

**САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ  
МЕЖКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ РАКЕТ НАЗЕМНОГО  
БАЗИРОВАНИЯ НА ТОПЛИВНОЙ ПАРЕ 1,1-ДИМЕТИЛГИДРАЗИН  
И АЗОТНЫЙ ТЕТРАОКСИД**

**Семёнова О.Н., Воронин Н.Ф.**

*Федеральное государственное учреждение «Федеральный медицинский биофизический  
центр им. А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства  
(ФГУ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России)*

*123182, г. Москва, ул. Живописная, дом 46*

*тел/факс (499) 193-11-11, 193-45-73; E-mail: [fmbc-fmba@bk.ru](mailto:fmbc-fmba@bk.ru)*

**Резюме.** Показана актуальность обеспечения химической безопасности персонала при нейтрализации и резке ракет наземного базирования с остаточным содержанием 1,1-диметилгидразина и азотного тетраоксида. Представлены результаты санитарно-гигиенического мониторинга условий труда в Центре ликвидации ракет за 12-ти летний период – до реконструкции и после, которые позволили оценить гигиеническую значимость технологических этапов нейтрализации и резки, выявить наиболее опасные операции, при которых работники подвергаются комбинированному воздействию комплекса высокотоксичных веществ. По степени отклонения от гигиенических нормативов уровней загрязнения воздуха рабочей зоны компонентами ракетного топлива и аэрозолями оксидов металлов персонал объекта имеет вредные условия труда – класс 3.2–3.4. Проведена оценка эффективности реализованных мероприятий по оптимизации условий труда. Установлено статистически значимое снижение частоты обнаружения компонентов топлива и превышения их гигиенических регламентов, уровней загрязнения ими воздуха рабочей зоны, поверхностей строительных конструкций, оборудования, средств индивидуальной защиты и кожных покровов работников при нейтрализации ракет, а также снижение концентраций некоторых оксидов металлов в воздухе рабочей зоны при резке ракет. Показано, что в силу особенностей технологии ликвидации, недостаточного санитарно-технического обеспечения проводимых работ и отсутствия эффективных способов нейтрализации поверхностей, сохраняется риск комбинированного и комплексного воздействия вредных и опасных химических факторов на здоровье работников, как при нейтрализации ракет, так и при их резке.

**Ключевые слова:** ракета, нейтрализация, резка, компоненты топлива, аэрозоли металлов, условия труда, безопасность

**SANITARY-AND-HYGIENIC ASPECTS OF PERSONNEL CHEMICAL SAFETY IN  
THE COURSE OF LIQUIDATION OF INTERCONTINENTAL BALLISTIC  
ROCKETS OF LAND BASING WITH FUEL PAIR 1,1- DIMETHYLHYDRAZIN  
AND NITROGEN TETRAOXIDE**

**Semyonova O.N., Voronin N.F.**

**Abstract.** The topicality of personnel chemical safety is shown in this article for neutralization and dismantlement of land basing rockets with the residual content of 1,1-dimethylhydrazin and nitrogen tetraoxide. Results of sanitary-and-hygienic monitoring of working conditions in the Center of liquidation of rockets for 12-summer period – before reconstruction and after are presented and allow us to estimate the hygienic importance of technological stages of neutralization and dismantlement, to reveal the most dangerous operations during which workers are exposed to the combined complex of highly toxic substances. Judging by the degree of a deviation from hygienic specifications of air pollution levels of a working zone by rocket fuel components and metal oxides aerosols the object personnel has harmful working conditions – class 3.2–3.4. The efficiency evaluation of the optimization measures of working conditions was conducted. Statistically significant decrease in frequency of detection of fuel components was noted as well as of excess of their hygienic regulations, levels of pollution by them of working zone air, building designs surfaces, the equipment, means of individual protection and workers skin in the course of rockets neutralization, and also decrease in concentration of some metals oxides in the working zone air during rockets dismantlement. It is shown that owing to liquidation technology features, insufficient sanitary-engineering maintenance of the work conducted and absence of effective surfaces neutralization ways, the risk of the combined and complex exposure of harmful and dangerous chemical factors on health of workers remains, during both neutralization of rockets and their dismantlement.

**Key words:** the rocket, neutralization, dismantlement, fuel components, aerosols of metals, working conditions, safety

**Введение.** В соответствии с Договорами между РФ и США о сокращении стратегических наступательных вооружений, в 1992 г. начата масштабная ликвидация межконтинентальных баллистических ракет (МБР) различных классов, использующих в качестве топлива 1,1-диметилгидразин (НДМГ) и азотный тетраоксид (АТ), являющихся веществами 1 и 2 классов опасности соответственно [6, 9].

Наличие в жидкостных ракетах наземного базирования, поступающих на нейтрализацию и ликвидацию, несливаемых остатков (до 100 кг) высокотоксичных и чрезвычайно опасных компонентов ракетного топлива (КРТ), высокая вероятность возникновения аварийных ситуаций различного масштаба (пролив КРТ, возгорание, взрыв) диктуют необходимость соблюдения комплекса требований, направленных на предупреждение негативного воздействия вредных производственных факторов на здоровье персонала.

Технология уничтожения МБР является сложным многостадийным процессом, включающим предварительный демонтаж оборудования, слив остатков КРТ из топливных баков и трубопроводов, их нейтрализацию, сжигание дренажных газов и промышленных сточных вод, содержащих НДМГ и АТ, окончательный демонтаж и высокотемпературную (воздушно-плазменную и электро-дуговую) резку изделий в ручном и автоматическом (дистанционном) режиме. При этом технологический процесс нейтрализации и утилизации ракет характеризуется прерывистостью, большим объемом ручного труда с непосредственным нахождением персонала в зоне возможного выделения токсичных веществ, как вследствие технологически обусловленных причин, так и аварийного нарушения герметичности оборудования.

Высокая летучесть и испаряемость КРТ, способность активно сорбироваться различными материалами и десорбироваться определяют реальную опасность создания в воздухе рабочей зоны высоких концентраций паров компонентов даже при незначительных утечках и проливах, и возможную их трансформацию с образованием токсичных продуктов разложения [6, 9]. При этом НДМГ опасен как при ингаляционном поступлении, так и при резорбции через кожу.

Особенностью нейтрализации ракет, дренажных газов и промстоков является возможность залповых выбросов паров и жидкой фазы КРТ в объём помещений с

интенсивным загрязнением объектов производственной среды, средств индивидуальной защиты (СИЗ) и кожных покровов. Персонал подразделений нейтрализации находится в состоянии повышенного психо-эмоционального напряжения в связи с высокой вероятностью возникновения нештатных (аварийных) ситуаций различного масштаба.

Гигиенической особенностью резки топливных баков, узлов и агрегатов ракет, прошедших нейтрализацию, является загрязнение воздуха рабочей зоны не только сложными газо-аэрозольными смесями химических веществ, выделяющихся при воздушно-плазменном и электро-дуговом способах резки, но и возможно парами НДМГ, сорбированного в поверхностных и глубоких слоях конструкционных материалов ракет [1]. Смесь токсичных веществ, в основном аэрозолей конденсации оксидов металлов, поступающих в воздух рабочей зоны в процессе термической резки, при комбинированном с НДМГ воздействии на работающих может способствовать усилению риска токсического и канцерогенного эффекта.

Действующий в настоящее время Центр ликвидации МБР (ЦЛ МБР) (Нижегородская область) был введен в эксплуатацию в 1992 году. Объект располагает комплексом зданий, сооружений и технических систем, предназначенных для нейтрализации топливных баков и магистралей, демонтажа и резки ракет.

В 1999-2000 гг. в ЦЛ МБР были проведены работы по реконструкции: Был построен новый корпус резки с камерами, совместимыми с габаритами ракет, проведен ремонт технологического корпуса с модернизацией систем вентиляции, освещения, водоснабжения и отопления, переоборудованы насосные перекачки промстоков и станции нейтрализации дренажных газов и промышленных сточных вод, построены и реконструированы сооружения вспомогательного назначения.

При реконструкции были учтены санитарно-гигиенические требования, разработанные для объекта в 1998 г. специалистами ГНЦ – Институт биофизики (ныне ФМБЦ им. А.И.Бурназяна) и включавшие: требования к территории базы ликвидации ракетной техники, к производственным зданиям и помещениям, к технологическому процессу и оборудованию, к водоснабжению и канализации, к организации и проведению ремонтных работ, к очистке от КРТ поверхностей оборудования и строительных конструкций, к средствам индивидуальной защиты, к санитарно-бытовым помещениям и мерам личной профилактики работающих, к медицинскому обеспечению работающих, к организации работы химической лаборатории, к организации контроля вредных веществ в объектах производственной среды.

Мониторинг состояния объектов производственной среды в Центре ликвидации МБР осуществлялся с 1992 г. по 2007 г. (до и после реконструкции объекта) на всех этапах нейтрализации и утилизации изделий. В ходе санитарно-гигиенических исследований проведен анализ проектно-технической документации, изучены особенности технологического процесса и технологического оборудования, планировки промышленной площадки, зданий и помещений, санитарно-технического оснащения, санитарно-бытового и медицинского обеспечения работников. Определён перечень токсичных веществ, выделяющихся в объекты производственной среды на всех этапах нейтрализации и резки ракет, проведено их ранжирование, выявлены их источники и наиболее неблагоприятные, с гигиенической точки зрения, технологические операции. Проведена гигиеническая оценка условий труда по степени отклонения уровней загрязнения токсичными веществами рабочей среды от гигиенических нормативов [7].

Результаты выполненных исследований реализованы в Методических указаниях «Санитарно-гигиенические требования по обеспечению безопасных условий труда персонала и проживания населения при проведении работ на базах ликвидации ракет-носителей ядерных боеприпасов наземного базирования», регламентирующих вопросы обеспечения безопасности персонала объектов ликвидации МБР на топливной паре 1,1-диметилгидразин и азотный тетраоксид [3, 8].

**Цель исследования.** Обеспечение химической безопасности персонала при нейтрализации и ликвидации МБР наземного базирования с остаточным содержанием НДМГ и АТ.

**Материалы и методы.** При выполнении санитарно-гигиенических исследований динамическому контролю подлежали приоритетные техногенные загрязнители: НДМГ, продукт его деструкции – нитрозодиметиламин (НДМА), азотный тетраоксид и аэрозоли оксидов металлов, в том числе алюминия, железа, никеля, титана, хрома, магния, марганца, меди, цинка, бериллия.

Выбор точек отбора проб, периодичность и продолжительность отбора, подбор методов контроля содержания токсичных веществ, проводились в соответствии с требованиями действующих нормативно-методических документов [2, 4, 5, 7]. Отбор проб и выполнение измерений производились с использованием поверенных приборов.

Для химического анализа проб объектов производственной среды (воздух рабочей зоны, смывы с поверхностей оборудования, строительных конструкций, СИЗ и кожных

покровов) применялись метрологически аттестованные методики, утвержденные Главным государственным санитарным врачом по обслуживаемым организациям и обслуживаемым территориям ФМБА России и внесенные в Федеральный реестр методик измерения.

«Методика выполнения измерений массовой концентрации 1,1-диметилгидразина в воздухе рабочей зоны фотоколориметрическим методом» (МУК 4.1.017-06) основана на сорбции НДМГ поглотительным пленкообразующим раствором и дальнейшем измерении оптической плотности окрашенного продукта конденсации, образующегося при взаимодействии НДМГ с пара-нитробензальдегидом. Чувствительность метода определения составляет  $0,05 \text{ мг/м}^3$ . Погрешность измерения не превышает  $\pm 25 \%$ . Отбор проб проводился в специальный металлический пробоотборник, заполненный гранулированным стеклом фракции  $0,8 - 1,0 \text{ мм}$  с нанесенным на него тонким слоем сорбента.

«Методика выполнения измерений массовой концентрации 1,1-диметилгидразина в смывах с поверхностей оборудования, строительных конструкций, кожных покровов и средств индивидуальной защиты фотоколориметрическим методом» (МУК 4.1.024-08). Отбор проб с поверхностей проводился методом смывов или мазков ватными тампонами, смоченными в дистиллированной воде, с площади  $10 \text{ см} \times 10 \text{ см}$ . Определение НДМГ в смывах основано на измерении оптической плотности окрашенного комплекса, образующегося при взаимодействии НДМГ с пара-нитробензальдегидом в этиленгликоле. Чувствительность метода определения –  $0,001 \text{ мг/дм}^2$ . Погрешность измерения не превышает  $\pm 22 \%$ .

«Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрозодиметиламина в пробах воздуха производственных помещений фотоколориметрическим методом по реакции с 4-пиридинальдегидом» (МУК 4.1.014-04) основана на улавливании НДМА из воздуха, восстановлении его в кислой среде с помощью амальгамы цинка до НДМГ и определении последнего с 4-пиридинальдегидом. Отбор проб производился с помощью специального фильтра и металлического пробоотборника, заполненного силикагелем марки КСК фракции  $0,4 - 0,6 \text{ мм}$ , прокаленным при температуре  $150 - 200^\circ \text{C}$ . Чувствительность метода –  $0,005 \text{ мг/м}^3$ . Погрешность измерения не превышает  $\pm 25 \%$ .

Определение массовой концентрации  $\text{NO}_2$  проводилось в соответствии с «Методическими указаниями по фотометрическому измерению концентрации оксида и диоксида азота в воздухе рабочей зоны» (МУ № 4751-88). Метод основан на образовании азокрасителя при взаимодействии двуокиси азота с реактивом Грисса – Илосвая и его

фотометрировании. Чувствительность метода –  $1,0 \text{ мг/м}^3$ . Суммарная погрешность измерения не превышает  $\pm 25 \%$ . Отбор проб проводился на два последовательно соединенных поглотителя, содержащих по 10 мл 8 % раствора йодистого калия.

Определение металлов проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе «Квант-Z-ЭТА». Отбор проб осуществлялся аспиратором на фильтры АФА-ХА. Предел обнаружения металлов данным методом находится в диапазоне  $0,00005 - 0,01 \text{ мг/м}^3$  в зависимости от определяемого вещества. Граница относительной погрешности измерений составляет 25 – 30 %.

Всего при проведении санитарно-гигиенических исследований в ЦЛ МБР было отобрано и проанализировано 2997 проб объектов производственной среды. Все химико-аналитические исследования выполнялись сотрудниками ГНЦ – Институт биофизики ФМБА России.

Статистический анализ данных санитарно-гигиенических исследований, проводили с помощью пакета программ Microsoft Office Excel.

Уровень статистической значимости различий оценивался по  $t$  – критерию Стьюдента. При оценке достоверности различия относительных показателей (долей) вычислялся критерий различия с применением «фи» - преобразования Фишера. Достоверными считались различия, соответствующие вероятности ошибки  $p \leq 0,05$  или уровню доверительной вероятности  $P \geq 95 \%$ .

**Результаты и их обсуждение.** Результаты исследований уровней загрязнения токсичными веществами воздуха рабочей зоны и поверхностей на всех этапах нейтрализации и ликвидации ракет до и после реконструкции объекта представлены в таблицах 1 – 3 и на рисунке 1.

На начальном этапе эксплуатации объекта и отработки технологического процесса ликвидации ракет средние уровни содержания КРТ в воздухе рабочей зоны при выполнении наиболее опасных технологических операций по нейтрализации МБР (стыковка ракет с системой нейтрализации, сброс транспортного давления и слив КРТ из баков и магистралей) превышали ПДК. по НДМГ в 7 раз, АТ – в 3,4 раза (табл. 1). Периодически при стыковке изделий с системой нейтрализации объекта и сливе КРТ, сопровождавшихся выбросом жидкой и парогазовой фазы горючего и окислителя в объём бокса, уровни загрязнения воздуха парами НДМГ достигали величин, превышающих ПДК в 40 – 196., а АТ в 9 раз. В воздухе рабочей зоны насосных перекачки промстоков горючего обнаруживался НДМА в концентрациях, превышающих ПДК в 7 раз.

При этом средние уровни загрязнения НДМГ оборудования, строительных конструкций и изделий превышали рекомендованный ПДУ в 1,5 – 2 раза, а максимальные в 4 – 9 раз (табл. 2). Уровни загрязнения СИЗ и кожных покровов персонала в среднем превышали ПДУ в 5 – 6 раз, максимальное загрязнение достигало 11 – 17 ПДУ соответственно.

При резке ракет в камерах, несоответствующих их габаритам, средние уровни загрязнения воздуха рабочей зоны превышали гигиенические нормативы по оксидам железа в 1,65 раза, по оксидам марганца в 3,8 раз, по оксидам никеля в 26 раз, а максимальные в 7 – 90 раз (табл. 3).

Реализация комплекса мероприятий, направленных на предотвращение вредного воздействия профессиональных факторов на здоровье работников, в том числе замена и



Таблица 1 – Содержание НДМГ и АТ в воздухе рабочей зоны на этапах технологического процесса ликвидации МБР в динамике наблюдений

Технологическая операция	Вещество	До реконструкции					После реконструкции				
		Количество проб			Концентрация в положительных пробах, мг/м <sup>3</sup>		Количество проб			Концентрация в положительных пробах, мг/м <sup>3</sup>	
		всего	положительных, %	выше ПДК, %	макс.	M±m	всего	положительных, %	выше ПДК, %	макс.	M± m
Предварительный демонтаж	НДМГ	54	65	0	0,02	0,014±0,0004	56	7***	0	0,013	0,011±0,001**
	АТ	54	59	0	0,44	0,32±0,01	42	5***	0	0,19	-
Стыковка с системой нейтрализации	НДМГ	112	56	30	19,67	0,65±0,53	102	19***	12***	1,75	0,55±0,11
	АТ	98	45	23	17,5	6,8±0,6	84	17***	13	5,5	3,3±0,46**
Сброс транспортного давления и слив КРТ	НДМГ	56	77	14	4,0	0,7±0,14	42	14***	0*	0,05	0,025±0,008**
	АТ	50	24	0	0,3	0,2±0,02	52	10	0	0,7	0,3±0,17
Сжигание дренажных газов	НДМГ	32	56	0	0,033	0,017±0,002	23	4***	0	0,01	-
	АТ	32	100	59	11,75	5,6±0,5	36	14***	0***	1,6	0,7±0,4**
Нейтрализация трубопроводов и баков	НДМГ	122	51	0	0,04	0,026±0,001	97	13***	0	0,05	0,02±0,003
	АТ	102	40		1,0	0,35±0,03	53	4***	0	0,4	-
Перекачка и сжигание промстоков	НДМГ	30	57	0	0,0075	0,006±0,0002	54	20***	7	0,3	0,09±0,03* *
	АТ	30	100	0	0,05	0,048±0,0004	45	29***	0	1,2	0,5±0,1**
Окончательный демонтаж и резка ракет	НДМГ	21	52	0	0,01	0,007±0,0008	70	7***	0	0,02	0,01±0,005
	АТ	21	71	0	0,87	0,55±0,045	32	34**	0	0,8	0,21±0,08* *

Проведение регламентных работ (технологическая пауза)	НДМГ	16	75	12,5	2,75	0,4±0,27	16	12***	12	0,7	-
	АТ	24	17	0	1,9	0,9±0,65	10	20	0	1,0	-
	НДМА	11	73	73	0,07	0,05±0,003	15	7***	0***	0,009	-
Итого		865	55	11			829	14***	3,5***		

Примечание: 1. ПДК<sub>в.р.з.</sub>: НДМГ – 0,1 мг/м<sup>3</sup>; АТ – 2,0 мг/м<sup>3</sup>; НДМА – 0,01 мг/м<sup>3</sup>; 2. В период технологической паузы НДМГ, НДМА и АТ обнаружены только в помещениях прмсточных насосных перекачки прмстоков горючего и окислителя; 3. Достоверность различий показателей до реконструкции и после: \* – p < 0,03; \*\* – p < 0,01; \*\*\* – p < 0,001

Таблица 2 – Уровни загрязнения НДМГ поверхностей строительных конструкций, оборудования, СИЗ и кожных покровов работающих за весь период наблюдения

Поверхности	До реконструкции					После реконструкции					ПДУ, мг/дм <sup>2</sup>
	Количество проб			Концентрация в положительных пробах, мг/м <sup>3</sup>		Количество проб			Концентрация в положительных пробах, мг/м <sup>3</sup>		
	всего	положительных, %	выше ПДУ, %	макс.	M±m	всего	положительных, %	выше ПДУ, %	макс.	M±m	
Строительные конструкции	161	100	65	0,017	0,007±0,0003	141	64***	28***	0,023	0,0056±0,0005*	0,004
Баки, узлы и агрегаты ракет	45	100	75	0,022	0,009±0,0007	18	72**	22***	0,005	0,003±0,0003**	0,004
Оборудование	174	92	39	0,034	0,006±0,0006	227	45***	15***	0,019	0,0038±0,0004**	0,004
СИЗ органов дыхания и кожи	28	100	86	0,135	0,048±0,0065	82	62***	33***	0,036	0,008±0,001**	0,008
Кожные покровы	30	87	87	0,011	0,0057±0,0005	36	64*	64*	0,008	0,004±0,0003**	0,001
Итого	438	96	58			504	56***	23***			

Примечание: Достоверность различий показателей до реконструкции и после: \* – p < 0,03; \*\* – p < 0,01; \*\*\* – p < 0,001.

Таблица 3 – Динамика уровней загрязнения воздуха рабочей зоны аэрозолями оксидов металлов за весь период наблюдения

Оксиды металлов	До реконструкции					После реконструкции					ПДК в воздухе раб. зоны макс.раз./ср.см., мг/м <sup>3</sup>
	Количество проб			Концентрация в положительных пробах, мг/м <sup>3</sup>		Количество проб			Концентрация в положительных пробах, мг/м <sup>3</sup>		
	всего	положительных, %	выше ПДК, %	макс.	M±m	всего	положительных, %	выше ПДК, %	макс.	M±m	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22	100,0	27	7,1	2,8±0,4	35	88	0**	2,3	0,9±0,1**	6,0/2,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22	100,0	41	40,9	9,9±2,4	35	86	20	20,5	4,2±0,9*	-/6,0
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22	100,0	4,5	3,69	0,95±0,22	35	91	0	0,58	0,07±0,02**	3,0/1,0
MnO <sub>2</sub>	22	100,0	64	0,8	0,19±0,047	35	97	51	0,84	0,24±0,03	0,05
NiO	20	100,0	85	4,48	1,3±0,28	35	91	63	2,76	0,6±0,12*	0,05
TiO <sub>2</sub>	20	90,0	0	0,16	0,09±0,01	23	4***	0	0,01	-	-/10,0
BeO	12	100,0	0	0,001	0,0008±0,00004	23	4***	0	0,0001	-	0,003/0,001
Итого	140	98,5	34			221	73***	21**			

Примечание: Достоверность различий показателей до реконструкции и после: \* – p < 0,05; \*\* – p < 0,01; \*\*\* – p < 0,001.

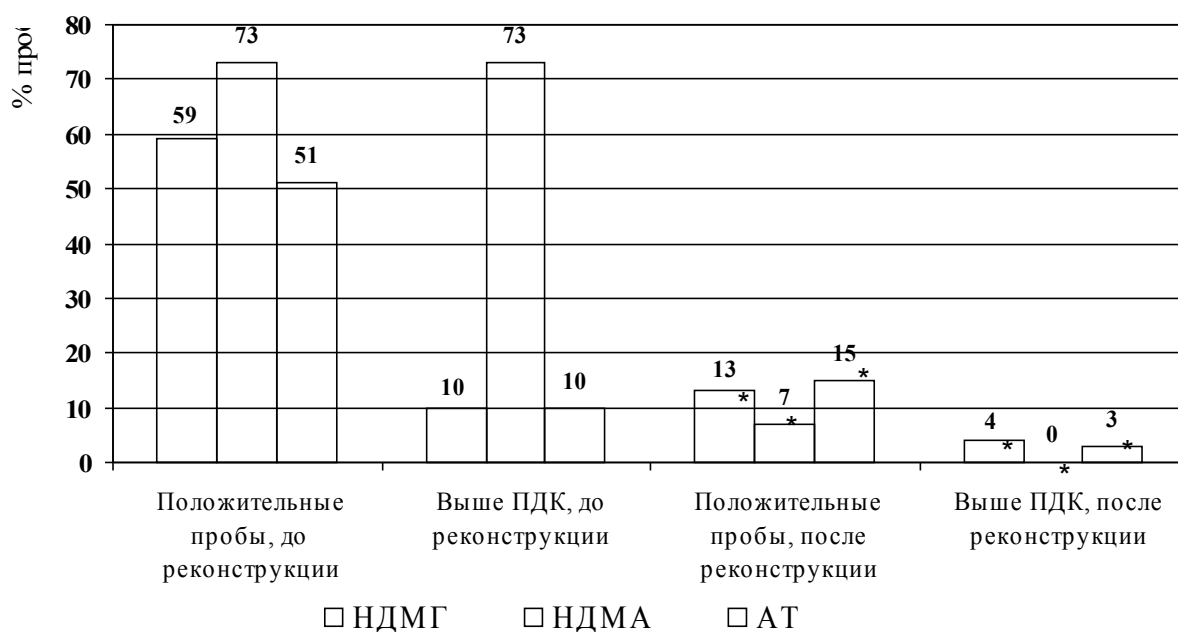


Рис. 1. Динамика загрязнения НДМГ, НДМА и АТ воздуха рабочей зоны в целом по объекту (достоверность различий показателей до реконструкции и после: \* -  $p < 0,001$ )

модернизация устаревшего оборудования, совершенствование технологии нейтрализации МБР, повышение профессионализма и культуры производства, позволили значительно снизить уровни загрязнения воздуха рабочей зоны НДМГ, продуктом его разложения – НДМА и АТ, как в целом по объекту (рис. 1), так и на отдельных этапах нейтрализации (табл. 1). Установлено статистически значимое снижение числа положительных проб с 55 % до 14 %, проб с превышением допустимого уровня – с 11 % до 3,5 %, а также снижение средних и максимальных уровней загрязнения воздуха рабочей зоны при выполнении наиболее неблагоприятных операций.

При оценке уровней загрязнения НДМГ поверхностей строительных конструкций, оборудования, а также СИЗ и кожных покровов персонала в динамике установлено статистически значимое снижение количества положительных проб с 96% до 56%, проб с превышением ПДУ – с 58 % до 23 % (табл. 2). В то же время, максимальная загрязненность поверхностей НДМГ остаётся довольно высокой и превышает допустимые уровни в 4,5 – 8 раз. Подобное состояние поверхностей, опасное в плане десорбции паров НДМГ и контактного загрязнения кожных покровов, связано с отсутствием эффективных

средств и методов их нейтрализации, а что касается загрязнения СИЗ и кожных покровов – с отсутствием на предприятии санпропускника и спецпрачечной.

Контроль содержания аэрозолей оксидов металлов в воздухе рабочей зоны нового корпуса резки показал определенную тенденцию к снижению их уровней и частоты обнаружения (табл. 3). Однако, вследствие низкой эффективности вытяжной вентиляции камер резки и местных отсосов, проведение термической резки элементов ракет, особенно в ручном режиме, по-прежнему сопровождается интенсивным загрязнением воздуха рабочей зоны оксидами никеля, марганца и железа.

### **Выводы**

1. Ведущими вредными и опасными факторами производственной среды в Центре ликвидации МБР являются высокотоксичные компоненты ракетного топлива. Загрязнение НДМГ воздуха рабочей зоны, поверхностей строительных конструкций, оборудования, СИЗ и кожных покровов персонала представляет опасность в плане комплексного воздействия на организм.

2. Значительный вклад в загрязнение воздуха рабочей зоны вносят аэрозоли конденсации металлов, образующиеся при термической резке ракет, которые при комбинированном с НДМГ воздействии могут усилить риск токсического и канцерогенного эффекта.

3. Технология нейтрализации и ликвидации МБР представляет собой сложный, многостадийный, прерывистый процесс с большим объёмом ручного труда при непосредственном нахождении персонала в зоне возможного выделения токсичных веществ. Наиболее опасными в гигиеническом отношении технологическими операциями являются стыковка МБР с системой нейтрализации объекта, сброс транспортного давления из трубопроводов и баков со сливом компонентов топлива, а также термическая резка ракет.

4. Согласно гигиеническим критериям оценки условий труда при воздействии химического фактора, работники объекта имеют вредные условия труда – класс 3.2 – 3.4.

5. Результаты выполненных исследований позволили разработать комплекс мероприятий по оптимизации условий труда и оценить эффективность внедрённых требований и рекомендаций.

6. Реализация ряда мероприятий, направленных на обеспечение безопасности персонала, позволила значительно оздоровить условия труда в Центре ликвидации МБР.

7. В силу особенностей технологии ликвидации МБР, недостаточного санитарно-технического обеспечения проводимых работ и отсутствия эффективных способов нейтрализации производственных поверхностей, сохраняется риск комбинированного и комплексного воздействия вредных и опасных химических факторов на здоровье работников, как при нейтрализации ракет, так и при их резке.

### **Литература.**

1. Воронин Н.Ф. Медико-гигиеническая оценка условий труда персонала при высокотемпературной резке ракет-носителей ядерных боеприпасов наземного базирования после их нейтрализации / Н.Ф. Воронин, О.Н. Семёнова, Л.И. Иваницкая, О.Б. Шашкова // Актуальные проблемы химической безопасности в Российской Федерации: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, посв. 45-летию ФГУП «НИИГПЭЧ» ФМБА России. – СПб, 2007. – С. 294–296.

2. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности: ГОСТ 12.1.007-76. – М.: Издательство стандартов, 1977. – 6 с.

3. Горшкова Р.Б.. Назначение и основные положения методических указаний 1.2.40-05 «Санитарно-гигиенические требования по обеспечению безопасных условий труда персонала и проживания населения при проведении работ на базах ликвидации ракет-носителей ядерных боеприпасов наземного базирования» / Р.Б. Горшкова, Н.Ф. Воронин, М.П. Шелудякова, Т.В. Черносвитова, В.С. Кушнева, О.Н. Семёнова // Медицина экстремальных ситуаций. – 2006. – № 13 (17). – С. 40 – 43.

4. Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Методические указания. МУ 3936-85. – М.: Минздрав СССР, 1985. – 18 с.

5. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: ГОСТ 12.1.005-88. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 75 с.

6. Пособие по токсикологии, гигиене, химии, индикации, клинике, диагностике острых и хронических интоксикаций и профилактике профессиональных заболеваний при работе с несимметричным диметилгидразином / Под общ. ред. М.Ф.Киселёва, В.Р. Рембовского, В.В. Романова. – СПб., 2009. – С.12 – 25.

7. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Руководство. Р 2.2.2006-05. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2005. – С.12 – 15, 84 – 97.

8. Санитарно-гигиенические требования по обеспечению безопасных условий труда персонала и проживания населения при проведении работ на базах ликвидации ракет-носителей ядерных боеприпасов наземного базирования: Методические указания. МУ 1.2.40-05. – М.: ФМБА России, 2005г. – 70 с.

9. Справочник по токсикологии и гигиеническим нормативам (ПДК) потенциально опасных химических веществ / Под общ. ред. В.С. Кушневой и Р.Б. Горшковой. – М.: ИздАТ, 1999. – 272 с.