УДК 622.831

О.В.БОЙКО
ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс»
Санкт-Петербург

ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВМЕЩАЮЩИХ ТОННЕЛЬ ПОРОД ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Представлены полученные зависимости между значениями деформационно-прочностных характеристик вмещающих пород для Северо-Муйского тоннеля, полученных по сейсмическим данным и геологическим параметрам, зафиксированным при проходке тоннеля коэффициентом крепости пород по шкале Протодьяконова для гранитов различного состава.

Obtained dependencies between deformation-strengthening characteristics of bearing strata for North-Muisky tunnel (obtained by seismic data) and geological parameter, fixed under development of the tunnel (coefficient of rock strength by M.M.Protodiakonov for different structures granites) are given.

Система геотехмониторинга Северо-Муйского тоннеля предусматривает контроль запаса прочности обделки тоннеля, рассчитанного как разность между несущей способностью обделки и суммой напряжений от статических (давления вмещающей толщи горных пород с учетом температурных воздействий и гидростатического давления), а также динамических (сейсмические события) воздействий.

Для обеспечения такого контроля был проведен комплекс работ по определению деформационно-прочностных характеристик вмещающих тоннель пород (методами сейсморазведки), оценка прочности материала обделки (ультразвуковыми и другими методами) и измерения статических деформаций материала обделки. Разработаны программы расчета напряжений в обделке тоннеля от статических и динамических воздействий, использующие полученные деформационно-прочностные характеристики.

Несущая способность обделки определяется на стадии проектирования и уточняется после окончания строительства сооружения, в частности ультразвуковыми методами.

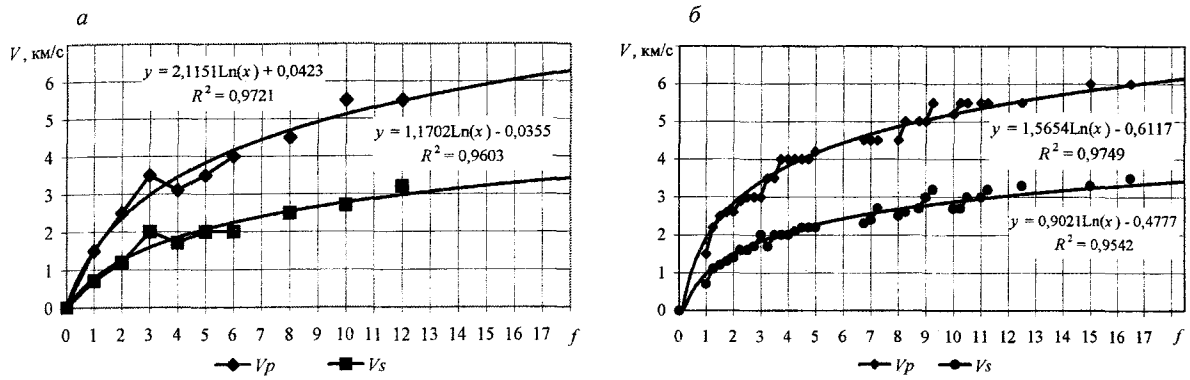
Определения прочности бетона по данным ультразвуковых исследований подробно изучены, существуют экспериментальные зависимости прочности бетона от скорости ультразвуковых продольных волн, и существенных трудностей в этом вопросе не возникает.

Так как сейсморазведочные наблюдения проведены лишь на отдельных характерных участках, а система геотехмониторинга подразумевает контроль тоннеля на всем его протяжении, то возникает необходимость определения значений деформационно-прочностных характеристик вмещающих пород по трассе тоннеля, где сейсмические наблюдения не проводились.

В связи с тем, что по трассе тоннеля имеется достаточно подробная геологическая информация о вмещающих породах, то наиболее простым решением является привязка деформационно-прочностных характеристик пород к какому-либо геологическому параметру.

Из имеющейся геологической информации о вмещающих породах по трассе тоннеля для привязки к ней деформационно-прочностных характеристик был выбран параметр крепости пород по Протодьяконову*.

* *Бондарев В.И.* Сейсмический метод определения физико-механических свойств нескальных грунтов. Екатеринбург, 1997.



Зависимости скоростей продольных волн от коэффициента крепости *f*

Выявлена достаточно тесная связь данных характеристик. Это связано с тем, что породы по трассе тоннеля представлены в основном гранитами, их измененными разностями и породами, производными от гранитов (зоны мелонитизации и т.п.). Используя данные сейсморазведочных наблюдений, на тех участках, где они проводились, были построены зависимости скоростей упругих волн от коэффициента крепости по Протодьяконову. Полученные экспериментальные зависимости хорошо согласуются с корреляционными зависимостями для нескальных грунтов**, являясь их продолжением.

При построении зависимостей коэффициенты прочности по Протодьяконову на исследованных сейсморазведкой участках усреднялись на интервале с достаточно выдержанными скоростями продольных и поперечных (релеевских) волн в зоне относительно сохранных пород (для приближения к условиям при проходке). График зависимости, а также уравнение аппроксимации и значение его достоверности показаны на рисунке *а*.

В целях проверки полученных результатов на график были нанесены значения скоростей в зависимости от коэффициента крепости, полученные аналогичным образом по другим тоннелям: Унра, Унсан, Манхпо – Северная Корея (граниты); Крольский – Хакасия (порфириты, кварциты). Полученные данные (см. рисунок, *б*) практически не изменили форму регрессионной кривой, причем достоверность аппроксимации тоже изменилась незначительно, что служит еще одним косвенным подтверждением правильности выбранной зависимости между скоростями и коэффициентом крепости. На представленных графиках точками показаны данные по Северо-Муйскому тоннелю, квадратами – по тоннелям Северной Кореи, треугольниками – данные по Крольскому тоннелю.

Согласно проведенным исследованиям, полученные экспериментальные кривые можно использовать для получения данных о деформационно-прочностных характеристиках вмещающих тоннель водонасыщенных гранитов и гранитоидов применительно к участкам, где не проводились сейсморазведочные работы для получения этих характеристик.

В случае получения аналогичных материалов (водонасыщенные граниты различного состава и гранитоиды) на Северо-Муйском тоннеле и на других объектах их необходимо использовать для уточнения аппроксимирующих кривых в целях повышения достоверности сделанных выводов.

** Свойства горных пород и методы их определения / Под ред. М.М.Протодьяконова. М.: Недра, 1969.