

А.А. Андрейцов, ведущий инженер-конструктор,
В.Ю. Епихин, главный конструктор проектов
(Украина, г. Луганск, Государственное предприятие Государственный
проектно-конструкторский институт обогатительного оборудования
“Гипромашуглеобогащение”)

“Результаты промышленных испытаний сепаратора спирального типа ССп-1,0×2-М на углях различных марок”

Применение спиральных сепараторов для обогащения угольной мелочи является старой идеей, которая недавно реализована в угольной промышленности Украины.

До этого, в конце 70-х – начале 80-х годов для горнорудной промышленности Австралии был специально разработан спиральный сепаратор для выделения угля из высокочольных продуктов. Этот спиральный сепаратор с полным основанием рассматривался как относительно недорогой и надежный в эксплуатации аппарат для обогащения угольной мелочи.

В 1980 году был введен в эксплуатацию угольный спиральный сепаратор Wright, в 1982 году – углеобогащительный спиральный сепаратор фирмы Mineral Deposits Limited марки 10, а во второй половине 1984 года – углеобогащительная спираль Vickers Wiong. Конструкция каждого сепаратора отличалась друг от друга как по профилю поперечного сечения желоба, так и по различному расположению отсекателей.

Сначала в первой половине 80-х годов для обогащения угольной мелочи были введены в эксплуатацию спиральные сепараторы в угольной промышленности Австралии, Южной Африки и Канады, а в 1985 году – в угольной промышленности США.

Отсутствие отечественного оборудования для обогащения шламов позволило ряду зарубежных компаний, таких как “Multotec” (ЮАР), “Mineral Deposits Limited” (Австралия), внедриться на рынок Украины и России, поставив отечественных углепереработчиков в зависимость от поставок импортного дорогостоящего оборудования и запчастей.

Учитывая тенденцию внедрения оборудования зарубежных фирм на украинский рынок и прислушиваясь к запросам отечественных потребителей в 2001 году Государственным Предприятием ГПКИОО “Гипромашуглеобогащение” (г. Луганск) был разработан и изготовлен сепаратор спиральный типа ССп-1,0×2-М. Промышленные испытания сепаратора, которые были проведены на ряде обогатительных фабриках, перерабатывающих различные марки углей, убедительно доказали, что сепаратор представляет собой достаточно эффективный углеобогащительный аппарат.

Спиральный сепаратор типа ССп-1,0×2-М предназначен для использования в угольной промышленности, в частности для обогащения угольных шламов крупностью от 0,1 до 3 мм, но может применяться и на предприятиях других отраслей, перерабатывающих полезные ископаемые плотностью не более 2 500 кг/м³.

Спиральный сепаратор (рисунок) состоит из двух пяти-витковых спиралей 1 диаметром 1000 мм (работающих параллельно), двух питателей 2, разгрузчика 3 и стойки 4.

Питатель предназначен для предварительного формирования потока пульпы, поступающей из пульпопровода, с целью плавного ввода его на желоб сепаратора. Питатель состоит из полиуретанового корпуса и крышки.

Желоб представляет собой пластиковую спиральную конструкцию, покрытую футеровкой из износостойкого композиционного материала на основе бутадиенового каучука. И пластиковый каркас спирали, и футеровка изготавливаются цельнолитыми, то есть не имеют стыков по всей длине спирали, что исключает возможность отслаивания футеровки и нарушения технологического процесса.

Пульпа, поступающая на желоб из питателя, движется потоком сверху вниз по винтовой линии, разворачивающимся в веер. На частицы угля в данном потоке действуют силы: тяжести, трения, гидродинамическая и центробежная, а также оказывает действие вертикальная составляющая скорости потока воды.

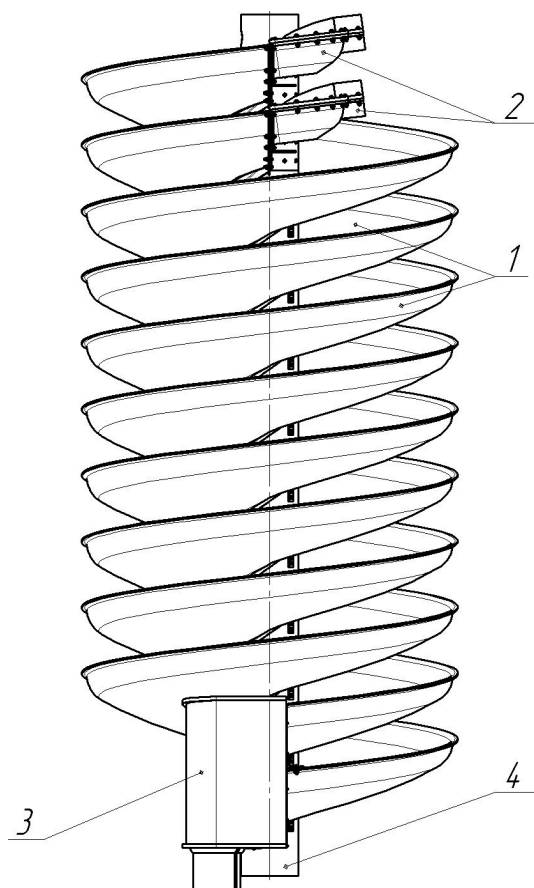


Рисунок – Сепаратор спиральный типа ССп-1,0×2-М

Взаимодействие указанных сил приводит к тому, что частицы разной плотности по

дну винтового желоба двигаются с различными скоростями. При этом породные частицы транспортируются у внутреннего борта, промпродуктовые сосредотачиваются в центральной зоне, а концентратные фракции совместно с тонкими, высокозольными шламами – у внешнего борта. Далее поток с желоба поступает в разгрузчик.

Разгрузчик сепаратора предназначен для разделения потока на отдельные струи, несущие концентрат, промпродукт и отходы. Он состоит из двух отсекаателей и цельнолитого корпуса из полиуретана с тремя патрубками для вывода продуктов обогащения. Поворотом отсекаателей вокруг вертикальной оси достигается регулировка выхода каждого продукта.

Техническая характеристика сепаратора спирального типа ССп-1,0×2-М:

Диаметр желоба, мм	1000
Количество витков в желобе, шт.	5
Количество желобов, шт.	2
Крупность перерабатываемого материала, мм	0,1-3
Содержание твердого в питании, %	15-30
Производительность, т/ч, не менее	6
Габаритные размеры, мм	
длина	1045
ширина	1000
высота	2315
Масса, кг, не более	110

Первые испытания сепаратора проводились на ГОАО ГОФ “Белореченская” в январе 2002 года. С целью определения качественных и количественных показателей продуктов обогащения спиральный сепаратор был включен в технологическую схему фабрики на операцию обогащения вторичного шлама угля марки Г, поступающего в сепаратор после сгущения в гидроциклонах Ø 1000 мм. Отбор проб производился при различном содержании твердого в исходном питании сепаратора и неизменном положении отсекаателей. В результате были получены следующие показатели работы оборудования, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1

Класс, мм	Исходное питание		Концентрат		Промпродукт		Отходы	
	Выход γ, %	Зольность A ^d , %	Выход γ, %	Зольность A ^d , %	Выход γ, %	Зольность A ^d , %	Выход γ, %	Зольность A ^d , %
Опыт № 1 (уголь марки Г)								
+ 0,16	63,9	24,4	36,5	4,8	20,6	45,8	7,9	82,5
0-0,16	36,1	76,9	13,3	64,6	14,8	79,7	6,9	88,7
Итого	100	43,38	49,8	20,82	35,4	59,95	14,8	85,4
Содержание твердого, г/л	350		Не определялось		Не определялось		Не определялось	
Опыт № 2 (уголь марки Г)								
+ 0,16	64,6	21,5	37,99	5,4	20,33	42,1	8,94	83,9
0-0,16	35,4	84,3	11,4	80,6	13,74	80,5	7,6	90,0
Итого	100	43,74	49,39	22,76	34,07	57,59	16,54	86,7
Содержание твердого, г/л	445		Не определялось		Не определялось		Не определялось	

Класс 0-0,16 мм представлен тонкими илистыми частицами, которые имеют высокую зольность – 76-84 %, но при этом плохо извлекаются в тяжелый продукт. Извлечение илов в отходы составляет около 20 %.

Для промышленных испытаний на различных марках угля спиральный сепаратор был установлен в филиале ООО Фирмы “Кассиопея-ГОФ Михайловская”. Для определения качественных и количественных показателей оборудования на спиральный сепаратор направлялись сгущенные продукты гидроциклонов ГЦ-1000, ГЦ-710, ГЦ-350, ГЦ-650 в которых сгущались первичные и вторичные шламы. Положение шиберов, отсекающих

продукты обогащения в разгрузке спирали не изменялось при проведении всех опытов. Наиболее характерные результаты опробования при различном составе питания и различных режимах работы оборудования приведены в таблице 2.

Таблица 2

Класс, мм	Исходное питание		Концентрат		Промпродукт		Отходы	
	Выход $\gamma, \%$	Зольность $A^d, \%$	Выход $\gamma, \%$	Зольность $A^d, \%$	Выход $\gamma, \%$	Зольность $A^d, \%$	Выход $\gamma, \%$	Зольность $A^d, \%$
Опыт № 1 (уголь марки К)								
+ 1,0	–	–	39,3	5,1	22,5	19,1	–	–
0,2-1,0	–	–	33,9	13,2	45,1	34,2	–	–
0-0,2	–	–	26,8	49,7	32,4	63,6	–	–
Итого	100	31,1	100	19,8	100	40,3	100	73,5
Содержание твёрдого, г/л	525		420		710		920	
Опыт № 2 (уголь марки ДГ)								
+ 1,0	–	–	35,5	4,6	3,4	54,7	1,8	87,8
0,2-1,0	–	–	15,6	13,7	5,6	40,6	4,9	86,4
0-0,2	–	–	48,9	71,0	91,0	83,6	93,3	80,9
Итого	100	60,2	100	38,5	100	80,2	100	81,3
Содержание твёрдого, г/л	615		430		780		1220	
Опыт № 3 (уголь марки Ж)								
+ 1,0	–	–	67,6	10,9	25,4	19,4	–	–
0,2-1,0	–	–	7,0	12,6	5,9	15,7	10,0	76,0
0-0,2	–	–	25,4	52,8	68,7	63,0	90,0	68,7
Итого	100	29,4	100	21,7	100	49,1	100	69,4
Содержание твёрдого, г/л	570		500		660		1070	

Следующие промышленные испытания спирального сепаратора проводились на ОП ГОФ “Самсоновская”. Сепаратор был включен в технологическую схему фабрики на операцию обогащения вторичного шлама угля марки Ж, поступающего в сепаратор после сгущения в гидроциклоне Ø 250 мм.

Качественные и количественные показатели исходного продукта и продуктов обогащения приведены в таблице 3.

Таблица 3

Класс, мм	Исходное питание		Концентрат		Промпродукт		Отходы	
	Выход $\gamma, \%$	Зольность $A^d, \%$	Выход $\gamma, \%$	Зольность $A^d, \%$	Выход $\gamma, \%$	Зольность $A^d, \%$	Выход $\gamma, \%$	Зольность $A^d, \%$
Опыт № 1 (уголь марки Ж)								
+ 1,0	2,2	9,5	1,94	6,8	0,63	8,6	1,1	73,0
0,5-1,0	57,14	9,0	39,29	7,0	26,92	14,0		
0-0,5	40,66	44,5	9,36	25,4	11,08	40,9		
Итого	100,0	23,44	50,59	10,4	38,63	21,6	10,78	76,95
Содержание твёрдого, г/л	440		Не определялось		Не определялось		Не определялось	
Опыт № 2 (уголь марки Ж)								
+ 1,0	5,15	7,5	4,19	7,9	29,42	25,5	0,14	51,0
0,5-1,0	61,86	15,0	34,44	8,4	5,18	19,2	1,13	77,7
0-0,5	32,99	49,8	7,26	21,9	5,29	30,3	12,95	77,8
Итого	100,0	26,09	45,89	10,49	39,89	25,32	14,22	77,53
Содержание твёрдого, г/л	360		Не определялось		Не определялось		Не определялось	

Более тщательные промышленные испытания сепаратора спирального типа ССп-1,0×2-М проводились на АП ЦОФ “Комсомольская”. Сепаратор был включен в технологическую схему фабрики на операцию обогащения шлама угля марки Г, поступающего в сепаратор после сгущения в гидроциклоне Ø 250 мм. В ходе проведения

испытаний было отобрано более десяти проб продуктов обогащения сепаратора и продуктов классификации гидроциклона. Наиболее характерные качественные и количественные показатели работы сепаратора приведены в таблице 4.

Таблица 4

Класс, мм	Исходное питание		Концентрат		Промпродукт		Отходы	
	Выход $\gamma, \%$	Зольность $A^d, \%$	Выход $\gamma, \%$	Зольность $A^d, \%$	Выход $\gamma, \%$	Зольность $A^d, \%$	Выход $\gamma, \%$	Зольность $A^d, \%$
Опыт № 1 (уголь марки Г)								
+ 0,5	29,68	4,4	18,12	3,1	8,78	5,0	0,32	73,8
0,125-0,5	54,09	13,16	26,17	5,47	24,23	11,01	3,91	87,42
0-0,125	16,23	41,62	9,02	40,95	7,43	46,31	2,02	84,09
Итого	100	15,18	53,31	10,67	40,44	16,19	6,25	85,64
Содержание твёрдого, г/л	338		323		337		849	
Опыт № 2 (уголь марки Г)								
+ 0,5	26,68	5,6	17,93	3,5	6,51	6,2	0,36	71,1
0,125-0,5	50,82	12,6	29,16	9,07	18,31	10,41	3,61	82,67
0-0,125	22,5	36,48	12,44	22,1	9,89	38,59	1,79	76,1
Итого	100	16,1	59,53	10,11	34,71	17,65	5,76	79,9
Содержание твёрдого, г/л	367		319		345		857	

Обобщая полученные результаты можно сделать следующие выводы:

- на спиральных сепараторах может быть получен низкозольный концентрат с зольностью от 5 % до 9 %;
- наиболее эффективно обогащается материал крупностью от 0,2 мм до 3,0 мм;
- для повышения выхода низкозольного концентрата обогащение шлама необходимо производить в две стадии;
- для удаления высокозольных илистых частиц необходимо тщательное обесшламливание как исходного продукта перед обогащением, так и концентрата после обогащения.

Промышленные испытания сепаратора спирального типа ССп-1,0×2-М на различных угольных предприятиях Украины показали его высокую технологическую эффективность и надежность, что в свою очередь, позволяет применить его в специально создаваемых комплексах для обогащения шлама. Для обеспечения необходимой производительности спиральные сепараторы могут объединяться в блоки из 4-х или 6-ти штук в комплекте с системами распределения исходного питания и сбора продуктов обогащения.

Так в промышленную эксплуатацию были введены блоки спиральных сепараторов, разработанные и изготовленные Государственным Предприятием ГПКИОО «Типромашуглеобогащение» (г. Луганск), на таких предприятиях как ЦОФ «Свердловская» ГП «Свердловантрацит», УФ ООО «ДонУголь» (г. Свердловск), ОФ «Шахты им. Михаила Чиха» (Российская Федерация). Также спиральные сепараторы составили основу комплекса для обогащения и обезвоживания шламов илонакопителя шахты «Центральная» ГП «Красноармейскуголь».

Спиральные сепараторы имеют ряд преимуществ перед другими гравитационными аппаратами. К ним относятся простота устройства, отсутствие движущихся механизмов, наглядность процесса, высокая производительность на единицу производственной площади и низкие эксплуатационные расходы.

При использовании спиральных сепараторов в схемах фабрик требуются меньшие капитальные затраты на строительство, ускоряется монтаж оборудования, уменьшается протяженность коммуникационных сетей, сокращается штат обслуживающего персонала, снижается расход воды и электроэнергии.