

УДК 552.51 (470 323)

## ОСОБЕННОСТИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА АПТ-СЕНОМАНСКИХ ПЕСКОВ ЛЕБЕДИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

И.М.Кора

Комбинат КМАруда, г.Губкин

Отложения аптского, альбского и сеноманского ярусов имеют широкое распространение на территории Лебединского месторождения. Особенности отработки вскрышных пород, к которым относятся пески меловой системы, и преимущественно качество песков не позволяют достаточно широко использовать их для нужд народного хозяйства. Поэтому большая часть песков поступает в отвалы, где безвозвратно теряется.

Изучение песков меловой системы выполнялось исследователями в разное время. В основном ими освещались вопросы качества песков как промышленного сырья. Некоторыми авторами пески характеризовались только как геологические образования меловой системы. Систематические исследования и разведка песков проводились сотрудниками НИИ КМА и Белгородской геологоразведочной экспедицией. В результате проведенных работ на месторождении разведаны и утверждены запасы песков формовочных, строительных, для производства силикатного кирпича и ячеистого бетона; внедрена в производство установка по гидроклассификации песков, позволяющая выпускать более 5 видов товарной продукции. Однако многие особенности состава и свойств песков остались не раскрыты или требуют дополнительного изучения. Особенно важными направлениями являются изучение песков

с целью расширения ассортимента продукции, выпускаемой из природного сырья, определение возможностей использования и переработки отходов гидроклассификации песков и другие.

**Особенности гранулометрического состава песков.** Гранулометрический состав аптских, альбских и сеноманских песков иллюстрируются гистограммами и графиками распределения зерен по фракциям (рис. 1,2), кумулятивными кривыми (рис.3) и таблицей содержания частиц на контрольных ситах (табл. 1). Для характеристики гранулометрического состава дополнительно рассчитывались средний размер зерна и коэффициент однородности по ГОСТ 2138-91 "Пески формовочные".

Пески аптского яруса относятся к плохосортированным разнозернистым, средний размер зерен составляет 0,4 мм, коэффициент однородности равен 36. Они характеризуются трехмодальным составом (см. рис. 2), в котором отсутствует преобладающая фракция. Частные остатки на трех смежных ситах 0,63 - 0,315 - 0,14 мм составляют 19,87 - 29,83 - 26,14 %. В аптском разрезе выделяются слои от очень тонко- (переходящего в глинистый) до крупно- и очень крупнозернистого песка. Модуль крупности соответственно изменяется от 0,43 до 2,86 и в среднем по толще составляет 1,93. В отдельных слоях аптских песков отмечается значительное количе-

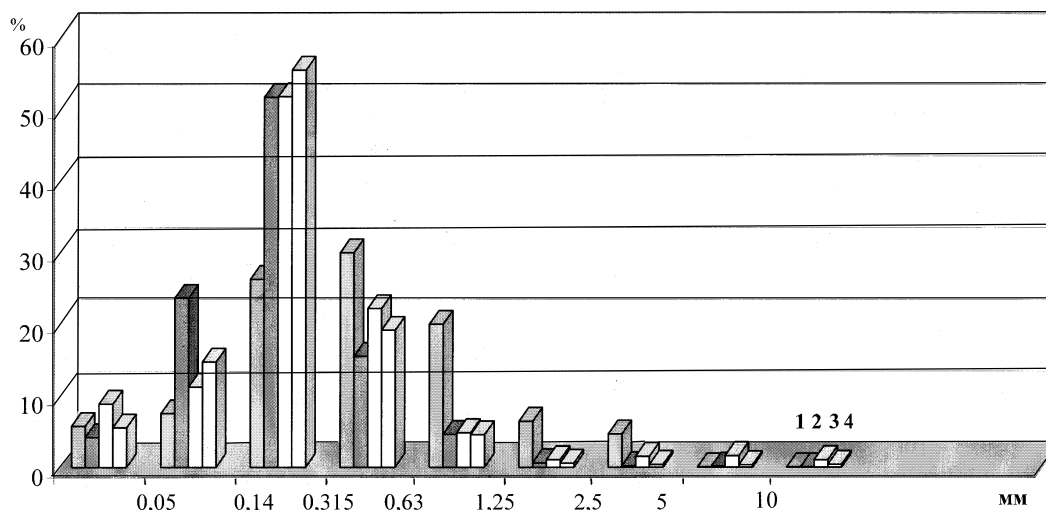
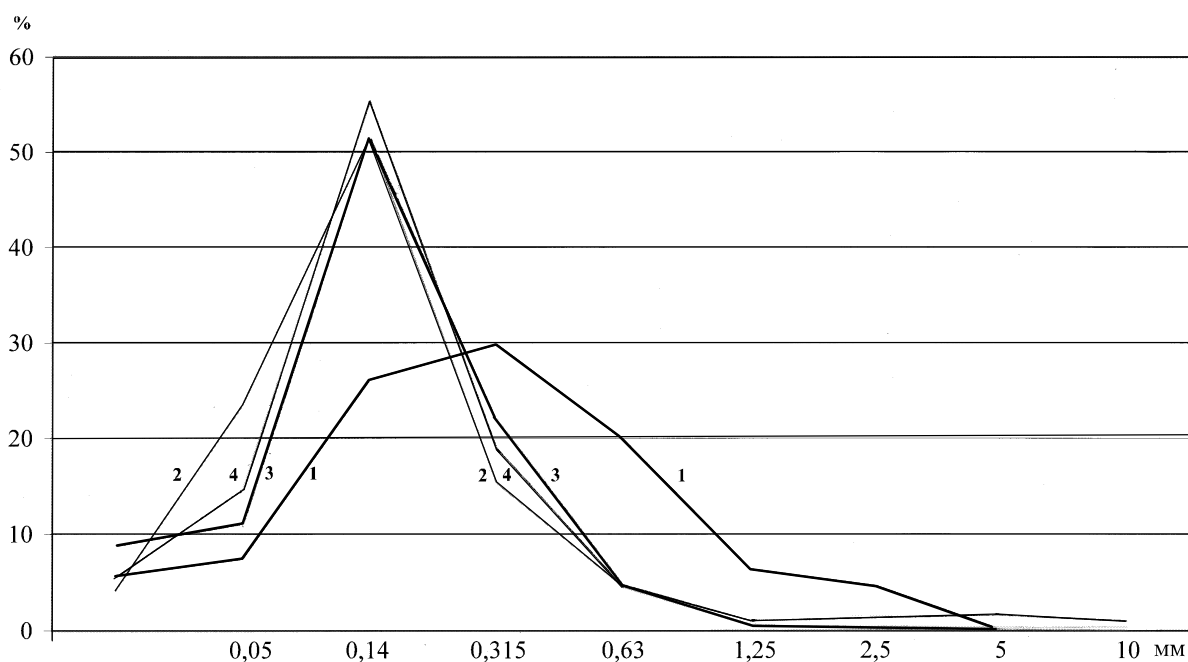
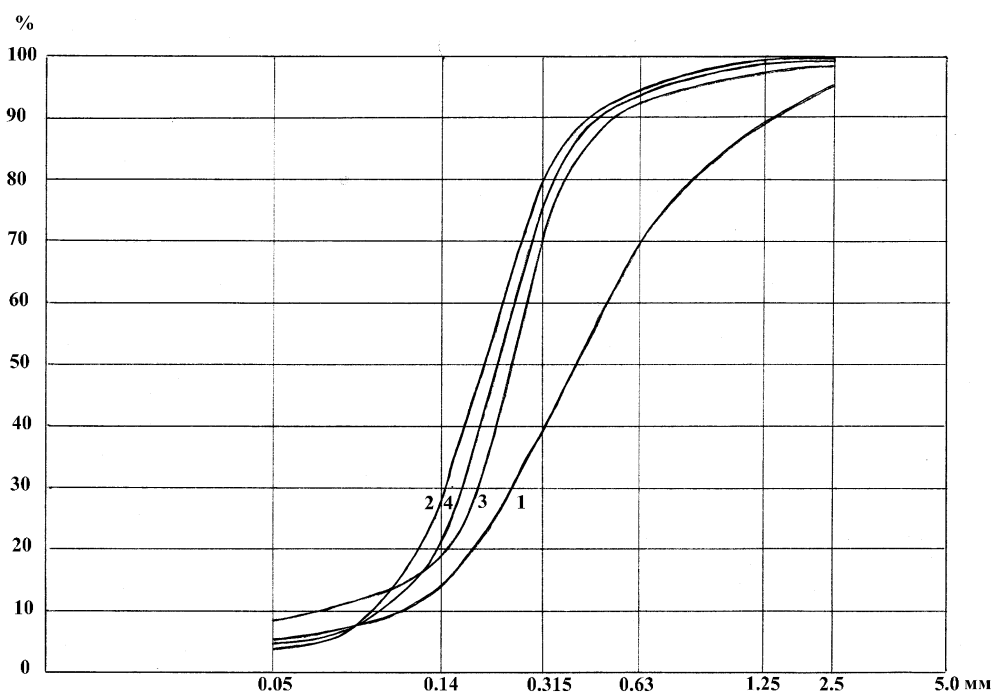


Рис.1. Гистограмма распределения гранулометрического состава песков меловой системы: 1-аптского, 2-альбского, 3-сеноманского ярусов, 4-в контуре подсчета запасов.



**Рис.2.** График распределения гранулометрического состава песков по фракциям: 1-аптского, 2-альбского, 3-сеноманского ярусов, 4-в контуре подсчета запасов.



**Рис.3.** Кумулятивные кривые среднего гранулометрического состава песков: 1-аптского, 2-альбского, 3-сеноманского ярусов; 4-меловой системы.

ство гравийного материала (более 5 мм), которое может достигать 40-50%. В среднем по толще содержание гравийной фракции колеблется от 0 до 10%. Количество глинистых, илистых и пылеватых частиц (менее 0,05 мм) в песчаной толще апта колеблется от 0,19 до 20,14 % и в среднем составляет 5,7 %. Характерной особенностью отложений апта является преимущественное нарастание крупных фракций песка к подошве яруса.

Пески альбского яруса относятся к средне-сортированным мелко-тонкозернистым, средний

размер зерна равен 0,23 мм, а коэффициент однородности равен 50. Большая часть зерен концентрируется на сите 0,14 мм и составляет 51,56 % от общей массы. Поэтому кривая распределения по фракциям одновершинная, слегка ассиметричная (смещение в сторону мелких фракций). Модуль крупности изменяется от 0,23 до 1,78 и в среднем по толще составляет 0,15. Содержание глинистых, илистых и пылеватых частиц колеблется от 1,19 до 11,77%, а в среднем составляет 4,14%. Наибольшее количество крупных и гравийных фракций отмеча-

Таблица 1

## Гранулометрический состав песков Лебединского месторождения

Характеризуемый объект	Колебания процентного содержания фракций	Частое содержание частиц (в %) на контрольных ситах строительного стандарта								Содержание илистых, глинистых и пылеватых частиц, %	Модуль крупности
		Размер отверстий сит, мм									
		10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	<0,14		
Пески аптского яруса	от	0	0	0	0,07	0,97	1,16	7,65	2,28	0,19	0,43
	до	0,49	9,64	16,88	15,95	37,00	56,50	59,31	62,56	20,14	2,86
	среднее	0,036	0,042	4,61	6,38	19,87	29,83	26,14	13,17	5,70	1,93
Пески альбского яруса	от	0	0	0	0,05	0,5	0,95	6,72	4,92	1,19	0,23
	до	1,13	3,66	3,66	4,65	18,45	44,70	76,73	88,12	11,77	1,78
	среднее	0,03	0,12	0,21	0,62	4,56	15,40	51,56	27,65	4,14	0,99
Пески сеноманского яруса	от	0	0	0,01	0,04	0,58	12,15	6,47	4,37	1,29	0,91
	до	9,91	7,42	13,76	3,91	51,00	42,53	70,36	34,62	24,00	1,91
	среднее	1,03	1,59	1,51	1,04	4,79	22,06	51,66	18,94	8,79	1,19
Среднее (по данным БГРЭ)	среднее	0,29	0,33	0,03	1,40	6,57	22,13	51,60	17,35	5,17	1,26
Пески в контуре подсчета запасов (по данным БГРЭ)	от	0	0	0,01	0,15	2,02	10,89	36,18	5,87	2,02	0,90
	до	2,38	1,59	2,17	2,02	33,68	41,88	68,54	33,46	11,96	1,41
	среднее	0,37	0,32	0,39	0,56	4,51	19,03	55,36	20,15	5,50	1,11

ется в подошве и кровле альбского яруса, а пылеватых, илистых и глинистых частиц - в средней части разреза.

Сеноманский ярус завершает разрез терригенной песчаной толщи меловой системы. Его пески относятся к средне- и хорошо сортированным мелко-тонкозернистым разностям: средний размер зерна составляет 0,27 мм, а коэффициент однородности равен 66. Кривая распределения зерен по фракциям одновершинная, слегка асимметричная (смещение в сторону крупных фракций). Модуль крупности песков сеноманского яруса изменяется от 0,91 до 1,91 и для всей толщи в среднем составляет 1,19. Содержание гравийной фракции связано с присутствием в песках желваковых фосфоритов размером от нескольких мм до 5 см и более. Содержание фосфоритов в фосфосляках достигает 20-30%. Среднее содержание фракции более 5 мм в песках около 3%.

Количество илистых, глинистых и пылеватых частиц в песках сеноманского яруса колеблется от 1,29 до 24,0% и в среднем по толще составляет 8,79%. Особенностью отложений сеноманского яруса является присутствие в кровле фосфоритовой "плиты", состоящей из несцементированных фосфоритовых желваков. Она имеет практически повсеместное распространение и мощность 0,2-1,0 м. По данным гранулометрического состава фосфоритовая плита на 47 % состоит желваков крупнее 5 мм, а в песчаной основе преобладает фракция 5,0-2,5 мм (32%).

**Особенности минералогического состава песков.** В отложениях аптского, альбского и сеноманского ярусов исследовались особенности изменения минералогического состава по разрезу, количественные изменения в соотношениях легких и тяжелых минералов в различных по гранулометрическому составу фракциях. Аптские пески кварцевые, содержание кварца в отдельных пробах достигает 99,75 %. В легкой фракции помимо кварца в

незначительных количествах присутствуют полевой шпат (0,13-3,3 %), мусковит и единичные зерна глауконита, преобладающие над другими примесями легкой фракции.

В тяжелой фракции определен 21 минерал. Наиболее распространенными в ней являются ильменит (до 59,1 %), циркон (до 12,29 %), турмалин (до 12,0 %), лейкоксен (до 5,8 %), магнетит (до 3,0 %), рутил (до 2,08 %) и пирит. Содержание последнего варьирует в наибольших пределах - от 0,3 до 60,84%. В незначительном количестве присутствуют дистен, гранат и другие минералы. В отдельных пробах песка отмечаются гидроокислы железа (до 11 %). Средний выход тяжелой фракции составляет 0,16 - 0,17 %.

Пески альбского яруса преимущественно глауконит-кварцевые. Содержание кварца достигает 97,94%, глауконита - до 19%, при его среднем количестве 3,84 %. В легкой фракции также присутствуют полевой шпат (среднее содержание - 1%), мусковит, спорадически встречается карбонат. В тяжелой фракции (средний выход 0,13%) преобладают ильменит (до 68,77%), рутил (до 20,07 %), циркон (до 19,86 %), ставролит (до 19,29 %), лейкоксен (до 14,69 %), дистен (до 11,57 %), магнетит (до 4,76%) и турмалин (до 3,33 %). Содержание пирита не превышает 1%, изредка встречается гранат.

Пески сеноманского яруса также глауконит-кварцевые, слюдяные. В крупных фракциях преобладает фосфорит. Легкая фракция представлена кварцем, содержание которого не превышает 95%, глауконитом (до 20-22 %), полевым шпатом и слюдой (около 3%). В тяжелой фракции (средний выход 0,18 %) преобладают ильменит (до 23,7 %), дистен (до 24,0 %), ставролит (до 14,2 %), циркон (до 15,91 %), турмалин (до 11,15 %) и рутил (до 7,05 %). В небольшом количестве (до 1,8 %) присутствует лейкоксен. В песчаной основе отдельных проб отмечается значительное содержание фосфоритов (до 40%) и гидроокислов железа (до 20%).

Таблица 2

## Зависимость выхода тяжелой фракции от гранулометрического состава песков

Ярус	№ скважины	№ пробы	Содержание фракций, %		Модуль крупности, (Мк)	Выход тяжелой фракции, %
			0,14-0,05	менее 0,05		
1	2	3	4	5	6	7
АПТСКИЙ	10п	420	13,02	5,48	2,22	0,16
	11п	367	18,28	5,16	2,16	0,15
	11п	368	5,38	2,61	2,86	0,28
	13п	146	16,89	5,17	1,98	0,11
	14п	166	20,06	9,77	2,06	0,20
	18пд	212	6,62	4,08	2,16	0,16
	19п	246	17,21	10,97	2,22	0,19
	27	595	6,19	0,19	1,58	0,16
	30	390	15,19	3,45	1,32	0,15
30п	644	10,38	6,47	2,14	0,07	
АЛЬБСКИЙ	10п	413	18,19	4,02	0,94	0,06
	10п	417	73,03	2,67	0,30	0,25
	11пд	361	4,92	1,74	1,16	0,07
	-"	363	40,71	2,21	0,68	0,15
	-"	364	57,78	1,26	0,52	0,08
	-"	365	16,70	2,20	1,40	0,12
	-"	366	88,12	7,00	0,23	0,26
	13п	139	30,68	6,15	0,81	0,12
	-"	140	31,46	4,24	0,86	0,11
	-"	141	42,41	11,77	0,64	0,14
	-"	142	53,40	3,00	0,74	0,07
	-"	143	11,43	2,26	1,63	0,13
-"	144	12,73	3,87	1,67	0,12	
СЕНОМАНСКИЙ	10п	409	26,36	14,58	0,95	0,17
	11пд	359	10,67	1,29	1,22	0,08
	-"	360	10,53	2,25	1,10	0,16
	13п	136	15,24	17,90	0,94	0,09
	-"	137	23,03	4,62	1,19	0,11
	-"	138	10,46	1,88	1,27	0,08
	14п	159	17,78	13,66	1,26	0,13
	-"	160	5,21	3,12	1,49	0,20
	-"	161	7,35	3,74	1,24	0,60
17п	182	22,24	17,75	1,25	0,14	

По результатам минералогического анализа 136 проб песка установлено, что в вертикальном разрезе происходит некоторое количественное изменение в содержаниях минералов легкой и тяжелой фракций, что определяется возрастом и условиями осадконакопления. Относительно минералов легкой фракции эти изменения выражены в нарастании вверх по разрезу количеств глауконита и слюд, снижении содержания кварца. В составе тяжелой фракции аптских и альбских песков отмечается повышенное количество ильменита, несколько пониженное - в сеноманских. Увеличение содержаний дистена, турмалина и граната выявлены в сеноманских и альбских песках, несколько пониженные - в аптских. Количества лейкоксена увеличены в альбских, граната - в сеноманских и, частично, альбских отложениях. Больше всего пирита в отложениях аптского яруса, где часто встречаются пиритизированные растительные остатки. Повышенное содержание гидроокислов железа отмечено в аптских и сеноманских отложениях, местами - на контакте апта и альба. Для песков альбского и, особенно, сеноманского ярусов характерны фосфориты.

**Зависимость минералогического состава песков от их гранулометрического состава.** В песках аптского яруса четкой связи между гранулометрическим составом и содержанием тяжелой фракции нет, наибольшие выходы - 0,28 и 0,20 % тяжелой фракции соответствуют как высокому - 5,38 %, так и низкому - 2,06% содержаниям мелкой и тонкой фракций. В отложениях альбского и сеноманского ярусов повышенной концентрацией минералов тяжелой фракции характеризуются пески с высоким содержанием мелкой и алевритистой фракций (табл.2). Изменения в соотношениях легких и тяжелых минералов в различных по размеру фракциях песка представляют исключительный интерес для обогащения и производства концентратов.

По данным минералогических анализов в песках аптского яруса во фракции более 0,6 мм 100% приходится на кварц, во фракциях менее 0,6 мм содержание кварца изменяется от 99,8 до 96,16 %. Кроме него присутствуют полевой шпат, мусковит и единичные зерна глауконита. Полевой шпат распространен во всех фракциях менее 0,42 мм,

Таблица 3

## Средний минералогический состав песков Лебединского месторождения (по Н.С.Андреевой)

Участок	Наименование минералов	Размер фракций, мм												
		> 3,2	3,2-1,6	1,6-0,85	0,85-0,60	0,60-0,42	0,42-0,315	0,315-0,20	0,20-0,16	0,16-0,10	0,10-0,063	0,063-0,05	<0,05	Сумма
Пески аптского яруса														
Юг-верх	Кварц	10,2	6,15	4,82	3,38	9,59	5,70	19,48	16,80	16,11	4,63	0,53	0,51	98,12
	ПШ	-	-	-	-	-	0,08	0,28	0,24	0,15	0,07	0,02	0,05	0,89
	Мусковит	-	-	-	-	-	0,02	0,12	0,12	0,05	0,04	0,01	0,01	0,38
	ТМ	-	-	-	-	-	-	0,02	0,05	0,20	0,19	0,06	0,08	0,60
Юг-низ	Кварц	4,15	11,76	20,54	9,42	17,73	9,80	13,46	5,79	4,83	1,38	0,15	0,15	98,16
	ПШ	-	-	-	-	-	0,18	0,56	0,31	0,18	0,08	0,02	0,07	1,20
	Мусковит	-	-	-	-	-	0,01	-	0,01	0,01	0,01	-	-	0,04
	ТМ	-	-	-	-	-	-	0,02	0,04	0,10	0,08	0,02	0,04	0,30
Запад	Кварц	0,89	7,53	12,61	7,20	16,40	11,16	25,99	10,51	5,34	1,29	0,41	-	99,33
	ПШ	-	-	-	-	-	-	0,16	0,08	0,11	0,06	0,05	-	0,46
	Мусковит	-	-	-	-	-	-	0,02	0,01	0,02	-	-	-	0,05
	ТМ	-	-	-	-	-	-	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04	-	0,15
Пески альбского и сеноманского ярусов														
Север	Кварц	0,49	1,34	4,85	3,05	9,03	10,87	35,17	17,25	13,54	1,92	0,43	-	97,94
	ПШ	-	-	-	-	-	-	0,18	0,19	0,32	0,09	0,03	-	0,81
	Глауконит	-	-	-	-	-	-	0,25	0,26	0,49	0,19	0,07	-	1,26
Юг	Кварц	-	0,08	2,21	3,33	6,94	10,67	25,52	25,45	16,78	2,97	0,22	2,02	96,19
	Глауконит	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,46	0,11	-	1,57
	ПШ	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58	0,17	0,02	0,62	1,37
	Мусковит	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	0,09	0,005	0,06	0,59

преобладающая его часть (более 75%) имеет размерность 0,315-0,1 мм. Мусковит присутствует главным образом во фракциях менее 0,315 мм и преобладает во фракции 0,315-0,2 мм (табл.3). Акцессорные минералы отмечены во всех фракциях менее 0,315 мм. Наибольшие содержания сосредоточены во фракциях менее 0,2 мм. Установлено также, что турмалин, ставролит, ильменит и лейкоксен преобладают во фракции 0,2-0,05 мм, а циркон и рутил - во фракции менее 0,1мм.

Распределение минералов в песках альбского и сеноманского яруса схоже с таковым в песках аптского яруса. Отличительной особенностью первых является присутствие глауконита и его концентрация во фракциях от 0,315 до 0,05 мм. Во фракции менее 0,05 мм глауконита не отмечено.

**Применение песков.** Приведенная качественная характеристика песков свидетельствует о том, что они являются потенциальным сырьем для производства новых видов продукции. Из аптских песков возможно получение фракционированного кварцевого концентрата. Концентрирующая кварц фракция имеет выход от 30 до 60%, около 8 % со-

ставляет кварцевый гравий высокого качества. Исследования форм содержания железа в кварцевых песках и, особенно, в кварцконцентрирующих фракциях, показывает, что оно удаляется, поэтому открываются перспективы производства обогащенных стекольных песков.

Пески альбского и сеноманского ярусов являются продуктивными для производства глауконитового концентрата. В концентрирующих глауконит фракциях (0,315-0,1 мм) его содержания достигают 20-50%. Обогащенная глауконитом фракция без дальнейшего дообогащения может применяться в качестве агротехнического сырья.

Особый интерес представляют отходы гидроклассификации песков, в "хвостах" которых концентрируется тяжелая фракция. Ряд факторов, включающих особенности установки гидроклассификации песков, подачу "хвостов" в отстойники гидромеханизированным способом, дефицит и высокие цены на титан-циркониевые минералы представляют возможность получения концентратов этих минералов.