

ОПТИМИЗАЦИЯ ДОЗЫ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сточные воды предприятий по переработке молока характеризуются высоким уровнем загрязненности, непостоянством расхода и состава. Количество сточных вод зависит от профиля производства, наличия оборотных систем водоснабжения и составляет от 1,0 до 6,0 дм³ на 1 дм³ переработанного молока. Концентрация примесей также зависит от вида выпускаемой продукции.

Высокая суточная неравномерность качественного состава, расхода и значений рН сточных вод молочных производств связаны с режимом работы конкретного предприятия и видом используемых моющих реагентов. Значительные колебания уровня загрязненности и количества сточных вод в течение суток вызваны залповыми сбросами отходов производства, моющих веществ и цикличностью технологических процессов. При использовании моющих средств на основе органических кислот показатель рН сточных вод может снижаться до 2,0–3,0, если применяются щелочные моющие средства, этот показатель может повышаться до 9,0–11,0. Резкие изменения рН, расхода сточных вод, поступление с ними большого количества органических загрязнений нарушают нормальный режим работы очистных сооружений, значительно ухудшают эффективность биологической очистки. Это обуславливает необходимость усреднения состава и расхода сточных вод, а также применение их предварительной физико-химической обработки с высокими затратами на реагенты [1].

Основная цель – выбрать технологию, достаточно гибкую, чтобы справляться с колебаниями нагрузок по органическому веществу и другим характеристикам сточных вод, поддерживая при этом как можно более низкие капитальные и эксплуатационные затраты.

В этой связи важное значение имеет систематический контроль показателей сточных вод, поступающих на очистные сооружения, выбор реагентов с учетом их эффективности и стоимости, правильная их дозировка, оценка влияния различных факторов на полноту очистки сточных вод [2,3].

Целью работы являлось изучение влияния реагентной обработки на эффективность как физико-химической, так и последующей биологической стадий очистки сточных вод.

Объектом исследования служили данные мониторинга всех стадий очистки по основным показателям: расход сточных вод, ХПК, содержание взвешенных веществ, концентрации кислорода в аэротенке, содержание соединений азота и фосфора, доза ила, доза коагулянта и флокулянта.

Задачи исследования:

- обработка данных мониторинга всех стадий очистки по основным показателям и выявление тенденций изменения этих показателей;
- анализ влияния дозы коагулянта и флокулянта на удаление взвешенных веществ и ХПК на стадии физико-химической и биологической очистки;
- выявление возможных причин снижения качества очистки сточных вод и путей их устранения.

Проведен мониторинг удаления взвешенных веществ и загрязнений по показателю ХПК на стадии физико-химической очистки в зависимости от подачи реагентов: коагулянта БОПАК-А и флокулянта марки FloramAN 934 SH анионный полиакриламид, со степенью гидролиза 30-40% и молекулярной массой 14–16 млн. Да (в виде 0,15%-ного раствора).

В среднем за рассмотренный период снижение ХПК составляло 30–40% на физико-химической стадии, 96–98% – на биологической стадии, удаление взвешенных веществ находилось на уровне 85–95%.

Проведенный мониторинг свидетельствует о комплексном действии реагентов на удаление как взвешенных веществ, так и загрязнений по ХПК на обеих стадиях очистки сточных вод.

Чем глубже удаление ХПК на флотационной машине, тем ниже нагрузка на биологическую стадию и выше ее эффективность. Это требует правильной настройки работы флотационной машины, качественно подобранных реагентов, коагулянта и анионного флокулянта, а также их дозировки, в начале в лабораторных условиях, а затем в производственных.

Наиболее четкие зависимости от дозы реагентов прослеживаются для показателя снятия ХПК, в особенности на биологической стадии, поэтому для более полного представления об их взаимосвязи необходимо сделать центральное композиционное планирование.

С учетом полученных значений основных показателей в зависимости от различных параметров процесса очистки сточных вод и с целью определения оптимальных применяли статистический метод планирования эксперимента с использованием ортогонального композиционного плана второго порядка.

Для статистической обработки полученных результатов исполь-

зовали программу Microsoft Office Excel 2010.

На основании полученных результатов мониторинга в качестве управляемых независимых переменных выбраны расход коагулянта (X_1) и расход флокулянта (X_2). Влияние параметров процесса на эффективность очистки оценивали по степени снятия ХПК ($Y, \%$).

Полученные в результате эксперимента данные подвергали статистической обработке, с помощью которой осуществляли проверку значимости коэффициентов уравнения регрессии, оценку его адекватности и воспроизводимости опытов с использованием критериев Кохрена, Стьюдента и Фишера. При этом доверительная вероятность составляла 0,95.

Исходя из уравнения регрессии получили оптимальные параметры $X_1 = 9,4$ л/ч и $X_2 = 900$ л/ч, которые обеспечивают очистку вод с максимальной степенью снятия ХПК ($Y = 98,67 \%$).

Графическая интерпретация полученной зависимости представлена на рисунке 1. При найденных из уравнения дозах поверхность отклика проходит через максимум, соответствующий наибольшей степени снятия ХПК ($>98 \%$). Дальнейшее увеличение дозы реагентов нецелесообразно вследствие негативного воздействия на очистку.

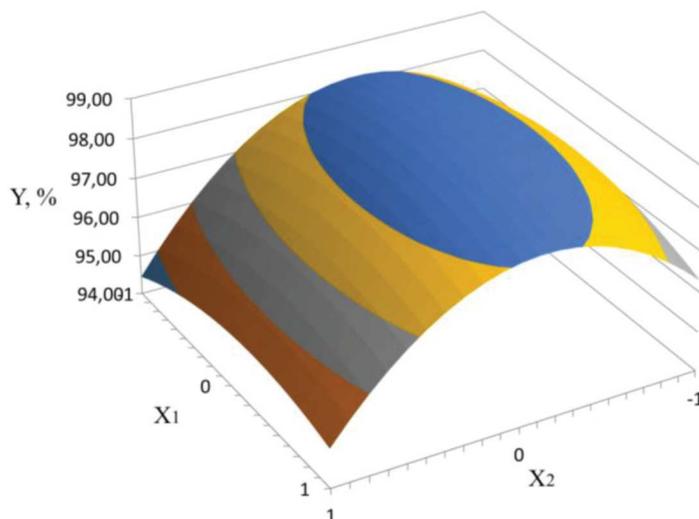


Рисунок 1 – Поверхность отклика зависимости степени снятия ХПК от расхода коагулянта (X_1) и расхода флокулянта (X_2)

Аналогичным образом обработали данные по взвешенным веществам (рисунок 2).

В результате проведения эксперимента изучено влияние параметров процесса (дозы коагулянта и флокулянта) на степень удаления взвешенных веществ и степень снятия ХПК и проведена оптимизация данного процесса.

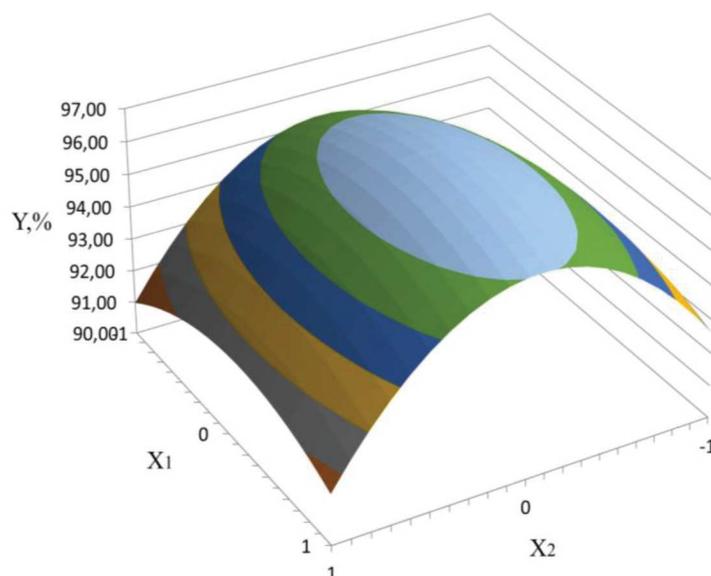


Рисунок 2 – Поверхность отклика зависимости степени удаления взвешенных веществ от расхода коагулянта (X_1) и расхода флокулянта (X_2)

С помощью ортогонального центрально-композиционного планирования получена зависимость, которая описывает влияние дозы реагентов на эффективность очистки. Установлено, что максимальная степень удаления взвешенных веществ на физико-химической стадии, которая составляет более 96 %, а также максимальная степень снятия ХПК на биологической стадии, которая составляет более 98 %, достигается при следующих дозах: коагулянт – 9,4 л/ч, флокулянт – 900 л/ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ануфриев, В.Н. Состав производственных сточных вод предприятий молочной промышленности // Экология на предприятии. – 2014. – № 5(35). – С. 83–86.
2. Данилович, Д. А. Современные решения по локальной очистке сточных вод предприятий молочной промышленности // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2014. – № 3. – С. 55–63.
3. Панченко, С. Л. Пути решения проблемы загрязнения сточных вод на примере переработки отходов молочной промышленности / С. Л. Панченко, А. Г. Горшков, А. И. Бочаров // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: V Всерос. науч. практ. конф. с междунар. уч. 15–16 дек. 2016 г.: в 2-х ч. Ч. 1 / ФГБОУ ВО Воронежский институт ГПС МЧС России. – Воронеж, 2017. – С. 226–227.