

УДК 628.34:676

БОГОЛЮБОВА В. В., студент гр. ИП-22-1 (Кузбасский ГАУ)
Научный руководитель РАКИНА М. С., к.б.н., доцент (Кузбасский ГАУ)
г. Кемерово

УСТАНОВКА НАПОРНОЙ ФЛОТАЦИИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Целлюлозно-бумажная промышленность относится к числу динамично развивающихся и перспективных отраслей народного хозяйства; её предприятия выпускают целлюлозу, бумагу, картон и изделия из них. Основным элементом технологического процесса данной отрасли выступает вода, которая в настоящий момент активно вводится в оборотный цикл использования, а на ряде предприятий реализуется замкнутый цикл водопользования. Эти меры направлены на повышение эффективности ресурсосбережения. Примерно 10-15% от общего объема продукции целлюлозно-бумажной промышленности производят из вторичного сырья. Примером является крупное перерабатывающее предприятие региона «Кузбасский Скарабей». Большая часть предприятий в своем производстве использует древесное сырье и разрабатывает направления использования отходов производства. Однако ни один производственный процесс на сегодняшний день не способен быть безотходным [1].

Проблема сточных вод активно поднимается в последние годы в связи с тем, что промышленные сбросы ухудшают качество поверхностных вод, приводя их к несоответствию установленным санитарным нормам. Современное решение проблемы заключается в установке высокоеффективных очистных сооружений, которое успешно внедряется в целлюлозно-бумажной промышленности [2].

Одним из наиболее действенных технических решений является физико-химическая очистка методом флотации. Установка напорной флотации является оборудованием, предназначенным для эффективной сепарации и удаления загрязняющих компонентов, включая взвешенные вещества, органические соединения и нефтяные продукты. Работа установки основана на многоступенчатом процессе, включающем последовательные этапы обработки загрязненной среды. Технологический процесс устройства унифицирован, однако продолжаются научные исследования, направленные на совершенствование процесса аэрации, а именно — на достижение равномерного распределения мелкодисперсных пузырьков. Экспериментально установлена наиболее эффективная скорость использования аэратора совместно с диспергатором (устройством для измельчения и смешивания до однородного состояния) [3].

Основой метода напорной флотации (рис. 1) служит процесс абсорбции твердых частиц мелкими воздушными пузырьками: посредством насосного устройства воздух подвергается диспергированию, образуя при этом однородную смесь газа и жидкости (5). Частицы подкрепляются к воздушным микропузырькам, поднимаются на поверхность жидкости, а образовавшиеся таким образом

крупные агрегаты формируют слой «флотошлама», который механически удаляется грабельным устройством (8). Загрязнения, не удаленные в процессе флотационной очистки, оседают на дне установки и выводятся через нижнюю часть камеры (11). Часть очищенных вод направляется в повторный цикл оборотного водопользования (10), а остальная сбрасывается в канализационные сети предприятия.

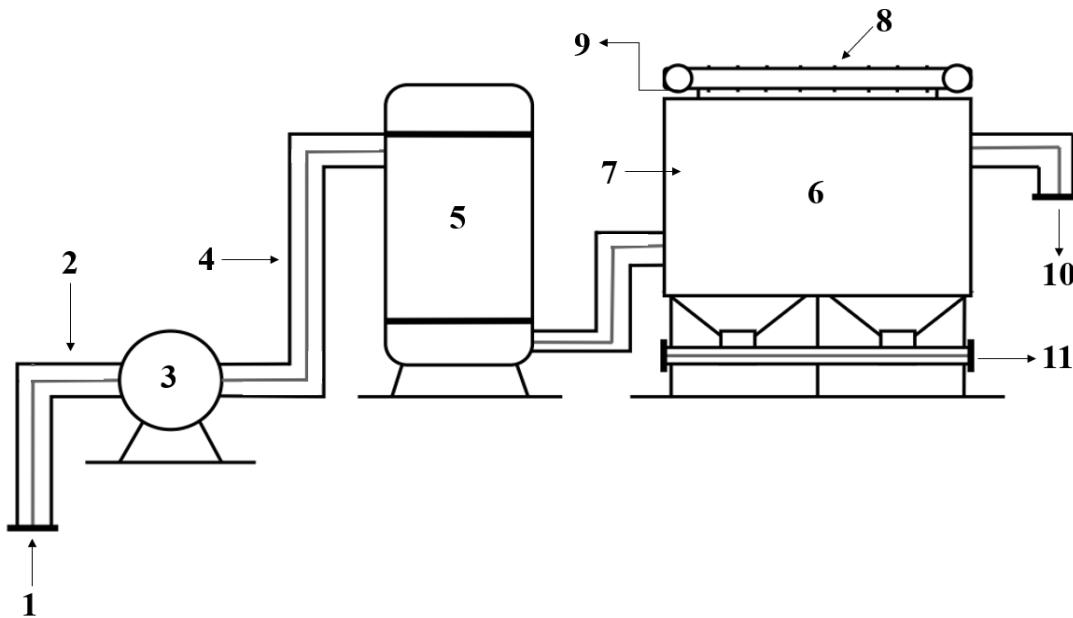


Рисунок 1. Схема процесса установки напорной флотации

1 – подача вод на очистку; 2 – подача коагулирующего реагента; 3 – насос; 4 – подача воздуха; 5 – сатуратор (напорный бак); 6 – флотационная установка; 7 – подача флокулирующего реагента; 8 – механизм для удаления «флотошлама»; 9 – отвод легкого сора; 10 – отвод очищенных вод; 11 – отвод тяжелого сора

Для повышения эффективности процесса часто применяют комбинацию таких методов очистки, как флокуляция и коагуляция. Коагулянт способствует агрегации мелкодисперсных взвесей в большие частицы; вещество вводится на этапе поступления в установку технических вод на очистку (2). Это способствует облегчению последующего образования крупных агрегатов с помощью флокулянта, поступающего непосредственно во флотационную установку (7). Эти стадии дополняют друг друга, обеспечивая глубокую степень очистки вод [4].

Автоматизированные установки напорной флотации представляют собой сложные устройства, состоящие из множества функционально взаимосвязанных элементов. Они включают систему управления, контролирующую дозировку химикатов, подачу сжатого воздуха и регулирование уровня давления в камере. Передовые методики позволяют автоматизировать приготовление флокулирующего реагента, поддерживать стабильную концентрацию раствора и обеспечивать равномерное распределение активного вещества реагента в жидкости (рис. 2).



Рисунок 2. Установка напорной флотации

Производительность современных установок достигает сотен кубометров в час, причем размеры оборудования варьируются в зависимости от масштабов производства и требуемой степени очистки. Благодаря развитию технологий изготовления реагентов удается достичь высоких показателей экологической чистоты, снижая содержание примесей до уровней ниже 5%. Использование высокоэффективных автоматизированных решений позволяет минимизировать воздействие технологических процессов на окружающую среду и повысить качество производственных операций [3].

Ввиду экологизации промышленной деятельности рассматривается сбережение энергоресурса. Для этого применяются частотные преобразователи для плавного изменения оборотов насосов и компрессоров, а также переработка легкого и тяжелого осадка для повторного применения в таких отраслях промышленности, как строительство и сельское хозяйство. Для одновременного формирования устойчивого экономического роста и повышения экологичности совершенствуются и вводятся инновационные технологии. Основные направления включают модернизацию конструкции флотационной установки, на начальном этапе — оптимизацию гидравлического режима и внедрение цифровых систем управления. На данный момент некоторые из предложений находятся на стадии тестирования, демонстрируя отличные перспективы [7].

Установка напорной флотации является важным инструментом для эффективной очистки сточных вод в целлюлозно-бумажной промышленности. Устройство позволяет значительно снизить концентрацию содержания взвешенных веществ в оборотных водах, используя комбинированные подходы. Это способствует повышению качества получаемой продукции. Автоматизация процесса обеспечивает соблюдение требований к качеству сточных вод, повышая экологичность производства. Высокопроизводительное оборудование и оснащенное современными технологиями производство позволяют экономить природные ресурсы страны.

Список литературы:

1. Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона // Бюро НДТ. – Москва, 2015. – С. 13-26.
2. Залевская, Ю. М. Проблема очистки сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности / Ю. М. Залевская, Е. С. Белик, М. В. Бурмистрова // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. – Пермь, 2015. – Т. 1. – С. 137-144.
3. Антонова, Е. С. Определение режима работы флотационной установки для очистки сточных вод / Е.С. Антонова, В.О. Карпикова [Электронный ресурс] // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2024. – №4. – С. 410-418. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-rezhima-raboty-ezhektsionnoy-flotatsionnoy-ustanovki-dlya-ochistki-stochnyh-vod> (дата обращения: 30.10.2025).
4. Смирнов, А.М. Локальная очистка сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий методом напорной флотации: специальность 05.21.03 – «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Смирнов Андрей Михайлович. – СПб., 2004. – С. 5-14.
5. Рунк, В. Р. Проблемы и перспективы развития отрасли целлюлозно-бумажной промышленности / В. Р. Рунк // XV Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ». – 2023. – С. 1-3.
6. Фабер, Е.С. Разработка технологических решений по повышению качества очистки сточных вод на предприятие / Е.С. Фабер // Инженерная защита окружающей среды. – Тольятти, 2022. – С. 38-48.