

Изображение для функции U имеет вид

$$\bar{U} = \exp \left\{ -X \frac{\sqrt{H} ch \sqrt{H} p - sh \sqrt{H} p}{\sqrt{H} ch \sqrt{H} p + sh \sqrt{H} p + \frac{H}{3} sh \sqrt{H} p} \right\} \quad (17)$$

Оригинал является численным методом, предложенным Коузими. В основе этого метода лежит представление оригинала тригонометрическим рядом вида

$$U = e^{jT} \sum_{n=1}^{2N+1} b_n \sin \frac{\pi n}{2S} T, \quad (18)$$

где S – правая граница области изменения времени ($0 \leq T \leq S$).

Совокупность этих графиков от H=1 до H=100 представляет собой атлас решений задачи динамики сорбции в смешанно-диффузионной области кинетики. Как показали исследования, сорбция исследуемых ионов хрома на синтезированных сорбентах происходит в диапазоне значений H от 2 до 7.

ГЛУБОКАЯ ДООЧИСТКА КАРБОНИЗИРОВАННЫХ ЖИДКИХ СТОКОВ ОЗОНИРОВАНИЕМ

Р.Н. Резяпов, А.Ф. Гимазетдинов, И.Б. Резяпова, С.В. Колесов, М.Н. Рогов,
В.С. Алексеев

ООО «Компания «Вентол», г. Уфа
ОАО «Салаватнефтеоргсинтез», г. Салават

Несмотря на огромное число отечественных и зарубежных разработок в области экологической защиты биосферы, задача глубокой очистки промышленных стоков от растворенных в них органических и неорганических примесей остается нерешенной. Это обусловлено многообразием вариантов химического состава и условий образования стоков. Поэтому разработка и внедрение новых эффективных способов и технологий очистки промышленных сточных вод являются по-прежнему актуальными.

На установке карбонизации в период текущего ремонта 2004 г. проведена модернизация узлов сбора и переработки сульфидно-щелочных стоков (СЩС), которая позволила улучшить качество жидких стоков по отдельным показателям: общая концентрация органических примесей в жидких стоках снизилась до 210 mg/dm^3 , в том числе содержание сероорганики (органические сульфиды и дисульфиды) уменьшилось до 40 mg/dm^3 ; остаточное содержание неорганических сульфидов не превы-

шает $140,0 \text{ mg/dm}^3$. Стоки содержат также сульфаты, карбонаты и гидрокарбонаты, свободную щелочь.

Далее была поставлена задача доочистки сточных вод по содержанию неорганических и органических сернистых соединений до уровня, допускающего их подачу на биологические очистные сооружения. Наиболее целесообразно такие концентрации органических и минеральных компонентов подвергать напрямую озонированию. Преимуществами озонирования является то, что оно переводит многие трудно окисляемые соединения в продукты, способные участвовать в биохимических превращениях; при использовании данного метода в очищаемую воду не вносятся дополнительные химические реагенты; устраняются неприятные запахи, улучшаются органолептические свойства; сточные воды дополнительно дезинфицируются за счет бактерицидных свойств озона.

Сопоставительный анализ значений констант скоростей окисления позволил сделать вывод, что озон в первую очередь будет расходоваться на реакции с сульфидом и гидросульфидом натрия, продуктами их окисления и непредельными соединениями (целевые реакции). Далее по порядку реакционной способности должны расходоваться органические сульфиды (целевая реакция), фенолы. Растворенные углеводороды, элементная сера будут расходоваться более медленно. Учитывая малое содержание в СЩС неорганических и органических сернистых соединений, реакции их озонирования следует завершать относительно быстро и без больших расходов озона.

Рассмотрим результаты проведения экспериментально-аналитических исследований по выявлению кинетических и физико-химических зависимостей проведения процесса озонолиза проб жидких промышленных стоков.

Озонирование проводили в типовой лабораторной установке (реактор-окислитель барботажного типа), включающей генератор озона, реакционную ячейку и систему непрерывного УФ-спектроскопического контроля количества озона в исходной смеси и отходящей после контактора газовой фазе.

Продукты озонирования анализировали по стандартным методикам на содержание общей неорганической и органической серы, неорганической сульфидной серы, а также хроматомасс-спектрометрически для качественного и количественного определения других примесных компонентов.

Следует отметить, что динамика поглощения озона образцами стоков имеет ярко выраженную кинетическую зависимость (рисунок). Исчерпывающее озонирование образца (выход нижней кривой поглощения на уровень содержания озона в подаваемой исходной газовой смеси) достигается за 120 мин. Определено, что в целом на исчерпывающее озонирование в неблагоприятном гидродинамическом режиме, т. е. по максимуму, может

быть затрачено 0,084 моль/дм³ озона или 4 кг/м³ стока. Для достижения же поставленной цели – доведения степени очистки серосодержащих жидких стоков до уровня, допускающего их последующий сброс на биологическую очистку, – достаточно трети количества озона от приведенного выше.



Кинетика расхода озона из исходной озono-воздушной смеси в процессе доочистки карбонизированных жидкых стоков НПЗ

Результаты количественного и качественного анализа методом хроматомасс-спектрометрии органической части озонированных образцов, выделенной путем экстракции хлороформом, показали, что примесные компоненты представляют собой смесь ароматических тиолов, ароматических дисульфидов, ароматических эфиров сульфинтиониевых кислот, элементной серы, парафинов *n*- и изо-строения.

Несмотря на большой относительный процент содержания тиолов и производных ароматических дисульфидов в экстракте, абсолютные значения содержания этих соединений в СЦС оказываются крайне незначительными. По данным потенциометрического анализа в озонированных стоках, их содержание не превышает 0,0002 % мас. и составляет порядка 0,2...1,0 мг/дм³. Наличие остаточного содержания сераорганических соединений обусловлено общими кинетическими закономерностями процесса, а именно: первоочередным расходованием озона на окисление сульфидов натрия.

Таким образом, анализ озонированного СЦС на содержание соединений серы дает следующие результаты. Общее содержание соединений

серы составляет 1,26...1,4 % мас. и обусловлено содержанием сульфатов, которые, вероятно, исходно содержатся в стоках за счет вод от установок ЭЛОУ. В то же время, по данным потенциометрии, в образцах полностью отсутствует неорганическая сульфидная сера (сероводород, сульфид и гидросульфид натрия). Не обнаружено в пределах точности анализа и содержания органических соединений серы – меркаптанов, диалкилсульфидов и дисульфидов (в данном методе анализа за отсутствие принимается содержание меркаптанной серы ≤ 0,0002 % мас.). Таким образом, задача удаления сульфидных остатков озонированием решается полностью.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Г.Р. Сальникова, А.Л. Сальников

Набережночелнинский государственный педагогический институт,
г. Набережные Челны

Химическая промышленность представляет собой сложный производственный комплекс, в составе которого выделяются горно-химическая промышленность, основная химия, основной органический синтез полимерных материалов и их переработка в готовую продукцию, а также фармацевтическая промышленность, резинотехническая, производство химических реагентов и особо чистых веществ, синтетических красителей, лаков, бытовой химии и пр.

Значение химической промышленности определяется широким применением химических технологий и материалов во всех отраслях народного хозяйства. Химическая промышленность расширяет сырьевую базу промышленности и строительства, обеспечивая эти отрасли новыми эффективными материалами с заранее заданными свойствами, способствует массовому распространению методов химической технологии; участвует в интенсификации сельского хозяйства как источник производства минеральных удобрений и биостимуляторов (ферментных препаратов); дает возможность наиболее полно удовлетворить спрос населения на предметы потребления.

Современные химические технологии, имея громадное преимущество перед механическими способами обработки веществ, дают возможность:

преобразовывать в необходимые промышленные продукты фактически неограниченный перечень сырья: собственно химическое минеральное сырье (апатиты, фосфориты, калийные соли и т. п.); минеральное сырье, используемое также другими отраслями промышленности (известняки,