

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА (ХПК) В СТОЧНЫХ ВОДАХ ПАО «ДОНЕЦКИЙ ГОРОДСКОЙ МОЛОЧНЫЙ ЗАВОД №2» И ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ПО ЕГО СНИЖЕНИЮ

**Автор:** Курилова М.С., Ганнова Ю.Н.

**Источник:** Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник докладов X Международной конференции аспирантов и студентов. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. – 434 с.

Создания экологически чистых производств пищевой промышленности является актуальной во всем мире. Молочная отрасль нуждается в ряде модернизационных мер по повышению эффективности и экологической безопасности предприятий.

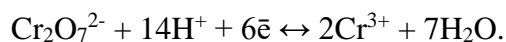
Объектом исследования является ПАО «Донецкий городской молочный завод № 2», который является одним из ведущих молокозаводов города Донецка.

Источником водоснабжения анализируемого предприятия служат городские водопроводные сети. На молочном заводе образуются загрязненные сточные воды, в том числе промывные сточные воды (от промывки оборудования, тары). Сточные воды представляют собой дисперсную систему, содержащую загрязняющие вещества в растворенном, взвешенном и коллоидном состоянии: белки, жиры, молочный сахар (лактозу).

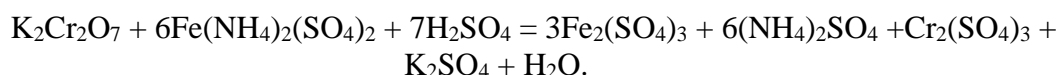
Органические вещества, попадающие в водоемы со сточными водами молочной промышленности, вызывают процессы гниения. В результате чего, резко уменьшается содержание кислорода в воде, что вызывает так называемые заморы – массовую гибель рыб и других животных. Сброс указанных сточных вод в водоемы недопустим [1].

Сточные воды внутризаводской сетью канализации собираются в два выпуска на улице Циклонная, в районе р. Дурна, затем объединяются по Ленинскому проспекту, где находится контрольный колодец №1, и самотеком направляются в городской канализационный коллектор №11 и далее на городские очистные сооружения. Для проведения анализа в лабораторных условиях отбираем пробу сточной воды в контрольном колодце №1.

Для определения химического потребления кислорода (ХПК) сточных вод наиболее эффективным и удобным в применении окислителем является бихромат калия в серной кислоте. Он ( $K_2Cr_2O_7$ ), окисляя находящиеся в воде органические примеси, сам восстанавливается до солей Cr (III):



Метод объемного анализа, использующий растворы бихромата калия известной концентрации, называется хроматометрией. В основе метода лежит окисление ионов  $Fe^{2+}$  бихромат-ионами в кислой среде:



В данной работе ХПК определяем ускоренным методом. Главная его особенность – повышенная концентрация  $H_2SO_4$ . Нагревание извне не требуется, так как температура повышается за счет тепла, выделяющегося при смешении воды с концентрированной серной кислотой.

Концентрацию бихромата калия в растворе определяем при помощи раствора соли Мора –  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Нормальность раствора этой соли устанавливаем непосредственно перед определением, так как все соли  $\text{Fe}^{2+}$  неустойчивы. Для этого в коническую колбу вводим 25 мл 0,25 N раствора бихромата калия, разбавляем его с дистиллированной водой до 250 мл, затем приливаем 20 мл концентрированной серной кислоты. Все перемешиваем и даем остыть. В качестве индикатора в методе хроматографии используем ферроин, N – фенилантраниловую кислоту, ее добавляем 5 - 10 капель и титруем раствором соли Мора до изумрудно-зеленой окраски.

Перед определением ХПК исследуемую воду отфильтровываем через мембранный фильтр, который практически не выделяет в воду органические вещества и не адсорбирует их из воды.

Для определения ХПК исследуемой воды отбираем 2 мл пробы. В пробу вводим 2,5 мл 0,25 N раствора бихромата калия и смесь перемешиваем. Осторожно, при помешивании, прибавляем 15 мл концентрированной кислоты. При этом температура раствора через 2 минуты поднимается, выше  $100^\circ \text{C}$ . Охлаждаем раствор до комнатной температуры, приливаем 100 мл дистиллированной воды, вводим 10 - 15 капель N-фенилантраниловой кислоты и оттитровываем избыток бихромата калия раствором соли Мора до светло-зеленой окраски.

Проводим холостой опыт, для этого берем 5 мл дистиллированной воды и проводим все ступени анализа [2].

В результате выполнения работы определили содержание ХПК, которое составило  $381,7 \text{ мг/дм}^3$ , при том, что предельная концентрация загрязняющих веществ  $350 \text{ мг/дм}^3$ . Таким образом, сброс сточной воды предприятием превышает установленные нормативы загрязняющих веществ по показателю химического потребления кислорода.

Очистка производственных сточных вод – это сложная многоуровневая и наукоемкая задача, которая успешно и эффективно решается при внедрении инновационных технологий.

Сточные воды ПАО «Донецкий городской молочный завод №2» должны подвергаться механической и биологической очистке. Механический метод состоит в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Механическая очистка позволяет выделять из бытовых сточных вод до 60 – 75 % нерастворимых примесей, а из промышленных до 95 %, многие из которых как ценные примеси, используются в производстве.

Самый оптимальный способ очистки сточных вод – биологическая очистка. Станции глубокой биологической очистки не накапливают загрязнения, а осуществляют очистку, которая достигает 99 %. Процесс биологической очистки заключается в биохимическом разрушении органических веществ микроорганизмами в процессе своей жизнедеятельности. В результате вредные органические вещества окисляются, происходит их распад на безвредные неорганические.

Предлагаем систему очистки сточных вод, где бассейн предварительной аэрации будет целесообразным для удаления ХПК. Он предназначен для биологической очистки стока. В бассейн от воздуходувки подавать воздух, чтобы обеспечить кислород для удаления ХПК и БПК из стоков. Аэрация и перемешивание обеспечиваются тонкопузырьковой системой диффузоров в комплекте с двумя воздуходувками. Из бассейна аэрации, частично стабилизированные сточные воды поступают самотеком в реакторы, оснащенные мембранными модулями.

В процессе аэрации происходит флокуляция и коагуляция мельчайших частиц нерастворенных примесей в сточной воде, плотность которых мало отличается от плотности самой воды. В результате эти частицы изменяют свою гидравлическую крупность и быстрее оседают при последующем отстаивании.

Мембранные биореакторы - предназначены для биологической очистки стока (дальнейшее удаление ХПК и БПК) на поверхности мембран и отделения очищенного стока от биомассы. В бассейне MBR происходит окончательное разделение жидкой (очищенный сток) и твердой фаз (активный ил) [3]. Очищенный сток, отфильтрованный мембранами, будет готов для конечного сброса. Смесь жидкости и активированного ила может частично поступать переливом из бассейнов MBR в аноксик бассейн.

Очищенный сток из мембраны целесообразно отводить при помощи насосов с контролем потока расходомером в водоем или городской коллектор. Для обезвоживания ила перед транспортировкой в качестве удобрения на поля использовать центрифугой (декантер).

После сбраживания осадок может быть сертифицирован как удобрение, богатое азотом и фосфором. Содержание большого количества органических веществ (40 – 70 % массы сухого вещества) позволяет использовать осадки в качестве рекультиванта почв, у которых потерян верхний плодородный слой, что особенно важно для сохранения плодородия в условиях широкого применения минеральных удобрений, ухудшающих структуру почв, и возвращения сельскому хозяйству земель после использования их промышленностью. Для горского молочного завода такие особенности очистных сооружений крайне важны.

Наряду с применением осадков в агротехнике, перспективно использование их для получения кормовых добавок и препаратов для питания сельскохозяйственных животных, птиц, рыб и зверей ценных пород.

Организация локальных очистных систем позволила бы значительно уменьшить нагрузку на городской коллектор, и главное, – организация производственного цикла обезопасила бы потребителей, исключив случайное попадание болезнетворных бактерий в продукцию завода, что вполне вероятно в существующей ситуации.

Таким образом предложенные внедрения позволят предприятию повысить эффективность своего производства, улучшить свои позиции в отношении окружающей природной среды, и получить экономическую выгоду в виде снижения экологических затрат предприятия.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Яковлев, С. В.* Водоотведение и очистка сточных вод : учеб. / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов ; под общ. ред. Ю. В. Воронова. – Изд.2–е. – М.: АСВ, 2002. – 703 с.
2. *Лурье, Ю. Ю.* Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1984. – 448 с.
3. *Ногих, В. Р.* Мембранный биореактор в очистке сточных вод / В. Р. Ногих, Ю. В. Бессонов // Экология производства. – 2012. – № 10. – С. 52-55