

Подготовка кадров для решения проблемы обезвреживания техногенных отходов I и II классов опасности

© 2020. А. Г. Мажуга¹, д. х. н., ректор,
В. А. Колесников¹, д. т. н., зав. кафедрой,
Д. О. Лемешев¹, к. т. н., декан, Т. В. Конькова¹, д. т. н., профессор,
М. В. Корольков², к. т. н., первый зам. ген. директора
по реализации экологических проектов,
А. В. Колесников¹, к. т. н., доцент,

¹Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева,
125047, Россия, г. Москва, Миусская площадь, д. 9,

²ФГУП «Федеральный экологический оператор»,
119017, Россия, г. Москва, Пыжевский переулок, д. 6,
e-mail: kolesnikov@muctr.ru

Создание новых отраслей развития научно-технического прогресса требует нового подхода и в подготовке профессиональных кадров. Базовым по подготовке специалистов, химиков-технологов промышленного производства среди химико-технологических университетов РФ и СНГ является Российский химико-технологический университет (РХТУ) им. Д.И. Менделеева, которому в декабре 2020 г. исполняется 100 лет. Выпускники университета работают на различных химических предприятиях России и во многих странах мира.

В этом году, на базе РХТУ им. Д.И. Менделеева, совместно с ФГУП «Федеральный экологический оператор», создан федеральный научно-образовательный Консорциум «Передовые ЭкоТехнологии», членами которого, кроме РХТУ им. Д.И. Менделеева, являются высшие учебные заведения (Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., Вятский государственный университет, Удмуртский государственный университет, Курганский филиал РАНХиГС, Иркутский национальный исследовательский технический университет). На территориях данных регионов планируется создать новые производственно-технические комплексы по утилизации и обезвреживанию промышленных отходов I и II классов опасности. Одной из важных задач Консорциума является подготовка кадров через систему высшего образования, дополнительного профессионального образования в области технологий переработки промышленных отходов в рамках сетевых образовательных программ, с привлечением ведущих учёных, академиков, профессоров, доцентов. Работа в данном направлении уже начата. Созданы менделеевские классы на базе школ в Саратовской, Кировской, Курганской областях и в Удмуртской Республике, где планируется создавать производственно-технические комплексы по утилизации и обезвреживанию промышленных отходов I и II классов опасности, с целью привлечения внимания выпускников школ к данной специальности. В вузах разрабатываются новые образовательные программы в области технологий переработки промышленных отходов. В РХТУ по новой программе обращения с отходами начата подготовка магистров.

Как на сегодня, так и в будущем новая отрасль экономики «Обращение с отходами» будет успешно развиваться, а подготовленные в вузах специалисты выпускники внесут достойный вклад в решение проблемы обезвреживания отходов I и II классов опасности на новых экологически безопасных предприятиях (экотехнопарках), создаваемых в различных регионах нашей страны.

Ключевые слова: РХТУ им. Д.И. Менделеева, вузы, Консорциум «Передовые ЭкоТехнологии», экотехнопарки, подготовка и переподготовка кадров.

Training of personnel for solving the problem of neutralization of man-made waste of I and II hazard classes

© 2020. A. G. Mazhuga¹ ORCID: 0000-0002-5184-5551²
V. A. Kolesnikov¹ ORCID: 0000-0002-3965-4728², D. O. Lemeshev¹ ORCID: 0000-0001-5645-1909²
T. V. Konkova¹ ORCID: 0000-0001-7495-7495², M. V. Korolkov² ORCID: 0000-0002-6693-1719²
A. V. Kolesnikov¹ ORCID: 0000-0002-4586-6612²

¹Mendeleev University of Chemical Technology of Russia (MUCTR),
9, Miusskaya Ploshchad, Moscow, Russia, 125047,

²Federal State Unitary Enterprise
“Federal Environmental Operator”,
6, Pyzhevsky Pereulok, Moscow, Russia, 119017,
e-mail: kolesnikov@muctr.ru

Creation of new sectors for the development of scientific and technological progress requires a new approach in the training of professional personnel. The base for the training of specialists, industrial chemists-technologists among the chemical-technological universities of the Russian Federation and the CIS is Mendeleev University of Chemical Technology of Russia (PCTU), who turns 100 in December 2020. University graduates work at various chemical enterprises in Russia and in many countries of the world.

This year, on the basis of the Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, together with the Federal State Unitary Enterprise “Federal Ecological Operator”, the Federal Scientific and Educational Consortium “Advanced EcoTechnologies” was created. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, there are higher educational institutions (Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A., Vyatka State University, Udmurt State University, Kurgan branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration, Irkutsk National Research Technical University). On the territories of these regions, it is planned to create new production and technical complexes for recycling and disposal of industrial waste of I and II hazard classes. One of the important tasks of the Consortium is to train personnel through the system of higher education, additional professional education in the field of industrial waste processing technologies within the framework of network educational programs, with the involvement of leading scientists, academicians, professors, associate professors. Work in this direction has already begun. Mendeleev classes have been created on the basis of schools in the Saratov, Kirov, Kurgan regions and in the Udmurt Republic, where it is planned to create production and technical complexes for the recycling and disposal of industrial waste of I and II hazard classes in order to attract the attention of school graduates to this specialty. The universities are developing new educational programs in the field of industrial waste processing technologies. At the RCTU, a new program for waste management has begun training masters.

Both today and in the future, the new branch of the economy “Waste Management” will develop successfully, and graduates trained in universities will make a worthy contribution to solving the problem of neutralizing waste of I and II hazard classes at new environmentally friendly enterprises (technoparks) created in different regions of our country.

Keywords: D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, universities, the Consortium “Advanced EcoTechnologies”, ecotechnological parks, training and retraining of personnel.

XXI век войдёт в историю нашего государства созданием новых отраслей экономики и особое место в их ряду занимает направление «Обращение с отходами». Создание новых отраслей развития научно-технического прогресса требует нового подхода и в подготовке профессиональных кадров.

Кузницей кадров инженеров, специалистов химиков-технологов в Российской Федерации является Российский химико-технологический университет (РХТУ) им. Д.И. Менделеева, которому в декабре 2020 г. исполняется 100 лет. В мире университет известен своими выпускниками, которые работают на различных химических предприятиях. Университет активно сотрудничает с ведущими университетами разных стран (Евразийского экономического союза (ЕАЭС), Европейского союза (ЕС), Союза стран с развивающейся экономикой (БРИКС – Бразилия, Россия, Индия, КНР, ЮАР), США, Китая, Японии, является базовым по подготовке кадров среди химико-технологических университетов РФ и СНГ.

Целью данной работы было показать опыт ведущего вуза страны РХТУ им. Д.И. Менделеева и участников вузов – членов созданного

Консорциума по решению проблемы подготовки кадров для новой отрасли переработки отходов, привлечь внимание к решению данной проблемы других вузов и предприятий.

Подготовка инженеров-технологов на базе РХТУ им. Д.И. Менделеева

Проблемами обезвреживания техногенных отходов химических производств, решением проблем охраны окружающей среды, подготовкой кадров для данного направления профессорско-преподавательский состав университета начал заниматься вплотную с 70–90 х гг. прошлого века.

По инициативе профессоров МХТИ им. Д.И. Менделеева А.И. Родионова, Н.В. Кельцева, Н.С. Торочешникова в 1973 г. была создана первая в СССР кафедра технологии рекуперации вторичных материалов промышленности, которая в 90-х годах преобразована в кафедру технологии защиты биосферы. Среди первых выпускников по данной специальности является В.Н. Грунский, д. т. н., профессор, в настоящее время заведующий кафедрой общей химической технологии, известный специалист в области катализа.

В 1985 г. в МХТИ создана первая в СССР кафедра Промышленной экологии (заведующий кафедрой д. х. н., профессор В.В. Тарасов). Вскоре в 1989 г. создан первый в стране факультет Промышленной экологии (декан д. т. н., профессор Н.Е. Кручинина). В создании данных структурных подразделений университета активное участие принимали: член-корр. Г.А. Ягодин, ректор университета; академик РАН П.Д. Саркисов, профессора: А.И. Родионов, Н.В. Кельцев, Н.С. Торочешников.

За последние 30 лет активно участвуют в подготовке кадров и решении научно-технологических проблем в области промышленной экологии и обезвреживании техногенных отходов, обеспечением технологической безопасности и ресурсосбережения в химико-технологических процессах ряд ведущих учёных университета: член-корреспондент РАН Н.П. Тарасова, профессор Н.Е. Кручинина, профессор В.Н. Клушин, профессор А.В. Десятов, профессор В.А. Колесников, профессор Г.Г. Каграманов, профессор Н.И. Акинин, академик РАН В.П. Мешалкин.

Учёные РХТУ им. Д.И. Менделеева за последние 5 лет выполнили большое количество научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике обезвреживания техногенных отходов:

1. Разработка технологий, обеспечивающих предотвращение образования и ликвидации химически опасных отходов гальванических производств.

2. Повышение эффективности процессов переработки и утилизации высокотоксичных жидких техногенных отходов гальванических производств.

3. Разработка технических решений для предотвращения сброса жидких техногенных отходов на предприятиях, использующих гальванохимические процессы обработки поверхности.

4. Утилизация техногенных отходов горно-обогатительного и металлургического производств электрохимическими и экстракционными методами с получением цветных металлов.

Знания, умения и компетенции, которыми должен обладать специалист новой отрасли «Обращение с отходами»

Создание в современных условиях новой отрасли экономики переработки отходов требует от специалистов этого профиля новых знаний, умений и компетенций в области

данного стратегического направления, по которому отрасль будет развиваться. Надо научить специалистов данного профиля экономно использовать природный ресурс и работать с ним в целях безотходного или малоотходного производства, чётко знать характеристики сырья и границы применимости. Уметь разработать и управлять технологическим процессом по обезвреживанию, утилизации и рециклингу отхода, знать, как их оптимизировать и масштабировать, за счёт чего возможно обеспечить малые энергозатраты, высокую производственную безопасность, чистоту получаемого продукта из вторичного сырья и как обеспечить экологическую безопасность окружающей среды. Без знаний современного правового регулирования в области обращения с отходами, без надёжной химической аналитики и диагностики, без применения методологии химического исследования, сочетания дифференциации и интеграции нескольких приёмов, технологий и подходов, по которым недостаточно подготовлен современный специалист, решить эти важные задачи невозможно. И, наконец, важной компетенцией специалистов данной отрасли является знание основ цифровых технологий, программирования, моделирования, умение работать на новейших современных приборах и оборудовании, быть социокоммуникабельным и востребованным.

Поэтому не случайно одним из направлений деятельности созданного на базе РХТУ им. Д.И. Менделеева федерального научно-образовательного Консорциума «Передовые ЭкоТехнологии» является подготовка кадров через систему высшего образования, дополнительного профессионального образования в области технологий переработки промышленных отходов в рамках сетевых образовательных программ участников Консорциума. Данное направление включено и в комплексную научно-техническую программу (КНТП), с проектом которой руководство Консорциума планирует обратиться в Правительство Российской Федерации.

Все высшие учебные заведения (РХТУ им. Д.И. Менделеева, Саратовский государственный технический университет (СГТУ) им. Гагарина Ю.А., Вятский государственный университет, Удмуртский государственный университет, Иркутский национальный исследовательский технический университет) – члены Консорциума нацелены на решение данной задачи.

Методы и подходы участников Консорциума к решению проблемы подготовки специалистов для новой отрасли переработки отходов

Работа в данном направлении уже начата. Созданы менделеевские классы на базе школ в Саратовской, Кировской, Курганской областях и в Удмуртской Республике, где планируется создавать производственно-технические комплексы по утилизации и обезвреживанию промышленных отходов I и II классов опасности, с целью привлечения внимания выпускников школ к данной специальности. В вузах разрабатываются новые образовательные программы в области технологий переработки промышленных отходов.

В РХТУ им. Д.И. Менделеева уже в 2020 г. по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология создана магистерская программа «Технологии обезвреживания жидких техногенных отходов и водоподготовка» (произведён первый набор магистров на 2020/2021 учебный год). Новая программа включает такие дисциплины как:

- Централизованное обезвреживание техногенных отходов I и II классов опасности.
- Проектирование технологических схем обезвреживания жидких техногенных отходов.
- Экологический катализ: научные и практические аспекты.

Обучающиеся будут ознакомлены с видами отходов I–II классов опасности, которые планируется поставлять на централизованную переработку, с технологиями и оборудованием для 10 технологических линий (утилизации: кислотно-щелочных отходов; хром- и цианосодержащих отходов; отходов, содержащих органические и комплексобразующие компоненты; медно-аммиачных отходов; серебросодержащих отходов и линии приготовления реагентов) (см. цв. вкладки I–V); оборудованием для контроля за технологическими процессами. На занятиях будут рассмотрены варианты возможных аварийных ситуаций, приёмы и способы ликвидации их последствий.

Важной компетенцией при подготовке кадров по данному направлению является умение провести материальный баланс по основным технологиям обезвреживания; расчёт использования необходимых реагентов и вторичных продуктов, а также просчитать на выходе объёмы выбросов загрязняющих веществ, сбросов со сточными водами и коли-

чество образующихся отходов. Знать логику поставки отходов I и II классов опасности на создаваемые производственно-технические комплексы, приёмы транспортировки, хранения, растаривания ёмкостей, усреднения отходов, организации входного контроля сырья и материалов. Уметь подготовить технические условия на их применение, провести технико-экономический анализ производства по обезвреживанию отходов I и II классов опасности. Знать особенности кинетики каталитического окисления и приёмы использования катализаторов в решении экологических проблем по очистке от вредных газов: CO, C_xH_y, NO_x, SO₂ и др. и каталитической очистке сточных вод. Знать и уметь применять технологии проектирования вентиляции для обеспечения безопасной работы персонала, участков приготовления реагентов, участков поступления и утилизации вторичных продуктов. Грамотно провести компоновку технологических линий, подбор оборудования. Уметь оформлять документацию на получение новой техники, на внедрение технологии обезвреживания отхода. Обеспечить согласование проекта с Заказчиком. Уметь проводить оценку воздействия предприятия на окружающую среду, знать требования экспертизы по проекту, основы нормативной документации. Соблюдать охрану труда и технику безопасности при работе с отходами I и II классов опасности.

Подготовлены программы и для других дисциплин: «Технологии водоочистки и водоподготовки для промышленных и бытовых объектов», «Регенерация технологических растворов на промышленных объектах», «Физико-химические основы технологии обезвреживания жидких техногенных отходов и сточных вод», «Аналитический контроль воды, техногенных отходов и целевых продуктов», «Функциональные материалы для очистки сточных вод и газовых выбросов», «Графический анализ солевых технологий переработки техногенных отходов», «Сорбционные и каталитические технологии обезвреживания жидких и газовых сред», «Инновационные технологии получения целевых продуктов из вторичных ресурсов».

В 2021 г. планируется организовать для магистров сетевое обучение РХТУ им. Д.И. Менделеева – Вятский государственный университет. Разработана новая программа «Технологии обезвреживания жидких неорганических техногенных отходов и утилизация вторичных ресурсов». Определено пять базовых дисциплин, включающих новые знания в области

нормирования и классификации опасных отходов; современных технологий водоподготовки, водоочистки, умения применять методы концентрирования, выпаривания, кристаллизации, разделения компонентов, регенерации технологических растворов; аналитического контроля и мониторинга. Кроме того, предложен ряд дисциплин по выбору магистрантов. К реализации данной программы планируется привлечь ведущих учёных профессоров и доцентов из вузов – участников Консорциума.

Следует также отметить, что к настоящему времени базовые кафедры вузов – участников Консорциума проводят профессиональную подготовку бакалавров, магистров и аспирантов по направлениям подготовки химиков-технологов и экологов. В РХТУ им. Д.И. Менделеева, СГТУ им. Гагарина Ю.А. и в Вятском государственном университете реализуются программы по направлениям подготовки: 18.03.01 Химическая технология, 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, 18.04.01 Химическая технология, профиль Технология и переработка полимеров и композитов, 18.04.01 Химическая технология, профиль Технология электрохимических процессов и защита от коррозии, 05.04.06 Экология и природопользование, профиль «Экологическая безопасность» и другие.

Кроме того, вузами – участниками Консорциума планируется на 2021–2025 гг. разработать и построить под конкретные запросы обучающихся и организаций-заказчиков (партнёров), сталкивающихся в своей деятельности с вопросами переработки, утилизации, хранения отходов, а также контроля уровня экологической безопасности и безопасности персонала новые образовательные программы. К примеру, в СГТУ им. Гагарина Ю.А. планируется разработать и внедрить следующие дополнительные профессиональные программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки:

1. Мониторинг загрязнений окружающей среды в условиях опасных производств.
2. Стекольные и керамические технологии переработки промышленных отходов.
3. Технологии переработки полимерных отходов.
4. Технологии переработки отходов гальванических производств.
5. Технологии и оборудование для хранения и захоронения опасных отходов.

6. Современное оборудование для контроля загрязнений окружающей среды.

7. Технологии очистки промышленных сточных вод.

8. Технологии логистической обработки опасных грузов.

9. Управление доставкой опасных отходов.

10. Экологический мониторинг Экотехнопарков ФЭО.

11. Экологическая безопасность производств по утилизации опасных отходов.

12. Расчёты экологических рисков для окружающей среды и здоровья населения.

13. Оценка возможных угроз и рисков в процессе доставки.

14. Организация перевозок опасных грузов.

К реализации новых программ и выполнению совместных научных проектов в рамках комплексного научно-технического проекта полного инновационного цикла «Обработка, утилизация и обезвреживание техногенных отходов I и II классов опасности» планируется привлечь ведущих учёных профессоров и доцентов вузов – участников Консорциума.

Для обеспечения учебного и научного процессов по проблемам утилизации, обезвреживания, рециклинга техногенных отходов, ликвидации накопленного вреда, организации экологического мониторинга, технологий очистки сточных вод, моделированию аварийных ситуаций, расчётам риска и нанесённого ущерба подготовлен и издан ряд учебных пособий [1–4] и монографий [5–9], кроме того, могут быть использованы материалы ежегодного Государственного доклада [10].

У обучаемых есть доступ к материалам XXI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии Санкт-Петербург, 2018 (Секция 4. Актуальные вопросы химических производств) и конгресса «Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных отходов ТЕХНОГЕН-2019». Екатеринбург, 2019 [11].

В распоряжении обучающихся ряд справочников по наилучшим доступным технологиям [12–17], материалы которых используются при проектировании на производственно-технологических комплексах.

Заключение

Реализация вузами – участниками федерального научно-образовательного Консорциума «Передовые ЭкоТехнологии» комплексной научно-технической программы, особым

разделом которой является подготовка кадров через систему высшего и дополнительного профессионального образования, позволит обеспечить профессиональными специалистами новую отрасль экономики переработки отходов.

Пройдёт время и те, кто сегодня обучается в университетах по данным специальностям, внесут достойный вклад в решение проблемы обезвреживания отходов **I и II классов опасности** на новых экологически безопасных предприятиях (технопарках), создаваемых в различных регионах нашей страны.

Нет сомнения в том, что как на сегодня, так и в будущем новая отрасль экономики переработки отходов будет успешно развиваться и иметь большое значение в области ресурсосбережения, ликвидации накопленного вреда и освобождения планеты Земля от техногенного «мусора».

References

1. Kolesnikov A.V., Ilyin V.I., Kolesnikov V.A. Methods of purification of waste water from galvanotechnical industries. Ch. 1. Basic technologies for neutralization of liquid waste from galvanotechnical surface treatment. Moskva: Izdatel'skiy centr RHTU im. D.I. Mendeleeva, 2018. 164 p. (in Russian).
2. Kolesnikov A.V., Ilyin V.I., Kolesnikov V.A. Methods of purification of waste water from galvanotechnical production. Ch. 2. Equipment and technologies for water treatment at industrial facilities for electroplating. Moskva: Izdatel'skiy centr RHTU im. D.I. Mendeleeva, 2018. 204 p. (in Russian).
3. Akinin N.I. Technosphere safety. Basics of predicting the explosiveness of steam-gas mixtures Textbook. Moskva: Intellekt, 2016. 248 p. (in Russian).
4. Shulenina Z.M., Bagrov V.V., Desyatov A.V. Man-made water. Problems, technologies, resource value. Moskva: Publishing house MGTU im. N.E. Bauman, 2015. 401 p. (in Russian).
5. Kolesnikov V.A., Menshutina N.V., Desyatov A.V. Equipment, technologies and design of wastewater treatment systems: monograph. Moskva: DeLiplus, 2016. 288 p. (in Russian).
6. Biological monitoring of natural and technogenic systems / Eds. T.Ya. Ashikhmina, N.M. Alalykina. Syktyvkar: Komi NC UrO RAN, 2011. 388 p. (in Russian).
7. Bioindicators and biotests systems in environmental assessment of technogenic territories / Eds. T.Ya. Ashikhmina, N.M. Alalykina. Kirov: O-Kratkoe, 2008. 336 p. (in Russian).
8. Ashikhmina T.Ya. Comprehensive environmental monitoring of chemical weapons storage and destruction facilities. Kirov: Vyatka, 2002. 544 p. (in Russian).
9. Petrov V.G., Samigullina G.Z. Household and industrial waste. Izhevsk: Izd. Mezhdunarodn. Vostochno-Evropejskogo universiteta, ИС "Bon Anca", 2016. 72 p. (in Russian).
10. State report "On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2018". Moskva: Minprirody Rossii; NPP "Kadastr", 2019. 844 p. (in Russian).
11. Kolesnikov A.V., Davydova T.V., Kolesnikov V.A. Development of highly efficient, resource-saving technical solutions for the treatment of industrial wastewater from galvanotechnical enterprises // Fundamental research and applied development of processes for processing and disposal of industrial waste: Trudy kongressa s mezhdunarodnym uchastiem i konferentsii molodykh uchenykh "Tekhnogen-2019". Ekaterinburg: UrO RAN Ekaterinburg, 2019. P. 550–554 (in Russian).
12. ITS 8-2015. Wastewater treatment in the manufacture of products (goods), performance of work and provision of services at large enterprises. Moskva: Byuro NDT, 2015. 116 p. (in Russian).
13. ITS 9-2015. Thermal waste disposal (waste incineration). Moskva: Byuro NDT, 2015. 249 p. (in Russian).
14. ITS 17-2016. Disposal of production and consumption waste. Moskva: Byuro NDT, 2016. 181 p. (in Russian).
15. ITS 22-2016. Purification of emissions of harmful (polluting) substances into the air during the manufacture of products (goods), as well as during work and rendering services at large enterprises. Moskva: Byuro NDT, 2016. 198 p. (in Russian).
16. ITS 22.1-2016. General principles of industrial environmental control and its metrological support. Moskva: Byuro NDT, 2015. 533 p. (in Russian).
17. ITS 36-2017. Treatment of surfaces of metals and plastics using electrolytic or chemical processes. Moskva: Byuro NDT, 2017. 228 p. (in Russian).