

13. Солодкий, В. Д. Нові підходи до моніторингу довкілля Буковинських Карпат [Текст] / В. Д. Солодкий, Ю. Г. Масікевич, В. Ф. Моїсєєв, І. В. Пітак // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». — 2012. — № 9. — С. 123–127.
14. Харьбина, Ю. В. Разработка составов декоративных покрытий для лицевых керамических изделий [Текст] / Ю. В. Харьбина, О. Я. Питак, И. В. Питак // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2013. — № 3/6(63). — С. 56–59.
15. Питак, И. В. Основы теории и расчета деталей роторного аппарата [Текст] / И. В. Питак // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — № 4/7(58). — С. 14–18.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

На основе результатов экологического мониторинга установлено, что в Украине образуется значительное количество отходов древесины, которая не используется, а только загрязняет окружающую среду. Разработано и предложено получение топ-

ливных гранул, которые можно использовать как топливо. Определены оптимальное соотношение древесных отходов и связующего, в качестве которого выступают отходы целлюлозно-бумажного комбината.

Ключевые слова: экологический мониторинг, экструзионный метод, топливные гранулы, древесные отходы, теплотворная способность.

Пітак Олег Ярославович, старший викладач, кафедра охорони праці та навколишнього середовища, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: okatip@rambler.ru.

Пітак Олег Ярославович, старший преподаватель, кафедра охраны труда и окружающей среды, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.

Pitak Oleg, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: okatip@rambler.ru

УДК 541.311:614.84

Авдеев Б. А.

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕСС СЕПАРАЦИИ В ГИДРОЦИКЛОНАХ

Проведен анализ распределения поля в магнитных гидроциклонах различных конфигураций. Продемонстрированы технические решения в магнитных гидроциклонах исходя из гипотез воздействия магнитного поля на процесс сепарации частиц в рабочей камере. Определен оптимальный тип конструкции исходя из сил, действующих на частицу в криволинейном потоке.

Ключевые слова: гидроциклон, магнитное поле, коагуляция, флокула, центробежная сила.

1. Введение

Вопросы очистки газов и жидкостей напрямую связаны с глубоким исследованием процессов, протекающих в аппаратах очистки, и зависящих от конструктивных особенностей выбранных аппаратов, как показано, например, в исследованиях [1–4]. Очистка технических жидкостей является одной из важнейших задач энерго- и ресурсосбережения, позволяющая повысить эффективность использования материальных средств и продлить срок службы оборудования [5]. На сегодняшний день существуют четыре базовых принципа очистки вязких сред: отстаивание под действием сил гравитации; сепарация под действием внешнего воздействия (силы, действующей на магнитные частицы и силы взаимодействия между собой, определяемой законом Кулона для «магнитных масс»; ситовый эффект, задерживающие примеси больше, чем размер «поры» и инерционный, основанный на действии центробежных сил [6].

Наиболее опасным загрязнением считаются продукты износа трущихся деталей, которые в большинстве случаев состоят из механических железных частиц [7]. Т. к. такие примеси являются магнитными, то очистка может осуществляться не только традиционными способами, но и в сочетании с другими физическими принципами разделения, например, с наложением полей электрической природы [8].

2. Постановка проблемы

Одним из наиболее прогрессивных и быстро завоевывающих популярность устройств очистки является магнитный гидроциклон [9–10]. Но, есть проблема — в современной научной литературе очень скудно отражены процессы, протекающие в рабочей камере гидроциклона, поэтому крайне важны дальнейшие исследования в этой области.

3. Информационный анализ исследований и публикаций

Эффективность очистки в гидроциклоне зависит от поведения частиц в магнитном поле [11]. Существуют две распространенные гипотезы, связанные с механизмом сепарации в аппаратах инерционного типа, являющиеся следствием влияния поля на кинетику частиц [7, 12]: *первое воздействие* заключается в том, что процесс сепарации происходит за счет того, что магнитное поле, воздействуя на магнитные частицы, увеличивает радиальную скорость движения и увлекает их к периферии гидроциклона; *второе воздействие* выражается в коагуляции частиц и образованию флокул в рабочей камере аппарата и заключается в том, что электромагнитное поле в гидроциклоне воздействует на магнитные частицы, находящиеся в потоке вращающейся жидкости, способствует коагуляции частиц.

4. Основная часть

Исходя из вышеперечисленных гипотез, на сегодняшний день существуют два различных типа магнитных гидроциклонов [9, 13, 14]: с радиальным полем (в западной литературе больше известный, как гидроциклон Фрикера) и с внешним полем (гидроциклон Уотсона). Данные типы магнитных устройств для очистки вязких сред от примесей представлены на рис. 1.

Гидроциклон Уотсона создает магнитное поле такой конфигурации, что магнитная сила действует в ту же сторону, что и центробежная, т. е. заставляет магнитные частицы перемещаться от центра к периферии. В качестве источника магнитного поля применяется электромагнитная система, состоящая из магнитопровода, выполненного из листов шихтованной электротехнической стали и катушек. Такая система может питаться постоянным полем или переменным. Обычно в качестве нее используют статор от машины постоянного тока или асинхронного двигателя [9].

В гидроциклоне Фрикера магнитная сила направлена в выходному патрубку, и основная роль магнитного поля отводится для флокулообразования. Магнитное поле создается катушкой, расположенной на выходном патрубке, а в качестве магнитопровода выступает сам выходной патрубок, крышка и внутренняя стенка гидроциклона [6].

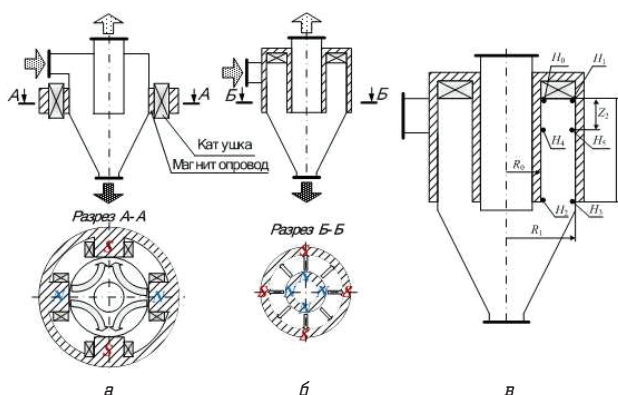


Рис. 1. Гидроциклон с внешним (а) и радиальным (б) магнитным полем; точки измерения магнитного поля (в)

Для того чтобы оценить, какое из вышеперечисленных воздействий эффективней, рассчитаем значения центробежной и магнитной сил при различных диаметрах частиц и значений напряженности магнитного поля.

Центробежную и магнитную силы можно рассчитать по следующим формулам [5]:

$$F_C = \frac{m \cdot U^2}{R}, \quad F_M = \mu_0 \cdot \alpha \cdot V \cdot H \cdot \text{grad} H, \quad (1)$$

где m — масса частиц, кг; U — скорость движения частиц, м/с; R — радиус, по которому движется частица; μ_0 — магнитная постоянная, равная $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$, Гн/м; α — магнитная восприимчивость частиц, б/р; V — объем тела, м³; H , $\text{grad} H$ — напряженность поля и его градиент, А/м и А/м².

В табл. 1 приведены полученные значения для гидроциклона с радиальным магнитным полем при условии, что напряженность меняется по следующей формуле [15]:

$$H(R, Z) = \left[H_3 + (H_0 - H_3) \cdot e^{-\frac{Z \cdot n}{Z_1}} \right] \cdot \left(\frac{D_0}{2 \cdot R} \right)^N, \quad (2)$$

где N, n — эмпирически определяемые коэффициенты, о. е.; H_i — напряженность поля в определенной точке гидроциклона (рис. 1, в), А/м; D_0 — диаметр выходного патрубка, м; R, Z — соответственно радиус и высота точки, в которой ищется напряженность, м.

Как видно из табл. 1 значения магнитной силы на несколько порядков меньше центробежной. Для того, чтобы силы сделать соизмеримыми, нужно в значительной степени увеличивать электрическую мощность, подаваемую на электромагнитную систему, что приведет к значительному энергопотреблению.

Таблица 1

Значения центробежной F_C и магнитной F_M сил в гидроциклоне

d, мкм	F_C , нН	F_M , нН		
		$H_0 = 40$ кА/м	$H_0 = 0,1$ МА/м	$H_0 = 0,4$ МА/м
5	0,07	0,002	0,014	0,230
10	0,575	0,018	0,115	1,842
20	4,599	0,147	0,921	14,738
40	36,794	1,179	7,369	117,909
60	124,181	3,979	24,871	397,942
80	294,356	9,403	58,954	943,271
100	574,912	18,423	115,145	1842,326

5. Выводы

Произведенный анализ воздействия магнитного поля в рабочей камере гидроциклона показал, что центробежная сила, действующая на частицу в криволинейном потоке, на несколько порядков больше, чем сила магнитного притяжения. Таким образом, доказан тот факт, что первоочередную роль в процессе сепарации примесей в магнитном гидроциклоне играет коагуляция частиц, а не действие магнитной силы. Поэтому для расчета эффективности работы аппаратов с наложенными полями электрической природы необходимо учитывать процесс флокулообразования.

Литература

1. Питак, И. В. Основы теории и расчета деталей роторного аппарата [Текст] / И. В. Питак // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — № 4/7(58). — С. 14—18.
2. Питак, И. В. Определение основных параметров роторного аппарата [Текст] / И. В. Питак, В. Ф. Моисеев, П. В. Кузнецов // Вестник Национального технического университета «ХПИ». — 2012. — № 39. — С. 60—68.
3. Питак, И. В. Исследование процесса мокрого улавливания пыли в роторном вихревом аппарате [Текст] / И. В. Питак // Вестник Национального технического университета «ХПИ». — 2010. — № 17. — С. 135—140.
4. Питак, И. В. Положительные аспекты работы роторного вихревого аппарата на промышленных предприятиях [Текст] / И. В. Питак, В. Ф. Моисеев // Вестник Национального технического университета «ХПИ». — 2009. — № 15.—С. 9—13.
5. Александров, Е. Е. Повышение ресурса технических систем путем использования электрических и магнитных полей [Текст]: монография / Е. Е. Александров, И. А. Кравец, Е. Н. Лысыков и др. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. — 544 с.
6. Масюткин, Е. П. Очистка технических жидкостей от магнитных примесей в инфраструктуре водного транспорта [Текст]

- / Е. П. Масюткин, В. И. Просвирнин, Б. А. Авдеев // Рыбное хозяйство Украины. — Керчь: КГМТУ, 2012. — № 3(80). — С. 40–49.
7. Григорьев, М. А. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях: Монография [Текст] / М. А. Григорьев. — М.: Машиностроение, 1970. — 270 с.
 8. Масюткин, Е. П. Анализ основ теории и методов расчета гидроциклонов с силовыми полями электрической природы (продолжение) [Текст] / Е. П. Масюткин, В. И. Просвирнин, Б. А. Авдеев // Рыбное хозяйство Украины. — Керчь: КГМТУ, 2011. — № 1(78). — С. 34–38.
 9. Терновский, И. Г. Гидроциклонирование [Текст] / И. Г. Терновский, А. М. Кутепов. — М.: Наука, 1994. — 350 с.
 10. Chen, G. Design and analysis of magnetic hydrocyclone [Text] : A thesis submitted for the degree of Master of Engineering / Gang Chen. — Monreal: Department of Mining and Metallurgical Engineering McGill University. — 1989. — 129 p.
 11. Просвирнин, В. И. Применение математической модели коагуляции для оценки эффективности работы магнитного гидроциклона [Текст] : материалы XII науч.-техн. конф. г. Севастополь, 23–27 октября 2013 г. / В. И. Просвирнин, Е. П. Масюткин, Б. А. Авдеев. — Севастополь : СевНТУ, 2013. — С. 209–211.
 12. Просвирнин, В. И. Подход Лагранжа в моделировании движения частицы в магнитном гидроциклоне [Текст] : тезисы докладов X междунар. конф. «Управление проектами в развитии общества», Киев, 17–18 мая 2013 г. / В. И. Просвирнин, С. П. Голиков, Б. А. Авдеев. — К.: КНУБА, 2013 — С. 204–206.
 13. Premaratne, W. A. P. J. Development of a Magnetic Hydrocyclone Separation for the Recovery of Titanium From Beach Sands [Text] / W. A. P. J. Premaratne, N. A. Rowson // Physical Separation in Science and Engineering: Hindawi Publishing Corporation. — 2003. — Vol. 12, №. 4. — P. 215–222.
 14. Freeman, R. J. The progress of the magnetic hydrocyclone [Text] / R. J. Freeman, N. A. Rowson, T. J. Veasey, I. R. Harris // Magnetic and Electrical Separation : Gordon and Breach Science Publishers S. A. — 1993. — Vol. 4. — P. 139–149.
 15. Просвирнин, В. И. Модель распределения радиального магнитного поля в гидроциклоне [Текст] / В. И. Просвирнин, С. П. Голиков, Б. А. Авдеев // Вестник Херсонского национального технического университета. — Херсон: ХНТУ, 2013. — № 1(46). — С. 300–304.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕС СЕПАРАЦІЇ У ГІДРОЦИКЛОНАХ

Проведен аналіз розподілу поля в магнітних гідроциклонах різних конфігурацій. Продемонстровані технічні рішення у магнітних гідроциклонах виходячи з гіпотез впливу магнітного поля на процес сепарації частинок в робочій камері. Визначено оптимальний тип конструкції виходячи з сил, що діють на частинку в криволінійному потоці.

Ключові слова: гідроциклон, магнітне поле, коагуляція, флокула, відцентрова сила.

Авдеев Борис Александрович, аспирант, кафедра электрооборудования судов и автоматизации производства, Керченский государственный морской технологический университет, Украина, e-mail: dirigeant@mail.ru.

Авдеев Борис Александрович, аспирант, кафедра электрооборудования судов и автоматизации производства, Керченский государственный морской технологический университет, Украина.

Avdeyev Boris, Kerch State Maritime Technological University, Ukraine, e-mail: dirigeant@mail.ru

УДК 519.85: 504.455: 582.26 (477.42)

Аристархова Э. А.

ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ЭВТРОФИКАЦИИ

В водозаборе «Видсичное» реки Тетерев в течение 2006–2008 годов выявлены основные возбудители «цветения» воды среди представителей сообществ планктонных водорослей и определены наиболее опасные периоды загрязнения водной среды их метаболитами. Проведен корреляционный анализ развития группировок водорослей в зависимости от температурного режима. По материалам исследований построена адекватная математическая модель, описывающая динамику развития фитопланктона в водных экосистемах.

Ключевые слова: фитопланктон, сезонные изменения, антропогенная эвтрофикация, «цветение» воды, математическая модель.

1. Введение

Рассматриваемая в работе проблема касается экологической безопасности водных объектов хозяйственно-питьевого назначения, которые вследствие зарегулированности стока, испытывают на себе антропогенные нагрузки в виде биогенов, результатом поступления которых является «цветение» воды. Известно [1], что в наше время «цветут» все равнинные водохранилища. И хотя характер «цветения», обусловленный развитием фитопланктона, у каждого водного объекта свой, все же существуют определенные закономерности, свойственные большинству из них.

2. Постановка проблемы

Антропогенная эвтрофикация и, связанное с ней, «цветение» воды значительно ухудшают состояние водной среды за счет повышенного поступления органических веществ, в том числе метаболитов, выделяемых планктонными водорослями. К тому же, рост и развитие фитопланктона, среди которого встречаются токсичные формы, приводит к выделению в воду нейро- и гепатотоксинов. Это, безусловно, отражается на экотоксикологическом потенциале природных вод и отрицательно сказывается на состоянии водных организмов. Использование таких вод для подготовки питьевой воды можно