

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА КИЕМБАЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В последние годы исследователи начали обращать пристальное внимание на еще одно природное свойство хризотил-асбестовых руд – фракционный состав волокна, или содержание в асбесте тонкодисперсной (менее 0,14 мкм) и длинноволокнистой (более 1,0 мкм) фракций.

О наличии тонкодисперсной фракции в товарной продукции, или о “промыве”, как ее называют обогатители асбестовых руд, известно давно, но проблема ее снижения особенно остро встала в связи с повышенными требованиями зарубежных потребителей к качеству асбеста.

С потребительской точки зрения, длинноволокнистая фракция асбеста является полезной составляющей, улучшающей сортамент волокна, а тонкодисперсная – бесполезной: чем выше содержание тонкодисперсной фракции, тем ниже качество товарной продукции и ниже ее ценность.

Кроме того, что тонкодисперсная фракция (промыв) ухудшает качество товарной продукции, она оказывает негативное влияние на технологические показатели обогащения и затрудняет оценку эффективности работы той или иной операции технологического процесса [6].

Несмотря на постоянное совершенствование технологического процесса и обогатительного оборудования, операция снижения величины “промыва” остается малоуправляемой: среднесуточный уровень содержания фракции $< 0,14$ мкм в товарном асбесте изменяется от 44 до 53 %.

Естественно, что значительная масса тонкодисперсной фракции образуется в процессе обогащения руд в результате механического воздействия оборудования на хризотил-асбест и засорения его породной пылью, но, как показали исследования на Киембаевском месторождении, фракционный состав имеет изначальную природу и обуславливается различными геологическими факторами.

Роль этих факторов на асбестовых месторождениях может быть различной. Например, на Баженовском месторождении сильное влияние на фракционный состав хризотил-асбеста и технологические показатели руд оказывают тип асбестоносности и прочностные свойства хризотил-асбеста.

Для Киембаевского месторождения, руды которого представлены довольно однородным сетчатым типом асбестоносности, этот фактор может быть исключен или может оказаться весьма несущественным. С другой стороны, однотипный характер асбестоносности при столь неоднородном, как будет показано ниже, петрографическом составе руд дает основание предполагать, что минералого-петрографический состав может оказать определяющее влияние на фракционный состав хризотил-асбеста.

В геологическом строении Киембаевского месторождения среди исходных пород наряду с перидотитами принимают участие дуниты и широко распространенный шлирово-полосчатый дунито-перидотитовый комплекс. Как и на других месторождениях хризотил-асбеста, дуниты Киембаевского месторождения являются неблагоприятной средой для асбестообразования. Независимо от степени и типа их серпентинизации, насыщенность асбестом в них заметно снижается, а в ряде случаев полностью исчезает.

В зависимости от состава первичных пород на месторождении выделяются апонеридотитовые, аподунитовые и руды полосчатого комплекса, которые, в свою очередь, по степени серпентинизации, минеральному составу серпентинитов и текстурным особенностям подразделяются на 9 природных типов руд [4].

Все природные типы руд различаются между собой не только минералого-петрографическим составом и своими характерными макроскопическими признаками, но и технологическими свойствами.

Для упрощения использования типизации руд в практической деятельности горно-обогатительного комбината природные типы руд по близости технологических показателей объединены в три группы обогатимости: легкообогатимые, среднеобогатимые и труднообогатимые [4].

Оставляя за пределами обсуждения другие детали геологического строения месторождения и свойства руд, проследим лишь закономерности изменения фракционного состава хризотил-асбеста в зависимости от приведенных выше наиболее характерных признаков руд.

Материалами для исследований послужили анализы проб эксплуатационной разведки, выполненные по единой методике оценки хризотил-асбестовых руд [5]. В табл. 1 приведены среднестатистические параметры качественной характеристики руд Кiemбаевского месторождения.

Таблица 1

Качественная характеристика руд Кiemбаевского месторождения

Статистические параметры	Содержание фракций, %		Содержание асбеста в руде, %		
	+1,0 мм	-0,14 мм	α	β_2	β_3
Размер выборки	1046	1046	1046	1046	1046
Среднее значение	27,90	36,40	4,94	0,60	57,79
min	6,76	11,84	0,94	0,00	27,07
max	59,24	60,72	11,40	8,80	75,50
Дисперсия	74,54	61,63	4,73	0,89	65,31
Стандартное отклонение	8,63	7,85	2,18	0,94	8,08

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории ОАО "Оренбургасбест", α - общее содержание асбеста в руде, β_2 (-12,7 + 4,8 мм) и β_3 (- 4,8 + 1,35 мм) – остатки волокна на втором и третьем ситах контрольного аппарата.

В первую очередь, обращает на себя внимание большой размах колебаний как длинноволокнистой, так и тонкодисперсной фракций в хризотил-асбесте исходной руды, содержание которых изменяется соответственно от 6,76 до 59,24 % и от 11,84 до 60,72 %. Среднее содержание длинноволокнистой фракции по месторождению составляет 27,90 %, а тонкодисперсной – 36,40 %.

Для установления причин столь высокой изменчивости фракционного состава хризотил-асбеста в пробах представляет интерес выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на фракционный состав волокна исходной руды. Исходя из того, что главными характеристиками асбестовых руд являются содержание хризотил-асбеста и его длина, которые тесно связаны с петрографическим составом исходных пород и типами их серпентинизации [1, 2], попытаемся выявить взаимосвязь фракционного состава волокна с качественной характеристикой руд.

Используя данные табл. 1, получим следующие уравнения зависимости:

а) для длинноволокнистой фракции:

$$\alpha_{+1,0} = 6,19 + 0,58\alpha + 2,93\beta_2 + 0,28\beta_3, \quad (r = 0,74);$$

б) для тонкодисперсной фракции:

$$\alpha_{-0,14} = 39,57 - 1,19\alpha - 1,22\beta_2 + 0,06\beta_3, \quad (r = 0,85).$$

Как следует из уравнений, фракционный состав хризотил-асбеста имеет довольно тесную корреляционную зависимость от качественной характеристики руды (коэффициенты корреляции составляют 0,74 и 0,85). С увеличением общего содержания асбеста в руде и длины волокна массовая доля длинноволокнистой фракции возрастает.

Несколько иная зависимость выявляется для тонкодисперсной фракции. С увеличением общего содержания асбеста и остатков волокна на втором сите контрольного аппарата массовая доля фракции -0,14 мм снижается, а с увеличением остатков волокна на третьем сите – возрастает.

Доля влияния каждого параметра качества составляет, %

Фракция, мм	α	β_2	β_3
+1,0	32	48	20
-0,14	95	05	0

Следовательно, на формирование длинноволокнистой фракции влияет как общее содержание асбеста в руде, так и длина волокна. При этом наибольшее влияние на выход длинноволокнистой фракции оказывает содержание остатков волокна на втором сите. Это свидетельствует о том, что фракция +1,0 мм характеризует длину волокна, а значит, и потребительскую ценность асбеста. Тонкодисперсная фракция зависит практически только от общего содержания асбеста в руде.

Поскольку содержание асбеста и его длина определяются составом исходных пород и характером их серпентинизации, попытаемся выяснить зависимость фракционного состава хризотил-асбеста от этих геологических факторов. В табл. 2 показано изменение фракционного состава хризотил-асбеста в зависимости от петрографического состава исходных пород.

Таблица 2

Изменение фракционного состава хризотил-асбеста по типам руд

Типы руд по составу исходных пород	Количество анализов	Содержание фракций, %	
		+1,0 мм	-0,14 мм
Апоперидотитовые	793	29,1	35,3
Аподунитовые	1	27,9	45,4
Руды полосчатого комплекса	252	24,3	40,2

Как видно из табл. 2, прослеживается довольно четкая зависимость между фракционным составом хризотил-асбеста в исходной руде и составом материнских пород. Наиболее оптимальным фракционным составом (высокое содержание длинноволокнистой и самое низкое содержание тонкодисперсной фракций) характеризуется волокно апоперидотитовых руд. Если исключить из сопоставления аподунитовые руды, представленные только одним анализом, то видно, что массовая доля фракции +1,0 мм уменьшается с 29,1 % в волокне апоперидотитовых руд до 24,3 % в волокне руд полосчатого комплекса, а массовая доля фракции -0,14 мм, наоборот, увеличивается соответственно с 35,3 до 40,2 %.

Выделенные на месторождении по степени серпентинизации и текстурным особенностям природные типы руд также характеризуются различным фракционным составом хризотил-асбеста (табл. 3).

Таблица 3

Изменение фракционного состава хризотил-асбеста в природных типах и группах обогатимости руд

Типы руд		Количество анализов	Содержание фракций, %	
По составу исходных пород	Природные типы руд (по степени серпентинизации и текстурным особенностям)		+1,0 мм	-0,14 мм
Апоперидотитовые	1. Серпентинитовые	491	30,9	33,0
	2. Серпентинитовые, в различной степени расланцованные	68	30,7	35,6
	3. Перидотито-серпентинитовые (ядер перидотитов меньше 50 %)	181	28,5	39,0
	4. Серпентинито-перидотитовые (ядер более 50 %)	53	25,4	43,2
Аподунитовые	5. Аподунитовые серпентиниты, в редких случаях с ядрами дунитов	1	27,9	45,4
Руды полосчатого комплекса	6. Серпентинитовые по полосчатому комплексу (аподунитовых разностей менее 50 %)	133	26,0	37,4
	7. То же (аподунитовых разностей более 50 %)	27	21,1	44,2
	8. Руды полосчатого комплекса с ядрами перидотитов и дунитов (дунито-перидотито-серпентинитовые)	54	21,4	45,2
	9. Расланцованные серпентинитовые руды полосчатого комплекса	38	25,0	39,9
Группы руд по обогатимости				
I – легкообогатимые	1-й природный тип	491	30,9	33,0
II – среднеобогатимые	2, 3, 6-й природные типы	382	28,0	37,9
III – труднообогатимые	4, 5, 7, 8, 9-й природные типы	172	23,4	43,3

Рассмотрим картину изменения фракционного состава волокна в природных типах руд более подробно. Казалось бы, незначительное, на первый взгляд, снижение содержаний длинноволокнистой фракции от 1-го природного типа руд к 8-му и увеличение в этом же направлении содержаний тонкодисперсной фракции при более пристальном рассмотрении скрывает под собой глубокую генетическую основу.

Среди апоперидотитовых руд наиболее высоким содержанием длинноволокнистой фракции характеризуется волокно серпентинитовых руд (1-й и 2-й природные типы), а более низким – хризотил-асбест серпентинито-перидотитовых руд (4-й природный тип). В этом же направлении увеличивается количество ядер перидотитов в руде. Таким образом, при последовательном увеличении количества перидотитов в рудах от серпентинитовых руд к перидотито-серпентинитовым и далее к серпентинито-перидотитовым, т. е. при понижении степени серпентинизации пород, доля длинноволокнистой фракции уменьшается, а доля тонкодисперсной соответственно увеличивается.

Сходная картина наблюдается и в рудах полосчатого комплекса; с увеличением аподунитовых разностей в составе серпентинитовых руд полосчатого комплекса от 6-го природного типа к 7-му уменьшается массовая доля длинноволокнистой фракции с 26,0 до 21,1 %, и в этом же

направлении увеличивается доля тонкодисперсной фракции с 37,4 до 44,2 %. Самое же высокое содержание тонкодисперсной фракции (45,4 %) наблюдается в хризотил-асбесте аподунитовых руд.

Исходя из того, что хризотил-асбест из аподунитовых руд других месторождений отличается некоторыми особенностями кристаллической структуры и пониженными физико-химическими свойствами [3], можно предположить, что и киембаевский хризотил-асбест из аподунитовых серпентинитов также имеет пониженную прочность, которая может способствовать ухудшению фракционного состава волокна этих руд. Еще более отчетливо различия фракционного состава волокна просматриваются по группам обогатимости руд (см. табл. 3).

Из табл. 3 видно, что происходит снижение содержаний длиноволокнистой и увеличение тонкодисперсной фракций в направлении от руд I группы к рудам III группы обогатимости. Высокое содержание тонкодисперсной фракции в рудах III группы обогатимости связано с тем, что большинство природных типов, входящих в эту группу, представлено рудами полосчатого комплекса, содержащими в своем составе различное количество аподунитовых серпентинитов.

Таким образом, рассмотренные выше фактические данные свидетельствуют о том, что фракционный состав хризотил-асбеста зависит от состава исходных пород, степени и типов их серпентинизации, а следовательно, является важным природным свойством хризотил-асбестовых руд. Для исследования закономерностей распределения руд с различным фракционным составом хризотил-асбеста на месторождении построены планы изосодержаний длиноволокнистой и тонкодисперсной фракций (в качестве примера приведен план горизонта 210 м, рис. 1, 2).

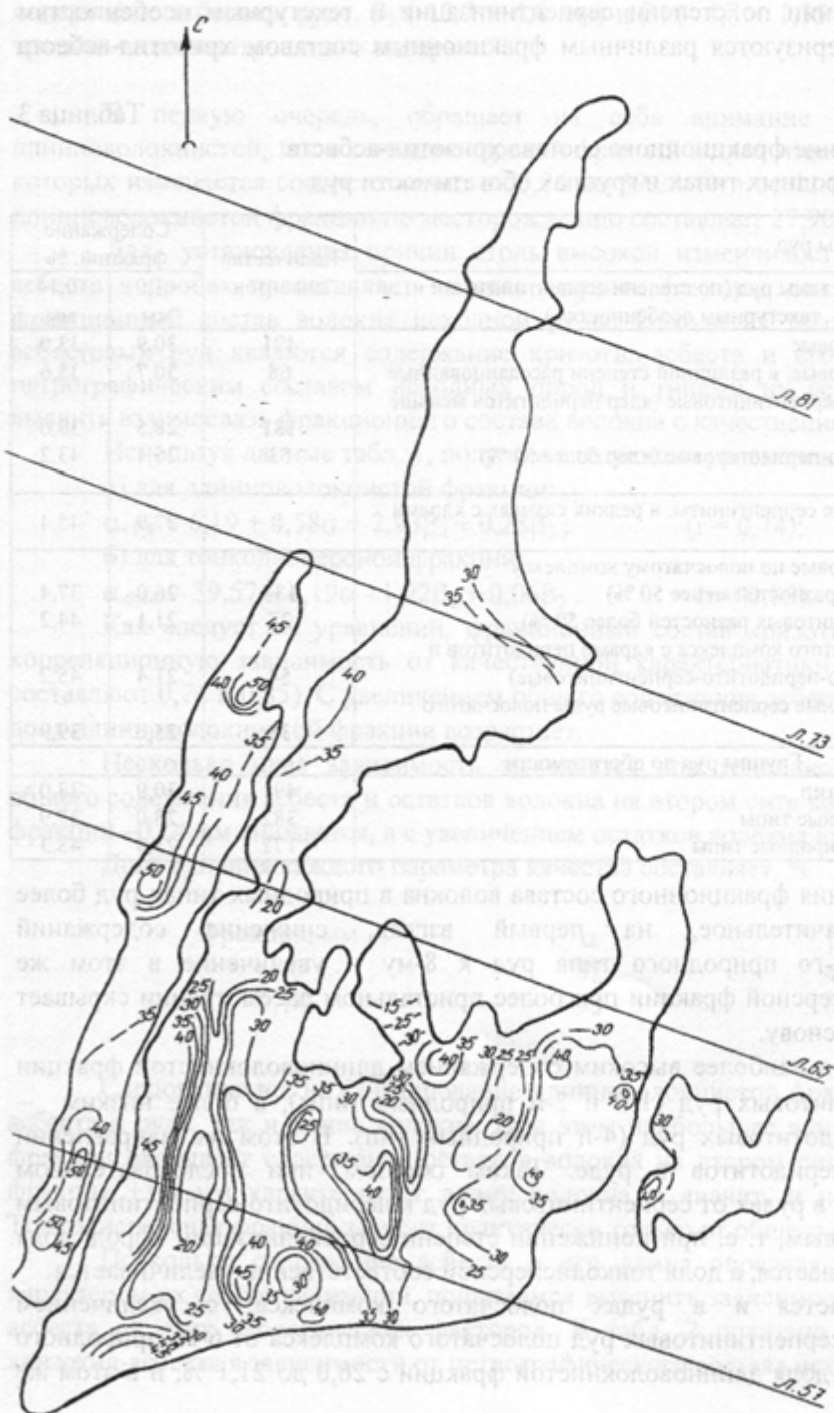
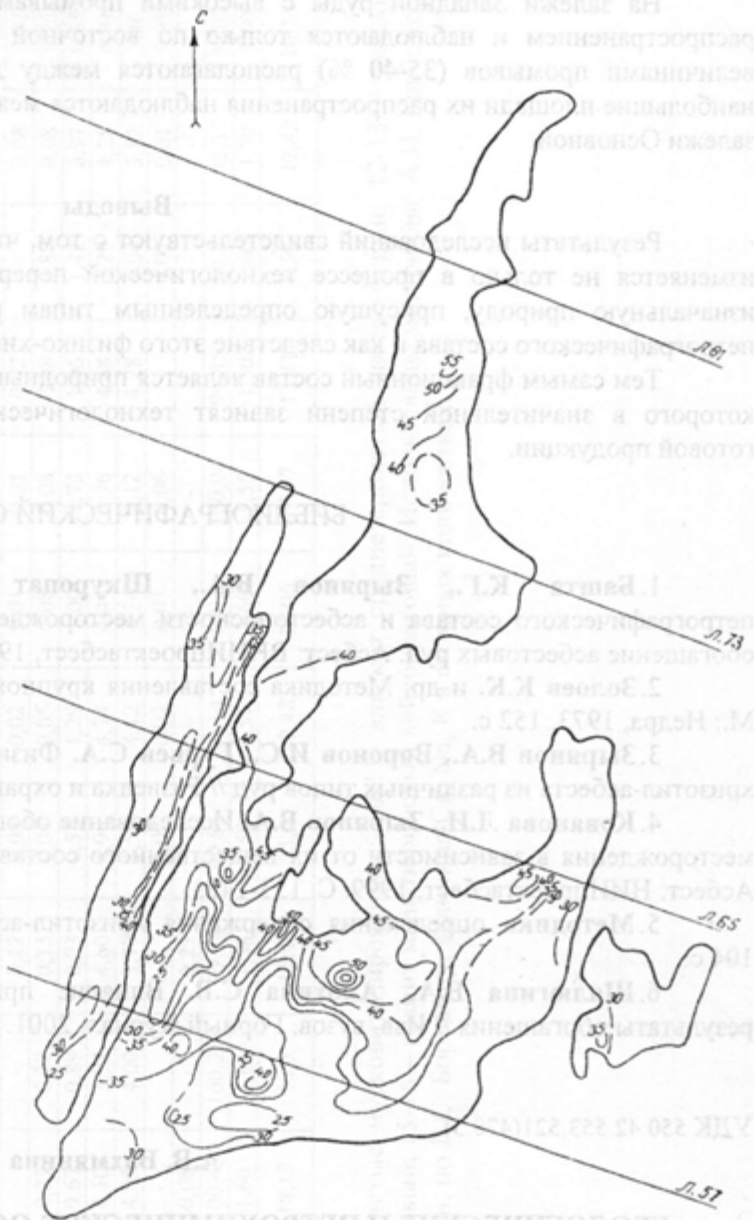


Рис. 1. Схематический план распределения длиноволокнистой фракции в рудах Киембаевского месторождения

Рис. 2. Схематический план распределения тонкодисперсной фракции в рудах Киембаевского месторождения



Основой при построении планов изосодержаний фракций служили погоризонтные геолого-технологические планы, на которые выносились все имеющиеся анализы фракционного состава. Анализ планов показывает, что фракционный состав хризотил-асбеста в рудах неоднороден; он изменяется как в плане по простиранию залежей, так и в разрезах по падению рудных тел. При этом изолинии фракционного состава не всегда совпадают с контурами природных типов руд: чаще всего они пересекают их, захватывая частично или полностью другие прилегающие к ним типы руд. Что касается закономерностей распространения длиноволокнистой и тонкодисперсной фракций, то области их локализации не зависят одна от другой и имеют собственные очертания.

Из обзора погоризонтных планов изосодержаний длиноволокнистой фракции следует, что наибольшим распространением на месторождении пользуются руды, в хризотил-асбесте которых содержится менее 30 % фракции + 1,0 мм (см. рис. 1). Руды, содержащие более 40 % длиноволокнистой фракции, наблюдаются в виде небольших разрозненных пятен, сосредоточенных, главным образом, в южной и юго-западной частях залежи Основной, а наиболее обширные площади их распространения находятся на залежи Западной. По сравнению с длиноволокнистой фракцией, тонкодисперсная отличается несколько меньшей изменчивостью. Более обширные площади занимают руды с низкими (менее 30 %) промывами хризотил-асбеста. Они охватывают южную и юго-восточную части залежи Основной и большую часть залежи Западной (см. рис. 2). Руды с высокими промывами волокна (более 40 %) окаймляют неасбестоносное дунито-перидотитовое ядро. По объемам они несколько уступают рудам с низкими промывами волокна, но все же занимают довольно обширные пространства.

На залежи Западной руды с высокими промывами волокна пользуются незначительным распространением и наблюдаются только по восточной периферии залежи. Руды со средними величинами промывов (35-40 %) располагаются между двумя вышеописанными типами руд, а наибольшие площади их распространения наблюдаются между разведочными линиями 53-65 и 67-75 залежи Основной.

Выводы

Результаты исследований свидетельствуют о том, что фракционный состав хризотил-асбеста изменяется не только в процессе технологической переработки руд, но в большей мере имеет изначальную природу, присущую определенным типам руд, в зависимости от их минералогическо-петрографического состава и как следствие этого физико-химических свойств волокна.

Тем самым фракционный состав является природным свойством хризотил-асбестовых руд, от которого в значительной степени зависят технологические показатели обогащения и качество готовой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башта К.Г., Зырянов В.А., Шкурпат Б.А. Сравнительные исследования петрографического состава и асбестоносности месторождений Баженовского подтипа // Добыча и обогащение асбестовых руд. Асбест: ВНИИпроектасбест, 1975. С. 104-121.
2. Золоев К.К. и др. Методика составления крупномасштабных прогнозных карт по асбесту М.: Недра, 1973. 152 с.
3. Зырянов В.А., Воронов И.С., Гурьев С.А. Физико-химические и механические свойства хризотил-асбеста из различных типов руд // Разведка и охрана недр. 1985. № 1. С. 41-46.
4. Кованова Л.И., Зырянов В.А. Исследование обогатимости асбестовых руд Кiemбаевского месторождения в зависимости от их вещественного состава // 20 лет комбинату "Оренбургасбест". Асбест: НИИпроектасбест, 1999. С. 133-143.
5. Методика определения содержания хризотил-асбеста. Асбест: НИИпроектасбест, 1999. 104 с.
6. Шалюгина В.А., Анохина С.В. Влияние природных свойств асбестовой руды на результаты обогащения // Изв. вузов. Горный журнал. 2001. № 4-5. С. 66-71.

УДК 550.42.553.521(470.5)

А.В. Вахмянина

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНИТОИДОВ СРЕДНЕГО УРАЛА, ПРОДУКТИВНЫХ НА РЕДКОМЕТАЛЛЬНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ

Изучение гранитоидов Среднего Урала имеет многолетнюю историю. Вместе с тем остаются неясными и далекими от разрешения вопросы связи с гранитоидами Среднего Урала рудоносности, их геохимической и металлогенической специализации. Наиболее продуктивными на редкометалльное оруденение на Среднем Урале являются гранитные массивы, относящиеся к гранитному и адамеллит-гранитному формационному типам [3].

К адамеллит-гранитному формационному типу относятся массивы Малышевский, Юго-Коневский, Зенковский гранит-лейкогранитной серий [3, 4-6]. Эти массивы продуктивны на вольфрам, бериллий (Юго-Коневский), молибден (Малышевский) и редкометалльно-редкоземельную минерализацию для зенковских гранитоидов. К гранитному формационному типу относятся массивы Гаевский, Адуйский, Мурзинский [3, 4-6]. Эти массивы сопровождаются молибден-вольфрамовыми месторождениями, пегматитовой и тантал-ниобиевой минерализацией [6].

Редкометалльная минерализация сопряжена с гранитоидами обоих формационных типов. Это заставляет искать критерии их специализации на то или иное редкометалльное оруденение с целью установления прогнозно-поисковых признаков.

Автором рассмотрены некоторые особенности химического состава гранитоидов Малышевского, Юго-Коневского, Зенковского массивов, представляющие адамеллит-гранитный тип, и Гаевского массива, представляющего гранитный тип (табл. 1, 2, 3).