценко Е.А., Гольцман Б.М. Технологические особенности получения ячеистого стекла, применяемого в качестве теплоизоляционного слоя в силикатном многослойном композиционном теплоизоляционно-декоративном материале // Техника и технология силикатов. - 2016. - Т. 23, № 4. - С. 2-7.
10. Смолий В.А., Косарев А.С., Яценко Е.А. Зависимость реакционной и вспенивающей способности композиций органических и неорганических порообразователей ячеистого теплоизоляционного строительного стекломатериала от их соотношения и свойств // Техника и технология силикатов. - 2015. - Т. 22, № 4. - С. 7-12.

### Статья 2

**Рахимбаев Ш. М., Рахимбаев И. Ш.**

#### **Термодинамический анализ гидратации белита**

Рахимбаев Ш. М. (i\_rahim@mail.ru), д-р техн. наук, проф., Рахимбаев И. Ш. (i\_rahim@mail.ru), канд. техн. наук, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова (БГТУ им. В. Г. Шухова)

**Ключевые слова:** энергия Гиббса, энтальпия, активность, концентрация ионов, тепловыделение, цикл Борна - Габера

### Аннотация

Рассмотрены величины изобарно-изотермического потенциала ( $\Delta G^0_{298}$ ) энтальпии ( $\Delta H^0_{298}$ ) гидросиликата состава  $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  приведенные в справочной литературе ( $\Delta G^0_{298} = -1053$  ккал/моль). Предложены корректные величины  $\Delta G^0_{298}$  и  $\Delta H^0_{298}$  на основании полученного расчетного значения растворимости  $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  по  $\text{CaO}$  равному 0,7 г/л. Произведена верификация этих величин путем сравнения растворимости гидросиликатов кальция в воде и по тепловыделению при гидратации белита.

Проведены термодинамические расчеты с использованием предложенных авторами величин  $\Delta G^0_{298}$  и  $\Delta H^0_{298}$  процессов гидратации белита. Показано, что гидратация белита возможна с образованием как гидросиликата  $1,5\text{CaO}\cdot \text{SiO}_2\cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ , так и  $2\text{CaO}\cdot \text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Первый из них имеет равновесную растворимость по  $\text{CaO}$ , равную 0,7 г/л, а второй – 0,9 г/л, поэтому первый предположительно образуется в смеси белита с 10 - 30% активных минеральных добавок, а второй – при их отсутствии. При избытке гидроксида кальция в системе  $1,5\text{CaO}\cdot \text{SiO}_2\cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$  неустойчив и превращается в  $2\text{CaO}\cdot \text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , что имеет место в камне с нормальным содержанием воды ( $V/T = 0,2 - 0,28$ ).

### Литература

1. Торопов Н.А. Химия цемента. М.: Стройиздат, 1956. 272 с.
2. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1980. 472 с.
3. Волжинский А.В. Минеральные вяжущие вещества. М.: Высшая школа, 1986. 464 с.
4. Ли Ф.М. Химия цемента и бетона. М.: Стройиздат, 1961. 646 с.
5. Рамачандран В.С. Наука о бетоне. М.: Стройиздат, 1986. 545 с.
6. Тейлор Х. Химия цементов. М.: Мир, 1986. 560 с.
7. Коупленд Л.Е., Кантро Д.Л. Гидратация портландцемента // Труды VI Международного конгресса по химии цемента. М.: Стройиздат, 1973. Т.2. кн. 1. С. 222-241.
8. Бабушкин В.И., Мчедлов-Петросян О.П., Матвеев Г.М. Термодинамика силикатов. М.: Стройиздат, 1986. 408 с.
9. Карпов И.К., Кашик С.А., Пампура В.Д. Константы веществ для термодинамических расчетов в геохимии и петрологии. Новосибирск: Наука, 1968. 432 с.
10. Булах А.Г., Булах Н.Г. Физико-химические свойства минералов и гидротермальных растворов. Л.: Недра, 1978. 162 с.
11. Наумов В.Г., Рыженко В.И., Ходаковский И.Л. Справочник термодинамических величин. М.: Атомиздат, 1971. 238 с.
12. Карапетьянц М.Х., Карапетьянц М.Л. Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ. М.: Химия, 1968. 472 с.
13. Рахимбаев Ш.М. Расчет эффективных зарядов ионов в кислородсодержащих многоатомных соединениях по термодинамическим данным // Журнал физической химии. 1966. Т. 50. № 12. С. 3080-3081.
14. Румянцев П.Ф., Хотимченко В.С., Никущенко В.М. Гидратация алюминатов кальция. Л.: Наука, 1974. 80 с.
15. Лохер Ф.В., Рихартц В. Исследование гидратации цементов // Труды VI Международного конгресса по химии цемента. М.: Стройиздат, 1973. Т. 2. кн. 1. С. 121-134.
16. Рахимбаев И.Ш. Зависимость прочности цементной матрицы бетонов от теплоты гидратации: автореферат дис. ... канд. техн. наук. Белгород: БГТУ, 2012. 21 с.
17. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1973. 750 с.

### Статья 3

**Шевцов Д. С., Зарцын И. Д., Ельшин М. А.**

**Особенности проведения ремонта железобетонных конструкций на объектах химической промышленности**

Шевцов Д. С. (shevtsov@chem.vsu.ru), аспирант, Зарцын И. Д. (zar-vrn@mail.ru), д-р хим. наук, проф., Воронежский Государственный университет, г. Воронеж, Россия; Ельшин М. А. (zamet@comch.ru), руководитель проектов ООО «НПП «Защита Строительных Конструкций», Воронеж, Россия

**Ключевые слова:** ремонт бетона, адгезия, карбонизация, доломит, этtringит

### Аннотация

Показана применимость аналитических (рН-метрия) и физических методов (ИК-Фурье спектроскопия, рентгенофлуорисцентный анализ) исследования для получения практически важной информации для выявления причин образования дефектов при ремонте железобетонных конструкций. Вероятными причинами отслоения и растрескивания ремонтного состава стали недостаточная подготовка поверхности вследствие некорректно определенной глубины карбонизации, потенциально высокая реакционная способность крупного заполнителя с большим содержанием минерала доломита, а также образование этtringита на границе раздела между ремонтным составом и ремонтируемой поверхностью, сопровождающееся увеличением объема.

### Литература

1. ОДМ 218.3.001-2010. Рекомендации по диагностике активной коррозии арматуры в железобетонных конструкциях мостовых сооружений на автомобильных дорогах методом потенциалов полуэлемента. – М., 2010. – 20 с.
2. ASTM C. 876-99. Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete. ASTM International, *West Conshohocken, PA.*, 1999.
3. Polder R., Andrade C., Elsener B., Vennesland Ø., Gulikers J., Weidert R., Raupach M. Test methods for on site measurement of resistivity of concrete. RILEM TC 154-EMC: Electrochemical techniques for measuring metallic corrosion. *Materials and Structure*. 2000. No. 33(10). Pp. 603-611.
4. Бадикова А.Д., Сидельников А.В., Ширяева Р.Н., и др. Определение соединений кремния в составе заполнителей бетона их отходов производств // *Nanotechnologies in Construction*, 2018. – Т. 10. – № 6. – С. 184-200.
5. Moradillo M.K., Sudbrink B., Hu Q., Aboustait M., Tabb B., Ley M.T., Davis, J.M. Using micro X-ray fluorescence to image chloride profiles in concrete. *Cement and Concrete Research*. 2017. Vol. 92, Pp. 128-141.
6. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. – М., НИИЖБ, 2016. – 24 с.
7. ОДМ 218.2.044-2014. Рекомендации по выполнению приборных и инструментальных измерений при оценке технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах. – М., 2014.
8. Улыбин А.В., Зубков С.В., Федотов С.Д., и др. Техническое обследование строительных конструкций комплекса производственных зданий // *Строительство уникальных зданий и сооружений*, 2014. – Т. 7. – № 22. – С. 194-217.
9. Гильмутдинов Т. З., Федоров П. А., Латыпов В. М. Результаты исследований по ускоренной карбонизации бетона и цементного камня во влажных условиях эксплуатации // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*, 2016. – № 1(35). – С. 155-164.
10. Черноруков Н.Г., Нипрук О.В. Теория и практика рентгенофлуоресцентного анализа. Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 57 с.
11. Зинюк Р.Ю., Балыков А.Г., Гавриленко И.Б., Шевяков А.М. ИК-спектроскопия в неорганической технологии. – Л., Химия, 1983. – 160 с.
12. Зырянов В.С., Кузнецов К.Л., Шеков А.А. Определение степени термического поражения бетонов на основе цемента ОАО «АнгарскЦемент» методом ИК-спектроскопии // *Вестник Восточно-Сибирского института МВД России*, 2015. – № 3(74).
13. ГОСТ 31356-2007. Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2009. – 16 с.
14. Перкинс Ф. Железобетонные сооружения. Ремонт гидроизоляция и защита. – М., Стройиздат, 1980. – 256 с.
15. ГОСТ 8269.0-97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний (с Изменениями N 1, 2, с Поправками). – М., Стандартинформ, 1998. – 56 с.
16. Самченко С.В. Формирование и генезис структуры цементного камня/ Монография – М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. – 284 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49874>
17. Самченко С.В. Роль этtringита в формировании и генезисе структуры камня специальных цементов. РХТУ им. Д.И.Менделеева. – М., 2005, 154 с.
18. Федосов С.В., Базанов С.М. Оценка коррозионной стойкости бетонов при образовании и росте кристаллов системы этtringит/таумасит // *Строительные материалы*. 2003. – №1. – С. 13-14.
19. Рязанова В.А. Особенности сульфатной коррозии бетона в условиях направленного влагопереноса // *Башкирский химический журнал*. 2016. – Т. 23. – №3. – С. 45-52.
20. Самченко С.В. Электронно-микроскопические исследования цементного камня, подвергнутого сульфатной агрессии // *Цемент и его применение*, 2005, №1, с. 36-40.

## Статья 4

**Самченко С. В., Александрова О. В., Зайцева А. А.**

### **Влияние плотности жидкого стекла на свойства газобетона**

*Самченко С. В. (samchenko@list.ru), д-р техн. наук, проф., Александрова О. В., канд. техн. наук, доцент, Зайцева А. А., аспирант, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»*

**Ключевые слова:** стеклобой и жидкое стекло, плотность жидкого стекла, газобетон, плотность газобетона, прочность при сжатии, водопоглощение

### **Аннотация**

Рассмотрена возможность использования боя технического стекла совместно с жидким стеклом для получения газобетона по мало энергоемкой технологии. Установлена оптимальная плотность жидкого стекла при получении газобетонной смеси, которая должна составлять не менее 1,23 и не более 1,35 г/см<sup>3</sup>. Определены технические характеристики газобетонов на основе стеклобоя и жидкого стекла полученные в данной работе. Теплопроводность газобетона при его плотности 150-400 кг/м<sup>3</sup> составляет 0,06 W/м<sup>2</sup>С. Полученный газобетон рекомендован для термоизоляции трубопроводов как в процессе строительства, так и при их ремонте. Использование несортированного боя технического стекла в составе газобетонов позволит утилизировать неразлагающиеся техногенные отходы, что позволяет говорить о разработке экологической технологии, а снижения затрат на изготовление эффективных теплоизоляционных материалов об ее экономической эффективности.

### **Литература**

1. Нагибин Г.Е. Перспективы использования промышленных отходов в производстве пеностекла / Г.Е. Нагибин, В.И. Кирко, М.М. Колосова // Стекло мира. – 2011. – № 1. – С. 31. (Nagibin, G.E.. Prospects for the use of industrial wastes in the production of foamed glass / G.E.. Nagibin, V.I. Kirko, M.M. Kolosova // Glass world. 2011. no. 1. pp. 31.)
2. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности. М.: Феникс, 2007.- С.368.
3. Иванова Н.В., Фалькевич Н.А. Проблемы повышения энергоэффективности и ресурсосбережения в ЖКХ // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. – 2014. – №10. – С. 175-181.
4. ТСН 41-306-2003. Тепловая изоляция трубопроводов различного назначения. г. Москва.
5. Зайцева Е.И., Черников Д.А. Пенобетон на основе стеклобоя – решение проблемы утилизации техногенного отхода //Современные стройматериалы
6. Смолий В. А., Косарев А. С., Яценко Е. А. Зависимость реакционной и вспенивающей способности композиций органических и неорганических порообразователей ячеистого теплоизоляционного строительного стекломатериала от их соотношения и свойств // Техника и технология силикатов.- 2015.-Т. 22, № 4.-С. 7-12.
7. Коровяков В.Ф. Эффективный теплоизоляционный материал «Эволит-термо» / Строительные материалы, №3, 2003. С. 14-15
8. Лотов В. А. Перспективные теплоизоляционные материалы с жесткой структурой // Строительные материалы. -2004. - № 11. - С. 8-9.
9. Перспективы развития технологии производства и применения пеностекла / Н.И. Минько, О.В. Пучка, А.А. Кузьменко, М.Н. Степанова // Стекло мира. – 2006. – № 4. – С. 91–92. (Minko N.I. Prospects of development of the technologies of production and application of foamed glass / N.I. Minko, O.V. Puchka, A.A. Kuzmenko, M.S. Stepanova // Glass world 2006. no. 4. pp. 91–92)
10. Орлов Д.Л. Пеностекло теплоизоляционный материал XXI века // Стекло мира. – 2011. – № 2. – С. 78–79. (Orlov D. Foamed glass heat-insulating material of the XXI century / D.L. Orlov // Glass world.2011. no. 2. pp. 78–79.)
11. Кетов А. А., Толмачев А. В. Пеностекло-технологические реалии и рынок // Строительные материалы. 2015.-№ 1. - С. 17-23.
12. Минько Н. И. Добринская О. А. Технологические особенности использования стеклобоя в производстве стекломатериалов // Техника и технология силикатов. - 2019. - Т. 26, № 1. - С. 9-14.

## Статья 5

**Молчан Н. В., Кривобородов Ю. Р., Фертиков В. И.**

### **Межатомные взаимодействия в бинарных соединениях алюминия**

*Молчан Н. В. (nimolchan@mail.ru), канд. фарм. наук, Научный центр экспертизы средств медицинского применения, Москва; Кривобородов Ю. Р., д-р техн. наук, проф., Российский химико-*

технологический университет им. Д. И. Менделеева, Москва, Россия; Фертиков В. И., канд. биолог. наук, Всероссийский институт легких сплавов, Москва

**Ключевые слова:** концентрация электронов, плотность, структура

### Аннотация

Физические и химические свойства определяются числом и расположением ядер и электронов. Превращения веществ сопровождается тепловыми эффектами и изменениями объема, который формируется электронными оболочками атомов. Электронные оболочки меняют свою форму и объем в зависимости от окружения их другими атомами. Тепловые процессы достаточно подробно рассмотрены в многочисленных работах по химической термодинамики, а информации по изменениям объемов недостаточно. Представлены расчеты, отображающие взаимодействия алюминия с другими атомами.

### Литература

1. Molchan N.V., Fertikov V.I. Determination of Concentration of Electrons for Description of the Structure of Materials, with Sulfides as an Example//Journal of Materials Sciences and Applications. – 2015. – Vol. 1, № 2. – P. 38–44.
2. Молчан Н.В., Фертиков В.И. Концентрация электронов как структурная характеристика оксидов //Техника и технология силикатов. – 2016. – Т. 23, № 2. – С. 8–14.
3. Molchan N.V., Fertikov V.I. Interrelation of Thermodynamic Parameters and Structural Characteristics, with Halides of Groups 1 and 2 Elements as an Example // American Journal of Chemistry and Application. – 2016. – Vol. 3, № 5. – P. 28–32.
4. Seguru G., Fertikov V. Interaction of Elements in Binary Compounds of Hydrogen// American Journal of Chemistry and Application. – 2017. – Vol. 4, № 6. – P. 59–62.
5. Fertikov V., Seguru G. The Interaction of Iron with the Chemical Elements, Forming Binary Compounds // SciFed Journal of Metallurgical Science – 2017. – V. 1. Iss.I. P.1 -5.
6. Fertikov V., Seguru G. Assessment of Changes in Volume of Nickel Compounds Interacting With the Chemical Elements//International Journal of Current Research. – 2017 - V.9, Iss. 08. P.56361-56364.
7. Seguru G., Fertikov V. Interatomic Interactions in Binary Nitrogen Compounds // International Journal of Innovation in Engineering Research & Management. – 2018 – V. 05. Iss. 02. P. 1-5.
8. Молчан Н.В., Кривобородов Ю.Р. Фертиков В.И. Взаимодействие кремния с химическими элементами, образующими с ним бинарные соединения. // Техника и технология силикатов. – 2017. – Т. 24, № 4. – С. 11–17.
9. Молчан Н.В., Кривобородов Ю.Р. Фертиков В.И. Межатомные взаимодействия в бинарных соединениях кальция. // Техника и технология силикатов. – 2018. – Т. 25, № 4. – С. 106–109.
10. Молчан Н.В., Кривобородов Ю.Р. Фертиков В.И. Взаимодействие воды с оксидами, образующими гидроксиды и кристаллогидраты//Техника и технология силикатов. – 2017. – Т. 24, № 1. – С. 11–16.
11. Молчан Н.В., Кривобородов Ю.Р. Фертиков В.И. Межмолекулярные взаимодействия в двухкомпонентных оксидных системах с SiO<sub>2</sub>// Техника и технология силикатов. – 2018. – Т. 25, № 3. – С. 80–84.
12. Молчан Н.В., Фертиков В.И. Сжимаемость веществ и размеры атомов // Материаловедение. – 2011. – Т. 171, № 6. – С. 2–6.
13. Молчан Н.В., Фертиков В.И. Концентрация электронов и механические свойства веществ. В сб.: ТестМат – 2013. Сборник докладов Всероссийской конференции по испытаниям и исследованиям свойств материалов. 2013. С. 9
14. Molchan N., Eliseev D., Fertikov V. Control of Nickel Alloy Structural Change by the Atomic Emission SpectroscopyMethod // American Journal of Analytical Chemistry. – 2016. – Vol. 7, № 9. – P. 633–641.
15. Молчан Н.В., Фертиков В.И. Контроль изменения структуры стали при отжиге етодом атомно-эмиссионной спектроскопии. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. -2016. –Т.82, №5. –С.39-43.
16. International Centre for Diffraction Data. JCPDS PCPDFWIN. – 2002. – V. 2.03.
17. Новый справочник химика и технолога. Основные свойства неорганических, органических и элемент-органических соединений. – СПб.: Професионал, 2007. – 1276 с.
18. Физические величины: справочник / А. П. Баби́чев, Н. А. Бабушкина, А. М. Братковский и др.; под ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.
19. Константы неорганических веществ. Справочник / Р.А.Лидин, Л.Л.Андреева, Л.Л.Молочко; под ред. Лидина Р.А. М.: «Дрофа», 2006. 685 с.

### Статья 6

**Зайцева Е. В., Агафонов В. В.**

**Общие и специальные «цифровые» предпосылки для создания научно-методических и системотехнических принципов реализации стратегии развития цементных производств**

Зайцева Е. В. (msmu-prpm@yandex.ru), канд. технических наук, ведущий инженер, Агафонов В. В. (msmu-prpm@yandex.ru), д-р техн. наук, проф., Горного института НИТУ МИСиС, Москва

**Ключевые слова:** цифровая экономика, цифровые технологии, цифровизация, этап развития, цементное производство

### Аннотация

Рассмотрены и проанализированы основные этапы становления и развития цифровой экономики и основные игроки рынка предоставления цифровых услуг с их рейтингованием. Заявлены отдельные предприятия, осуществившие цифровую трансформацию функциональной структуры с использованием цифровых технологий. Это реальный и эффективно действующий инструмент для повышения технико-экономической эффективности производства и повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции.

### Литература

1. Анализ упоминаемости компонентов цифровой экономики в Рунете за 2014-2017 годы. Интеллектуальное партнерство по развитию и интеграции общества ИПРИО. URL: <http://ipr.io/proekty#ul-id-22-25> (дата обращения: 30.03.2019).
2. Крупнейшие компании по рыночной капитализации за 15 лет. URL: <http://www.visualcapitalist.com/chart-largest-companies-market-cap-15-years/> (дата обращения: 30.03.2019).
3. Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации». URL: <http://static.government.ru/media/files/9qFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 30.03.2019).
4. Распространение активного применения ключевых терминов сферы экономики знаний за период 1970-2020 годов (прогноз), логарифмическая шкала. Интеллектуальное партнерство по развитию и интеграции общества ИПРИО. URL: [http://ipr.io/news/zagholovok\\_stat\\_i01](http://ipr.io/news/zagholovok_stat_i01) (дата обращения: 30.05.2019).
5. Цифровой революции подобрали формулу. Коммерсантъ. 30.06.2017. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3338723> (дата обращения: 30.05.2019).
6. Николаев С.В. Образование в мобилизационном прорыве государства, «созидании смыслов» и формировании «контуров будущего». // Экономика России: вызовы XXI века и импульсы развития. Монография / под научной редакцией И.М. Братищева. – М.: 2017. – С. 327-242.
7. Синерго-стратегия сверхдолгосрочного социально-экономического развития «Россия-3000». Интеллектуальное партнерство по развитию и интеграции общества ИПРИО. URL: <http://ipr.io/proekty#ul-id-22-25> (дата обращения: 30.06.2019).
8. Вайншток Н.Р. Управление конкурентоспособностью специализированных строительных организаций в современных рыночных условиях // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 11 (40). – С. 459–462.
9. Самохина Е.С. Особенности выбора стратегии развития предприятия // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 1.
10. Маськов С. А. Особенности выбора стратегии развития предприятия // Новые технологии. – 2015. – №.6.

### Статья 7

**Зорин Д.А.**

#### **Размалываемость расширяющих цементных добавок**

Зорин Д. А. (dim-z@yandex.ru), канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

**Ключевые слова:** расширяющийся цемент, размалываемость, глиноземистый шлак, сульфоалюминатный клинкер, сульфодерритный клинкер, сульфоалюмоферритный клинкер

### Аннотация

Самый популярный строительный материал, в том числе на объектах транспорта, это цемент. Цементное производство связано с затратами электроэнергии. Самой большой статьей затрат является расход на помол цементного клинкера. Известно, что дисперсные характеристики цементов, такие как тонкость помола, удельная поверхность, зерновой состав, в значительной мере определяют их гидравлические свойства, а для расширяющихся цементов и деформационные. В работе были рассмотрены вопросы затрат электроэнергии при помоле расширяющих добавок:

глиноземистого шлака, сульфоалюминатного, сульфодерритного и сульфоалюмоферритного клинкеров.

## Литература

1. Баженов Ю.М., Харченко А.И. Научно-технический вестник Поволжья, 5, 86 (2012).
2. Julien Bizzozero, Christophe Gosselin, Karen L. Scrivener, Cement and Concrete Research, 56, 190 (2014)
3. S. Monosi, R. Troli, O. Favoni, F. Tittarelli, Cement and Concrete Composites, 33, Issue 4, 485 (2011)
4. Jianguo Han, Di Jia, Peiyu Yan, Construction and Building Materials, 116, 36 (2016)
5. J.L. García Calvo, D. Revuelta, P. Carballosa, J.P. Gutiérrez, Construction and Building Materials, 136, 227 (2017)
6. Кривобородов Ю.Р., Самченко С.В. Физико-химические свойства сульфатированных клинкеров. М.: ВНИИЭСМ, 1991. 55 с.
7. В.А. Перфилов Д.В. Орешкин Д.Ю. Землянушов, «Методия инжиниринг», 150, 1474 (2016)
8. Samchenko S.V., Zorin D.A., Cement-Wapno-Beton, XIII/LXXV, 5, 254 (2008).
9. L. Mo, M. Deng, A. Wang, Cement and Concrete Composites, 34, 3, 377 (2012)
10. Hyeonggil Choi, Myungkwan Lim, Ryoma Kitagaki, Takafumi Noguchi, Gyuyong Kim, Construction and Building Materials, 84,468 (2015)
11. Fang Liu, Shui-Long Shen, Dong-Wei Hou, Arul Arulrajah, Suksun Horpibulsuk, Construction and Building Materials, 114, 49 (2016)
12. R. Gagné, Science and Technology of Concrete Admixtures, 441 (2016).
13. Звездов А.И., Малинина Л.А., Руденко И.Ф., Технология бетона и железобетона в вопросах и ответах (2005).
14. Самченко С.В. Сульфатированные алюмоферриты кальция и цементы на их основе. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 120 с.
15. Huajie Liu, Yuhuan Bu, Ali Nazari, Jay G. Sanjayan, Zhonghou Shen, Construction and Building Materials, 106, 27 (2016).
16. Борисов И.Н., Мандрикова О.С., Синтез сульфодерритного клинкера для производства безусадочных и расширяющихся цементов. Современные проблемы науки и образования, 2, 269 (2012).
17. Самченко С.В., Казаков С.А., Техника и технология силикатов, 17, 1, 8 (2010).
18. Кузнецова Т.В., Кривобородов Ю.Р. Состав, свойства и применение специальных цементов // Технологии бетонов, 2014. №2. С. 8-11.
19. Кривобородов Ю.Р., Бурлов И.Ю. Свойства расширяющегося цемента в зависимости от параметров производств // Сухие строительные смеси, 2015. №2. С. 39-41.
20. Svetlana V. Samchenko, Dmitriy A. Zorin Use sulfoderritic cements in construction // E3S Web of Conferences 33, 02070 (2018), HRC 2017, 9p, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183302070>.
21. Самченко С.В., Бурлов И.Ю., Бурыгин И.В. Получение специальных цементов отдельным помолотом на ОАО «Подольск-Цемент» // Вестник БГТУ. Белгород, 2005. №10. С. 266-269.