

УДК 662.749.33

## КАМЕНОУГОЛЬНЫЙ ПЕК АТМОСФЕРНО-ВАКУУМНОЙ ПЕРЕГОНКИ СМОЛЫ

Заремба Д.В., студент гр. ИХби-242, I курс

Научные руководители: Неведров А.В. заведующий кафедрой ХТТТ, к.т.н.,  
Папин А.В. доцент кафедры ХТТТ, к.т.н.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Каменноугольные электродные пеки – это твёрдые или вязкие продукты, получаемые при переработке каменной смолы. Они выступают связующим компонентом в производстве электродов, благодаря способности спекаться при высоких температурах, образуя прочные структуры. Основные характеристики: высокая электропроводность и термостойкость.

Процесс получения каменноугольных электродных пеков начинается с коксования каменного угля. В процессе коксования образуется каменноугольная смола, которую затем перегоняют. Лёгкие фракции отделяются, а оставшийся тяжёлый остаток – это и есть пек. Далее его подвергают дополнительной обработке для улучшения свойств: удаления летучих веществ и повышения содержания углерода.

В процессе переработки каменноугольной смолы выделяют несколько фракций, различающихся температурой кипения: легкую, фенольную, нафталиновую, поглотительную, антраценовую и каменноугольный пек [1, 2].

Легкая фракция по своему составу и свойствам напоминает тяжелый бензол, в связи с чем она перерабатывается совместно в цехе ректификации бензола. Основная цель ее переработки – получение продуктов, таких как бензол, толуол и ксиол.

Фенольная фракция служит сырьем для производства фенола, азотистых соединений и нафталина. После удаления фенолов данная фракция превращается в так называемое фенольное масло, которое широко применяется при изготовлении технических смазочных материалов различного назначения.

Нафталиновая фракция используется для извлечения нафталина и фенольных соединений, а также в производстве технических масел.

Антраценовая фракция представляет особую ценность, так как из нее выделяют антрацен, карбазол и фенантрен. Кроме того, она служит основой для получения антраценового масла.

Поглотительная фракция преимущественно перерабатывается в поглотительное масло, которое используется для улавливания бензольных углеводородов из коксового газа. Также поглотительное масло может использоваться для приготовления технических масел и других технических

продуктов. Поглотительная фракция применяется также как сырье для получения высококипящих фенолов и тяжелых пиридиновых оснований – хинолина, изохинолина и их гомологов [1].

Каменноугольный пек находит различное применение в зависимости от его температурных характеристик [3]. Материал с температурой размягчения:

- 72 °C и выше преимущественно используется при изготовлении пекового кокса;
- в диапазоне 65-70 °C применяется для создания конструкционных углеродных материалов, а также может быть задействован в производстве электродов и электротехнических изделий;
- от 67 до 73 °C оптимально подходит для изготовления электродов общего назначения.

К физическим свойствам электродного пека относятся:

- *Температура размягчения* – варьируется в пределах 65–85 °C (в зависимости от марки). Чем выше этот показатель, тем лучше пек сохраняет форму при нагреве.
- *Вязкость* – влияет на удобство формования электродов. Оптимальная вязкость обеспечивает хорошее смачивание наполнителя (кокса, графита).
- *Плотность* – обычно составляет 1,25–1,35 г/см<sup>3</sup>, что важно для расчёта состава шихты.
- *Коксуюмость* (выход коксового остатка) – ≥50 %, так как от этого зависит прочность электродов после обжига.

К химическим свойствам электродного пека относятся:

- *Содержание углерода* – ≥92 %, что обеспечивает высокую электропроводность.
- *Зольность* – ≤0,5%, поскольку зола снижает качество электродов.
- *Содержание серы* – ≤0,5% (избыток приводит к газовыделению и трещинам при прокалке).
- *Летучие вещества* – ≤60%, их количество влияет на усадку при термообработке.

В Институте химических и нефтегазовых технологий (ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева») были проведены исследования по получению лабораторных образцов каменноугольного пека методом атмосферно-вакуумной перегонки каменноугольной смолы. Данные исследования осуществлялись на лабораторной установке, представленной на рис. 1

Процесс дистилляции начинается с загрузки 500 г каменноугольной смолы в медную перегонную колбу, которую затем помещают в нагревательный блок и соединяют с дистилляционной колонной. Через систему управления устанавливают рабочие параметры: уровень вакуума,

предельную температуру нагрева и скорость температурного роста. В ходе перегонки оператор, ориентируясь на показания термометров, вручную корректирует подачу теплоносителя с помощью насосов и регулирует его температуру посредством вентиляторов, обеспечивая оптимальные температурные условия в дефлегматоре и холодильнике. Получаемые фракции конденсируются в специальном приемнике, после чего нагрев отключают, позволяя оборудованию остыть естественным путем.

После того, как колба остыла, установку разбирают и извлекают колбу. Для извлечения пека из колбы ее нагревают до температуры около 150 градусов и расплавленный пек выливают в приемную емкость.

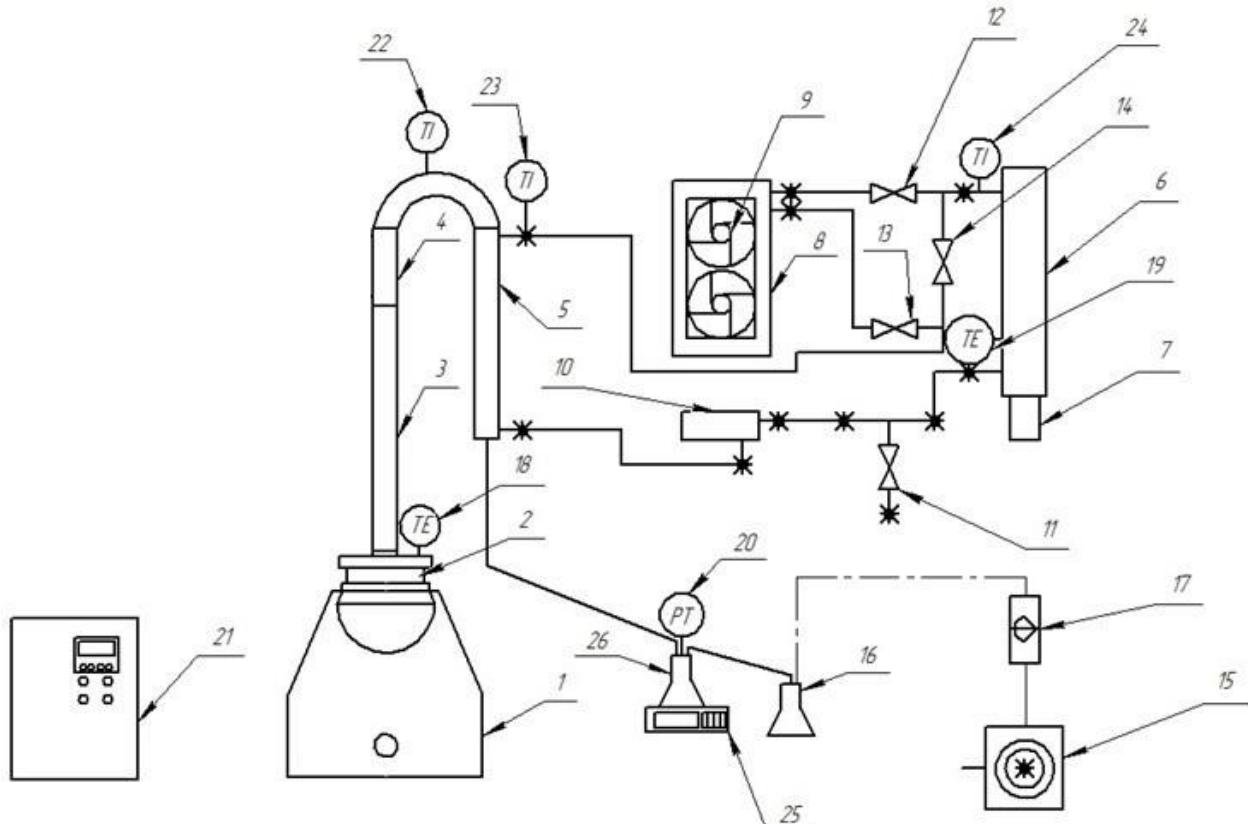


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки атмосферно-вакуумной перегонки каменноугольной смолы:

1 – колбанагреватель; 2 – колба; 3 – насадобная колонна; 5 - холодильник; 6 – расширительный бак; 7 – нагревательный элемент; 8 - масляный теплообменник; 9 – вентиляторы; 10 – насос; 11 – сливной кран; 12, 13, 14 - запорный кран; 15 – вакуумный насос; 16 - предохранительная емкость; 17 – защитный фильтр; 18, 19 – датчик температуры; 20 – датчик давления; 21 – блок управления; 22, 23, 24 – информационный термометр; 25 – весы; 26 – сборник жидких фракций

Было исследовано влияние конечной (максимальной) температуры перегонки каменноугольной смолы и времени выдержки пека при данной температуре на температуру размягчения полученных образцов каменноугольного пека. Максимальная температура перегонки смолы варьировалась в интервале 400-430°C, время выдержки при максимальной температуре

составляло от 0 до 60 минут. Кроме температуры размягчения для полученных образцов пека также были определены следующие показатели качества каменноугольного пека для электродного производства, включенные в ГОСТ 10200-2017: растворимость в толуоле и хинолине, зольность, выход летучих веществ. Результаты исследований качества образцов каменноугольного пека, полученных при различных условиях осуществления процесса разгонки каменноугольной смолы, представлены в таблице 1. [2]

Таблица 1. Качественные характеристики каменноугольных пеков

№ образца река	Параметры процесса перегонки смолы			Качественные характеристики каменноугольного пека				
	Максимальная температура перегонки, °C	Время выдержки пека, мин	Скорость нагрева, °C/мин	Температура размягчения, °C	Содержание веществ, нерастворимых в толуоле (α-фракция), %	Содержание веществ, нерастворимых в хинолине (α <sub>1</sub> -фракция), %	Зольность (A <sup>d</sup> ), %	Выход летучих веществ (V <sup>daf</sup> ), %
1	400	0	5	41,3	31,3	7,9	0,15	68,1
2	400	60	5	49,0	21,9	13,5	0,14	63,8
3	430	0	5	67,4	38,2	6,81	0,15	43,79
4	430	60	5	139,5	51,7	17,3	0,06	43,1

Согласно результатам проведенных исследований по получению каменноугольных пеков при атмосферно-вакуумной перегонке каменноугольной смолы, представленным в табл. 1, повышение температуры перегонки и увеличение продолжительности изотермической обработки пека в условиях атмосферно-вакуумного процесса приводит к росту температуры размягчения конечного продукта при одновременном уменьшении содержания летучих компонентов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (Соглашение № 075-15-2022-1193).

### Список литературы

- Черкасова Т.Г., Неведров А.В., Папин А.В. Факторы, влияющие на температуру размягчения каменноугольных пеков / Уголь. – 2024. – № 5. – С. 38-41.

2. Павлович О.Н. Состав, свойства и перспективы переработки каменноугольной смолы: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2006. – 41с.
3. Привалов В.Е., Степаненко М.А. Каменноугольный пек. – М.: Металлургия, 1981. – 208 с.