

## ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЛАЗМЕ КАК МОДИФИЦИРУЮЩИЕ ДОБАВКИ В СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

*Д.В. ДОРЖИЕВ<sup>1</sup>, С.Л. БУЯНТУЕВ<sup>1</sup>, А.Б. ХМЕЛЕВ<sup>1</sup>, Ю.Ю. СТЕБЕНКОВА<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Бурятский Государственный Университет, <sup>2</sup>Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

E-mail: [dambidor@mail.ru](mailto:dambidor@mail.ru)

Плазменная модульная технология, по сравнению с традиционными технологиями, использует энергию электродуговой плазмы, что позволяет производить комплексную переработку углей и угольных кеков, рисунок 1. Нагрев кеков производится в потоке высококонцентрированной низкотемпературной плазмы с формированием вращающейся электрической дуги. Таким образом, в поперечном сечении реактора получают полный профиль температур от 2800 до 3500 °С.

В реакторе происходят процессы газификации и активирования угольного кека, а также образуется мелкодисперсная сажа, содержащая углеродные наноматериалы, в газе путем испарения графита в электродуговой плазме и путем закалки в воде высокодисперсных частиц углерода в скруббере электромагнитного плазменного реактора. При изменении энергопотребления от 20 до 40 кВт\*ч выход фуллеренсодержащей сажи варьировался от 50 до 100 г/ч при постоянном расходе угольного кека 20 кг/ч.

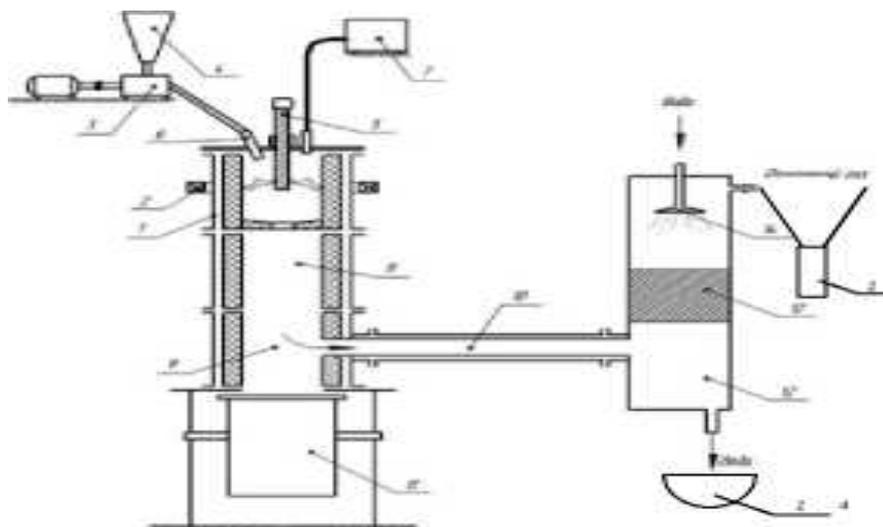


Рисунок 1 - Установка комплексной переработки углей:

1 - реактор; 2 - магнитная катушка; 3 - дозатор; 4 - бункер сырья; 5 - катод; 6 - эжектор; 7 - парогенератор; 8 - камера муфеля; 9 - камера разделения; 10 - труба вывода газа; 11 - сборник; 12 - скруббер; 13 - фильтр; 14 - сборник УНМ скруббера; 15 - циклон

У цемента, затворенного водой с УНМ, полученной в электроразрядной установке, при различной концентрации в меньшей степени происходит удлинение сроков схватывания (начало схватывания – до 3%, конец схватывания – до 10%). Подвижность цемента и его сохраняемость во времени также возрастают.

Частицы добавки, полученной в плазменной установке, воздействуют на цементную систему при малых дозировках в сравнении с добавкой, полученной в электроразрядной установке, что связано, на наш взгляд, с большей активностью частиц из-за различия фазового состава и структуры.

Введение УНМ, полученных как в плазменной, так и в электроразрядной установке, приводит к изменению прочности цемента (рис. 2). Кроме того, для модификации цемента

использовался экстракт из суспензии. Экстракция проводилась для определения наличия фуллеренов в суспензии из угольного кека. Для различных видов добавок эффект увеличения прочности варьируется в зависимости от их количества.

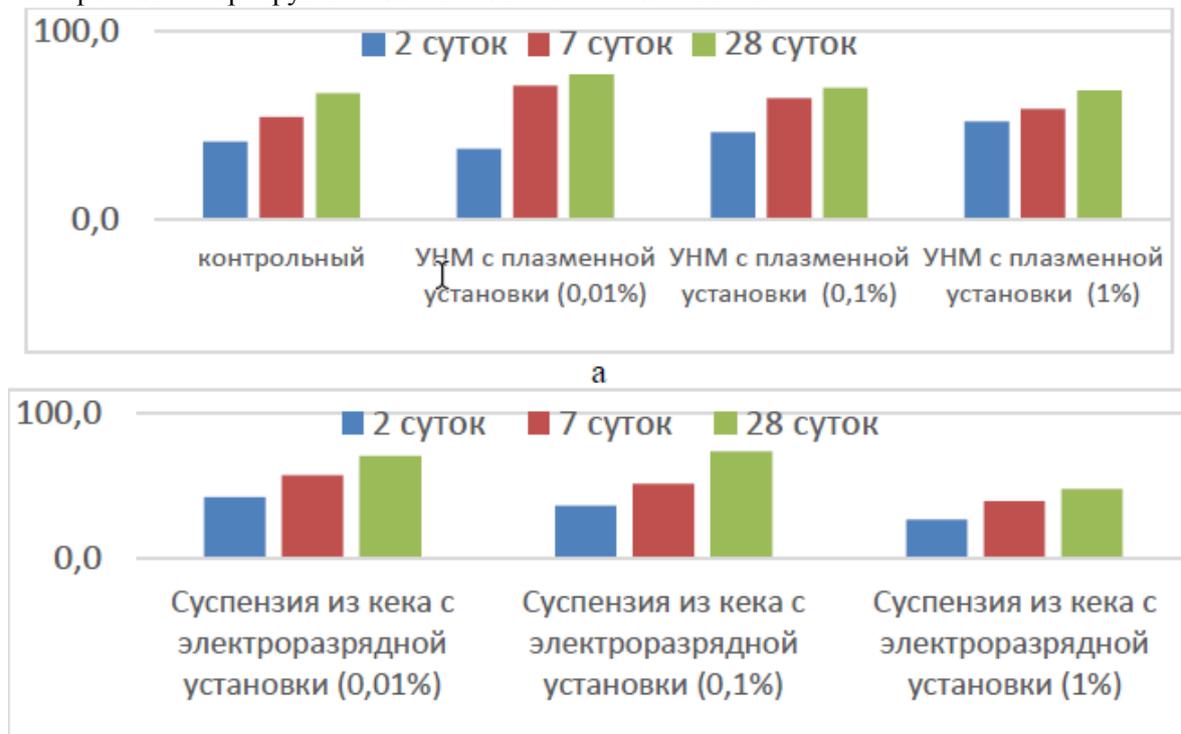


Рисунок 2- Физико-механические характеристики: а) ПЦ с УНМ, полученные в плазменной установке; б) ПЦ с УНМ, полученные в электроразрядной установке

Таким образом, результаты физико-механических испытаний цемента с экстракцией суспензии из угольного кека с электроразрядной установки показали значительное увеличение прочности (на 37% от контрольного образца), однако процесс ее получения является трудоемким и затратным.

При использовании УНМ, полученных в плазменной установке, эффект увеличения прочности и изменения структуры цементного камня проявляется при малых дозировках добавки, чем при использовании УНМ, полученных в электроразрядной установке, что будет в меньшей степени влиять на изменение стоимости конечного продукта.

#### Список литературы

1. Буянтуев С.Л., Кондратенко А.С., Хмелев А.Б. Особенности получения углеродных наноматериалов методом комплексной плазменной обработки углей // Вестник ВСГУТУ. – 2013. – С. 21–25.
2. Буянтуев С.Л., Кондратенко А.С., Хмелев А.Б. Особенности получения водоугольных суспензий электроразрядными способами // Вестник ВСГУТУ. – 2014. – С. 72–75.
3. Буянтуев С.Л., Урханова Л.А., Хмелев А.Б., Лхасаранов С.А., Кондратенко А.С. Переработка золошлаковых отходов электродуговой плазмой для получения композиционных строительных материалов // Вестник ВСГУТУ. – №4. – 2016. – С. 19–26.
4. Буянтуев С.Л., Урханова Л.А., Хмелев А.Б., Лхасаранов С.А., Кондратенко А.С., Волокитин О.Г. К вопросу об использовании углеродных наноматериалов, полученных плазмохимическим методом, в качестве модифицирующих добавок в композиты // Вестник ВСГУТУ. – №6. – 2016. – С. 19–26.