

УДК 67:628.351

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА  
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ  
НАПОРНЫХ ГИДРОЦИКЛОНОВ  
В ОБЛАСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД  
ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ANALYSIS OF CURRENT STATE OF RESEARCH QUESTIONS  
PRESSURE HYDROCYCLONES INDUSTRIAL APPLICATIONS  
IN WASTEWATER TREATMENT OF LIGHT INDUSTRY**

*А.А. АБДУОВА, В.М. ДЖАНПАИЗОВА, Ж.У. МЫРХАЛЫКОВ, М.И. САТАЕВ, Н.Е. БОТАБАЕВ*  
*A.A. ABDUOVA, V.M. DZHANPAIZOVA, ZH.U. MYRKHALYKOV, M.I. SATAEV, N.E. BOTABAEV*

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)  
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: aisylu.abduova @mail.ru, vasmir1 @ mail.ru

*В статье проведен анализ использования различных видов напорных гидроциклонов для очистки сточных вод на предприятиях легкой промышленности. Исследования промышленного применения напорных гидроциклонов показали, что вопросы эффективности при отделении структурных, агрегатоустойчивых оседающих примесей, а при загрязнении примесями различной плотности, оседающими с  $\varphi_m > 1$  и плавающими с  $\varphi_m \leq 1$ , в области очистки сточных вод легкой промышленности, остаются нерешенными.*

*The article analyzes the use of various types of pressure cyclones for wastewater treatment in the light industry. Studies of industrial applications pressure hydrocyclones have shown the effectiveness of the separation of structural, stable settling impurities, and if contaminated with impurities of different density, settle to  $\varphi_m > 1$  and a floating  $\varphi_m \leq 1$ , in the field of wastewater treatment light industry remain unsolved.*

**Ключевые слова:** напорный гидроциклон, сточная вода, взвешенные вещества, жиропродукты, технологическая схема, вакуум, гидроциклон.

**Keywords:** hydrocyclone discharge, waste water, suspended solids, fats, technological scheme, vacuum, hydrocyclone.

Практика использования гидроциклонов в области очистки сточных вод легкой промышленности показывает, что в том случае, когда твердая фаза загрязнений обрабатываемой сточной воды состоит из сравнительно однородных, мелкого класса частиц, применяются гидроциклоны малого диаметра, микроциклоны. Рекомендуемые технологические схемы одноступенны, микроциклоны компонуются в блоки.

При неоднородном составе применяются многоступенные (2 и более ступеней) гидроциклонные установки. В этих установках остаточная концентрация в сливе первой ступени является исходной для второй, после второй – для третьей и т.д., до получения необходимой степени очистки. Сравнительная характеристика способов очистки приведена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Способы очистки	
Преимущества	Недостатки
Очистка сточных вод в гидроциклонах малых диаметров (микроциклонах)	
- компактность, возможность размещения оборудования на небольшой площади;	- частое засорение аппаратов и выход из строя при обработке суспензий с высокодиспергированной твердой фазой;
- при равной эффективности потребляют меньше электроэнергии;	- низкий эффект очистки суспензий, загрязненных частицами различной плотности;
- обеспечение более высокой степени очистки (на 20...30%)	- необходимость дополнительных сооружений для выделения плавающих примесей
Очистка сточных вод в многоступенных гидроциклонных установках	
- компактность, возможность размещения оборудования на небольшой площади;	- рост количества аппаратов и сложность их эксплуатации;
- возможность применения для очистки суспензий с высокодиспергированной твердой фазой;	- повышенный расход электроэнергии;
- обеспечение высокой степени очистки суспензий, загрязненных оседающими примесями	- низкий эффект очистки суспензий, загрязненных частицами различной плотности;
	- необходимость дополнительных сооружений для выделения плавающих примесей

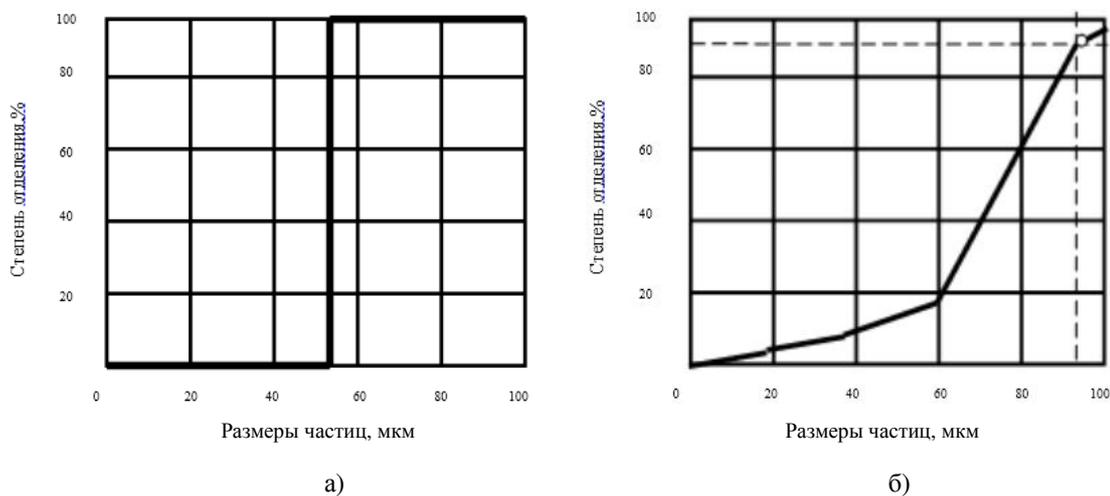


Рис. 1

Представляет интерес предложенная Санкт-Петербургским технологическим институтом установка (рис. 1 – зависимость степени разделения в гидроциклонах от размера частиц (по Травинскому) [4]) с последовательно-параллельным соединением аппаратов [1] (авторы отмечают, что

за один проход обрабатываемой суспензии в единичном гидроциклоне отбирается только 50% твердых частиц, а остальные 50% выносятся с осветленной водой). На данной установке авторы достигли устойчивого режима работы.

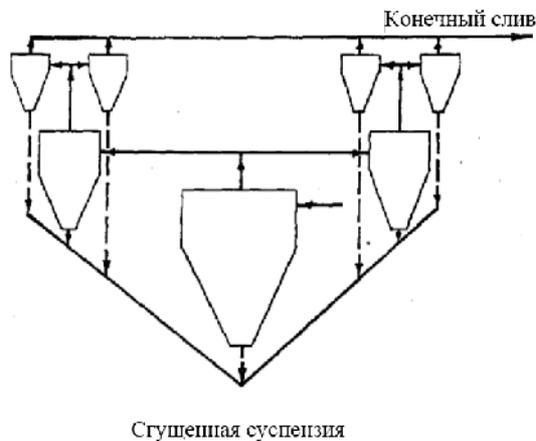


Рис. 2

В существующей литературе приводятся отдельные технические решения, разработанные с целью интенсификации процесса разделения путем снижения выноса загрязнений с осветленной водой. Так, для выделения из суспензий волокнистых материалов предложен гидроциклон (рис. 2 – схема последовательно-параллельного соединения гидроциклонов). Часть потока, содержащая наиболее мелкую фракцию (наиболее тонкие волокна), вытекает факелообразным вихрем, пронизывающим конусообразный отражатель из стержней, на котором оседают волокнистые материалы, а осветленная часть суспензии дополнительно очищается на фильтрующем элементе. С целью повышения эффективности разделения предложен горизонтальный гидроциклон. Осветленная в гидроциклоне жидкость, проникая через перфорированную решетку и фильтрующую перегородку, освобождается от той части твердой фракции, которая была вынесена потоком.

Авторы [3...7] разработали гидроциклон (рис. 3 – гидроциклоны с интенсификацией процесса разделения: а) – НИИ легкой промышленности; б) – КазНИИВХ; в) – Н.Н.Максимова; с) – Южгипроцемента; д) – фирмы ФРГ; е) – НИИ цветных металлов) для разделения суспензии, в которой более мелкие частицы вместе с центральным восходящим потоком слива поступают в камеру дополнительной очистки через набор конических тарелок, обеспечивающих стабилизацию потока, где происходит выпадение в осадок нерастворимых частиц, которые периодически отво-

дятся. Всплывающие частицы задерживаются на наклонной решетке. Согласно [5] осветленная в гидроциклоне жидкость дополнительно очищается в фильтрующем патроне, а задержанные загрязнения снимаются щетками, приводящимися в движение струенаправляющими ребрами.

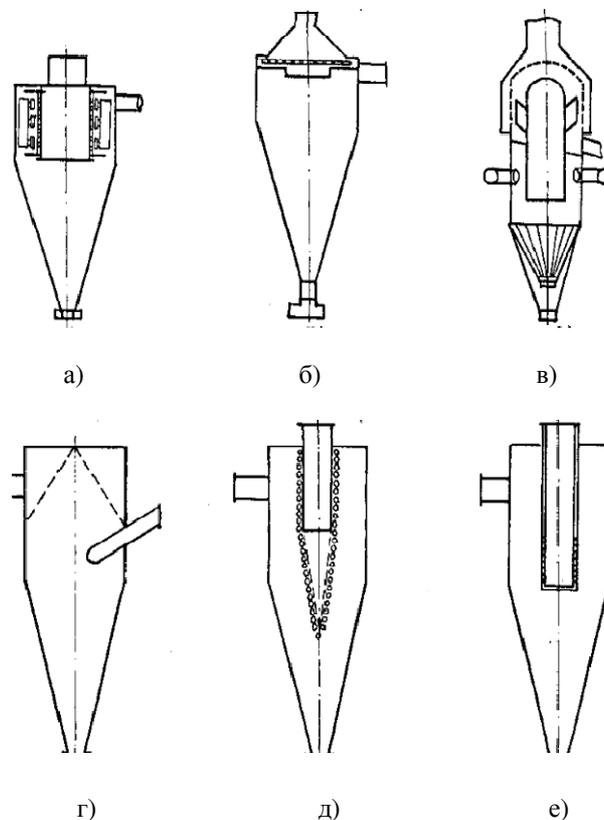


Рис. 3

При установке аппарата на всасывающей линии насоса (вакуумный гидроциклон) рекомендуется дополнительная очистка осветленной в гидроциклоне жидкости на фильтрующем элементе рис. 3- б. В водоочистителе осветленная жидкость, содержащая в своем составе мелкодисперсные включения, дополнительно очищается на фильтрующей перегородке и отводится из камеры фильтрации (рис. 3-в). Для предотвращения попадания крупных включений в слив при работе с высоковязкими суспензиями в верхней части гидроциклона над входным патрубком установлена решетка (рис. 3-г). Иногда в аппарат вводят всплывающие шаровидные или цилиндрические тела, образующие фильтру-

ющий слой вокруг сливного патрубка (рис. 3-д, е).

Обзор и анализ современного состояния вопроса исследования промышленного применения напорных гидроциклонов в области очистки сточных вод легкой промышленности [8] показали следующее.

1. Проведенные отдельными авторами исследования способствовали широкому внедрению напорных гидроциклонов в технологические процессы отдельных отраслей промышленности, в практику подготовки технической и питьевой воды, а также в область очистки сточных вод легкой промышленности.

2. Практические успехи в использовании гидроциклонов в области очистки сточных вод легкой промышленности опережают теоретические представления об их гидродинамике. Дальнейшее развитие теории разделительных процессов, повышение точности расчета этих аппаратов связано с получением более точной гидродинамической картины.

3. В области очистки сточных вод применение гидроциклонов наиболее эффективно при отделении структурных, агрегатостойчивых оседающих примесей. Обработка сточных вод, загрязненных примесями различной плотности (и оседающими и плавающими), приводит к выносу загрязнений с осветленной водой (до 50 и более процентов, главным образом, плавающих), что обусловлено несовершенством применяемых для этих целей стандартных цилиндрических гидроциклонов.

4. Применяемые для снижения выноса способы и средства не всегда эффективны. Для отделения плавающих примесей предусматриваются дополнительные сооружения, что существенно усложняет эксплуатацию технологических линий, а в ряде случаев приводит к полной замене технологии очистки сточных вод.

5. Вопросы очистки в напорных гидроциклонах в области очистки сточных вод легкой промышленности, загрязненных структурными агрегатостойчивыми примесями различной плотности (оседающи-

ми с  $\varphi_T > 1$  и плавающими с  $\varphi_T \leq 1$ ), остаются нерешенными.

Отдельные технические решения, основанные на использовании в напорном гидроциклоне, с целью предотвращения выноса, различных фильтрующих элементов, имеют существенные недостатки:

- фильтрующий элемент работает в режиме напорного фильтрования, что при значительных скоростях в выходном канале гидроциклона приводит к интенсивному забиванию ячеек, а в отдельных случаях – и к изменению живого сечения сливного патрубка, что отрицательно влияет на гидродинамический режим работы аппарата;

- затруднен доступ к фильтрующему элементу, его регенерация и отвод уловленных загрязнений;

- трудоемки сборка и разборка аппаратов в случае засорения фильтрующих элементов.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, из вышесказанного и определена цель статьи. Для решения обозначенных вопросов поставлены следующие задачи.

- Изучить влияние свойств исследуемых сточных вод легкой промышленности, параметров конструкции вакуумгидроциклонов и режимных факторов на величину выноса взвешенных веществ и жиропродуктов.

- Разработать на основе исследованных вакуумгидроциклонов новые конструкции аппаратов, предназначенных для интенсификации процесса разделения путем снижения выноса загрязнений и жиропродуктов, объединяющие в одном компактном узле два процесса: центробежное разделение – для выделения оседающих примесей и отделения жиропродуктов.

- Осуществить практическую проверку работоспособности вакуумгидроциклонов при изменении свойств исследуемых сточных вод, конструктивных факторов.

- Установить оптимальные конструктивные параметры и технически целесообразный и экономически выгодный режим работы аппарата и разработать технологи-

ческие схемы очистки исследуемых сточных вод. Решение поставленных задач определило объем будущих исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов П.М., Роменский А.А. К расчету гидродинамики потока в гидроциклонах // Изв. вузов. Энергетика. – 1973, № 8. С. 85...91.
2. А.с. № 5281. Горизонтальный гидроциклон / Батуров В.И., Вайдуков В.А., Соколов В.И. Оpubl. 1976. Бюл. № 34.
3. Патент РФ (RU 2 2205260) /Дегтерев Г.В., Дегтерева О.Б. Оpubl. 27.05.2003.
4. Патент РФ (RU 2 233 706) / Гайдуков В.И., Довнар И.Ю. Оpubl. 10.08.2004.
5. Инновационный патент № 18257. Гидроциклонная жироловушка / Абдураманов А.А., Джумабеков А.А. Оpubl. 2009. Бюл. №2.
6. Калдыбаев Р.Т., Байжанова С.Б., Калдыбаева Г.Ю., Турганбаева А.А. Разработка методики определения количества волокнистых отходов хлопка при его переработке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1. С. 60...64.
7. Potapov V., Mayak O. The new structural design of scraper mixer for viscous medium mixing // Industrial Technology and Engineering. Shymkent. – 2013, №4(09). P. 6...21.

#### REFERENCES

1. Mihajlov P.M., Romenskij A.A. K raschetu gidroinamiki potoka v gidrociklonah // Izv. vuzov. Jenergetika. – 1973, № 8. S. 85...91.
2. A.s. № 5281. Gorizontaľnyj gidrociklon / Baturov V.I., Vajdukov V.A., Sokolov V.I. Opubl. 1976. Bjul. № 34.
3. Patent RF (RU 2 2205260) /Degterev G.V., Degtereva O.B. Opubl. 27.05.2003.
4. Patent RF (RU 2 233 706) / Gajdukov V.I., Dovnar I.Ju. Opubl. 10.08.2004.
5. Innovacionnyj patent № 18257. Hidrociklonnaja zhirolovushka / Abduramanov A.A., Dzhumabekov A.A. Opubl. 2009. Bjul. №2.
6. Kaldybaev R.T., Bajzhanova S.B., Kaldybaeva G.Ju., Turganbaeva A.A. Razrabotka metodiki opredelenija količestva voloknistyh othodov hlopka pri ego pererabotke // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №1. S. 60...64.
7. Potapov V., Mayak O. The new structural design of scraper mixer for viscous medium mixing // Industrial Technology and Engineering. Shymkent. – 2013, №4(09). P.6...21.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных материалов. Поступила 08.04.16.