

**Г.М. Редькин, канд. техн. наук (Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова)**

**ЗАВИСИМОСТЬ ВЫХОДА ЛЕЩАДНЫХ  
ЗЕРЕН ОТ КОЭФФИЦИЕНТА АНИЗОТРОПИИ  
ПРЕДЕЛОВ ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ**

При изучении структурно-текстурного строения и пределов прочности при сжатии попутно добываемых вмещающих анизотропных горных пород основных генетических групп из различных регионов были получены экспериментальные данные [ 1 ], приведенные в табл.1,2,3.

Замечание. Содержания зерен лещадной формы ( $\Pi$ ) в табл. 1-3 выражены в долях единицы.

Введем в плоскости декартову прямоугольную систему координат  $Ok_R\Pi$  и построим в ней поле корреляции следующим образом. Каждой паре значений коэффициента анизотропии пределов прочности при сжатии и содержания лещадных зерен, приведенных в табл. 1-3, поставим в соответствие точку плоскости  $Ok_R\Pi$  с координатами  $(k_{Ri}; \Pi_i)$ , где  $i=1,2,3,\dots,6$  для данных табл. 1 и 2, а  $i=1,2,\dots,18$  для данных табл. 3. Совокупность всех точек образует поле корреляции изучаемых параметров, представленного на рис.

Если совокупность однородная, то точки группируются в одну эллиптическую область, но при неоднородности эти точки группируются в разные эллиптические области, относящиеся к разным неоднородностям.

В пределах приведенного на рис. поля корреляции можно выделить  $I$  и  $II$  эллиптические области, из которых  $I$ -ая представляет однородность, составленную из показателей анизотропных горных пород магматических (табл. 1), осадочных (табл. 2) и первых 14 метаморфических горных пород

(табл. 3), а II – ая составлена из показателей сланцев КМА и Ларса (15 и 18-ая горные породы табл.3).

Для количественной интерпретации эллиптических однородных областей корреляционных полей применим уравнения прямых линий регрессии, отражающих статистическую (корреляционную) зависимость двух случайных величин, при которой изменение одной из них влечет изменение среднего значения (математического ожидания) другой.

Корреляционную зависимость между случайными величинами (показателями)  $Y$  и  $X$  выражает уравнение прямой линии регрессии  $Y$  на  $X$  [ 2 ]

$$y = \bar{y} + r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - \bar{x}), \quad (1)$$

где

$$\sigma_y^2 = \overline{y^2} - \bar{y}^2, \sigma_x^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2, - \text{дисперсии показателей } X \text{ и } Y;$$

$r = (\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}) / \sigma_x \cdot \sigma_y$  - коэффициент корреляции, характеризующий силу связи величин  $X$  и  $Y$ ;

$$\bar{x}, \bar{y}, \overline{x \cdot y}, \overline{x^2}, \overline{y^2} - \text{средние значения записанных величин по выборке.}$$

При этом остаточная дисперсия либо стандарт  $\sigma_{ост}$  случайной величины  $Y$  относительно случайной величины  $X$

$$\sigma_{ост}^2 = \sigma_y^2 (1 - r^2) \quad (2)$$

характеризуют погрешность, которую допускают при замене  $Y$  уравнением регрессии (1).

По формулам (1),(2) и данным табл.1,2 и первых 14 пар значений табл.3, составляющих I – ую область однородности, определим: уравнения прямых регрессии, описывающих зависимости содержаний лещадных зерен от коэффициентов анизотропии пределов прочности при сжатии; коэффициенты корреляции; остаточные дисперсии; и приведем результаты вычислений в табл. 4.

Проанализируем результаты исследований, приведенных в табл.4 и на рис.

Коэффициенты 4-го столбца табл.4 отрицательные и по модулю близкие к единице, за исключением второй строки, характеризующей осадочные породы. Это отвечает отрицательной сильной, а для осадочных пород – средней, корреляционной связи, выраженной в обратной корреляционной зависимости (5-ый столбец табл.4) содержания лещадных зерен от коэффициента анизотропии пределов прочности при сжатии для всех генетических типов пород и их объединения в пределах *I-ой* области. Геометрической интерпретацией сильных корреляционных связей являются наклоны осей (прямых регрессии 1 и 2 на рис.) *I и II* эллиптических областей по отношению к осям координат, причем знаки тангенсов углов наклонов больших осей (прямых регрессии 1 и 2, рис.) совпадают со знаками коэффициентов корреляции (столбцы 4,5 табл.4).

Приведенные в 5-ом столбце уравнения регрессии по каждому генетическому типу анизотропной горной породы и по их объединению в пределах выделенной статистически однородной *I* области практически совпадают. Из чего следует независимость содержания лещадных зерен от генетического типа породы.

Уравнение регрессии в 5-ой строке табл.4 весьма существенно отличается от приведенных выше уравнений *I-ой* области. Это означает, что метаморфические сланцы КМА и Ларса (Сев. Кавказ) образуют другую статистически однородную совокупность отличную от анизотропных горных пород приуроченных к месторождениям Мурманской обл., Карелии, Осетии, Украины, Урала и др.

Таблица 1

Коэффициенты анизотропии пределов прочности при сжатии ( $k_R$ )  
и содержания лещадных зерен магматических горных пород (П)

№ П/П	1	2	3	4	5	6
П	0,37	0,32	0,26	0,39	0,24	0,32
$k_R$	0,53	0,75	0,89	0,50	0,79	0,56

Таблица 2

Коэффициенты анизотропии пределов прочности при сжатии ( $k_R$ )  
и содержания лещадных зерен осадочных горных пород (П)

№ П/П	1	2	3	4	5	6
П	0,36	0,43	0,41	0,23	0,39	0,26
$k_R$	0,41	0,57	0,68	0,71	0,52	0,83

Таблица 3

Коэффициенты анизотропии пределов прочности при сжатии ( $k_R$ )  
и содержания лещадных зерен метаморфических горных пород (П)

№ П/П	1	2	3	4	5	6	7	8	9
П	0,29	0,39	0,21	0,21	0,34	0,28	0,30	0,32	0,23
$k_R$	0,68	0,61	0,80	0,84	0,74	0,63	0,73	0,65	0,86

Продолжение табл. 3

№ П/П	10	11	12	13	14	15	16	17	18
П	0,30	0,38	0,27	0,29	0,41	0,56	0,69	0,77	0,70
$k_R$	0,68	0,45	0,62	0,60	0,51	0,67	0,55	0,43	0,37

Рис. Поле корреляции коэффициентов анизотропии пределов прочности при сжатии и содержания лещадных зерен горных пород:  $\Delta$ – магматических;  $\square$ – осадочных;  $\bullet$  - метаморфических; 1 – прямая регрессии  $\Pi$  на  $k_{rI}$  области, ее уравнения  $\Pi = 0,56 - 0,38 k_R$ ; 2 – прямая регрессии  $\Pi$  на  $k_{rII}$  области, ее уравнения  $\Pi = 0,95 - 0,54 k_R$  (см. табл. 4)

Таблица 4

Статистико-корреляционные характеристики I и II – ой области  
поля корреляции (рис.)

№		Генетический тип анизотропных пород	Коэф. Корр., <i>r</i> , доли ед.	Уравнение прогрессии П на $k_R$	Ост. станд., $\sigma_{ост}$ , доли ед.
области	п/п				
1	2	3	4	5	6
I	1	Магматические (табл.1)	-0,88	$\Pi = 0,53 - 0,32k_R$	0,026
	2	Осадочные (табл.2)	-0,58	$\Pi = 0,55 - 0,32k_R$	0,061
	3	Метаморфические (табл.3-первые 14 столбцов)	-0,79	$\Pi = 0,59 - 0,42k_R$	0,037
	4	Объединение, приведенных выше пород	-0,75	$\Pi = 0,56 - 0,38k_R$	0,043
II	5	Метаморфические сланцы КМА, Ларса (табл.3, столбцы 15-16)	-0,82	$\Pi = 0,95 - 0,54k_R$	0,043

## Список литературы

1. Гридчин А.М. Повышение эффективности дорожного строительства путем использования анизотропного сырья / А.М. Гридчин. – М.: Изд-во Ассоц. стр. вузов, 2006. – 486с.
2. Давид М. Геостатистические методы при оценке запасов руд / М.Давид. – Л.: Недра, 1980. – 360с.

## Реферат

**УДК 622.038:51.001.57**

Зависимость входа лещадных зерен от коэффициента анизотропии пределов прочности при сжатии. Редькин Г.М.

Установлены корреляционные зависимости содержаний лещадных зерен от коэффициентов пределов прочности при сжатии для попутно добываемых вмещающих анизотропных горных пород основных генетических групп из различных регионов.

Анализ полученных зависимостей выявил, что метаморфические сланцы КМА и Ларса (Сев. Кавказ) образуют статистически однородную совокупность отличную от однородной совокупности анизотропных пород приуроченных к месторождениям Мурманской обл., Карелии, Осетии, Украины, Урала и др.