

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: gzt1@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 $8 \dots 10 \text{ кН/мм}^2$. Это вызывает абразивный износ поверхностей гидроэлементов, которые имеют значительно меньшую микротвердость (до $2,6 \dots 2,8 \text{ кН/мм}^2$). Взятием проб и проведенным анализом установлено, что в одном литре рабочей жидкости (водомастная эмульсия) содержится 26,91 тыс. кварцевых и 4,9 тыс. пиритных частиц размером до от 0,1 до 2,0 мм [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.

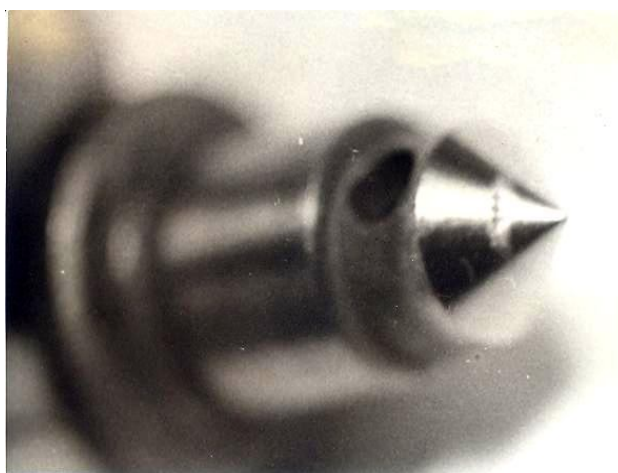


Рис. 1. Абразивный износ поверхности запорного элемента предохранительного клапана гидростойки ЭКП

Анализ исследований и публикаций

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., Панчева Ю.С., Скляр 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 гидроциклона, 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 «Аквол-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/см³, 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

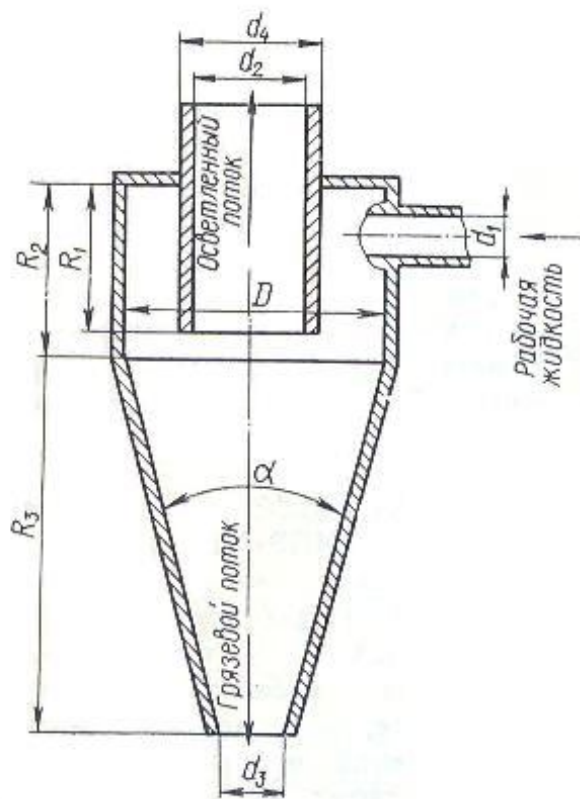


Рис. 2. Конструкция гидроциклона

В качестве подпиточного – применялся насос НШ-125, в качестве насоса высокого давления – насос АНУ 160 - 55. Расход жидкости составлял 100 дм³/мин.

Коэффициент полноты фильтрации $K_{н.ф}$ определялся как отношение разности масс загрязнителя в единице объема проб до и после гидроциклона (в соответствии с ГОСТ 6379-83) к массе загрязнителя в пробе, отобранной до гидроциклона

$$K_{н.ф} = \frac{M_1 - M_2}{M_1},$$

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

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 гидроциклона

Кодовое обозначение гидроциклона	Параметры								
	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	D	R ₁	R ₂	R ₃	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

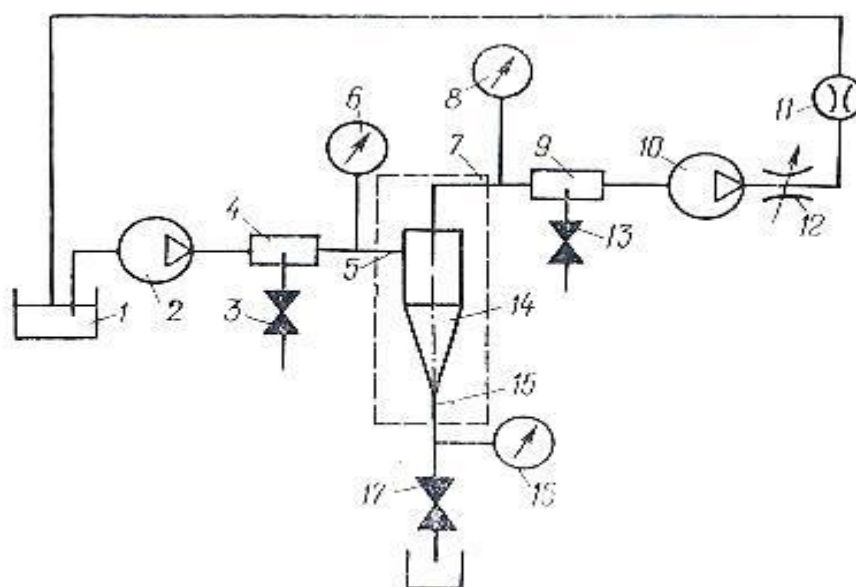


Рис. 3. Стенд для исследования системы фильтрации с применением гидроциклонов:

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 осветленного 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 дм³/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
Ц 1-2	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 противодействия 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 дм³/мин.). Эффективность очистки рабочей жидкости от частиц пирита (плотность 5,1 г/см³) – выше, а от частиц угля (плотность 1,6 г/см³) – 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, Скляр Н.А., Панчева Ю.С. Пути увеличения долговечности стоек крепи 1М-88. – К.: Уголь Украины, 1984, №7, с. 24 – 25.
2. Казимиренко Н.В. К вопросу теоретического обоснования конструкций малогабаритных наклонных отстойников. – Научные труды (Пермский НИИ угольный институт. Вып.XVI). 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. Скляр, В.Г. Єфімов, О.А. Лихацька

ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОЦИКЛОНІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ РОБОЧОЇ РІДИНИ 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.