



Полулях А. Д.

ГП

«УкрНИИУглеобогащение»

Полулях Д. А.

Государственное  
высшее учебное  
заведение«Национальный горный  
университет»

Polulyakh A. D.

GP

«Ukrniiuglebogashchenie»

Polulyakh D. A.

State higher education  
"National mining  
university"

УДК 622.297

**ОСОБЕННОСТИ  
КОНСТРУИРОВАНИЯ  
ГИДРОГРОХОТОВ С  
КОМБИНИРОВАННОЙ  
ПРОСЕИВАЮЩЕЙ  
ПОВЕРХНОСТЬЮ ПЛОСКОЙ  
ФОРМЫ**

*Аннотация.* Рассмотрены особенности конструирования и приведены результаты лабораторных и промышленных исследований гидрогрохотов с комбинированной (неподвижная + подвижная) просеивающей поверхностью.

*Ключевые слова:* гидрогрохот, машинный класс, гидродготовка, просеивающая поверхность, кинетика грохочения.

**Постановка проблемы.** Одним из способов подготовки машинных классов из рядового угля является гидрогрохочение. Применение для этой цели гидрогрохотов с неподвижной просеивающей поверхностью (НПП) способствовало достижению высокой эффективности грохочения при больших удельных нагрузках по рядовому углю, однако при обогащении крупного машинного класса (+13 мм) в тяжелосредних сепараторах засорение надситного продукта классом 0-1 мм в большинстве случаев превышало 2%, а влажность 10%. Подобные результаты не отвечают требованиям к качеству питания тяжелосредних сепараторов.

Применение комбинированных просеивающих поверхностей (КПП) должно было решить в первую очередь эти задачи.

Сложность конструирования гидрогрохотов с КПП заключается в необходимости сочетания в одном аппарате неподвижной (НПП) и подвижной (ППП) просеивающих поверхностей. Эти сочетания имеют следующие особенности:

- приведение в соответствие скоростей движения потока материала на НПП (3-5 м/с) и ППП (0,3-0,5 м/с);

- установление паритета углов наклона НПП (30-45 град.) и ППП (до 5 град.);

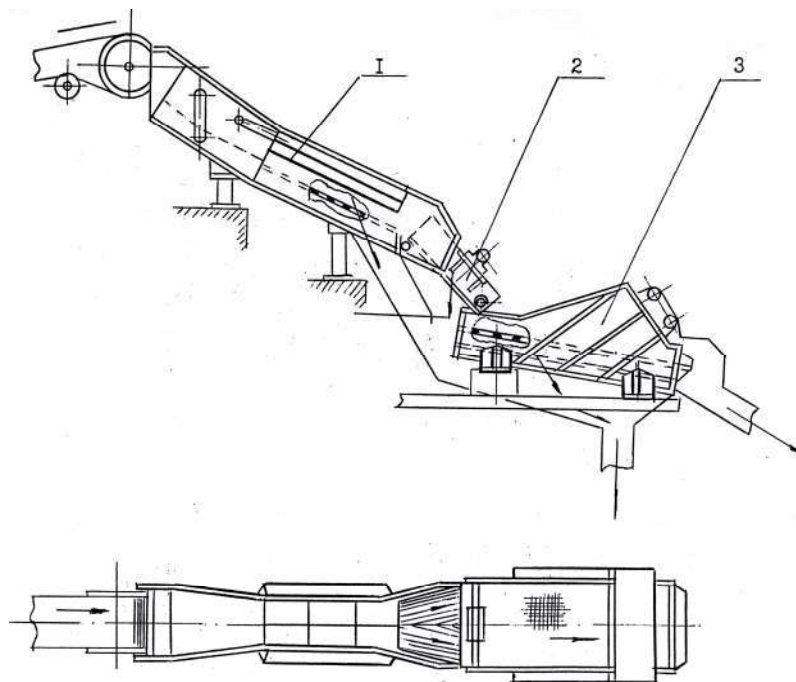
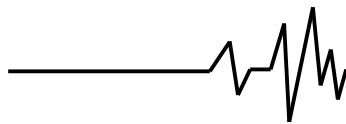
- перераспределение удельных расходов воды на гидродготовку исходного материала и на промывку надситных продуктов НПП и ППП с изменением скоростного напора струй.

**Анализ результатов промышленных испытаний.** В настоящей статье рассмотрены результаты лабораторных и промышленных исследований по созданию гидрогрохота с комбинированной просеивающей поверхностью плоской формы типа ГГК.

Гидрогрохот ГГК (гидрогрохот гидравлический комбинированный) предназначен для мокрого подготовительного грохочения рядовых углей по граничной крупности 10(13) мм на обогатительных фабриках с глубиной обогащения 0(0,5) мм.

Принципиальная схема гидрогрохота ГГК приведена на рис. 1.

Гидрогрохот ГГК состоит из загрузочного устройства, корпуса неподвижной просеивающей поверхности (НПП), комбинированной просеивающей поверхности с увеличивающейся по длине амплитудой колебаний и подвижной просеивающей поверхностью с постоянной по длине амплитудой колебаний (ППП).



**Рис. 1. Принципиальная схема гидрогрохота ГГК:**

**1 – неподвижная просеивающая поверхность; 2 – подвижная просеивающая поверхность с увеличивающей по длине грохота амплитудой колебаний; 3 – подвижная просеивающая поверхность с постоянной по длине грохота амплитудой колебаний**

Принцип работы гидрогрохота ГГК заключается в следующем.

Рядовой уголь с ленточного конвейера поступает в загрузочную часть гидрогрохота, где происходит его гидроподготовка. Далее пульпа поступает на НПП, где под действием гидродинамических струй происходит промывка надрешетного продукта.

После НПП надрешетный продукт переходит на промежуточную секцию (участок КПП с возрастающей по длине амплитудой колебаний), где плавно теряет скорость движения и распределяется по ширине (практически на промежуточной секции сит происходит дополнительное выделение классов меньше граничной крупности разделения в подрешетный продукт) ППП с постоянной амплитудой колебания, где происходит контрольное грохочение надрешетного продукта и его обезвоживание.

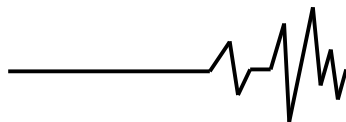
Для разработки гидрогрохота ГГК выполнены экспериментальные исследования на его лабораторной модели, техническая характеристика которой приведена в табл. 1 и обобщен опыт работы агрегатных установок гидрогрохотов с НПП и инерционных грохотов.

Как показал многолетний положительный опыт эксплуатации агрегатных установок гидрогрохота с НПП с инерционными грохотами, важнейшим узлом подобного сочетания является промежуточное соединительное звено

(промежуточная секция) между НПП и ППП. Основными функциями этого узла являются обеспечение равномерного распределения грохотимого материала при переходе его с узкого неподвижного участка сита на широкий участок вибрирующего сита и снижение при этом скорости перемещения материала до значений, обеспечивающее эффективное использование рабочей поверхности аппарата. Кроме того, на промежуточной секции, выполненной с просеивающей поверхностью, может осуществляться дополнительный рассев материала и его обезвоживание.

С целью выбора рациональной конструкции промежуточной секции на лабораторной установке, представляющей собой геометрически подобную модель грохотов ГГН2,7 и ГИСЛ62 (масштаб моделирования 10), были испытаны несколько видов распределительных устройств с различной формой и динамикой рабочей поверхности.

Распределительные устройства в плане представляют равнобедренную трапецию, меньшее основание которой по ширине равно НПП и шарнирно соединено с ней, а большее основание равно ППП. Одно из устройств имело традиционную плоскую форму рабочей поверхности, а у другого она была представлена частью боковой поверхности усеченного конуса, обращенной выпуклостью вверх.



Таблиця 1

## Техническая характеристика гидрогрохотов ГГК

Параметры	Единица измерения	Численные значения		
		лабораторная установка	ГГК500	ГГК1000
Производительность	т/ч	3,6	500	1000
Площадь просеивающей поверхности неподвижного сита промежуточной секции подвижного сита	м <sup>2</sup>	0,172	8,7	16,2
	м <sup>2</sup>	0,042	2,7	4,2
	м <sup>2</sup>	0,020	1,0	2,0
	м <sup>2</sup>	0,112	6,0	10,0
Длина просеивающей поверхности неподвижного сита промежуточной секции подвижного сита	м	0,56	3500	3500
	м	0,15	1500	1500
	м	0,56	3750	5000
Ширина просеивающей поверхности неподвижного сита промежуточной секции подвижного сита	м	0,075	780	1200
	м	0,08/0,195	780/1500	1200/2000
	м	0,20	1500	2000
Размер отверстий	мм	1-5	10-20	10-20
Живое сечение	%	50	50	50
Удельный расход воды	м <sup>3</sup> /т	0...20	1,2	1,2
Давление воды	МПа	0,27	0,3	0,3
Частота колебаний промежуточной секции подвижного сита	с <sup>-1</sup>	12,25	12,25	12,25
	с <sup>-1</sup>	12,25	12,25	12,25
Мощность электродвигателя	кВт	2	10	34
Амплитуда колебаний промежуточной секции подвижного сита	мм	0-1	0-6	0-6
	мм	1	3-6	6
Габаритные размеры:	длина	2980	11000	12600
	ширина	650	3000	6200
	высота	1900	7000	8500
Масса	кг	800	15000	21000

Оба устройства могли работать в стационарном и динамическом режимах.

Во втором случае большее из оснований распределительного устройства с помощью резиновых амортизаторов соединялось с инерционным грохотом, воспринимая его колебания, при этом амплитуда колебаний по длине распределительного устройства изменялась от 0 до 1 мм.

Исследованиями установлено, что наиболее эффективным является применение в качестве промежуточной секции между НПП и ППП выпуклого подвижного распределительного устройства, установленного под углом 10 град. и приводимого в колебания с возрастающей по длине амплитудой.

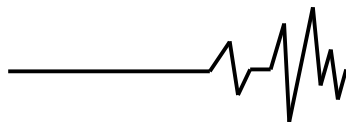
Указанная промежуточная секция и была использована при исследовании кинетики гидрогрохочения на лабораторной модели ГГК. В качестве рабочей поверхности использовались металлические перфорированные сита с размером отверстий 2x70 мм. При грохочении рядового угля марки "Г", гранулометрический

состав которого был составлен с учетом масштаба моделирования, нагрузка и удельный расход воды на модели, также пересчитанные с учетом коэффициента моделирования, составляли, соответственно, 500 т/ч и 1,2 м<sup>3</sup>/т, что соответствовало оптимальным показателям гидрогрохота ГГН2,7.

Результаты исследования кинетики мокрого грохочения на лабораторной установке ГГК приведены в табл. 2 и 3.

Из анализа полученных данных следует, что на неподвижном сите извлекается 82,7% подрешетного продукта, на промежуточной секции 11,0%, на подвижном грохоте 2,5%, причем 2,0% на первой трети его просеивающей поверхности. Общее извлечение на ГГК без промежуточной секции на 6,0% меньше чем с промежуточной секцией и составляло 90,2%.

Для подтверждения результатов лабораторных исследований в промышленных условиях были получены показатели работы гидрогрохотов с НПП с доводочными



устройствами. В качестве доводочных устройств в различные периоды времени проверялись: стационарные последовательно-

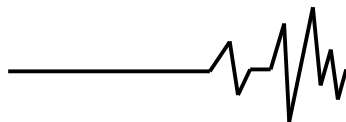
установленные приставки с изменяемым углом наклона (комплекс КПУ800), грохоты ГСП72, ГРД72, ГИСЛ62, ГИСЛ72, ГИСТ72.

**Таблица 2**  
**Кинетика гидрогрохочения угля на лабораторной агрегатной установке гидрогрохота и инерционного грохота**

Классы, мм	Выход классов к продукту, %													
	Исходный	Гидрогрохот						Подвижный грохот						
		L = 0,17 м		L = 0,34 м		L = 0,51 м		L = 0,68 м		L = 0,85 м		L = 0,102 м		
	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный
10-25	3,1	4,5	-	6,0	-	8,2	-	8,3	-	8,7	-	10,8	-	
7-10	5,8	8,4	-	11,3	-	15,4	-	15,6	-	16,3	-	20,2	-	
5-7	6,1	8,8	-	11,8	-	16,2	-	16,4	-	17,1	-	21,3	-	
3-5	5,0	7,2	-	9,6	0,1	12,5	0,5	12,4	0,6	12,6	0,8	13,6	1,5	
2-3	7,3	9,7	1,9	11,8	2,5	14,1	3,2	13,7	3,5	13,5	3,7	9,4	6,5	
1-2	12,7	11,8	14,7	10,4	15,1	8,6	15,2	8,9	15,0	9,5	14,5	9,2	14,2	
0,5-1	25,0	19,3	37,8	12,4	38,4	6,6	36,1	7,5	35,4	8,0	34,5	7,5	31,9	
-0,5	35,0	30,3	45,6	26,7	43,9	18,4	45,0	17,2	45,5	14,3	46,5	8,0	45,9	
<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Выход к исходному, %	100,0	69,3	30,7	51,5	48,5	37,6	62,4	37,2	62,8	35,6	64,4	28,7	71,3	
Извлечение, %		41,4		64,9		82,7		82,9		84,6		90,2		

**Таблица 3**  
**Кинетика гидрогрохочения угля на лабораторной установке комбинированного гидрогрохота ГГК**

Классы, мм	Выход классов к продукту, %															
	Исходный	Гидрогрохот						Промежуточная секция		Подвижный грохот						
		L = 0,17 м		L = 0,34 м		L = 0,51 м		L = 0,64 м		L = 0,81 м		L = 0,98 м		L = 1,15 м		
	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный	надрешетный	подрешетный
10-25	3,1	4,5	-	6,0	-	8,2	-	11,5	-	12,1	-	12,3	-	12,3	-	
7-10	5,8	8,4	-	11,3	-	15,4	-	21,5	-	22,7	-	23,1	-	23,1	-	
5-7	6,1	8,8	-	11,8	-	16,2	-	22,6	-	23,9	-	24,2	-	24,2	-	
3-5	5,0	7,2	-	9,6	0,1	12,5	0,5	14,6	1,5	15,4	1,4	15,6	1,4	15,6	1,4	
2-3	7,3	9,7	1,9	11,8	2,5	14,1	3,2	13,0	5,2	13,6	5,1	13,7	5,1	13,7	5,1	
1-2	12,7	11,8	14,7	10,4	15,1	8,6	15,2	4,3	15,8	4,2	15,6	4,1	15,6	4,1	15,6	
0,5-1	25,0	19,3	37,8	12,4	38,4	6,6	36,1	3,8	32,8	3,2	32,5	3,1	32,4	3,1	32,4	
-0,5	35,0	30,3	45,6	26,7	43,9	18,4	45,0	8,7	44,7	4,9	45,4	3,9	45,5	3,9	45,5	
<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Выход к исходному, %	100,0	69,3	30,7	51,5	48,5	37,6	62,4	27,0	73,0	25,6	74,4	25,2	74,8	25,2	74,8	
Извлечение, %		41,4		64,9		82,7		93,7		95,7		96,2		96,2		



**Нерешенные части проблемы.**

Анализируя показатели работы серийных гидрогрохотов с различными доводочными устройствами с плоской формой рабочей поверхности (табл.4) можно сделать вывод о том, что во всех случаях при граничной крупности разделения 10(13) мм был получен крупный машинный класс, в котором содержание зерен меньше 13 мм не превышало 9%, однако требуемая влажность этого продукта не достигалась даже на доводочных устройствах подвижного типа.

Недостатком подобной компоновки оборудования является неполное использование рабочей поверхности подвижного грохота, вызванное несоответствием между скоростью движения материала по гидрогрохоту (3-5 м/с) и скоростью его движения по подвижному грохоту (0,3-0,5 м/с). Из-за этого несоответствия в процессе грохочения не участвует до 40% просеивающей поверхности подвижного грохота, так как материал не успевает рассредоточиться по его ширине к концу ППП. Применение различных гасителей скорости потока в виде стационарных или шарнирно закрепленных отбойников приводит к переизмельчению подрешетного продукта и

неравномерному распределению исходного материала по ширине подвижного грохота.

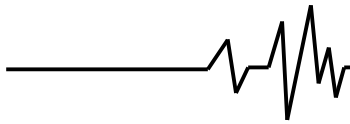
Применение же между НПП и ППП промежуточной секции, представляющей собой выпуклую стационарную поверхность (часть боковой поверхности многогранной пирамиды, где гранью служила трапециевидная карта колосникового сита стандартной длины), позволило снизить влагу надрешетного продукта до 7,0 за счет более полного использования ППП (коэффициент использования ППП достигает до 91,2%). Кроме того, в этом случае взаимозасорение продуктов грохочения было минимальным.

Результаты промышленных испытаний гидрогрохота ГГЛ2 и грохота ГСЛ62, соединенных между собой промежуточной секцией (технологическое и конструктивное подобие ГГК) показали, что при производительности около 800 т/ч и удельном расходе воды до 1,0 м<sup>3</sup>/т эффективность грохочения составила около 90%, при этом засорение и влажность надрешетного продукта составляли, соответственно, 3,0-5,0% и 6,0-7,5%. Следует отметить, что на грохоте ГСЛ62 практически шло лишь обезвоживание надрешетного продукта.

**Таблица 4**

**Показатели работы гидрогрохотов с различными доводочными устройствами с плоской рабочей поверхностью**

Наименование оборудования		Площадь грохочения, м <sup>2</sup>		Удельный расход воды, м <sup>3</sup> /т	Нагрузка, т/ч	Содержание класса -13 мм в надрешетном продукте, %	Содержание класса +13 мм в подрешетном продукте, %	Влажность надрешетного продукта, %	Использование подвижной просеивающей поверхности, %
гидрогрохот	доводочное устройство	на гидрогрохоте	на доводочном устройстве						
<b>Без промежуточной секции</b>									
ГГЛ	-	4,2	-	1,4	12,1	-	2,3	до 30	-
ГГЛ	грохот ГПК	4,0	5,25	1,3	-	8,8-11,2	4,6-7,1	8,1-9,5	65,4
ГГЛ	ГИСЛ72	4,2	15	1,2	-	4,9	2,4	7-9	66,3
ГГН2,7	ГРД72	2,7	15	1,0	500	10,6	6,1	7-9	62,1
ГГЛ2	ГИСЛ62	4,2	10						
ГГН2,7	ГИСТ72	2,7	15	0,9	500	3,0	1,5	7-9	63,9
КПУ-800	(дешламатор обезвоживатель)	4,2	5,3	1,0	680	2,8-6,1	5,8-11,0	7,4-11,2	82,6
<b>С промежуточной секцией</b>									
ГГЛ2	ГИСЛ62	4,2	10	0,9	до 680	2,7	1,3	до 7	91,2



На рис. 2 представлены кривые извлечения подрешетного продукта на агрегатной установке гидрогрохота ГГН2,7 и подвижного грохота, на которой отсутствует приспособление (отбойники направляющие) для гашения скорости потока и его распределения по ширине подвижного грохота. Из рис. 2 следует, что на подвижном грохоте существует зона, в которой практически не происходит выделение подрешетного продукта

и длина этой зоны колеблется в пределах 2,0-2,5 м, что составляет почти половину длины просеивающей поверхности подвижного грохота. Таким образом, при оснащении узла мокрого подготовительного грохочения агрегатной установкой гидрогрохота и подвижного грохота должна быть предусмотрена между ними промежуточная секция.

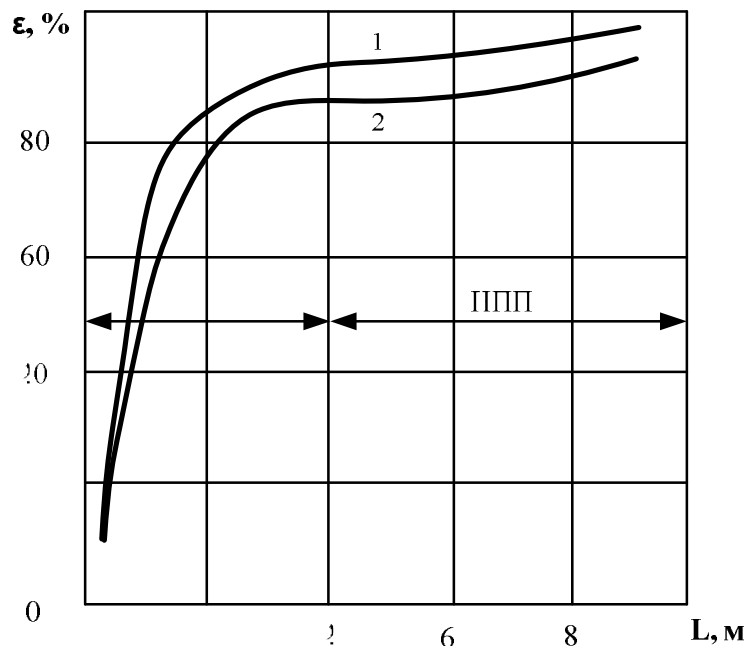


Рис. 2. Кинетика гидрогрохочения на агрегатной установке гидрогрохота с подвижным грохотом, на котором нет гасителей скорости и направляющих для распределения потока материала по ширине подвижного грохота:

1 – ГГН2,7+ГИСТ72 (ЦОФ «Комсомольская»,  $d_{цц} = 10$  мм); 2 – ГГЛ2+ГСЛ72

(ЦОФ «Павлоградская»,  $d_{цц} = 13$  мм); НПП – неподвижная просеивающая поверхность, ППП – подвижная просеивающая поверхность

**Выводы.** Промышленные исследования извлечения подрешетного продукта на агрегатной установке гидрогрохота и подвижного грохота (рис. 2) указывает на целесообразность создания гидрогрохота ГГК.

Разработано ТЗ на опытный образец гидрогрохотов ГГК-500 и ГГК-1000, техническая характеристика которых приведена в табл. 1.

#### ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУВАННЯ ГІДРОГРОХОТІВ С КОМБІНОВАНОЮ ПОВЕРХНЕЮ ПЛОСКОЇ ФОРМИ

**Анотація.** Розглянуто особливості констрування та наведено результати лабораторних та промислових досліджень гідрогрохотів с комбінованою (нерухома + рухома) поверхнею плоскої форми.

**Ключові слова:** гідрогрохот, машинний клас, гідропідготовка, просіюча поверхня, кінетика грохотіння.

#### FEATURES OF HYDROSCREEN'S CONSTRUCTING WITH THE COMBINED SIFTING SURFACE OF FLAT FORM

**Annotation.** The features of constructing are considered and the results of laboratory and industrial researches of hydroscreening are resulted with the combined (immobile + mobile) sifting surface.

**Key words:** hydroscreener, machine class, hydropreproduction, sifting a surface, kinetics of screening.