



**Программа Организации  
Объединенных Наций по  
окружающей среде**

Distr.: General  
7 August 2006

Russian  
Original: English

**Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях**  
**Комитет по рассмотрению стойких органических загрязнителей**  
**Второе совещание**  
Женева, 6-10 ноября 2006 года  
Пункт 6 е) предварительной повестки дня\*

**Рассмотрение новых химических веществ, предлагаемых  
для включения в приложения А, В или С к Конвенции:  
бета-гексахлорциклогексан**

## **Резюме предложения по бета-гексахлорциклогексану**

### **Записка секретариата**

1. В приложении к настоящей записке представлено подготовленное секретариатом резюме внесенного Мексикой предложения о включении бета-гексахлорциклогексана в приложения А, В или С к Стокгольмской конвенции согласно пункту 1 статьи 8 Конвенции. Это резюме официально не редактировалось. Полный текст предложения содержится в документе UNEP/POPS/POPRC.2/INF/8.

### **Возможные действия Комитета**

2. Комитет, возможно, пожелает:
- a) рассмотреть информацию, представленную в настоящей записке и в документе UNEP/POPS/POPRC.2/INF/8;
  - b) решить, удовлетворен ли он соответствием данного предложения требованиям статьи 8 и приложения D к Конвенции;
  - c) если он решит, что предложение соответствует требованиям, упомянутым в подпункте b) выше, – составить и согласовать план работы по подготовке проекта характеристики рисков согласно пункту 6 статьи 8.

\* UNEP/POPS/POPRC.2/1.

## Приложение

### Предложение о включении бета-гексахлорциклогексана в приложения А, В или С к Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях

#### Введение

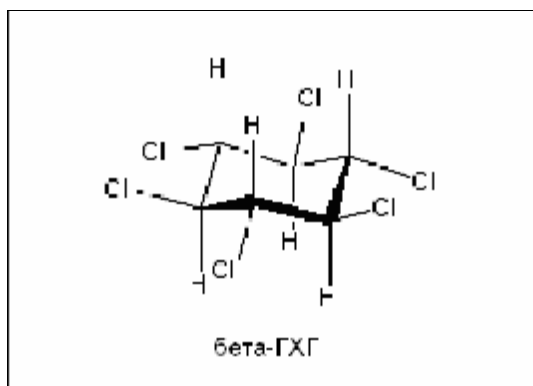
1. В Орхусском протоколе 1988 года по стойким органическим загрязнителям (СОЗ) технический гексахлорциклогексан (смесь изомеров ГХГ) отнесен к числу веществ, использование которых подлежит ограничению в соответствии с приложением II. Орхусский протокол является одним из протоколов к Конвенции Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН) о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. Цель этого регионального протокола ЕЭК ООН заключается в ограничении, сокращении или прекращении выбросов, поступления или выделения в окружающую среду стойких органических загрязнителей.
2. Технический ГХГ включен также в Роттердамскую конвенцию о процедуре предварительного обоснованного согласия, в которой указано, что ряд стран запретили или строго ограничили импорт и использование данной смеси изомеров. Цель этой конвенции – способствовать общей ответственности и совместным усилиям Сторон в международной торговле отдельными опасными химическими веществами для охраны здоровья человека и окружающей среды от потенциально вредного воздействия.
3. 29 июня 2005 года Мексика внесла предложение о включении гамма-гексахлорциклогексана (линдана) в приложение А к Стокгольмской конвенции. В нем представлена информация о гамма-изомере этого вещества, но одновременно отмечается, что «другие изомеры гексахлорциклогексана также заслуживают рассмотрения в связи с данным предложением».
4. Комитет по рассмотрению СОЗ (КРСОЗ), проанализировав полученную согласно приложению D информацию по линдану на своем первом совещании, состоявшемся в Женеве в ноябре 2005 года, постановил, что «в отношении линдана были соблюдены критерии отбора». Члены Комитета согласились, что соответствующее обсуждение может охватывать также альфа- и бета-изомеры, хотя возможное решение о том, чтобы предложить включить данное химическое вещество в Конвенцию, будет распространяться только на линдан, т.е. гамма-изомер. В качестве следующего шага Мексика настоящим предлагает включить бета-ГХГ (а также альфа-ГХГ, по которому вносится отдельное предложение) в приложения А, В и/или С к Конвенции, чтобы учесть в ней глобальные проблемы, связанные со всеми тремя экологически значимыми изомерами ГХГ (альфа, бета и гамма).
5. Настоящая справка акцентирует внимание исключительно на информации, требуемой согласно пунктам 1 и 2 приложения D к Стокгольмской конвенции, и основывается прежде всего на следующих источниках:
  - a) CEC, 2000: North American Commission on Environmental Cooperation: North American Regional Action Plan (NARAP) on Lindane and other HCH isomers, <http://www.cec.org>;
  - b) USEPA, 2006: Assessment of Lindane and Other Hexachlorocyclohexane Isomers, U.S. Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-PEST/2006/February/Day-08/p1103.htm>;
  - c) ATSDR, 2005: Toxicological Profile for Hexachlorocyclohexanes, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, August, 2005, <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp43.html>.
4. Вышеуказанные обзоры и другие материалы (перечисленные в документе UNEP/POPS/POPRC.2/INF/8) служат источниками дополнительной информации, упоминаемой в пункте 3 приложения D к Стокгольмской конвенции, по данному веществу как кандидату на включение в список СОЗ.

## 1. Идентификационные данные химического вещества

### 1.1 Наименования и регистрационные номера

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Химическое название:     | бета-гексахлорциклогексан (бета-КАС)                                   |
| Синоним:                 | 1-альфа, 2-бета, 3-альфа, 4-бета, 5-альфа, 6-бета-гексахлорциклогексан |
| Номер КАС <sup>1</sup> : | 319-85-7.  |

### 1.2 Структура химического вещества



Займствовано с изменениями из Buser et al, 1995.

Молекулярная формула:  $C_6H_6Cl_6$

Молекулярный вес: 290,83.

### 1.3 Производство химического вещества

8. Изомеры ГХГ образуются при фотохимическом хлорировании бензола в процессе производства технического ГХГ, широко использовавшегося в коммерческих целях в качестве пестицида. Технический ГХГ представляет собой смесь из пяти изомеров ГХГ: альфа-ГХГ (53-70 процентов), бета-ГХГ (3-14 процентов), гамма-ГХГ (11-18 процентов), дельта-ГХГ (6-10 процентов) и эpsilon-ГХГ (3-5 процентов).

9. Поскольку наиболее выраженными пестицидными свойствами обладает гамма-изомер ГХГ, известный также под названием «линдан», технический ГХГ подвергают дальнейшей обработке (фракционированной кристаллизации и концентрированию) для получения линдана 99-процентной чистоты. Данная технология крайне неэффективна, так как при выходе конечного продукта, не превышающем 10-15 процентов, на каждую полученную тонну линдана образуется примерно 6-10 тонн других изомеров (ИПРА, 2006). Основным побочным продуктом реакции является альфа-ГХГ (60-70 процентов), за которым следует бета-ГХГ (7-10 процентов) (WHO, 1991).

## 2. Стойкость

9. В целом изомеры ГХГ отличаются стойкостью к таким абиотическим процессам, как фотолиз и гидролиз (кроме как при высоком pH), а их микробиологическое разложение протекает очень медленно (USEPA, 2006).

10. Бета-ГХГ является самым стойким изомером, период полураспада которого на возделываемых и невозделываемых участках равен 184 и 100 суткам. Он составлял от 80 до 100 процентов всех остаточных количеств ГХГ, обнаруженных в почве и наземной

<sup>1</sup> Служба подготовки аналитических обзоров по химии.

растительности в окрестностях свалки промышленных отходов в Германии десять лет спустя после последнего захоронения на ней ГХГ (ATSDR, 2005). Согласно данным других лабораторных исследований, период полураспада в почве при аэробных и анаэробных условиях составляет 91 и 122 суток, что позволяет предположить зависимость стойкости этого вещества от таких природных факторов, как воздействие почвенных микроорганизмов, скорость испарения, а также содержание в почве кислорода и органики (WHO, 1991).

11. Давление паров бета-ГХГ значительно ниже, а температура плавления – намного выше, чем у альфа-ГХГ. Это является отражением весьма высокой физической и метаболической стабильности, которую придает данному изомеру его структура (Willett, 1998).

12. Хотя фотолит не относят к числу важных факторов, определяющих ход экологической трансформации ГХГ, он может разлагаться в атмосферном воздухе, вступая в реакции с образующимися посредством фотохимических процессов гидроксильными радикалами. Сообщается, что период полураспада бета-ГХГ, распределенного в виде тонкой пленки и подвергнутого фоторазложению, составлял 152 часа (ATSDR, 2005).

### 3. Биоаккумуляция

13. Бета-ГХГ является преобладающим изомером ГХГ в почве и тканях животных, так как его конфигурация способствует накоплению в биологических средах и повышенной стойкости к гидролизу и ферментативному разложению (Walker, 1999).

14. Log коэффициента разделения «октанол-вода» ( $\log K_{ow}$ ) для бета-ГХГ составляет 3,78, что указывает на его способность к биоаккумуляции. В ходе опытов на полосатых гиреллах при стационарных условиях был определен коэффициент биоконцентрации (КБК) бета-ГХГ, равный 1460, тогда как для альфа-ГХГ он составил 1100, а для гамма-ГХГ – 850 (ATSDR, 2005). Сообщалось также, что КБК может составлять от 250 до 1500 по отношению к сухому весу или 500 000 по отношению к липидной базе за период от 3 до 10 суток (WHO, 1991).

15. Результаты нескольких исследований указывают на то, что изомеры ГХГ распределяются по различным видам, входящим в морскую пищевую сеть Арктики, в крайне неравномерных пропорциях. Согласно исследованию, проведенному в 2000 году, из организмов млекопитающих высших трофических уровней может эффективно выводиться линдан и, хотя и в меньшей степени, альфа-ГХГ, но не бета-ГХГ. Этим объясняется тенденция к накоплению более высоких концентраций бета-ГХГ в организмах рыб, птиц и млекопитающих высших трофических уровней (USEPA, 2006).

### 4. Способность к переносу в окружающей среде на большие расстояния

16. На станциях Алерт и Тагиш в арктических районах Канады регулярно проводились замеры атмосферных концентраций бета-ГХГ. Их результаты свидетельствуют о том, что содержание бета-ГХГ в арктическом воздухе очень мало по сравнению с более летучими альфа- и гамма-ГХГ. В то же время концентрация бета-ГХГ в поверхностных водах Арктики может достигать 240 пг/л, приближаясь таким образом к уровню содержания гамма-ГХГ в той же среде (Li et al, 2003).

17. По данным Li et al (2002), бета-ГХГ, в отличие от альфа-ГХГ, по-видимому, менее подвержен прямому атмосферному переносу в высокие северные широты: после применения основная часть бета-ГХГ остается в районе, прилегающем к источнику. Это может быть обусловлено различиями в значениях константы Генри и коэффициента разделения «воздух-вода», в силу которых бета-ГХГ обнаруживает большее сродство к твердым частицам, большую стойкость к разложению и меньшую летучесть.

18. Li et al (2002) отмечают также, что бета-ГХГ намного эффективнее вымывается из атмосферы осадками, чем альфа-ГХГ. При этом уровень и частота осадков в северных районах Тихого океана значительно выше, чем в Арктике. Взятые в совокупности, эти два обстоятельства позволяют предположить, что бета-ГХГ, очевидно, попадает в Арктику посредством механизмов, связанных с влажным осаждением или распределением в поверхностные воды северной части Тихого океана, откуда он затем выносится океанскими течениями через Берингов пролив в Северный Ледовитый океан (Li et al, 2003).

19. Наиболее уязвимыми для загрязнения бета-ГХГ, распространяющегося прежде всего через Тихий океан из Азии, являются Берингово и Чукотское моря. (Li et al, 2002).

## 5. Вредное воздействие

20. Бета-ГХГ умеренно токсичен для водорослей, беспозвоночных и рыб.  $LC_{50}$  при остром воздействии на эти организмы составляет порядка 1 мг/л (WHO, 1991).
21. Исследователи, изучавшие последствия кратковременного, среднесрочного и длительного воздействия бета-ГХГ, добавлявшегося к рациону подопытных животных, сообщают о его воздействии на печень и почки. У крыс, получавших перорально 250 мг/кг бета-ГХГ, наблюдалось существенное уменьшение привеса. Сообщается также о неврологических последствиях воздействия бета-ГХГ на крыс. При пероральном воздействии бета-ГХГ на крыс и мышей у самцов наблюдались дегенерация репродуктивных органов и аномалии сперматогенеза. Имеющиеся ограниченные данные о генотоксичности свидетельствуют о наличии у бета-ГХГ определенного генотоксического потенциала, хотя это нельзя считать доказанным (USEPA, 2006).
22. Недавние сообщения об эстрогенном воздействии бета-ГХГ на клетки млекопитающих, а также на организмы млекопитающих и рыб в лабораторных условиях указывают на то, что с токсикологической точки зрения он, возможно, имеет наибольшее значение из всех изомеров ГХГ (Willet, 1998).
23. Объем имеющихся исследований, которые позволяли бы оценить степень канцерогенного риска при контакте с бета-ГХГ, ограничен. Однако в рамках используемой АООС Комплексной системы информации о рисках (ИРИС) бета-ГХГ в настоящее время классифицируется как вещество, потенциально канцерогенное для человека, на основании данных о возникновении узелковых новообразований в печени и злокачественных гепатом у мышей-самцов, получавших бета-ГХГ единой дозой с рационом (USEPA, 2006).

## 6. Изложение причин, вызывающих обеспокоенность

24. В предложении Мексики содержится следующее изложение причин, вызывающих обеспокоенность:

«Бета-ГХГ является самым стойким изомером гексахлорциклогексана. В силу своих физико-химических свойств он обладает способностью к биоаккумуляции. Особого внимания заслуживает и то, что он занесен в список веществ, потенциально канцерогенных для человека.

Хотя в большинстве стран технический ГХГ запрещено использовать в качестве пестицида, и для этих целей вместо него чаще всего используется линдан (гамма-ГХГ 99-процентной чистоты), в процессе производства на каждую полученную тонну чистого гамма-ГХГ образуется 6-10 тонн других изомеров, требующих удаления или иной утилизации. Поскольку из всех входящих в смесь изомеров инсектицидными свойствами обладает только линдан, другие образующиеся изомеры не представляют почти никакой коммерческой ценности. Проблема этих изомеров уже много лет вызывает во всем мире сомнения в целесообразности производства ГХГ/линдана.

Другие изомеры ГХГ, такие как бета-ГХГ, могут быть не менее или даже более стойкими и токсичными загрязнителями, чем линдан. Продолжающееся в мире использование линдана приводит к серьезному загрязнению окружающей среды. Поэтому необходимы глобальные действия с целью положить конец загрязнению мировой окружающей среды, вызываемому производством линдана».