

УДК 623.459.004.74

Проблемы снижения риска интоксикаций при уничтожении химического оружия

С. В. Нагорный, О. И. Мирошникова, В. Ф. Силантьев, В. П. Тидген, Е. А. Цибульская

СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ НАГОРНЫЙ — доктор медицинских наук, заведующий отделом ФГУП «Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» (НИИГПЭЧ), заслуженный работник здравоохранения РФ. Область научных интересов: медико-экологическая экспертиза крупных территорий и населенных пунктов в районе расположения опасных объектов, установление причин профессиональной патологии массовых заболеваний населения и персонала промышленных объектов экологически обусловленными болезнями, регламентирование вредных химических веществ в объектах окружающей среды.

ОЛЬГА ИВАНОВНА МИРОШНИКОВА — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник НИИГПЭЧ. Область научных интересов: оценка вредных факторов производственной среды.

ВЛАДИСЛАВ ФЕДОРОВИЧ СИЛАНТЬЕВ — старший научный сотрудник НИИГПЭЧ. Область научных интересов: санитарно-эпидемиологическая оценка условий труда на производствах с особо опасными технологиями.

ВАЛЕНТИНА ПЕТРОВНА ТИДГЕН — старший научный сотрудник. Область научных интересов: токсиколого-гигиеническая экспертиза медико-экологической ситуации в регионе и на объектах с особо опасными технологиями.

ЕЛЕНА АНУФРИЕВНА ЦИБУЛЬСКАЯ — заведующая лабораторией. Область научных интересов: комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации на различных территориях и объектах.

188 663 Ленинградская область, Всеволожский район, п.о. Кузьмоловский, тел. (812)534-92-16, (812)534-90-29, тел./факс (812)70-93-506, E-mail gipeh@spb.cityline.ru

В соответствии с рядом законов, указов Президента и постановлений Правительства [1–5] в рамках международных обязательств в Российской Федерации ведутся работы по уничтожению химического оружия. В связи с этим возникла необходимость четкой экспертизы проектных решений объектов по уничтожению химического оружия и создания нормативно-методической базы, включающей документы санитарно-эпидемиологического и лечебно-профилактического плана, направленные на сохранение здоровья персонала и населения районов, где располагаются эти объекты. Для обеспечения безопасности работ на этих объектах в условиях контакта с такими особо токсичными веществами, какими являются отравляющие вещества и некоторые токсичные продукты их деструкции, несомненно, следует использовать опыт медико-гигиенического обеспечения ранее существовавших производств химического оружия.

В 1990-х годах отмечался рост профессиональной заболеваемости среди работников ранее существовавшего производства вещества VX, хотя технологические работы на нем были завершены в 1987 г., и источники загрязнения производственной среды веществом VX перестали действовать. В связи с этим нами был проведен углубленный гигиено-эпидемиологический анализ условий работы на ранее действующем производстве вещества VX. В рамках этой задачи была сделана ретроспективная оценка структуры обследуемого профессионального контингента (по стажу, возрасту, полу, профессии), проведены анализ условий, создающих риск интоксикации VX с учетом реальных путей проникновения этого токсиканта в организм человека,

и гигиенический анализ условий труда обследуемого контингента, в том числе обеспеченность надежными средствами коллективной и индивидуальной защиты.

В ходе гигиенических исследований ранее функционировавшего производства вещества VX (1972–1987 гг.) была проведена оценка воздействия основного и сопутствующих вредных и опасных факторов производственной среды. Ведущий вредный и опасный фактор производственной среды — это химическое воздействие (вещество VX), а сопутствующими факторами были тяжесть и напряженность труда, а также неблагоприятные параметры микроклимата на рабочих местах (температура, влажность, скорость движения воздуха).

Тяжесть и напряженность труда обусловлены функциональной физической и психоэмоциональной нагрузками, возникновение которых связано с особенностями трудовой деятельности. Прежде всего это использование полного комплекта средств индивидуальной защиты (СИЗ) (противогаз, прорезиненный костюм Л-1 поверх нательного белья, резиновые сапоги) в течение четырехчасовой смены при работе в производственных и вспомогательных помещениях I и II групп опасности.

Вследствие использования полного комплекта СИЗ возникали неблагоприятные функциональные сдвиги в организме работавших. Как показали исследования, прежде всего происходили нарушения механизма терморегуляции с изменением веса тела к концу смены за счет обильного потоотделения (потеря веса тела за смену составляла около 1,0 кг). У персонала, работавшего в изолирующих средствах защиты, отмечались

изменения со стороны центральной нервной системы (удлинение периода ответных реакций и уменьшение критической частоты слияния световых мельканий), указывающие на процессы торможения в коре головного мозга, со стороны сердечно-сосудистой системы — изменение частоты сердечных сокращений (тахикардия, пульс до 132 ударов в минуту) и сдвиги показателей функционального характера на электрокардиограмме, со стороны дыхательной системы отмечалось нарушение функции внешнего дыхания (снижение вентиляции и дыхательного объема легких).

Кроме того, тяжесть труда обуславливали такие особенности трудовой деятельности, как физическая динамическая нагрузка при переносе различных деталей оборудования, измерительных приборов и т.д.; работа в неудобном фиксированном положении, пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках, наклоны корпуса тела), в том числе при ремонте насосов, трубопроводных линий, коммуникаций и т.д., перемещения при обслуживании технологической линии (ходьба по лестницам, переходам и т.д.).

Напряженность трудового процесса вызывали интеллектуальные нагрузки, связанные с решением простых и сложных задач при работе согласно инструкциям (аппаратчики различных профессиональных групп) или с творческой деятельностью, с необходимостью принятия быстрых и ответственных решений (начальники цеха, смен, мастера и др.). Среди указанных нагрузок необходимо отметить сенсорные нагрузки, связанные с длительностью наблюдения за работой приборов, плотностью сигналов и сообщений при передаче информации аппаратчиками и мастерами на центральный щит управления и т.д.; эмоциональные нагрузки, связанные с ответственностью за качество работы (от аппаратчика до начальника цеха) и со степенью риска для жизни. Кроме того, на напряженность труда сказывалась монотонность нагрузок, обусловленная монотонно меняющимися производственными операциями (заполнение боеприпасов, наблюдение за линией синтеза VX и т.д.). К напряженности трудового процесса приводили также смена стереотипов и нарушение привычного ритма жизни: сменная работа по скользящему графику, работа в помещениях I и II групп опасности без регламентированных перерывов.

При проведении анализа условий труда мы условно разделили весь персонал, работавший на производстве вещества VX, в зависимости от условий использования средств индивидуальной защиты на три группы:

— постоянно использовавшие полный комплект СИЗ (аппаратчики в отделениях многостадийного синтеза и выделения вещества VX, сточных вод, заполнения боеприпасов, дегазации СИЗ, подготовки и контроля производства) и имевшие постоянный контакт с VX;

— периодически использовавшие полный комплект СИЗ (инженерно-технические работники, лаборанты, слесари службы механика, энергетики и работники цеха КИПиА) и имевшие периодический (около 50% времени) с высоким риском контакт с VX (начальники и мастера смен, отделений, технологи);

— использовавшие табельный комплект спецодежды и противогаз в положении «наготове» и не имевшие высокого риска контакта с веществом VX (опера-

торы центрального щита управления, аппаратчики подготовки корпусов, стиральщицы-дегазаторщицы, подсобные работники).

Согласно положениям пункта 4.2.2. Руководства Р.2.2.755-99 [6] «степень вредности условий труда устанавливается по максимальным концентрациям вредных веществ, а при наличии соответствующих нормативов — и по среднесменным». Это положение в определенной мере совпадает с принятым нами ранее принципом гигиенической оценки состояния воздушной среды. В соответствии с этим принципом основным показателем для оценки гигиенической обстановки на производстве является средний уровень содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, сопоставляемый с величиной ПДК р.з., а максимальные концентрации вещества в воздухе рабочей зоны рассматриваются как наиболее отклоняющиеся величины вариационного ряда, характеризующие состояние части события или явления (отклонения рабочих параметров технологии, недостаточная герметичность и т.д.). Наибольшие из максимальных концентраций обсуждались с руководством бывшего производства VX, при этом устанавливались причины и источники загрязнения воздуха рабочей зоны производственных помещений, длительность и распространенность загрязнения, мероприятия по ликвидации причин загрязнения. Назначалось проведение повторного лабораторного анализа на присутствие паров вещества VX в воздухе рабочей зоны.

В производственных помещениях I и II групп опасности, где велись работы в полном комплекте СИЗ, в соответствии с гигиеническими нормативами температура воздуха на рабочем месте должна быть $16 \pm 1^\circ\text{C}$ (оптимальный уровень). При отклонении (повышении или понижении) температуры у работающих наблюдалось нарушение терморегуляции, которое проявлялось в усиленном потоотделении или переохлаждении организма.

Согласно Руководству Р.2.2.755-99, оценка условий труда по тяжести и напряженности трудового процесса должна проводиться с учетом всех показателей, предусмотренных этим нормативно-методическим документом. В виду ретроспективного характера исследований тяжесть трудового процесса в условиях бывшего производства вещества VX оценивали методом хронометражных наблюдений по так называемому сокращенному варианту. В этом случае о тяжести трудового процесса судят по частоте сердечных сокращений после выполнения операций. Имевшиеся в нашем распоряжении данные хронометражных наблюдений в какой-то степени позволили провести расчет показателей и дать ориентировочную оценку условий труда по показателям тяжести трудового процесса для отдельных категорий работающих на этом производстве (аппаратчики в отделениях синтеза конечного продукта, заполнения изделий, аппаратчики отделения сточных вод, ремонтники, сотрудники производственной химико-аналитической лаборатории).

Напряженность трудового процесса оценивали по изменению психофизиологических показателей (по корректурным таблицам — тестам) [7, 8] и по данным об изменении характеристик критической частоты слияния световых мельканий до и после работы [9].

Было установлено, что с учетом характера производства и в соответствии с критериями оценки (Руко-

водство Р 2.2.755-99) условия труда персонала, работавшего при максимальном потенциальном риске воздействия VX, т.е. персонала «основных» профессий, — первой и второй выделенных нами групп категорий работников — следует отнести к 4 классу опасности (экстремальные условия труда), а условия труда работавших с меньшим потенциальным риском контакта с VX (третья группа) следует отнести к третьей степени 3 класса (3.3 — вредные условия труда).

Относительно влияния факторов, сопутствующих ведущему вредному химическому фактору, а это физическая и психоэмоциональная нагрузки (факторы тяжести и напряженности трудового процесса), было установлено следующее. Наибольшим физической и психоэмоциональной нагрузкам подвергались группы работников, постоянно использовавших изолирующие СИЗ и противогаз марки БКФ или ЕО-16:

— аппаратчики отделений синтеза и выделения вещества VX, аппаратчики отделения заполнения боеприпасов, аппаратчики отделения сточных вод, по тяжести трудового процесса — первая степень, 3 класс (3.1 вредные условия труда), по напряженности трудового процесса — первая степень, 3 класс (3.1 вредный напряженный труд);

— слесари службы механика, по тяжести трудового процесса — вторая степень, 3 класс (3.2 вредные тяжелые условия труда), по напряженности трудового процесса — первая степень, 3 класс (3.1 вредный напряженный труд);

— слесари службы энергетика и КИПиА, персонал химико-аналитической лаборатории, по тяжести трудового процесса — 2 класс (средняя физическая нагрузка, допустимые условия труда), по напряженности трудового процесса — первая степень, 3 класс (3.1 вредный напряженный труд);

— инженерно-технические работники, по тяжести трудового процесса — вторая степень, 3 класс (3.2 вредные тяжелые условия труда), по напряженности трудового процесса — вторая степень, 3 класс (3.2 - вредный напряженный труд).

Комплексная оценка позволила сделать вывод о степени влияния условий, в которых существовала вероятность профессиональной интоксикации работников «основных» профессий (аппаратчики, слесари и т.д.), работавших в загрязненной веществом VX производственной среде в полном комплекте СИЗ (костюм Л-1, противогаз, резиновые сапоги), и специалистов химико-аналитического профиля, работа которых проводилась в облегченном комплекте СИЗ (противогаз в положении «наготове», перчатки, нарукавники, фартук).

Группой риска среди работников «основных» профессий оказались ликвидаторы крупных аварий на производстве, когда содержание вещества VX в воздухе рабочей зоны превосходило ПДК в десятки и сотни раз. Среди этой группы риска профессиональное заболевание как следствие интоксикации веществом VX встречалось в 17 раз чаще, чем среди персонала, чья работа проходила в штатных условиях (54,4% против 3,2%; $p < 0,001$).

Сделано заключение о том, что периоды риска профинтоксикаций большей части работников «основных» профессий бывшего производства вещества VX пришлись на две крупные аварийные ситуации. Начальный период интоксикации составлял до 7—

10 суток (время ликвидации этих аварий). Основным путем проникновения в организм VX являлось кожно-резорбтивное воздействие паров вещества вследствие недостаточной герметичности защитного костюма к этим парам с возможным депонированием VX в коже и затем с развитием отдаленных последствий в виде синдрома хронической интоксикации VX, точнее, заболевания, вызванного интоксикацией веществом VX. Характер интоксикации — повторные подострые воздействия, поскольку при количестве профессиональных больных в несколько десятков человек (на 01.01.2001 г.) острые отравления среди этого контингента в период аварийных ситуаций были зафиксированы в единичных случаях.

Интоксикации в условиях штатного режима работы производства возникали в период «химических инцидентов» — последствия частичной и временной (без остановки производства) разгерметизации оборудования. В частности, было выявлено, что в период этих «инцидентов» при работе в полном комплекте СИЗ в условиях содержания VX в воздухе рабочей зоны свыше 25—50 ПДК у персонала в ряде случаев наблюдались специфические для воздействия VX признаки — снижение активности фермента холинэстеразы крови без проявления клинических симптомов острой интоксикации. Одна из таких характеристик активности указанного фермента у обследуемых после их работы в условиях «химических инцидентов» приведена в таблице. В качестве основной причины воздействия VX на персонал при «химических инцидентах» также, как и при авариях, рассматривается негерметичность костюма типа Л-1 к парам VX [10] и вследствие этого — кожно-резорбтивное проникновение в организм некоторого количества вещества VX.

Как показали проведенные исследования, особую опасность для здоровья представляют даже кратковременные воздействия высоких концентраций этого отравляющего вещества, обладающего по данным комплексных клинико-гигиенических исследований физиологически кумулятивным действием. Чрезвычайно опасными оказались последствия интоксикации. Даже через несколько лет после прекращения работы на производстве вещества VX и при сохранении некоторое время относительно удовлетворительных показателей здоровья многие из ранее имевших контакт с этим веществом (преимущественно в условиях аварий) переходили в категорию профбольных.

Специалисты химико-аналитического профиля постоянно подвергались риску ингаляционного и кожно-контактного воздействия (в случае недостаточной защитной мощности перчаток). В целом средства коллективной и индивидуальной защиты этой группы работников производства оказались недостаточно эффективными даже в безаварийный период.

На основании полученных данных мы пришли к выводу о необходимости существенно повысить гигиенические требования для обеспечения безопасных условий труда на объектах уничтожения химического оружия. В частности, были разработаны предложения по усилению средств коллективной и индивидуальной защиты на объектах. Особенно это касается условий работы по устранению аварий и «химических инцидентов» (в аварийных условиях необходимо использование изолирующих костюмов с очисткой воздуха подкостюмного пространства). Существующую конст-

Частота случаев снижения активности холинэстеразы крови работавших на бывшем производстве в зависимости от содержания VX в воздухе рабочей зоны

Профессиональные группы	Количество обследованных лиц	Показатель уровня холинэстеразы	Число случаев при различном содержании VX в воздухе рабочей зоны (в кратностях ПДКр.з. *)			
			диапазон концентраций **			
			1—10	10—50	выше 50	
				50—100	100—150	
Аппаратчики отделения синтеза и выделения вещества VX	14	В пределах нормы	8 (хп) 8 (хэ)	4 (хп) 5 (хэ)	—	—
		Ниже*** нормы	0 0	2(хп) 1(хэ)	—	—
Аппаратчики отделения дегазации жидких отходов производства	14	В пределах нормы	2 (хп) 2 (хэ)	4 (хп) 6 (хэ)	2 (хп) 4 (хэ)	0
		Ниже*** нормы	0 0	2(хп) 0	2(хп) 0	2(хп) 2(хэ)
Аппаратчики отделения заполнения «изделий»	14	В пределах нормы	4 (хп) 4 (хэ)	10 (хп) 9 (хэ)	—	—
		Ниже*** нормы	0 0	0 (хп) 1 (хэ)	—	—
Слесари КИПиА Персонал ЦЩУ	7	В пределах нормы	7(хп) 7 (хэ)	—	—	—
		Ниже*** нормы	0 0	—	—	—
Итого	49	В пределах нормы	21 21	18 20	2 4	0 0
		Ниже*** нормы	0 0	4(хп) 2(хэ)	2(хп) 0	2(хп) 2(хэ)

* В расчет взяты случаи с фоновым (до смены) содержанием холинэстеразы в крови в пределах нормы. числитель — число случаев определения холинэстеразы плазмы (хп), знаменатель — то же для холинэстеразы эритроцитов (хэ).

** Диапазон концентраций, при которых проходила работа (в СИЗ) обследованных лиц.

*** Нижний предел нормальной активности холинэстеразы (АХ) плазмы (хп) — 160 (мкМ АХ · мл)/ч [11], нижний предел нормы активности холинэстеразы эритроцитов (хэ) — 80 (мкМ АХ · мл)/ч принят с учетом данных, полученных при обследовании в тот же период 26-ти доноров.

рукцию изолирующего костюма типа Л-1* можно допустить к использованию лишь в условиях, если содержание вещества VX в воздуха рабочей зоны не превышает 10—25 ПДКр.з. Но и в этих условиях рекомендуется одевать под костюм Л-1 хлопчатобумажную одежду, импрегнированную дегазатором, безопасным для человека (его кожных покровов).

Рассмотренные положения и рекомендации по усилению коллективной и индивидуальной защиты вошли в разработанные за последние 2—3 года такие нормативно-методические документы гигиенического направления, как «Организация и осуществление санитарно-эпидемиологического надзора на объектах по уничтожению фосфорорганических отравляющих веществ» МУ1.1.019-00 от 21.09.2000 г.; «Методические указания по организации медицинской службы Федерального управления «Медбиоэкстрем» при авариях на объектах уничтожения отравляющих фосфорорганических веществ» от 28.11.2001 г.; «Безопасность условий труда при работе с отравляющими веществами в лабораторных и экспериментальных подразделениях научно-исследовательских институтов, учреждений, организаций МУ 2.2.1.016-98 от 11.11.1998 г. и других.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон «Об уничтожении химического оружия» от 02.05.97 № 76-ФЗ и в ред. Федерального закона от 29.11.2001 г. № 157-ФЗ.
2. Указ Президента РФ от 24.03.95 № 314 «О подготовке Российской Федерации к выполнению международных обязательств в области химического разоружения».
3. Постановление Правительства РФ от 21 марта 1996 г. № 305 «Об утверждении Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 5 июля 2001 г., № 510 «О внесении изменений и дополнений в постановление Правительства Российской Федерации», от 21 марта 1996 г. № 305 «Об утверждении федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации».
5. Федеральный закон «О социальной защите граждан, занятых на работах с химическим оружием» № 136-ФЗ от 7.11.2000 г.
6. Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Руководство Р.2.2.755-99. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999, 122 с.
7. Генкин А.А., Медведев В.И., Шек М.П. Вопросы психологии, 1963, № 1, с. 104—110.
8. Мажара Л.Г. Гигиена и санитария, 1978, № 12, с. 61—64.
9. Доскин В.А., Лаврентьев Н.А. Там же, 1974, № 1, с. 72—74.
10. Щербаков В.Л., Райхман С.П., Чердиченко В.А., Рагинский Б.А. Там же, 1987, № 7, с. 37—40.
11. Колб В.Г., Камышиков В.С. Клиническая биохимия. Минск, 1976, с.107-109.

* Костюм Л-1 использовался в производстве VX без импрегнированной дегазирующим составом хлопчатобумажной одежды.