

УДК 66.067

**Н.А. Скляров**, канд. техн. наук, доц.,  
**В.Г. Ефимов** канд. техн. наук, доц., **О.А. Лихацкая**  
Донецкий национальный технический университет  
Тел./Факс: (062) 3078049, E-mail: [gztl@fimm.donntu.donetsk.ua](mailto:gztl@fimm.donntu.donetsk.ua)

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОЦИКЛОНОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ В ГИДРОСИСТЕМАХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

*Изложен анализ состава и твердости загрязняющих примесей, находящихся в рабочей жидкости, представлены схема и конструктивные параметры гидроциклона, а также схема стенда для исследования системы фильтрации с применением гидроциклонов. Приведены выводы.*

**Ключевые слова:** гидроциклон, рабочая жидкость, очистка, гидросистема, абразивный износ, стенд.

### Введение

Рабочая жидкость гидросистем механизированных крепей угледобывающих комплексов в шахтных условиях подвержена загрязнению твердыми частицами кварца, пирита, угля и других минералов с поверхностной микротвердостью до  $8\ldots10 \text{ кН}/\text{мм}^2$ . Это вызывает абразивный износ поверхностей гидроэлементов, которые имеют значительно меньшую микротвердость (до  $2,6\ldots2,8 \text{ кН}/\text{мм}^2$ ). Взятием проб и проведенным анализом установлено, что в одном литре рабочей жидкости (водомасляная эмульсия) содержится 26,91 тыс. кварцевых и 4,9 тыс. пиритных частиц размером до от 0,1 до 2,0мм [1].

На рис. 1 показан абразивный износ рабочей поверхности запорного элемента предохранительного клапана ЭКП гидравлической стойки механизированной крепи 1М88. Для очистки рабочей жидкости разработано большое количество типов всевозможных фильтров: пластинчатые (тонкость фильтрации 200 мкм); магнитосетчатые (тонкость фильтрации магнитных частиц 5-10 мкм, не магнитных – 60-89 мкм); сетчатые (тонкость фильтрации 15...50 мкм) и др.

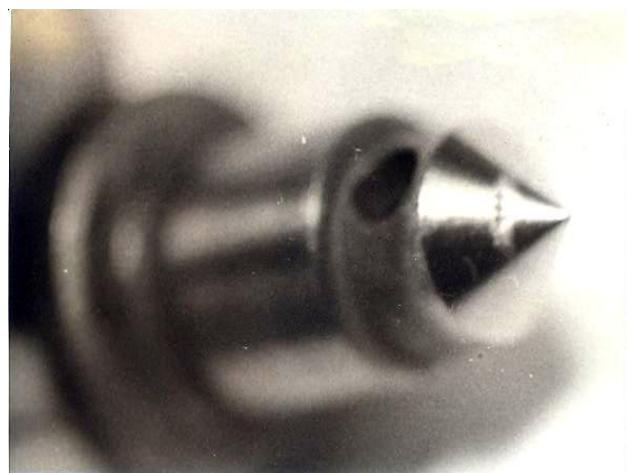


Рис. 1. Абразивный износ поверхности запорного элемента предохранительного клапана гидростойки ЭКП

### **Аналіз дослідженій і публікацій**

Применение пластинчатых и сетчатых фильтров в системах фильтрации насосных станций механизированных крепей малоэффективно – фильтры быстро засоряются и выходят из строя. В нефтеперерабатывающей, металлургической и ряде других отраслей промышленности находят широкое применение такое оборудование как гидроциклоны. Если говорить проще, то гидроциклон это своего рода *сепаратор, который выполняет работу при помощи действия центробежных сил*. Вопросом совершенствования оборудования для очистки жидкости, в том числе и с помощью гидроциклонов, занималось много ученых, конструкторов и технологов, таких как Семик П.Е., Панчеха Ю.С., Скляров Н.А., Казимиренко Н.В., Коваленко В.П., Ильинский А.А., Поваров А.И., Богданов О.С, Коваль П.В.[1 - 5] и другие.

**Целью исследований** является разработка конструкции гидроци克лона, обеспечивающего высокое значение коэффициента полноты фильтрации (не ниже 0,9) и обоснование его основных параметров.

### **Постановка задач исследований**

Поставленная цель решается выполнением следующих локальных задач: анализ состава и микротвердости загрязняющих примесей рабочей жидкости; анализ тонкости фильтрации жидкости различными типами фильтров; разработка конструкции предлагаемого гидроциклона и установление основных параметров; разработка методики определения полноты фильтрации рабочей жидкости; разработка стенда для исследования системы фильтрации с применением гидроциклонов; определение коэффициентов полноты фильтрации гидроциклонов различных исполнений; подготовка выводов и рекомендаций.

### **Изложение материала и результаты**

Гидросистемы насосных станций механизированных крепей, очистных комбайнов и другого оборудования содержат подпиточный насос низкого давления (до 0,3 МПа), связанный с насосом высокого давления через блок фильтров. Для очистки рабочей жидкости до настоящего времени гидроциклоны в таких условиях не применялись. Для изучения возможности их использования в качестве фильтра рабочей жидкости гидросистем угледобывающих комплексов (водная эмульсия на основе присадки «Аквон-3» в количестве 3%), были проведены специальные исследования.

Загрязнителем рабочей жидкости служила кварцевая пыль, гранулометрический состав которой приведен в табл.1, и кварцевый песок с частицами размером 100 – 200 мкм. Средняя плотность кварца 2,65 г/см<sup>3</sup>, уровень загрязнения рабочей жидкости 0,2% по массе. На рис.2 представлены схема и конструктивные параметры гидроциклона, а в табл.2 - их фактические значения. Принципиальная схема стенда для испытания гидроциклонов, показана на рис. 3.

Таблица 1. Гранулометрический состав кварцевой пыли

Размер частиц, мкм	0-4	4-6,3	6,3-10	10-16	16-25	25-40	Более 40
Масса фракции, %	19,8	11,2	11,2	12,4	13,8	29,4	2,2

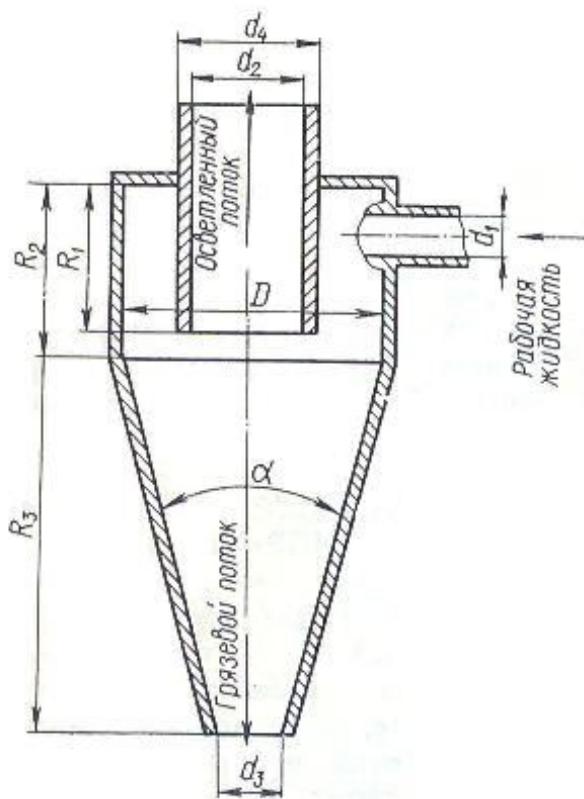


Рис. 2. Конструкция гидроцикла

В качестве подпиточного – применялся насос НШ-125, в качестве насоса высокого давления – насос АНУ 160 - 55. Расход жидкости составлял 100 дм<sup>3</sup>/мин.

Коэффициент полноты фильтрации  $K_{n.\phi}$  определялся как отношение разности масс загрязнителя в единице объема проб до и после гидроцикла (в соответствии с ГОСТ 6379-83) к массе загрязнителя в пробе, отобранный до гидроцикла

$$K_{n.\phi} = \frac{M_1 - M_2}{M_1},$$

где  $M_1, M_2$  – масса загрязнителя в 1 литре рабочей жидкости до и после гидроцикла.

Установлено, что с уменьшением параметров степень фильтрации рабочей жидкости повышается и поток разделяется по более мелкому граничному зерну. Для гидроциклонов Ц1-1, Ц1-2, Ц2-2 и Ц2-4 размер граничного зерна приблизительно 200 мкм, т.е. частицы более 200 мкм отделяются и уходят с грязевым потоком, а менее 200 мкм уносятся осветленным потоком.

Таблица 2. Параметры гидроцикла

Кодовое обозначение гидроцикла	Параметры								
	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	D	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	α, град.
Ц1	12	17	4	22	50	55	70	130	20
Ц2	11,8	18	3	21	36	45	45	210	9
Ц3	1,8	3,8	2,5	5,5	10	10	10	63	7,2

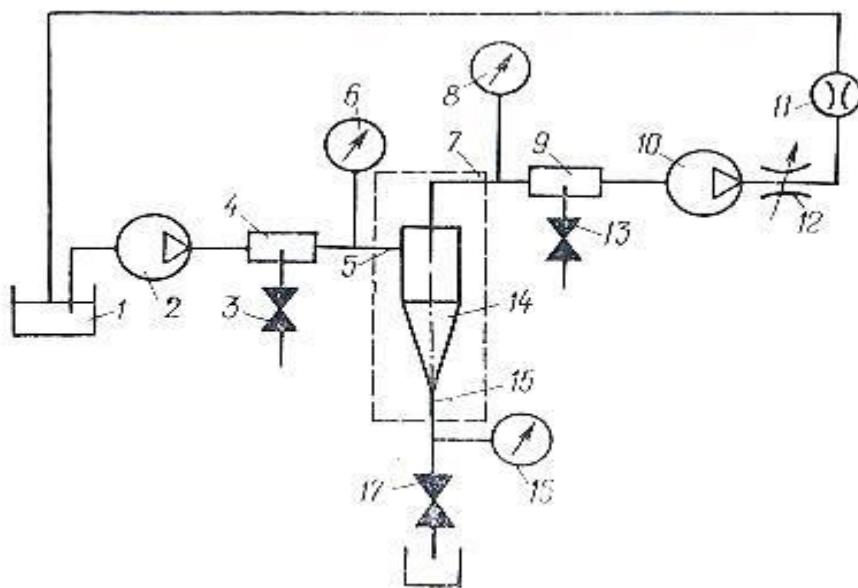


Рис. 3. Стенд для исследования системы фильтрации с применением гидроциклонов:

1 – бак с загрязнителем; 2 – подпиточный насос НШ-125 низкого давления; 3, 13, 17 – вентили; 4, 9 – пробоотборники; 6, 8, 16 – манометры; 5 – подводящая магистраль; 7 – магистраль освещенного потока; 10 – насос высокого давления АНУ 160-55; 11 – расходомер; 12 – дроссель; 14 – блок гидроциклонов (параллельно включенных); 15 – магистраль грязевого потока

Для гидроциклонов ЦЗ-64 граничное зерно составляет 15 мкм, а для гидроциклона ЦЗ-96 его значение возрастает до 20 мкм. С уменьшением параметров  $d_1$  и D снижается и расход рабочей жидкости через гидроциклон. Чтобы обеспечить необходимый расход рабочей жидкости, гидроциклоны малых размеров (микроциклоны) объединяют в систему параллельно включенных гидроциклонов (мультициклонов). Оптимальное количество таких микроциклонов – 60 – 70.

Предварительными исследованиями установлено, что гидроциклоны Ц1-1, Ц2-2 не работоспособны. Грязевой поток отсутствовал, поэтому коэффициент полноты фильтрации определяли для гидроциклонов отдельных групп при расходе грязевого потока 3 дм<sup>3</sup>/мин. Средние значения полученных коэффициентов фильтрации представлены в табл. 3.

Таблица 3. Средние значения коэффициентов фильтрации.

Кодовое обозначение гидроциклона	Число параллельно включенных гидроциклонов	Коэффициент полноты фильтрации эмульсии с частицами кварца, мкм	
		0 - 40	100 - 200
Ц1-2	2	0,06	0,40
Ц2-4	4	0,05	0,30
ЦЗ-64	64	0,46	0,98
ЦЗ-96	96	0,28	0,96

## Выводы

Гидроциклоны могут работать в системе подпиточный насос – насос высокого давления для очистки водомасляных эмульсий типа с присадкой «Аквол-3» от загрязняющих примесей в условиях противодавления жидкости по магистрали осветленного потока. Более высокие значения коэффициента полноты фильтрации, обеспечивает блок микроциклонов (мультициклон) ЦЗ-64, перспективным может быть применение мультициклонов, состоящих из микроциклонов диаметром около 10 мм (65-75 штук для расхода жидкости 100 дм<sup>3</sup>/мин.). Эффективность очистки рабочей жидкости от частиц пирита (плотность 5,1 г/см<sup>3</sup>) – выше, а от частиц угля (плотность 1,6 г/см<sup>3</sup>) - ниже, чем от частиц кварца.

Эффективность очистки можно повысить уменьшением диаметров гидроциклонов, входного и выходного отверстий, увеличением расхода жидкости через них и связанного с этим перепада давления на гидроциклоне. Блок гидроциклонов в перспективном варианте по сравнению с гидробаком с фильтрующим устройством гравитационного типа [2] имеет меньшие размеры для тех же расходов рабочей жидкости.

Чтобы успешно применять гидроциклоны в качестве фильтрующего средства, должен быть решен вопрос отделения твердой фазы загрязняющих примесей из грязевого потока, чтобы использовать его для дальнейшей работы гидросистемы. Для этого можно применять фильтр гравитационного типа.

## Список литературы:

1. Семик П.Е, Скляров Н.А., Панчеха Ю.С. Пути увеличения долговечности стоеч крепи 1М-88. – К.: Уголь Украины, 1984, №7, с. 24 – 25.
2. Казимиренко Н.В. К вопросу теоретического обоснования конструкций мало-габаритных наклонных отстойников. – Научные труды (Пермский НИИ угольный институт. Вып.XV1). 1983.
3. Коваленко В.П., Ильинский А.А. Основы техники очистки жидкости от механических загрязнений . – М.: Химия, 1982. – 272 с.
4. Поваров А.И. Гидроциклоны для обогатительных фабрик. – М.: Недра, 1978.– 232 с.
5. Справочник по обогащению руд в 3-х т. под. ред. Богданова О.С. – И.: Недра, 1972. – 448 с.

Надійшла до редколегії 25.12.2014.

**N. Sklyarov, V. Efimov, O. Lihatskaya**

### APPLICATION OF HYDROCLONES FOR PURIFICATION OF WORKING LIQUID IN HYDRAULIC SYSTEMS OF COAL MINING COMPLEXES

*The analysis of structure and hardness of the polluting impurity which are in working liquid is stated, the scheme and design data of a hydro clone, and also the scheme of the stand for research of system of a filtration with application of hydro clones are submitted. Conclusions are given.*

**Keywords:** hydro clone, working liquid, cleaning, hydraulic system, stand

**М.А. Скляров, В.Г. Єфімов, О.А. Лихацька**

### ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОЦІКЛОНІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ РОБОЧОЇ РІДINI В ГІДРОСИСТЕМАХ ВУГЛЕДОБУВНИХ КОМПЛЕКСІВ

*Викладено аналіз складу та твердості забруднюючих домішок, що знаходяться в робочій рідині, представлені схема і конструктивні параметри гідроциклона, а також схема стенду для дослідження системи фільтрації із застосуванням гідроциклонів. Наведено висновки.*

**Ключові слова:** гідроциклон, робоча рідина, очистка, гідросистема, стенд.