УДК 621.273

А.ИШИМОВ, К.ДРЕБЕНШТЕДТ
Фрайбергская горная академия
(*технический университет*), *Германия*

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО СОЗДАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕННОГО КАЧЕСТВА

Работа посвящена изучению создания и управления техногенным месторождением с заданным распределением полезного компонта.

The project deals with the solving of todays tasks in mine-planning, especially under consideration of valuable components in secondary deposits.

В настоящее время вовлечение в промышленное использование техногенного минерального сырья приобретает особую актуальность. К данному виду сырья можно отнести шламы обогатительного комплекса горной промышленности, в составе которых зачастую присутствуют минералы, представляющие определенный интерес [2, 5].

Так, внедрение технологии «мокрого» обогащения зернистых фосфоритов на обогатительной фабрике Кызылкумского фосфоритового комплекса характеризовалось, помимо основной продукции, выходом 300 тыс.т/год шламов. Химический анализ состава шламов выявил наличие 10 % минералов апатитовой группы (фосфор, каллофан-франколит), около 4 % калия и ряда других химических элементов (магний, кальций, железо и др.), способных увеличить биологическую продуктивность почв. Были успешно проведены опыты по изучению аграрных свойств шламов с целью применения данного сырья в сельскохозяйственном секторе [4].

Шламы решено складировать в выработанное пространство карьера с целью разделения твердой и жидкой фазы гидросмеси и создания техногенного месторождения, сырье которого планируется использовать в аграрном секторе. Для определения параметров гидравлического складирования шламов провели опытный намыв, показавший, что в процессе намыва происходило продольное фракционирование шламов по гранулометрическому составу, а также разделение гидросмеси на зоны с различным минеральным составом, при этом гидравлическая крупность частичек фосфора и каллофан-франколита позволяла им концентрироваться на определенном расстоянии от места выпуска гидросмеси.

Анализ гидравлической крупности твердой составляющей гидросмеси позволил разделить шламы по признаку наибольшего содержания частичек фосфора и каллофан-франколита на три группы (табл.1)

Как видно из табл.1, основная доля полезных минералов (93,7 %) находится в группе *B*, представленной частичками с гидравлической крупностью 0,00025-0,00153 м/с. Карта намыва была поделена на три зоны, границы которых необходимо было определить (рис.1).

Таблица 1

Распределение основного минерального состава рассматриваемых шламов по группам гидравлической крупности [3]

Показатель	Группа		
	A	B	C
Гидравлическая крупность, м/с	0,007-0,00153	0,00025-0,00153	< 0,00025
Содержание, %	41,2	19,8	39,0
Доля основных минералов от общего содержания в шламах, %:			
Кальцит	39	17	44
Кварц	97	3	
Плагиоклаз	–	–	100
Минералы апатитовой группы	1,4	93,7	4,9

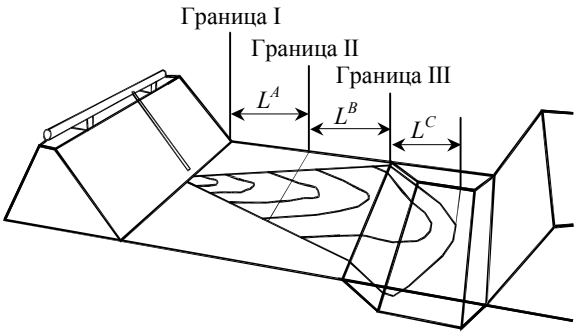


Рис.1. Распределение зон осаждения твердой фазы гидросмеси по показателю гидравлической крупности L^A, L^B и L^C – длина участка седиментации соответственно группы *A*, *B* и *C*

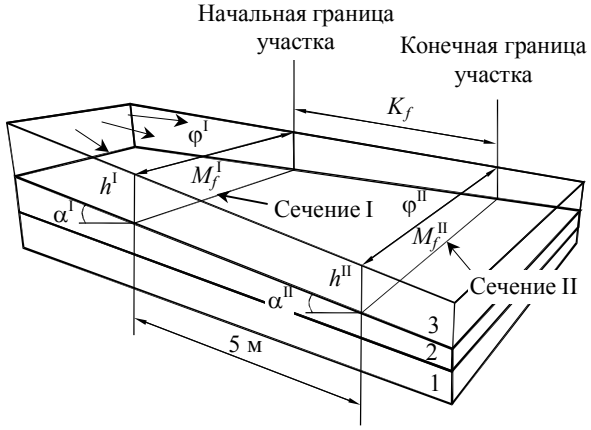


Рис.2. Расчет участка седиментации

1 – пляж; 2 – осевшая твердая фаза гидросмеси; 3 – поток гидросмеси; α^{I} и α^{II} – уклон; φ^{I} и φ^{II} – ширина растекания потока; h^{I} и h^{II} – высота потока

Для определения начальной границы седиментации искомой группы проводили сначала намыв частичек, входящих в группу *A*, конечная граница которой (на рис.1 граница I) является начальной границей седиментации группы *B*. Расчет длины участка седиментации группы L^A осуществляли по методике [1]. Для этого зона пляжа шламохранилища была поделена на участки длиной по 5 м (рис.2), на каждом из которых определяли расход по твердой составляющей гидросмеси. Участок, на котором расход по твердой фазе равнялся нулю, был конечным участком, на котором заканчивалась граница осаждения рассматриваемой группы. Осевшая твердая фаза K_f на каждом из участков определялась путем расчета расхода по твердой фазе в начале M_f^{I} и конце $\grave{I}\ {}^{II}_{f}$ участка:

$$\grave{I}\ {}^{II}_{f} = M_f^{I} - K_f.$$

Зависимость расхода по твердому и уклона поверхности формирующегося гидроотвала можно выразить через коэффициент η:

$$\eta = M_f / \alpha^2.$$

Усредненный по высоте расход твердой фазы гидросмеси

$$\grave{I}\ _f = \overline{M}_f \left[1 - \left(\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\xi} \text{å}^{-\xi^2} \partial\xi \right) \right],$$

где $\overline{M}_f$ – начальный расход по твердому, кг/с; $\xi = L/2\sqrt{\frac{\eta}{\varphi\rho_f}t}$ – функция ошибок Гаусса; L – расстояние от места выпуска, м; ρ_f – плотность твердой фазы, кг/м^3; t – время намыва, с.

Расчеты проводились для трех вариантов намыва, в каждом из которых менялся начальный расход твердой составляющей гидросмеси: 1) $\overline{M}_f^{\text{I}} = 0{,}007$ м^3/с; 2) $\overline{M}_f^{\text{II}} = \overline{M}_f^{\text{I}} \cdot 1{,}5$; 3) $\overline{M}_f^{\text{III}} = \overline{M}_f^{\text{I}} \cdot 2$ – и количество одновременно работающих выпусков (от 1 до 3). Полученные расчетные значения представлены в табл.2.

Был рассмотрен также вариант возможного попадания частиц минералов апатитовой группы в пруд-отстойник. При этом было принято, что во всех случаях пруд-отстойник располагается непосредственно за границей II.

Длина пути осаждения частички в пруду определялась согласно выражению

$$x = \frac{\nu_{\tilde{o}}}{\acute{I}}\left\{TH - \left\{\frac{(\rho - \rho_0/\rho)g}{18\mu/\rho d^2}\left[\frac{T^2}{2} + \frac{\exp(-(18\mu/\rho d^2)T - 1)}{(18\mu/\rho d^2)^2} - T/18\mu/(\rho d^2)\right]\right\}\right\},$$

где v_x – осевая скорость потока гидросмеси, м/с; H – глубина пруда, м; T – время перехода частички из неустановившегося режима осаждения в установившийся, с; ρ_0 – плотность воды, кг/м^3; g – ускорение свободного падения, м/с^2; μ – динамическая вязкость воды, Па·с; d – диаметр частички минерала, м.

Полученные значения длины пути осаждения частичек шламов рассматриваемого минерала в пруде-отстойнике шламохранилища при изменении концентрации твердой фазы от 30 до 50 %, приведены в табл.3.

Как видно из полученных расчетных значений, при различных вариантах складирования шламов в хранилище длина участка седиментации частичек фосфора и каллофан-франколита варьирует в зоне пляжа от 5 до 10 м, в зоне пруда – до 3 м. Исследование данного вопроса позволит отработать такие параметры гидравлического складирования,

Таблица 2

Расположение границ седиментации твердой фазы гидросмеси при различных вариантах намыва, м

Показатель	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3		
Количество выпусков	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Граница I	70	55	50	75	61	55	85	70	60
Граница II	75	60	55	85	70	65	95	75	66
Граница III	90	70	65	100	80	70	110	90	80

Таблица 3

Общая длина участка осаждения минералов апатитовой группы

Показатель	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3		
Количество выпусков	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Концентрация твердого, %					30				
Длина участка осаждения, м	2,804	2,197	2,133	2,545	2,703	2,197	2,839	2,804	2,66
Концентрация твердого, %					40				
Длина участка осаждения, м	2,404	2,129	2,186	2,025	2,568	2,129	2,219	2,404	2,56
Концентрация твердого, %					50				
Длина участка осаждения, м	2,552	2,142	2,266	1,773	2,562	2,142	1,878	2,552	2,572

которые будут способствовать концентрации полезного минерала в определенной области шламохранилища.

Образование техногенного месторождения с заданным распределением полезного компонента позволит сократить затраты при будущем извлечении сырья для использования в сельском хозяйстве, его транспортировке, а также уменьшить объемы внесения в почву.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гончаров С.А.* Перемещение и складирование горной массы: Учебник. М.: Изд-во МГГУ, 1996. 284 с.

2. *Andrew J.* et al. Utilization of Phosphatic Clay Waste In Concrete. Fl.: University of Florida, 2007.

3. *Ishimov A.* Bestimmung der Sedimentationslänge der Phosphorteilchen aus Phosphataufbereitungsabgänge bei der hydraulischen Deponierung im Tailing / A.Ishimov, C.Drebenstedt. Freiberger Forschungsforum 59. BHT 2008.

4. *Ten V.N.* Qizilqum fosforit majmuasining kengaytirischi va rekonstrukciyasi: technik-iqtisodiy asoslasch. ZR.: NKMK, 2001.

5. *Zhang P.* et al. Recovery of Phosphate from Florida Phosphatic Clays. Fl.: FIPR, 2001.