

$2 \cdot 10^{-12}$  А в диапазоне температур 50–70 градусов, и интенсивностью  $3 \cdot 10^{-12}$  А при температуре 105 градусов – равной температуре плавления полиэтилена.

После обработки лазером на спектрах данных образцов интенсивность низкотемпературных пиков практически не изменилась, а интенсивность пика плавления увеличилась на 3 порядка и достигла величины  $1,37 \cdot 10^{-9}$  А (рисунок 2, б).

У необработанных образцов с содержанием наполнителя 5% (рисунок 2, в) на спектре видна группа пиков интенсивностью до  $4,2 \cdot 10^{-11}$  А в диапазоне температур 40–60 градусов, а также пик при температуре 90 интенсивностью  $1,3 \cdot 10^{-11}$  А. После обработки интенсивность низкотемпературных пиков не изменилась, а интенсивность пика около температуры плавления выросла до значения  $5 \cdot 10^{-9}$  А и сдвинулась в область высоких температур (рисунок 2, г).

На необработанные образцы присутствуют низкотемпературные пики отрицательной полярности (рисунок 2, а, в).

В ходе исследования установлено, что ЛИ слабо оказывает воздействие на поляризацию в аморфных областях и сильно – на поляризацию в области плавления полимера при разрушении кристаллической фазы: происходит высвобождение всех зарядов.

Кроме этого на поляризацию положительным образом оказывает влияние увеличение концентрации наполнителя в образце.

**А.В. Кравченко** (ГГУ имени Ф.Скорины, Гомель)  
Науч. рук. **А.В. Семченко**, канд. физ.-мат. наук, доцент

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДАЦИТА В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕОПОЛИМЕРОВ**

### **Методы и материалы**

Для исследований влияния дисперсности на плотность и прочность вяжущего горная порода подвергалась грубому измельчению в лабораторной щековой дробилке и тонкому измельчению в шаровой мельнице до дисперсности  $S_{уд} = 300, 400, 500$  и  $600 \text{ м}^2/\text{кг}$ . В качестве сырья для получения, вяжущего использовался дацит, относящийся к изверженным горным породам, известный также как кварцевый андезит, в состав которого входят минералы плагиоклаза и роговой обманки, а также биотит, авгит, апатит, магнитный железняк и санидин. Данный материал отличается плотным строением.

В качестве модифицирующей добавки исследовалась добавка доменного шлака Липецкого комбината с  $S_{уд} = 450 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Количество

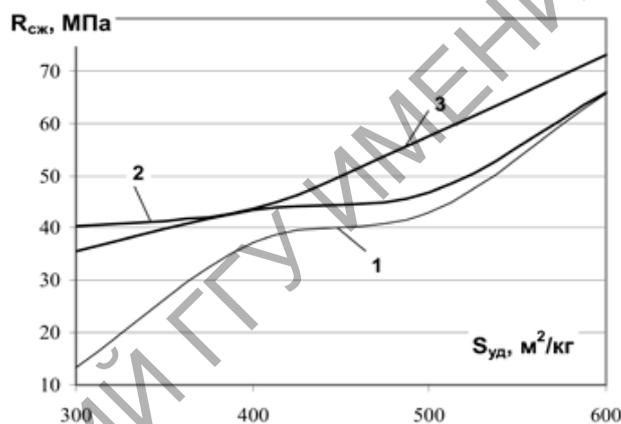
добавки было принято в % от общего веса вяжущего в смеси. Добавка шлака исследовалась в двух дозировках 10 и 15 %.

Для приготовления формовочной смеси дацит и шлак совместно перемешивались. Полученный порошок затворялся щелочным раствором NaOH, в пересчёте на сухое вещество составляющим 6 % от массы вяжущего. Влажность формовочной смеси при  $S_{уд} = 300, 400 \text{ м}^2/\text{кг}$  составляла 12 %, а при  $S_{уд} = 500$  и  $600 \text{ м}^2/\text{кг}$  – 13 %.

Из формовочной смеси методом прессования под давлением 25 МПа были заформованы образцы-цилиндры диаметром и высотой 25 мм. Твердение образцов осуществлялось в сушильном шкафу при температуре  $105^\circ\text{C}$  в течение 6 часов. После того как образцы затвердели, они были подвергнуты испытанию на определение прочности и плотности.

### Результаты исследований

По результатам испытания были построены графики зависимостей прочности и плотности от дисперсности вяжущего, которые приведены на рисунке 1 и 2.



Обозначение: 1 – без добавки, 2 – 10 % шлака, 3 – 15 % шлака

Рисунок 1 – Влияние дисперсности и дозировки шлака на активность геополимеров на основе дацита

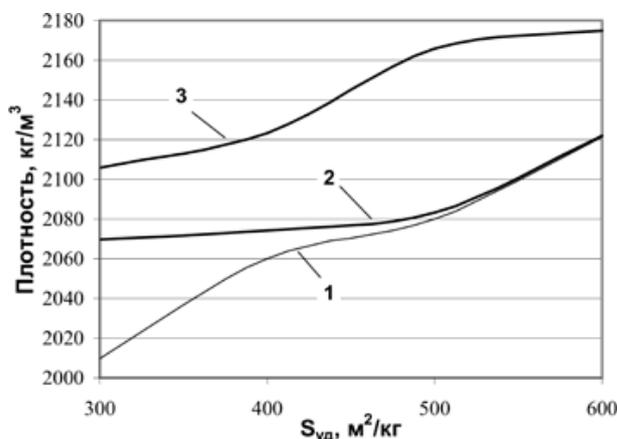


Рисунок 2 – Влияние дисперсности и дозировки шлака на плотность геополимеров на основе дацита (обозначение по рисунку 1)

Анализ данных, представленных на рисунке 1, указывает на то, что одним из факторов увеличения прочности вяжущего является увеличение его дисперсности. При увеличении дисперсности без добавочного вяжущего с  $300 \text{ м}^2/\text{кг}$  до  $600 \text{ м}^2/\text{кг}$  прочность увеличивается в 4,3 раза.

Наиболее полно потенциал вяжущего по росту прочности, раскрывается при модифицировании вяжущего шлаком, в присутствии которого достигается образование дополнительного количества гидросиликата кальция, упрочняющего систему. В данном случае наибольшей прочностью обладает вяжущее, в котором содержится 15 % добавки шлака. Прочность такого, вяжущего по сравнению с прочностью не модифицированного вяжущего, при  $S_{уд}=300 \text{ м}^2/\text{кг}$  составляет 40 МПа, а при  $S_{уд}=600 \text{ м}^2/\text{кг}$  – 72 МПа, что на 65 и 10 % выше прочности бездобавочного вяжущего.

Аналогичная картина увеличения плотности с увеличением тонкости помола и добавки шлака наблюдается на рисунке 2. Анализ кривых распределения плотности позволяет отметить, что плотность равномерно возрастает с увеличением удельной поверхности, а добавка шлака в количестве 15 % значительно активизирует этот процесс.

### Выводы

В ходе исследований было установлено, что одним из эффективных способов увеличения прочности и плотности вяжущего на основе дацинта является увеличение тонкости помола дацинта до  $600 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Для усиления этого эффекта рекомендуется использование добавки шлака в количестве 15 % от веса вяжущего. Такое вяжущее обладает прочностью свыше 70 МПа и плотностью около  $2180 \text{ кг}/\text{м}^3$  и может успешно конкурировать с цементным вяжущим.

### Литература

1. Ерошкина, Н. А., Калашников В. И., Коровкин М. О. Минерально-щелочные вяжущие. Монография. М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Пензенский гос. ун-т архитектуры и стр-ва». Пенза, 2012.
2. Ерошкина, Н. А., Коровкин М. О., Сурков А. Н. Оценка магматических горных пород в качестве сырья для получения геополимерных вяжущих // Молодой учёный. 2014. №20 (79). С. 120–123.
3. Ерошкина, Н. А., Коровкин М. О. Механизм твердения геополимерных вяжущих на основе магматических горных пород // Региональная архитектура и строительство. 2013. – №3. с. 50–55.
4. Гуляева, Е. В., Струнин И. А., Еремин А. Ю., Морозова В. Н., Гаврилова Ю. В., Калашников В. И. Водостойкость силицитовых

геополимеров с комплексными модификаторами алюмината натрия и гидроксида кальция / Сб. статей Материалы всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Теория и практика повышения эффективности строительных материалов»: Пенза: ПГУАС, 2006. с. 30–32.

5. Davidovits, J. Chemistry of geopolymer systems, terminology. In Proceedings of Geopolymer '99 International Conferences, France. 1999. P. 31–46.

6. Davidovits, J. Geopolymer Chemistry and Applications. Saint Quentin, France: Geopolymer Institute, 2008. 585 p.

7. Barbosa, V. F. F., MacKenzie K. J. D., Thaumaturgo C. Synthesis and characterisation of materials based on inorganic polymers of alumina and silica: sodium polysialate polymers // International Journal of Inorganic Materials. 2000. Vol. 2, Iss. 4. P. 309–317.

8. Mackenzi, K. J. D., Welter M. Geopolymer (aluminosilicate) composites: synthesis, properties and applications // Advances in Ceramic Matrix Composites. 2014. P. 445–470.

**А.В. Кравченко** (ГГУ имени Ф.Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А.В. Семченко**, канд. физ.-мат. наук, доцент

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СТРУКТУРЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЭНЕРГИИ**

Одним из перспективных и интенсивно развивающихся направлений в солнечной энергетике является исследование и усовершенствование цветосенсибилизированных батарей. Так, например, фотоэлектрические преобразователи, сконструированные из ячеек Гретцеля или их модификаций, по сравнению с солнечными элементами на основе кремния более технологичны в производстве и имеют близкие значения показателя эффективности преобразования солнечной энергии.

В состав конструкции таких батарей входят два электропроводящих полупрозрачных электрода. Один из них покрыт высокопористым, насыщенным красителем оксидом проводника, второй электрод нанесен на подложку из проводящего полупроводникового материала (например, оксида индия, легированного оловом), выполняющую функцию несущей конструкции. Электролит (жидкий или твёрдый) заполняет пространство ячейки.

Особое внимание следует уделить материалу оксида проводника, так как можно добиться повышения эффективности ячейки Гретцеля