

# ДИОКСИН.

## Враг невидимый и коварный

Ольга Ашпина

С тех пор как человечество с неистовым рвением, используя изощренные технологические приемы, бросило все силы на освоение природных ресурсов, в биосфере стали появляться потенциально опасные химические вещества. Воздействие на живые организмы чуждых природе соединений (ксенобиотиков) часто приводило к трагическим последствиям — вспомним необдуманное применение средств защиты растений, таких как ДДТ. Но по признанию многих экологов, печальная пальма первенства и по степени опасности, и по трудности поиска решения проблемы принадлежит диоксинам.

### Свойства

Диоксины представляют собой бесцветные кристаллические вещества, температура плавления которых зависит от числа атомов хлора в структуре. Они хорошо растворимы в органических растворителях и практически нерастворимы в воде, причем с увеличением числа атомов хлора растворимость падает. Все диоксины характеризуются высокой химической устойчивостью, сохраняющейся даже при высокой температуре.

Говоря о растворимости диоксинов, следует упомянуть один важный факт: представители этого класса полиароматических веществ превосходно растворяются в жирах.

Кроме высокой липофильности, то есть способности растворяться в некоторых органических растворителях и удерживаться в жироподобных матрицах, диоксины обладают высокой адгезией к частицам почвы, золы, донным отложениям, что способствует их накоплению и миграции в виде взвесей и комплексов с органическими веществами в поверхностных водах.

Как было показано в ряде отечественных и зарубежных исследований, токсичное действие диоксинов зависит от числа атомов хлора и их положения в структуре молекулы. Максимальной токсичностью обладает 2,3,7,8-тетрахлордибензодиоксин (2,3,7,8-ТХДЦ). Кроме этого изомера высокую токсичность имеет и 1,2,3,7,8-пентахлордибензодиоксин. Близки к ним в этом отношении и производные фуранового ряда, в частности 2,3,7,8-ТХДФ и его С1-изомер. Эти соединения имеют токсичность на несколько порядков выше, чем, например, широко известный препарат ДДТ, ранее применяемый как высоко-

эффективное средство против насекомых и других вредителей сельского хозяйства, который также является хлорорганическим соединением. Некоторые из диоксинов по токсическому действию близки к отравляющим веществам типа зарина, зомана, табуна.

### Биологическое действие

Общепризнано, что острая токсичность для теплокровных организмов не может рассматриваться как критерий опасности соединений типа ксенобиотиков. Попадая в организм человека и животных в основном через пищевые продукты, то есть по так называемым трофическим цепям, диоксины вызывают аномалии в работе генетического аппарата.

Ученые пришли к заключению, что действие диоксинов направлено на отобранные в ходе эволюции регуляторные механизмы живой клетки, запускаемые рецепторными белками с однотипным активным центром. Таким центром может служить гем — железосодержащее соединение, способное соединяться с диоксинами. При этом затрагиваются регуляторные механизмы адаптации к внешней среде и даже слабое поражение

диоксинами, проявляющееся в постоянной дискомфортности организма, высокой утомляемости, пониженной фи-

зики считается доказанной.

Диоксины — одни из самых коварных ядов, известных человечеству.

### Из-за своих физико-химических свойств и уникальной биологической активности диоксины становятся одним из основных источников долговременного заражения.

зической и умственной работоспособности, а также в повышении чувствительности к биологическим инфекциям и другим химическим ксенобиотикам, может привести к трагическим последствиям в условиях дополнительных, обычно легко переносимых стрессов.

Вторичное воздействие диоксинов на организм человека связано с накоплением последних, что крайне опасно, так как приводит к мутагенезу, биодеградации чувствительных к окислению гормонов, витаминов, липидов, разрушению биомембран и нарушению функций мембраносвязанных комплексов металлов (элементов жизни) с органическими лигандами, определяющими работу клетки. Особенно чувствительны к подобным негативным воздействиям иммунные клетки.

Таков краткий и вместе с тем устрашающий перечень негативных изменений в работе клетки на молекулярном уровне, вызванных попаданием в организм диоксинов. В итоге вторичные эффекты диоксинов усугубляют первичные, что приводит к снижению иммунитета и, в конечном счете, вызывает так называемые экологические заболевания человека и животных. В настоящее время опасность диоксинов как канцеро-

Опасность этого мутагена следует из описанных выше физико-химических свойств и вызвана:

- высокой стабильностью, что неизбежно ведет к накоплению в окружающей среде;
- высокой липофильностью, обеспечивающей диоксинам беспрепятственную миграцию по пищевым цепям, и, как следствие, расширение масштабов поражения;

### В живой природе нет эффективных механизмов элиминации вредного воздействия диоксинов.

- повышенной активностью узкоспецифичных монооксигеназ печени, которые превращают многие вещества синтетического и природного происхождения в опасные для организма яды даже в относительно безвредных для организма количествах.

### Происхождение

На сегодняшний день строго доказано, что диоксины имеют исключительно техногенное происхождение, хотя и не являются целевым продуктом ни одной из существующих ныне технологий. Диоксины и диоксиноподобные веще-

ства непрерывно и во все возрастающих количествах генерируются как побочные продукты промышленного органического синтеза. То, что не обнаружено доказательств биогенного образования диоксинов или их исходных веществ непосредственно в биосфере, позволяет сделать предположение, что в живой природе нет эффективных механизмов элиминации вредного воздействия диоксинов.

Последние несколько лет в зарубежной печати довольно много публикаций, исследующих другие пути проникновения этих опасных веществ в окружающую среду. Так, пристальное внимание ученых приковано к изучению последствий лесных пожаров. При этом мнения исследователей в идентификации источников эмиссии диоксинов

расходятся. По одной из гипотез, диоксины образуются только при сгорании лесных массивов, обработанных пестицидами и другими средствами защиты растений. По другой версии, образование токсикантов не связано с наличием ХСЗР, а вызвано только процессами горения растительной биомассы.

Для образования диоксинов необходимо сочетание трех условий: присутствие ароматических соединений, либо непредельных углеводородов, связанного хлора и относительно высокой температуры (порядка 500–1300 °С). Ясно, что наиболее благоприятной средой получения диоксинов будет процесс сжигания хлорорганических соединений, например, изделий из ПВХ, целлюлозно-бумажной продукции и пластиковых масс. В особенности это касается аварийных ситуаций, в частности, при пожарах на производстве. В результате термодеструкции синтетических материалов возможны массовые острые и хронические отравления людей различными выделяющимися ксенобиотиками. Имеются данные, что сгорание при пожаре в г. Холмсунде (Швеция) больших количеств поливинилхлорида (ПВХ) и пластиковых ковров привело к загрязнению окружающей среды полихлорированными дибензодиоксидами (ПХДД) и полихлорированными дибензодифуранами (ПХДФ) с составом изомеров, близким к выбросам установок по сжиганию отходов.

В 80-х годах были получены прямые свидетельства превращения ПВХ и других хлорорганических полимеров в смесь ПХДД и ПХДФ как в мусоросжигательных печах (МСП), так и модельных, в том числе пиролитических, условиях. Количество ПХДФ и ПХДД, образующихся в присутствии кислорода, ►

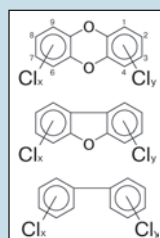
#### Что такое диоксины?

Диоксинами в органической химии называют шестичленные гетероциклы, в которых два атома кислорода связаны двумя двойными углерод-углеродными связями. В токсикологии под термином «диоксин» понимают производные этих соединений, а именно 2,3,7,8-тетрахлордибензо-пара-диоксин (2,3,7,8 ТХДД), являющийся представителем обширной группы чрезвычайно опасных ксенобиотиков из числа полихлорированных полициклических соединений.

В большую группу диоксинов и диоксиноподобных соединений входят трициклические ароматические соединения: полихлорированные дибензо-р-диоксины (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ). Сюда же ученые относят и полихлорированные бифенилы (ПХБ), поливинилхлорид (ПВХ) и ряд других веществ, содержащих в своей молекуле атомы хлора, так как продукты их трансформации в живой природе ведут к образованию веществ диоксинового ряда.

Дибензо-и-диоксины — гетероциклические полихлорированные соединения, в структуре которых присутствуют два ароматических кольца, связанные между собой двумя кислородными мостиками. Аналогичные им дибензофураны содержат один атом кислорода. В родственных полихлорированных бифенилах два ароматических кольца связаны обычной химической связью.

Отличительной особенностью этих соединений является чрезвычайно высокая устойчивость к химическому и биологическому разложению. Они способны накапливаться в окружающей среде в течение длительного времени, концентрироваться в биомассе и переноситься по пищевым цепям. Эти вещества являются супертоксикантами, универсальными клеточными ядами, поражающими все живое.



◀ в 10–1 000 раз больше, чем в пиролитических условиях. Выявлено прямое соответствие между количеством ПВХ в МСП и объемом диоксиновых выбросов (ранее предполагалось отсутствие микропримесей ПХДФ и ПХДД при сжигании ПВХ).

Диоксиноподобные вещества присутствуют также в выбросах пыли, уносимой ветром с могильников токсичных отходов, выхлопных газах автомобильных двигателей. Возможно возникновение диоксиновых соединений при обеззараживании хлором воды, содержащей фенолы и их предшественников — лигнины, гуминовые и фульвокислоты. В этом плане экологически опасны фенолсодержащие стоки промышленных предприятий. Непредсказуемые последствия для биосферы (трагический пример Индокитая) влечет за собой применение химического оружия.

В последние годы выявлено, что диоксины образуются при электрохимическом получении никеля и магния из их хлоридов, в сталелитейных производствах, при переплаве лома железа, меди и других металлов, при производстве алюминия. ПХДД и ПХДФ находят повсюду — в аквафауне, донных отложениях, а также в сточных водах этих производств, и почве окружающих территорий, в воздушном бассейне и т. д.

Так, появление ПХДД и ПХДФ при производстве магния и рафинированного никеля было обнаружено впервые в Норвегии. Диоксины образуются в основном при обработке окатышей коксоксида магния газообразным хлором при 700–800 °С, после чего электролизом обезвоженного хлорида магния получают металл. В странах СНГ внимание к этим источникам пока недостаточно.

Источником ПХДФ являются органические вещества, неизбежно сопутствующие вторичному металлу — смазочные масла, остатки охлаждающей жидкости на стружке. В СНГ  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  производится в Уральском ПО «Галоген» (г. Пермь), на «Сакском химическом заводе» и в крымском ПО «Химпром», однако данные об определении в них примесей ПХДФ не известны.

Значительные количества диоксинов образуются в целлюлозно-бумажной промышленности, так как отбеливание целлюлозы осуществляется с использованием хлора и его соединений — оксида хлора, гипохлоритов, хлоритов и хлоратов. То же относится и к сбросам, поскольку на 50 млн тонн белой целлюлозы, производимой в мире ежегодно, приходится 250 тыс. тонн хлорорганических отходов, поступающих в окружающую среду. Тем не менее, долгое время это оставалось гипотезой.

Подтверждение было получено осе-

нью 1985 году, когда в США были обнаружены 2,3,7,8-ТХДД и 2,3,7,8-ТХДФ в осадках целлюлозного производства, а в Швеции были установлены относительно высокий уровень и специфическое распределение гомологов и изомеров этих диоксинов в крабах, обитающих вблизи сбросов целлюлозно-бумажного производства.

В выбросах нефтеочистных сооружений примеси ПХДД и ПХДФ были обнаружены впервые в 1989 году. Их связывают с процессом каталитического реформинга, а конкретно — со стадией

**Наиболее благоприятной средой получения диоксинов является процесс сжигания хлорорганических соединений, например, изделий из ПВХ, целлюлозно-бумажной продукции и пластических масс.**

регенерации катализатора. Последняя сводится к отжигу катализатора в контролируемой кислородной атмосфере при 380–530 °С с последующим восстановлением его каталитической активности добавлением в струю газа хлорированных соединений ( $\text{CCl}_4$ , трихлорэтана,  $\text{HCl}$ ). В газе, используемом при регенерации катализатора, были обнаружены нехлорированный дибизофуран и другие ароматические углеводороды. Это позволило предположить, что образование ПХДФ и ПХДД происходит при хлорировании углеводородов за счет каталитического влияния окисленных стенок железных трубопроводов. Гипотеза была проверена в модельных экспериментах.

Таким образом, можно выделить следующие основные технологии, в которых образуются диоксины:

- производство хлорфенолов и их производных;
- производство хлорбензолов, ПХБ и их замещенных;
- синтез хлоралифатических соединений;
- производство бромированных антипиренов (бифенилы дифениловые эфиры и т. д.);
- процессы с использованием хлорсодержащих интермедиатов;
- процессы с использованием хлорированных катализаторов и растворителей.

**Немного истории**

История диоксинов полна трагических событий. Долгое время ученым оставалось лишь констатировать неожиданные всплески заболеваний иммунной системы у персонала химических предприятий либо у людей, находящихся в непосредственной зоне поражения.

Отравление диоксинами тесно свя-

зано с проблемами выгодной ассимиляции полихлорированных бензолов, являющихся отходами ряда крупнотоннажных химических производств. В начале 30-х годов прошлого века компания Dow Chemical разработала способ получения полихлорфенолов из полихлорбензолов щелочным гидролизом при повышенной температуре под давлением и показала, что эти препараты, получившие название дауциды, являются эффективным средством для консервации древесины. Но позже выяснилось, что в качестве побочного продукта

при этом образовывался 2,3,7,8-тетрахлордибензо-пара-диоксин, причем при повышении температуры до 220 °С (оптимальная температура процесса 165–180 °С) скорость побочной реакции резко возрастала, а в более жестких условиях основным продуктом являлся диоксин.

**Сент-Луис (США)**

Впервые опасность диоксинов стала очевидной для широкой общественности после случая, произошедшего недалеко от Сент-Луиса (США). Тогда из-за химического загрязнения был закрыт и эвакуирован целый город, Таймз Бич. 26 мая 1971 года около 10 куб. м того, что считалось техническим маслом, было разбрызгано по грунту на находившемся неподалеку ипподроме, чтобы пыль не мешала скачкам. Три дня спустя ипподром был усеян трупами мертвых птиц, а еще через день заболели три лошади и наездник. К июню умерли 29 лошадей, 11 кошек и 4 собаки. В августе шестилетняя дочь одного из владельцев ипподрома заболела и была доставлена в детскую больницу Сент-Луиса с неясными тяжелыми симптомами почечного заболевания. Заболели еще несколько взрослых и детей. И только в августе 1974 года, после того, как верхний слой земли на глубину 30 см был удален и вывезен, ипподром стал безопасен для людей, домашних животных и птиц.

С этого началось десятилетие исследований, споров и домыслов, кульминацией которого стала эвакуация жителей Таймз Бич. Потребовалось три года работы лабораторий штата и правительства США, чтобы установить причину всех этих заболеваний и смертей. В грунте, взятом на ипподроме, концентрация диоксина составляла всего 0,003–0,005 %. В результате стало ясно, что «техническое масло» представляло собой химические отходы

завода в Вороне, штат Миссури, где производился трихлорфенол, как полупродукт для получения 2,4,5-Т, гербицида «Оранжевый реагент».

К концу 70-х годов, несмотря на высокую токсичность, 2,4,5-трихлорфенол проник во многие сферы производства. Его натриевая и цинковая соли, а также продукт переработки — гексахлорофен — стали широко применяться в качестве биоцидных препаратов в технике, сельском хозяйстве, текстильной и бумажной промышленности, в медицине и т. д. На основе этого фенола приготавливались инсектициды, препараты для нужд ветеринарии, технические жидкости различного назначения. Однако наиболее широкое применение 2,4,5-трихлорфенол нашел в производстве 2,4,5-Т и других гербицидов, предназначенных не только для мирных, но и военных целей. В результате к 1980 году производство трихлорфенола достигло внушительного уровня — тысячи тонн в год.

### Севезо (Италия)

Широко известным событием стала и промышленная авария, случившаяся в июле 1976 года в Севезо (Италия). В отличие от других аварий на аналогичных производствах, эта была осложнена тем, что пострадало многочисленное население, не подозревавшее об опасности и не связанное непосредственно с производством. Выбросу сотен тонн 2,4,5-ТХФ, случившемуся на заводе ИКМЕСА в результате аварии, сопутствовал выброс 2,3,7,8-ТХДД и других ксенобиотиков типа ПХДД и ПХДФ. От заражения ядо-

этот ксенобиотик привлек как микропримесь к полихлорбифенилам (ПХБ), широко используемым в качестве жидких диэлектриков, теплоносителей и гидравлических жидкостей.

### Япония и Тайвань

Обусловленные ксенобиотиоком массовые поражения людей (в 1968 году в Японии и в 1979 на Тайване) были связаны с попаданием ПХБ в рисовое масло, что привело к так называемой болезни юшо-ю ченг (острое поражение печени, сопровождающееся многочисленными побочными эффектами).

После первых статей, опубликованных в 1956–57 годах и содержавших главным образом медицинскую информацию, на эту проблему было наложено табу, что объясняется соображениями секретности, связанными с чрезвычайной токсичностью (I класса) этих веществ.

Однако с конца 60-х годов тайна диоксинов была в значительной мере приоткрыта, в первую очередь в США. Опасность, в том числе долговременного заражения территорий, стала объектом внимания исследователей промышленно развитых стран. В научной печати появился ряд острых и доказательных предостережений о диоксиновой проблеме. Были опубликованы данные о распределении и бионакоплении диоксинов, их образовании в пиролитических процессах.

В начале 70-х годов достоянием научного сообщества стали первые результаты анализа промышленных аварий на

ядом. Угрозу человечеству от этой группы веществ можно сравнить с последствиями применения ядерного оружия. Это и ряд других обстоятельств подтолкнули западные страны к организации международных исследований. В США состоялись несколько международных конференций, посвященных воздействию галогенизированных углеводородов, в особенности диоксинового типа, на здоровье человека. По-видимому, переломным для диоксиновой проблемы следует считать 1980 год.

### Россия: совершенно секретно

Лишь в СССР проблема не заняла места, адекватного реальной опасности. Об этом можно судить, например, по содержанию ежегодных официальных докладов экологических министерств СССР и России: существование этой проблемы в них не упоминается.

Засекреченность диоксиновой темы сохранялась многие годы, и лишь с конца 1989 года положение начало несколько меняться. Вскоре после проведения первых официальных обсуждений и появления научных публикаций прошли научные конференции, симпозиумы, коллоквиумы и семинары. Наконец, 5 ноября 1995 года правительство РФ приняло федеральную целевую программу «Защита окружающей среды и населения от диоксинов и диоксинподобных веществ на 1996–1997 годы».

### Уфа

В диоксиновой истории нашей страны особое место занимает Уфа и производство гербицида сплошного действия 2,4,5-Т и его технологического предшественника 2,4,5-трихлорфенола. Гербицид начал производиться в Уфе в конце 60-х годов. Использовать его предполагалось для расчистки дна затопляемых водохранилищ.

После массовых поражений работников цеха № 19 уфимского ПО «Химпром» в 1965–1967 годах выпуск гербицида 2,4,5-Т был прекращен. Однако в цехе № 5 выпускался 2,4,5-ТХФ и перерабатывался в другие гербициды. Лишь в 1973 году после очередных событий в Уфе производство и использование бутилового эфира 2,4,5-Т в СССР было запрещено.

В действительности этот запрет носил формальный характер. Во-первых, он ничего не решал, поскольку технологически высокотоксичный 2,3,7,8-ТХДД и родственные соединения образуются еще на стадии синтеза 2,4,5-ТХФ и, таким образом, мало связаны с судьбой одного из конечных продуктов. Во-вторых, испытания бутилового эфира и других производных 2,4,5-Т продолжа-

## С середины 60-х годов началось интенсивное развитие в нашей стране хлорной промышленности, своего современного уровня она достигла к середине 80-х.

витым облаком близлежащей территории сильно пострадали не менее 500 человек, воздействию диоксинов подверглись несколько тысяч жителей близлежащих поселков, погибли тысячи домашних животных. Считается, что в результате данной аварии было распылено от 2 до 3 кг, а по некоторым оценкам — до 5 кг 2,3,7,8-ТХДД. Более точно количество вещества определить трудно, поскольку аналитические методики 70-х годов не позволяли полностью извлекать диоксин из анализируемых объектов. Проблема долговременных последствий, связанных с поражением людей и объектов окружающей среды в районе Севезо, явилась предметом многочисленных публикаций и предметом обсуждения на научных конференциях.

Одновременно с диоксином в качестве хлоракнегенного фактора заявлялся и 2,3,7,8-тетрахлордифенбензофуран (2,3,7,8-ТХДФ). Однако особое внимание к себе

хлорфенольных производствах в США, Великобритании, Германии и других зарубежных странах с однозначным указанием на их диоксиновую природу.

Вскоре после проведения первых официальных обсуждений диоксиновой проблемы и появления первых научных публикаций начались научные конференции, симпозиумы и семинары. Первый симпозиум «Хлордиоксины — их источники и судьба», был организован в США в рамках 162-й ежегодной конференции Американского химического общества. В дальнейшем аналогичные конференции проводились неоднократно в ряде других стран: Италии, Швеции, Германии, Дании и т. д.

Во второй половине 70-х гг. стало ясно, что опасность диоксинов как супертоксикантов приобрела планетарные масштабы. На современном этапе мировая научная общественность признала, что диоксины являются тотальным

лись и после 1973 года (во ВНИИХСЗР, НИИ фитопатологии, НИИ сельской гигиены и т. д.). Более того, через несколько лет после запрета была сделана попытка восстановить в Уфе выпуск производных 2,4,5-Т. Так, в 1977 году вновь было разрешено производство кислот 2,4,5-Т, равно как и некоторых ее эфиров (метилового и других). Кроме того, несмотря на соответствующие предупреждения, в 80-х годах все более расширялись масштабы применения ГХФ в лечебных и профилактических целях. Наконец, в 1981–1982 годах в Уфе во ВНИИТИГ была сделана попытка выпуска опытной партии (порядка 20 тонн) гербицида 2,4,5-Т в расчете на восстановление производства в промышленном масштабе. Качественное определение 2,3,7,8-ТХДД в этой партии, выполненное в 1983 году химиками Уфы, привело к выводу, что его там по-прежнему много. Очевидно, уже сам факт обнаружения 2,3,7,8-ТХДД в этой партии был прямым свидетельством чрезвычайной опасности, если учесть недостаточно высокий уровень аналитического оборудования тех лет. После этого выпуск дибутилового эфира 2,4,5-Т был вновь прекращен. Производство же основного носителя 2,3,7,8-ТХДД, а именно 2,4,5-ТХФ, продолжалось до 1988 года.

### Чапаевск, Дзержинск, Новочебоксарск

В 60–70-х годах произошел также ряд других событий, имевших в своей основе диоксиновую природу. Массовые отравления рабочих в Чапаевске (завод химических удобрений) и Дзержинске (ПО «Оргстекло») (см. таблицу).

Очевидно, этим число пораженных не исчерпывается. В 1974 году в цехе № 83 ПО «Химпром» (г. Новочебоксарск) произошел большой пожар, дан-

ные о котором, равно как и всей деятельности завода, носят пока фрагментарный характер. В частности, оказалось, что с 1987 по 1989 годы смертность среди новорожденных в городе выросла с 6,9 до 10,4 %. Появились среди новорожденных и случаи чрезвычайно редких уродств.

С середины 60-х годов прошлого столетия началось интенсивное развитие в нашей стране хлорной промышленности, своего современного уровня она достигла к середине 80-х годов. Таким образом, особенно интенсивное наращивание мощностей опасных производств началось в СССР в то время, когда технически развитые страны начали планомерно их ликвидировать. Как следствие, уже в 1980-х годах стала очевидной необходимость развертывания системы антидиоксиновых мероприятий. В частности, в отечественном издании справочного документа ВОЗ указывалось на необходимость определения содержания ПХДФ в коммерческих смесях ПХБ, а также изучения судьбы хлорированных дибензофуранов в окружающей среде. В 1980 году в Министерство здравоохранения СССР поступило прямое предупреждение об опасности распространения в стране ПХДД с указанием некоторых технологий.

### Все под контролем?

Общий объем финансирования, согласно упомянутой выше программе, составил 2,27 млрд рублей, из них средств федерального бюджета — 1,98 млрд рублей. Финансирование программы, включающей НИОКР, было на уровне около 70 %, что позволило провести обследование территорий и подготовить ряд работ методического характера.

Среди задач наряду с мерами пра-

вовой и социальной поддержки была указана инвентаризация диоксиноопасных технологий и производств, создание в РФ государственного банка данных по диоксинам.

На сегодняшний день создана система аналитического контроля за диоксинами и диоксиноподобными токсикантами, которая включает в себя экологическое картирование загрязнения диоксинами территории России (ИЭТ); подготовлены материалы информационного выпуска по теме «Супертоксиканты. Диоксины» (ВИНИТИ); проведено обследование района аварии в Чувашской Республике с целью определения уровня загрязнения диоксинами и диоксиноподобными соединениями (Российский научно-исследовательский центр чрезвычайных ситуаций ГСЭН РФ), некоторые другие шаги.

Россия активно участвует в международных инициативах. Правительство подписало Стокгольмскую конвенцию о стойких органических загрязнителях, которая вступила в силу 17 мая 2004 года. На сегодняшний день эту конвенцию подписали 151 страна, ратифицировали 80 стран.

Целью конвенции является охрана здоровья человека и окружающей среды от 12 стойких органических загрязнителей (СОЗ), в том числе 8 хлорсодержащих пестицидов, гексахлорбензола (ГХБ) и полихлорированных бифенилов (ПХБ). Конвенция предусматривает сокращение использования, прекращение производства и последующую полную ликвидацию этих загрязнителей, а также осуществление мер в отношении непреднамеренного образования в выбросах из антропогенных источников диоксинов и фуранов.

Правительство РФ, конечно, озабочено проблемой диоксинов и прикладывает некие усилия для ее разрешения. Но надо заметить, что подавляющее большинство химических предприятий РФ в настоящее время находится в частной собственности, и без ответственного подхода владельцев химических комбинатов и достаточного финансирования локальных программ модернизации технологических процессов и снижения опасных выбросов проблема загрязнения диоксинами не будет решена.

Не стоит забывать, что поступление диоксинов в окружающую среду происходит преимущественно в виде микропримесей, поэтому на фоне других техногенных выбросов их негативное воздействие долгое время остается незамеченным. Однако из-за своих физико-химических свойств и уникальной биологической активности они могут стать одним из основных источников опасного долговременного заражения. ■

### Массовые поражения персонала заводов бывшего СССР диоксинами ПХДД и ПХФД в процессе изготовления продукции

Годы	Предприятие-изготовитель	Продукт	Число пораженных от хлора общее	
1944–45	ПО «Оргстекло»	ПХБ, ПХН	67	
1961	ПО «Химпром», Уфа, цех № 10	2,4,5-ТХФ	14	14
1962	ПО «Химпром», Уфа, цех № 10	2,4,5-ТХФ	1	1
1965–67	ПО «Химпром», Уфа, цех № 19	2,4,5-ТХФ	137	203
1969	ПО «Химпром», Уфа, цех № 5	2,4,5-ТХФ	1	
1968–70	Завод химических удобрений, Чапаевск, цех № 22	ГХБ, ПХБ	69; 20	109; 37
1977–80	Завод химических удобрений, Чапаевск, цех № 22	ПХБ	76	
1978–79	ПО «Оргстекло»	ПХБ	24	