

Технология и организация строительного производства

УДК 624.04:539.3:534

DOI: 10.14529/build160306

К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ В ПРОЦЕССЕ ОБОГАЩЕНИЯ ПЕСКОВ

С.Н. Сальников^{1,2}, Г.З. Карандаев³

¹ Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти

² ООО «Экотранс», г. Тольятти

³ ООО «Гидромехстройпроект», г. Тольятти

Анализируются результаты производственных исследований эффекта расслоения песка по крупности в трубопроводе мелкого продукта конического грохота по а.с. №441041, на основе которых определены основные требования к конструированию сужающихся лотков. Приведены результаты лабораторных исследований модели сужающегося лотка, подтвердившие возможность эффективного обогащения песка без привнесения дополнительной энергии. Предлагается принципиальная технологическая схема обогащения песка в процессе самотечного гидротранспорта в сужающихся лотках с прогнозируемыми качественными показателями процесса.

Ключевые слова: обогащение, сужающийся лоток, расслоение по крупности, сгущение, сегрегация, мобильная установка.

В условиях, когда отсутствует контроль качества песка – одного из основных компонентов бетонов и растворных смесей – и множества факторов разрушения бетонных и железобетонных конструкций с тяжелыми последствиями, необходимость разработки технологии обогащения песка становится очевидной. Доминирующим условием производства обогащенного песка является его низкая себестоимость. При этом поставщик песка стремится к максимальной возможной прибыли, а потребитель желает приобрести его по возможно низкой цене, что приводит к трудно преодолимому препятствию в условиях рыночной экономики.

В представленной работе авторы рассматривают возможность обогащения песка с использованием эффекта расслоения по крупности по высоте сужающегося гидротранспортного лотка. Первоначальное подтверждение возможности использования этого эффекта было получено в экспериментах в производственных условиях [1], основанных на теоретических представлениях и экспериментальных данных [2, 3].

В качестве лотка для проведения экспериментов использовалась сливная труба мелкого продукта конического грохота (КГ) диаметром 500 мм с открытым верхом и наклонная по ходу истечения пульпы на 18°. В нижней части трубы в особых гнездах подвижно были установлены пробоотборные трубки диаметром 36 мм, первая из которых на расстоянии ≈ 5 м от конусного грунтоборника, а вторая и третья – соответственно на расстояниях 200 мм между ними. Этим достигалась относительная стабилизация

течения пульпы и возможность расслоения песка по крупности по глубине потока $h_{п}$, а так же снижения эффекта возмущения течения пульпы у приемного зева пробоотборных трубок при обтекании впереди стоящих (см. рис. 1).

Открытый верх трубы использовался для контрольного отбора и анализа проб, отобранных специальным прибором типа батометра.

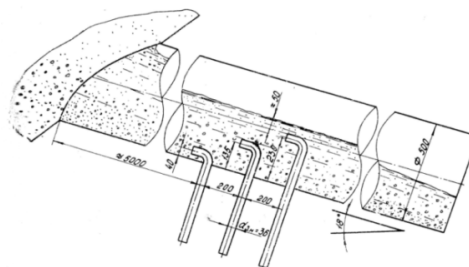


Рис. 1. Схема отбора проб гидросмеси мелкого продукта на коническом грохоте

Одновременный отбор проб в тарированные ёмкости с контролем времени отбора позволял определить одновременно три важных параметра:

– расход отбираемой пробы

$$Q_{ср} = U_{ср} W_{ср.с.}$$

где $Q_{ср}$ – объёмный расход пульпы в каждом эксперименте, м³/с; $W_{ср.с.}$ – площадь смоченного сечения лотка по оси средней пробоотборной трубки;

$$U_{ср} = \frac{\sum U_i}{3},$$

где в свою очередь U – скорость входа пульпы в зев каждой пробоотборной трубки;

Технология и организация строительного производства

– средневзвешенную крупность d_{cp} песка в отобранной пробе;

– суммарное содержание частиц крупностью менее 0,15 мм в исходном песке.

Результаты экспериментов переработаны и сгруппированы по однородным расходам с целью более чёткого представления графиков функций (табл. 1 и рис. 2–5)

$$\frac{d_i}{d_{cp,i}} = f\left(\frac{h_i}{h_n}\right) \text{ и } \frac{\beta_i}{\beta_{исх}} = \varphi\left(\frac{h_i}{h_n}\right).$$

Здесь d_i – средневзвешенный диаметр песка в каждой отобранной пробе; $d_{cp,i}$ – осреднённый диаметр песка по трём пробам; h_i – ордината оси зева пробоотборных трубок; h_n – ордината смоченного сечения потока пульпы в лотке по оси средней пробоотборной трубки.

Аналогично: β_i – содержание частиц менее 0,15 мм в каждой отобранной пробе песка; $\beta_{исх}$ – осреднённое по всему сечению потока.

Точность экспериментов в производственных условиях недостаточна, но и они дают общее представление об основных закономерностях обогащения песка в открытых лотках с самотечным

гидротранспортом пульпы – ниже они изложены по степени их влияния на качество обогащения.

Прежде чем перейти к основным выводам по результатам натуральных экспериментов следует оговорить техническую сторону условий проведения исследований:

– достаточно большой уклон лотка (сливной трубы КГ) – 18° – принят из условий возможного попадания частиц гравия крупностью 5–20 мм в мелкий продукт КГ по причинам неправильного выбора размера межколосниковой щели (в особенности – в коническом сите), износа колосников, ориентирования колосников в секциях сита спутно потоку пульпы и т. п., что значительно сокращает время расслоения песка по крупности по высоте потока;

– круглое поперечное сечение заведомо проигрывает прямоугольному, так как высота участка (глубина) потока, на котором происходит расслоение частиц песка по крупности, неодинакова по ширине (диаметру) лотка.

Анализ данных табл. 1 и графиков на рис. 2–5 позволяет высказать следующее:

– средневзвешенный диаметр частиц песка в отобранных пробах по мере приближения отборника к поверхности потока пульпы в лотке снижа-

Таблица 1

Результаты экспериментов отбора проб гидросмеси мелкого продукта на коническом грохоте

№ опыта	Q_{cp} , м ³ /с	d_{cp} , мм	$\beta_{исх}$, %	d_i/d_{cp} при h_i/h_n		$\beta_i/\beta_{исх}$ при h_i/h_n	
				0,1	0,7	0,1	0,7
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,383	1,21	4,83	1,43	0,64	0,75	1,14
11	0,352	1,21	5,51	1,20	0,60	0,30	1,64
12	0,374	0,72	4,59	1,26	0,60	0,71	1,24
2	0,475	1,11	3,60	1,24	0,74	0,64	1,25
5	0,499	1,15	4,17	1,60	0,60	0,68	1,29
9	0,445	1,25	3,80	1,61	0,57	0,64	1,34
10	0,494	1,83	2,77	1,61	0,36	0,53	1,55
3	0,452	0,88	8,43	1,26	0,57	0,31	1,64
4	0,413	0,68	11,30	1,51	0,64	0,39	1,51
6	0,417	0,91	6,21	1,23	0,62	0,79	1,21
7	0,447	0,93	6,39	1,48	0,76	0,50	1,38
8	0,465	1,13	7,70	1,20	0,55	0,70	1,25

Примечание: Колонки 5, 6, 7 и 8 рассчитаны по графикам зависимостей $d_i/d_{cp} = f(h_i/h_n)$ и $\beta_i/\beta_{исх} = \varphi(h_i/h_n)$.

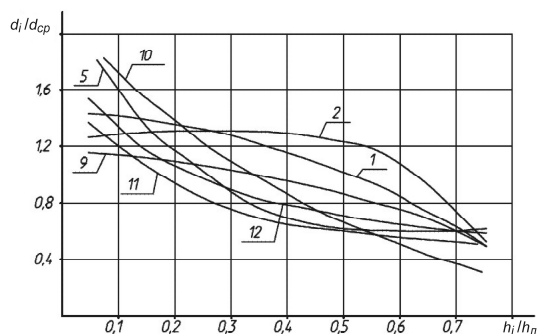


Рис. 2. Зависимость относительной крупности песка d_{cp} от уровня отбора проб в лотке (опыты 1, 2, 5, 9, 10, 11 и 12)

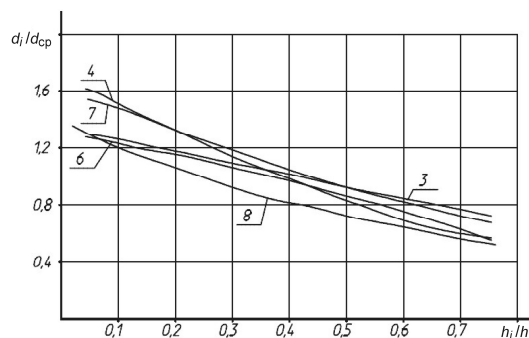


Рис. 3. Зависимость относительной крупности песка d_{cp} от уровня отбора проб в лотке (опыты 3, 4, 6, 7 и 8)

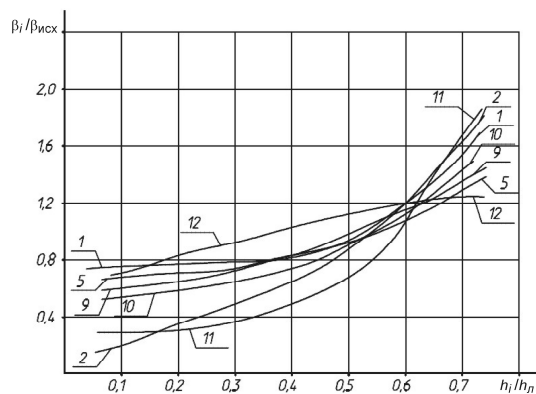


Рис. 4. Зависимость относительного содержания частиц мельче 0,15 мм в пробах песка от изменения уровня отбора проб (опыты 1, 2, 5, 9, 10, 11 и 12)

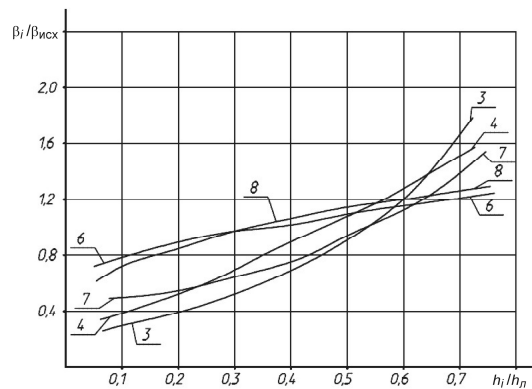


Рис. 5. Зависимость относительного содержания частиц мельче 0,15 мм в пробах песка от изменения уровня отбора проб (опыты 3, 4, 6, 7 и 8)

ется в 4,47 раза (опыт 10), а выход частиц мельче 0,15 мм возрастает до 5,29 раза (опыт 3);

- чем больше величина $d_{\text{ср}}$ песка в исходной пульпе (мелкий продукт КГ), а также чем меньше содержание частиц менее 0,15 мм в нем, тем больше выход их в поверхностные слои потока пульпы (опыты 1, 2, 10 и 11);

- при уменьшении $d_{\text{ср}}$ исходного песка относительный выход частиц менее 0,15 мм в поверхностные слои потока пульпы в лотке уменьшается (опыты 11 и 12), с увеличением содержания частиц менее 0,15 мм при равном диаметре $d_{\text{ср}}$ исследуемых песков выход их в поверхностные слои увеличивается (опыт 3 и 4);

- с уменьшением расхода пульпы мелкого продукта КГ с естественным снижением её скорости течения в лотке выход частиц менее 0,15 мм в поверхностные слои увеличивается (см. опыты 1, 11 и 12), так же как увеличивается время нахождения пульпы на мерной базе лотка, т. е. увеличивается вероятность выхода фракций – 0,15 мм в слив;

- наблюдаемое увеличение глубины (толщины) потока пульпы в лотке при увеличении её расхода несомненно способствует лучшему расслоению частиц песка по крупности;

- прямоугольное сечение лотка также, несомненно, будет способствовать большей эффективности расслоения частиц песка по крупности, так как путь восхождения мелких частиц в верхние слои потока пульпы в каждом поперечном сечении постоянный по ширине лотка. Это важное обстоятельство убедительно подтверждено как теоретически [2], так и практически работами А.И. Куприна [4, 5];

- в заключении анализа результатов натуральных исследований процессов обогащения песка по крупности в открытом лотке круглого сечения, несмотря на недостаточную точность экспериментов, следует отметить важность выявленных закономерностей процессов и достаточную убедитель-

ность полученных графических представлений (см. рис. 3–5).

Расслоение песка по крупности при самотечном гидротранспорте пульпы в лотке может происходить под воздействием двух факторов – разности скоростей осаждения частиц песка различной крупности и восходящей скорости воды, вытесняемой с придонной зоны лотка осаждаемыми частицами. Последний фактор малозначим. Ориентированием процесса обогащения песка только за счёт разности скоростей осаждения частиц также нельзя обеспечить требуемую эффективность по следующим причинам:

- осреднённая по поперечному сечению лотка скорость течения пульпы $U_{\text{ср}}$ не может быть менее $U_{\text{кр}}$, так как при критической скорости начинается процесс выпадения крупных частиц в осадок, тогда как расслоение песка по крупности возможно только во взвешенном его состоянии;

- с увеличением размера частиц песка и, естественно, скорости их осаждения, возрастает число Рейнольдса Re и неизменный спутник этого явления – турбулентность, снижающая эффективность расслоения [6];

Отсюда вытекают важные следствия:

- для снижения турбулентности в потоке пульпы скорость её течения в лотке должна приниматься по простой зависимости $U_{\text{ср}} = k \cdot U_{\text{кр}}$, где $U_{\text{кр}}$ – критическая скорость гидротранспорта, соответствующая максимальной крупности песка $d_{\text{max}} = 5$ мм, k – некий коэффициент запаса, учитывающий возможные нарушения гидравлического режима течения пульпы в лотке;

- уклон дна лотка должен приниматься по условию обеспечения самотечного гидротранспорта пульпы по условию $U_{\text{ср}} = k \cdot U_{\text{кр}}$.

В горнорудной промышленности широко используются конически сходящиеся лотки для обогащения рудного сырья с разной плотностью минеральных составляющих [7].

С целью проверки возможности совершенствования технологии обогащения песка с моно-

Технология и организация строительного производства

плотностью минеральной составляющей с использованием эффекта создания принудительного восхождения пульпы за счёт уменьшения ширины лотка по мере приближения к его разгрузочному сечению, были проведены эксперименты на лабораторном стенде, технологическая схема которого представлена на рис. 6.

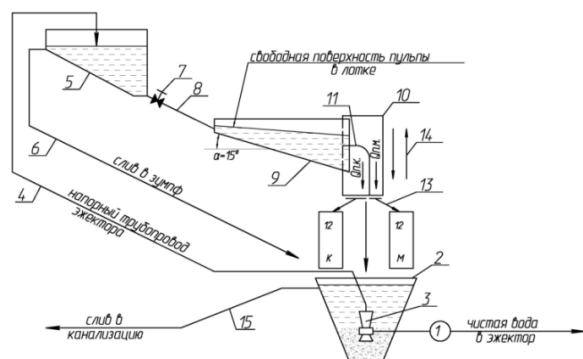


Рис. 6. Технологическая схема стенда для изучения процессов обогащения песка в конически сужающемся лотке

Работа стенда происходит в следующей последовательности:

- в грунттовую ёмкость (зумпф) 2 засыпается исследуемый грунт и устанавливается эжектор 3 с возможностью перемещения по вертикали. Затем насосом 1 вода подаётся на эжектирование в эжектор 3.

Всасываемая пульпа по напорному трубопро-

воду 4 подаётся в расходный бак 5. Постоянство уровня воды в зумпфе поддерживается подачей чистой воды из водопровода и сливом её избытка в канализацию по трубопроводу 15;

- расходный бак 5 служит для поддержания статического напора пульпы в лоток 9 и возврата избытка пульпы через трубопровод 6 в зумпф 2. Расход пульпы на лоток 9 регулируется задвижкой 7, от которой веерным лотком 8 вводится в сужающийся лоток 9 по всей ширине его приёмного зева;

- в разгрузочном сечении лотка 9 монтировано пробоотборное устройство 10 с отсекателем 11 для отбора проб крупного и мелкого продуктов в тарированные ёмкости 12 посредством гибких шлангов 13, работающих синхронно – в зумпф, в пробоотборные ёмкости 12 – посредством привода от магнитного тормоза с фиксированием времени отбора проб.

Устройство 10 с механизмом передвижения по вертикали 14 позволяло тонко регулировать толщину «срезаемого» слоя осветлённой пульпы;

- пробы пульпы крупного и мелкого продуктов после отстоя и сушки обрабатывались стандартным способом.

Результаты экспериментов представлены в табл. 2 и на рис. 7. Из табл. 2 видно, что эксперименты велись на песчаных смесях со средневзвешенной крупностью $0,40 < d_{cp} < 0,82$ мм (опыты 1, 2 и 19), т. е. отношение $d_{cp}^{max} / d_{cp}^{min} = 2,05$ – достаточно широкий размах колебаний фракционного состава песка.

Таблица 2

Результаты экспериментов на песчаных смесях в процессе обогащения песка в конически сужающемся лотке

№ опыта	Средневзвешенный диаметр песка, d_{cp} , мм	Граничное зерно разделения, $d_{гр}$, мм	Модули крупности песка – исходного и продуктов разделения		
			$M_{к,исх}$	$M_{к,к}$	$M_{к,м}$
1	0,40	0,40	1,57	1,72	1,38
2	0,40	0,37	1,60	1,70	1,42
3	0,48	0,42	1,69	1,82	1,50
4	0,52	0,29	1,85	2,11	1,62
5	0,53	0,34	1,86	2,11	1,60
6	0,54	0,32	1,89	2,19	1,64
7	0,54	0,58	1,89	2,10	1,53
8	0,60	0,56	1,99	2,18	1,68
9	0,54	0,23	1,90	2,29	1,59
10	0,58	0,44	2,00	2,24	1,74
11	0,64	0,23	1,90	2,29	1,59
12	0,60	0,48	2,06	2,38	1,57
13	0,65	0,75	2,11	2,29	1,67
14	0,62	0,33	2,12	2,40	1,88
15	0,64	0,41	2,12	2,37	1,80
16	0,66	0,43	2,12	2,44	1,61
17	0,80	0,35	2,16	2,44	1,93
18	0,70	1,20	2,18	2,40	1,78
19	0,82	1,50	2,40	2,56	1,89
20	0,57	0,54	1,95	2,10	1,65
21	0,65	0,41	2,25	2,46	2,09
22	0,57	0,35	1,97	2,26	1,63

На этих песках разделение на крупный и мелкий продукты происходило при изменении граничного зерна в пределах $0,23 < d_{гр} < 1,50$ мм (опыты 9, 11 и 19). Отношение $d_{гр}^{max} / d_{гр}^{min} = 6,5$ – также убедительный размах экспериментальных материалов для определения основных законов процессов обогащения песка в сужающемся лотках.

Зерновой состав обогащаемого песка и продуктов обогащения контролировался также показателями их модуля крупности:

$M_{к.исх}$ – исходного песка; $M_{к.к}$ – крупного продукта; $M_{к.м}$ – мелкого продукта.

Диапазон колебаний этих показателей изменялся в следующих пределах:

$$1,57 \leq M_{к.исх} \leq 2,40 \text{ (опыты 1, 19);}$$

$$1,7 \leq M_{к.к} \leq 2,56 \text{ и } 1,38 \leq M_{к.м} \leq 2,09.$$

Результаты экспериментов представлены на рис. 7 в виде графиков зависимостей $M_{к.к} = f(M_{к.исх})$ и $M_{к.м} = \varphi(M_{к.исх})$, рассмотрение которых позволяют заключить, что зависимости $M_{к.к}$ и $M_{к.м}$ от $M_{к.исх}$ линейны и могут быть представлены уравнением $y = a + bx$ решаемым способом избранных точек [7] путём составления вспомогательной табл. 3 по

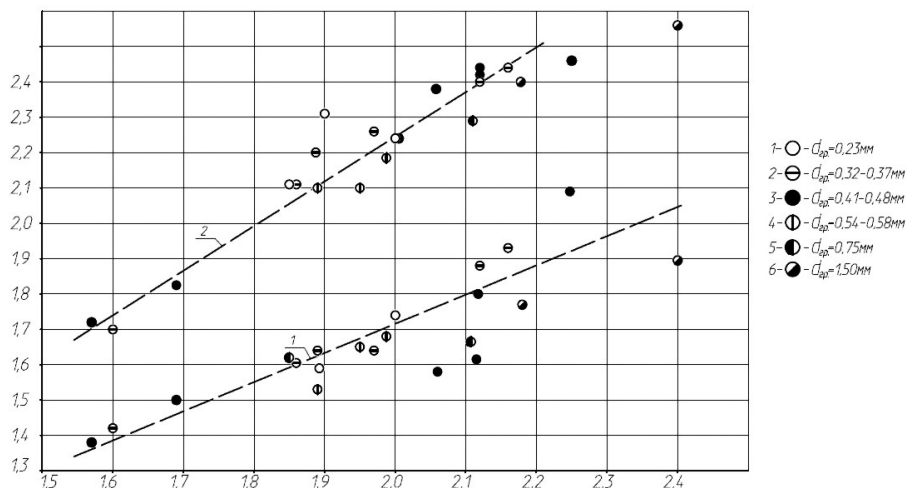


Рис. 7. Графики зависимости $M_{к.к} = f(M_{к.исх})$ и $M_{к.м} = \varphi(M_{к.исх})$ при переменном граничном зерне разделения $d_{гр}$ песка

Таблица 3

Проверка точности результатов

№ п/п	$M_{к.исх}$ (x)	x^2	$M_{к.к}$ (y)	xy	$M_{к.к}$ расчетн.	Ошибка, %
1	1,6	2,56	1,38	2,21	1,38	–
2	1,7	2,89	1,47	2,50	1,47	–
3	1,8	3,24	1,55	2,79	1,56	0,64
4	1,9	3,61	1,63	3,10	1,64	0,61
5	2,0	4,00	1,72	3,44	1,73	0,58
6	2,1	4,41	1,80	3,78	1,82	1,10
7	2,2	4,84	1,88	4,14	1,90	1,06
\sum_1^7	13,3	25,55	11,43	21,96	–	–
№ п/п	$M_{к.исх}$ (x)	x^2	$M_{к.к}$ (z)	xz	$M_{к.к}$ расчетн.	Ошибка, %
1	1,6	2,56	1,74	2,78	1,92	10,34
2	1,7	2,89	1,87	3,18	2,02	8,02
3	1,8	3,24	1,98	3,56	2,13	7,57
4	1,9	3,61	2,12	4,03	2,23	5,19
5	2,0	4,00	2,24	4,48	2,34	4,46
6	2,1	4,41	2,37	4,98	2,44	2,95
7	2,2	4,84	2,50	5,50	2,55	2,24
\sum_1^7	13,3	25,55	14,85	28,51	–	–

«сглаженным» точкам графиков на рис. 7 и равноотстоящих координат абсцисс в пределах

$$1,6 \leq M_{к.исх} \leq 2,2.$$

Параметры уравнения определены по зависимостям:

$$a = \frac{\sum x^2 \sum y - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}; b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}.$$

Здесь, $n=7$ – число равноотстоящих значений $x = M_{к.исх}$ (см. табл. 3); $y = M_{к.м}^i$ – значения модуля крупности мелкого продукта по «сглаженной» прямой функции $M_{к.м} = \varphi(M_{к.исх})$.

Расчёты по вспомогательной табл. 3 позволили определить параметры уравнения $y = a + bx$:

$$a = 0,1 \text{ и } b = 0,87 \text{ – для функции } M_{к.м} = a + bx;$$

$$a = 0,24 \text{ и } b = 1,05 \text{ – для функции } M_{к.к} = a + bx.$$

Расчётные формулы в окончательном виде представлены ниже:

$$M_{к.м} = -0,1 + 0,87 M_{к.исх}; \quad (1)$$

$$M_{к.к} = 0,24 + 1,05 M_{к.исх}. \quad (2)$$

Соответствие расчётных величин $M_{к.м}$ и $M_{к.к}$ фактическим (по «сглаженным» графикам на рис. 7) представлено в колонке 7 табл. 3.

Ошибки составляют:

для мелкого продукта – от 0,0 до 1,1 %;

для крупного продукта – от 2,2 до 10,34 %.

Отклонения расчётных точек значений $M_{к.к}$ и $M_{к.м}$, соответствующим тем же значениям на графиках рис. 7 в тех же координатах абсциссы ($M_{к.исх}$), находящаяся в основном в пределах точности экспериментов – за исключением графика функции $M_{к.к} = f(M_{к.исх})$, где явно просматривается недостаточность экспериментов по обогащению песка с малыми значениями $M_{к.исх}$. Однако, полагаясь на сложность гидравлических процессов разделения песка по фракциям в сужающихся лотках и невозможность учета всех взаимовлияющих факторов (на данном уровне теоретических представлений), эти ошибки следует считать приемлемыми.

Практическое использование полученных результатов сводится к следующему:

– имея геологоразведочные данные по зерновому составу карьерного песка можно определить, в зависимости от требований потребителей, необходимый режим обогащения: фракционирование и удаление частиц крупностью – 0,15(0,16) мм, или же только обогащение с удалением частиц – 0,15(0,16) мм и части фракции 0,31–0,15(0,16) мм – при необходимости;

– определения величины возможного приращения модулей крупности фракционированного и обогащённого песков при известном модуле крупности исходного по формулам (1) и (2);

– определение возможной технологии складирования фракционированного (обогащённого) песка в зависимости от объёма отбираемой пульпы с некондиционными фракциями песка.

Кроме того, результаты исследований позволяют разработать рекомендации для проектирова-

ния более совершенного конически сходящегося лотка, суть которых сводится к следующему:

– процесс расслоения частиц песка по глубине потока пульпы в лотке следует основывать на эффекте увеличения глубины по мере сужения лотка по ходу движения к его сливному сечению. При этом: скорость подъёма уровня пульпы в лотке должна быть согласована с величинами гидравлической крупности некондиционных фракций песка, подлежащих удалению в хвостохранилище; угол конусности лотка α° должен быть таким, чтобы воспрепятствовать возникновению мощных поперечных турбулентных течений в лотке, неизбежно вызывающих поперечную флуктуацию частиц песка, снижающих эффективность расслоения. Целесообразно использовать рекомендации [8] для выбора оптимальных параметров лотка, применительно к теории конфузора;

– так как крупные частицы (гравий) могут вызвать достаточно мощные турбулентные возмущения и даже грядобразование на днище лотка, вызывающее восходящие потоки, снижающие эффективность расслоения, то необходимо соблюсти два условия: из исходной пульпы перед подачей её в конически сходящийся лоток должны быть удалены все частицы крупностью + 5 мм и органические включения; скорость движения пульпы по лотку, выбираемая по условию $U = k U_{кр}$ (см. выше), должна быть такой, чтобы гарантировано обеспечить гидротранспорт песка во взвешенном состоянии, поэтому величина коэффициента k должна быть обоснована на экспериментальных материалах по гидротранспорту;

– концентрация песка в пульпе неконтролируема, так как она зависит от режима работы гидротранспортной системы земснаряда, поэтому величина коэффициента k должна учитывать и это обстоятельство;

– форма сужающегося лотка должна быть прямоугольна в сечении, так как при такой форме скорость течения пульпы на входе в лоток по всей ширине лотка относительно постоянна в каждый отрезок времени так же, как концентрация твёрдого в пульпе и, кроме того, глубина потока пульпы в лотке хотя и переменна по его длине, но постоянна в сечениях, что, в совокупности, создаёт наилучшие условия для процесса расслоения песка;

– складирование обогащённого песка возможно намывом при уменьшенном эффекте сегрегации песка по крупности за счёт сброса в хвостохранилище пульпы с частицами крупностью – 0,15 (0,30) мм. Складирование фракционированного песка возможно только комбинированным способом: крупный продукт – механически, мелкий – намывом;

– в работе авторов данной статьи [8] обоснована необходимость проектирования мобильных обогатительных установок, поэтому предлагаемая технология обогащения песков должна быть в мобильном варианте по блочной схеме: добычной

агрегат (земснаряд) – отбор гравия и его складирование – обогащение песка и его складирование – хвостохранилище.

Литература

1. Карандаев, Г.З. О попутном обогащении песков на конических грохотах / Сборник трудов ВНИИнеруд. – Тольятти, 1972. – Вып. 33.

2. Юфин, А.П. Гидромеханизация / А.П. Юфин. – Стройиздат, 1965. – 496 с.

3. Гидротранспорт / Н.А. Силин, Ю.К. Витошкин, В.М. Карасик, В.Ф. Очеретько. – Киев, 1971.

4. Куприн, А.И. Классификация самотечного транспорта / А.И. Куприн // Изв. вузов. Горный журнал. – 1973. – № 6. – С. 111–119.

5. Куприн, А.И. Безнапорный гидротранспорт / А.И. Куприн. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1980. – 244 с.

6. Минц, Д.М. Гидравлика зернистых материалов / Д.М. Минц, С.А. Шуберт. – М.: Изд-во Минкоммунхоза РСФСР, 1955. – 111 с.

7. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973. – 199 с.

8. Карандаев, Г.З. К вопросу разработки энергосберегающих технологий обогащения песчано-гравийных материалов способом гидромеханизации / Г.З. Карандаев, С.Н. Сальников // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2012. – № 38. – С. 26–31.

Сальников Сергей Николаевич, инженер, аспирант, Архитектурно-строительный институт, Тольяттинский государственный университет, заместитель директора ООО «Экотранс» (Тольятти), sergeisalnikov@mail.ru

Карандаев Геннадий Захарович, кандидат технических наук, Лауреат премии Совета Министров СССР, научный консультант ООО «Гидромехстройпроект» (Тольятти)

Поступила в редакцию 1 марта 2016 г.

DOI: 10.14529/build160306

ABOUT REDUCING ENERGY CONSUMPTION DURING THE SANDS CONCENTRATION PROCESS

S.N. Salnikov^{1,2}, sergeisalnikov@mail.ru

G.Z. Karandaev³

¹ Togliatti State University, Togliatti, Russian Federation

² EcoTrans, LLC, Togliatti, Russian Federation

³ Hydromechstroyproject, LLC, Togliatti, Russian Federation

The article analyzes the results of the production study of the effect of sand-size segregation in the conical screen underflow pipeline. These results lead to the identifying of the main requirements to the construction of tapering chute. The work gives the results of the laboratory study of the tapering chute model. The results prove the possibility of sand beneficiation without using additional energy. The schematic diagram of sands enrichment technology in tapering chutes in the gravity hydrotransport process with the expected quality indicators is offered.

Keywords: enrichment, tapering tray, stratification by size, concentration, segregation, mobile unit.

References

1. Karandaev G.Z. [On Passing the Enrichment of Sand on the Conical Screens] *Sbornik trudov VNIInerud* [Proceedings of VNIInerud]. Tol'yatti, 1972, iss. 33.
2. Yufin A.P. *Gidromekhanizatsiya* [Hydromechanization]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1965. 496 p.
3. Silin N.A., Vitoshkin Yu.K., Karasik V.M., Ocheret'ko V.F. *Gidrotransport* [Hydrotransport]. Kiev, 1971. 159 p.
4. Kuprin A.I. [Classification of the Gravity Transport]. *Izvestiya VUZov. Gornyy zhurnal* [Proceedings of the Universities. Mining Journal]. 1973, no. 6, pp. 111–119 (in Russ.).
5. Kuprin A.I. *Beznapornyy gidrotransport* [Unconfined Hydrotransport]. Moscow, Nedra Publ., 1980. 244 p.
6. Mints D.M., Shubert S.A. *Gidravlika zernistykh materialov* [Hydraulics Granular Materials]. Moscow, 1955. 111 p.
7. Vedenapin G.V. *Obshchaya metodika eksperimental'nogo issledovaniya i obrabotki opytnykh dannykh* [General Methodology of Experimental Research and Processing of Experimental Data]. Moscow, "Kolos" Publ., 1973. 199 p.
8. Karandaev G.Z., Sal'nikov S.N. [To the Question the Development of Energy-Saving Technologies of Enrichment of Sand and Gravel Materials Hydromechanization of Method]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction and Architecture*, 2012, no. 38, pp. 26–31 (in Russ.).

Received 1 March 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Сальников, С.Н. К вопросу снижения энергозатрат в процессе обогащения песков / С.Н. Сальников, Г.З. Карандаев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2016. – Т. 16, № 3. – С. 47–54. DOI: 10.14529/build160306

FOR CITATION

Salnikov S.N., Karandaev G.Z. About Reducing Energy Consumption during the Sands Concentration Process. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2016, vol. 16, no. 3, pp. 47–54. (in Russ.). DOI: 10.14529/build160306