


ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 54-3 : 615.099

РАЗВИТИЕ «ЗЕЛеной» ХИМИИ В РАМКАХ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К МЕЖДУНАРОДНОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (СПМРХВ/SAICM)

*Х.Х. Хамидулина,
П.А. Щербаков*

Федеральное государственное
бюджетное учреждение
дополнительного профессионального
образования «Российская
медицинская академия непрерывного
профессионального образования»
Минздрава России, 123993,
г. Москва, Российская Федерация

В статье приведены принципы «Зеленой» химии и цели и задачи Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ. «Зеленая» химия - один из самых эффективных инструментов управления безопасностью. Принципы «Зеленая» химия и СПМРХВ нашли отражение в законодательных и нормативных актах многих стран, включая Российскую Федерацию и Евразийский экономический союз (ЕЭС). Проведенный анализ проблем в области химической безопасности и современных подходов к безопасному регулированию химических веществ показал: единство целей и задач Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ и «Зеленой химии», перспективы развития «Зеленой» химии в решении проблем химической безопасности.

Ключевые слова: безопасность, химическое вещество, токсичность.

В современном мире ежедневно синтезируется более 15000 новых химикатов, общее количество которых превышает 120 млн. В повседневной жизни человек подвергается воздействию более 63 000 химических соединений, а опасность многих из них не оценивается адекватно [1]. В 147 городах (59% городов России, где проводятся наблюдения) средние за год концентрации какого-либо вещества в атмосферном воздухе превышают 1 ПДК. В этих городах проживает 50,7 млн. человек. По данным Росстата и Росприроднадзора, общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2015 г. составил 31268,6 тыс. т в т.ч. 17295,7 тыс. т – от стационарных источников и 13818,6 тыс. т – от автотранспорта; на долю выбросов железнодорожного транспорта приходится менее 0,5% от общего объема выбросов (154,3 тыс. т). Общая величина накопленных и учтенных отходов производства и потребления в целом по стране составляла на конец 2015 г. примерно 31,5 млрд т [2]. По данным Всемирной организации здравоохранения, 25% заболеваний имеют химическую этиологию. В этой ситуации

мировое сообщество рассматривает химический фактор как неотъемлемую опасность для здоровья человека и окружающей среды и консолидирует свои усилия по его управлению. На Международной конференции по регулированию химических веществ в Дубае 6 февраля 2008 года был принят Стратегический подход к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ/ SAICM), которые являются основой для системы рационального использования и оптимизации процессов обработки химических веществ как на международном, национальном и на региональном уровне. СПМРХВ является основой международной политики рационального регулирования химических веществ. Общая цель стратегического подхода заключается в обеспечении рационального регулирования химических веществ на протяжении всего их жизненного цикла (сырье – производство – применение – хранение – транспортировка - утилизация), с тем, чтобы к 2020 году химические вещества были произведены и использованы таким образом, чтобы свести к минимуму значительные не-

Хамидулина Х.Х. (Khamidulina Khalidia Khizbulaevna), доктор медицинских наук, заведующий кафедрой гигиены ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, khalidiya@yandex.ru
Щербаков Павел Александрович (Shcherbakov Pavel Aleksandrovich), преподаватель кафедры гигиены ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, ogtrapo@mail.ru

благоприятные последствия для здоровья человека и окружающей среды [3].

СПМРХВ призывает:

- Консолидировать усилия государства, бизнеса и науки в решении вопросов химической безопасности.
- Промышленность предоставлять заинтересованным сторонам такие данные и информацию о воздействии химических веществ на здоровье и окружающую среду, которые необходимы для безопасного использования химических веществ и продуктов, изготовленных из них.
- Предоставлять соответствующую информацию и знания о химических веществах на протяжении всего их жизненного цикла, включая риски для здоровья человека и окружающей среды.
- Обеспечить в достаточной степени решение с помощью соответствующих механизмов существующих, новых и возникающих проблем, вызывающие глобальную озабоченность.
- Сократить производство опасных отходов, как по количеству, так и по токсичности, а также обеспечить экологически безопасное обращение с опасными отходами, включая его хранение, обработку и удаление.
- Содействовать экологически безопасному восстановлению и рециркуляции опасных материалов и отходов.
- Содействовать и поддерживать разработку и внедрение безопасных альтернатив, включая более чистое производство, информировать о замене химических веществ, вызывающих особую озабоченность, разрабатывать и внедрять нехимические альтернативы.

В Глобальном плане действий СПМРХВ [3] содержится список из 36 областей, в которых сосредоточено 273 мероприятия в области химической безопасности:

- Оценка национального управления химическими веществами для выявления пробелов и определения приоритетов действий.
- Охрана здоровья человека.
- Дети и химическая безопасность.
- Охрана труда и техника безопасности.
- Внедрение Согласованной на глобальном уровне системы классификации и маркировки химических веществ (СГС).
- Пестицидные программы.
- Снижение рисков для здоровья и окружающей среды для пестицидов.
- Чистое производство.
- Восстановление загрязненных участков.
- Свинец в бензине.
- Здоровые методы ведения сельского хозяйства.
- Стойкие, биоаккумулятивные и токсичные

вещества (PBTs); очень стойкие и очень биоаккумулятивные вещества; химические вещества, которые являются канцерогенами или мутагенами или которые отрицательно влияют, в частности, на репродуктивную, эндокринную, иммунную или нервную системы; стойкие органические загрязнители (СОЗ).

- Ртуть и другие химические вещества, вызывающие глобальную озабоченность; химикаты, произведенные или используемые в больших объемах; химические вещества, подверженные широкому дисперсионному применению; другие химические вещества, вызывающие озабоченность на национальном уровне.
- Оценка риска, управление и информирование.
- Управление отходами (и минимизация).
- Разработка мер профилактики и реагирования для смягчения воздействия чрезвычайных ситуаций на окружающую среду и здоровье людей, связанных с химическими веществами.
- Исследования, мониторинг и информация.
- Генерация и доступность данных о рисках.
- Продвижение участия промышленности и ее ответственность.
- Управление и распространение информации.
- Жизненный цикл химического вещества.
- Регистр выбросов и переноса загрязнителей (РВПЗ) – создание национальных и международных регистров.
- Образование и подготовка (информирование общественности).
- Участие заинтересованных сторон.
- Внедрение интегрированных национальных программ по рациональному использованию химических веществ на национальном уровне.
- Международные соглашения.
- Социально-экономические соображения.
- Правовые, политические и институциональные аспекты.
- Ответственность и компенсация.
- Внедрение прогресса.
- Охраняемые районы
- Предотвращение незаконного оборота токсичных и опасных грузов.
- Торговля и окружающая среда.
- Гражданское общество и участие общественных организаций (НПО).
- Укрепление потенциала для поддержки национальных действий.
- Управление рисками и снижение уровня токсичных пестицидов.

СПМРХВ осуществляет свою работу посредством периодически проводимых международных конференций по управлению в области химических веществ. Одна из функций Между-

народной конференции по регулированию химических веществ заключается в необходимости принятия соответствующих мер по возникающим вопросам политики по мере их возникновения и выработки консенсуса в отношении приоритетов для совместных действий. До сих пор были приняты резолюции по следующим восьми возникающим вопросам политики и другим вопросам, вызывающим озабоченность в ИССМ2, ИССМ3 и / или ИССМ4 [3]:

- Свинец в красках.
- Химические вещества в продуктах.
- Жизненный цикл опасного вещества в электрических и электронных изделиях.
- Нанотехнологии и наноматериалы.
- Эндокринные разрушители.
- Экологически стойкие фармацевтические загрязнители. Перфторированные химические вещества и переход на более безопасные альтернативы.
- Высоко опасные пестициды.

Принятые резолюции признают политические императивы для решения выявленных проблем, согласовывают необходимые действия и просят конкретные заинтересованные стороны рассмотреть возможность принятия определенных мер.

Большинство из них основаны на принципах устойчивого развития и «Зеленой химии». «Зеленая» химия, в первую очередь, представляет собой инновационный способ управления химическими веществами, когда управляющие решения принимаются до того как химические вещества станут источником опасности и появится риск их негативного воздействия на человека и окружающую среду, риск часто оправдываемый обществ. получением в итоге полезной и безопасной продукции.

12 принципов «Зеленой» химии разработанные специалистами, работающими в промышленности, Полом Анастасом и Джоном С.Уорнером [4], и гласят:

1. Лучше предотвратить выброс загрязнений, чем потом от них избавляться.
2. Синтез следует планировать так, чтобы максимальное количество использованных материалов вошли в конечный продукт.
3. Следует планировать методы синтеза так, чтобы реагентами и конечными продуктами служили вещества, которые малотоксичны или вовсе нетоксичны для человека и природы.
4. Среди целевых химических продуктов следует выбирать такие, которые наряду с требуемыми свойствами обладают максимально низкой токсичностью.
5. Необходимо по возможности избегать использования в синтезе вспомогательных веществ

(растворителей, экстрагентов и др.) или выбирать безвредные.

6. При планировании синтеза нужно учитывать экономические и экологические последствия производства энергии, необходимой для проведения химического процесса, и стремиться к их минимизации. Следует стремиться проводить синтез при температуре окружающей среды и нормальном давлении.
7. Следует использовать возобновляемое сырье там, где это технически и экономически обосновано.
8. Необходимо сокращать число стадий процесса (для этого избегать при синтезе стадий блокирования групп, введения-снятия защиты, временной модификации физико-химических процессов).
9. Каталитические реагенты (по возможности максимально селективные) предпочтительны по сравнению со стехиометрическими.
10. Химические продукты желательнее применять такие, чтобы по окончании нужды в них они не сохранялись в окружающей среде, а разлагались до безопасных веществ.
11. Аналитические методики следует развивать так, чтобы в режиме реального времени обеспечивать мониторинг образования продуктов реакции, среди которых могут оказаться опасные.
12. Вещества, используемые в химических процессах, следует выбирать так, чтобы свести к минимуму возможные аварии, включая разливы, взрывы и пожары.

«Зеленая» химия – один из самых эффективных инструментов управления безопасностью химических веществ. Принципы «Зеленой» химии, позволяющие решать задачи СПМРХВ, нашли отражение в законодательных и нормативных актах многих стран, включая Российскую Федерацию и Евразийский экономический союз (ЕЭС). Технические регламенты ЕЭС о безопасности продуктов питания, парфюмерной и косметической продукции, единые требования безопасности к лакокрасочным материалам, бытовой химии, синтетическим моющим средствам содержат запреты и ограничения на использование чрезвычайно и высокотоксичных химических веществ в качестве сырья. Так, ТР ТС 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции» содержит требования к составу парфюмерно-косметической продукции:

Приложение 1. Перечень веществ запрещенных для использования в парфюмерно- косметической продукции.

Приложение 2. Перечень веществ разрешенных к использованию с учетом указанных ограничений в парфюмерно-косметической продукции.

Приложение 3. Перечень красителей разрешенных к использованию в парфюмерно-косметической продукции

Приложение 4. Перечень консервантов, разрешенных к использованию в парфюмерно-косметической продукции.

Перечни ингредиентов парфюмерно-косметической продукции, которые приведены в приложениях 1 – 4, актуализируются в установленном порядке.

Запрещается использовать в парфюмерно-косметической продукции вещества согласно приложению 1 (1328 веществ).

Для решения программных направлений СПМРХВ Всемирная организация здравоохранения, Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) совместно со странами Европейского союза, США, Канады, Японии, Австралии, Новой Зеландии и другие проводят огромную работу по поиску безопасных альтернатив свинца, фталатов, перфторсодержащих соединений, стойких органических загрязнителей и ряда других высокотоксичных химических веществ. Этот вид деятельности соответствует принципу «Зеленой» химии, в соответствии с которым целевые химические продукты должны обладать максимально низкой токсичностью и опасностью.

Рассмотрим примеры использования безопасных альтернатив для фталатов и свинца

Фталаты являются политропными ядами.

Виды воздействия фталатов:

- репродуктивная токсичность
- тератогенное действие
- аллергическое действие (дерматиты, экземы, бронхиальная астма)
- кожно-резорбтивное действие
- дисрапторы эндокринной системы

В таблице 1 представлены известные фталатные пластификаторы

Заменителем фталатов является нефталатный пластификатор Hexamoll Dinch, который в отличие от фталатов нетоксичен, нелетуч, не обладает репродуктивной токсичностью, мутагенностью, канцерогенностью (табл.2).

Заменителями традиционных фталатов являются производные терефталевой кислоты. Они также не токсичны, не летучи, не обладают репродуктивной токсичностью (табл.3).

В таблице 4 представлен сравнительный анализ свинцовых и несвинцовых стабилизаторов [5].

Свинцовые пластификаторы политропные яды: вызывают сенсibilизацию организма, обладают нейро- и репротоксическим действием. По величине ПДК в воздухе рабочей зоны свинец и его соединения отнесены к 1 классу опасности (чрезвычайно опасные) [5].

Таблица 1

Фталатные пластификаторы

	CAS	EINECS	Молекулярная формула
Дибutilфталат (DBP)	84-74-2	201-557-4	$C_{16}H_{22}O_4$
Бензилбутилфталат (BBP)	85-68-7	201-622-7	$C_{19}H_{20}O_4$
Ди-2-этилгексилфталат (DEHP)	117-81-7	204-211-0	$C_{24}H_{38}O_4$
Ди-н-октилфталат (DNOP)	117-84-0	204-214-7	$C_{24}H_{38}O_4$
Диизононилфталат (DINP)	28553-12-0	249-079-5	$C_{26}H_{42}O_4$

Таблица 2

Диизононилциклогексан-1,2-дикарбонат /CAS 166412-78-8/ торговое название Hexamoll DINCH

DL ₅₀ в/ж (мг/кг)	> 5000
CL ₅₀ инг. (мг/м ³)	не достигается
Летучесть	низкая (0,0000013 гПа при 50°C)
Репротоксичность	не установлена
Мутагенность	отсутствует
Канцерогенность	не выявлена

Таблица 3

Токсичность и опасность ди(2-этилгексил)терефталата и диметилтерефталата

	Ди(2-этилгексил)терефталат	Диметилтерефталат
DL ₅₀ в/ж (мг/кг)	> 5000	6590 - 14000
DL ₅₀ н/к (мг/кг)	> 19700	> 5000
Репротоксичность	NOAEL 1 % нативного вещества с пищей	NOAEL 1 % нативного вещества с пищей

Таблица 4

Сравнительный анализ стабилизаторов на основе свинца и стабилизаторов на основе кальций-цинка

	Дистеарат свинца	стеарат свинца двусосновой	стеарат цинка	стеарат кальция
DL ₅₀ в/ж (мг/кг), крысы	12428	> 5000	> 10000	> 10000
DL ₅₀ н/к (мг/кг)	> 2500	> 2500	> 2000	> 2000
Сенсибилизирующее действие	Выявлено для соединений свинца		-	-
Репротоксичность (СанПиН 2.2.0.555-96)	Установлена для свинца и его соединений		Отсутствует в списке репротоксикантов СанПиН 2.2.0.555-96	Отсутствует в списке репротоксикантов СанПиН 2.2.0.555-96
Канцерогенный эффект	Группа 3 МАИР	Группа 3 МАИР	Отсутствуют данные в МАИР	Отсутствуют данные в МАИР
ПДК _{раб.з.} (мг/м ³)	0,05, аэрозоль, 1 класс опасности	0,05, аэрозоль, 1 класс опасности	10, аэрозоль, 4 класс опасности	4, аэрозоль, 3 класс опасности

Принимая во внимание рекомендации СПМРХВ о мерах по выведению свинца из красок, Технический регламент ЕЭС «О безопасности лакокрасочной продукции» содержит запрет на использование в красках свинца.

Направление деятельности по мониторингу химических веществ с целью выявления и замены высокотоксичных на безопасные аналоги активно развивается в мире и является действенным механизмом по минимизации риска воздействия на здоровье человека и окружающую среду. В этой ситуации представляется необходимым создать в Российской Федерации национальную программу системного исследования химических продуктов, обрабатываемых на рынке, и отказаться от обработки определенных химических веществ и смесей, представляющих высокий риск, а также их замены безопасными альтернативами в соответствии с тем, что предусмотрено в проекте Федерального закона «Об химической безопасности».

Концепция СПМРХВ минимизации риска на протяжении всего жизненного цикла химического вещества нашла свое отражение в п.1. Статьи 13 Федерального закона от 30 марта 1999 г. N 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», которая звучит так: «Продукция производственно-технического назначения, при производстве, транспортировке, хранении, применении (использовании) и утилизации, которой требуется непосредственное участие человека, а также товары для личных и бытовых нужд граждан не должны оказывать вредное воздействие на человека и среду обитания».

В соответствии с принципами «Зеленой» химии СПМРХВ отсутствие и/или снижение риска допустимого требует:

- Осуществления защиты работающих от вредного воздействия химических веществ, используя вещества и технологии, которые

исключают полностью или снижают риск до минимума.

- Предоставления информации о химических веществах, которые используются в производстве с целью разработки эффективной системы защиты работников от их воздействия.
- Контроля состояния воздуха рабочей зоны, атмосферного воздуха, воды водных объектов, почвы.
- Увеличения продуктивности используемых ресурсов посредством переработки химических отходов, извлечения ценных материалов из общего потока отходов, энергоснабжения и других инновационных преимуществ.

В Российской Федерации в рамках надзорных функций заинтересованных органов власти и производственного контроля осуществляется контроль за содержанием химических веществ в воздухе рабочей зоны и среде обитания человека. В настоящее время в России установлено более 21000 гигиенических нормативов для 7000 веществ.

СПМРХВ и ОЭСР сегодня озабочены загрязнением полимерами вод мирового океана. Решением данной проблемы является синтез биоразлагаемых полимеров, что созвучно принципу «Зеленой химии», который гласит, что химический продукт должен быть таким, чтобы после его использования он не оставался в окружающей среде, а разлагался на безопасные продукты.

Примером реализации данного принципа является также создание «Зеленых» пестицидов, которые позволяют решать вопрос остаточных количеств пестицидов в продуктах питания населения, в пищевых цепях.

Проведенный анализ проблем в области химической безопасности и современных подходов к безопасному регулированию химических веществ показал:

- единство целей и задач Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ и «Зеленой химии».
- Перспективы развития «Зеленой химии» в решении проблем химической безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Онищенко Г.Г. Химическая безопасность – важнейшая составляющая санитарно-эпидемиологического благополучия населения. ж. Токсикологический вестник.2014;№ 2: 2-6.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среде Российской Федерации в 2015 г.». 2016.

Chemicals Management.http://www.saicm.org/

4. P.T.Anastas, J.C.Warner, Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 1998, p.30.

5. Хамидулина Х.Х., Давыдова Ю.О. Международное регулирование свинца и его соединений. Ж. Гигиена и санитария. 2013;№6: С.57-60.

REFERENCES:

1. Onishchenko G. G. the Chemical safety is the most important component of sanitary and epidemiological welfare of the population. well.J. Toxicological Review.2014; No. 2: 2-6. (in Russian)

2. State report «On the state and on the protection of the environment of the Russian Federation in 2015». 2016. (in Russian)

Chemicals Management.http://www.saicm.org/

4. P. T. Anastas, J. C. Warner, Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 1998, p.30.

5. Khamidulina Kh. Kh., Davydov Yu. O. International regulation of lead and its compounds. J. Hygiene and sanitation. 2013; No. 6: Pp. 57-60. (in Russian)

Kh.Kh. Khamidulina. P.A.Shcherbakov

THE DEVELOPMENT OF GREEN CHEMISTRY IN SAICM FRAMEWORK

Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, 123993, Moscow, Russian Federation

The article describes the principles of «Green Chemistry» and the goals and objectives of the Strategic Approach to International Chemicals Management. «Green» chemistry is one of the most effective safety management tools. The principles of «Green Chemistry» and SAICM are reflected in the legislative and regulatory acts of many countries, including the Russian Federation and the Eurasian Economic Union. The performed analysis of issues in chemical safety and approaches to safe management of chemicals showed identity of goals of SAICM and Green Chemistry and prospects of the use of the Green Chemistry principles in solving issues in chemical safety.

Keywords: safety, chemical substance, toxicity.

Материал поступил в редакцию 03.10.2017 г.