

На правах рукописи

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РСФСР  
Свердловский государственный медицинский институт

ГРИДИН  
Николай Михайлович

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИМПУЛЬСНОЙ ВИБРАЦИИ  
ПРИ СВОБОДНОЙ КОВКЕ И РИХТОВКЕ МЕТАЛЛА

(140007 — ГИГИЕНА)

Диссертация написана на русском языке

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Свердловск

1973

На правах рукописи

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РСФСР  
Свердловский государственный медицинский институт

ГРИДИН  
Николай Михайлович

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИМПУЛЬСНОЙ  
ВИБРАЦИИ ПРИ СВОБОДНОЙ КОВКЕ  
И РИХТОВКЕ МЕТАЛЛА

(140007 — ГИГИЕНА)

Диссертация написана на русском языке

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Свердловск  
1973

Работа выполнена в Свердловском научно-исследовательском институте гигиены труда и профзаболеваний.

Научный руководитель — кандидат медицинских наук,  
старший научный сотрудник **Л. Я. Тартаковская**

**Официальные оппоненты:**

Доктор медицинских наук, профессор **И. Е. Оранский**

Кандидат медицинских наук, доцент **М. Ф. Лемясев.**

На отзыв о научно-практической ценности диссертация направлена в Ленинградский научно-исследовательский институт гигиены труда и профзаболеваний.

Дата рассылки автореферата 23/7 1973 г.

Захита диссертации состоится 23/7 1973 г.  
на заседании медико-биологического Ученого совета Свердловского государственного медицинского института (ул. Репина, 3).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института (ул. Ермакова, 17).

Ученый секретарь Совета доцент **В. Г. Константинов.**

В решениях XXIV съезда КПСС перед здравоохранением выдвинута задача дальнейшего оздоровления условий труда во всех отраслях народного хозяйства.

Широкое распространение в промышленности оборудования и механизированного инструмента, генерирующего вибрации, привело к росту контингента рабочих, подвергающихся в процессе труда риску заболевания вибрационной болезнью.

Профилактика вибрационной патологии, занимающей ведущее место среди профессиональных заболеваний, является в настоящее время одной из важнейших задач гигиены труда.

Эта задача становится особенно актуальной в связи с постановлением Совета Министров СССР и ВЦСПС от 28 июля 1970 г. № 608 «О мероприятиях по дальнейшему снижению вредного воздействия вибрации машин, технологического оборудования и механизированного инструмента на работников различных отраслей народного хозяйства».

Обширные исследования Е. Ц. Андреевой-Галаниной, В. Г. Артамоновой, Н. П. Беневоленской, З. М. Бутковской, Э. А. Дрогичиной, А. И. Зайченко, Н. Н. Малинской, А. А. Меньшова, Н. Б. Метлиной, А. М. Микулинского, Н. И. Карповой, Н. М. Паранько, И. К. Разумова, Г. И. Румянцева, Ashe, Williams, Klimkova-Deutschova, Kimura, Magos, Plumb, Meigs, Bittmannsberger, Hettinger, Beck и др., посвящены изучению влияния на организм локальной вибрации стабильного характера.

Вопрос о гигиенической и клинико-физиологической характеристике локальной импульсной вибрации, генерируемой ударно-ковочным и рихтовочным оборудованием, не нашел достаточного отражения в литературе и гигиенических нормативах, несмотря на значительную распространенность процессов свободной ковки и рихтовки в промышленности.

В отношении апериодической локальной импульсной вибрации показана возможность возникновения под ее влиянием выраженных сдвигов в организме рихтовщиков и правильщиков вплоть до развития вибрационной болезни (Е. Ц. Андреева-Галанина, А. Ж. Бендин, 1947; Panchoff 1943; Peters,

Jancík 1959; Н. Г. Гавриленко, М. В. Ратнер, 1966; А. М. Минкулинский, Т. З. Роговая, Н. Я. Шалашов, Н. А. Шамборецкий, Н. И. Коссовский, 1968; Н. А. Макаренко, А. С. Вахницкий, 1969; Л. Н. Шкаринов, Э. И. Денисов, Р. А. Лашина, 1968 и др.).

В единичных работах приводится клиническая характеристика вибрационной болезни у кузнецов свободной ковки под влиянием высокочастотной вибрации ротационно-ковочных машин (Ф. И. Кучукова, М. С. Россина, Р. Д. Цагараева, 1967; Н. Н. Малинская, Н. Б. Метлина, 1972 и др.). Что касается низкочастотной периодической импульсной вибрации, возникающей при свободной ковке металла, то данные о ее физической характеристике и влиянии на организм отсутствуют.

Изложенные соображения послужили основанием для проведения углубленных исследований, задача которых состояла в сравнительной гигиенической оценке локальной импульсной вибрации с различными временными и спектральными параметрами, периодического и апериодического характера. С этой целью:

1. Данна физико-гигиеническая оценка вибрации и шума, возникающих при свободной ковке и ручной рихтовке металла, на основании записи и анализа 126 осцилограмм вибрации и 508 спектрограмм шума и вибрации;

2. Изучено влияние импульсной вибрации и шума на состояние физиологических функций у 425 кузнецов свободной ковки и рихтовщиков металла и сдвиги их на протяжении смены у 256 человек;

3. Данна характеристика распространенности и клиники вибрационной болезни у 425 кузнецов свободной ковки и рихтовщиков;

4. На основании полученных материалов рекомендованы мероприятия по профилактике неблагоприятного воздействия импульсной вибрации на организм кузнецов свободной ковки и рихтовщиков.

В соответствии с основной задачей исследований нами были избраны производственные объекты с технологическими процессами, в которых широко представлены операции, являющиеся источниками импульсной вибрации. Такими объектами служили участки изготовления сельскохозяйственных кос на Артинском механическом заводе, трубоволочильного производства на Первоуральском новотрубном заводе и правки стальных листов на Уральском заводе тяжелого машиностроения.

Основными источниками импульсной вибрации в косном производстве являются операции отковки кованцев, разгона или расковки полотна косы, установка обушка косы, а также ручной рихтовки. В трубоволочильном производстве воздействие на работающих импульсной вибрации имеет место при редуцировании, заспицовке труб на ротационно-ковочных машинах и забивке концов труб на ротационно-ковочных машинах и молотах.

Сравнительное изучение условий труда и состояния здоровья проведено у трех профессиональных групп, выделенных нами в соответствии с особенностями физических параметров импульсной вибрации, воздействию которой они подверглись.

Первую группу составили кузнецы свободной ковки, занятые отковкой кованцев и разгоном полотна косы в производстве сельскохозяйственных кос, а также кузнецы свободной ковки, осуществляющие забивку концов труб на ковочных молотах в трубоволочильном производстве. Во вторую группу вошли кузнецы ротационно-ковочных машин, осуществляющие редуцирование и заспицовку труб в трубоволочильном производстве. Третью группу составили рихтовщики кос и стальных листов машиностроительного завода.

Физико-гигиеническая оценка импульсной вибрации дана на основании исследования:

- а) временных характеристик колебательного процесса;
- б) спектра среднеквадратических значений колебательной скорости;
- в) пиковой величины виброускорения в импульсе.

Осциллографирование колебательного процесса для последующего определения временных характеристик производили с помощью электродинамических датчиков СМВ-1 с шлейфным магнитоэлектрическим осциллографом Н-700.

Спектры среднеквадратических величин колебательной скорости и звукового давления определяли виброакустической аппаратурой датской фирмы «Брюль и Кьер», включающей прецизионный измеритель уровня звука 2203, октавный фильтр 1613, а также акселерометр 4334 с интегратором ZR-0020 при исследовании вибрации и микрофон 4131 при исследовании шума. Измерения производили при величине интегрирования 200 мсек, соответствующей характеристике «Fast» прецизионного измерителя уровня звука.

Среднеквадратические величины звукового давления, как на это указывают Е. Ц. Андреева—Галанина, С. В. Алексе-

ев, А. В. Кадыскин, Г. А. Суворов (1972), характеризуют лишь его статистическую огибающую. Слишком большая величина интегрирования, в частности 200 мсек в примененной нами аппаратуре, сглаживает крутые перепады звукового давления и колебательной скорости, которые в значительной мере определяют биологическое действие импульсного шума, а также импульсной вибрации.

Для более детальной характеристики вибрационного процесса мы определяли пиковую величину виброускорения в импульсе с помощью акселерометров типа ИС-313, ИС-318 со светолучевым осциллографом С1-19Б.

Э. И. Денисов, Н. И. Ковшов, И. К. Разумов, Л. Н. Шкаринов (1968) предложили в качестве критерия импульсности шума величину разности ( $\Delta L$ ) между уровнем звукового давления, измеренным стандартным шумометром при величине усреднения 200 мсек, и импульсным в положении I при постоянной времени — 23 мсек.

Для определения показателя импульсности нами проведены измерения уровня звукового давления с помощью прецизионного импульсного шумометра PSI —201 фирмы RFT ГДР, характеристики которого соответствуют величинам интегрирования 500, 200 и 23 мсек.

Вибрация, генерируемая ковочными молотами, воздействию которой подвергалась обследованная нами группа кузнецов ковочных молотов, имеет с вибрацией, возникающей при ручной рихтовке кос и стальных листов, близкие частоты следования импульсов — от 1 до 4 в секунду, длительность импульса — 86—125 мсек и пиковую величину виброускорения в импульсе — в среднем 17 g, с колебаниями от 11 до 30 g (табл. 1).

Существенным различием является то, что вибрация, возникающая при свободной ковке, имеет периодический, а при рихтовке — апериодический характер с относительно беспорядочным следованием импульсов и пауз.

Вибрация, воздействию которой подвергались кузнецы свободной ковки, обслуживающие ротационно-ковочные машины, отличается от описанной выше большей основной частотой следования импульсов, составляющей 5—16 в секунду, с наложенными высокочастотными колебаниями, большей пиковой амплитудой виброускорения в импульсе, отсутствием пауз между импульсами.

Спектры среднеквадратических значений колебательной скорости (рис. 1) при свободной ковке на ковочных молотах

Таблица 1.

**Временные характеристики импульсной вибрации, возникающей  
при свободной ковке и ручной рихтовке металла**

Выполняемая операция	Тип молота, место измерения вибра- ции	Период повтор- ения, мсек $T_1$	Частота сле- довования им- пульсов, Гц $f_1$		Длительность импульса, мсек $t_1$	Длительность паузы, мсек $t_0$	Скважность $T_1$ tu	Частота запо- лнения импу- льса, Гц $f_1$	Время нара- стания перед- него фронта мсек $\tau_1$	$\log \frac{\text{декремент}}{\text{затухания}} \hat{v}$
			Частота сле- довования им- пульсов, Гц $f_1$	Длительность импульса, мсек $t_1$						
1. Отковка кованцев, забивка концов труб	Беше, на руко- ятках клемшей	272	1,3,6	86	186	3	113	2,3	0,56	
2. Разгон полотна	МСК-1А, на рукоятках клем- щей	282	3,5	91	191	3	97	2,4	0,67	
3. Ручная рихтовка	На рукоятках молотка	500–1000	1–2	125	375–875	4–8	—	12,5	—	

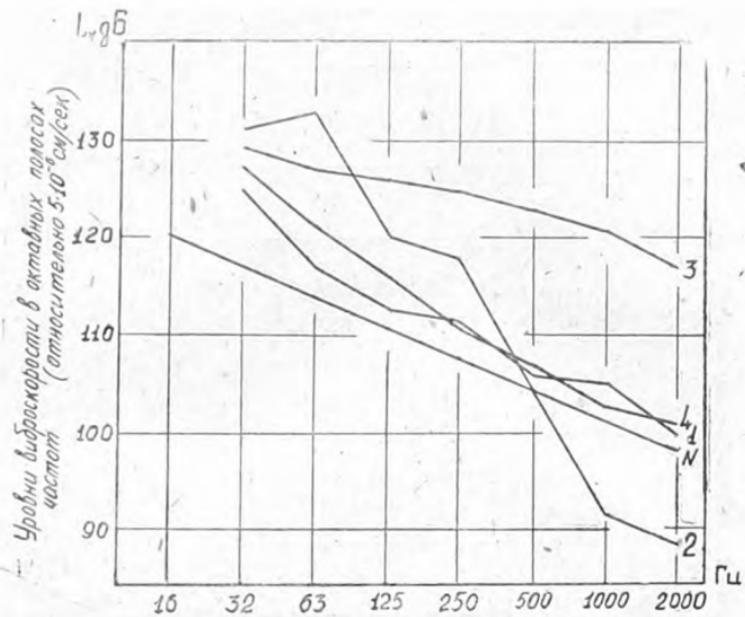


Рис. 1. Спектры среднеквадратических уровней колебательной скорости на рукоятках клемшей при свободной ковке на молотах Беше (1) и МСК-1А (2); на трубе — при забивке концов труб на ротационно-ковочных машинах крупного размера (3); на рукоятках молотка при ручной рихтовке (4); N — предельный спектр в соответствии с СН-626-66.

и рихтовке металла имеют широкополосный характер с максимальными значениями на частотах 32—125 гц, равными 116—131 дБ, что выше допустимых уровней на 5—19 дБ. Первый максимум, можно полагать, имеется на частотах 1—4 гц, соответствующих частотам следования импульсов. От 250 гц и выше уровни вибрации снижаются при ручной рихтовке и отковке кованцев на молотах Беше почти до предельно допустимых, при разгоне полотна косы на молотах МСК-1А до уровней, ниже допустимых.

Спектры вибраций при забивке концов труб на ротационно-ковочных машинах крупного размера отличаются от перечисленных выше значительно большей энергией высокочастотных составляющих. Превышение нормативных уровней

вибрации в области частот 250—2000 гц достигает 19 дб.

Уровни шума, измеренные импульсным шумометром при постоянной времени 23 мсек, составляли у ковочных молотов 110—122 дб, при ручной рихтовке — 98 дб, у ротационно-ковочных машин — 111 дб. Показатель импульсности ( $\Delta L$ ) был равен, по нашим данным, при работе ковочных молотов и ручной рихтовке 6—9 дб.

Спектры среднеквадратических уровней звукового давления шума (рис. 2), генерируемого ротационно-ковочными машинами, характеризуются преобладанием энергии высоких частот в отличие от спектров шума ковочных молотов, где наибольшие уровни звуковой энергии приходятся на низкие частоты.

Хронометраж рабочих операций показал, что продолжительность воздействия вибрации у кузнецов ковочных молотов и рихтовщиков составляет 70—85% смены, у кузнецов ротационно-ковочных машин 55—62% без учета микропауз.

Общим для трудового процесса (табл. 2) кузнецов ковочных молотов, ротационно-ковочных машин и рихтовщиков является, наряду с воздействием импульсной вибрации и шума, мышечное напряжение с превалированием статических усилий у кузнецов, значительное мышечное напряжение со статическими и динамическими усилиями у рихтовщиков, частое повторение однообразных движений. Кузнецы свободной ковки молотов и ротационно-ковочных машин работают в условиях нагревающего микроклимата.

Различия в физической характеристике импульсной вибрации и шума и характере сопутствующих факторов производственной среды нашли свое отражение в состоянии физиологических функций и клинических проявлениях вибрационной болезни у обследованных в условиях клиники Института и экспедиционных выездов групп кузнецов ковочных молотов, кузнецов ротационно-ковочных машин и рихтовщиков.

Состояние физиологических функций изучалось как для оценки неблагоприятного действия вибрации и сопутствующих факторов производственной среды, так и для определения тяжести и утомительности труда кузнецов свободной ковки и рихтовщиками. Функциональные сдвиги у практически здоровых лиц сопоставляли со сдвигами у больных вибрационной болезнью.

При выборе физиологических методов исследования мы учитывали, что вибрация и шум вызывают реакцию со стороны адекватных анализаторов — слухового и вибрационного,

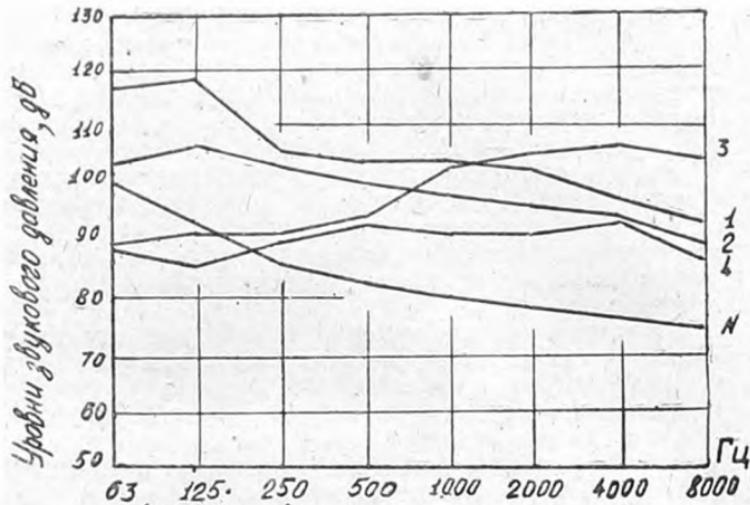


Рис. 2. Спектры среднеквадратических уровней звукового давления при свободной ковке на молотах Беше (1) и МСК-1А (2), при зашивке концов труб на ротационно-ковочных машинах (3) и ручной рихтовке (4). Н — предельный спектр (ПС-80).

нервно-мышечного аппарата, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем.

Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы исследовали частоту пульса по методике радиопульсометрии, разработанной Свердловской биотелеметрической группой, артериальное давление, температуру кожи кистей и состояние капилляров ногтевого ложа.

Функциональное состояние центральной нервной системы оценивали по скорости зрительно-моторной реакции. Слуховая, вибрационная и болевая чувствительность изучались методами тональной аудиометрии, пальпестезиометрии и алгезиметрии, состояние нервно-мышечного аппарата оценивали по показателям мышечной силы и статической выносливости. Всего, помимо радиопульсометрии, проведено около восьми тысяч исследований различных функций. Данные исследования физиологических показателей обработаны статистически с использованием критерия достоверности по Стьюденту.

Таблица 2.

**Гигиеническая характеристика условий труда кузнецов  
свободной ковки и рихтовщиков**

Производственные факторы	Кузнецы ковочных молотов	Кузнецы ротационно-ковочных машин	Рихтовщики
<b>I. Вибрация</b>			
1. Частота и периодичность следования импульсов	периодические импульсы 3,5—35 имп/сек	периодические импульсы 5—16 имп/сек	aperiodические импульсы 1—2 имп/сек
2. Характеристика среднеквадратических спектров колебательной скорости, превышение допустимых уровней на частотах	32—125 гц на 5—19 дб	250—2000 гц на 19 дб	32—125 гц на 5—19 дб
<b>II. Шум</b>			
1. Пиковый уровень звукового давления	110—122 дб	111 дб	98 дб
2. Разница между пиковыми и среднеквадратическими уровнями звукового давления	6—9 дб	0	6—9 дб
3. Характеристика среднеквадратических спектров звукового давления, превышение допустимых уровней на частотах	32—8000 гц на 13—27 дб	1000—8000 гц на 20—30 дб	500—8000 гц на 9—14 дб
<b>III. Микроклимат</b>	нагревающий: повышенная температура воздуха и интенсивное тепловое излучение		
<b>IV. Трудовой процесс</b>	мышечное напряжение с преобладанием статических усилий терморегуляторное напряжение		
Характер нагрузки на организм	значительное мышечное напряжение с динамическими статическими усилиями		

При исследовании частоты пульса методом радиопульсометрии в процессе труда средний максимальный уровень пульса у кузнецов свободной ковки составил 122—132 уд/мин, что дает основание для отнесения выполняемой ими работы с точки зрения максимальной интенсивности нагрузки к категории работ со средними усилиями (В. В. Розенблат, Ю. Г. Солонин, 1966).

Среднерабочий уровень пульса у кузнецов ковочных молотов составил 95,5 уд/мин, у кузнецов ротационно-ковочных машин — 98,0 уд/мин, у рихтовщиков — 96,5 уд/мин, что позволяет отнести выполняемую ими работу к категории работ средней тяжести. Полученные данные исследования частоты пульса у кузнецов свободной ковки отражают мышечное и терморегуляторное напряжение, а у рихтовщиков — более значительную степень мышечного напряжения.

Уровни артериального давления как у практически здоровых, так и у больных вибрационной болезнью кузнецов свободной ковки ниже, чем у рихтовщиков. У больных вибрационной болезнью всех трех профессиональных групп отмечается тенденция к снижению систолического артериального давления в пределах возрастной группы до 40 лет с увеличением стажа работы в данной профессии, в то время как у практически здоровых лиц этих профессий обнаруживается тенденция к увеличению артериального давления. При исследовании в динамике рабочего дня систолическое и пульсовое давление у кузнецов свободной ковки характеризуется тенденцией к снижению до обеденного перерыва и к концу смены.

Исследование капилляров ногтевого ложа (табл. 3) показало, что у рихтовщиков как практически здоровых, так и больных вибрационной болезнью, частота спазма капилляров достоверно выше, чем у обеих групп кузнецов. У практически здоровых кузнецов свободной ковки молотов и ротационно-ковочных машин явления спазма капилляров наблюдаются примерно с одинаковой частотой, у больных вибрационной болезнью этих групп спазм капилляров встречается достоверно чаще ( $P < 0,05$ ). Кузнецы ротационно-ковочных машин, больные вибрационной болезнью, занимают второе место по частоте спазма после рихтовщиков.

Средняя температура кожи кистей рук как у практически здоровых, так и у больных вибрационной болезнью рихтовщиков ниже, а случаи понижения температуры кожи мече 25,0°C встречаются достоверно чаще, чем в соответствующих

Таблица 3

Данные некоторых функциональных исследований у кузнецов  
свободной ковки и рихтовщиков

Исследованные показатели	Кузнецы ковочных молотов		Кузнецы ротационно-ковочных машин		Рихтовщики	
	практически здоровые	больные вибр. болезнью	практически здоровые	больные вибр. болезнью	практически здоровые	больные вибр. болезнью
1. Частота спазма капилляров (‰)	46,2	60,5	44,4	71,4	66,6	94,1
2. Частота случаев понижения температуры менее 25°C (‰)	11,6	8,9	6,7	11,2	18,2	38,9
3. Частота температурных асимметрий более 1°C на правой и левой кистях (‰)	22,0	20,5	5,2	16,8	18,2	55,6
4. Повышение порогов вибрационной чувствительности, дБ	9,0— 10,4	11,1— 13,6	10,2— 15,3	10,7— 16,8	12,0— 17,8	15,5— 18,4
5. Пороги болевой чувствительности, мм	0,45	0,53	0,46	0,56	0,49	0,57
6. Повышение порогов слуховой чувствительности дБ, на частотах						
128—2048 гц	15—23	17—35	12—24	16—28	13—40	12—29
4096—8192 гц	36—38	41—42	38—39	37—38	31—46	44—50
7. Процент лиц со значительной степенью снижения слуха	—	40,0	—	11,0	—	46,2
8. Мышечная сила, см пр. ст.	78,0	69,0	82,0	70,0	73,0	56,0
9. Статическая выносливость, сек	70,0	83,0	75,0	66,0	59,0	47,0

группах кузнецов молотов и ротационно-ковочных машин. У больных вибрационной болезнью рихтовщиков и кузнецов ротационно-ковочных машин понижение температуры кожи кистей наблюдается достоверно чаще ( $P < 0,05$ ), чем у практически здоровых лиц этих профессий.

Асимметрии температуры кожи у больных вибрационной болезнью рихтовщиков встречаются в 3 раза чаще, чем у практически здоровых, а также в 2,8—3,3 раза чаще, чем у больных вибрационной болезнью кузнецов ротационно-ковочных машин и кузнецов ковочных молотов.

Повышение порогов вибрационной чувствительности у практически здоровых рихтовщиков при стаже 1—5 лет достигает уровня 4,1—9,1 дБ, у кузнецов ротационно-ковочных машин — 8,0—14,4 дБ, у кузнецов ковочных молотов — 7,7—10,3 дБ. С увеличением стажа до 16—20 лет пороги вибрационной чувствительности в наибольшей степени повышаются у кузнецов ротационно-ковочных машин и рихтовщиков, достигая соответственно 10,2—15,3 дБ и 12,0—17,8 дБ, в наименьшей степени у кузнецов ковочных молотов — до 9,0—10,4 дБ.

У больных вибрационной болезнью всех трех профессиональных групп повышение порогов вибрационной чувствительности выражено в большей степени, чем у практически здоровых, до 15,5—18,4 дБ у рихтовщиков, 10,7—16,8 дБ у кузнецов ротационно-ковочных машин, 11,1—13,6 дБ у кузнецов ковочных молотов. Таким образом, у больных вибрационной болезнью имеют место те же различия между отдельными группами, которые наблюдаются у практически здоровых лиц.

Пороги болевой чувствительности у всех трех профессиональных групп характеризуются умеренным повышением, более значительным у больных вибрационной болезнью в сравнении с практически здоровыми лицами.

Снижение слуха у рабочих всех трех профессиональных групп наиболее выражено в области высоких частот (4096—8192 Гц). У больных вибрационной болезнью пороги слухового восприятия выше, чем у практически здоровых кузнецов и рихтовщиков. С увеличением стажа снижение слуха прогрессирует у рихтовщиков как практически здоровых, так и больных вибрационной болезнью, в большей степени, чем у кузнецов свободной ковки обеих групп.

У рихтовщиков и кузнецов ковочных молотов, больных вибрационной болезнью, значительная степень снижения слу-

ха в соответствии с классификацией В. Е. Остапович и Н. И. Пономаревой (1971) наблюдается достоверно чаще ( $P < 0,01 \pm 0,02$ ), чем у кузнецов ротационно-ковочных машин.

Снижение мышечной силы и статической выносливости кистей рук как с увеличением стажа, так и в целом по группе, наиболее выражено у рихтовщиков и в наименьшей степени — у кузнецов ротационно-ковочных машин, промежуточное положение занимают кузнецы ковочных молотов. У больных вибрационной болезни показатели мышечной силы и статической выносливости достоверно ( $P < 0,002 \pm 0,01$ ) ниже, чем у практически здоровых лиц всех трех профессиональных групп.

В течение смены статическая выносливость у практически здоровых кузнецов ковочных молотов достоверно снижается на 25,7%, а у кузнецов ротационно-ковочных машин — на 23,2% ( $P < 0,002 \pm 0,01$ ), что так же, как и данные радиопульсометрии, дает основание для отнесения выполняемой ими работы к категории работ средней тяжести.

Определение латентного периода зрительно-моторной реакции в динамике рабочего дня показало, что к концу смены у стажированных кузнецов ковочных молотов этот показатель достоверно ( $P < 0,01$ ) возрастает на 28,3%, что свидетельствует об определенной тенденции к превалированию процессов торможения в коре головного мозга в результате утомления.

Исследование нервно-мышечного аппарата методом триметрии показало, что к концу рабочей смены у кузнецов ротационно-ковочных машин количество ошибок (число касаний) при проведении металлическим наконечником по волнообразной кривой возрастает на 19,2%. Координационный показатель (произведение общего времени упражнения на общее количество ошибок) после работы также достоверно увеличивается ( $P < 0,05$ ). Обнаруживается тенденция к снижению критической частоты световых мельканий, а также показателя внимания, исследованного методом корректурных таблиц.

Клиническая картина вибрационной болезни у трех обследованных профессиональных групп, наряду с общностью поражения определенных систем, характеризуется различиями в сроках и темпах развития патологического процесса, частоте отдельных симптомов, степени их выраженности и последовательности появления.

Наиболее часто больные всех трех групп предъявили

жалобы на болевые ощущения в руках. Частота этих жалоб во всех группах была примерно одинаковой и составляла от 79,3 до 83,3% (табл. 4). Если жалобы на боли в кистях и лу-чезапястных суставах у кузнецов и рихтовщиков отмечались с близкой частотой (в 62,1—72,2%), то боли в предплечьях и проксимальных отделах рук достоверно чаще отмечались у рихтовщиков (в 65,1% против 39,0% у кузнецов молотов и 27,7% у кузнецов ротационно-ковочных машин), т. е. у рихтовщиков боли имели более распространенный характер.

Местные сосудистые расстройства на руках, относящиеся к наиболее постоянным признакам вибрационной болезни, отмечались у подавляющей части больных всех групп, на что указывала наблюдавшаяся у них повышенная чувствительность рук к охлаждению, преходящие онемения в них, приступы побеления пальцев, положительный симптом белого пятна. С несколько большей частотой эти симптомы были выявлены у кузнецов ротационно-ковочных машин — в 88,9% против 75,9% у рихтовщиков и 73,1% у кузнецов молотов. Более часто у кузнецов ротационно-ковочных машин обнаруживался и положительный симптом Паля (в 38,9% против 21,9% у кузнецов молотов и 17,2% у рихтовщиков). Таким образом, для кузнецов ротационно-ковочных машин характерна большая частота ангионевротических расстройств на верхних конечностях.

Сосудистые расстройства на руках развивались у кузнецов ротационно-ковочных машин раньше, чем у больных двух других групп, их можно было наблюдать уже у лиц со стажем работы до 5 лет, в то время как у кузнецов молотов и рихтовщиков аналогичные расстройства выявлялись в более поздние сроки. Степень же выраженности сосудистых изменений была большей у рихтовщиков. Об этом свидетельствовали результаты капилляроскопии и кожной термометрии.

Большая глубина сосудистых расстройств у рихтовщиков может найти объяснение в большей выраженности симптомов вегетативного полиневрита, наблюдавшегося у этой группы больных. Характерные для вегетативного полиневрита вегетативно-трофические расстройства на кистях — цианоз, повышенное потоотделение, изменения трофики кожи ногтей — у рихтовщиков наблюдались существенно чаще, чем у кузнецов обеих групп — в 86,2% против 43,9% и 50,0% ( $P < 0,001$ ).

Со значительно большей частотой, чем у кузнецов, отмечалось у рихтовщиков понижение поверхностной чувствительности в дистальных отделах рук — в 79,3% против 29,3%

Таблица 4.

## Распространенность и некоторые клинические проявления вибрационной болезни у кузнецов свободной ковки и рихтовщиков

Частота выявления и характер клинических проявлений заболеваний	Кузнецы ковочных молотов	Кузнецы ротационно-ковочных машин	Рихтовщики
I. Частота выявления (% %)	12,7	46,1	37,1
II. Частота основных симптомов (% %)			
1. Боли в верхних конечностях, в том числе:	80,5	83,3	79,3
а) кистях и лучезапястных суставах:	68,2	72,2	62,1
б)proxимальных отделах верхних конечностей	39,0	27,7	65,1
2. Ангиодистонические нарушения на кистях	73,1	88,9	75,9
3. Гипестезии в дистальных отделах рук	29,3	33,3	79,3
4. Вегетативно-трофические изменения на кистях	43,9	50,0	86,2
5. Дистрофические изменения в мышцах верхних конечностей и надлопаточной области	66,6	53,6	68,9
III. Характеристика симптомо-комплекса заболеваний (синдромы)	Вегетомиофасцит, вегетативный полиневрит преобладают ангионевротические расстройства		

и 33,3% у кузнецов ( $P < 0,001$ ).

Дистрофические изменения в мышцах верхних конечностей и надлопаточной области, характеризовавшиеся дряблостью мышечной ткани, тяжестью ее, наличием участков гипертонуса или округлых плотных образований типа много-

лозов Шадэ, крепитации в местах прикрепления мышц к костным выступам и т. д., обнаруживались у кузнецов ковочных молотов и рихтовщиков почти с одинаковой частотой — в 66,6—68,9%, несколько реже — у кузнецов ротационно-ковочных машин — в 53,6%.

Патология мышечного аппарата верхних конечностей и надлопаточных областей, обусловленная перенапряжением и носившая характер нейромиалгий и нейромиофасцит, была выявлена также у 11,9% рихтовщиков и кузнецов ковочных молотов, у которых не была диагностирована вибрационная болезнь.

Наряду с местными изменениями на верхних конечностях, у 27,5—46,0% больных вибрационной болезнью наблюдались функциональные нарушения нервной системы общего характера, которые можно было квалифицировать как астено-вегетативный синдром. К таким проявлениям относились наклонность к головным болям, боли в области сердца экстракардиального происхождения, повышенная общая утомляемость, усиление дермографизма, общий гипергидроз.

У 13,6% практически здоровых кузнецов и рихтовщиков также обнаружены отдельные симптомы, свидетельствующие о вегетативной дисфункции — усиление дермографизма, общая потливость, трепет век. Эти симптомы не носили выраженного характера и чаще не сопровождались субъективными проявлениями.

Костные изменения в кистях у рихтовщиков и кузнецов молотов, больных вибрационной болезнью, отмечены в 55,5—69,2%. При этом у рихтовщиков с достоверно большей частотой, чем у кузнецов молотов, выявлены эностозы (в 45,5 против 22,8%) и деформирующие изменения межфаланговых сочленений (в 22,7 против 7,0%). С увеличением стажа частота костных изменений достоверно возрастает у кузнецов ковочных молотов — с 46,2% при стаже до 10 лет до 70,4% — при стаже выше 10 лет. Следует отметить, что у практически здоровых кузнецов молотов и рихтовщиков костные изменения отмечены лишь с несколько меньшей частотой, чем у больных вибрационной болезнью.

Вибрационная болезнь у всех трех обследованных профессиональных групп, подвергающихся воздействию импульсной вибрации, характеризовалась, таким образом, синдромами вегетомиофасцит с явлениями вегетативного полиневрита верхних конечностей и ангиодистоническими нарушениями на кистях. При этом у рихтовщиков и кузнецов ковоч-

ных молотов выраженнымми оказывались явления вегетомио-фасцита, сочетающиеся с симптомами вегетативного полиневрита, а у кузнецов ротационно-ковочных машин на первый план выступали ангионевротические расстройства.

Наибольшая частота выявления вибрационной болезни (46,1%) и возрастание ее с увеличением стажа имеют место у кузнецов ротационно-ковочных машин (табл. 4). Сроки развития заболевания у них достоверно короче, чем у кузнецов молотов и рихтовщиков. Наряду с этим, у кузнецов ротационно-ковочных машин чаще, чем у кузнецов ковочных молотов и рихтовщиков, наблюдаются начальные и компенсированные формы заболевания.

Второе место по частоте выявления вибрационной патологии (37,1%), занимают рихтовщики. Наименьшая частота выявления вибрационной патологии (12,7%) — у кузнецов ковочных молотов. У этих двух групп также более продолжительны, чем у кузнецов ротационно-ковочных машин, сроки развития заболевания. Вместе с тем, у рихтовщиков и кузнецов ковочных молотов чаще томечаются выраженные проявления патологии.

Характер клинико-физиологических изменений в организме у кузнецов ротационно-ковочных машин связан, прежде всего, с такими особенностями воздействующей на них импульсной вибрации, как преобладание энергии высокочастотных составляющих в спектре при большей пиковой амплитуде виброускорения в импульсе в сравнении с вибрацией, действующей на кузнецов ковочных молотов, а также отсутствием пауз между импульсами,

Раннее развитие вибрационной болезни с выраженнымми ангиоспастическим синдромом при воздействии стабильной вибрации с наибольшей интенсивностью в высокочастотной части спектра отмечено Н. Н. Малинской, Н. Б. Метлиной (1966), Э. А. Дрогичиной (1968), З. М. Бутковской (1968). Следует также иметь в виду, что вибрация, действующая на кузнецов ковочных молотов, в отличие от кузнецов ротационно-ковочных машин, характеризуется наличием пауз между импульсами, в два раза превышающих продолжительность импульсов (вибрационных воздействий), что, как отмечено А. А. Меньшовым (1968) и В. И. Чернюком (1970) в отношении прерывистой общей низкочастотной толчкообразной вибрации, создает благоприятные условия для осуществления восстановительных процессов в организме.

Особенности клинико-физиологических изменений в орга-

низме у рихтовщиков в сравнении с кузнецами ковочных молотов могут найти свое объяснение в апериодическом характере воздействующей на рихтовщиков вибрации и большей степени сопутствующего мышечного напряжения. При активных ударах, осуществляемых рихтовщиками по металлу, происходит, по-видимому, значительная травматизация нервных окончаний и сосудов, что обуславливает большую выраженность изменений со стороны сосудодвигательного и нервно-мышечного аппарата. Возможно, при ударах апериодического характера затрудняется реализация собственно-мышечного рефлекса, направленного на противодействие удару, и слухового рефлекса, направленного на защиту органа слуха от интенсивного шума.

У кузнецов ротационно-ковочных машин и ковочных молотов фактором, который уменьшил выраженность сосудистых и чувствительных расстройств, по-видимому, явился нагревающий микроклимат. Это предположение подтверждается данными В. М. Хаютина (1964), Р. В. Таливановой (1968), Н. Н. Малинской (1971) и др., которые установили, что умеренное тепло уменьшает сосудосуживающий эффект вибрации, расширяя сосуды и усиливая кровоток в них, что, в свою очередь, улучшает восприятие вибрации и приводит к снижению порогов вибрационной чувствительности (В. С. Сапрыкин, 1972).

Как известно, профилактика вибрационной болезни осуществляется мерами технического, организационного и лечебно-профилактического характера. Результаты проведенных нами исследований послужили дополнительным обоснованием замены существующего технологического процесса получения кос методом свободной ковки более прогрессивной в технико-экономическом и гигиеническом отношении технологии — получением кос прокатным способом. В настоящее время прокатный способ частично внедрен на Артинском механическом заводе, что привело к улучшению условий труда и сокращению контингента лиц, подвергающихся воздействию вибрации. Как при свободной ковке, так и при рихтовке следует применять демпфирование обрабатываемого материала специальными зажимами, бандажами, прокладками и т. д.

Для обоснования рекомендаций по режимам труда и отдыха кузнецов свободной ковки и рихтовщиков нами использованы данные исследований вибрации, а также количественной оценки тяжести и утомительности работы по частоте

пульса, сдвигам статической выносливости за рабочую смену. Средняя частота пульса при работе у кузнецов и рихтовщиков 95,5—98,0 уд/мин, снижение статической выносливости за смену в среднем на 23,2—25,0% в соответствии с рекомендациями В. В. Розенблата и Т. А. Боровской (1970), В. В. Розенблата и Ю. Г. Солонина (1971) не дают оснований для назначения этим профессиям дополнительного регламентируемого времени на отдых в сравнении со сложившимся режимом.

Вместе с тем, Положение о режиме труда работников вибропасных профессий, утвержденное постановлением Совета Министров РСФСР № 408 от 7 июля 1971 г. и фактические уровни вибрации, действующей на кузнецов, свободной ковки и рихтовщиков, дают основание для внесения корректировок в режимы труда этих профессий.

Среднее превышение допустимых уровней виброскорости, действующей на кузнецов свободной ковки, обслуживающих ковочные молоты, и рихтовщиков относительно санитарных норм составляет в октавных полосах частот в среднем 5—7 дБ. Исходя из этого, следует установить суммарную длительность контакта с вибрирующим оборудованием за смену для этих профессий не более 80 минут. Физиологически рациональным следует считать совмещение профессий кузнеца и подручного. При этом один молот должен обслуживаться двумя кузнецами так, чтобы один работал на молоте, а другой в качестве подручного в первой половине рабочей смены, во второй половине рабочей смены — наоборот.

Для кузнецов, обслуживающих ротационно-ковочные машины крупного размера, у которых уровни воздействующей вибрации превышают санитарные нормы по всему спектру исследованных частот в среднем на 16 дБ, суммарная длительность контакта с вибрирующим оборудованием за смену должна быть менее 20 минут. Следовательно, работы по редуктированию и заспицовке труб на ротационно-ковочных машинах крупного размера не должны проводиться до осуществления мероприятий по снижению уровней воздействующей вибрации.

Наличие вибрационной патологии и значительная ее распространенность у рихтовщиков, а также кузнецов свободной ковки, обслуживающих ковочные молоты и ротационно-ковочные машины, делают необходимым углубленное динамическое наблюдение за состоянием здоровья рабочих этих профессий, а также осуществление комплекса лечебно-профи-

лактических мероприятий, предусмотренных СН-626-66.

Наши исследования свидетельствуют о том, что рихтовщики и кузнецы свободной ковки должны войти в число вибрационных профессий, на которые распространяются предусмотренные приказом Министра здравоохранения СССР № 400 от 30 мая 1969 г. «О проведении предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров трудающихся» обязательные периодические медицинские осмотры с участием невропатолога, отоларинголога, хирурга и терапевта.

### ВЫВОДЫ

1. Даётся физико-гигиеническая оценка импульсной вибрации с различными временными и энергетическими параметрами периодического и апериодического характера в сопоставлении со сдвигами физиологических функций и данными обследования состояния здоровья у трех профессиональных групп — кузнецов ковочных молотов, кузнецов ротационно-ковочных машин и рихтовщиков.

2. Вибрация, генерируемая ковочными молотами, имеет с вибрацией, возникающей при ручной рихтовке кос и стальных листов, близкие частоты следования импульсов — от 1 до 4 в секунду, длительность импульса — 86—125 мсек. и пиковую величину виброускорения в импульсе — в среднем 17 g, с колебаниями от 11 до 30 g. Существенным различием является то, что вибрация, возникающая при свободной ковке, имеет периодический, а при рихтовке — апериодический характер с относительно беспорядочным следованием импульсов и пауз. Вибрация, генерируемая ротационно-ковочными машинами, отличается от описанной выше большей основной частотой следования импульсов, составляющей 5—16 в секунду, с наложенными высокочастотными колебаниями, большей пиковой амплитудой виброускорения в импульсе, отсутствием пауз между импульсами. Спектры среднеквадратических значений колебательной скорости при свободной ковке на молотах и рихтовке металла имеют широкополосный характер с максимальными значениями на низких частотах, а при забивке труб на ротационно-ковочных машинах — в области высоких частот.

Спектры среднеквадратических уровней звукового давления шума, генерируемого ротационно-ковочными машинами, также характеризуются преобладанием энергии высоких частот в отличие от спектров шума ковочных молотов, где наи-

большие уровни звуковой энергии приходятся на низкие частоты. Уровни звукового давления, измеренные при постоянной времени 23 мсек, составляли у ковочных молотов и ротационно-ковочных машин 110—122 дБ, при ручной рихтовке — 98 дБ. Показатель импульсности ( $\Delta L$ ) равен 6—9 дБ у ковочных молотов и при ручной рихтовке.

3. Для трудового процесса кузнецов свободной ковки и рихтовщиков, помимо воздействия импульсной вибрации и шума, характерным является мышечное напряжение с превалированием статических усилий у кузнецов, со статическими и динамическими усилиями у рихтовщиков, частое повторение однообразных движений. Кузнецы ковочных молотов и ротационно-ковочных машин работают в производственных помещениях с избытками явного тепла и подвергаются воздействию нагревающего микроклимата.

4. При количественной оценке тяжести и утомительности труда кузнецов свободной ковки и рихтовщиков установлено, что средний максимальный уровень пульса (по данным радиопульсометрии) составляет у них 122—132 уд/мин, что дает основание для отнесения выполняемой ими работы с точки зрения максимальной интенсивности нагрузки к категории работ со средними усилиями. Среднерабочий уровень пульса — 95,5—98,0 уд/мин и снижение статической выносливости в течение смены на 23,2—25,7% позволяют отнести выполняемую ими работу к категории работ средней тяжести. Полученные данные исследования частоты пульса у кузнецов свободной ковки отражают мышечное и терморегуляторное напряжение, а у рихтовщиков — более значительную степень мышечного напряжения.

5. Особенности физической характеристики вибрации и комплекса сопутствующих факторов нашли свое отражение уже в ранних и прогрессирующих с увеличением профessionального стажа изменениях состояния физиологических функций у практически здоровых кузнецов ковочных молотов, ротационно-ковочных машин и рихтовщиков, а также у больных вибрационной болезнью — в распространенности, сроках развития, темпах прогрессирования и клинических проявлениях заболевания.

6. Вибрационная болезнь, диагностированная в 20,2%, у всех трех обследованных профессиональных групп характеризовалась синдромами вегетомиофасцита с явлениями вегетативного полиневрита верхних конечностей и ангиодистоническими нарушениями на кистях. При этом у рихтовщиков и

кузнецов ковочных молотов выраженным образом оказывались явления вегетомиофасцита, сочетающиеся с симптомами вегетативного полиневрита, а у кузнецов ротационно-ковочных машин на первый план выступали ангионевротические расстройства. У 11,9%, обследованных выявлена мышечная патология, у 13,6% — вегетативная дисфункция.

7. У кузнецов ротационно-ковочных машин как практически здоровых, так и больных вибрационной болезнью, с большей частотой, чем у кузнецов ковочных молотов, наблюдаются спастические изменения капилляров, более значительно повышены пороги вибрационной и болевой чувствительности, однако в меньшей степени, чем у кузнецов ковочных молотов, выражено снижение мышечной силы и статической выносливости. У кузнецов ротационно-ковочных машин с наибольшей частотой диагностирована вибрационная болезнь, сроки развития заболевания у них достоверно короче, а начальные и компенсированные формы встречаются достоверно чаще, чем у кузнецов ковочных молотов и рихтовщиков.

8. У рихтовщиков как практически здоровых, так и больных вибрационной болезнью с достоверно большей частотой, чем у кузнецов ковочных молотов, наблюдаются явления спазма капилляров, снижение и выраженные асимметрии температуры кожи правой и левой кистей. В большей степени, чем у кузнецов обеих групп, у рихтовщиков прогрессирует с увеличением стажа повышение порогов болевой, вибрационной чувствительности и слухового восприятия, снижение мышечной силы и статической выносливости. Рихтовщики занимают второе место после кузнецов ротационно-ковочных машин по частоте выявления вибрационной болезни. Наименьшая частота выявления вибрационной болезни — у кузнецов ковочных молотов. При этом у рихтовщиков и кузнецов ковочных молотов чаще, чем у кузнецов ротационно-ковочных машин, наблюдаются выраженные проявления патологии.

9. На основании проведенных исследований рекомендован комплекс технических, организационных и лечебно-профилактических мероприятий по профилактике вибрационной болезни. Некоторые из них в настоящее время апробированы и частично внедрены. Для обоснования режимов труда и отдыха, помимо гигиенической характеристики условий труда, привлечены данные количественной оценки утомительности и тяжести труда кузнецов свободной ковки и рихтовщиков методом радиопульсометрии. Выявление вибрационной патоло-

гии и значительная ее распространенность у кузнецов свободной ковки и рихтовщиков делают необходимым углубленное динамическое наблюдение за состоянием здоровья рабочих этих профессий, а также осуществление комплекса лечебно-профилактических мероприятий.

10. Результаты настоящих исследований, дающие представление о характере сдвигов физиологических функций и степени вибрационной опасности параметров импульсной вибрации, имеющих место в производственных условиях при **свободной ковке** на молотах, ротационно-ковочных машинах и рихтовке металла, позволяют рекомендовать в качестве физических критерии для гигиенической оценки импульсной вибрации как временные, так и энергетические характеристики. В гигиенических нормах допустимых уровней вибрации различных параметров должна найти отражение импульсная вибрация периодического и апериодического характера с различной частотой следования импульсов. Для нормирования такой вибрации требуются специальные исследования, однако, данные, приведенные в настоящей работе, свидетельствуют о том, что допустимые уровни должны быть ниже генерируемых в производственных условиях наиболее распространенными типами оборудования для свободной ковки и ручной рихтовки металла. В порядке внедрения результатов исследований осуществлено следующее:

1. Даны рекомендации к санитарному законодательству по гигиеническому нормированию допустимых уровней вибрации, а также дополнения к приказу Министра здравоохранения СССР № 400 от 30.V.1969 г. о периодических медицинских осмотрах.

2. Материалы исследований по физиолого-гигиенической оценке импульсной вибрации и шума и их влиянию на организм положены в основу информационного письма «Гигиена груды и клиника вибрационной болезни при свободной ковке и ручной рихтовке металла».

3. Отчеты о проведенных исследованиях направлены на промышленные предприятия и в лечебно-профилактические учреждения. Материалы настоящих исследований после предварительного обсуждения были положены в основу разработанного и внедренного совместно с администрацией предприятий комплекса технических, организационных и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на оздоровление условий труда и профилактику вибрационно-шумовой патологии.

## С П И С О К

### научных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Физиолого-гигиеническая характеристика импульсной вибрации и шума при свободной ковке металла.  
В сб.: Материалы VI Всесоюзной акустической конференции, М., 1968.
2. Воздействие на организм импульсной вибрации и шума при изготовлении сельскохозяйственных кос.  
В сб.: Материалы XII научно-практической конференции молодых гигиенистов и санитарных врачей, М., 1969, 142—144.
3. Клинико-гигиеническая оценка импульсной вибрации и шума при свободной ковке и ручной рихтовке металла (совместно с Н. В. Городновой).  
Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции по вопросам профилактики вибрационной болезни, Л., 1970, 29—30.
4. О влиянии импульсной вибрации и шума на организм кузнецов свободной ковки и рихтовщиков металла (совместно с Н. В. Городновой).  
В сб.: Вопросы гигиены, физиологии труда и профпатологии. XVII научная сессия. Тезисы докладов, Свердловск, 1971, 50—51.
5. Оценка воздействия на организм периодической импульсной локальной вибрации и шума в производственных условиях (совместно с Л. Я. Тартаковской, Н. В. Городновой).  
В сб.: Физические факторы производственной среды и некоторые вопросы физиологии труда. Свердловск, 1969, 204—215.
6. Гигиеническая оценка импульсной вибрации и шума и их влияние на организм кузнецов свободной ковки (совместно с Л. Я. Тартаковской, Н. В. Городновой, Л. Е. Силантьевой).
7. Характеристика параметров импульсной вибрации и шума при свободной ковке и рихтовке металла и физиологические сдвиги у работающих (совместно с Л. Я. Тартаковской).  
В сб.: Материалы республиканской научной конференции по итогам гигиенических исследований за 1966—1967 гг. (25—28 июля 1968 г.), Ставрополь, 1969, 88—90.
8. Вопросы гигиены труда и профессиональной патологии в металлургии, М., 1972.
9. Вопросы гигиены труда при холодном прокате и волочении стальных труб (совместно с М. Д. Гликштейном, П. С. Старковым, Ю. А. Шацким, В. А. Зыковой).  
В сб.: Вопросы гигиены и профессиональной патологии в цветной и черной металлургии, Свердловск, 1971, 237—243.
10. Сочетанное влияние импульсного шума и вибрации при свободной ковке металла (совместно с Н. В. Городновой, Л. Я. Тартаковской).  
В сб.: Шум и шумовая болезнь, вопросы профилактики, Л., 1972, 58—60.
11. Информационное письмо—«Гигиена труда и клиника вибрационной болезни при свободной ковке и ручной рихтовке металла (совместно с Л. Я. Тартаковской, Н. В. Городновой, Т. Д. Андреевой).  
Свердловск, 1972.

6.4.73 г.

Объем 1,75 п. л.

Тип. «Красный боепр.

Зак. № 798, Тир. 200.