

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД В ЗОНЕ ГИПЕРГЕНЕЗА ПРИАМУРЬЯ

С.В. Квашук

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

Природно-климатические и сложные инженерно-геологические условия Приамурья существенно влияют на изменение свойств горных пород в зоне гипергенеза. Изучены характеристики горных пород на восемнадцати участках с целью выявления закономерностей развития и распространения зоны гипергенеза и степени ее влияния на устойчивость инженерных сооружений.

Ключевые слова: зона гипергенеза, инженерно-геологические свойства горных пород, устойчивость инженерных сооружений, Приамурье.

Инженерно-геологические характеристики измененных горных пород в различных геологических и климатических районах значительно индивидуализированы, что связано с особенностями строения зон гипергенеза, мощностью и составом каждой из зон, характером и степенью минеральных преобразований. Схема расчленения измененных в зоне гипергенеза горных пород была предложена Г.С. Золотаревым [5], Н.В. Коломенским [7], И.И. Гинзбургом [1]. Для Приамурья этот вопрос исследовался В.Г. Гурович, А.Э. Даммером [9], Н.П. Романовским [9, 10].

Изучение инженерно-геологических свойств выветрелых пород и их зональности необходимо для решения широкого круга практических проблем, возникающих при освоении территорий:

- определение устойчивости природных склонов и откосов выемок, полувыемок, подземных сооружений неглубокого заложения, припортальных частей тоннелей и других сооружений;
- прогноз скорости выветривания;
- зонирование выветрелых участков с целью определения и прогнозирования физико-механических свойств пород при проектировании, строительстве и эксплуатации наземных и подземных сооружений.

Автором исследованы восемнадцать участков кор выветривания в пределах Приамурья, проведены полевые описания обнажений, анализ результатов бурения и применения геофизических методов, что позволяет изучить закономерности изменения физи-

ко-механических свойств горных пород, в различной степени затронутых процессами выветривания. Для примера представим описание трех характерных для Приамурья участков. В них производим разделение на подзоны по Г.С. Золотареву [5].

На первом участке дациандезиты (K_2) в окрестностях Биробиджана имеют кору выветривания, состоящую из следующих зон:

I – дисперсная зона, наиболее дезинтегрирована, представлена бурыми, желтовато-серыми дациандезитами в виде дресвы, щебня. Для обломков характерна интенсивная микротрещиноватость. Мощность от 0,2 до 7,5 м.

II – обломочная зона, сложенная слабыветрелыми породами, с сетью трещин и микротрещин, мощностью от 0,3 до 21,0 м;

III – трещинная зона, представлена глыбами; видимая мощность 5–6 м;

В коре выветривания дациандезитов отмечаются понижение плотности, скорости упругих волн, предела прочности на сжатие и увеличение пористости пород.

Изучались гипергенно измененные породы урильской свиты, амурской серии (P_1 ur) Тарманчуканского участка, слагающие невысокую сопку (абс. отм. 360 м). Породы интенсивно и сложно дислоцированы. Свита сложена однообразными по внешнему виду кристаллическими сланцами. Структура пород порфиروبластовая и лепидогранобластовая, они состоят из кварца, альбита, биотита, хлорита, мусковита, граната, минералов эпидотовой группы.

В толще кристаллических сланцев встречаются кварц-серицит-альбитовые, двуслюдяные, гранат-слюдистые и хлорит-гранат-слюдистые разновидности, а также незначительные прослои гнейсов. Чередование всех разновидностей пород незакономерное, без видимых границ. Общее падение слоев на юго-восток, под углом 10–30°. Почти повсеместно кристаллические сланцы содержат послойные, реже секущие жилы и линзы молочно-белого безрудного кварца, мощностью до 0,5 м. Изучение коры выветривания массива проводилось геофизическим методом преломленных волн (МПВ) с описанием искусственных обнажений. Профиль обрабатывался через перевал на отметках от 280 до 360 м над уровнем моря.

На сейсмическом разрезе (рис. 1) видно, что мощность выветрелых, сильно дезинтегрированных пород изменяется от 12 до 32 м (при среднем значении около 20 м), эффективная скорость до подошвы слоя – 0,9–1,2 км/с (при среднем значении 1,1 км/с). Максимальные значения мощности наблюдаются на восточном участке в районе ложбины.

Величины отношения скоростей продольных и поперечных волн ($K = V_p / V_s$) приведены в таблице 1. Кроме того, в таблице приведены значения динамического коэффициента Пуассона, вычисленные по скоростям распространения продольных и поперечных волн.

Мощность дисперсной зоны составляет 3–5 м, на участках интенсивной трещиноватости пород она значительно возрастает. Зона представлена твердой плотной глиной со щебнем (характерна для западного участка, где выветриваются двуслюдяные сланцы). На центральном и восточном участках, сложенных более прочными кристаллическими сланцами, на поверхность выходит обломочная зона, представленная щебнем и дресвой.

В обломочной зоне прочность пород невысокая. Здесь они раздроблены до щебня и дресвы с коэффициентом крепости $f = 1–3$ или дезинтегрированы до щебня, дресвы, супеси и глины с $f = 1–1,5$.

В трещинной зоне находятся самые прочные породы изученного массива – гнейсы. Коэффициент крепости (по Протодяконову) $f = 10$. Гнейсы слабо-выветрелые, трещиноватые и слаботрещиноватые. Кристаллические сланцы также прочные ($f = 8$), слабо-выветрелые, трещиноватые и сильновыветрелые. Двуслюдяные и хлорит-гранат-слюдяные разновидности, в основном слагающие западную часть участка, менее прочные – $f = 4$. Они выветрелые и сильно-выветрелые, сильнотрещиноватые.

Основной системой трещин в коре выветривания являются трещины по плоскостям сланцеватос-

Таблица 1. Результаты сейсмического зондирования Тарманчуканского участка.

Расстояние по сейсмическому профилю (м)	Скорость продольных волн, V_p , км/с	Скорость поперечных волн, V_s , км/с	K (V_p / V_s)	Коэффициент Пуассона
100	2,5	1,3	1,92	0,31
530	3,3	1,7	1,94	0,32
880	3,35	1,75	1,91	0,31
1080	3,5	1,8	1,95	0,32
1210	2,5	1,3	1,92	0,31
1360	4,3	2,4	1,79	0,27
1480	5,5	3,0	1,83	0,29

ти, азимут падения их изменяется от 30 до 112° на западном участке, и от 135 до 160° на восточном участке. Угол падения их колеблется от 9 до 60°. Трещины волосяные, иногда залеченные кварцем, часто открытые от долей миллиметра до сантиметров. Шаг трещин в двуслюдяных, гранат-слюдистых и хлорит-слюдистых сланцах от 0,5–5 до 20 см, в кварц-серицит-альбитовых сланцах – от 1–10 см до 2–3 м.

Трещины различных систем разбивают толщу метаморфических пород на блоки, обычно плитчатой формы, размером от нескольких метров до сантиметров. Все это определяет возможность вывалов, отслоений как одиночных глыб, так и значительных масс породы в процессе проходки выемок или подземных горных выработок.

Анализ графика граничной скорости показал следующее: интервал профиля 0–800 м резко дифференцированный, в интервале 810–1250 м при среднем значении 3,4 км/с имеет место разброс скоростей от 3 до 4 км/с, и далее до конца профиля значения скорости повышены. Это находит свое объяснение в том, что на западном участке профиль проходит вкострости простирающейся слоистой толщи, представляющей собой пачку чередующихся высокоскоростных и низкоскоростных слоев, а восточнее – по простираению.

Высокоскоростные слои пород (вероятно это гнейсы) имеют, судя по величине коэффициента Пуассона, более высокие физико-механические свойства.

Учитывая морфологию рельефа и кровли коренных пород, аномально низкоскоростные участки с $V_p = 2,5–3,0$ км/с, прослеженные на расстоянии 100 и 1210–1250 м от начала геофизического профиля, можно связать с зонами повышенной трещиноватости.

По данным исследований можно предположить, что в западной части участка наблюдается зона раз-

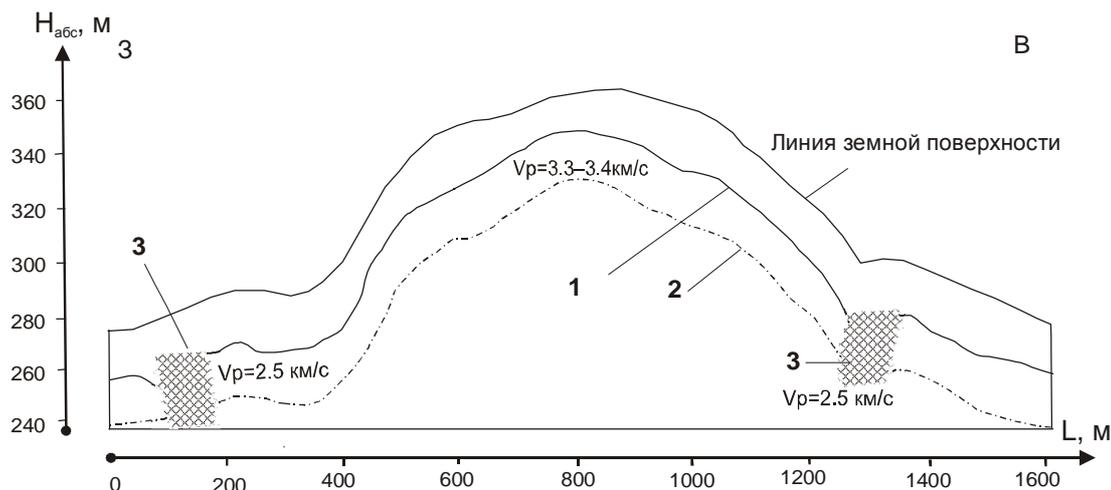


Рис. 1. Сейсмический разрез МПВ тарманчуканского массива кристаллических сланцев (PR₁ уг), Малый Хинган. (Полевые работы В.А. Боромотова, П.Ю. Горнова, Д.Ю. Малеева).

1 – нижняя граница сильновыветрелых, дезинтегрированных пород, 2 – граница изученности по сейсмическим данным, 3 – зоны разломов. H_{абс}, м – абсолютные отметки профиля, L, м – расстояние по сейсмическому профилю.

лома, в центральной части профиль идет в более прочных породах и вблизи восточной части вновь пересекает тектоническую зону (рис. 1).

На третьем участке изучалась кора выветривания позднепалеозойских биотит-роговообманковых гранодиоритов (Pz₃) Тырмо-Буреинского комплекса, в перевальной части хребта Малый Хинган (абс. отм. 640 м), в районе разъезда Перевальный, в восточной части Буреинского массива геофизическим методом преломленных волн и при описании искусственных обнажений [6].

По скоростям распространения сейсмических волн выделяется три зоны коры выветривания (рис. 2). Дисперсная зона характеризуется средними скоростями продольных волн в слое до первой преломляющей границы $V_p = 0,63$ км/с. По своему строению она очень неоднородна. Для верхней части характерна высокая степень физической дезинтеграции и химического преобразования исходных пород (гранитов) до состояния глин и суглинков с включением мелкой фракции щебня и дресвы. Вглубь наблюдается постепенный переход к крупнообломочной фракции. Наибольшей мощности 10–12 м зона достигает в склоновой части профиля.

Обломочная зона, мощностью 7–8 м, соответствует переходу от крупнообломочного состояния пород к трещиноватому, с преобладанием последнего. Здесь, в отличие от первой зоны, ведущую роль в дезинтеграции пород играет тектоническая трещиноватость. Изменение скоростей преломленных волн вдоль разведочного профиля связаны с неравномер-

ной тектонической трещиноватостью и обводнением пород. Максимальные значения граничной скорости $V_p = 3,0$ км/с наблюдаются в склоновой части профиля, что, видимо, связано с инфильтрацией атмосферных осадков, общим направлением подземного стока и, как следствие, большей обводненностью данного участка.

Трещинная зона коры выветривания начинается на глубинах 10–20 м от поверхности, где породы разбиты на крупные блоки тектоническими трещинами. Она характеризуется слабым проникновением поверхностных агентов выветривания и образованием выветрелых пород малой мощности вдоль основных трещин. Зона уверенно прослеживается до глубин 35–40 м.

Для ряда кор выветривания нами исследованы физико-механические свойства горных пород, образцы которых были отобраны из разных зон (табл. 2) [2, 3, 4].

Обобщая накопленный нами фактический материал, который схематично отражен в таблице 3, можем сделать следующие выводы.

Исследованные объекты широко рассредоточены. В широтном направлении это составляет 9°30', в меридиональном – 10°. На этих пространствах климатические условия изменяются от резкоконтинентальных до морских. Однако во всем исследуемом регионе климат суров, характеризуется значительными суточными и годовыми колебаниями температур, наличием сезонов ливневых дождей, высокой влажностью атмосферы. В северной части региона распо-

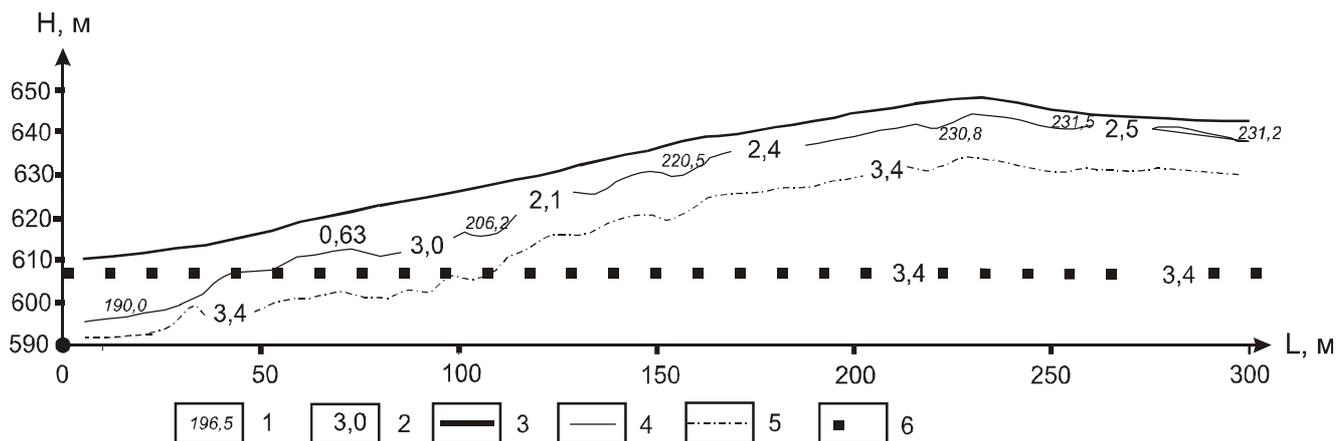


Рис. 2. Сводный сейсмический разрез МПВ биотит-роговообманковых гранодиоритов (Pz_3), участок Перевальный. (Полевые работы Д.Ю. Малеева, С.В. Квашука, А.Н. Пересторонина).

1 – отметки высот; 2 – скорости продольных волн, км/с; 3 – рельеф; 4,5 – сейсмические границы: 4 – установленные, 5 – предполагаемые; 6 – поверхность зондирования по основанию выемки.

ложены территории распространения многолетне-мерзлых пород сплошного, прерывистого, островного, и редкоостровного типов. Автором преимущественно исследовались горные массивы, морфологически выраженные в рельефе, в то время как многолетнемерзлые породы располагаются в пониженных местах рельефа.

Большая часть изученных кор выветривания молодые. В большинстве случаев они развиты в пределах неоген-палеогеновых эффузивных покровов. Интрузивные породы исследованных нами кор выветривания имеют более древний возраст – палеозойский, мезозойско-кайнозойский, и лишь кристаллические сланцы урильской свиты на Тарманчуканском участке – раннепротерозойского возраста. Несмотря на разный возраст кор, для них вырисовываются сходные устойчивые закономерности.

Мощность зоны I – дисперсной, полного химического преобразования исходных горных пород – весьма незначительна. На дациандезитах нижеамурской вулканической серии ($Mz-Kz$), базальтах Удурчуканского и Хурбинского покровов (N_2), кислых лавах Лагар-Аульского, Облученского участков (K_2) она близка к нулю. В остальных случаях мощность ее колеблется в интервале 0,1–1,2 м, достигая максимальной величины 12,0 на андезитовых порфиритах у с. Красного и гранодиоритах участка Перевального в основаниях сопков.

Мощность зоны II – обломочной, с преобладанием физической дезинтеграции – значительно больше, лежит в интервале 0,3–1,0 ... 4,0–8,0 м, иногда увеличиваясь до 21,0–33,0 м.

Мощность зоны III, трещинной, составляет не менее 3,8 м, при среднем интервале 7,0–20,0 м, достигая максимальных величин 45,0 м в дациандезитах у р. Камора в нижеамурской вулканической серии ($Mz-Kz$).

Прослеживается закономерность увеличения мощности коры выветривания в районах повышенных гипсометрических отметок. На отметках более 200 м мощность коры составляет не менее 35,0 м.

Большинство исследованных кор выветривания лежат в зоне неотектонических и современных вертикальных движений земной коры, находятся в зоне влияния или непосредственно пересекаются зонами дробления и катаклаза. Здесь процессы выветривания накладываются на тектонически раздробленные и трещиноватые горные породы.

В пределах коры выветривания горных пород при переходе из одной ее зоны в другую прослеживаются следующие закономерности изменения физико-механических свойств (табл. 2).

Плотность горных пород (ρ) изменяется при переходе из неизменной зоны в трещинную на 0,68–6,36 % при среднем значении уменьшения 2,3 %. При переходе в обломочную зону плотность изменяется на величину 3,25–13,25 %, при среднем значении 6,7 %. При переходе в дисперсную зону уменьшение плотности составляет 3,85–26,5 %.

Пористость скальных пород (n) при переходе из неизменной зоны в трещинную увеличивается весьма значительно, в 2–4 раза, кроме двух случаев (25–30 %), из трещинной в обломочную – на величину от 50% до 86 %.

Таблица 2. Физико-механические свойства эффузивных пород в коре выветривания (данные А.Э. Даммера и С.В. Квашука).

Типы пород	Индексы показателей свойств, единицы измерения	Зоны коры выветривания			
		Неизменные породы	III	II	I
Кварцевые порфиры (г. Облучье)	ρ г/см ³	2,60	2,54	2,46	-
	n %	2,64	6,02	7,2	-
	$R^C_{сж}$ МПа	142	105	56	-
	$R^{ВЛ}_{сж}$ МПа	130	91	53	-
	K_{ϕ}	0,91	0,86	0,94	-
V_p км/с	5,06	3,88	2,25	-	
Кварцевые порфиры (г. Биробиджан)	ρ г/см ³	2,64	2,58	2,50	-
	n %	1,80	3,63	5,3	-
	$R^C_{сж}$ МПа	129	112	100	-
	$R^{ВЛ}_{сж}$ МПа	114	109	85	-
	K_{ϕ}	0,88	0,87	0,85	-
V_p км/с	4,7	4,3	3,92	-	
Дациандезиты (г. Биробиджан)	ρ г/см ³	2,68	2,66	2,57	-
	n %	3,35	4,40	4,83	-
	$R^C_{сж}$ МПа	140	99	88	-
	$R^{ВЛ}_{сж}$ МПа	136	90	83	-
	K_{ϕ}	0,97	0,90	0,93	-
V_p км/с	4,65	4,22	3,81	-	
Андезиты (159 км автотрассы Хабаровск – Владивосток)	ρ г/см ³	2,65	2,57	2,35	-
	n %	1,0	-	-	-
	$R^C_{сж}$ МПа	193	101	89	-
	$R^{ВЛ}_{сж}$ МПа	176	88	80	-
	K_{ϕ}	0,91	0,87	0,90	-
V_p км/с	4,98	4,12	3,55	-	
Андезибазальты (г. Николаевск - на-Амуре)	ρ г/см ³	2,83	2,65	2,34	1,72
	n %	1,10	5,6	13,3	18,2
	$R^C_{сж}$ МПа	129	80	43	24
	$R^{ВЛ}_{сж}$ МПа	122	72	39	15
	K_{ϕ}	0,94	0,90	0,80	0,62
V_p км/с	5,10	2,82	2,25	1,98	
Базальты оливиновые (г. Николаевск - на-Амуре)	ρ г/см ³	2,81	2,76	2,54	2,25
	n %	-	-	-	-
	$R^C_{сж}$ МПа	236	216	126	26
	$R^{ВЛ}_{сж}$ МПа	224	201	118	17
	K_{ϕ}	0,93	0,93	0,93	0,65
V_p км/с	5,46	5,08	4,56	2,29	
Базальты авгитовые (г. Советская Гавань)	ρ г/см ³	2,84	2,81	2,58	-
	n %	3,15	3,96	5,75	-
	$R^C_{сж}$ МПа	190	133	87	-
	$R^{ВЛ}_{сж}$ МПа	183	127	81	-
	K_{ϕ}	0,97	0,95	0,93	-
V_p км/с	5,15	4,62	2,80	-	
Базальты оливиновые (г. Хинганск)	ρ г/см ³	2,72	2,69	2,51	-
	n %	-	-	-	-
	$R^C_{сж}$ МПа	211	144	91	-
	$R^{ВЛ}_{сж}$ МПа	206	140	80	-
	K_{ϕ}	0,97	0,97	0,88	-
V_p км/с	5,45	5,13	4,09	-	
Базальты оливиновые (ст. Хурба)	ρ г/см ³	2,78	2,75	-	-
	n %	2,1	5,7	-	-
	$R^C_{сж}$ МПа	198	136	-	-
	$R^{ВЛ}_{сж}$ МПа	189	131	-	-
	K_{ϕ}	0,95	0,95	-	-
V_p км/с	5,55	3,95	-	-	
Долериты (с. Новокаменка)	ρ г/см ³	2,92	2,90	-	-
	n %	0,13	0,85	-	-
	$R^C_{сж}$ МПа	2,21	155	-	-
	$R^{ВЛ}_{сж}$ МПа	217	150	-	-
	K_{ϕ}	0,98	0,96	-	-
V_p км/с	5,48	3,53	-	-	
Андезибазальты (п-ов Меньшикова)	ρ г/см ³	2,94	2,78	2,60	2,50
	n %	3,1	6,5	8,5	12,7
	$R^C_{сж}$ МПа	129	75	48	46
	$R^{ВЛ}_{сж}$ МПа	126	73	31	40
	K_{ϕ}	0,97	0,97	0,76	0,87
V_p км/с	4,40	3,65	2,81	2,71	
Кварцевые порфиры (г. Облучье)	ρ г/см ³	2,60	2,54	2,46	-
	n %	2,24	6,02	7,20	-
	$R^C_{сж}$ МПа	142	105	56	-
	$R^{ВЛ}_{сж}$ МПа	130	91	53	-
	K_{ϕ}	0,91	0,86	0,94	-
V_p км/с	5,06	3,88	2,25	-	

Прочность на сжатие в сухом ($R^C_{сж}$) и водонасыщенном ($R^{ВЛ}_{сж}$) состоянии изменяется одинаково (с разницей 3–5 %) при переходе через все зоны: от неизменных пород в зону трещинную – на 26–40 %, при переходе из трещинной в обломочную – в интервале 8–12 % – 84–86 %, при переходе в дисперсную зону – 36–49 %.

Коэффициент фильтрации (K_{ϕ}) при переходе из монолитной в трещинную зону увеличивается на 1,14 – 7,22 %, а при переходе в обломочную зону в ряде случаев увеличивается на 0,8–12,5 %, а в ряде случаев уменьшается на величину такого же порядка – 3,3–8,5 %.

Скорость продольных волн, определенная на образцах, отобранных из разных зон при переходе из монолитной в трещинную уменьшается на 5,87–44,71 %. При переходе из трещинной в обломочную уменьшается на большую величину – 9,69–72,44 %, при переходе в дисперсную зону происходит уменьшение скорости на 3,56–49 %.

Полученные материалы дают представления о тенденциях изменения кор выветривания в Приамурье и об изменении физико-механических свойств при переходе из одной зоны в другую. Для выявления функциональных закономерностей следует про-

Таблица 3. (Окончание).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11.	Среднеамурская впадина, N ₂ – Q ₁ с. Новохаменка	Долериты	> 8,0	12,5	1,5	0	Полевое описание	Резкоконтинентальный, холодный	77	Погружение -3,2 мм/год	Некк в долине р. Амур
12.	Амурская серия, уральская свита, P ₁ , ит, участок у ст. Тарманчукан	Кристаллические сланцы, гнейсы	-	> 20	0,4–3,0 до 10–25	3,0–5,0	Геофизический	Резкоконтинентальный, холодный	360	Поднятие +3,2 мм/год	Пологая сопка
13.	Хинганно-Олонойская вулканическая зона, солонечная свита, K ₂ sl, участок у ст. Лагар-Аул	Риолиты	-	> 20	0,4–3,0 до 10–25	0,5	Геофизический	Резкоконтинентальный, холодный	410	Поднятие +3,2 мм/год	Полговысокое среднегорье
14.	Тырмо-Буреинский Комплекс, P ₂ з, участок у разьезда Перевальный	Гранодиориты	-	20,0–25,0	7,0–8,0	до 12,0	Геофизический	Резкоконтинентальный, холодный	640	Стабильный участок	Перевальная часть хр. Малый Хинган
15.	Хинганно-Олонойская вулканическая зона, обманьинская свита, K ₂ об, участок у г. Облучье	Кварцевые порфиры	-	10,0–20,0	12–20	0	Геофизический	Резкоконтинентальный, холодный	300	Поднятие +3,2 мм/год	Привершинная часть крутого отрога
16.	Четдомынский выступ Буреинского массива, P ₂ 1, участок у ст. Дуссе-Алинь	Гранодиориты	> 10,0	8,0–10,0	7,0–10,0	0,5–3,0	Геофизический	Резкоконтинентальный, холодный	900	-	Перевальная часть Буреинского хребта
17.	Тумнинская СФЗ, ларгасинская свита K ₁₋₂ ит, участок на Кузнецовском перевале	Андезиты	-	8,0–10,0	8,0–10,0	0,5–1	Геофизический	Муссонный, резкоконтинентальный, холодный	700	Поднятие +4,0 мм/год	Перевальная часть Центрально-Сахоте-Алиньского хребта
18	Западно-Приморская СФЗ, барабашская свита, P ₂ br1 м. Красный утес, у с. Рязановка	Кварцевые порфиры	-	2,5	2,5	0,5	Геофизический	Морской	50	Поднятие +2,3 мм/год	Утес

должить работы, значительно увеличить количество изученных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург И.И. Типы кор выветривания, формы их проявления и классификация // Кора выветривания. Вып. 5 и 6. М., 1963.
2. Даммер А.Э., Квашук С.В. Инженерно-геологическая характеристика скальных массивов эффузивных пород Восточного Приамурья и Северного Сихотэ-Алиня / ИВЭП ДВО АН СССР. ХабИИЖТ. Хабар. фил. Геогр. о-ва СССР. Хабаровск, 1990. 128 с.
4. Даммер А.Э., Квашук С.В. Инженерно-геологические условия юга Хабаровского края. Хабаровск: ДВГУПС, 2001. 122 с.
3. Даммер А.Э., Квашук С.В. Инженерно-геологический атлас массивов магматических горных пород Северного Сихотэ-Алиня и Восточного Приамурья. Хабаровск: ДВГАПС, 1996. 114 с.
5. Золотарев Г.С. Инженерная геодинамика. М.: Изд-во МГУ, 1983. 328 с., ил.
6. "Исследование обвальных участков на ДВЖД, их классификация и разработка проектов по защите пути": (отчет по НИР) / Квашук С.В. Малеев Д.Ю., Пересторонин А.Н. № ГР 02.200.2 06046. Хабаровск: ДВГУПС, 2002. 120 с.
7. Коломенский Н.В. Методические указания по изучению процессов выветривания горных пород для инженерно-геологических целей. М.: Госгеоллиздат, 1952.
8. Малеев Д.Ю., Даммер А.Э., Квашук С.В. Тоннели малого Хингана. Инженерно-геологические и инженерно-сейсмологические условия. Хабаровск: ДВГУПС, 2001. 84 с.
9. Романовский Н.П., Гурович В.Г., Даммер А.Э., Каретников А.С., Копылов М.И., Носырев М.Ю., Сокарев А.Н. Плотностные характеристики выветрелых горных пород Дальнего Востока // Тихоокеан. геология. 1990. № 1. С. 56–62.
10. Романовский Н.П. Зона гипергенеза: строение и петрофизические оценки // Тихоокеан. геология. № 3. 1993. С. 52–64.

Поступила в редакцию 10 июня 2003 г.

Рекомендована к печати Н.П. Романовским

S. V. Kvashuk

Engineering and geological, and petrophysical features of rocks in the hypergenesis zone of Priamurye

The natural and climatic, and complex engineering and geological conditions of Priamurye influence substantially variations in the features of rocks in the hypergenesis zone. Characteristics of rocks at 18 sites have been studied aimed at revealing regularities in the development and distribution of the hypergenesis zone and the degree of its influence on the stability of engineering structures.