

растительность оказывают пожары, риск возникновения которых существенно повышается на нефтедобывающих территориях с действующими факельными установками. По данным MOD14A1 [1] на рисунке приведены участки гарей за 2000-2010 гг. и очаги пожаров за 2007 и 2012 гг. Как видно из рисунка, на Саянском месторождении отмечены большие площади как старых пожаров, так и более современных.

Основу ПНГ составляет смесь легких углеводородов, включающая метан, этан, пропан, бутан, изобутан и другие углеводороды, которые под давлением растворены в нефти. Состав ПНГ может значительно варьироваться в зависимости от территории добычи, а также от свойств конкретного месторождения. Основными химическими веществами, выбрасываемыми в атмосферу при сжигании попутного газа в факелах, являются сажа, оксид углерода (CO₂) и диоксид азота (NO₂). Известно, что некоторые виды растений оказываются более чувствительными к воздействию вредных факторов, чем человек. Таксономические группы растений по степени чувствительности к воздействию фитотоксичных газов располагаются в следующем порядке: мхи, лишайники и грибы; хвойные древесные породы; лиственные древесные породы; травянистые растения. Чем выше чувствительность, тем меньшие концентрации загрязняющих веществ вызывают повреждения соответствующих видов растительности. В соответствии с коэффициентом чувствительности для каждой группы растительных сообществ выбираются зоны с определенным уровнем загрязнения атмосферы. Например, для лесных комплексов с преобладанием хвойной растительности получено [4]:

- неприемлемый уровень риска - в зоне с уровнем загрязнения >1 ПДК;
- приемлемый - в зоне с уровнем загрязнения от 1 до 0,5 ПДК;
- пренебрежимый - в зоне с уровнем загрязнения от 0,5 до 0,025 ПДК.

Картографирование экологических рисков реализовано средствами геоинформационной системы (ГИС) ArcGIS и состоит из следующих этапов:

- кластеризация и векторизация мультиспектрального космического снимка и создание тематического векторного слоя пространственной структуры растительного покрова;
- построение векторных слоев цифровой карты, содержащих зоны с разными уровнями загрязнения атмосферы в долях от ПДК соответствующего загрязняющего вещества для человека;
- выбор зоны загрязнения атмосферы для каждого типа растительности с уровнями загрязнения в зависимости от чувствительности соответствующего типа растительности;
- построение итоговой карты зон экологического риска.

Таким образом, рассмотрены негативные последствия от сжигания ПНГ для экосистемы Западной Сибири. Представлено применение тепловых космических снимков Landsat и продуктов MODIS для картографирования аномальных тепловых полей поверхности ландшафта для определения местоположения действующих факелов и площадей пожаров. Разработана методика расчета уровня риска антропогенного влияния действующих факелов на растительный покров. Картографирование и пространственный анализ труднодоступной болотистой местности нефтедобывающих территорий Западной Сибири могут оказать значительную помощь в своевременной оценке экологической ситуации и принятии решений в устранении и профилактики загрязнения окружающей среды.

Литература

1. Алексеева М.Н., Яценко И.Г., Перемитина Т.О. Оценка состояния и динамики восстановления растительного покрова нефтедобывающих территорий с использованием космических снимков // Нефть. Газ. Новации, 2013. – № 10 (177). – С. 16-19.
2. Данные по тепловым аномалиям MOD14A1, описание и получение [Электронный ресурс] режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/mod14a1.html> (дата обращения: 15.01.2015).
3. Дневник погоды [Электронный ресурс] режим доступа: <http://www.gismeteo.ru/diary/3974/1999/9/> (дата обращения: 16.01.2015).
4. Природные ресурсы Томской области. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 176 с.
5. Экологический мониторинг: Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2012 году.– Ханты-Мансийск, 2013. – 172 с.

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ НЕКОНДИЦИОННЫХ ЯДОХИМИКАТОВ В МЯГКИХ УСЛОВИЯХ

О.Ю. Федорова

Научный руководитель доцент Т.Н. Волгина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ядохимикаты (или пестициды) – это химические средства защиты растений, которые используются для борьбы с различными организмами-вредителями. Они являются биологически активными соединениями, поэтому объемы их применения должны быть строго регламентированы [3]. Однако вследствие постоянного обновления ассортимента пестицидов, а также в результате изучения отдаленных экологических последствий применения таких препаратов происходит их накопление на складах и несанкционированных свалках [5, 6], которые зачастую находятся в ветхом аварийном состоянии. Это может привести к серьезным нарушениям биологического равновесия и в ряде случаев к практически полной гибели различных организмов, так как темпы накопления пестицидов в окружающей среде значительно опережают процессы их естественного обезвреживания. Разложение основных морфологических компонентов ряда токсичных соединений, как было показано на примере ДДТ, протекает за десятки и сотни лет [4]. А ведь некоторые виды ядохимикатов отнесены к группе стойких органических загрязнителей [5, 6], которые даже в небольших количествах представляют

большую опасность для здоровья человека и объектов окружающей среды. Поэтому, пестициды являются одним из основных дестабилизаторов геоэкологической обстановки и следовательно должны быть утилизированы и/или обезврежены.

Согласно литературным данным наиболее распространенными методами обезвреживания и/или утилизации такого рода соединений являются [5]: термические, химические, электрохимические, биологические, захоронение. В мировой практике в основном используют [5]: жидкофазное окисление, термокаталитическое окисление или восстановление, парофазное каталитическое окисление, газификация, пиролиз, плазмохимическая обработка, огневая обработка. Однако данные методы не лишены недостатков. Использование высоких температур и необходимость очистки образующихся вторичных загрязняющих веществ усложняет и удорожает термические методы детоксикации. Энергоемкость и сложность аппаратного оформления плазмохимических технологий, а также необходимость очистки выбросов, ограничивает область их использования. Поэтому все больший интерес вызывают комбинированные окислительные процессы, протекающие в жидкой фазе, где в качестве деструктирующих агентов используются соединения с высоким окислительным потенциалом. В связи с этим целью данной работы является исследование жидкофазного процесса обезвреживания некондиционных пестицидов окислительной системой, образующейся *in situ* под действием электрического тока.

В качестве объекта исследования взята товарная форма технического препарата гранозан. В состав препарата входит: этилмеркурхлорид (2 % мас.), краситель родамин С (2 % мас.) и тальк (96 %). Минерализацию пестицида до нетоксичных компонентов проводили в бездиафрагменном электролизере (объемом 30 дм³) со свинцовыми электродами (с рабочей площадью 10 см²) и магнитной мешалкой в 30–70 %-ных растворах серной кислоты, при плотности тока 0,1–1 А/см², температуре 20 °С и атмосферном давлении. Исходная концентрация гранозана составляла 10–1000 мг/л. Эффективность окисления товарной формы пестицида в лабораторных условиях оценивали, проводя спектрофотометрические измерения исследуемых растворов в видимой и ультрафиолетовой области спектра и определяя показатель ХПК (химическое потребление кислорода) на микропроцессорном анализаторе Экотест-120.

В последние десятилетия все большую популярность для обезвреживания и утилизации опасных веществ приобретают так называемые комбинированные способы. Например, процесс деструктивного окисления пестицидов и подобных токсикантов в жидкой фазе под действием различных активных окислительных систем [7]. Кислород, озон, пероксид водорода и другие активные частицы, которые образуются в результате электрохимических процессов [2], взаимодействуя с органическими компонентами товарных форм токсикантов, разлагают их до нетоксичных соединений.

Количество окислителей влияет на скорость разложения препаратов, поэтому интенсифицировать данный процесс возможно путем варьирования состава электролита, который должен быть: инертным к материалу из которого выполнен электрод (катод выполнен из свинца, анод из диоксида свинца), способным к образованию пероксидных соединений с максимальным выходом, нетоксичным и нелетучим, а также легко утилизируемым.

В представленных ниже исследованиях в качестве электролитов, способных выделять окислительные частицы, были выбраны водные растворы содержащие: KCl, NaOH, K₂SO₄, H₂SO₄, (NH₄)₂S₂O₈, как индивидуально, так и в смеси. Проведенные эксперименты показали (табл. 1), что при добавлении гидроксида натрия в электролит количество генерируемого окислителя является недостаточным для полной минерализации всех компонентов пестицидов, среди которых встречаются красители, поверхностно-активные вещества и др. Поэтому в данных условиях процесс деструкции протекает в основном за счет электрохимических реакций и только при больших плотностях тока (Di), что приводит к быстрому износу электродов и большому расходу электроэнергии.

Таблица 1

Влияние состава электролита на процесс окисления пестицида гранозан:
 $C_{р.} = 1 \text{ г/л}, \tau = 120 \text{ мин}, Di = 1 \text{ А/см}^2$

Состав электролита	NaOH	KCl	K ₂ SO ₄	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈ + H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₄
Концентрация добавки, моль/дм ³	4	2,5	3,5	0,2+7,5	7,5
Степень деструкции пестицида, %	43	45	50	82	85

В промышленности для окисления органических веществ очень часто применяют активный хлор, который получают при анодном окислении хлорсодержащих соединений. Исследования показали, что эффективно деструкция пестицидов протекает только при повышенных дозах окислителя. Однако при этом выделяется большое количество газообразных продуктов, уносящих с собой значительную часть не прореагировавшего хлора.

Известны также способы электрохимического синтеза окислителей из растворов, содержащих сульфат ионы. Например, при электролизе водных растворов K₂SO₄ или (NH₄)₂S₂O₈ образуются персульфаты, которые обладают высоким окислительно-восстановительным потенциалом. Но обезвреживание пестицидов в данных системах не является эффективным из-за низкой электропроводности нейтральных растворов. Так при времени окисления более 30 мин происходит сильный разогрев реакционной массы (вплоть до закипания раствора). В результате перекисные соединения разрушаются, и процесс окислительной деструкции из объема электролита

переходит на электроды, что в свою очередь приводит к быстрому износу электродных материалов, испарению электролита и уносу части не прореагировавших составляющих пестицида из аппарата.

Электропроводность нейтрального раствора можно увеличить путем повышения его кислотности, например за счет добавления серной кислоты. Однако экспериментальные данные показывают, что оптимальными электролитами для проведения данного процесса являются водные растворы серной кислоты с концентрацией от 30 до 70 % (масс.), при электролизе которых в режиме *in situ* образуется целый комплекс окислителей – $H_2S_2O_8$, H_2SO_5 , H_2O_2 , O_2 и O_3 .

Согласно экспериментальным данным (табл. 2) ресурс серной кислоты по окислителям достаточен, чтобы использовать один и тот же раствор электролита для обезвреживания пестицидов неоднократно.

Таблица 2

Суммарное содержание органических веществ в электролите при обезвреживании товарной формы пестицида гранозан

№ загрузки	1	2	3	4	5	6
Время, ч	Содержание органических веществ, %					
0	100	100	100	100	100	100
1	40	54	63	75	88	97
2	26	29	47	56	67	75
3	14	17	26	32	39	45

При окислении индивидуальных веществ количество загрузок может достигать шести и более раз. Однако, чем больше циклов используется электролит, тем медленнее будет проходить процесс деструкции органических компонентов пестицида, так как при глубоком окислении одним из конечных продуктов является вода. Поэтому после шести циклов окисления для активации электролита необходимо добавлять свежую серную кислоту.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что наиболее эффективно деструкция ядохимикатов происходит в концентрированных водных растворах серной кислоты, где одновременно протекают процессы синтеза окислителей, окисления органических компонентов пестицида в объеме электролита и частично на аноде и электрохимическое восстановление ионов тяжелых металлов (в случае обезвреживания металлосодержащих пестицидов) на катоде. По расчетным данным, отработанный электролит, после нейтрализации гидроксидом кальция, представляет собой отход IV класса опасности.

Литература

1. Гийбадуллин Н.Ш., Карманов В.В., Халтурин В.Г. Термическая конверсия ядохимикатов // Научные исследования и инновации, 2010. – Т. 4. – № 3. – С. 115-120.
2. Гриценкова О.В., Новиков В.Т., Волгина Т.Н. Исследование окислительной системы, образующейся при электролизе водных растворов серной кислоты / Изв. вузов. Химия и химические технологии, 2005. – Т. 48. – Вып. 48. – С. 58-60.
3. Ежегодник «Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации в 2010 году». – Обнинск. ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», 2011. – 69 с.
4. Ивасенко В.Л., Адам А.М., Цехановская Н.А., Новиков В.Т., Волгина Т.Н. Исследование поведения пестицида ДДТ в подземных захоронениях / Изв. вузов. Химия и химические технологии, 2002. – Т. 45. – Вып. 3. – С. 59-61.
5. Кузьмин С.И., Савастенко А.А. Пестициды в Республике Беларусь: инвентаризация, мониторинг, оценка воздействия на окружающую среду. – Минск: Бел НИЦ «Экология», 2011. – 84 с.
6. Пестициды: угроза реальна. Обзор деятельности неправительственных организаций региона Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии по выявлению несанкционированных запасов устаревших и запрещенных пестицидов. – Москва, 2004. – 71 с.
7. Volgina T.N., Novikov V.T., Fedorova O.Y. Liquid-Phase Oxidative Degradation of the Damaged or Expired Medicinal Products // Advanced Materials Research, 2014 – Vol. 1040. – P. 327-330.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД БАКЧАРСКОГО РАЙОНА НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНО- ТЕХНОГЕННОЙ СИСТЕМЫ

И.Р. Шайхиев

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время ввод такого месторождения в эксплуатацию приведет к значительным изменениям состояния геологической среды. Состояние геологоразведочных работ по геолого-экономической оценке и началу промышленного освоения Бакчарского железорудного узла, позволяют утверждать, что на данной территории имеет место быть формирование природно-техногенной системы на начальном этапе развития. Соответственно, имеется возможность её исследовать. На фоне этого возрастает ценность современной информации, характеризующей естественную своеобразную природную среду, особенно в труднодоступных районах. Необходимость выполнения полной оценки современного геоэкологического состояния природной среды на Бакчарском железорудном месторождении, выявление основных природных и техногенных факторов,