

УДК 553.535.08

Р.В. АКОНЯН, О.П. ГУЮМДЖЯН

О ВЯЗКОСТИ БАЗАЛЬТОВ

Впервые изучены вязкостные свойства базальтовых расплавов как технологическая характеристика и как показатель, характеризующий связь и преемственность между "ближним" и "дальним" порядками в расплаве. Показано, что вязкость находится в прямой зависимости от степени сложности элементов "ближнего" порядка в строении расплава. Приведенные характеристики вязкостей расплавов могут быть применены при получении изделий каменного литья, а также сигналов, базальтового стекловолокна и других искусственных материалов.

Все возрастающая потребность в искусственных материалах на основе горных пород и их отходов вынуждает необходимость всестороннего и комплексного их исследования. В настоящей работе приводятся результаты исследования вязкости расплавов халаджского, ашюкского, степанаванского базальтов и базальта г. Камо. Вязкость является важнейшей характеристикой, обуславливающей ход технологических процессов и определяющей кристаллизационные возможности расплавов.

Для определения технологических свойств расплава вязкость измерялась в температурном интервале 1125-1500°C через каждые 25°C (табл. 1). Чтобы полнее раскрыть связь и преемственность между "ближним" и "дальним" порядками в расплаве, результаты измерения вязкости рассматривались в связи с температурой ликвидуса: при температуре на 100°C выше температуры ликвидуса и ниже температуры ликвидуса на 50°C (табл. 2). Результаты определения вязкости свидетельствуют о том, что при температуре 1400°C, которая на 175-220°C выше температуры ликвидуса, в строении расплавов наблюдается значительная полимеризация, и можно предположить упорядочение, о чем свидетельствуют значения вязкостей расплавов более 50 П. Расплавы имеют довольно близкие температуры ликвидусов, однако отличаются друг от друга по значениям вязкостей, что обусловлено различной степенью полимеризации в их строении при температуре ликвидуса. При температурах на 100°C выше и на 50°C ниже температуры ликвидусов расплавы характеризуются высокими значениями вязкостей.

Расплав халаджского базальта во всем температурном интервале определения вязкостей отличается меньшими значениями вязкости, чем остальные исследуемые расплавы. В интервале 1400°C-1250°C вязкость расплава возрастает, сохраняя прямую зависимость от температуры.

При дальнейшем понижении температуры до температуры ликвидуса зависимость вязкостей от температуры приобретает более сложный характер. Ниже температуры ликвидуса, когда по всей массе расплава идет интенсивная кристаллизация, наблюдается быстрое нарастание вязкости, а от 1125°C кривая зависимости вязкости от температуры переходит в вертикальную линию.

Вязкость расплавов в зависимости от температуры, пуазы

Температура °С	Б а з а л ь т ы			
	халаджский	г. Камо	степанаванский	ашоцкий
1500	-	30	38	42
1475	-	41	64	74
1450	36	50	78	90
1425	43	58	98	130
1400	50	90	130	160
1375	62	132	180	198
1350	73	170	195	255
1325	90	230	280	330
1300	145	290	320	440
1275	185	370	450	600
1250	225	452	600	800
1225	280	690	810	1200
1200	440	900	900	1600
1175	850	1500	1700	2800
1150	1600	1900	2500	свыше 3000
1125	2600	-	-	-

Таблица 2

Вязкость расплавов относительно температур ликвидуса

База л ь т ы	температура ликвидуса, °С	в я з к о с т ь , П		
		при температуре на 100°С выше ликвидуса	при температуре ликвидуса	при температуре на 50°С ниже ликвидуса
халаджский	1180	180	700	1900
г. Камо	1210	230	780	2100
степанаванский	1200	320	900	2500
ашоцкий	1225	330	1200	2800

Особенно наглядно связь между вязкостью и возможным фазовым составом выступает при сопоставлении значений вязкостей с петрохимическими данными, рассчитанными по методу НИГЛН с коррективами Рашина Г.А. и Четверикова С.Д. [1], характеризующими распределение ведущих силикатообразующих катионов между ожидаемыми для базальтовых расплавов кремне- и алюмосиликатными анионными группировками (табл. 3). Петрохимические характеристики халаджского базальта показывают, что расплав характеризуется небольшой величиной полевошпатового коэффициента "L" и высоким значением коэффициента "M". Значения вязкостей при температуре ликвидуса и температуре, которая на 100°С выше и на 50°С ниже нее, свидетельствуют о заметном развитии в строении расплава халаджского базальта процессов полимеризации и упорядочения, затрудняющих осуществление равновесного минералообразования. Об ощутимых преобразованиях в "ближнем" порядке и относительно высокой кристаллизационной способности расплава халаджского базальта свидетельствуют значения энергии активации вязкого течения, рассчитанные по результатам вязкостей для интервалов от температуры ликвидуса до температуры, которая на 100°С выше / E_1^1 /, и для интервала от температуры ликвидуса до температуры, что на 50°С ниже / E_2^1 / (табл. 4).

Зависимость вязкости от петрохимических характеристик расплавов

Базальты	Петрохимические коэффициенты по НИГТЛН			Относительное распределение кремния между кремне- и алюмокремнекислородными группировками			Нормальный состав плагиоклаза			Вязкость, П		
	L	M	Q	SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ SiO ₅ +AlSi ₂ O ₇	NaAlSi ₃ O ₈	CaAl ₂ Si ₂ O ₇	а:с	при тем. на 100°C выше	при тем. ликвидуса	при тем. на 50°C ниже
халаджский	33,4	40,7	25,9	28,1	19,1	52,8	40,0	60,0	0,66	200	700	1900
г. Камо	39,2	27,9	32,9	5,8	32,4	61,8	43,0	57,0	0,75	210	780	2100
стефанаванский	38,9	28,9	32,2	8,2	30,0	61,8	54,0	46,0	1,18	290	900	2500
ашоцкий	40,9	26,8	32,3	9,8	24,3	65,9	66,4	33,6	1,98	330	1200	2800

Таблица 4

Энергия активации вязкого течения расплавов, ккал/мол

Базальты	Энергия активации вязкого течения расплавов для интервалов		
	от температуры ликвидуса до температуры на 100°C выше E_2^1	от температуры ликвидуса до температуры на 50°C ниже E_2^1	$E_2^2 - E_2^1$
халаджский	5,13	8,00	2,87
г. Камо	6,91	9,30	2,39
стефанаванский	9,25	11,04	1,98
ашоцкий	10,76	11,92	1,16

Наибольшее значение разности $E_2^2 - E_2^1$ имеет расплав халаджского базальта, что свидетельствует о большем преобразовании в "ближнем" порядке и более "коротком" характере расплава, обусловленном прежде всего преобладанием в нем оливиновых и пироксеновых анионных группировок.

Расплав базальта г. Камо уже при 1400°C обладает значительной вязкостью равной 90 П. В интервале 1400-1350°C нарастание вязкости на каждые 25°C составляет 40 П, от 1350 до 1300°C - 60 П, от 1300 до температуры 1250°C - 80 П. Начиная с температуры 1250°C до температуры ликвидуса происходит значительное повышение вязкости, свидетельствующее о существенных преобразованиях в "ближнем" порядке расплава. Ниже температуры ликвидуса интенсивная кристаллизация плагиоклаза и пироксена приводит к резкому увеличению вязкости гетерофазной среды. Начиная с температуры 1160°C, кривая температурной зависимости вязкости переходит в прямую линию. Значения разности энергии активации вязкого течения для расплава базальта г. Камо ниже по сравнению с таковой для расплава халаджского базальта, что связано с резким уменьшением содержания группировок SiO₂ и увеличением доли полевошатовых анионных группировок Al₂Si₂O₇+AlSi₂O₇.

Значения вязкостей расплавов стефанаванского и ашоцкого базальтов во всем температурном интервале выше, чем в двух других расплавах. Уже при 1400°C значения вязкостей составляют соответственно 130 и 160 пуаз, что в 2 и 2,5 раза боль-

ше вязкости расплава халаджского базальта и почти в 1,4 и 1,7 раза выше величины вязкости расплава базальта г. Камо. Результаты вязкостей расплавов базальтов гг. Степанавана и Ашоцка, рассчитанные относительно температур ликвидусов, так же сильно отличаются от вязкостей расплавов базальта г. Камо и особенно от халаджского базальта. Сопоставление значений вязкостей с петрохимическими данными выявило, что увеличение вязкости связано с усложнением нормативных анионных группировок. Особенно четко повышение вязкости связано с возрастанием нормативной доли полевошпатовых комплексов. Величина коэффициента "L" для степанаванского, ашоцкого базальтов и базальта г. Камо значительно выше этого параметра расплава халаджского базальта. В усложнении, а главное в устойчивости сложных структурных единиц в расплаве главная роль в данном случае отводится катиону натрия, который, благодаря своей способности "натягивать" на себя более сложные анионные группировки "второй главы кристаллохимии силикатов", способствует образованию в расплаве структурных заготовок полевых шпатов [2]. С другой стороны, расплавы базальтов гг. Камо, Степанавана и Ашоцка имеют очень близкие петрохимические характеристики "L", "M" и "Q", однако отличаются вязкостными свойствами. Различие в вязкостях этих расплавов объясняется различным соотношением альбитовой и анортитовой составляющих полевого шпата, что выражено отношением а/с. Согласно данным таблицы 3 вязкость расплава повышается с увеличением количества альбитового минерала. Значения отношения а/с для халаджского базальта и базальта Камо ниже единицы и довольно близки, что составляет соответственно 0,66 и 0,75. Для степанаванского базальта эта величина почти вдвое больше, чем а/с для халаджского базальта. В расплаве ашоцкого базальта количество атомов щелочных металлов резко превышает количество атомов кальция, принимающих участие в построении плагиоклазов; отношение а/с равно 1,98, что почти в три раза больше этого же отношения для халаджского базальта и в 2,6 раза больше а/с для базальта г. Камо. Значения энергии активации вязкого течения $E_1^1 - E_2^1$ и небольшая их разность $E_2^2 - E_1^2$ (табл. 4), расплавов степанаванского и ашоцкого базальтов свидетельствуют о сравнительно небольших преобразованиях в "ближнем" порядке расплавов при переходе через температуру ликвидуса, что обусловлено, по-видимому, тем, что степень полимеризации в строении расплавов нарастает быстрее, чем их упорядочение. Вследствие этого расплавы обладают большой склонностью к переохлаждению и низкой кристаллизационной способностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рашии Г.А., Четвериков Д.С. Гетероморфизм и неравновесные состояния минералообразования при кристаллизации базальтовых расплавов. - Изв. АН СССР, сер.геол., 1963, №9.
2. Соболев В.С. Введение в минералогию силикатов. Изд-во Львовского гос. ун-верситета, 1949.

ԲԱԶԱՆՏՆԵՐԻ ՄԱՆՈՒՑԻԿՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ .

Ա մ փ ո փ ո ճ

Առաջին անգամ ուսումնասիրված է Խալաթի, Կաժոյի, Ստեփանավանի և Աշոցքի բազալտների մածուցիկությունը՝ նախ որպես տեխնոլոգիական հատկանիշ, ապա հալոցքի ու նրա բյուրեղացման ունակության կապը հալտնաբերելու նպատակով:

Հալտնաբերված է, որ հալոցքի մածուցիկությունը կախված է նրա «մոտակա» կարգի կառուցվածքի էլեմենտների բարդությունից:

Ստեփանավանի և Աշոցքի բազալտների բարձր մածուցիկությունը արդյունք է նրանց կազմում մեծ քանակությամբ դաշտային շպատների բարդ անխոնային խճբավորումների և հատկապես կախված է ալբիտի և անորտիտի մոլեկուլների հարաբերությունից:

Ձեռք բերված տվյալները կարող են օգտագործվել քարեծովածքների, սիտալներ բազալտային նրբաբեյեր և այլ արհեստական նյութեր ստանալիս: