

М. Ф. Халиков, Б. М. Азизов

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ТОКСИЧНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЯДОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА

Ключевые слова: токсичность, промышленные яды, производственный фактор, температура, шум, сочетанное воздействие.

В работе предпринята попытка обобщения результатов многочисленных исследований по воздействию производственного шума на степень токсичности промышленных ядов по отношению к живым организмам. Утверждается, что в условиях повышенного уровня шума степень токсичности промышленных ядов возрастает. В работе получены количественные зависимости позволяющие учитывать изменение параметра LD₅₀ в зависимости от шумового фактора, что может быть использовано при нормировании содержания вредных веществ в промышленных условиях.

Keywords: Toxicity, industrial poisons, production factor, noise, combined influence.

In work attempt of generalization of results of numerous researches on influence of industrial noise on degree of toxicity of industrial poisons in relation to live organisms is undertaken. Affirms that in the conditions of the raised noise level degree of toxicity of industrial poisons increases. In work quantitative dependences allowing are received to consider change of parameter LD₅₀ depending on the noise factor that can be used at rationing of the maintenance of harmful substances in industrial conditions.

Шум, вредные вещества - являются широко распространенными абиотическими факторами производственной среды, имеющие важное гигиеническое значение. С развитием техники, появлением машин с большим числом оборотов, высокими скоростями и большой мощностью, возникают колебания, воздействующие на организм человека, вследствие передачи их через воздушную среду и через ограждения зданий. При этом спектр частот расширяется, появляются шумы импульсного характера. Об этом свидетельствуют данные многих авторов. Они указывают, что распространенными являются шумы громкостью 95-120 фонов, а в ряде производств - 120 фонов и более. Особенное гигиеническое значение приобретают шумы агрегатов ударного действия, а также потоков воздуха и газов, движущихся с большими скоростями, в спектре которых преобладают высокие частоты. Эта область частот приводит к ранней тугоухости и прогрессирующему развитию глухоты, вызывает ряд сдвигов в организме, которые говорят о значительном ее влиянии на высшие отделы центральной нервной системы.

Современная техника нередко не только сопровождается усилением шумового фона на производстве, но и возрастанием его интенсивности во всех городах земного шара. Если сравнительно недавно уровень шума на улицах большого города составлял 60-80 фонов, то в настоящее время он достигает 90 дБ и более. Шум с улицы проникает в здания - жилые и общественные, школы и больницы и создает неблагоприятную обстановку для отдыха, умственной работы, рационального лечения больных, особенно в клиниках для больных заболеваниями нервной системы.

Проблема сочетанного действия вредных производственных ядов и повышенного уровня шума является малоизученной на данный момент, несмотря на важность, т.к. данное сочетание встречается на многих видах производств. Таких как, предприятия металлургической промышленности, нефтегазового производства, машиностроения, сельского хозяйства и др. Постоянное сочетанное воздействие шума и вредных веществ на рабочих многих производств, способствует нарушению функционального состояния нервной системы, особенно ее высших отделов. Нарушение динамики корковых процессов находится в зависимости от уровня шума и его спектрального состава.

С физической стороны шум представляет сложное явление. Источники его генерации не только многочисленны, но и порождают механические колебания очень разнообразного характера. Действие их на организм едва ли будет одинаковым по силе, а возможно, и неодинаковым по характеру возникающих реакций. По сути дела, о глубоких интимных процессах, происходящих под влиянием шума, далеко еще не все известно, если судить по литературным данным, посвященным проблеме шума.

В течение многих лет проблема шума среди гигиенистов рассматривалась в основном с позиций воздействия на орган слуха, в частности в отношении развития тугоухости и глухоты. Изменениям функциональной подвижности слухового анализатора, состоянию адаптации после воздействия различных по силе и спектральному составу шумов уделялось относительно небольшое внимание.

Насчитываются сотни работ, посвященных патологическому состоянию органа слуха - тугоухости и глухоте.

Подобное положение вполне объяснимо, ибо проще всего было исследовать именно изменения порога слышимости, тем более что первые наблюдения этого рода относятся к концу прошлого столетия, когда учение о функции слухового анализатора не было еще достаточно разработано. Аудиометрический метод имеет большое значение для установления степени изменения слуховой чувствительности, адаптации, утомления или переутомления этого анализатора. Особенно это важно при определении индивидуальной чувствительности и для своевременного перевода на работы, не связанные с шумом. Наряду с изменениями в слуховом анализаторе, а иногда и раньше происходят изменения в центральной нервной системе.

Исследования показывают, что электрическая активность мозга людей и животных, подвергающихся комбинированному действию сильного шума и промышленных ядов, изменяется, вызывая нарушение точности автоматизированного простого движения и нарушение точности зрительно-моторной координации, в значительно большей степени, нежели при воздействии данных факторов по отдельности. Увеличивается латентный период простой двигательной реакции с фазным характером нарушений. Авторы наблюдали большие сдвиги и в вегетативных реакциях - изменение частоты дыхания, пульса, гипотонию, покушение тонуса мышц.

У мышей, подвергнутым действию данных факторов, с возрастанием интенсивности шума наблюдается повышение частоты случаев судорог со смертельным исходом и беспорядочными движениями. Опасными оказались все исследуемые шумы, особенно же интенсивностью 120-130 дБ. Но даже и при шуме интенсивностью в 90-100 дБ может в зависимости от спектрального своего состава привести к функциональному нарушению корковой динамики, а также к нарушению взаимодействия и совместной деятельности корковых сигнальных систем.

Шум, в сочетании с вредными веществами оказывает влияние на психику, вызывает утомление, появляются головные боли, развивается бессонница, сон становится прерывистым, появляется чувство страха, понижение кровяного давления.

Шум интенсивностью в 110 дБ с частотой 10000-20000 Гц, в сочетании со свинцом вызывает эозинопению, снижает число ретикулоцитов (на 38-40%), изменение функции эндокринных желез, гиперфункцию надпочечников, увеличение количества эозинофилов в передней доле гипофиза, изменяется функция коры надпочечников, в частности количество выделяемого кортикотропного гормона, оказывающего влияние на состояние костной структуры. В лабиринтной жидкости уменьшается содержание аминокислот, что приводит к изменению и микрофонного эффекта улитки, изменяется секреторная и моторная функция желудка и кишечника вследствие нарушения деятельности высших отделов центральной нервной системы.

Таким образом, комбинированное действие промышленных ядов и шума вызывает реакцию со стороны всего организма и многих его органов и систем значительно в большей

степени, нежели действие данных абиотических факторов отдельно. Нарушение функций организма может быть различно выражено в зависимости от интенсивности шума, его спектральной характеристики и времени действия. Интенсивные, часто повторяющиеся высокочастотные шумы приводят к быстрому развитию ряда функциональных сдвигов в организме. На первый план выступают нарушения подвижности корковых процессов, а также вегетативных функций и функций анализаторов, эндокринных желез и др. Поэтому при оценке неправильно исключительно ориентироваться на состояние органа слуха, хотя, несомненно, на данном этапе оно может быть использовано для оценки комбинированного влияния ядов и шума.

Из вышесказанного вытекает, прежде всего, необходимость рассматривать влияние шума на организм, в сочетании с вредными промышленными веществами, не только с точки зрения патологии органа слуха, а учитывать действие на организм в целом, а отсюда важность комплексного исследования и анализа динамики сдвигов во всех взаимосвязанных и взаимовлияющих функциях организма.

Как показано выше, наиболее чувствительна к такого рода воздействию центральная нервная система, особенно ее высшие отделы. Для оценки функционального состояния центральной нервной системы ряд исследователей определяли у животных скрытое время безусловной рефлекторной оборонительной реакции. Скрытое время рефлекса - это время проведения возбуждения по рефлекторной дуге. Оно адекватно отражает функционального состояния центральной нервной системы. Увеличение этого времени указывает на угнетение нервной системы, укорочение – на повышение возбудимости ее функций (рис.1). В этой связи уместно вспомнить, что еще в 1917 г. Н.П. Кравков писал: «Нервная система может изменять действие яда на организм не только косвенным образом, но и тем, что она сама благодаря тому или другому ее состоянию, различно противостоит действию яда» [2].

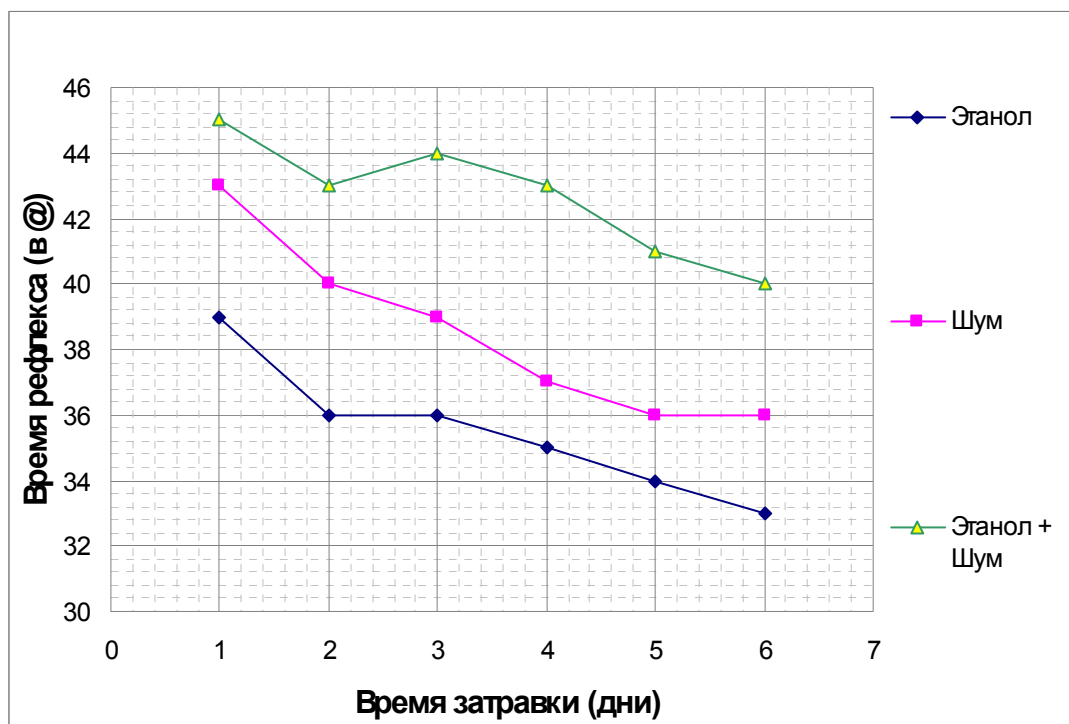


Рис. 1 - Динамика изменения скрытого времени безусловнорефлекторной оборонительной реакции в опытах с шумом (до 130 дБ, 54 кГц) и этанолом

Имеются сообщения о том, что действие яда (на примере четыреххлористого углерода 0,035-0,594 мг/л) в сочетании с высокочастотным шумом, вызывает более высокую смертность подопытных мышей, чем в его отсутствии [3].

При комбинированном воздействии ядов и шума наблюдается четкая тенденция к отставанию в весе по сравнению к изолированному воздействию этих факторов.

Такая же картина и в изменении артериального давления. Наблюдается значительное снижение (рис.2) [4].

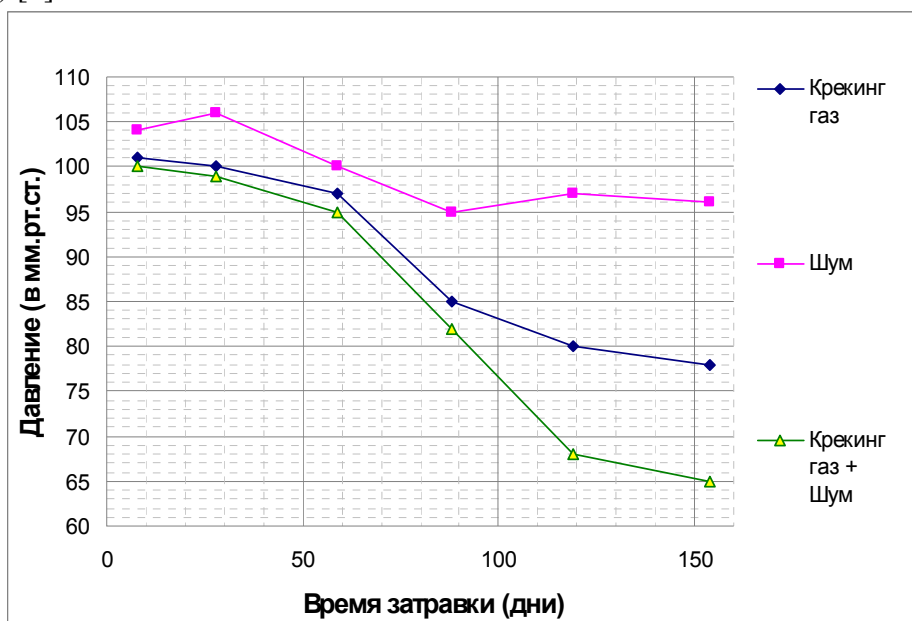


Рис. 2 - Динамика систолического давления белых крыс в мм.рт.ст. при сочетанном воздействии крекинга газом (смесь непредельных углеводородов (фракции C_1-C_4) и сероводорода) и шума (103-104 дб, 2500-3200 Гц)

Серьезные изменения наблюдаются также в изменении среднего времени восстановления способности к прямолинейному движению после кратковременного воздействия углового ускорения – существенная тенденция к задержке (рис.3).

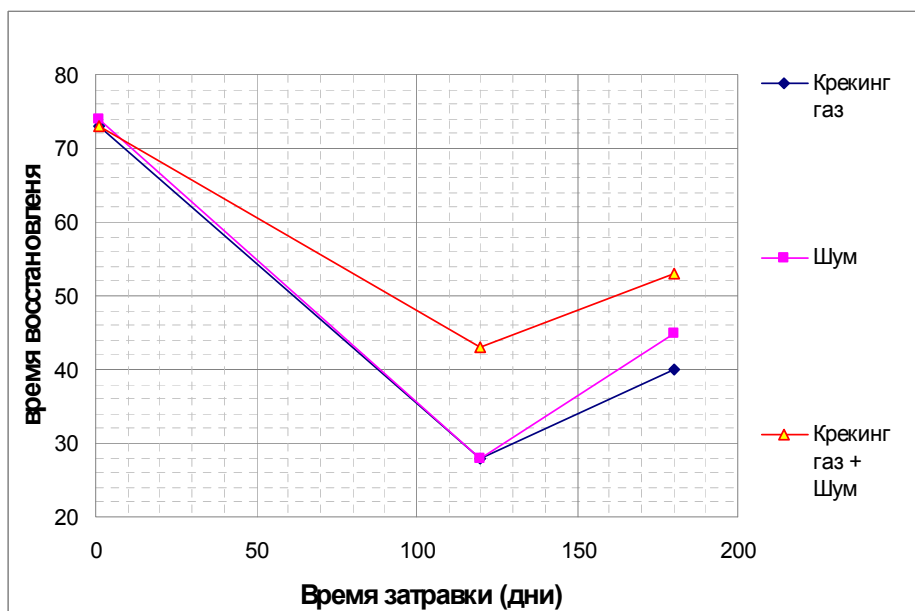


Рис. 3 - Среднее время восстановления способности к прямолинейному движению белых крыс после кратковременного воздействия углового ускорения в центрифуге при сочетанном воздействии крекинга газом (смесь непредельных углеводородов (фракции C_1-C_4) и сероводорода) и шума (103-104 дб, 2500-3200 Гц)

Анализ динамики мышечной силы животных, подвергавшихся комплексному и изолированному действию шума и яда, показал, что изменение этого фактора для разных групп имеет существенное различие (рис.4).

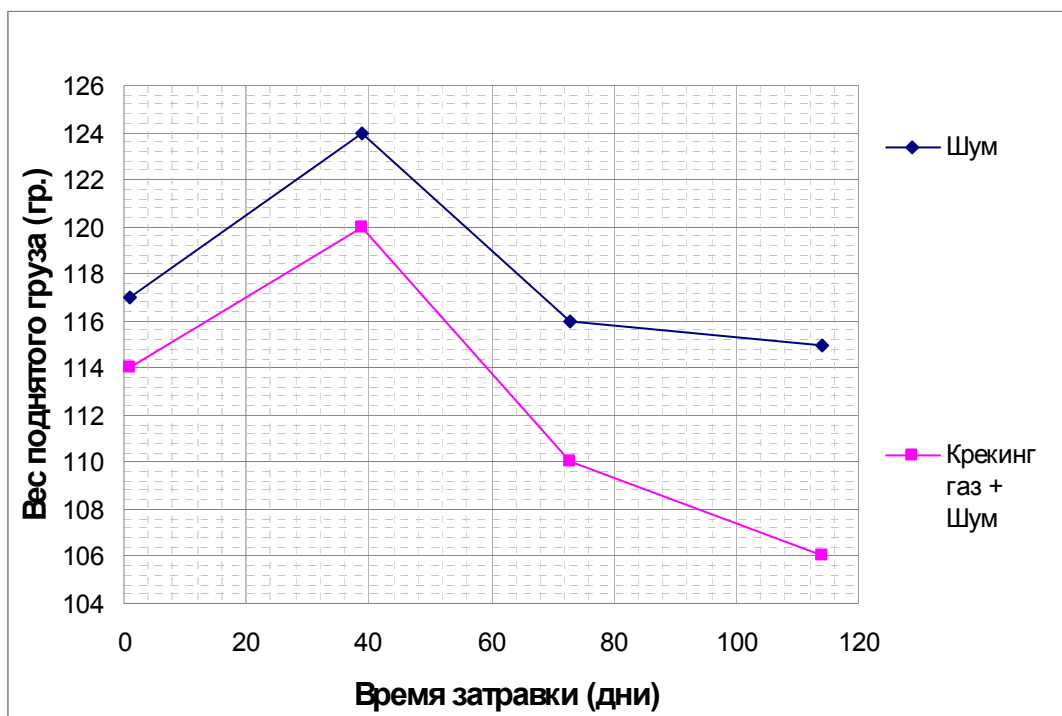


Рис. 4 - Динамика мышечной силы у белых мышей при сочетанном воздействии крекинг газом (смесь непредельных углеводородов (фракции C_1 - C_4) и сероводорода) и шума (103-104 дБ, 2500-3200 Гц)

Свинец и высокочастотный шум (100 дБ с частой 2500 гц) вызывают эозинопению, снижает число ретикулоцитов на 38-40% [6].

Было установлено, что комбинированное воздействие шума и вредных веществ значительно уменьшает содержание сульфгидрильных групп в различных внутренних органах: печени, почках, легких, сердца, головного мозга, мышцах и т.д. Эти данные служат подтверждением важной роли SH-групп, что имеет особое значение в тех случаях, где распознавание болезненного процесса обычными методами затруднительно (таб.1) [5].

Таблица 1 - Содержание сульфгидрильных групп в органах животных при воздействии шума (90 дБ 600 Гц) и стирола

	SH - группы					
	легкие	печень	почки	сердце	головной мозг	мышцы
Шум	1,89	2,87	2,37	1,65	2,11	0,71
Стирол + Шум	1,02	2,1	1,01	0,87	1,03	0,25

Помимо всего вышеперечисленного шум в сочетании с вредными веществами оказывает влияние на психику, вызывает утомление, появляются головные боли, развивается бессонница, сон становится прерывистым, появляется чувство страха. При длительной работе падает внимание. Некоторые авторы указывают на возможность нарушения устойчивости равновесия и появления головокружения, понижение кровяного давления у людей, аритмию, изменение тонуса коронарных сосудов, ангинозный симптомокомплекс, изменение функции эндокринных желез, гиперфункцию надпочечников, изменяется секреторная и моторная функция желудка и кишечника вследствие нарушения деятельности высших отделов цнс [6]

С целью получения количественной зависимости изменения степени токсичности вещества в зависимости от уровня шума были обобщены данные по ряду промышленных ядов, характеристики которых приведены в таблице 2. Все яды классифицировались по степени опасности воздействия на организм человека, в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76:

- I. класс чрезвычайноопасных,
- II. класс высокоопасных,
- III. класс умеренноопасных,
- IV. класс малоопасных веществ

В качестве обобщающей зависимости принималось соотношение вида:

$$LD_{50} = A L^a + f^b,$$

где LD_{50} – летальная доза, мг/г; L – уровень шума, дБ; f – частота, Гц

В результате обобщения получены расчетные формулы, позволяющие учитывать изменения LD_{50} при повышенных уровнях шума

По результатам обобщения предлагаются следующие расчетные формулы:

Для чрезвычайноопасных веществ:

$$LD_{50} = 23050000 L^{-1,5828} + f^{-1,9281}, \quad \text{где } 60 \text{ дБ} \leq L \leq 120 \text{ дБ};$$

$$600 \text{ Гц} \leq f \leq 6000 \text{ Гц}$$

с погрешностью до 25,23%;

Для высокоопасных веществ:

$$LD_{50} = 37,5 L^{-0,1849} + f^{-0,7957}, \quad \text{где } 60 \text{ дБ} \leq L \leq 120 \text{ дБ};$$

$$600 \text{ Гц} \leq f \leq 6000 \text{ Гц}$$

с погрешностью до 23,84%;

Для умеренноопасных веществ:

$$LD_{50} = 0,0000000421 L^{2,4018} + f^{-0,4783}, \quad \text{где } 60 \text{ дБ} \leq L \leq 120 \text{ дБ};$$

$$600 \text{ Гц} \leq f \leq 6000 \text{ Гц}$$

с погрешностью до 19,12%;

где LD_{50} – летальная доза, мг/г; L – уровень шума, дБ; f – частота, Гц.

Таблица 2 - Характеристика промышленных ядов

Вещество	Класс опасности	Уровень звукового давления	Частота	Степень воздействия	Влияние на токсичность промышленных ядов	ПДК для раб. зоны произв. Помещений	Параметр определения воздействия
Этанол	III	до 130 дБ	5400 Гц	28-30 мг/л	Увеличение токсичности на 16,28%	65 дБ	Скрытое время без-условной рефлект-орной оборони-тельной реакции
Борная кислота	II	Пре-выше-ние ПДК шума на 5-10 дБ	4000 Гц	От 20-30 до 100 мг/м ³	Увеличение токсичности на 54 %	60 дБ	Динамика изменения слуха
Стирол	II	90 дБ	600 Гц	0,25-1 мг/л	Увеличение токсичности на 35,42%	70 дБ	Безусловная рефлект-орная деятельность животных (морские свинки)
Крекинг газ (смесь углеводородов C ₁ -C ₄ и смеси сероводорода)	III	103-104 дБ	2500-3200 Гц	12мг/м ³ (в 4 раза выше ПДК для смеси)	Увеличение токсичности на 23,94%	60 дБ	Вес, максимальное артериальное давление, время восстановления прямолинейного движения после воздействия углового ускорения
Свинец	I	100 дБ	2500 Гц	0,0127 мг/м ³	Увеличение токсичности на 67,2%	75 дБ	Внешний осмотр рабочих, изменение слуха, картина крови
Акрил-нитрит	III	90 дБ	3000 Гц		Увеличение токсичности на 21%	70 дБ	Безусловная рефлект-орная деятельность животных (морские свинки)
Углеводороды + сероводород	III	110	2000-3000 Гц	12 мг/м ³	Увеличение токсичности на 25,7%	65 дБ	Общий анализ крови, рентгеноскопия грудной клетки. Изучалось в крови содержание билирубина. Артериальное давление. Гемоглобин, лейкоциты.
Кобальт	I	90 дБ	2000 Гц	2 мг/м ³	Увеличение токсичности на 69%	70 дБ	Общий анализ крови. Жалобы рабочих. Объективное исследование.

В конечном итоге полученные обобщенные формулы, на наш взгляд, можно использовать при гигиеническом нормировании содержания вредных веществ при повышенных уровнях шума.

Литература

1. *Халиков, М.Ф.* Исследование сочетанного действия повышенной температуры воздуха и вредных веществ/ М.Ф. Халиков, Б.М. Азизов //Вестник Казан. технол. ун-та. – 2010. - №7. – С.99.
2. *Кустов, В.В.* Комбинированное действие промышленных ядов/ В.В. Кустов, Л.А.Тиунов, Г.А. Васильев – М: Медицина -1975.
3. *Габитова, Р.Ф.* Состояние здоровья рабочих нефтяной промышленности, подвергающихся воздействию шума и вибрации/Р.Ф. Габитова// Труды Уфимского научно-исследовательского института гигиены и профессиональных заболеваний - Т 2 - 1962.
4. *Полянский, В.А.* К вопросу о комбинированном действии на организм производственного шума и химических факторов/В.А. Полянский//Труды Уфимского Научно-исследовательского Института гигиены и профзаболеваний - Т 4 - 1968.
5. *Онопко, Б.Н.* Содержание замаскированных сульфгидрильных групп в некоторых органах белых крыс, подвергавшихся комплексному воздействию вибрации, шума и запыления/Б.Н. Онопко //Вопросы гигиены труда и профессиональной патологии в угольной, горнорудной и металлургической промышленности - 1968.
6. Гигиена и санитария: информ.-аналит. журн. – №4 – 1959 –С. 25-27.

© **М. Ф. Халиков** - асп. каф. промышленной безопасности КГТУ, halikovmf@tatais.tatenergo.ru;
Б. М. Азизов – д-р техн. наук, проф. той же кафедры.