

Солодов В.С.<sup>1,2</sup>, Ветошкина И.С.<sup>1</sup>, Черкасова Т.Г.<sup>2</sup>,  
Субботин С.П.<sup>1,2</sup>, Васильева Е.В.<sup>2</sup>, Неведров А.В.<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>ПАО «Кокс», <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»)

## **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСТВОРЕНИЯ УГЛЕЙ**

Для производства многих видов современных углеродных материалов, в том числе и углеродных волокон, в качестве связующего применяется каменноугольный пек. Основным источником получения пек-ков является каменноугольная смола – побочный продукт коксования каменных углей. В последнее время наблюдается снижение выработки каменноугольной смолы и, как следствие, пека. Это обусловлено модернизацией процессов черной металлургии, предусматривающих снижение расхода кокса [1] и процессов производства углеграфитовых материалов, направленных на снижение нагрузки на окружающую среду. Дисбаланс между падающим производством пека и растущим спросом на него приводит к росту цен. Несмотря на то, что давно активно ведутся исследования по разработке связующих для углеродных материалов (в частности на нефтяной основе), равноценной замены каменноугольному пеку в настоящее время нет.

Наиболее перспективной альтернативой коксохимическому пеку предлагается связующее, полученное по технологии термического растворения углей, минуя стадию коксования по традиционной технологии. Анализ результатов проведенных ранее исследований [2, 3] показал, что наиболее приемлемыми для этой цели сырьем являются антраценовая фракция переработки каменноугольной смолы и угли средней стадии метаморфизма с высоким показателем толщины пластического слоя. В центральной заводской лаборатории ПАО «Кокс» проведены исследования по получению альтернативного связующего методом термического растворения углей сырьевой базы предприятия в антраценовом масле. В качестве сырья для исследования процесса терморастворения использовались антраценовое масло с показателями качества, соответствующими ГОСТ 11126-88 [4] показателями качества и угольные концентраты марок Г, Ж, ГЖ. Значения показателей качества исходных угольных концентратов представлены в табл. 1.

Качество полученного продукта оценивали по основным показателям, характеризующим свойства связующего пека, приведенным в ГОСТ 10200-2017 [5]. Качественные показатели пека представлены в табл. 2.

В результате исследований установлено, что оптимальными условиями получения продукта терморастворения с низкой температурой размягчения являются: соотношение растворитель : уголь – 70 : 30, температура в реакторе – 390-400 °С. Такой пек характеризуется наименьшей зольностью и наименьшим содержанием  $\alpha$  и  $\alpha_1$ -фракции. Для получения высокотемпературного продукта оптимальными условиями являются: соотношение растворитель : уголь – 60 : 40, температура в реакторе – 370 °С.

**Таблица 1 - Характеристика качества угольных концентратов**

Марка	$W_t^r$ , %	$A^d$ , %	$V^d$ , %	Ив, мм	у, мм	х, мм	$R_o$ , %	Vt, %
Г	10,4	7,9	38,2	123	18	42	0,685	95,0
Ж	7,5	8,9	29,8	154	34	3	0,918	87,0
ГЖ	9,1	8,5	33,9	132	19	42	0,799	92

**Таблица 2 - Влияние марки угля, соотношения уголь: растворитель, температуры процесса на качество продуктов термического растворения**

Наименование показателя	Значение показателя
Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup>	1130
Массовая доля воды, %	1,60
Массовая доля веществ, нерастворимых в толуоле, %	0,25
Содержание золы, %	0,02
Компонентный состав, %:	
Нафталин	9,09
$\beta$ – нафталин	1,03
$\alpha$ – нафталин	0,52
Диметилнафталин	1,47
Аценафтен	3,16
Дифеленоксид	2,67
Флуорен	3,24
Антрацен	15,43

Таким образом, показана возможность получения сырья для производства связующего материала, в условиях дефицита, напрямую из угля, минуя высокотемпературный процесс коксования. Кроме того, пек с пониженным содержанием полициклических ароматических углеводородов без дополнительной очистки, может быть востребован уже сейчас в технологиях, не предъявляющих высоких требований к зольности (производство углеродистых огнеупоров и огнеупорных масс).

## Литература

1. Кузнецов П. Н. Термическое растворение каменного угля в технических пастообразователях и их смесях / П. Н. Кузнецов, Н. В. Перминов, Ф. А. Бурюкин // Кокс и химия. – 2019. – № 1. – С. 16–22.
2. Маракушина, Е.Н. Получение пеков и связующих веществ методом термического растворения углей// Дисс. канд. хим. наук, 2015. –137 с.
3. Базегский, А. Е. Исследования процесса термического растворения углейс целью получени связующего для огнеупорных масс / А. Е. Базегский, М. Б. Школлер // Изв. Вузов Черная металлургия. – 2016. – Т. 59. – № 8. – С. 517–522.
4. ГОСТ 11126-88. Сырье коксохимическое для производства технического углерода. Технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 20с.
5. ГОСТ 10100-2017. Пек каменноугольный электродный. Технические условия. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2017. – 7 с.

УДК 620.22 : 678.743.41

**Сорокин В.Г., Авдейчик С.В., Струк В.А.**

(Гродненский государственный университет имени Янки Купалы)

### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ФТОРКОМПОЗИТОВ**

Действующая технологическая парадигма функциональных фторкомпозиов обусловила достижение определенного уровня параметров деформационно-прочностных и триботехнических характеристик, превышение которого в её рамках не представляется возможным или сопряжено со значительными затратами материальных и энергетических ресурсов, снижающими эффективность практического применения полученных изделий [1–5]. Неэффективность традиционных подходов в реализации технологии функциональных фторкомпозиов особенно ярко выражена при создании наполненных материалов, содержащих более 20 мас. % компонентов различного состава и дисперсности, что резко сужает диапазон их практического применения в триботехнических и герметизирующих системах. Следствием этого является недостаточный ресурс эксплуатации узлов трения специальной техники, вакуумных, криогенных установок и уплотнительных элементов компрессорной техники для получения сжатых и сжиженных газов [1–5]. Между тем, анализ механизмов разрушения и изна-