

**УДК 621.187**

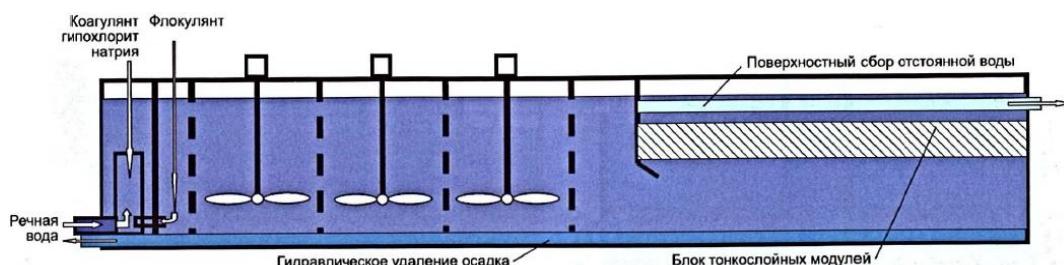
Е.Д. РИМАШЕВСКАЯ, м.т.н., инженер (РУП Белнипиэнергопром)  
Научный руководитель: В.А. ЧИЖ, к.т.н., доцент (БНТУ)  
г. Минск, Республика Беларусь

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВОК ПРЕДОЧИСТКИ ВОДЫ НА ТЭС И АЭС С ВНЕДРЕНИЕМ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В настоящее время актуальной проблемой в Республике Беларусь становится модернизация существующего оборудования объектов энергетики с целью снижения эксплуатационных затрат и, соответственно, себестоимости производимой продукции. В области водоподготовки перспективным направлением является перевод существующих ионообменных водоподготовительных установок (ВПУ) на противоточный принцип ионирования воды и мембранные технологии [1-2]. Особое требование для реализации данных прогрессивных технологий – высокое качество предварительной очистки воды, что традиционные предочистки с использованием осветлителя получить не позволяют. Таким образом, при внедрении прогрессивных технологий водоочистки необходимо предварительно повысить эффективность работы предочисток за счет модернизации установленного оборудования, совершенствования технологических процессов и использования современных фильтрантов (для механических фильтров).

В зарубежной практике используется большое разнообразие установок для осадительных методов очистки воды. В основном применяются аппараты, включающие статические смесители и механические мешалки для предварительного смешения реагентов и мешалки на стадии созревания осадка [3-4].

Используемые горизонтальные и радиальные отстойники, как правило, снабжены камерами предварительного смешения с реагентами и созревания осадка с механическими перемешивающими устройствами (рисунок 1), имеют более широкий интервал по производительности, чем те, в которых используется гидравлическое смешение.



**Рисунок 1 – Схема горизонтального отстойника с камерами предварительного смешения с реагентами**

Значительно лучшие показатели по производительности и качеству очистки имеют установки компании *Degremont* (Дегремон) типа *ACCELERATOR* [4]. Они обеспечивают удельную производительность до  $5 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$  при переработке воды содержащей до 500мг/л взвесей в результате разделения зон смешения с реагентами и созревания осадка, имеющих разную интенсивность перемешивания и использования рециркуляции шлама (рисунок 2).

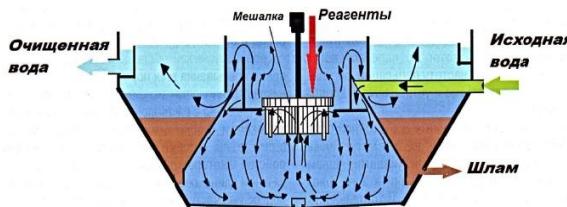
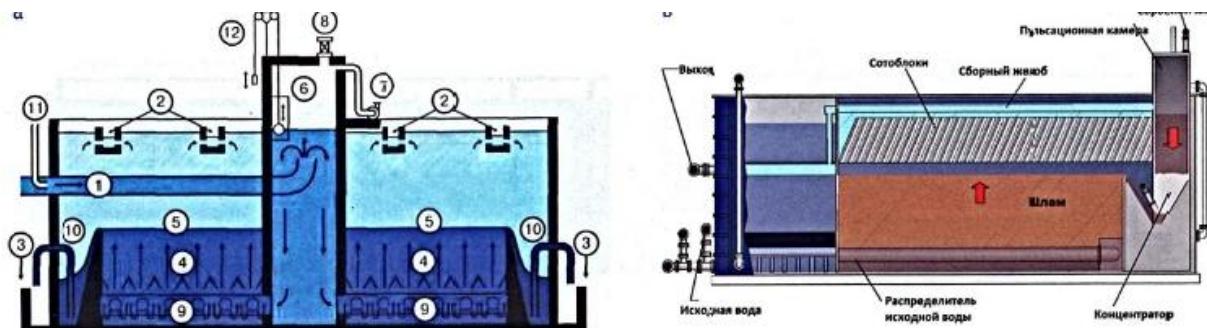


Рисунок 2 – Установка типа *ACCELERATOR*

Интересным решением является достаточно распространенный отстойник-осветлитель, разработанный компанией *Degremont*, т. н. «пульсатор» (*Pulsator*) и его развитие — «суперпульсатор» и «ультрапульсатор» (рисунок 3) [4].



1 – ввод исходной воды; 2 – вывод осветленной воды; 3 – удаление осадка; 4 – распределители потока; 5 – верхний уровень осадка; 6 – пульсационная камера; 7 – вакуумный насос; 8 – клапан сброса давления; 9 – распределительная система; 10 – сборный карман для осадка; 11 – подвод

а – «пульсатор» (*Pulsator*); б – «суперпульсатор»;

Рисунок 3 – Отстойники фирмы Дегремон

Принцип действия таких установок заключается в том, что исходная вода, смешанная с коагулянтом, подается в пульсационную камеру (6), из которой она равномерно вводится под слой взвешенного осадка через распределительную систему в горизонтальный или радиальный отстойник, проходит через него и через перелив выводится из процесса. Производительность по сравнению с традиционными отстойниками увеличивается для «пульсатор» в 3..4 раза, и для «суперпульсатор» доходит до  $8..12 \text{ м}^3 / \text{ч}$ .

Особую новую группу аппаратов представляют собой установки с оптимизированными условиями смешения с коагулянтом и флокулянтом с

использованием механических перемешивающих устройств и либо с рециркуляцией осадка, либо с введением специальных утяжелителей. Ряд технических решений такого рода предлагает компания *Degremont – DensaDeg* (рисунок 4) – и компания *Veolia Water Solutions & Technologies* (VWS): *Multiflo Mono*, *Multiflo Mono Plus*, *Multiflo Duo*, *Multiflo Trio* [4]. Они позволяют в 2..3 повысить эффективность процесса и его производительность за счет эффекта резкой интенсификации процесса коагуляции на сформировавшихся хлопьях. Такие установки позволяют, кроме коагуляции, проводить процессы известкования и содоизвесткования.

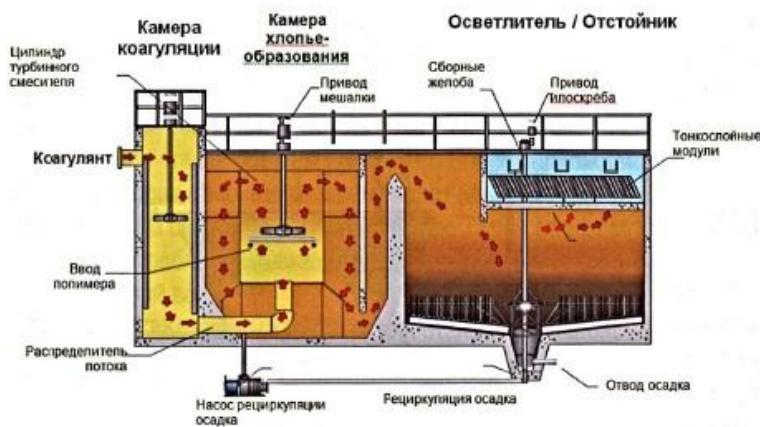


Рисунок 4 – Схема установки *DensaDeg*

Другим перспективным направлением повышения эффективности очистки и производительности является ввод во время коагуляции специальных утяжеляющих добавок (глины, порошков перлита, мелкой фракции кварцевого песка). Наиболее эффективным решением, дающим возможность резко увеличить производительность и эффективность процесса, является система, обеспечивающая проведение интенсивной контактной коагуляции и быстрое осаждение её продуктов за счет ввода микропеска с последующим его отделением от полученного шлама и с возвратом в процесс. Техническое решение такого рода реализовано в аппарате Циклофлок и (*Cyclofloc*) (рисунок 5) [4].

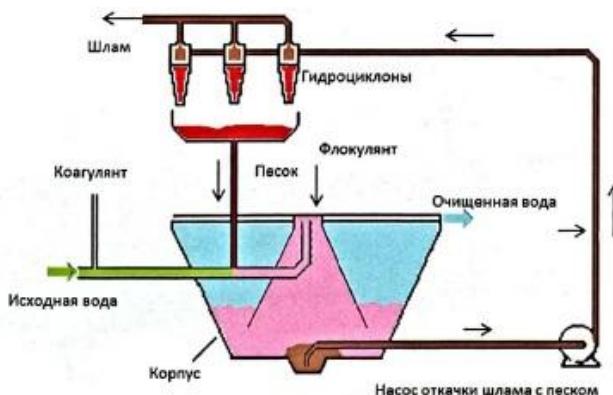


Рисунок 5 – Схема процесса Циклофлок (*Cyclofloc*)

Компания *Kruger (Veolia)* разработала усовершенствованную систему Актифло (*Actiflo*) (рисунок 6) с вводом микропеска для утяжеления осадка, в которой стадии смешения реагентов, коагуляции и флокуляции разделены и оптимизированы по времени контакта и интенсивности перемешивания [3]. По данным фирмы производительность этих установок в 10 раз выше традиционных. Основная идея процесса Актифло состоит в использовании микропеска заданного фракционного состава, в подаче всей полученной пульпы на гидроциклон, отделяющий песок от осадка и возврат песка в процесс, что позволяет значительно увеличить производительность и сократить за счет этого объем установок, занимаемую системой площадь и снизить капитальные затраты.

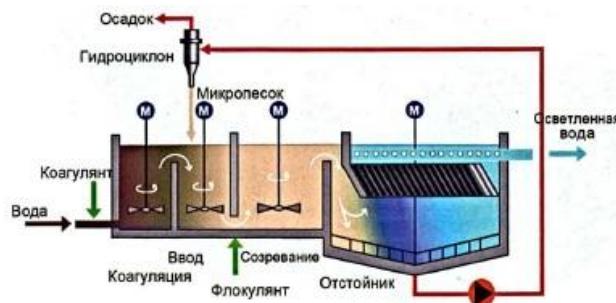


Рисунок 6 – Схема установки *Actiflo*

ЗАО «НПП Объединенные водные технологии» разработана технология очистки воды на динамических осветлителях (ДО) и на механических фильтрах с двухслойной загрузкой (МФ) (рисунок 7) [4].

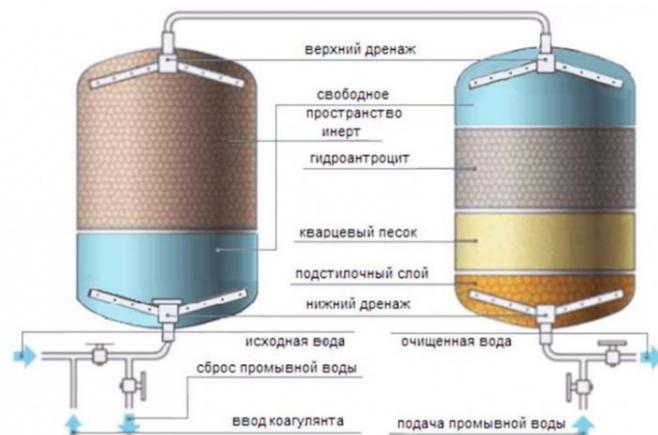


Рисунок 7 – Принцип работы ДО-МФ

По результатам пилотных испытаний установлено, что после ДО и МФ обеспечивается высокое качество осветленной воды, что позволяет использовать осветленную воду даже в качестве питьевой воды при дополнительной стадии обеззараживания [4]. С целью последующего продвижения технологии динамического осветления ЗАО НПП ОВТ разработала устройство Динамический осветительный фильтр (ДОФ), представ-

ляющее собой двухкамерный аппарат, состоящий из верхней камеры грубой очистки и нижней камеры тонкой очистки (рисунок 8) [4].

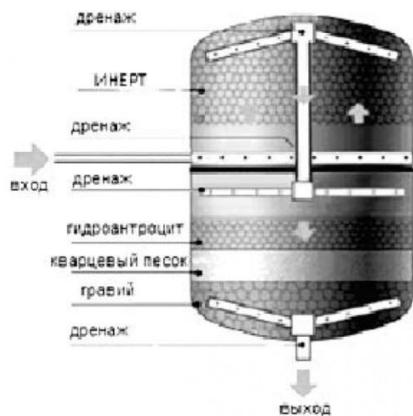


Рисунок 8 – Схема ДОФ

Принцип работы ДО-МФ и ДОФ основан на том, что предварительно в исходную воду последовательно дозируется коагулянт и флокулянт для образования хлопьев загрязняющих веществ. Фильтрация воды производится последовательно восходящим потоком через камеру грубой очистки, загруженной плавающим инертным и далее нисходящим потоком через камеру тонкой очистки, загруженной крупнозернистым гидроантротитом (верхний слой) и мелкозернистым кварцевым песком (нижний слой) [2,4].

Использование ДОФ при новом строительстве позволит обеспечить высокое качество осветленной воды при меньших габаритах, так как в одном аппарате совмещены стадии осветления и последующей финишной фильтрации через двухслойную зернистую загрузку [2,4].

#### Список литературы:

1. Чиж, В.А. Пути совершенствования предварительной обработки воды на ТЭС / В.А.Чиж, Е.Д. Римашевская // Энергетика и энергосбережение: теория и практика. Материалы I ВНПК. – Кемерово, 2014. – Режим доступа: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/Other/2014/oldenerg1/energ1/pages/Articles/1/Chizh.pdf>. – Дата доступа: 11.10.2016.
2. Римашевская, Е.Д. Разработка малосточной ВПУ ТЭЦ // Электроэнергетика глазами молодежи – 2015. Том 2. Иваново, 2015. С.358-363.
3. Опыт внедрения динамических осветлителей при очистке природных и сточных вод / И.С. Балаев [и др.]. // Современные методы водо подготовки и защиты оборудования от коррозии и накипеобразования. – Москва, Экспоцентр, 2013.
4. Оборудование для осадительных методов очистки воды. Наиболее эффективные зарубежные решения / А.А. Пантелейев [и др.]. – Режим доступа: [http://www.mediana-filter.ru/st\\_p2.html](http://www.mediana-filter.ru/st_p2.html). – Дата доступа: 11.10.2016.