

**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ
НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИДРОКЛАССИФИКАЦИИ
ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
НА РАЗДЕЛЯЕМЫЕ ЧАСТИЦЫ**

Вивчено вплив швидкості подачі пульпи і діаметра отвору піскової насадки гідроциклона на ефективність витягу часток різної крупності при імпульсному впливі на поділюваний матеріал при плинні пульпи по увігнутій конусоподібній рифленій робочій поверхні з перемінним по її довжині радіусом кривизни. Проведено порівняння витягу у піски гідроциклона і продуктів поділу на гідрокласифікаторі при роботі в другій стадії замкнутого циклу здрибнювання залізної руди.

**INFLUENCE OF REGIME PARAMETERS
ON EFFICIENCY OF HYDROCLASSIFICATION
AT PULSE INFLUENCE
ON DIVIDED PARTICLES**

Influence of speed of pulp feeding and diameter of an aperture of sand hydrocyclone nozzles on efficiency of extraction of particles of various size is studied at pulse influence on a divided material at a pulp current on a concave cone-shaped corrugated working surface with variable on its length in radius of curvature. Comparison of extraction of particles in sand of a hydrocyclone and division products on the hydroqualifier is carried out at work in the second stage of the closed cycle of iron ore crushing.

В практике обогащения для классификации тонкозернистых материалов широко применяются гидроциклоны. Эти аппараты характеризуются простотой конструкции, стабильными показателями в работе. Однако, несмотря на их достоинства, имеют также ряд недостатков, наиболее существенный из которых – высокая замельченность песков, приводящая к увеличению циркуляционной нагрузки на мельницу [1].

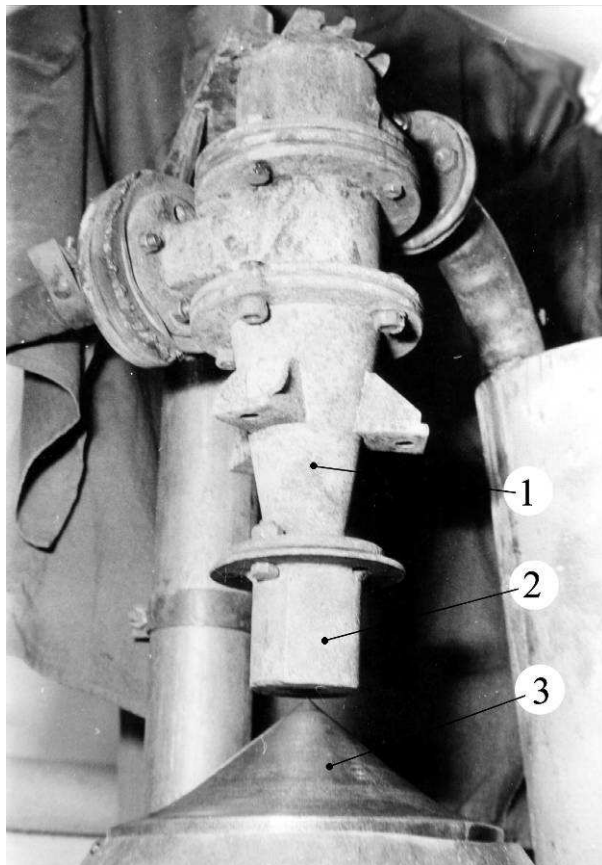
В работе [2] предложено для повышения эффективности работы гидроциклона путем отделения в песках крупных частиц от мелких под его песковую насадку установить гидрокласификатор, имеющий вогнутую конусообразную рифленую рабочую поверхность с переменным по ее длине радиусом кривизны. Для наиболее эффективного использования классификатора были выполнены исследования и установлена зависимость толщины потока пульпы от его конструктивных и режимных параметров. На основе полученных данных разработан опытный образец конусного классификатора.

Конусный классификатор имел следующие конструктивные параметры: диаметр основания 260 мм, высота 100 мм и переменный радиус кривизны вогнутой рабочей поверхности, уменьшающийся от вершины конуса к основанию с 500 до 50 мм.

Целью данной работы является оценка влияния скорости подачи пульпы и диаметра отверстия песковой насадки гидроциклона на эффективность извлечения частиц различной крупности при импульсном воздействии на разделяе-

мый материал (в данном случае – удар частиц о рабочую поверхность и нанесенные на нее рифления) при течении пульпы по вогнутой конусообразной рифленой рабочей поверхности с переменным по ее длине радиусом кривизны.

На стенде для исследований классификации минерального сырья (рис. 1) выполнены технологические испытания по изучению этого процесса. Для испытаний использовалась модельная кварцевая смесь крупностью частиц +0 –2,0 мм. Содержание твердого в жидкости составляло до 20 %.



1 – гидроциклон; 2 – песковая насадка; 3 – гидроклассификатор с вогнутой конусообразной рифленой рабочей поверхностью

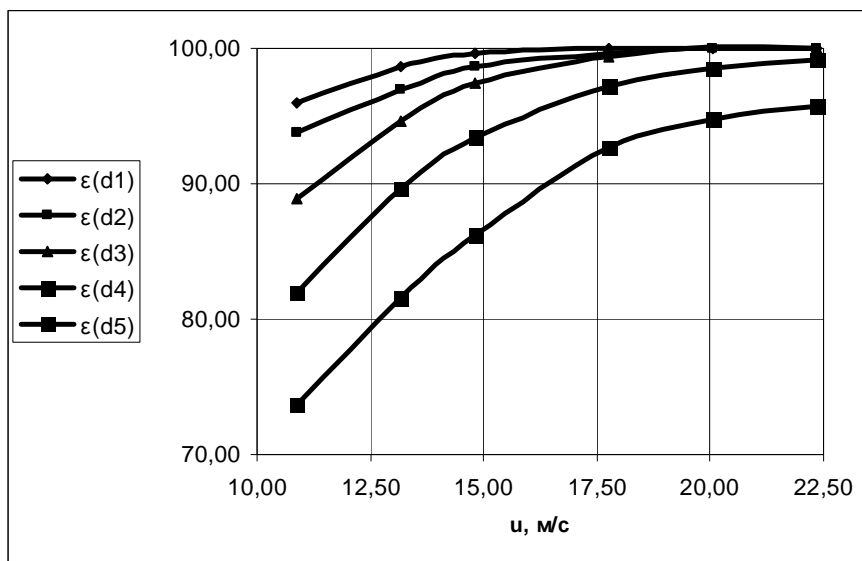
Рис. 1 – Стенд для исследований процесса классификации

На стенде устанавливался гидроциклон (см. рис. 1) со сменными песковыми насадками с размерами отверстий 8, 10 и 12 мм, обеспечивающими различную производительность.

Под гидроциклоном монтировался гидроклассификатор, имеющий вогнутую конусообразную рифленую рабочую поверхность с переменным по ее длине радиусом кривизны.

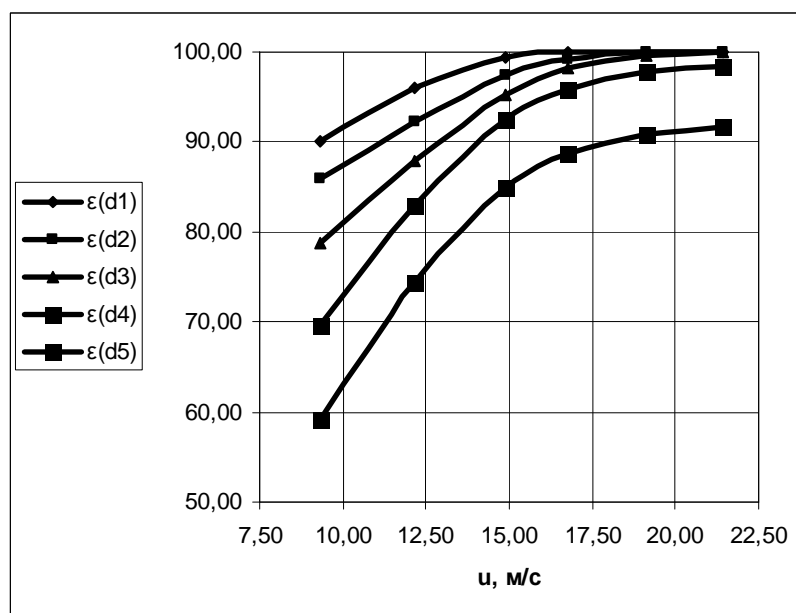
Пульпа из песковой насадки гидроциклона поступает на рабочую поверхность классификатора, растекается по ней в виде тонкослойного потока и движется вниз. Крупные частицы вследствие удара об эту поверхность и нанесенные на ней рифления выбрасываются из пульпы в пески, мелкие остаются в ней и уносятся в слив.

На рисунках 2-4 представлены зависимости извлечения частиц ε различных классов крупности от скорости подачи пульпы u при диаметрах отверстия песковой насадки $d_H = 8, 10$ и 12 мм.



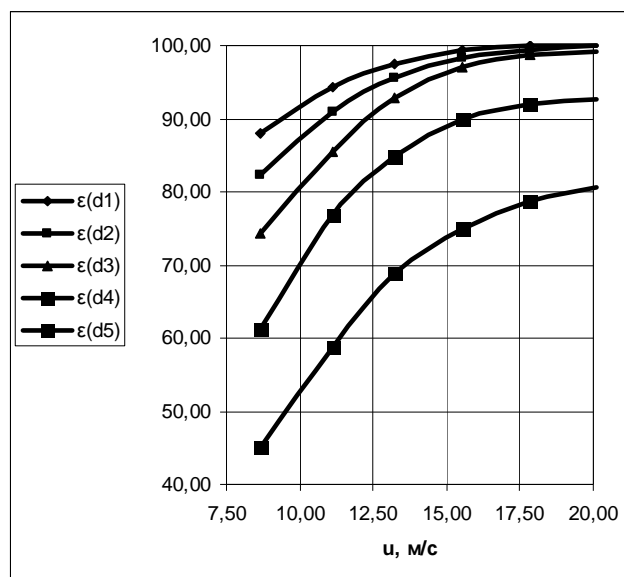
$d_1 = +1,6-2,0$ мм; $d_2 = +1,0-1,6$ мм; $d_3 = +0,63-1,0$ мм;
 $d_4 = +0,315-0,63$ мм; $d_5 = +0,2-0,315$ мм

Рис. 2 – Зависимость извлечения частиц ε различных классов крупности от скорости подачи пульпы u при диаметре отверстия песковой насадки $d_H = 8$ мм



$d_1 = +1,6-2,0$ мм; $d_2 = +1,0-1,6$ мм; $d_3 = +0,63-1,0$ мм;
 $d_4 = +0,315-0,63$ мм; $d_5 = +0,2-0,315$ мм

Рис. 3 – Зависимость извлечения частиц ε различных классов крупности от скорости подачи пульпы u при диаметре отверстия песковой насадки $d_H = 10$ мм



$$d_1 = +1,6-2,0 \text{ мм}; d_2 = +1,0-1,6 \text{ мм}; d_3 = +0,63-1,0 \text{ мм};$$

$$d_4 = +0,315-0,63 \text{ мм}; d_5 = +0,2-0,315 \text{ мм}$$

Рис. 4 – Зависимость извлечения частиц ϵ различных классов крупности от скорости подачи пульпы u при диаметре отверстия песковой насадки $d_n = 12$ мм

Как видно из графиков, извлечение увеличивается с уменьшением диаметра отверстия песковой насадки и повышением скорости подачи пульпы, при $d_n = 8$ мм и $u = 15$ м/с составляет 98-100 % для частиц крупностью +1,6–2,0; +1,0–1,6; +0,63–1,0 мм. Извлечение частиц крупностью +0,315–0,63; +0,2–0,315 мм при тех же условиях достигает 85-93 %.

При увеличении скорости подачи пульпы извлечение классов +1,6–2,0; +1,0–1,6; +0,63–1,0 мм повышается до 100 %, а частиц крупностью +0,315–0,63; +0,2–0,315 мм – до 95-97 %.

Из графиков также следует, что за счет увеличения скорости подачи пульпы можно обеспечить достаточно высокие показатели извлечения при диаметрах отверстия песковой насадки $d_n = 10$ и 12 мм.

Полученные данные дают возможность говорить о двух областях использования гидроклассификатора. Одна из них позволяет при высоком извлечении реализовать малую производительность. Работать во второй области следует тогда, когда вместе с высоким извлечением требуется более высокая производительность.

Таким образом, в соответствии с поставленной целью установлены следующие результаты.

При использовании гидроклассификатора, имеющего вогнутую конусообразную рифленую рабочую поверхность с переменным радиусом кривизны, извлечение увеличивается с уменьшением диаметра отверстия песковой насадки и повышением скорости подачи пульпы, при $d_n = 8$ мм и $u = 15$ м/с составляет 98-100 % для частиц крупностью +1,6–2,0; +1,0–1,6; +0,63–1,0 мм. Извлечение частиц крупностью +0,315–0,63; +0,2–0,315 мм при тех же условиях достигает

85-93 %. При увеличении скорости подачи пульпы извлечение классов +1,6–2,0; +1,0–1,6; +0,63–1,0 мм повышается до 100 %, а частиц крупностью +0,315–0,63; +0,2–0,315 мм – до 95-97 %.

На основании полученных результатов проведено сравнение извлечения частиц в песках гидроциклона и продуктов разделения на гидроклассификаторе при работе во второй стадии замкнутого цикла измельчения железной руды (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнение извлечения в пески гидроциклона и продуктов разделения гидроклассификатора

Классы крупности материала, мм	Извлечение в пески гидроциклона, %	Извлечение в пески гидроклассификатора, %	Извлечение в слив гидроклассификатора, %
+2,5	0,3	0,3	-
+1,6-2,5	1,1	1,1	-
+1,0-1,6	4,1	4,1	-
+0,63-1,0	9,3	8,83	0,465
+0,315-0,63	10,7	9,39	1,31
+0,2-0,315	28,0	23,25	4,75
+0,1-0,2	26,0	6,53	19,47
+0,05-1,0	7,8	0,76	7,04
0-0,05	12,7	0,045	12,655
Σ	100,0	54,31	45,69
Извлечение по классу –0,315 мм, (%)	74,5	30,59	43,91

Как видно из таблицы, извлечение в пески гидроциклона по классу –0,315 мм составляет 74,5 %, а при использовании под песковой насадкой гидроциклона гидроклассификатора в пески извлекается 30,59 % по классу –0,3 мм. Следовательно, замельченность песков гидроциклона по классу –0,3 мм снижается на 43,91 %.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод о перспективности использования гидроклассификатора в замкнутых циклах измельчения. Это позволит в песках гидроциклона отделить готовый продукт и направить его далее в процесс, а также снизить циркуляционную нагрузку на мельницу.

Полученные данные будут использованы при разработке методики расчета оптимальных технологических параметров классификатора для требуемого типоразмера гидроциклона, которые обеспечат эффективное извлечение из его песков частиц заданной крупности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шохин В.Н. Гравитационные методы обогащения. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1980. – 400 с.
2. Шевченко А.И. Исследование пленочного течения жидкости по вогнутой конусообразной рифленной поверхности с переменным радиусом кривизны / А.И. Шевченко // Геотехническая механика: Сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. – 2005. – Днепропетровск. – Вып. 57. – С. 129-135.