

Токсикологические характеристики фенола

краткий перевод с английского.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES

Public Health Service

Agency for Toxic Substances and Disease Registry

Что такое фенол?

Фенол представляет собой кристаллическое вещество белого цвета, с характерным резким сладковато-приторным запахом, которое легко окисляется при взаимодействии с воздухом, приобретая сначала розоватый, а спустя некоторое время насыщенный бурый цвет. Фенолы являются слабыми кислотами (pK_a самого фенола 9,98) и имеют высокую реакционную способность фенолов в реакциях окисления. *Токсичность* фенола определяется гидрофобными эффектами и следствием формирования феноксильных радикалов.

В чистом виде в природе фенол не встречается, он является искусственным продуктом органической химии. Наибольшее применение фенол находит в производстве пластмасс, используется для производства капролактама (для изготовления нейлона и других искусственных волокон) и бисфенола (для изготовления эпоксидных и других смол), также используется как слимисид (химическое вещество, которое убивает бактерии и грибы, найденные в водянистой слизи), используется как дезинфицирующее средство в медицинских препаратах.



По российским данным Фенол относится ко 2-му классу опасности отходов производства и потребления (степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую природную среду считается высокоопасным). Данный класс опасности характеризует о том, что экологическая система сильно нарушена, период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия.

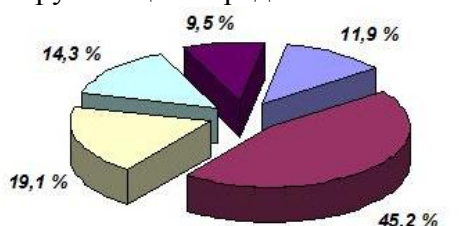
Загрязнение окружающей среды

Исторически сложилось так, что технология почти всех химических производств разрабатывалась без учета ее влияния на окружающую среду. Действительно, технология целлюлозы и нефти начала создаваться в то время, когда незначительные масштабы производства не вызывали большого загрязнения окружающей среды. Естественно,



эти вопросы не привлекали к себе внимания.

Постепенно химические производства расширялись, увеличивалось и количество отходов. Стали разрабатываться и внедряться технологии очистки, и благодаря принимаемым мерам величина загрязнения, приходящаяся на тонну выпускаемой продукции, уменьшалась. Появляются и новые химические соединения, которые не разлагаются и не обеззараживаются в природных условиях и влияние которых на живые организмы может быть катастрофическим. Общее количество веществ-загрязнителей, образующихся в химических отраслях промышленности велико.



- загрязнена тяжелыми металлами (11,9 %)
- загрязнена фенолом (14,3 %)
- загрязнена нефтепродуктами (19,1 %)
- загрязнена формальдегидом (45,2 %)
- территория на которой нет превышения норм (9,5 %)

Вода.

Фенолы являются одним из наиболее распространенных загрязнений. В водоемы поступают фенолы различного происхождения: компоненты промышленных сточных вод; соединения, образующиеся в ходе процессов вторичного загрязнения; биогенные фенолы, образуемые гидробионтами. В токсикологическом и органолептическом отношении фенольные соединения значительно отличаются друг от друга. Некоторые из них (пирокатехин, гидрохинон и др.) являются предшественниками еще более токсичных хинонов.



Токсический эффект фенолов проявляется на клеточном (нарушение дыхания, пигментогенеза, биосинтеза белков; барьерных функций мембран) *и на организменном* (подавление роста и размножения у водорослей, нарушение рефлекса равновесия, дыхания, потеря двигательной активности у рыб и т. д.) уровнях.



Сброс фенольных вод в водоемы и водотоки резко ухудшает их общее санитарное состояние, оказывая влияние на живые организмы не только своей токсичностью, но и значительным изменением режима биогенных элементов и растворенных газов (кислорода, углекислого газа). Природные белки теряют присущие им специфические свойства, становятся нерастворимыми.

Процесс самоочищения водоемов от фенола протекает относительно медленно и его следы могут уноситься течением реки на большие расстояния. В водоемах ПДК_в для фенола установлена 0,001 мг/л (лимитирующий показатель вредности — органолептический), ПДК_{вр} — 0,001 мг/л (лимитирующий показатель вредности — рыбохозяйственный).

Процесс самоочищения водоемов от фенола протекает относительно медленно и его следы могут уноситься течением реки на большие расстояния.

В водоемах ПДК_в для фенола установлена 0,001 мг/л (лимитирующий показатель вредности — органолептический), ПДК_{вр} — 0,001 мг/л (лимитирующий показатель вредности — рыбохозяйственный).

Почва.



Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что фенол в почве разлагается. Период полураспада фенола меньше 5 дней (Baker и Mayfield 1980), но в зависимости от типа почвы период полураспада может достигать до 23 дней (Shiu со авт. 1994). На поглощающую активность почв значительное влияние оказывает механический состав почвы и содержание в них органического вещества. Тяжелый механический состав повышает сорбционную активность почв. Почвы богатые органическим веществом, как правило, также более активные адсорбенты. *Большая*

часть синтезированного органического вещества вследствие его разложения возвращается в почву и воду. В результате чего изменяется характер почвы, меняются факторы почвообразования — рельеф, микроклимат, появляются новые реки и т.д.

Под влиянием фенольных загрязнений *изменяются свойства почвы и почвообразовательные процессы, потенциальное плодородие*, снижается технологическая и питательная ценность сельскохозяйственной продукции и т.д. *Поступающие в почву химические соединения накапливаются* и приводят к постепенному изменению химических и физических свойств почвы, снижают численность живых организмов, ухудшают ее плодородие. Наибольшей трансформацией подвергается самый верхний, по-



Под влиянием фенольных загрязнений *изменяются свойства почвы и почвообразовательные процессы, потенциальное плодородие*, снижается технологическая и питательная ценность сельскохозяйственной продукции и т.д. *Поступающие в почву химические соединения накапливаются* и приводят к постепенному изменению химических и физических свойств почвы, снижают численность живых организмов, ухудшают ее плодородие. Наибольшей трансформацией подвергается самый верхний, по-

верхностный горизонт литосферы. Из почвы токсические вещества могут попасть в организмы животных, людей и вызвать тяжелейшие болезни и смертельные исходы.



В следствии вышеизложенного, удаление и окончательное обезвреживание почвы представляет весьма существенную, более трудно осуществимую гигиеническую проблему в условиях усиливающейся урбанизации, к тому же *самоочищение почв, как правило, - медленный процесс*. Это в особенности относится к подземным водам, биологическая ценность которых существенно определяется свойствами грунтов и почвы, способностью к самоочищению последней, ее фильтрационной способностью, составом ее макрофлоры, микрофауны и т. д.

Несоответствующая очистка сточных вод также может стать причиной вредного биологического действия на почву и в конечном итоге привести к ее деградации. Поэтому охрана почвы в населенных пунктах представляет одно из основных требований охраны окружающей среды в целом.

Воздух.

Одним из специфических веществ, которые загрязняют атмосферный воздух города является фенол. В окружающую среду фенолы поступают различными путями: в результате переработки твердого топлива, при производстве бумаги, лакокрасочных изделий, производство фенолформальдегидных смол, клеев, различных пластиков, кожевенной и мебельной промышленности. Мощными антропогенными источниками поступления фенола в атмосферный воздух являются нефтедобывающие, коксохимические, металлургические заводы, производство асфальтобетона, машиностроительное производство. Количество фенолов, выбрасываемых в атмосферу коксохимическими производствами, определяется технологией переработки угля и его вторичных продуктов, качеством угля и особенно средствами, используемыми для обесфеноливания сточных вод.



Концентрация фенола в атмосферном воздухе при стабильной работе предприятия зависит от сложившихся метеоусловий. Наблюдения показывают, что даже при постоянных объемах и составах промышленных и транспортных выбросов в результате влияния метеорологических условий уровни загрязнения воздуха могут различаться в несколько раз. *Профессиональная Безопасность и Администрация Здоровья (OSHA)* установили предел 5 частей фенола

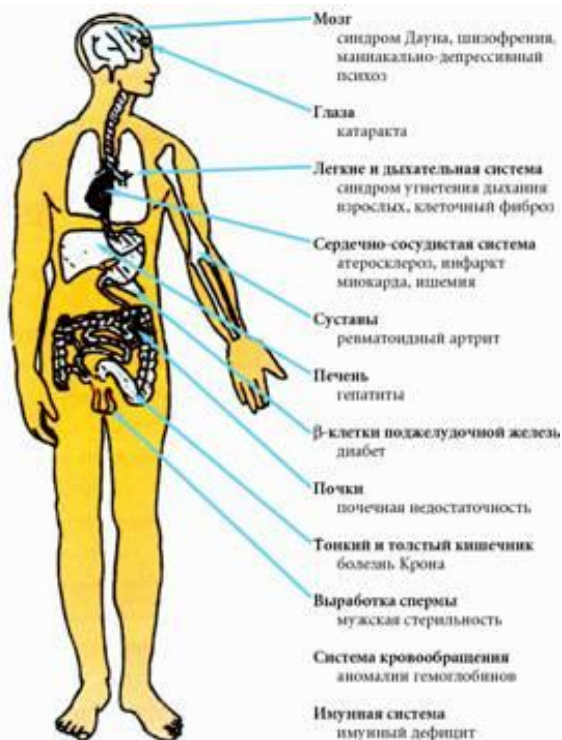
на миллион частей воздуха в рабочем помещении (5 ppm) для защиты рабочих в течении 8-часовой рабочей смены в 40-часовой рабочей неделе. *Национальный Институт Профессиональной Безопасности и Здоровья (NIOSH)* рекомендует, чтобы количество фенола в воздухе рабочего помещения было ограничено 5 ppm за 10-часовую рабочую смену, и что воздух рабочего помещения не должен содержать больше чем 16 ppm в течение 15-минутного периода.

Фенол, сам по себе является очень токсичным соединением, обладает выраженным мутагенным эффектом, а при определенных климато-погодных условиях может образовывать более опасные соединения.

К естественным источникам относится поступление фенола с частицами пыли, в особенности торфяной и грунтовой. Воздушные миграционные потоки включают фенолы, которые поступают с испарениями из водных поверхностей. Фенолы выделяются в атмосферу древесными, травянистыми и низшими растениями. Значительное загрязнение атмосферы фенолами происходит также при лесных пожарах.

Воздействие на организм человека.

Воздействие фенола на организм человека может происходить через вдыхания загрязненного воздуха, путем контакта фенола с кожей, курение табака, употребление питьевой воды из загрязненных поверхностных или подземных источников; употреблении продуктов, содержащих фенол; при использовании косметических средств, содержащих фенол. Население, проживающее вблизи разлива фенола, предприятий, использующих в своем производстве фенол подвержено большему риску воздействия фенола, чем другие группы населения.



Степень отравления фенолами зависит от количества фенола, поступающего в организм с водой; при контакте с кожей – от площадь кожи, подверженной фенолу.

По данным [Управления по охране окружающей среды США \(EPA\)](#), максимальная доза фенола, которая условно безопасна при попадании внутрь организма человека, составляет 0,6 мг/1 кг живого веса в течение 1 суток. Эта доза рассчитана без учета канцерогенного действия фенола, который способен проявиться спустя много лет после попадания яда в организм.

По данным [«IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans» \(ВОЗ, Международное агентство по исследованию рака\)](#) Фенол является канцерогенным химическим веществом, обладает мутагенными свойствами и является сильнодействующим ядом, способен вызвать рак. Изучение показало высокий риск развития рака легких у людей, подвергшихся воздействию фенола, хотя риск был больше у работающих непродолжительное время. В России ПДК фенола в жилой зоне составляет 0,03 мг/м³ (СанПин 2.1.2.1002-00), а в воздухе рабочей зоны – 0,3 мг/ м³. Смертельная доза для человека при попадании внутрь 1-10 г, для детей 0,05-0,5 г.

- Местно применяемый фенол приводит к раздражению кожи, а системная токсичность в виде поражения печени и почек может наблюдаться после топического и орального дозирования. Повторные или длительные контакты кожи с фенолом вызывают дерматит, вплоть до ожогов второй и третьей степени, впоследствии трансформирующиеся в язвы. Попадая на кожу, фенол очень быстро всасывается даже через неповрежденные участки и уже через несколько минут начинает воздействовать на ткани головного мозга. Если обработать раствором более 25 процентов кожных покровов, то это может стать причиной смерти человека.

- Так, вдыхание паров фенола в течение непродолжительного времени может привести к раздражению носоглотки, ожогам дыхательных путей и последующему отеку легких с летальным исходом. Сначала возникает кратковременное возбуждение, а потом и паралич дыхательного центра. Даже при воздействии минимальных доз фенола наблюдается чихание, кашель, головная боль, головокружение, бледность, тошнота, упадок сил. Тяжелые случаи отравления характеризуются бессознательным состоянием, синюшностью, затруднением дыхания, нечувствительностью роговицы, скорым, едва ощутимым пульсом, холодным потом, нередко судорогами.



- Попадание фенола внутрь организма с питьевой водой, приводит к развитию язвенной болезни, атрофии мышц, нарушению координации движений, кровотечениям. Кроме этого, ученые установили, что именно фенол является причиной возникновения раковых заболеваний, способствует развитию сердечной недостаточности и бесплодия. В организме фенол легко образует соединения с другими веществами, присутствующими в организме.



В составе пластмасс фенол не теряет своих летучих свойств, поэтому использование фенопластов в пищевой промышленности, производстве предметов быта и детских игрушек на сегодняшний день категорически запрещено. Их применение также не рекомендовано для отделки жилых и служебных помещений, где человек проводит хотя бы несколько часов в сутки. Как правило, из организма фенол выводится с потом и мочой в течение 24 часов, однако за это время он успевает нанести здоровью человека непоправимый урон. Из-за вредных свойств во многих странах мира действует ограничение на использование данного вещества в медицинских целях.

О последствиях воздействия фенола на репродуктивную функцию человека и развивающийся плод неизвестно. Беременные животные, которые пили воду, содержащую большое количество фенола родили потомство, которое имеет малый вес при рождении и врожденные дефекты. Мы не знаем, является ли фенол причиной раковых заболеваний у людей, но у мышей при воздействии фенола на кожу встречается рак. При воздействии на кожу фенола в сочетании с другими химическими веществами, вызывающими рак, увеличивается вероятность его возникновения, чем при воздействии отдельных химических веществ.

Заключение

Современное состояние окружающей среды требует защиты при помощи закона и целой системы природоохранных нормативов. Охрана окружающей среды и экологии должна ограничить губительное и разрушительное влияние человека на окружающую природу. *Многие страны и сообщества современного мира ввели специальные меры для обеспечения сохранности окружающей среды.*

Введены строгие ограничения выбросов веществ и вредных газов в гидросферу и атмосферу. организо-



вывается и финансируется создание специализированных уникальных заповедников, национальных парков, заказников. Проблема мусора и отходов производств решается с применением современных методов и технологий переработки.

Но до сегодняшнего дня более экономичным вариантом сохранения окружающей среды по сравнению с материально емкими методами очищения по - прежнему остается пути разработки перехода на более экологически чистое и малоопасное промышленное сырье.