

Для проведения исследования был выполнен отбор проб промышленных сточных вод с концентрацией взвешенных веществ 396 мг/л, концентрации других загрязнителей (мг/л): Al — 0.263, Fe — <0.011, NH₄ — 0.213, NO₂ — 0.09, NO₃ — 19.5, SO₄ — 165, PO₄ — 0.292 (мгP/л). Для очистки воды от взвешенных веществ методом геохимического барьера использовали следующий материал — щебень из плотных горных пород карьера Тулпъявр (Мурманская обл., Кольский район) и карбонатит Ковдорского района. Материал был поделен на фракции: -2+1 мм, -1+0.5 мм, -0.5+0.1 мм. После отсева материал засыпали в пластиковые трубки диаметром 5 см. Высота слоя барьера составляла 50 см. В трубки подавали загрязненную воду объемом 1 л. Концентрацию взвешенных веществ в обработанной воде определяли с помощью портативного измерителя мутности HI98713-02 (Hanna Instruments Inc, Италия), определение концентрации ионов алюминия, железа, ионов аммония, нитрат-нитрит ионов, сульфат-иона и фосфат-иона было выполнено на базе ЦКП ИППЭС КНЦ РАН.

Использование щебня в качестве материала для наполнения геохимического барьера позволило снизить концентрацию следующим образом: фр. -2+1 мм — 203.6 мг/л, фр. -1+0.5 мм — 125.3 мг/л, фр. -0.5+0.1 мм — 47.4 мг/л, эффективность очистки составила 48.6, 68.4, 88.0%, соответственно. Использование карбонатита позволило добиться более высокой степени очистки только в классе -0.5+0.1 мм, концентрацию взвешенных веществ удалось снизить с 396 до 9.38 мг/л, при этом эффективность очистки составила 97.6%. Таким образом, использование щебня класса -1+0.5 мм позволило существенно снизить концентрацию, тогда как применение карбонатита было эффективно лишь при использовании тонкой фракции -0.5+0.1 мм, что также выражалось в невысокой скорости фильтрации (<0.01 см/сек).

Анализ изменения химического состава обработанной воды показал, что использование щебня может приводить к некоторому повышению концентрации железа и алюминия, поэтому данный материал может быть рекомендован для очистки на тех предприятиях, которые не сталкиваются с повышенными концентрациями этих металлов в сточных водах.

Вода после взаимодействия с геохимическим барьером на основе карбонатита (-0.5+0.1 мм) имела следующий состав (мг/л): Al — 0.054, Fe — <0.003, NH₄ — 0.004, NO₂ — 0.076, NO₃ — 17.41, SO₄ — 148, PO₄ — 0.004 мгP/л. Частично на геохимическом барьере извлекались алюминий и железо. Использование карбонатита класса -0.5+0.1 мм может быть рекомендовано либо для предприятий со сравнительно небольшим объемом сточных вод, либо при условии организации системы сброса сточных вод с учетом низкой скорости фильтрации на барьере. Поиск инертных наполнителей для геохимического барьера по-прежнему представляет собой актуальную научно-практическую задачу, работа в этом направлении будет продолжена.

Авторы благодарят к.т.н. Е. А. Красавцеву за определение концентрации взвешенных веществ и А. В. Тимохина за помощь в проведении эксперимента.

МАРКЕРНЫЕ ВЕЩЕСТВА: ПРИМЕНЕНИЕ В ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ И В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ

MARKER PARAMETERS: APPLICATION IN THE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGICAL REGULATION AND ASSESSMENT OF NATURAL ECOSYSTEMS

Гусева Т. В.¹, Молчанова Я. П.²
Guseva T. V.¹, Molchanova Ya. P.²

¹Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики»,
Мытищи, Московская область; e-mail: tatiana.v.guseva@gmail.com

²Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва

The article describes approaches to selecting marker parameters (key environmental issues) for applying them in the environmental regulation based on Best Available Techniques (BAT). It is emphasised that marker substances are the most characteristic substances present in the environmental emissions. Sectoral Reference Documents on BAT (both in Russia and in the European Union) set lists of marker substances, for which BAT-associated emission levels

are established. Marker substances are also included in the regional environmental monitoring programmes, but in specific biogeochemical provinces, it is rather difficult to evaluate the antropogenic load because of high background concentrations of substances being used (refined) in the technological processes. This is why it is logical to develop regional standards (like maximum permissible concentrations in waterbodies) to be used in the environmental regulation and environmental impact assessment.

В России понятие «маркерные вещества» (параметры) используется в эколого-технологическом нормировании на основе наилучших доступных технологий (НДТ) с 2015 г. (Наилучшие доступные технологии, 2017). За это время определение претерпело изменения; некоторые члены технических рабочих групп, обсуждая подходы к актуализации информационно-технических справочников по НДТ, настаивают на значительном расширении списков маркерных параметров и включении туда веществ, которые в прошлые годы попали в отчетность промышленных предприятий случайно или по ошибке (Петросян, Юрин, 2023).

К маркерным следует относить вещества, характеризующие применяемые технологии (часто — специфические вещества), вещества, наиболее значимые для оценки экологической и ресурсной эффективности производственных процессов. То есть, 1) маркерные вещества поступают в окружающую среду с эмиссиями в значительных количествах; 2) как правило, присутствуют в составе выбросов или сбросов постоянно; а также 3) их концентрации могут быть измерены в соответствии с требованиями обеспечения единства измерений (ГОСТ Р 56828.47–2019). К маркерным целесообразно относить параметры, измерить которые можно с использованием систем автоматического контроля.

В порядке обоснования включения веществ в список маркерных для конкретной отрасли принято использовать сочетание двух подходов: 1) экспертного выбора маркерных веществ и 2) расчета приведенной массы (показателя, учитывающего физическую массу веществ, а также их токсичность). При этом в окончательный список включают вещества, суммарный вклад которых в приведенную массу эмиссий достигает 85%, а вклад каждого из веществ не ниже 10% (ГОСТ Р 56828.47–2019).

В ряде случаев маркерные вещества можно использовать для оценки состояния экосистем, а точнее — оценки изменений, произошедших в этих системах под воздействием производства. Наиболее известный пример — накопление тяжелых металлов, которые часто относят к маркерным веществам, во мхах. Публикации, посвященные этой тематике, в течение многих лет выпускали российские ученые (например, Vasilevich et al., 2019). Однако при оценке содержания металлов, характерных как для конкретных биогеохимических провинций, так и для расположенных в их пределах производств, необходимо принимать во внимание относительно высокие природные фоновые концентрации веществ, отнесенных к маркерным (Гусева, Молчанова, 2001).

Таким образом, в контексте развития эколого-технологического нормирования и оценки состояния природных систем в условиях антропогенной нагрузки целесообразно учитывать региональные (бассейновые) особенности состояния экосистем, в том числе, особенности состава природных вод, донных отложений, почв. Одним из подходов может стать разработка региональных предельно допустимых концентраций для веществ, которыми богаты те или иные биогеохимические провинции.

ЛИТЕРАТУРА

ГОСТ Р 56828.47-2019. Наилучшие доступные технологии. Производство цемента. Выбор маркерных показателей для выбросов в атмосферу от промышленных источников.

Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Веницианов Е.В. Маркерные показатели в оценке состояния водных объектов при малой антропогенной нагрузке (на примере р. Пры) // Водные ресурсы. 2001. Т. 28. № 4. С. 342–349.

Наилучшие доступные технологии. Определение маркерных веществ в различных отраслях промышленности. М.: Перо. 2017. 220 с.

Петросян В.С., Юрин М.Н. Чудеса химии // Зеленый туман. М.: Деловой экспресс. 2023. С. 48–61.

Vasilevich M.I., Vasilevich R.S. Features of Heavy Metal Accumulation by Epiphytic Lichens in Background Areas of the Taiga Zone in the European Northwest of Russia // Russian Journal of Ecology. 2019. Vol. 49. P. 14–20. doi:10.1134/S1067413618010137