

УДК 550.8.056

ОЦЕНКА ТРЕЩИНОВАТОСТИ МАССИВА УГЛЕВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ЭЛЬГИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ИХ ЕСТЕСТВЕННОМ ЗАЛЕГАНИИ

Гриб Н. Н., Скоморошко Ю. Н., Павлов С. С., Кузнецов П. Ю.

Технический институт (ф) СВФУ, 678960, Республика Саха (Якутия), г.Нерюнгри, ул. Кравченко, 16. e-mail: grib@nfygu.ru

При определении прочностных параметров горных пород в их естественном залегании важное значение приобретает достоверная оценка трещиноватости массива угле вмещающих пород. Для оценки трещиноватости породного массива, по данным геофизических исследований скважин, предложена методика Марковского векторного прогнозирования, в основе которой лежит математический аппарат нелинейной Марковской статистики. Марковское векторное прогнозирование позволяет учитывать большое количество факторов (генетических, постгенетических, геологических, геофизических и др.), которые в большей или меньшей степени влияют на достоверность прогноза.

Использование математического аппарата Марковской нелинейной статистики с привлечением имеющейся базы геологических и геофизических параметров, полученных при разведке Эльгинского каменноугольного месторождения, позволило создать математическую модель для расчета Ктр, применительно для данного месторождения. При этом в качестве основных прогнозирующих факторов при создании модели выбраны: стратиграфическая и современная глубина залегания слоев горных пород; выход керна, регистрируемый при бурении скважин; относительный параметр рассеянного гамма излучения, приведенный к глубине и нормированный на номинальный диаметр скважины. Данный подход позволил получить высокую сходимость между данными геологического опробования и рассчитанными по геофизическим методам исследования скважин.

Ключевые слова: угле вмещающие породы, трещиноватость, геофизические исследования скважин, математический аппарат нелинейной Марковской статистики.

THE ESTIMATION OF FISSURING OF THE COAL CONTAINING ROCKS OF THE ELGINSKIY'S DEPOSIT IN ITS NATURAL BEDDING

Grib N. N., Skomoroshko Y. N., Pavlov S. S., Kuznetsov P. Yu.

*Technical Institute (branch) of North-Eastern Federal University
Neryungri, Russia (678960, Republic of Sakha (Yakutia), Neryungri, Kravchenko St., 16, e-mail: grib@nfygu.ru*

While defining strength properties of the rock in its natural bedding an important significance is given to reliable estimation of fissuring of the coal containing rocks. For estimation of rock fissuring according to the information of geophysical exploration of the wells, the method of vectorial forecast of Markovskiy is suggested. The basis of the method is mathematical mechanism of nonlinear Markovskiy's statistics. Nonlinear Markov's statistics allows to consider many factors (genetic, post-genetic, geological, geophysical) that have an effect on the forecast to a greater or lesser extent.

The usage of nonlinear Markov's statistics with the involvement of the existing geological and geographical parameters base, obtained during the exploration of the Elga coal Deposit, allowed to create a mathematical model for calculation of the CTE, as applied to the field. As the main predictor factors in creating a model the following ones were selected: stratigraphic and contemporary depth of the rock layers; core output, registered in the drilling of wells; the diffuse gamma radiation relative parameter, related to the depth and assessed on the nominal hole diameter. This approach allowed to get high results equality between the laboratory data and that calculated with the help of geophysical research methods of wells.

Key words: coal containing rocks, fissuring, geophysical exploration of the wells, mathematical mechanism of nonlinear Markovskiy's statistics.

Эльгинское каменноугольное месторождение располагается в центральной части Токинского угленосного района Южно-Якутского бассейна. Геоморфология месторождения и благоприятные условия залегания мощных угольных пластов предопределили возможность их разработки наиболее дешевым открытым способом.

Устойчивость бортов угольных карьеров определяется комплексом инженерно-геологических факторов, среди которых наибольшее влияние на устойчивость бортов оказывают: геологическое строение и гидрогеологическая обстановка месторождения, прочностные и технологические свойства пород и углей, их трещиноватость, слоистость и раздробленность, а также напряженное состояние самого массива горных пород. Следовательно, учитывая выше приведенные факторы, можно заключить, что для расчета параметров карьера Эльгинского каменноугольного месторождения, при относительно простом его геологическом строении, особо значимым является достоверная оценка физико-механических свойств горных пород и углей в массиве. Прочностные свойства массива горных пород обусловлены двумя основополагающими факторами: прочностью породы в образце и структурно-текстурными особенностями данной толщи горных пород, т.е. ее трещиноватостью и слоистостью.

Для разработки методики определения прочностных параметров горных пород в их естественном залегании (в массиве), по данным геофизических исследований скважин, важное значение приобретает достоверная оценка трещиноватости массива углевмещающих пород. Традиционно трещиноватость горных пород оценивается на обнажениях, в штольнях, по керну и по данным геофизических исследований скважин (ГИС). Использование данных ГИС для определения физико-механических свойств массива горных пород, в данном случае, является наиболее перспективно с точки зрения полноты охвата исследованиями массива по вертикали и возможности равномерного распределения этих исследований по площади месторождения [2].

Изучение интенсивности трещиноватости пород Эльгинского месторождения проводилось на всех стадиях разведки месторождения, в каждой геологоразведочной выработке. Кроме того, была проведена специальная инженерно-геологическая документация пород и углей по скважинам и горным выработкам.

Трещиноватость оценивалась количеством трещин на 1 пог. м. геологоразведочной выработки (коэффициент трещиноватости).

Данные инженерно-геологической документации скважин были использованы для анализа корреляционных связей между коэффициентом трещиноватости ($K_{тр}$) и геофизическими параметрами: $J\gamma_i/J\gamma_{оп}$, d_c и ΔT (где $J\gamma_i$ – интенсивность рассеянного гамма излучения i -го слоя, $J\gamma_{оп}$ – интенсивность рассеянного гамма излучения опорного слоя, которым на Эльгинском месторождении является маркирующий горизонт конгломератов, имеющий минимальное значение $J\gamma$, d_c – приведенный к глубине и нормированный на номинальный диаметр скважины ($d_c = [d_i - 0.5\Delta H^{(-0,63)}] / d_n$), и ΔT – относительные значения

интервального времени распространения продольных акустических волн к их значениям в ненарушенных прочных песчаниках) [4].

В результате проведенного анализа были получены недостаточно тесные корреляционные зависимости с низкими коэффициентами корреляции ($R= 0.2 - 0.6$), и прогноз $K_{тр}$ по геофизическим параметрам на основе полученных корреляционных зависимостей нельзя назвать достоверным (рис. 1).

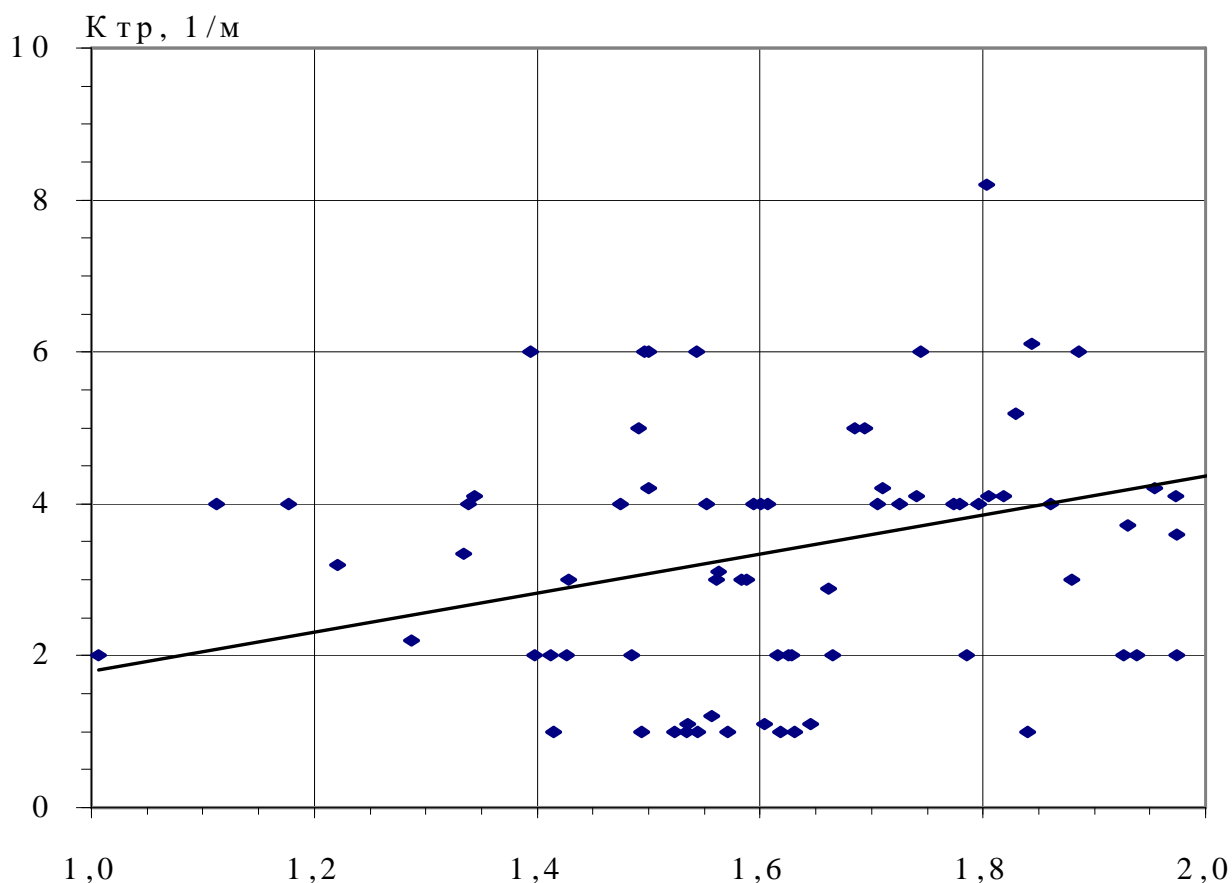


Рис. 1. Сопоставление результатов определения $K_{тр}$ по инженерно-геологическому описанию керна и геофизическим параметрам

Поэтому нами была использована методика Марковского векторного прогнозирования [1], в основе которой лежит математический аппарат нелинейной Марковской статистики. Марковское векторное прогнозирование позволяет учитывать большое количество факторов (генетических, постгенетических, геологических, геофизических и др.), которые в большей или меньшей степени влияют на достоверность прогноза.

Использование математического аппарата Марковской нелинейной статистики с привлечением имеющейся базы геологических и геофизических параметров, полученных

при разведке Эльгинского каменноугольного месторождения, позволило создать математическую модель для расчета $K_{тр}$, применительно для данного месторождения.

В основу расчёта параметров модели положен принцип максимального привлечения данных инженерно-геологической документации керна. При этом в качестве основных прогнозирующих факторов при создании модели выбраны: стратиграфическая и современная глубина залегания слоев горных пород; выход керна, регистрируемый при бурении скважин; относительный параметр рассеянного гамма излучения, приведенный к глубине и нормированный на номинальный диаметр скважины. Последовательность включения и место в структуре вектора модели прогноза $K_{тр}$, приведенных выше факторов, устанавливалась на основании вариативного подхода и предварительных расчетов наибольшей значимости этих факторов в определении коэффициента трещиноватости массива горных пород [2]. В структуру вектора не включен литологический тип породы по причине слабого контраста горных пород по их физическим свойствам и невозможности литологического расчленения разреза по геофизическим данным, хотя зависимость $K_{тр}$ от литотипа несомненна.

Структура вектора для прогноза $K_{тр}$ выглядит следующим образом:

$$H - H_{стр} - BK - J\gamma_i/J\gamma_{оп} - d_c - J\gamma_i/J\gamma_{оп} - BK - H_{стр} - H,$$

где:

H – современная глубины залегания слоев горных пород, м;

$H_{стр}$ – стратиграфическая глубина залегания слоев горных пород;

BK – выход керна при бурении скважин.

Стратиграфическая глубина вводится в вектор в виде кодов. Коды стратиграфических интервалов обозначают слои горных пород, залегающие между угольными пластами Ундытканской и Нерюнгриканской свит: 1-выше U_{20} , 2- U_{20} - U_{19} , 3- U_{19} - U_{18} , 4- U_{18} - U_{17} , 5- U_{17} - U_{14} , 6- U_{14} - U_{13} , 7- U_{13} - U_{12} , 8- U_{12} - U_8 , 9- U_8 - U_6^H , 10- U_6^H - U_5^B , 11- U_5^B - U_4^B , 12- U_4^B - H_{16} , 13- H_{16} - H_{15} , 14- H_{15} - H_{14} .

Результаты анализа сходимости коэффициента трещиноватости, определенного по данным геологического опробования и рассчитанного по данным ГИС с использованием Марковского векторного прогнозирования, приведены на рис. 2 и в таблице.

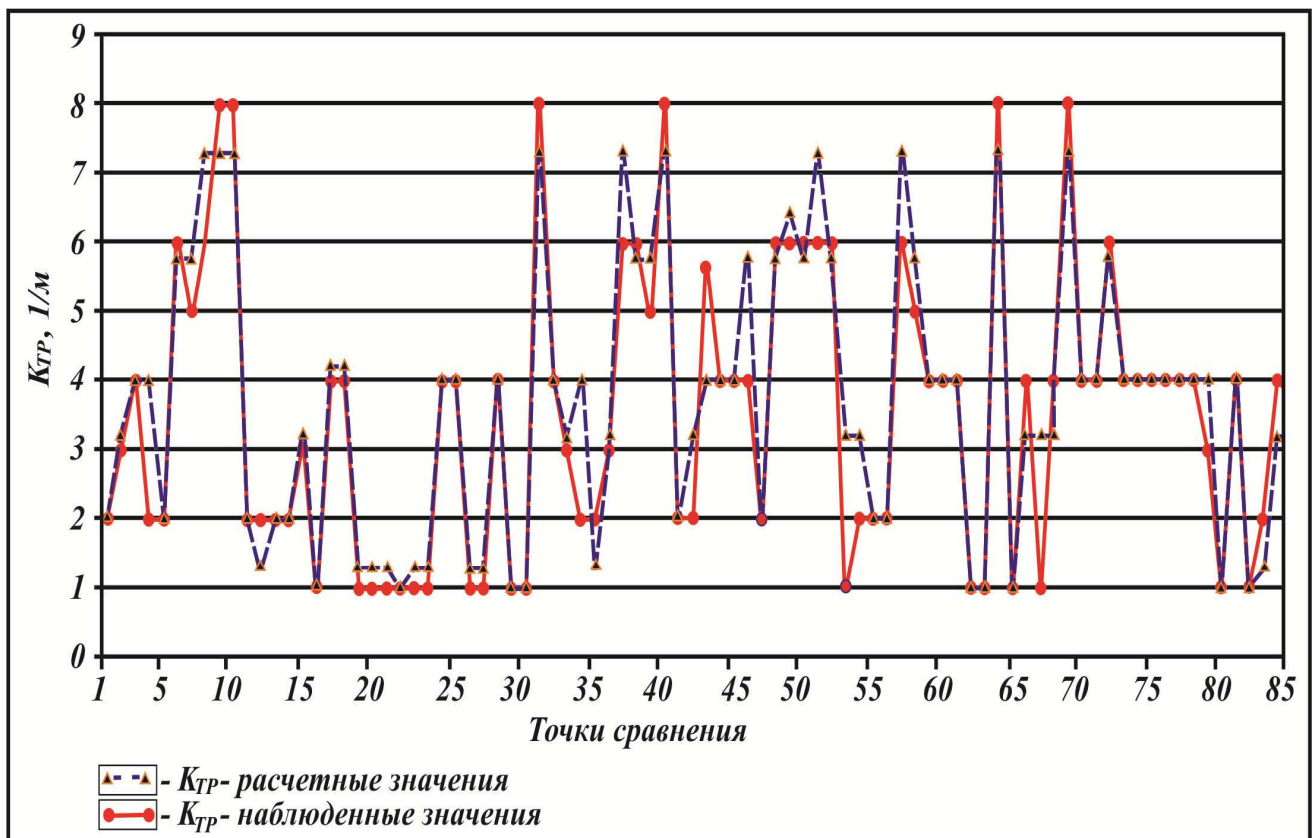


Рис. 2. Сопоставление результатов определения $K_{тр}$ по методике Марковского векторного прогнозирования и по инженерно-геологическому описанию керна

Таблица

**Статистическая оценка математической модели определения
коэффициента трещиноватости по геолого-геофизическим данным**

Статистический параметр	Средняя систематическая	Средняя арифметическая	Средняя квадратическая
Абсолютная погрешность, 1/м	0,14	0,43	0,51
Относительная погрешность, %	3,86	11,90	14,06
Критерий Стьюдента	1,83		
Критический критерий Стьюдента	1,99		

Список использованной литературы

1. Гриб Н. Н., Самохин А. В., Черников А. Г. Методологические основы системного исследования массива горных пород. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2000. – 104 с.
2. Гриб Н. Н., Самохин А. В. Физико-механические свойства углевмещающих пород Южно-Якутского бассейна. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 240 с.
3. Методическое руководство по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при их разведке // ВСЕГИНГЕО. – М.: Недра, 1977.
4. Скоморошко Ю. Н. Оценка трещиноватости углевмещающих пород Эльгинского месторождения по данным геофизических исследований скважин / Научные исследования аспирантов и молодых ученых: Сб. статей. Вып. 3, ч. II. – Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2001.
5. Черников А. Г. Методика литогенетического прогнозирования показателей качества углей по комплексу геолого-геофизических данных // Материалы выездной сессии Научно-координационного Совета по угольной геофизике. ЕАГО. – Стрелковое, 1994.

Рецензенты:

Ткач Сергей Михайлович, д.т.н., директор, Институт Горного дела Севера им. Н. В. Черского СО РАН, 677980, г. Якутск.

Имаев Валерий Сулейманович, д.г-м.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории сейсмологии, Институт земной коры, Сибирское отделение Российской Академии Наук, г. Иркутск.