

УДК 658.32:622.33

В.А. Бабелло

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РАСЧЕТА ОСАДОК ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ЕГО РАБОТЕ НА ОТВАЛАХ

Рассмотрены вопросы оценки надежности результатов расчета осадок горно-транспортного оборудования при его работе на отвалах. Предлагаемый подход основан на использовании теории надежности на вероятно-статистической основе. Приводится алгоритм оценки «погрешностей» расчетных величин деформаций техногенных массивов.

Ключевые слова: деформация породы, отвал, горнотранспортное оборудование

V.A. Babello THE ESTIMATION OF THE OUTFLANKING OF THE MINING-AND- TRANSPORT EQUIPMENT DURING ITS OPERATIONS AT THE WASTE PILES

The problems of reliability prediction of outcomes of calculation a deposit(residue) of a mining-and-transport equipment are considered by his(its) activity on blades. The offered approach is based on usage of a reliability theory on the probable - statistical basis(fundamentals). The algorithm of an estimation of «errors» of estimated values of deformations of technogenic massifs is resulted.

Keywords: rock deformation, waste pile, mining-and-transport equipment

В решении проблемы снижения георисков, связанных с открытыми горными работами, обеспечение надежности исходных данных играет главную роль. С точки зрения теории надежности и ввиду своей распространенности нескальные горные породы представляют наибольший интерес. Поскольку такие породы являют собой сложные многофазные системы, обладающие переменными физико-механическими свойствами, общеизвестны трудности, связанные с созданием расчетно-гео-

ретических моделей, достаточно точно описывающих их напряженно-деформированное состояние. Неоднородность пород и подверженность их постоянному влиянию различных факторов чрезвычайно осложняет задачу надежного определения и прогноза изменения их свойств. Многообразие причин изменения свойств одной и той же породы делают упомянутую задачу однозначно неопределенной. Однако, именно изменчивость свойств пород должна рассматриваться не как препятствие, а как одна из главных физических предпосылок применению теории надежности на вероятно-статистической основе с целью снижения упомянутых георисков.

Вопросы надежности системы «оружение-массив горных пород» не так часто поднимаются в литературе. (в рассматриваемом случае «горно-транспортное оборудование - техногенный массив горных пород»). Идеи вероятностной теории надежности указанной системы получили свое отражение в работах Н.Н. Ермолаева, Н.В. Михеева, М.Н. Гольдштейна, В.Б. Швеца, Б.Л. Тарасова, А.П. Пшеничкина, Ф.М. Шихиева, В.В. Лушниковой, и др. Значительный вклад в разработ-

ку вопроса учета уровня риска и фактора времени при расчете устойчивости бортов карьеров внес А.И. Арсентьев. Тем не менее, следует отметить, что в рамках рассматриваемой системы оценка надежности результатов расчета осадок горнотранспортного оборудования, как одного из критериев оценки геориска, не получила своего разрешения. В этой связи предлагается новый подход, основанный на оценке «погрешностей» определения деформационных свойств пород и напряжений вдоль центральной вертикали опорных элементов горнотранспортного оборудования. Идея такого подхода состоит в следующем. Известно, что достоверность численных результатов оценивается погрешностью исследований, равной разности между наблюдаемым и истинным значением изучаемой величины. В рассматриваемой ситуации истинные значения параметров деформационных свойств пород и напряжений, вызванных нагрузкой от горнотранспортного оборудования, неизвестны и, следовательно, понятие погрешности носит достаточно условный характер. Это связано, прежде всего, с неоднозначностью деформационных характеристик пород вследствие физических представлений о них, например, модуля деформации, как реакции (отклика) породы на вполне определенное механическое воздействие. Очевидно, что значения таких характеристик будут различными при разных методах воздействия на одну и ту же породу. Существующий подход к оценке достоверности получения опытных данных путем их сравнения, с известными ранее в аналогичных инженерно-геологических условиях, нельзя считать вполне оправданным и объективным. Известно, что даже породы, относящиеся к одной разновидности, могут обладать

существенной неоднородностью (анизотропией) механических свойств. К этому следует добавить и неоднозначность условий выполнения испытаний, техническое состояние оборудования, своевременность проведения его проверок, квалификацию персонала, погодные условия и т. д. Таким образом, деформационные характеристики пород должны соотноситься с методами и условиями их определения, диапазоном прикладываемых к массиву нагрузок, типом опорного элемента и его размерами. Ситуация усугубляется при оценке механических свойств пород техногенных массивов.

Известно, что задача выбора расчетных физико-механических характеристик пород в отвале, как правило, решается путем проведения лабораторных испытаний смесей пород или, в редких случаях, проведением натуральных испытаний. Расчет состава лабораторных смесей пород отвала выполняется в целом на весь период его службы по средневзвешенной мощности вскрышных пород разреза и различным вариантам сочетания литологических разностей с учетом возможного снижения значений механических свойств пород. При этом не оценивается прогнозный и фактический литологический состав грузопотоков породы в отвале при календарной отработке месторождения [1]. Очевидно, что в сложившихся условиях даже результаты опробования пород в натуральных условиях будут иметь существенный разброс.

В этой связи в рассматриваемом подходе к оценке надежности результатов расчета упомянутых осадок предлагается использовать среднеквадратичное отклонение параметра от среднего, например, модуля деформации пород, как характеристику

его изменчивости в пределах исследуемой площадки.

Методика оценки надежности расчетных значений осадок отвальных пород, заключается в следующем.

Так как, механические свойства пород являются результатом обычных измерений, для анализа надежности полученных значений справедливо воспользоваться теорией ошибок измерений. Основным расчетным показателем проходимости горнотехнического оборудования, является его осадка, например экскаватора, которая вычисляется по известной формуле метода послойного суммирования.

Продифференцировав формулу в соответствии с правилами теории погрешностей измерений, можно получить выражение для вычисления погрешности осадки фундамента для m слоев породы.

$$\Delta S^2 = \sum_{j=1}^m \beta^2 \left(\frac{h_j}{E_j} \right)^2 \Delta P^2 + \left(\frac{P_j}{E_j} \right) \Delta h^2 + \left(\frac{P_j h_j}{E_j^2} \right)^2 \Delta E^2, \quad (1)$$

где ΔS – погрешность определения конечной осадки; β – корректирующий коэффициент; P_j – среднее дополнительное давление в j -ом слое породы; h_j – толщина j -го слоя породы; E_j – модуль деформации j -ого слоя породы; ΔP – погрешность определения давления; Δh – погрешность определения толщины слоя породы; ΔE – погрешность определения модуля деформации в слое породы; $j = 1, 2, \dots, m$ – порядковый номер слоя породы под экскаватором.

Зная значение погрешности осадки экскаватора, и полагая, что распределение вероятностей погрешностей подчиняется нормальному закону, можно в соответствии с положениями теории вероятности определить вероятность

выхода полученных расчетных осадок за установленный предел.

$$P(S > S_{\text{пред}}) = \Phi(\infty) - \Phi\left(\frac{S_{\text{пред}} - S}{\Delta S}\right), \quad (2)$$

где $P(S > S_{\text{пред}})$ – вероятность превышения расчетной осадки заданного предела; S – конечная осадка экскаватора; $S_{\text{пред}}$ – предельная осадка экскаватора; Φ – функция Лапласа; ΔS – погрешность определения конечной осадки.

Предлагаемый метод вычисления надежности результатов расчета осадок, прост по своей сути, не требует определения большого числа дополнительных параметров. Он позволяет провести анализ влияния того или иного параметра на результаты расчета осадки и внести коррективы в точность их определения.

Например, анализ сведений о физико-механических свойствах пород одного из отвалов Уртуйского разреза показал, что основную погрешность в расчет осадок вносят ошибки определения модуля деформации пород, так как коэффициент вариации его значений достигает, например, для глинистых пород 45 %.

Следует отметить, что при значительных величинах модуля деформации породы расчетные осадки малы и вероятность превышения их предельных значений достаточно низка. Что касается коэффициента вариации модуля деформации, то при его увеличении наблюдается обратная картина.

Предлагаемая методика заключается в следующем:

- на основании опытных данных о величине модуля деформации отвальных пород, устанавливают диапазон ее изменения и находят среднее значение модуля \bar{E} ;

- вычисляют его среднеквадратическое отклонение;

- определяют коэффициент вариации характеристики;
- по формуле (2) вычисляют вероятность выхода расчетных осадков за установленный предел;
- сравнивают полученный результат с требуемым уровнем геотехнического риска.

Следует отметить, что для практического применения могут быть использованы исходные данные, соответствующие коэффициенту вариации модуля деформации отвальных пород не более 30 %.

Нам представляется, что в рассматриваемой ситуации применение методики оценки надежности прогноза деформаций породного массива, позволит избежать грубых ошибок при проектировании отвалов, а также снизить геотехнический риск, связанный с проведением открытых горных работ.

Таким образом, предлагаемая методика еще раз убедительно доказывает, насколько важна достоверность сведений о механических свойствах горных пород, определяемых опытным путем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Бабелло В.А. Оценка влияния неупорядоченной отсыпки отвальных пород на устойчивость отвала «Восточный» угольного разреза «Уртуйский»/ Бабелло В.А., Овешников Ю.М., М.Р. Гильфанов, В.Ю. Галинов

//Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: Издательство московского государственного горного университета, 2003.-№9.-с.198-200. **ГИАБ**

Коротко об авторе

Бабелло В.А. – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геологии гидрогеологии, Читинский государственный университет, babellovictor@mail.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ			
КОРНЯКОВ Михаил	Защита шахтных подъемных установок от динамических нагрузок при	05.05.06	д.т.н.

Викторович	движении сосуда в глубоком стволе		
------------	-----------------------------------	--	--