

УДК 622.817:622.411.33

С. В. ШАТОХИН, Н. В. ХАЩЕВАТСКАЯ, Д. А. НЕСКРЕБА

ГУ «Институт физики горных процессов», г. Донецк

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ ШИФЕРА РАЗНОЙ СТЕПЕНИ НАРУШЕННОСТИ

Аннотация. Проведена оценка физико-механических свойств, а также исследование методами термogrавиметрического анализа и спектрометрии ядерного магнитного резонанса на протонах водорода в образцах шифера. Выявлены различия в прочностных свойствах с учетом фазового состояния воды в исследуемом материале.

Ключевые слова: ЯМР, фазовое состояние влаги, прочность, трещиностойкость, механические свойства, шифер.

Для оценки степени влияния технологии изготовления шифера были проведены исследования по определению его предельной прочности, трещиноватости, а также фазового состояния воды в материале, используемого для изготовления шифера [1–4].

В соответствии с ГОСТ 30340-95 [5] определялась прочность образцов шифера, для чего из листовых исходных материалов изготавливались пластины размером 45×45 мм, которые в последствии склеивались для получения кубика высотой 45 мм.

На установке объемного неравнокомпонентного нагружения определялась прочность образцов, изготовленных из нарушенного и ненарушенного листового шифера. Результаты полученных исследований приведены на рисунке и в таблице 1.

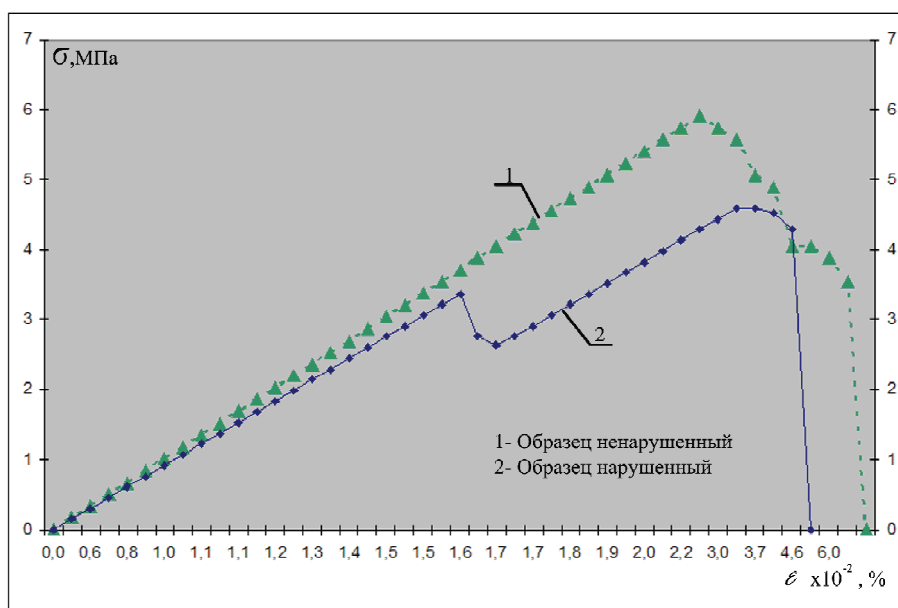


Рисунок – График зависимости прилагаемого усилия от деформации.

Таблица 1 – Физико-механические свойства исследуемых образцов шифера

	$\sigma_{сжатия},$ кг/см ² (предельная прочность образца на одноосное сжатие)	$E \times 10^4,$ кг/см ² (модуль упругости)	$\gamma, Дж/м^2$ (эффективная поверхностная энергия)	L, мм (критический размер трещины, разрушающей материал)	$\sigma_{сжатия},$ кг/см ² (предельная прочность образца на одноосное сжатие)
Образец № 1 (ненарушенный)	537	2,44	0,46	0,077	537
Образец № 2 (нарушенный)	459	0,9	0,71	0,06	459

Анализ представленных результатов свидетельствует, что прочность у образца из нарушенного материала на 20 % меньше, а модуль упругости, характеризующий жесткость структуры, в среднем в 2,7 раза меньше. Кроме этого, оценивалась трещиностойкость ЭПЭ (эффективная поверхностная энергия), одна из наиболее информативных характеристик трещиностойкости, результаты которой приведены в таблице 2. Анализ результатов показывает, что у ненарушенного образца трещиностойкость в среднем в 1,5 раза меньше.

Таблица 2 – Расчет величины эффективной поверхностной энергии образцов шифера

	L, см	P, кг	l, см	h, см	$\gamma, Дж/м^2$
Образец № 1 (ненарушенный)	15	10,52	0,52	2,0	0,46
Образец № 2 (нарушенный)	15	8,52	0,52	2,0	0,71

Проведены исследования по фазовому состоянию воды в образцах методами термогравиметрии и спектроскопии на установке ЯМР Н¹ (ядерный магнитный резонанс на протонах водорода). Результаты исследований показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Экспериментальные исследования по фазовому состоянию воды, методом ЯМР

	T, C	$\Delta m, г$	W(%)	I _{уз} /I _ш	S _y /S _m
Образец № 1 (Ненарушенный)	20	0,000	0,974	7,33	0,464
	100	2,933	0,77	5,73	0,312
	200	5,948	0,455	4,2	0,091
	300	6,367	0,455	3,42	0,164
	400	7,333	0,35	2,6	0,152
Образец № 2 (Нарушенный)	20	0,000	10,1	1,13	0,554
	100	4,932	6,0	0,68	0,323
	200	6,294	5,9	0,66	0,297
	300	8,515	5,9	0,66	0,297
	400	10,126	5,9	0,66	0,337

Общий анализ представленных результатов свидетельствует, что в структуре материала из нарушенного шифера, кроме невысоких прочностных свойств, присутствует большой процент свободной воды, которая переходит в твердое состояние при температуре, явно не соответствующей ГОСТ, что однозначно вызовет нарушение, а в нормальном шифере вся вода находится в адсорбированном состоянии, температура которой при переходе в твердотельную фазу составляет -90 °C.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Сулименко, Л. М. Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе [Текст] / Л. М. Сулименко. – М. : Высш. шк., 2000. – 303 с.
- Турский, В. В. Изменения в хризотил-асбесте, вызванные длительной службой в изделиях [Текст] / В. В. Турский, И. Г. Лугинина, Е. И. Иванова, Л. Л. Нестерова // Цемент. – 2002. – № 4. – С. 27–29.
- Вторичное минералообразование в шифере [Текст] / Л. Л. Нестерова, Д. В. Леонтьева, Е. А. Ромаданова, Л. А. Маликова, Т. В. Рудич, С. В. Чечнев // Вестник югорского государственного университета. – 2010. – № 4(19). – С. 39–43.

4. Прядко, Н. В. Обследование и реконструкция промышленных зданий [Текст] : Учебное пособие / Н. В. Прядко. – Макеевка : ДонНАСА, 2006. – 156 с.
5. ГОСТ 30340-95 Листы асбестоцементные волнистые [Электронный ресурс]. – На замену ГОСТ 20430-84, ГОСТ 16233-77 ; введ. 1996-09-01. – М. : Минстрой России. – 16 с. – Режим доступа : <http://download.beton.ru/materials/30340-95.pdf>.

Получено 13.04.2018

С. В. ШАТОХІН, Н. В. ХАЩЕВАТСЬКА, Д. А. НЕСКРЕБА
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗРАЗКІВ ШИФЕРУ РІЗНОГО
СТУПЕНЯ ПОРУШЕНОСТІ

ДУ «Інститут фізики гірських процесів», м. Донецьк

Анотація. Проведена оцінка фізико-механічних властивостей, а також дослідження методами термогравіметричного аналізу та спектрометрії ядерного магнітного резонансу на протонах водню в зразках шиферу. Виявлені відмінності в міцністих властивостях з урахуванням фазового стану води в досліджуваному матеріалі.

Ключові слова: ЯМР, фазовий стан вологи, міцність, тріщиностійкість, механічні властивості, шифер.

SERGEJ SHATOHIN, NADEJDA KHASCHAVATSKAYA, DENIS NESKREBA
PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF EXEMPLARS OF SLATE OF
DIFFERENT DEGREE OF A VIOLATION

State Institution «Institute of Physics of Mining Processes», Donetsk

Abstract. Assessment of physic mechanical properties, and also a research by methods of a thermo gravimetric analysis and a spectrometry of nuclear magnetic resonance on Hydrogenium protons in slate exemplars has been carried out. Differences in strength properties taking into account a phase condition of water in the studied material have been revealed.

Key words: nuclear magnetic resonance, phase condition of moisture, durability, crack resistance, mechanical characteristics, slate.

Шатохин Сергей Васильевич – аспирант, инженер отдела прогноза и борьбы с ГДЯ в шахтах ГУ «Институт физики горных процессов» г. Донецка. Научные интересы: термобарическое исследование водородосодержащих компонент горных пород и углей.

Хашчеватская Надежда Владимировна – младший научный сотрудник отдела физики сорбционных процессов ГУ «Институт физики горных процессов» г. Донецка. Научные интересы: термогравиметрические спектральные исследования угольных и горных пород.

Нескреба Денис Анатольевич – аспирант, инженер отдела физики угля и горных пород ГУ «Институт физики горных процессов» г. Донецка. Научные интересы: изучение упругих свойств в горных средах.

Шатохин Сергій Васильович – аспірант, інженер відділу прогнозу та боротьби з ГДЯ в шахтах ДУ «Інститут фізики гірських процесів» м. Донецька. Наукові інтереси: термобаричні дослідження водневомістких компонент гірських порід і вугілля.

Хашчеватська Надія Володимирівна – молодший науковий співробітник відділу фізики сорбційних процесів ДУ «Інститут фізики гірських процесів» м. Донецька. Наукові інтереси: термогравіметричні спектральні дослідження вугільних і гірських порід.

Нескреба Денис Анатолійович – аспірант, інженер відділу фізики вугілля і гірських порід ДУ «Інститут фізики гірських процесів» м. Донецька. Наукові інтереси: вивчення пружних властивостей в гірських середовищах.

Shatohin Sergej – Post-graduate student, Engineer, Forecast and Control of Gas-dynamic Phenomenon in mines Department, State Institution «Institute of Physics of Mining Processes», Donetsk. Scientific interests: thermobaric study of hydrogen-containing components of rocks and coals.

Khaschavatskaya Nadejda – junior researcher, Physics of Sorption Processes Department, State Institution «Institute of Physics of Mining Processes», Donetsk. Scientific interests: thermogravimetric spectral studies of coal and rocks.

Neskreba Denis – Post-graduate student, Engineer, Coal and Rock Physics Department, State Institution «Institute of Physics of Mining Processes», Donetsk. Scientific interests: study of elastic properties in mountain environments.