

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 504.056:574

СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

канд. техн. наук, доцент Ю.П. СЕДЛУХО

Рассмотрены основные принципы обеспечения экологической безопасности промышленных предприятий, положенные в основу итоговых документов Конференции ООН по окружающей среде и устойчивому развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.). На примере нефтехимической промышленности показано, что экологически необходимо и экономически целесообразно перенести центр тяжести борьбы с отходами в места их образования на основе создаваемых мало- и безотходных технологий и реализации концепции «более чистого производства».

Одним из важнейших событий последнего десятилетия ушедшего века, несомненно, является Конференция ООН по окружающей среде и развитию, которая состоялась в июне 1992 г. в Рио-де-Жанейро. В ней приняли участие 178 стран, в том числе 114 на уровне глав государств и правительств. Конференция констатировала, что если характер развития нашей цивилизации не будет изменен, ее неминуемо ожидают глобальные катастрофы, а, возможно, и гибель. В принятых конференцией документах, и прежде всего в «Повестке дня на XXI век», определены приоритетные задачи для всех основных сфер деятельности человечества. Зафиксирована необходимость перехода от модели развития за счет и в ущерб природе к новой модели, в рамках которой проблемы развития и сохранения окружающей среды неразделимы. Сформулированная концепция устойчивого развития и устойчивой промышленной деятельности предполагает гармоничный процесс, в котором эксплуатация ресурсов, направление инвестиций, ориентация технологических разработок должны проводиться с учетом необходимости сохранения окружающей среды и удовлетворения потребностей не только нынешнего, но и последующих поколений [1 – 4].

Озабоченность общественности и ведущих ученых мира перспективами дальнейшего развития человечества возникла на фоне надвигающихся экономического и экологического кризисов в 50-70 гг. прошлого столетия. В это время появились первые комплексные глобальные прогнозы состояния окружающей среды и природных ресурсов, динамики роста населения, обеспечения его продуктами и материальными благами. Наибольший резонанс получили так называемые доклады «Римского клуба» (Д. Медоуз, 1972 г.; М. Месарович и Э. Пестель, 1974 г.; Я. Тинберген, 1977 г. и др.), а также работы В. Леонтьева, 1976 г.; Г. Кана, 1976 г.; Д. Форрестера, 1978 г. и др. В них наряду с демографическими и энергетическими проблемами рационального использования природных ресурсов и загрязнения окружающей среды обозначена как важнейшая, с которой человечество столкнется в ближайшем будущем [5 – 7 и др.].

Несмотря на различия в подходах и оценках этих прогнозов, их основной вывод заключается в том, что противоречия между уровнем развития цивилизации и природой достигли предела. Проблемы возникают гораздо быстрее, чем решаются, что создает опасность перехода через допустимый уровень развития. Построение стабильного гармоничного общества требует революционной перестройки потребительского мышления, компетентного руководства и широкой образованности людей. В противном случае к тому времени, когда проблема станет очевидной, предпринимать какие-либо действия будет слишком поздно.

В странах, принявших социалистический путь развития, эти «буржуазные теории» были восприняты весьма негативно [5, 6]. Уповая на безгрешность планового социалистического хозяйства, были сделаны выводы, что эти проблемы свойственны монополистическому капитализму, а нам удастся их избежать.

Определенная техническая и технологическая отсталость основных видов промышленного и сельскохозяйственного производства социалистических стран предопределила и некоторое запаздывание наступления экологических проблем. Мы подошли к их пониманию в начале 80 гг. Как справедливо отмечал академик В.А. Коптюг, «экологическая ситуация у нас к этому моменту оказалась более тяжелой из-за волонтаризма принимаемых решений в рамках существовавшей системы, а затем усугубилась «перестройкой» [4]. Гигантомания в строительстве промышленных объектов, животноводческих комплексов, разработке полезных ископаемых и их технологическое несовершенство привели к тому, что ряд регионов оказались в зонах с очень тяжелой экологической обстановкой. Принятая модель борьбы с

загрязнением окружающей среды в конце производственного цикла привела к необходимости строительства весьма дорогостоящих очистных сооружений. Капитальные вложения в их строительства достигали 20 – 25 и более процентов от всех капиталовложений, а громадные ежегодные эксплуатационные расходы в еще большей мере усугубило экономическое положение таких предприятий. Так, перевод существующей системы водного хозяйства Селенгинского целлюлозно-картонного комбината на замкнутый цикл потребовало 64 млн. долларов капитальных затрат, а общие ежегодные расходы на эксплуатацию системы очистки и оборота воды составляют 74 млн. долларов [8].

Последовавший в 90-х годах спад промышленного производства несколько снизил валовые выбросы, энергетические и материальные затраты. Однако их удельные расходы на единицу перерабатываемого сырья или выпуск продукции существенно возросли. Так, на Новополоцком ПО «Нафтан» переработка нефти с 1990 по 1993 гг. снизилась с 23,5 до 7,5 млн. тонн. За этот же период общие энергозатраты на 1 тонну переработанной нефти увеличились в 2,08 раза, потребление пара – в 2,26 раза, электроэнергии – в 1,77 раза. За последующие 7 лет путем внедрения ряда энергосберегающих технологий удалось снизить удельные энергозатраты только на 14 % [9]. Эти примеры свидетельствуют о крайней необходимости модернизации промышленного производства с учетом требований современных концепций устойчивого его развития и экологической безопасности.

Под термином «устойчивая промышленная деятельность» понимается достижение устойчивого улучшения уровня жизни во всех странах посредством такого промышленного развития, которое предотвращает или сводит к минимуму экологическое воздействие и риск [2]. В сфере промышленного производства основным направлением должна стать переориентация принципа «реагировать и лечить» («react and cure») на политику «предвидеть и предупреждать» («anticipate and prevent»). При таком подходе основное внимание уделяется разработке и внедрению мало- и безотходных технологий как концептуальному подходу к проблемам сокращения загрязнения и отходов при одновременном снижении затрат на социальные и природоохранные мероприятия [2].

Политика в решении проблем загрязнения окружающей среды претерпела и претерпевает существенные изменения в ориентации и принципах. Отмечаются три из них [3, 4]: 1 – разбавление; 2 – контроль над загрязнением; 3 – предотвращение загрязнения.

Первый принцип, символом которого стали гигантские трубы и вовлечение в процесс разбавления загрязнений огромных объемов воздуха и воды природных источников, себя изжил и не может рассматриваться как перспективный.

Второй принцип реализуется в подходе «and-of-pipe» («загрязняющий платит»), при котором основное внимание уделяется борьбе с вредными выбросами и отходами предприятия путем совершенствования очистных сооружений и установок по уничтожению отходов в конце производственного цикла. Он стимулируется контролирующими органами и налагаемыми ими штрафными санкциями.

Третий принцип основывается на подходе 3Р: «Pollution Prevention Pays» («предотвращение загрязнений окупается»). На современных предприятиях этот подход стал развиваться на основе системного анализа всего производственного цикла с переносом центра тяжести борьбы с отходами в местах их образования, вплоть до перехода на новые технологии. Этот подход воплотился в концепцию «более чистого производства» («Cleaner Production»). Примеры реализации этого подхода показали, что предотвращение загрязнений действительно окупается, иногда очень быстро. Но он требует существенных начальных затрат, поэтому по силам наиболее крупным компаниям и предприятиям [3, 4].

После Конференции в Рио-де-Жанейро значительный импульс в развитии получил принципиально новый подход «cradle-to-grave» («от колыбели до могилы»). Возможность его реализации выходит за рамки предприятия, поскольку в нем необходим системный анализ всех возможных ущербов природе и здоровью человека при выпуске продукции от стадии добычи сырья и технологии производства вплоть до утилизации или уничтожения отслуживших свой срок изделий. Этот подход только зарождается, и его реализация неизбежна по мере экологизации экономики и перехода на принципы устойчивого развития [4].

Основную роль в предотвращении загрязнения окружающей среды при модернизации производства должно играть внедрение современных ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий. Это проще делать при строительстве новых предприятий. Однако крупномасштабное обновление производства требует весьма значительных единовременных финансовых вложений. Поэтому наиболее реальна поэтапная модернизация существующих предприятий. При этом в условиях сложившегося производства и ограниченности ресурсов, возникает опасность стремления к получению быстрее экономического эффекта в ущерб экологической безопасности предприятия.

Сложившаяся порочная практика ликвидации побочных продуктов, полупродуктов и отходов, не нашедших свое место в применяемой технологии, путем их сброса на общезаводские очистные сооружения, на «факел» и шламонакопители вызывает не только интенсивное загрязнение окружающей среды,

но и приводит к весьма существенным безвозвратным потерям исходного сырья и готовой продукции. В настоящее время, как правило, все усилия по снижению отрицательных экологических последствий такой деятельности направлены на совершенствование технологий централизованной очистки и переработки таких выбросов и отходов. А ведь решение этой проблемы возможно и другим путем, например, путем устройства локальных установок в местах образования этих отходов, их выделения, кондиционирования и возврата в производство. Как показывает опыт применения такого подхода, он наряду с модернизацией основной технологии является наиболее эффективным способом совершенствования действующего производства и повышения его экологической безопасности.

В Беларуси и других странах СНГ основное внимание уделяется реализации второго принципа [1]. Переход на третий принцип сдерживается спадом производства и проблемами экономического порядка переходного периода. Европейское экономическое сообщество серьезно озабочено высокими расходами сырья и энергии на единицу выпускаемой продукции, слабым внедрением мало- и безотходных технологий и недостаточным вниманием к экологическим проблемам [2]. И для этого имеются веские основания. Примером может служить нефтехимическая промышленность стран СНГ.

В нефтехимической промышленности образуется значительное количество побочных продуктов и отходов, основная масса которых представлена осадками и всплывшими продуктами при обработке сточных вод [10]. Их образованию способствует сброс в производственную канализацию различных высококонцентрированных технологических стоков, содержащих побочные продукты, полупродукты или даже готовую продукцию. Так, на нефтеперерабатывающих заводах бывшего СССР в 90-х годах (до спада производства) средняя концентрация нефтепродуктов в общем стоке предприятий составляла 18 – 20 г/л, а на некоторых НПЗ достигала 100 и более. В результате очистки этого стока улавливалось 3 – 4 млн. т нефтепродуктов, что почти вдвое превышает количество нефти, добываемой в Беларуси. Даже на средних по мощности НПЗ годовое количество уловленного продукта составляло 50 – 70, а на крупных 150 – 260 тыс. т (Новогорьковский, Новоярославский, Сызранский, Омский). Если учесть, что не менее 30 – 50 % наиболее легкого и ценного продукта испаряется из канализационной сети и поверхности очистных сооружений, а тяжелые фракции выпадают в осадок и образуют нефтешлам, то ежедневно в канализационную сеть среднего предприятия сбрасывалось 300 – 400 т нефтепродуктов, а крупного – 1000 и более. Это равносильно тому, что от нескольких до десятков нефтепромысловых скважин перекачивают добытую нефть непосредственно в канализационную сеть завода. Но так как в нее сбрасываются различные виды стоков, то в результате смешения, разбавления и загрязнения уловленный на очистных сооружениях продукт представляет собой весьма загрязненный и обводненный мазут, переработка которого сопряжена с весьма значительными технологическими сложностями и материальными затратами. Аналогичная ситуация сложилась и на предприятиях добычи и транспорта нефти и нефтепродуктов.

В последние годы общее количество сбросов на нефтехимических предприятиях заметно снизилось, что существенно улучшило статистические показатели и сократило затраты на природоохранные мероприятия. Но с учетом уменьшения количества перерабатываемого сырья и выпуска продукции удельные выбросы загрязнений не только не снизились, а существенно возросли.

Многочратно выросшие цены на нефть и нефтепродукты создают реальную предпосылку для начала реализации подхода ЗР на нефтехимических предприятиях. Наиболее просто, экономически реально и выгодно это сделать на тех технологических потоках, в конце которых сбрасываются высококонцентрированные эмульсии, содержащие относительно чистые промежуточные или целевые продукты, а в ряде случаев – и готовую продукцию. Эти стоки и составляют основную массу нефтепродуктов, поступающих на общезаводские очистные сооружения. Нелогично сбрасывать такие стоки в канализационную сеть, разбавлять и смешивать их с другими категориями сточных вод, а затем тратить огромные материальные ресурсы для выделения целевого продукта и очистки общего стока.

Анализ работы многих предприятий нефтехимической промышленности свидетельствует, что расходы большинства концентрированных технологических стоков не превышают нескольких процентов от общего расхода сточных вод. Элементарный расчет показывает, что, например, выделение из локального потока, составляющего 1 % общего расхода сточных вод, 99 % загрязняющего вещества нефтепродукта при его начальной концентрации 30 г/л, равносильно необходимому увеличению эффективности очистки общего стока с 90 до 99,9 % для достижения требуемого ПДК (0,3 мг/л). Более того, при увеличении эффективности локальной очистки до 99,9 % концентрация загрязнения в общем стоке не превысит ПДК, т. е. его очистка не потребует. Если задача снижения концентраций загрязнений с 30 г/л до 30 мг/л (99,9 %) в стоке с расходом в пределах 10 м³/ч технически и технологически вполне решаема, то обеспечение такой же эффективности очистки общего разбавленного стока с расходом 1000 м³/ч крайне затруднительна и требует весьма значительных и эксплуатационных затрат.

Нормативными документами рекомендуется устройство локальных очистных установок в местах образования высококонцентрированных стоков. В большинстве работ [11 – 13], посвященных изучению

этого вопроса, подчеркивается, что локальные установки должны быть неотъемлемой частью таких комплексов нефтепереработки, как ЭЛОУ-АВТ, ЛК-бу, ГК-3, УЗК, гидрокрекинг, резервуарные парки и др. Эти установки должны стать основой создания мало- и безотходных производств. Однако в качестве таких установок рекомендуется применение сооружений, основанных на простейших технологиях, чаще всего отстаивания (нефтеловушек). Учитывая их громоздкость, низкую эффективность и неспособность работать в условиях неравномерного или периодического поступления стоков с весьма широким диапазоном изменения концентраций нефтепродуктов, практического применения они не получили.

Локальные очистные установки, претендующие на роль основного звена в создании мало- и безотходных производств, должны базироваться на современных технологиях, быть компактными и совместимыми с оборудованием основного производства, обеспечивать высокую эффективность и возврат выделенного продукта в технологический процесс или готовую продукцию без дополнительной обработки.

Для локальной обработки технологических стоков, представляющих собой относительно чистые высококонцентрированные водонефтяные эмульсии, в наибольшей мере подходят технологии, основанные на методе коалесценции. Этот метод получил определенное развитие в последние десятилетия и на его основе разработаны сепарирующие устройства, которые нашли применение в современных экстракционных технологиях, в процессах обезвоживания горючесмазочных материалов и в некоторых процессах нефтедобычи и нефтепереработки. Он реализуется путем фильтрования эмульсий через различные пористые материалы, обладающие определенными свойствами.

Одним из наиболее значительных источников потерь нефтепродуктов на НПЗ являются резервуарные парки. По данным [13], около 50 % всех утечек на установках первичной переработки нефти составляют углеводороды, поступающие в подтоварные воды при дренировании резервуаров. Часть углеводородов улавливается на общезаводских очистных сооружениях, а большая (особенно бензиновые фракции) – теряется безвозвратно. Как показали результаты обследования ряда крупнейших НПЗ, потери продукта из товарных резервуаров светлых нефтепродуктов могут достигать 250 и более тонн в год из каждого резервуара. При этом его концентрация в дренируемой подтоварной воде изменяется от нескольких процентов в начальный период до практически чистого продукта в завершающей стадии процесса дренирования.

В Полоцком государственном университете специально для обработки таких стоков разработана автоматизированная система дренирования и очистки подтоварных вод резервуарных парков. Основным элементом этой системы является коалесцирующий сепаратор напорного типа. Он представляет собой коалесцирующий фильтр с гранулированной гидрофобной загрузкой, оборудованный нефтесборником, зоной удаления грубодисперсных механических примесей, автоматическими клапанами и датчиком уровня раздела фаз вода – нефтепродукт. Это позволяет полностью автоматизировать все технологические операции процесса дренирования вплоть до возврата уловленного продукта обратно в резервуары. Очищенная вода с концентрацией нефтепродуктов не более 30 – 50 мг/л сбрасывается в промканализацию. Анализ уловленного продукта (бензин, дизельное топливо и другие светлые нефтепродукты) показал, что он может быть возвращен в товарную продукцию без какой-либо дополнительной обработки. Учитывая периодичность дренирования, такая система с одним коалесцирующим сепаратором может обслуживать до 4 – 6 резервуаров с однотипным продуктом независимо от их емкости и сократить потери нефтепродуктов до 1000 тонн в год. Эта система не требует применения перекачивающих насосов и работает под гидростатическим давлением продукта, находящегося в резервуарах. Она представляет собой локальную малоотходную систему товарного производства и может служить основой создания других мало- и безотходных нефтехимических производств.

Аналогичные по принципу работы, но другого конструктивного оформления локальные коалесцирующие установки разработаны для очистки и других концентрированных стоков НПЗ (дренажных стоков установок гидроочистки дизельного стока, «Парекс» и др.). Их производственные и эксплуатационные испытания показали, что они позволяют выделить и вернуть в производство до 99 % сбрасываемых в промканализацию нефтепродуктов, существенно сократить безвозвратные потери и загрязнение окружающей среды [14].

Приведенные примеры показывают, что концепция «более чистого производства» вполне реализуема на действующих предприятиях даже без существенной их модернизации. Для этого необходимо изменить отношение к так называемым отходам. Ведь в местах их образования в большинстве случаев они представляют собой разбавленные относительно чистые ценные побочные продукты, полупродукты или даже готовую продукцию (как в подтоварных водах резервуарных парков). В пору разработки технологических процессов основного производства они были «зачислены» в разряд отходов. Но это решение было принято в других экономических и экологических условиях. Совершенствование технологии кондиционирования таких отходов, возросшие цены на содержащиеся в них продукты определяют

возможность и необходимость их ликвидации или резкого сокращения путем вовлечения в производство. Реализация такого подхода не только повышает экологическую безопасность производства, но экономически оправдана и выгодна. Очевидно, что к технологиям вновь строящихся или капитально реконструируемых предприятий должны предъявляться весьма жесткие требования, соответствующие современным концепциям «более чистого производства».

В сфере промышленного производства для повышения его экологической безопасности необходима переориентация принципа борьбы с отходами в конце производственного цикла на концепцию «более чистого производства», предусматривающую их ликвидацию или резкое сокращение в местах образования. Опыт применения новых технологий локальной обработки и кондиционирования жидких отходов нефтехимических предприятий показал, что они могут служить основой создания мало- или безотходных производств. Локальная обработка таких отходов экономически и экологически более выгодна, чем совместная очистка всех категорий стоков на общезаводских очистных сооружениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы Международной конференции по устойчивому развитию стран с переходной экономикой, 16 – 18 апр. 1997 г., г. Минск. – Минск: ООО «Белсэкс», 1998. – 380 с.
2. Хинтерэггер Г. Основные принципы достижения устойчивого промышленного развития в Европе // *Химия в интересах устойчивого развития*. – 1993. – Т. 1, № 1. – С. 19 – 39.
3. Хьюзинг Д. Более чистое производство: реально работающие концепции, процессы и методы // *Химия в интересах устойчивого развития*. – 1993. – Т. 1, № 1. – С. 95 – 110.
4. Коптюг В.А. Химия и устойчивое развитие. Состояние и перспективы после Конференции ООН по окружающей среде и развитию // *Химия в интересах устойчивого развития*. – 1993. – Т. 1, № 3. – С. 309 – 315.
5. Мотылев В.В. Пророчества будущего. (За фасадом буржуазных теорий). – М.: Политиздат, 1983. – 63 с.
6. Споры о будущем: Окружающая среда. – М.: Мысль, 1983. – 175 с.
7. Цветкова Л.И. и др. Экология. – М.: Изд-во АСВ; СПб.: Химиздат, 1999. – 488 с.
8. Грачев М.А. и др. Замыкание водного цикла и цикла твердых отходов на Селенгинском целлюлозно-картонном комбинате // *Химия в интересах устойчивого развития*. – 1993. – Т. 1, № 2. – С. 277 – 280.
9. Дятлов И.В. Энергосберегающая политика ПО «Нафтан». / Инженерные проблемы строительства и эксплуатации сооружений: Сб. трудов. Под ред. Д.Н. Лазовского. – Мн.: Технопринт, 2001. – С. 115 – 118.
10. Таниевски М. Побочные продукты и отходы нефтехимии как сырье для промышленности // *Химия в интересах устойчивого развития*. – 1993. – Т. 1, № 1. – С. 79 – 88.
11. Гербер В.Я., Лукьянов В.И., Шмидт Б.Б. Водоснабжение и канализация нефтеперерабатывающих заводов: Тем. обзор / ЦНИИТЭнефтехим. – М., 1984. – 92 с.
12. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов / Я.А. Карелин, И.А. Попова, Л.А. Евсева, О.Я. Евсева. – М.: Стройиздат, 1982. – 184 с.
13. Рудин М.Г. Проектные решения по снижению потерь нефти и нефтепродуктов: Тем. обзор / ЦНИИТЭнефтехим. – М., 1983. – 49 с.
14. Седлухо Ю.П. Очистка нефтесодержащих технологических стоков коалесцирующими фильтрами. – Мн.: Технопринт, 2002. – 183 с.