

УДК 378.14:66.0

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/114/73>

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАК МЕЖПРЕДМЕТНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОБУЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВУЗАХ

©Усарова С. О., ORCID: 0009-0008-5761-7585, SPIN-код: 3905-3048,

Ошский технологический университет им. М. М. Адышева,
г. Ош, Кыргызская Республика, usulayka@mail.ru

©Джапарова Ш., ORCID: 0009-0005-08361-702, SPIN-код: 9785-7999,
канд. хим. наук, Ошский технологический университет им. М. М. Адышева,
г. Ош, Кыргызская Республика, shekerhan.sahar@gmail.com

PRODUCTION'S GREENING AS AN INTERDISCIPLINARY TEACHING TOOL OF CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY IN TECHNOLOGICAL UNIVERSITIES

©Usarova S., ORCID: 0009-0008-5761-7585, SPIN-code: 3905-3048,

M. Adyshev Osh Technological University, Osh, Kyrgyz Republic, usulayka@mail.ru

©Djaparova Sh., ORCID: 0009-0005-08361-702, SPIN- code: 9785-7999, Ph.D.,
M. Adyshev Osh Technological University. Osh, Kyrgyz Republic, shekerhan.sahar@gmail.com

Аннотация. Показаны пути экологизации производства и ее роль в выработке с недавнего времени муссирующегося экологического сознания человечества в общем, и современных специалистов, в частности, т.к. их роль в разработке путей решения современных глобальных экологических проблем и минимизации экологических рисков велика. Обоснована необходимость воспитания экологически грамотных и сознательных инженеров путем специально экологически направленного составления и преподавания курсов химической технологии и экологии в технологических вузах.

Abstract. The ways of greening production and its role in the development of the recently exaggerated ecological consciousness of mankind in general, and modern specialists in particular, are shown, since their role in developing ways to solve modern global environmental problems and minimize environmental risks is great. The necessity of educating environmentally literate and conscious engineers through specially environmentally oriented preparation and teaching of chemical technology and ecology courses in technological universities is substantiated.

Ключевые слова: экологизация производства, экологическое сознание, глобальные экологические проблемы, минимизация экологических рисков.

Keywords: greening of production, environmental awareness, global environmental problems, minimization of environmental risks.

Экология в настоящее время становится все более всеобъемлющим понятием, охватывающим все области человеческой деятельности, и поневоле оказывается связанной не только с вопросами сохранения природных богатств, сферы жизнедеятельности, но и сферы выживания человечества [1].

Рассматривать экологические аспекты производства, в частности, необходимо в связи с тем, что в современных условиях, когда народонаселение, скученность населения, спрос растут в геометрической прогрессии [2], и в соответствии с этим, растут потребление,

предложение товаров и услуг, причем все более природоёмких, соответственно, возрастает роль оптимизации, экологизации производства, а это значит и более широкий охват экологией материального производства, начиная от добычи всех видов топлива, металлургии и производства материалов для космических исследований и войн и кончая искусственной едой, лекарствами и косметикой. Отметим: в прошлом столетии темпы роста химического производства опережали темпы роста промышленного роста в целом, и эта тенденция, пожалуй сохранится ещё долго [3]; все производства являются если не целиком, то в той или иной мере химическими; все химические элементы участвуют и в большом, и в малых круговоротах веществ в природе; из почти ста химических элементов, встречающихся в природе, 30-40 являются биогенными, т.е. необходимыми организмам; химия дает общие представления об общности и генетической связи всего живого и неживого в природе, конкретные представления о связи всех форм материи, взаимозависимости всех биогеохимических циклов, природу и механизм антропогенных воздействий на биосферу и на стратосферу [4]; современное развитие химии может нацеленно увязать решение экологических проблем с основами современного производства.

Именно поэтому вопрос экологизации производства актуален как никогда, тем более, что принципы составляющих научную основу химических технологий перекликаются и где-то идентичны принципам экологизации производства. В настоящее время создание экотехнологии, т.е. технологии при применении которой производство не наносит ущерба природе, окружающей среде, относят к основным задачам общества в производстве материальных благ [5]. Хотя это проблематично, если не сказать невозможно.

Любое производство, по определению, наносит ущерб природе. И в настоящем речь идет уже не об устранении вреда, ущерба, а об их минимизации для, как в последние годы говорят, устойчивого развития, при котором удовлетворение потребностей настоящего времени не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [6].

Принятый в настоящее время продвинутыми странами курс на зеленую экономику тоже вносит свой вклад в борьбу человечества за выживание. Негативные экологические факторы в абсолютном большинстве своем антропогенного характера. За один год в атмосферу, водные бассейны и почву Земли поступает около 100 т химических веществ, перемещается около 4000 м³ грунта, из недр извлекается около 100 млн. т полезных ископаемых, производится 600 млн. тонн синтетических веществ. Участие человека в изменении природных биогеохимических циклов, деградации природной среды, в том числе атмосферного воздуха, при всем многообразии, сводится к двум категориям: а) изменения в природных круговоротах в результате добавления или удаления присутствующих в них химических веществ из-за вызванных человеком воздействий; б) поступление в окружающую среду необычных для природы химических соединений в результате промышленного синтеза и производства новых веществ. Первая категория химических изменений касается вызванных человеком изменений в существующих важнейших круговоротах, например, углерода и серы, человеческая деятельность нарушила оба эти, а также другие круговороты. Самым важным компонентом природного цикла углерода является газообразный диоксид углерода CO₂. Циркуляция углерода в биосфере основана на поступлении CO₂ в атмосферу и его потреблении [7].

Поступление углекислого газа в атмосферу в современных условиях происходит в результате дыхания всех организмов, минерализации органических остатков. Всё растущее громадное количество продуктов сжигания топлива, поступающее в атмосферу в настоящее время, ведёт к изменению климата, представляя серьезную глобальную экологическую

проблему. Рост уровня двуокиси углерода в атмосфере способен вызвать повышение глобальной температуры, что в конечном итоге приведет к повышению уровня Мирового океана, последствия которого трудно представить [8].

Сжигание природного газа, самого чистого (до недавних пор) экологического топлива вместо другого ископаемого топлива сократит выбросы вредных загрязняющих веществ, что ведет к поддержанию более-менее нормального состояния окружающей среды, так как помимо того, что он имеется в избытке в разных местах, продуктом его сгорания являются достаточно нейтральные диоксид углерода и водяной пар. Уголь и нефть состоят из более сложных органических соединений, содержащих больший объем углерода, а также больше азотистых и серных составляющих. Это значит, что в процессе горения уголь и нефть производят больше вредных выбросов, включая больший объем оксидов азота и оксидов серы, также создают пепел в виде мелких частиц, которые не сгорают и попадают в окружающую среду и таким образом вносят свой вклад в загрязнение окружающей среды. Хотя, к слову, в своё время Д. И. Менделеев писал: «Нефть не топливо, топить можно и ассигнациями», и использование нефти в качестве просто топлива повсеместно сокращается. АЭИ приводит такие данные для сравнения [9].

УРОВНИ ВЫБРОСОВ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА,
фунтов на миллиард британских тепловых единиц (БТЕ)

Загрязнитель	Природный газ	Нефть	Уголь
Диоксид углерода	117.000	164.000	208.000
Моноксид углерода	40	33	208
Оксиды азота	92	448	457
Диоксид серы	1	1.122	2.591
Частицы	7	84	2.744
Ртуть	0,000	0,007	0,016

Обратный процесс в круговороте, потребление углекислого газа происходит, как известно, главным образом в процессе фотосинтеза, в реакциях его с карбонатами в океане и др. Фотосинтез представляет собой сложный многоступенчатый комплекс различных по природе реакций, процесс синтеза органических соединений, идущий за счет световой энергии. Общая продуктивность фотосинтеза огромна: ежегодно растительность Земли связывает 170 млрд т углерода. Помимо того, растения вовлекают в синтез миллиарды тонн фосфора, серы и других элементов, в результате чего ежегодно синтезируется около 400 млрд т органических веществ. Тем не менее, при всей своей грандиозности, природный фотосинтез — медленный и малоэффективный процесс, так как зеленый лист использует для фотосинтеза всего 1% падающей на него солнечной энергии. Низкое содержание углекислого газа и высокие концентрации кислорода в атмосфере сейчас служат лимитирующими факторами для фотосинтеза, а зеленые растения являются регуляторами этих газов. Таким образом, зеленые растения Земли и карбонатная система океана поддерживают относительно постоянное содержание CO₂ в атмосфере. Диоксид углерода, наряду с другими газами, такими как оксиды азота, озон, метан, фреоны, хлор и фторуглеводороды, относится к так называемым парниковым газам. Пропуская солнечные лучи, они препятствуют длинноволновому тепловому излучению с земной поверхности. Поэтому повышение концентрации этих газов в атмосфере приводит к парниковому эффекту. Вклад парниковых газов в глобальное потепление климата составляет: диоксид углерода — 66%, метан — 18%, фреоны — 8%, оксид азота — 3%, остальные газы — 5%.

К основным загрязнениям атмосферы, которые являются источниками образования всем известных кислотных дождей, наносящим огромный вред поверхностным водоемам, почве и лесам, относят диоксид серы, оксиды азота и летучие органические соединения. Образующийся при сжигании угля и нефти диоксид серы, поступая в атмосферный воздух, окисляется кислородом воздуха до триоксида, который сразу же реагирует с водяными парами, образуя сернистую кислоту, которая постепенно окисляясь, превращается в серную кислоту. Количество содержащихся в городском воздухе капелек серной кислоты может достигать 5–20%. Потоки воздуха способны отнести эти загрязнения на сотни километров от места их выбросов [10].

Вторая категория химических изменений в окружающей среде наиболее понятна. Активная деятельность человека привела к появлению новых химических соединений, искусственных радиоактивных веществ, новых микроорганизмов. Примеры некоторых веществ, обнаруженных в окружающей среде и являющихся результатом исключительно человеческой деятельности: пестициды, инсектициды, которые разрушаются в почве под влиянием бактерий с образованием ряда других необычных соединений, или вовсе не разрушаются а накапливаются [3], полихлорированные дифелины (ПХД), которые широко применяются в промышленности и плохо разрушаются в окружающей среде; трибутилированное олово (ТБО), которое применяется в корабельных красках для предотвращения поселения организмов на корпусе корабля; многие наркотики, некоторые радионуклиды и ряд хлорфторуглеродных соединений (ХФУ), применяемых в качестве сильных растворителей, газообразные хлорфторуглероды — фреоны, которые были разработаны для использования в качестве распыляемых аэрозолей охлаждающих веществ и которые широко используются в быту в качестве хладагентов, пенообразователей в аэрозольных упаковках и в производстве твердого мыла. Перечень, конечно, не полный. Было подсчитано, что химической промышленностью синтезировано несколько миллионов различных химикатов (в основном органических), которых никогда раньше не было на Земле, многие из них печально известны из-за своей патологической устойчивости, например пестициды, способны накапливаться в почве, в воде, в растениях, организмах животных и человека, опасные концентрации этих веществ были обнаружены в печени животных Антарктиды, весьма далекой от возделываемых земель. Влияние новых химикатов на окружающую среду сложно предсказать. Новое вещество может казаться безвредным, но недостаток знаний о нем может привести к тяжелым последствиям. Например, хлорфторуглероды из-за их химической инертности должны были быть абсолютно безвредны для окружающей среды [8].

Но в верхних слоях атмосферы (стратосфере) они являются причиной истощения озонового слоя атмосферы, защищающего земную поверхность от коротковолновых ультрафиолетовых лучей, получившее название «озонной дыры». Фреоны на высоте озонового слоя подвергаются фотохимическому разложению с образованием окиси хлора, интенсивно разрушающей озон. В настоящее время в мире производится 1300 тыс. т озоноразрушающих веществ. Продукты неполного сгорания органического топлива сверхзвуковых самолетов и космических аппаратов также разрушают озоновый слой [4].

Уменьшение содержания в атмосфере озона и увеличение интенсивности УФ-излучения — один из главных факторов снижения уровня защиты экологического равновесия на Земле, поэтому для сохранения озонового слоя Земли принимаются меры, направленные на снижение выбросов фреонов, замену их на экологически безопасные вещества. По международным соглашениям производство озоноразрушающих веществ сокращается, производство некоторых из них уже запрещено, во всем мире ведутся

широкомасштабные поиски достойной замены широкоприменяемых, но опасных для экологического здоровья планеты веществ, процесс создания нового поколения пластиков — биоразлагаемых. Например, этиллактат, получаемый из отходов сельскохозяйственной продукции — хороший растворитель, им постепенно заменяют хлороформ, дихлорэтан, тетрахлорэтан, американской компанией JCI путем ферментации сахаров бактериями получен первый в мире биоразлагаемый термопластик «биопол» [11]. Он используется в производстве пленок, бутылей, упаковочных нетканых материалов. Дальнейший прогресс в производстве биodeградебельных пластмасс связан с созданием фундаментальной биотехнологии изготовления полимерных материалов с различными свойствами, основные принципы которой разрабатываются в настоящее время крупнейшими лабораториями и фирмами ряда стран.

Расхожее мнение, что основной вред окружающей среде наносят химические производства не совсем соответствует действительности. Ежегодно в атмосферу выбрасывается 100 млн тонн диоксида серы (данные немного устаревшие). Более половины этого количества приходится на долю теплоэлектростанций, четвертая часть — на долю цветной металлургии и лишь несколько процентов — на долю черной металлургии и основной химической промышленности. То же самое можно сказать о выбросах оксидов азота и диоксида углерода, твердых пылеобразных выбросах и канцерогенных твердых микроэлементах. Но все равно химическая промышленность наряду с нефтехимией в действительности ответственна за появление в атмосфере ядовитых неорганических и органических веществ, и конечно, нельзя не упомянуть, что химическая промышленность — одна из самых природоёмких отраслей, т.к. она самая энергоёмкая и водоёмкая отрасль народного хозяйства. Для сравнения, в СССР химическая промышленность выпускала 7% всей промышленной продукции, а потребляла 20% всей энергии. Кроме тех случаев, когда вода является одним из реагентов химической реакции, сырьём, она может выступать в качестве среды проведения процесса, средством для очистки конечного продукта, средством для охлаждения реакционной системы и др. Если на производство 1 т угля расходуется 0,6 м³, нефти — 3, стали — 40 м³, то на производство 1 т синтетического волокна расходуется 300, бумаги — 900, а резины — 2300 м³ воды.

Рассмотрим одно из основных уравнений воздействия на окружающую среду, т.н. уравнение IPAT ($Influence = Population \cdot Affluence \cdot Technology$), характеризующее интенсивность экологического воздействия, оно включает три составляющих: численность населения, ВВП на душу населения и степень техногенного воздействия на окружающую среду, отнесенную к единице ВВП [4]. Два из трех составляющих этого воздействия никоим образом от нас не зависят. Это объективные факторы, численность населения и благосостояние каждого члена общества. Зато третий фактор, технология или техногенез, характеризует экологичность технологий, т.е. производства, и в целом, зависит от коллективного экологического сознания производителей и потребителей, всего общества. По крайней мере, специалисты рассчитывают на снижение негативного воздействия на окружающую среду именно в связи со снижением технологического фактора, т.е. на одновременное повышение эффективности производства с уменьшением его природоёмкости, экологизацию производства [12].

Экологизация производства означает прежде всего снижение его природоёмкости, встраивание техногенных ресурсных циклов в естественные круговороты вещества и энергии, значительное снижение отходов производства. Экологизация и снижение природоёмкости производства предполагают сокращение валового внесения в природную среду техногенных эмиссий. Сделать производство полностью безотходным невозможно.

Тем не менее существует определение Европейской экономической комиссии ООН по малоотходной технологии, «безотходная технология — это такой способ производства продукции, при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле „сырьевые ресурсы — производство — потребление — вторичные сырьевые ресурсы“ таким образом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования» [4].

Считается, что на современном этапе возможно и достаточно переходить к экологически оптимальным (экологически обоснованным) технологиям и производствам, отличающимся минимальным уровнем воздействия на окружающую среду, т.е. на создание малоотходных ресурсосберегающих технологий, которое выдвигает ряд общих требований, направленных на качественное изменение производства. Это комплексная переработка сырья с использованием всех его компонентов; Примером комплексного использования сырья в химической промышленности может служить переработка апатито-нефелиновой руды Кольского месторождения России. Добытая руда содержит 13% апатита, 30–40% нефелина, известняк и другие минералы, методом флотации она разделяется на апатитовый и нефелиновый концентраты. Из апатита получают фосфорную кислоту и фосфорные удобрения, фториды, фосфогипс и другие вещества, а из нефелинового концентрата и известняка — глинозем, соду, поташ и портланд-цемент. Данная технология не имеет аналогов в мировой практике, в других странах глинозем для производства алюминия получают только из бокситов [5].

Малоотходные технологии в перерабатывающей промышленности основываются на производственных циклах, в которых сокращено число технологических переходов от сырья к готовой продукции, повышена замкнутость материальных потоков и соответственно уменьшен коэффициент вредного действия, например технологии роторных линий, порошковой металлургии, гибких автоматизированных линий «материал — агрегат», термофронтального синтеза материалов. В этих случаях получены и наиболее качественная продукция, и наиболее серьезные результаты в области создания энергосберегающих и малоотходных процессов. Безотходные научные технологии, отличающиеся цикличностью и замкнутостью материальных потоков при минимизации производственных отходов, с минимальным числом промежуточных стадий перехода от сырья к конечному продукту, на принципах которых построены основные современные химические производства, таких как непрерывность процесса, производство в кипящем слое или псевдоожижение, противоток, утилизация теплоты реакции (теплообмен), комплексное использование сырья и отходов производства. Например, при контактном способе производства серной кислоты полученный из пирита обжиговой газ очищается и поступает в контактный аппарат, где окисляется до сернокислого газа, который поглощается серной же кислотой. Получается олеум, использование которого многогранно. Производство непрерывное, а значит технологически и экологически выгодное, реакция идет в кипящем слое, воздух обогревается отходящим обжиговым газом, он же, очищенный, перед контактным аппаратом нагревается за счет газов, выходящих из контактного аппарата. Другое направление связано с разработкой технологии, при которых обеспечивается рециркуляция или возвращение побочных продуктов в основной процесс или сопутствующую технологию. В непрерывном производстве аммиака циркуляционный газ после отделения аммиака используется как сырье или топливо на стадиях производства водородсодержащего газа, направление движения азотоводородной смеси выбирают таким образом, чтобы максимально использовать теплоту реакции и предохранить наружные стенки аппарата от перегрева. В

непрерывном производстве азотной кислоты необходимая температура поддерживается за счет выделяемой теплоты реакции.

Непрерывность процесса используется в современных производствах минеральных удобрений (простого и сложного суперфосфата, аммиачной селитры). Кстати, производство аммиачной селитры выгодно пространственно максимально приблизить к производству азотной кислоты, так как в нем сырьём служит 60% азотная кислота. Непрерывность процесса также используется и в переработке нефти, в процессах получения из нее некоторых высокомолекулярных соединений, таких как полиэтилен низкого давления, полипропилен изотактического строения, синтетического каучука и резины, ацетатного волокна, капрона, в производстве стекла, цемента, периодический способ получения анилина путем восстановления нитробензола чугушной стружкой с соляной кислотой сейчас заменен непрерывным методом — каталитическим гидрированием нитробензола водородом [3].

Как видно, современные химические производства характеризуют сокращение удельного потребления природных ресурсов и энергии, максимальная замена первичных ресурсов вторичными, рециркуляция побочных продуктов и отходов в основной процесс, регенерация избыточной энергии, создание интегрированных технологий, охватывающих сферы природопользования, производства и потребления [7].

Системный анализ производственных процессов с этих позиций позволяет определить пути создания технологий нового поколения. В настоящее время нет типовой методики, по которой можно было бы оценивать экологическое совершенство технологии и производства. Вместе с тем в ряде отраслей промышленности такие оценки проводятся, например, коэффициент безотходности Кб, применяемый в химической промышленности, характеризует полноту использования в производстве материальных и энергетических ресурсов, а также интенсивность воздействия этого производства на окружающую среду, чем выше показатель, в данном случае ближе к единице, тем малоотходнее производство. Ресурсосберегающие и малоотходные технологии способствуют оздоровлению окружающей среды. Но многие действующие предприятия невозможно быстро перевести на малоотходные схемы производства. Существующие на них технологии высокоотходны и природоёмки, так как во время их создания не было экологического императива над производствами, а капитальные затраты на очистные сооружения в зависимости от природы и концентрации загрязнений составляли и составляют от 2 до 60% всех затрат на сооружение объектов. Поэтому до сих пор остается актуальной задача создания эффективных систем улавливания, утилизации и переработки газообразных, жидких и твердых отходов, так как их все возрастающие объёмы создают «параллельную планету» — свалки, которые одним своим существованием представляют угрозу здоровью всей планеты, засорение, погребение под ними огромных земельных территорий, загрязнение газообразными продуктами их разложения и гниения огромные воздушные пространства и водоёмы. Свалки являются спутниками всех без исключения жилых массивов. Отдельно можно остановиться на вышеуказанных системах улавливания, которые являются существенным, а иногда единственно доступным средством экологизации переработки нефти.

При переработке нефти нефть, продукты, получаемые из нее, само производство являются источниками загрязнения атмосферного воздуха и водоемов вредными выбросами. Для предотвращения загрязнения внешней среды необходимо выполнение комплекса мероприятий, существенно влияющих на технологию. К ним относятся охрана атмосферного воздуха, защита водоемов. При переработке нефти в атмосферу могут и выделяются вредные вещества — углеводороды, сероводород, оксиды углерода и азота, аммиак, и утечка самой нефти, больше при ее транспортировке, последствия выбросов широко известны, и иногда

носят катастрофический характер. Основные источники загрязнений — резервуарные парки нефти и нефтепродуктов, сливноналивные эстакады, узлы оборотного водоснабжения и очистные сооружения, факельные свечи для открытого сжигания газа, предохранительные клапаны, системы вытяжной вентиляции. Требуется больше инженерные решения по улучшению именно этих узлов. Так что вполне закономерно, что вопросы экологии производства включены в содержание большинства учебников по технологии.

Многие вещества и материалы, которые относили к отходам, на самом деле таковыми не являются. В большинстве случаев они могут служить сырьем для других производств и использоваться для разных нужд. Еще Д. И. Менделеев отмечал: «В химии нет отходов, а есть лишь неиспользованное сырье». Он же указывал, что главная цель передовой технологии — получение полезного из бесполезного. Поэтому отходы производства и потребления следует рассматривать как вторичные материальные ресурсы (ВМР), которые можно повторно использовать. Использование ВМР — одно из главных направлений повышения эффективности производства — является одновременно важнейшим условием уменьшения промышленного загрязнения окружающей среды. Низкий уровень использования отходов (за исключением их отдельных видов — лома черных и цветных металлов, а также достаточно качественных в сырьевом отношении видов макулатуры, текстильных и полимерных отходов) объясняется, главным образом, не отсутствием технологий, а тем, что переработка большей части отходов в качестве вторичного сырья характеризуется низкой рентабельностью или вообще нерентабельна.

Для утилизации отходов необходимо преодолеть ряд организационных и технологических трудностей. Главная организационная проблема — раздельный сбор и сортировка отходов, и это не только производственных, но и бытовых. В развитых странах с высоким уровнем потребления, уже в основном налажены раздельный сбор и сортировка отходов. В других странах возникают проблемы с недостаточной готовностью общества проделывать «лишнюю» работу, усложнять себе жизнь. Играет роль и разница менталитетов. И здесь большую роль играет разъяснительная работа, экологическое воспитание примером волонтеров-общественников. В данном контексте обнадеживает то, что сейчас строится больше мусоросортировочных заводов. Главные технологические трудности связаны с высокой энергоемкостью переработки отходов и вредным воздействием ее на окружающую среду, с обеспечением необходимой чистоты конечных продуктов [8].

Отходы промышленного производства весьма разнообразны. Множество различных отходов может быть использовано вторично. Для каждого типа сырья есть соответствующая технология переработки, которой предшествует разделение. Переработке подвергаются большинство металлов, процессоры, микросхемы и прочие радиодетали — из них извлекаются драгоценные металлы. Ко вторичным пластмассам относят полиэтилентерефталат, поливинилхлорид, полипропилен. Также перерабатываются все типы батарей, выпускаемые в Европе. Во многих странах Европы на мусоросборных площадках спальных районов, помимо контейнеров для сбора металла, пластика, бумаги и стекла, появились контейнеры для сбора использованной одежды, обуви и тряпок. Современные технологии позволяют утилизацию избыточного активного ила городских очистных сооружений для целей строительства, сельского хозяйства и извлечения некоторых ценных химических продуктов, получение биогаза на основе переработки отходов животноводства и другой биогенной органики, изготовление керамзита, шлакоблоков и других строительных и облицовочных материалов с использованием отходов добывающей промышленности, металлургии и химии; переработка автопокрышек в стойкие сантехнические изделия и т.п. Существуют также различные методы утилизации промышленных газообразных отходов и

переработки их в товарную продукцию. Например, в серно-кислотном производстве кислотного-катализитического метода, основан на окислении оксида серы в растворе серной кислоты в присутствии ионов марганца. В результате получается разбавленная серная кислота, используемая в производственном цикле предприятия. При внедрении технологии поглощения диоксида серы из остаточных газов производство серной кислоты становится не только малоотходным, но и получает дополнительный источник сырья. Наряду с использованием вторичных материальных ресурсов имеются большие возможности в использовании вторичных топливно-энергетических ресурсов. Уже многие годы применяется утилизация отходящих дымовых газов металлургического оборудования и топок для подогрева воды и воздуха. Она осуществляется с помощью теплообменных аппаратов. Разрабатываются иные, более совершенные способы утилизации тепла и установки для их реализации. Тем не менее фактически используется лишь незначительная доля возможного, экономически оправданного уровня потребления вторичных энергоресурсов. Основной метод утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) в мире — сжигание их в топках мусоросжигательных заводов, близких по конструкции к топкам энергетических установок, что позволяет снизить объём бытовых отходов для захоронения примерно в 10 раз, а также использовать дополнительную энергию от горения для производства электроэнергии или теплоснабжения. При таком варианте низкотемпературного сжигания с отходящими газами выносятся много неразложившихся вредных соединений и продуктов их взаимодействия. На сжигаемую тонну отходов приходится от 4 до 8 м³ газообразных выбросов, которые содержат пепел, шлаки и летучие газы, фураны и диоксины, оксиды азота, серы, соляную кислоту, тяжелые металлы, такие как ртуть, кадмий, свинец, и дисперсионную пыль. Поэтому мусоросжигательные заводы становятся дополнительными источниками загрязнения атмосферы, а количество отходов, требующих захоронения, достигает 25% массы исходных ТБО. Очистка летучих газов на мусоросжигательном заводе — техноёмкий и дорогой этап, на этом этапе происходит очистка дымовых газов перед выбросом в атмосферу [13].

Разработан ряд технологий, улучшающих эколого-экономические характеристики термических методов утилизации ТБО. К ним можно отнести технологию сжигания ТБО в кипящем слое, методы высокотемпературной обработки ТБО. Большую перспективу имеют комбинированные технологии, в которых утилизация отходов является попутным процессом. Так, в Московском институте стали и сплавов и институте «Стальпроект» разработана технология высокотемпературного сжигания отходов на базе металлургического агрегата жидкофазного восстановления железа. При этом выбросы в атмосферу содержат в несколько раз меньше загрязнителей, чем на мусоросжигательных заводах, использующих зарубежные технологии. Такие предприятия нового поколения, работающие по малоотходной технологии, не только избавляют город от мусора, но и могут вырабатывать промышленный пар и горячую воду для теплоснабжения или электроэнергии (за счет утилизации тепла дымовых газов), а также получать металл, стройматериалы и другие ВМР. Современный уровень развития техники, имеющиеся технологии пока не позволяют утилизировать все отходы. Поэтому для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных отходов создаются специальные полигоны. Требования к устройству полигонов и порядок захоронения на них отходов регламентируются соответствующими нормами и правилами. Полигоны помогают лишь частично решать проблему, так как отходы в принципе не могут быть ликвидированы без глубокого преобразования входящих в них веществ и материалов.

Новосибирским институтом «Гипроцветмет» (РФ) предлагается на основе реализации концепции ресурсовозобновляющих технологий создавать системы нового поколения —

многопрофильные комбинаты «Экополигон». По расчетам такие комбинаты способны перерабатывать все виды антропогенных отходов данного региона (города), причем от 80 до 100% из них превращаются во «вторичные природные ресурсы и биосферные вещества». Заводы ресурсовозобновляющих технологий имеют узлы геохимической, физико-химической и биотехнологической переработки отходов производства и потребления. На завершающей стадии переработки формируется биосистема, в которой искусственно вырабатываются вещества, пригодные для включения в природный круговорот. Вторичные ресурсы могут применяться в промышленности и в городском хозяйстве в качестве стройматериалов, металлолома, биотоплива и других полезных продуктов. Предлагаемый вариант решения проблемы отходов помимо несомненного экологического эффекта сулит большие экономические выгоды, несмотря на значительные капиталовложения в строительство экополигонов [4].

Эффективная очистка промышленных и коммунально-бытовых сточных вод представляет одну из наиболее актуальных инженерно-экологических проблем. Она усложняется вследствие использования общих систем канализации для бытовых и промышленных стоков, широкого применения гидросмыва экскрементов человека и животных; смешивания продуктов их жизнедеятельности с растворами стиральных порошков, шампуней и других СПАВ. Даже при очистке сточных вод биологическим методом из них извлекается не более 90% органических веществ и всего лишь 10–40% неорганических соединений. Применение оборотного водоснабжения позволяет уменьшить потребление свежей воды в промышленных производствах в 10–50 раз [4].

При преподавании технологических дисциплин все этапы производства должны рассматриваться под экологическим углом зрения, необходимо выработать вместе с обучающимся все компетенции, предусмотренные учебной программой, для всестороннего рассмотрения проблемы. Дать простор его воображению в поиске ее решения, дать возможность предложить альтернативные варианты. Современные технологии обучения дают возможности построить учебный процесс как творческий, креативный. При воспитании современного инженера, нужно чтобы он усвоил, что каковы бы ни были усилия и старания человека защитить окружающую среду от собственной грязи с помощью технических средств, они ничтожны по сравнению со средорегулирующей и средоочищающей функцией биосферы. Человек всегда должен помнить ставшие афористичными основные законы экологии, сформулированные известным современным экологом Б. Коммонером: все связано со всем; все должно куда-то деваться; природа знает лучше; ничто не дается даром [14].

Человек должен не подавлять природные механизмы, а максимально заимствовать их принципы и «технологии» в своей практической деятельности, даже научиться включаться со своими технологическими приемами в нескончаемую, неустанную деятельность биосферы.

Список литературы:

1. Степановских А. С. Общая экология. М.: UNITY, 2001.
2. Розанов С. И. Общая экология. Владимир: Лань, 2001.
3. Медведев В. И., Алдашева А. А. Экологическое сознание. М.: Логос, 2001.
4. Акимова Т. А., Кузьмин А. П., Хаскин В. В. Экология. Человек-природа-техника. М.: Экономика, 2007.
5. Кулагина Г. Д. Статистика окружающей среды. М.: издательство МНЭПУ, 1999.
6. Партингтон Д. Р. Химия в жизни. М.: ОНТИ, 1935.
7. Фёдорова А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. М.: Владос, 2003.

8. Гусакова Н. В. Химия окружающей среды. Ростов -на-Дону: Феникс, 2004.
9. Агесс П. Ключи к экологии. Л.: Гидрометеиздат, 1982.
10. Амелин А. Г. Общая химическая технология. М.: Химия, 1977. 400 с.
11. Калищук Д. Г., Саевич Н. П., Вилькоцкий А. И. Процессы и аппараты химической технологии. Минск: БГТУ, 2011. 426 с.
12. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Альянс, 2004. 753 с.
13. Хейфец Л. И., Зеленко В. Л. Химическая технология. Теоретические основы. М.: Академия, 2015. 462 с.
14. Бесков В. С., Сафронов В. С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. М.: Химия, 1999. 472 с.

References:

1. Stepanovskikh, A. S. (2001). Obshchaya ekologiya. Moscow. (in Russian).
2. Rozanov, S. I. (2001). Obshchaya ekologiya. Vladimir. (in Russian).
3. Medvedev, V. I., & Aldasheva, A. A. (2001). Ekologicheskoe soznanie. Moscow. (in Russian).
4. Akimova, T. A., Kuz'min, A. P., & Khaskin, V. V. (2007). Ekologiya. Chelovek-priroda-tehnika. Moscow. (in Russian).
5. Kulagina, G. D. (1999). Statistika okruzhayushchei sredy. Moscow. (in Russian).
6. Partington, D. R. (1935). Khimiya v zhizni. Moscow. (in Russian).
7. Fedorova, A. I., & Nikol'skaya, A. N. (2003). Praktikum po ekologii i okhrane okruzhayushchei sredy. Moscow. (in Russian).
8. Gusakova, N. V. (2004). Khimiya okruzhayushchei sredy. Rostov -na-Donu. (in Russian).
9. Agess, P. (1982). Klyuchi k ekologii. Leningrad. (in Russian).
10. Amelin, A. G. (1977). Obshchaya khimicheskaya tekhnologiya. Moscow. (in Russian).
11. Kalishchuk, D. G., Saevich, N. P., & Vil'kotskii, A. I. (2011). Protsessy i apparaty khimicheskoi tekhnologii. Minsk. (in Russian).
12. Kasatkin, A. G. (2004). Osnovnye protsessy i apparaty khimicheskoi tekhnologii. Moscow. (in Russian).
13. Kheifets, L. I., & Zelenko, V. L. (2015). Khimicheskaya tekhnologiya. Teoreticheskie osnovy. Moscow. (in Russian).
14. Beskov, V. S., & Safronov, V. S. (1999). Obshchaya khimicheskaya tekhnologiya i osnovy promyshlennoi ekologii. Moscow. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 25.02.2025 г.*

*Принята к публикации
09.03.2025 г.*

Ссылка для цитирования:

Усарова С. О., Джапарова Ш. Экологизация производства как межпредметный инструмент обучения химической технологии и экологии в технологических вузах // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №5. С. 504-514. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/114/73>

Cite as (APA):

Usarova, S., & Djaparova, Sh. (2025). Production's Greening as an Interdisciplinary Teaching Tool of Chemical Technology and Ecology in Technological Universities. *Bulletin of Science and Practice*, 11(5), 504-514. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/114/73>