

УДК 622.83

## **ИЗУЧЕНИЕ РАСШИРЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ**

Елкин И. С., к.т.н., доцент  
Андронов Д. А., студент гр. МТб-181, I курс  
Лукин В.О., студент гр. МСб-181, I курс

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

### **Аннотация**

Представлены результаты исследований по влиянию температуры и воды на процессы расширения и набухания угля. Представлена разработанная установка для исследования расширения твердых тел.

Ключевые слова: уголь, дисперсная среда, твердая фаза, коэффициент расширения, массоперенос, лабораторная установка, температура, тепловое воздействие.

С каждым годом происходит увеличение глубины отработки угольных пластов. Увеличение глубины закономерно приводит к повышению активности газодинамических явлений, газоносности, газовыделения в подготовительные выработки [1, 2]. В связи с этим актуальным становится подробное изучение механических свойств угля, его структуры и их изменение при взаимодействии с газом, жидкостью при его увлажнении с целью разработки способов управления напряженным состоянием в краевой части угольного массива, где вероятность газодинамических явлений наиболее высока.

Изучение расширения является актуальным с нашей точки зрения как изучение влияния температуры на геофизические процессы, изменения условий массопереноса при изменении температуры в угольном массиве.

Для исследований была разработана лабораторная установка, позволяющая с большей точностью определять изменения размеров тел. В разработке использовали лазерный источник от лазерной указки, как простой, надежной, недорогой источник лазерного излучения. Используя лазерный источник света можно создать различные измерительные устройства, обладающие высокой точностью, наименьшей погрешностью при измерениях. Лазерный источник света в данном случае обладает свойством низкой расходимости светового луча, что выгодно использовать как современный источник в геометрических оптических устройствах. Дополнительно для ограничения и точеч-

ности светового источника использовался диафрагма с малым отверстием, что позволило сфокусировать луч на расстоянии 3 м до 2-3 мм.

Схема конструкции разработанной установки представлена рис. 1.

Принцип работы основан на применении рычага совместно с геометрической оптикой. В результате создания такого типа конструкции рычаг, позволяет фиксировать изменения в размерах тела от 0,001 мм, что сопоставимо с результатами измерений с помощью микрометра [3]. Достоинством в данном случае разработанной системы является:

- 1) простота конструкции;
- 2) наглядность изучаемого процесса;
- 3) универсальность к исследованиям множества факторов.

Методика проведения исследований:

- 1) путем механической обработки изготавливались образцы для исследований массой 50 – 100 г;
- 2) образцы нагревались до температуры 130°C в сушильном шкафу;
- 3) после прогрева проводились исследования на измерительной установке, определялось изменение положения светового луча на экране по миллиметровой бумаге в зависимости от температуры образца.

По результатам опытов получены зависимости изменения положения светового зайчика на экране в зависимости от времени и температуры. Исследования проводились в диапазоне температур от 20 до 130 °C.

Результаты представлены на рис. 2.

Измерение температуры проводилось термопарой подключенной к мультиметру.

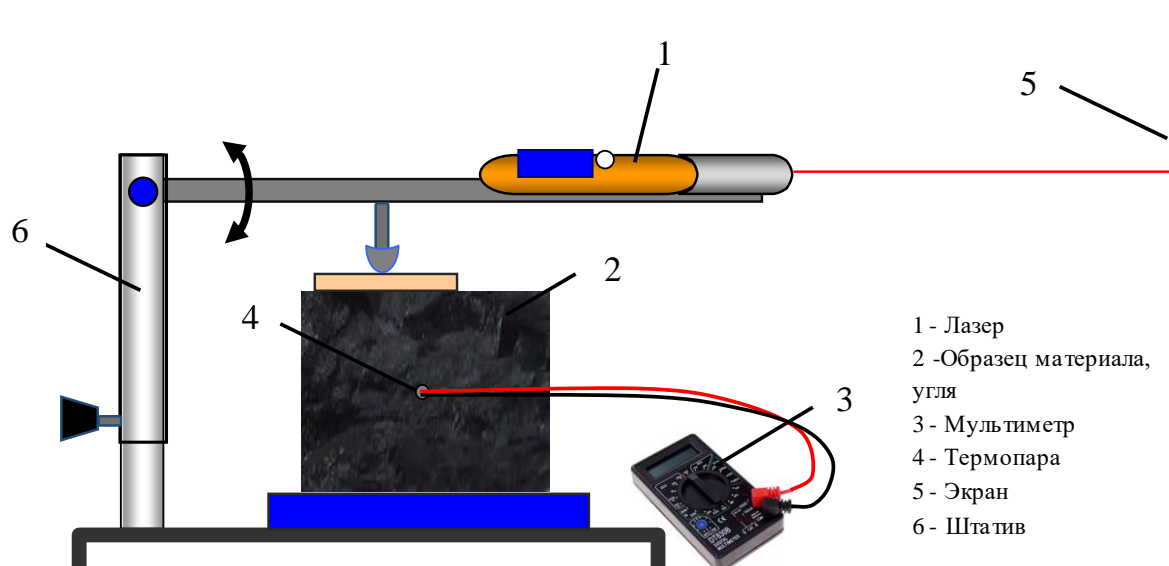


Рис. 1. Установка для исследований

Линейное тепловое расширение тела оценивается по формуле

$$l = l_0(1 + \alpha \Delta T), \quad (1)$$

где  $l_0$  – начальный линейный размер тела;  $\Delta T$  – изменение температуры;  $\alpha$  – температурный коэффициент теплового расширения.

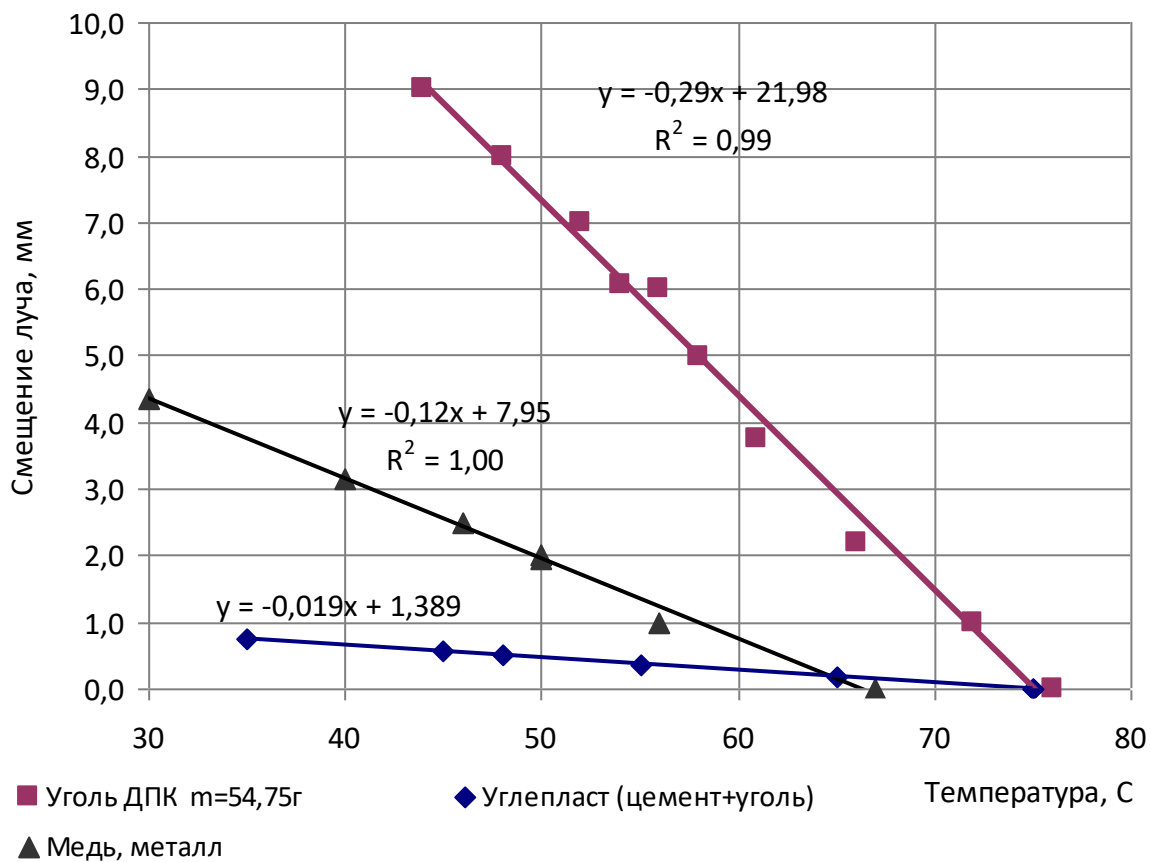


Рис. 2. Результаты измерений

Таблица 1

Коэффициент линейного теплового расширения твердых тел  
(для температуры в интервале 0...100°C)

Вещество	$\alpha, 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	Вещество	$\alpha, 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Алюминий	23,8	Олово	26,7
Бетон	12	Дерево	25,0
Графит	7,8	Полиэтилен	200
Углепласт(уголь+цемент)	2,5	Серый чугун	10,0
Уголь ДПК	3,9	Сталь	11,7
Медь	16,5	Фарфор	3,0

В проведения исследований изучено влияние температуры на расширение образцов каменных углей и других материалов. По классическим представлениям с увеличением температуры увеличиваются размеры тел. Коэффициент расширения  $\alpha$ , определяемый из формулы (1) при полученных значениях в ходе опытов  $l_0, \Delta T$ .

Используя разработанную установку, нами были определены коэффициенты расширения для некоторых материалов и горных пород. Результаты проведены в табл. 1.

Особенностью каменных углей в отличие от других горных пород и материалов является высокая пористость, большое значение удельной поверхности пор, сравнительная малая прочность. Уголь можно рассматривать как многофазную дисперсную среду, содержащую основную твердую фазу, образующую скелет капиллярно-пористого тела, а также жидкую и газообразную фазы в порах [2], [4].

Существенным здесь является влияние модуля упругости, упругих свойств твердого тела и одновременно также пористость, а также распределение капилляров в твердом теле на процесс расширения.

Разработанная методика и конструкция лабораторной установки позволяет решать многочисленные задачи, связанные с исследованием межфазных взаимодействий протекающих в угле, изучать изменение размеров тел вследствие нагревания тел, межфазных взаимодействий при фильтрации, массопереносе жидкости в пористых средах.

#### Список литературы:

1. Чернов О. И. Подготовка шахтных полей с газовыбросоопасными пластами / О. И. Чернов, Е. С. Розанцев. – М. : Недра, 1975. – 287 с.
2. Елкин И. С. Повышение эффективности низконапорного увлажнения угольных пластов / И. С. Елкин, В. В. Дырдин, В. Н. Михайлов. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2001. – 100 с.
3. Елкин И.С., Брыков Д.В., Киреев П.А. Изучение расширения угля при взаимодействии с жидкостями / В сборнике: Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая» . 2017. С. 17003. <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2017/RM17/pages/Articles/0107003-.pdf>.
4. Адамсон А. Физическая химия поверхностей / А. Адамсон. – М.: Мир, 1979. – 568 с.