

18274

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ УССР
КИЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ имени акад. А. А. БОГОМОЛЬЦА

На правах рукописи

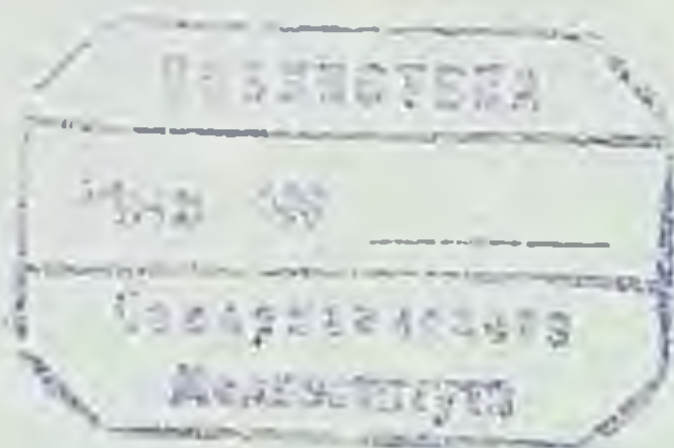
ШЕВЦОВА В. М.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ДОБЫЧЕ И ОБОГАЩЕНИИ
ТИТАНОВЫХ И ЦИРКОНИЕВЫХ РУД

Гигиена и профессиональные заболевания — № 756

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук



Киев — 1969 г.

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ УССР
КИЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ имени акад. А. А. БОГОМОЛЬЦА

На правах рукописи

ШЕВЦОВА В. М.

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ДОБЫЧЕ И ОБОГАЩЕНИИ
ТИТАНОВЫХ И ЦИРКОНИЕВЫХ РУД**

Гигиена и профессиональные заболевания — № 756

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Киев — 1969 г.

За последние годы редкие металлы титан и цирконий получили широкое применение в различных отраслях промышленности: в черной, цветной и порошковой металлургии, в радиотехнике, химической промышленности, в новой технике. Область применения их в народном хозяйстве с каждым годом увеличивается.

Следует ожидать, что с расширением производства и области применения титана и циркония значительно увеличится добыча руд этих металлов.

Вместе с тем условия труда и характер действия на организм производственных вредностей в этой отрасли промышленности изучены недостаточно.

Имеющиеся в литературе данные освещают вопросы гигиены труда при промышленном получении и применении редких металлов, в том числе титана и циркония, и в меньшей степени характеризуют условия труда при добыче и обогащении руд этих металлов (З. И. Израэльсон, О. Я. Могилевская, 1961; З. И. Израэльсон, С. В. Суворов, 1966; Н. В. Кокорев и соавт., 1960; А. Л. Решетюк, 1963).

Данные экспериментальных исследований о влиянии на организм пыли титана, циркония и их соединений не являются исчерпывающими (О. Я. Могилевская, 1956, 1960; Н. В. Мазенцева, 1957, 1963; Harding, 1948; Lenzi, 1936; Reed, 1956; Brown and oth., 1963; Christi and oth., 1963).

Из литературы также известно, что в рудах редких металлов, особенно в рудах, содержащих минерал циркон, часто имеются примеси естественных радиоактивных веществ (И. П. Кисляков, 1957; А. С. Архипов, Л. Т. Еловская, 1960). Однако характер действия на организм пыли соединений титана и циркония в сочетании с радиоактивными примесями рассматриваются только в единичных работах (Ж. И. Абрамова и соавт., 1963; Б. А. Кацнельсон и соавт., 1963).

В то же время в производственных условиях при добыче и обогащении титановых и циркониевых руд имеет место воздействие пыли смешанного состава с примесями естественных радиоактивных веществ, биологическое действие на организм которой не изучено. Однако есть все основания предполагать, что оно будет существенно

отличаться от действия пыли чистых металлов и их окислов (З. И. Израэльсон, 1962; О. Я. Могилевская, 1963).

Очень важным с гигиенической точки зрения является то обстоятельство, что в практике при оценке состояния воздушной среды на предприятиях по добыче и обогащению титановых и циркониевых руд ориентируются на предельно допустимые концентрации, установленные для пыли чистых нерастворимых соединений титана и циркония. Учитывая смешанный состав взвешенной пыли на рабочих местах, такой подход к оценке воздушной среды является неправомерным. Это свидетельствует о необходимости проведения специальных исследований по выяснению характера действия на организм пыли с различным вещественным составом, встречающимся в производственных условиях.

В связи с изложенным возникла необходимость проведения исследований по гигиенической характеристике условий труда на одном из новых предприятий по добыче и обогащению титановых и циркониевых руд с целью получения научно обоснованных данных о возможном неблагоприятном действии на организм производственных факторов для разработки мероприятий оздоровительного характера и правильной организации лечебно-профилактической работы.

Для решения поставленной задачи были изучены:

1. Основные производственные вредности при добыче и обогащении титановых и циркониевых руд.
2. Состояние здоровья и заболеваемость рабочих.
3. Влияние на организм пыли титановых и циркониевых концентратов, промежуточных продуктов обогащения руды и смешанной (осевшей) пыли в эксперименте на животных.

Объекты, материал и методики исследования. Исследования по изучению условий труда проведены в основных цехах (рудник, обогащательные фабрики № 1 и № 2, цех по переработке цирконового концентрата — цех № 1), предприятия по добыче и обогащению титановых и циркониевых руд, содержащих примеси тория и урана.

Определение запыленности воздуха изучалось гравиметрическим методом с использованием фильтров из ткани ФПП-15. Дисперсность пыли определяли путем микрометрии пылевых частиц в препаратах, полученных после просветления в парах ацетона фильтров с пылевыми пробами.

Содержание во взвешенной пыли свободной и общей двуокиси кремния, двуокисей титана, циркония и тория определяли в зависимости от их количества весовым или колориметрическим методом. Минералогический состав взвешенной пыли определялся петрографическим способом.

Измерение радиоактивности аэрозолей производственных помещений и удельной альфа-активности концентратов и осевшей пыли проводилось на сцинтилляционной приставке типа П-349-2 к установке Б-2. Мощность дозы бета-гамма-излучения измерялась универсальным бета-гамма-радиометром типа «Луч-А». Определение радона в воздухе рабочих помещений проводилось эманометром типа СГ-11.

Метеорологические условия (температура и относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения) изучались общепринятыми методами. Уровень шума измеряли шумомером Ш-ЗМ.

Для выявления возможного влияния неблагоприятных производственных факторов изучаемых цехов на состояние здоровья рабочих было проведено клинико-рентгенологическое обследование 105 рабочих (мужчин), занятых на операциях, связанных с образованием и поступлением пыли, и имеющих максимальный стаж работы в указанных профессиях (в основном 3—5 лет).

Определение основных показателей периферической крови проводилось общепринятыми методами с детальным цитологическим анализом лейкоцитов. Изменения в периферической крови выявлялись также люминесцентно-микроскопическим методом. В качестве контрольной группы при исследовании периферической крови взяты рабочие Криворожского рудоремонтного завода, не подвергающиеся в производственных условиях воздействию пыли и радиоактивного излучения (35 человек).

С целью выявления возможного неблагоприятного действия основных производственных факторов на заболеваемость рабочих было проведено изучение заболеваемости с временной утратой трудоспособности рабочих и служащих рудника, обогатительных фабрик № 1 и № 2, цеха по переработке цирконового концентрата и по комбинату в целом за 3 года (1962—1964 г. г.).

Заболеваемость изучалась по листам нетрудоспособности. Изучение проводилось сплошным методом. Всего выкопировано 4250 больничных листов.

Уровень и структуру заболеваемости с временной утратой трудоспособности изучали по статистической классификации болезней, травм и причин смерти, основанной на Международной статистической классификации седьмого пересмотра 1955 г., а также по форме З—1. Разработка заболеваемости производилась по числу случаев, числу дней нетрудоспособности и по числу болевших лиц на 100 работающих с учетом пола, возраста и профессии за каждый год и в среднем за 3 года. Применялся метод стандартизации показателей.

Экспериментальные исследования по изучению характера действия на организм основных видов пыли, встречающихся в условиях про-

наводства (ильменитовый, рутиловый и цирконовый концентраты, промежуточный продукт обогащения — коллективный концентрат и пыль смешанного состава — осевшая пыль, собранная на конструкциях доводочного отделения обогатительной фабрики № 1) были выполнены на 323 белых крысах-самках весом в среднем 200—250 г. Пыль животным вводилась интратрахеально под легким эфирным наркозом по 50 мг в 1 мл физраствора. В качестве контрольной группы были взяты интактные животные того же веса и возраста, что и подопытные.

Для оценки общего состояния подопытных животных в течение эксперимента следили за динамикой их веса.

Фиброгенные свойства всех видов пыли изучались биохимическим (определение коллагена по методике Л. И. Слуцкого и И. И. Шелекетиной, 1959) и гистологическим (срезы легких окрашивались гематоксилин-эозином, по Ван-Гизону и импрегнировались серебром по Гордон и Свит) методами. Животные забивались через 3 и 7 месяцев, а при введении рутилового концентрата и осевшей пыли — через 3, 7 и 10 месяцев от начала опыта.

Для выявления возможного в условиях нашего эксперимента действия на организм животных примесей тория и урана в периферической крови определяли количество гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, подсчитывали лейкоцитарную формулу через 3 и 6 месяцев после введения пыли. Определяли также содержание патологических форм лейкоцитов (гиперсегментированных нейтрофилов, двукядерных и вакуолизированных лимфоцитов и моноцитов), а количество их выражали в процентах к общему числу лейкоцитов. Изменения в лейкоцитах периферической крови животных, которым была введена пыль рутилового концентрата, осевшая пыль, и в контрольной группе выявляли также люминесцентно-микроскопическим методом (М. Н. Мейсель, В. А. Сондак, 1955) через 24 часа, 5, 10, 15, 30 суток и 6 месяцев после начала опыта.

Гигиеническая характеристика производственных вредностей при добыче и обогащении титановых и циркониевых руд. На изучавшемся нами предприятии технологическая схема включала следующие этапы: 1) добыча руды открытым способом при помощи роторных экскаваторов и транспортировка ее конвейерами и автотранспортом на обогатительные фабрики № 1 и № 2 (ОФ № 1 и ОФ № 2); 2) обогащение руды гравитационным методом и получение влажного коллективного концентрата (отделение гравитации); 3) сушка коллективного концентрата во вращающихся печах и последующее разделение его с помощью электростатических и магнитных сепараторов на ильменитовый, рутиловый и цирконовый концентраты (отделение доводки); 4) переработка цирконового концентрата с применением химико-металлургических процессов в цехе по переработке цирконо-

вого концентрата — цех № 1 (исследования в этом цехе производились только на первых этапах технологического процесса, при операциях связанных с пылеобразованием и пылевыделением — измельчение, прокатка и расфасовка концентрата).

Наши исследования показали, что в карьере образованием пыли сопровождаются процессы, связанные с перегрузкой руды. Содержание пыли в воздухе на основных рабочих местах достигало 20,3 — 75,7 мг/м³.

На обогатительных фабриках поступление пыли в воздушную среду наблюдается при всех производственных процессах доводочного отделения: сушке, сепарации, транспортировке и расфасовке промежуточных продуктов и концентратов. Концентрация пыли на рабочих местах колеблется в среднем на ОФ № 1 в пределах 1,1 — 1,3 мг/м³ (достигает 15,3 мг/м³), а на ОФ № 2 — в среднем в пределах 2,6 — 60,6 мг/м³ (достигает 189 мг/м³). Значительная запыленность воздуха обусловлена недостаточной герметизацией технологического оборудования, наличием перепадов материала, а в отдельных случаях (на обогатительной фабрике № 2) — нерациональной организацией и недостаточной механизацией производственных операций (выгрузка концентрата из вращающихся печей в контейнеры, из контейнеров в бункера, ручные операции при расфасовке концентратов и т. д.). Количество пыли, поступающей в воздух рабочей зоны на обогатительных фабриках, зависит также от характера перерабатываемого и транспортируемого продукта.

В цехе по переработке цирконового концентрата содержание пыли в рабочей зоне при измельчении концентрата в среднем равнялось 10,1 мг/м³, а при расфасовке измельченного концентрата вручную и механизированным способом достигало соответственно 148 мг/м³ и 153,3 мг/м³ (в среднем 66,6 мг/м³ и 53,2 мг/м³).

Дисперсность пыли на всех рабочих местах высокая. Число пылевых частиц размерами до 1,89 микрон составляло 83 — 94%.

Процентное содержание во взвешенной пыли изучаемых цехов как основных компонентов (диоксида титана и диоксида циркония), так и сопутствующих (диоксида кремния, диоксида тория) зависит от вида сырья и стадии переработки его. Максимальное количество диоксида титана в пыли определено при расфасовке рутилового концентрата (72,4%), а диоксида циркония — при расфасовке цирконового концентрата (37,8%). Содержание свободной и общей диоксида кремния в пыли на обследованных рабочих местах карьера и обогатительных фабрик колебалось соответственно от 13% до 50% и от 17% до 58%. Свободная диоксида кремния представлена минералами кварцем и халцедоном, а связанная диоксида кремния — алюмосилика-

тами (ставролит, дистен, турмалин, серицит, мусковит, хлорит, мусковит, лейкоксен и др.).

Наличие в руде примесей естественных радиоактивных элементов тория и урана обуславливает присутствие в воздухе производственных помещений альфа-активных аэрозолей. Концентрация долгоживущих альфа-активных аэрозолей на рабочих местах карьера и обогатительных фабрик, в основном, не превышала предельно допустимую. На рабочих местах обогатительных фабрик содержание альфа-активных аэрозолей несколько выше, чем в карьере. В цехе по переработке циркониевого концентрата при расфасовке измельченного продукта, сопровождающейся значительным пылевыделением, концентрация альфа-активных аэрозолей несколько превышала предельно допустимую. Мощность внешнего бета-гамма-излучения на большинстве рабочих мест карьера и обогатительных фабрик не превышала естественного фона и только в отдельных случаях достигала 465 мкр/час. Содержание радона на обследованных рабочих местах было ниже чувствительности прибора.

Микроклиматические условия на рабочих местах гравитационного отделения характеризуются сочетанием низкой температуры воздуха ($+5 - 13^{\circ}$) и высокой относительной влажности его (75—94%), а на рабочих местах доводочного отделения — сочетанием высокой температуры ($+33 - 35^{\circ}\text{C}$) и низкой относительной влажности воздуха (25—31%). Скорость движения воздуха на рабочих местах доводочных отделений обогатительных фабрик составляла в основном 0,2—0,5 м/сек, а на отдельных рабочих местах гравитационных отделений достигала 0,85 м/сек.

Технологическое оборудование (конвейеры, моечные машины, классификаторы, сепараторы и др.) во время работы генерирует шум, который по своему спектральному составу относится к средне- и низкочастотному. Уровень шума на рабочих местах не превышает предельно допустимого и колеблется в пределах 77—88 дБ.

Проведенные исследования показали, что при добыче и обогащении титановых и циркониевых руд рабочие могут подвергаться воздействию ряда неблагоприятных факторов, к основным из которых относятся пыль сложного химического состава, неблагоприятные микроклиматические условия, а также радиоактивность аэрозолей.

Состояние здоровья рабочих, занятых на операциях, связанных с образованием и выделением пыли, и заболеваемость рабочих основных цехов и по комбинату в целом. Для обследования была отобрана группа рабочих (мужчин), которые до работы на данном предприятии не подвергались воздействию пыли в производственных условиях и имели максимальный стаж работы. Из обследованных рабочих со

стажем на данном предприятии от 2 до 5 лет было 89 человек, от 5-ти до 9-ти лет — 13 человек, от 1 года до 2-х лет — 3 человека. Основное количество рабочих рудника и обогатительных фабрик имели стаж работы свыше 3-х лет, а цеха по переработке цирконового концентрата — до 3-х лет.

При рентгенографии органов грудной клетки у 3-х рабочих из 105 обследованных обнаружено усиление легочного рисунка. По профессии это шахтовщики и скреперист обогатительной фабрики № 2 со стажем работы 5 — 6 лет.

При обследовании рабочие рудника и обогатительных фабрик № 1 и № 2 предъявляли жалобы, в основном, на боли в области сердца и одышку при физической нагрузке (соответственно 11,8; 18,5 и 9,9% обследованных). Основными жалобами у рабочих цеха по переработке цирконового концентрата (цех № 1) были жалобы на головные боли, слабость, потливость (22,2% обследованных). У рабочих этого же цеха в большем числе случаев (30,7% обследованных) систолическое артериальное давление равнялось 105 — 110 мм. рт. ст. У рабочих рудника и обогатительной фабрики № 1 чаще отмечалось систолическое артериальное давление 100 мм. рт. ст. и ниже (соответственно у 29,4% и 22,2% обследованных). Из выявленных при обследовании заболеваний на первом месте по числу случаев стоит дистрофия миокарда (6 случаев на 105 обследованных).

Показатели периферической крови у обследованных рабочих изучаемых цехов находились в пределах физиологических колебаний. Однако содержание лейкоцитов у рабочих основных групп колебалось в более значительных пределах (4000 — 10000 в 1 мм³), чем у рабочих контрольной группы (5500 — 8000 в 1 мм³). Установлено, что у рабочих I группы (рудник и обогатительные фабрики) наблюдается статистически достоверное снижение количества гемоглобина и эритроцитов, а у рабочих II группы (цех по переработке цирконового концентрата) — снижение эритроцитов и тенденция к снижению гемоглобина. Количество лейкоцитов у рабочих I группы имело тенденцию к повышению, а у рабочих II группы — тенденцию к некоторому снижению по сравнению с контрольной группой. У рабочих основных групп отмечено увеличение абсолютного и относительного количества лимфоцитов, причем в I группе был более выражен абсолютный лимфоцитоз, а во II группе — относительный. Моноцитопения и тенденция к замедлению реакции оседания эритроцитов были более выражены у рабочих II группы. Содержание дегенеративных форм лейкоцитов (гиперсегментированных нейтрофилов, двуядерных и вакуолизированных лимфоцитов и моноцитов) в крови рабочих I группы составило $4,3 \pm 0,38\%$ ($P \leq 0,001$), у рабочих II группы

— $3.4 \pm 0.46\%$ ($P < 0.2$), а у рабочих контрольной группы $2.68 \pm 0.37\%$ по отношению к общему количеству лейкоцитов.

При люминесцентной микроскопии периферической крови выявлено, что содержание лейкоцитов с деструктивными изменениями (с желтыми, оранжевыми и красными ядрами) у рабочих I и II группы значительно выше (соответственно $15.1 \pm 1.6\%$, $P < 0.001$; $12.75 \pm 1.7\%$, $P < 0.001$), чем в контрольной группе ($1.4 \pm 0.22\%$).

Общее количество лейкоцитов с измененным нуклеиновым обменом, как и общее количество дегенеративных форм лейкоцитов, у рабочих I группы выше, чем у рабочих II группы. Однако в крови рабочих II группы обнаружено несколько большее количество лейкоцитов с оранжевыми и красными ядрами и двухядерных лимфоцитов и моноцитов (соответственно 2.65% , 0.51% и 0.1% в I группе и 3.1% , 0.7% , 0.24% во II группе), в то время как содержание лейкоцитов с желтыми ядрами и гиперсегментированных нейтрофилов более высокое у рабочих I группы (соответственно 11.95% и 4.2% в I группе и 8.95% , и 3.1% во II группе).

Уровень заболеваемости рабочих обогатительных фабрик значительно превышает заболеваемость рабочих по комбинату в целом. По данным в среднем за 3 года уровень заболеваемости по большему числу лиц, в случаях и днях на 100 работающих на ОФ № 1 и ОФ № 2 составил соответственно 120.5% ; 122.1% ; 103.7% ; и 135.7% ; 139.1% ; 136.7% по отношению к заболеваемости рабочих по комбинату в целом.

В структуре заболеваемости рабочих отдельных цехов и по комбинату в целом наибольший удельный вес занимают болезни органов дыхания ($43 - 58.5\%$), нервной системы и органов чувств ($7.8 - 18.4\%$), органов пищеварения ($8.2 - 17.7\%$).

Распространенность отдельных нозологических форм и классов болезней не одинакова среди рабочих различных профессиональных групп. Рабочие основных профессий всех изучаемых цехов болеют чаще рабочих вспомогательных профессий. Однако по отдельным классам и нозологическим формам (острые бронхиты, воспалительные и гнойные болезни кожи и подкожной клетчатки, болезни мочеполовых органов) уровень заболеваемости рабочих вспомогательных профессий выше. Значительные различия в уровне заболеваемости выявлены также среди рабочих отделений гравитации и доводки обогатительных фабрик. Рабочие отделения гравитации (машинисты гравитационных столов, классификаторов, моечных машин, дезинтеграторов и др.) болеют чаще, чем рабочие доводочных отделений болезнями нервной системы и органов чувств (случаев на 100 работающих на ОФ № 1 — 9.4 против 6.0; на ОФ № 2 — 15.5 против 10.3),

мочеполовых органов (случаев на 100 работающих на ОФ № 1 — 11,1 против 2,5; на ОФ № 2 — 3,6 против 1,8), органов дыхания (на ОФ № 1 — 42,9 против 38,8), острыми бронхитами (на ОФ № 1 — 0,7 против 0,3; на ОФ № 2 — 1,2 против 0,6), воспалительными и гнойными болезнями кожи и подкожной клетчатки (на ОФ № 2 — 4,8 против 2,4).

Повышенно заболеваемости рабочих отделений гравитации выше перечисленными болезнями, по-видимому, способствуют неблагоприятные микроклиматические условия, характеризующиеся низкой температурой, высокой относительной влажностью воздуха и значительными перепадами температуры и влажности воздуха в верхней и нижней зоне (особенно на рабочих местах машинистов гравитационных столов). Многочисленные литературные данные свидетельствуют о том, что сочетание указанных факторов способствует возникновению простудных заболеваний (Б. Б. Койранский, 1948, 1952, 1960, 1965; Г. X. Шахбазян, 1952; Е. И. Стеженская, 1954 и др.).

Рабочие доводочных отделений обогатительных фабрик (машинисты сепараторов, конвейеров и вращающихся печей, шихтовщики и др.) болеют несколько чаще рабочих гравитационных отделений хроническими бронхитами (случаев на 100 работающих на ОФ № 1 — 0,6 против «не зарегистрировано»; на ОФ № 2 — 1,2 против 1,1), воспалительными и гнойными болезнями кожи и подкожной клетчатки (на ОФ № 1 — 4,5 против 3,4), болезнями органов пищеварения и кровообращения (на ОФ № 1 соответственно 12,1 против 8,3 и 1,8 против 1,2). Выявлена также тенденция к повышению уровня заболеваемости болезнями органов пищеварения и кровообращения в динамике среди рабочих доводочного отделения ОФ № 1 и рабочих основных профессий рудника и цеха по переработке цирконового концентрата.

Учитывая литературные данные о неблагоприятном действии высокой температуры воздуха, а также радиационного фактора на функцию органов пищеварения (Н. В. Тимофеев, 1934; М. Л. Эйдинова, 1934; И. Т. Курцин, 1961; В. А. Суханова, 1962; Э. А. Дрогичина и соавт., 1958; С. Р. Перепелкин, 1960 и др.) и кровообращения (Б. А. Кривоглаз, 1957; С. Л. Еолян и соавт., 1961; Э. А. Дрогичина и соавт., 1958; В. Н. Лебедев и соавт., 1966 и др.), можно предположить, что повышению заболеваемости по этим классам болезней среди рабочих данных профессий способствовало сочетание указанным факторов.

Уровень заболеваемости рабочих отдельных цехов в одинаковых возрастных группах различен. Это позволяет нам считать, что выявленные различия в заболеваемости рабочих разных профессий связаны в первую очередь с условиями труда этих групп рабочих.

Экспериментальное исследование влияния на организм пыли концентратов титановых и циркониевых руд, промежуточных продуктов их обогащения и смешанной (осевшей) пыли. В эксперименте на животных изучался характер действия пыли ильменитового (I серия), рутилового (II серия), цирконового (III серия), коллективного (IV серия) концентратов и смешанной (осевшей) пыли (V серия).

Взятые для исследований образцы пыли имели следующий химический состав: 1) ильменитовый концентрат — 68,4% двуокиси титана, 25,2% окиси железа, 1,8% окиси алюминия, следы двуокиси циркония и другие соединения; 2) рутиловый концентрат — 97,9% двуокиси титана, 0,1% окиси железа, 0,5% двуокиси циркония; 0,3% окиси алюминия и другие соединения; 3) цирконовый концентрат — 58,9% двуокиси циркония, 30,2% общей двуокиси кремния, 1,4% двуокиси титана; 1,9% окиси алюминия и другие соединения; 4) коллективный концентрат — 47,4% двуокиси титана, 25,5% общей двуокиси кремния, 17,5% свободной двуокиси кремния, 7,8% двуокиси циркония, 13,2% окиси алюминия и другие соединения; 5) осевшая пыль — 40,6% общей двуокиси кремния, 27,6% свободной двуокиси кремния; 25,9% двуокиси титана, 5,4% двуокиси циркония, 14,3% двуокиси алюминия и другие соединения. Примесь естественных радиоактивных элементов тория и урана обусловила некоторую альфа-бета-гамма-активность взятых образцов пыли.

К концу опыта отмечено отставание в весе животных, которым была введена пыль цирконового концентрата, по сравнению с контрольной группой, что согласуется с литературными данными (О. Я. Мегилевская, 1960; Вгоуп и савт., 1963). Различный прирост веса животных, которым вводилась пыль, содержащая соединения титана, в наших опытах, а также противоречивые данные литературы о влиянии на вес животных соединений титана (Christie и соавт., 1963; Рише, цит. по А. О. Войнар, 1953), позволяют нам предположить, что изменение веса было связано с различным процентным содержанием титана во введенной пыли.

Изучаемые виды пыли через 6 месяцев после введения вызывали в периферической крови подопытных животных увеличение количества эритроцитов (кроме ильменитового концентрата) и гемоглобина, снижение количества лейкоцитов, лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов. У животных, которым была введена пыль цирконового концентрата (с наибольшей удельной активностью) более отчетливо были выражены изменения количества гемоглобина, эритроцитов и нейтрофилов, а также наблюдалась волнообразность изменений количества клеток белой крови.

Исследования периферической крови крыс II серии (введена пыль с удельной альфа-активностью $1,4 \times 10^{-10}$ кюри/г) и V серии (введена пыль с удельной альфа-активностью $2,9 \times 10^{-10}$ кюри/г) люминесцентно-микроскопическим методом позволило выявить изменения в люминесцентной картине уже через сутки после введения пыли. Через 6 месяцев наблюдения количество лейкоцитов с желтыми, оранжевыми и красными ядрами у животных II серии достигло 2,72%, а у животных V серии — 3,18%. У крыс контрольной группы количество лейкоцитов с желтыми и оранжевыми ядрами в течение опыта оставалось примерно на том же уровне и через 6 месяцев наблюдения равнялось 0,14%.

Изучение фиброгенных свойств указанных видов пыли биохимическим методом позволило установить, что через 3 месяца после введения их содержание коллагена в легких животных I, II, III, IV, и V серии было достоверно выше, чем у контрольной группы (равнялось соответственно: $88,69 \pm 3,24$ мг/легкие, $58,38 \pm 1,63$ мг/легкие; $78,25 \pm 6,2$ мг/легкие; $52,86 \pm 1,8$ мг/легкие; $57,93 \pm 2,59$ мг/легкие; контроль — $48,1 \pm 3,31$ мг/легкие). Через 7 месяцев от начала опыта статистически достоверное по сравнению с контрольной группой увеличение содержания коллагена наблюдалось только у животных, которым была введена пыль рутилового концентрата и осевшая пыль (равнялось соответственно $89,91 \pm 4,25$ мг/легкие, $35,57 \pm 3,24$ мг/легкие, контроль — $61,3 \pm 3,1$ мг/легкие). Через 10 месяцев после введения пыли содержание коллагена у этих групп животных было также достоверно выше по сравнению с контрольной группой (соответственно $74,6 \pm 2,14$ мг/легкие; $68,26 \pm 2,94$ мг/легкие, контроль — $61,77 \pm 3,25$ мг/легкие).

Морфологические изменения в легких белых крыс после интра-трахеального введения всех видов пыли были однонаправлены и характеризовались пролиферацией клеток соединительной ткани в местах скопления пыли с образованием клеточно-пылевых очажков и развитием единичных нежных коллагеновых волокон. Встречались также участки диффузного утолщения межальвеолярных перегородок за счет пролиферации клеточных элементов. Указанные изменения при введении пыли рутилового, коллективного концентратов и осевшей пыли были более выражены. В легких животных, которым была введена пыль рутилового и коллективного концентратов, в большинстве случаев клеточно-пылевые очажки носили узелковый характер. В таких узелках соединительнотканые клетки располагались концентрически, а коллагеновые волокна были развиты более отчетливо. У животных, которым вводилась осевшая пыль, содержащая до 27,6% свободной двуокиси кремния и 40,6% общей двуокиси крем-

ния, во всех случаях выявлялись клеточно-пылевые узелки с компактным и concentрическим расположением клеток и значительным количеством коллагеновых волокон. Очаги диффузного утолщения межальвеолярных перегородок были более обширными. Заметное прогрессирование процесса в легких выявлено только при введении осевшей пыли.

Все изучаемые виды пыли вызывали в легких гиперплазию базального слоя эпителия бронхов с образованием сосочков, а в отдельных случаях и метаплазию эпителия бронхов, значительную гиперплазию лимфатических фолликулов и скоплений лимфатической ткани вокруг сосудов и бронхов, периваскулярные отеки, утолщение стенок сосудов. Метаплазия эпителия бронхов в многослойный плоский чаще встречалась у животных, которым была введена пыль циркониевого концентрата.

Изменения в легких в виде межуточных и острых пневмоний, десквамативных бронхитов и перибронхитов отмечены после введения всех видов пыли чаще через 7 месяцев, а у животных, которым была введена пыль ильменитового концентрата, — через 3 месяца наблюдения.

Обсуждение результатов. Проведенные исследования позволили установить, что в производственных условиях при добыче и обогащении титановых и циркониевых руд имеет место воздействие комплекса вредных факторов.

Высокий уровень запыленности воздуха на основных рабочих местах, большая степень дисперсности пыли, а также значительное содержание в пыли свободной (кристаллической) и общей двуокиси кремния позволило предположить возможность развития пневмокониоза в условиях данного производства. Это предположение было подтверждено данными рентгенологического обследования рабочих и изучением фиброгенных свойств пыли в эксперименте на животных. Обнаруженные при обследовании случаи усиления легочного рисунка у рабочих с довольно длительным (по сравнению с другими рабочими) стажем, учитывая их профессиональный маршрут и условия труда, квалифицированы как начальные явления пневмокониоза.

В нашем эксперименте пыль изучаемых концентратов оказывала умеренно выраженное фиброгенное действие. Смешанная (осевшая) пыль, содержащая значительное количество двуокиси кремния вызывала в легких развитие более выраженного прогрессирующего пневмокониотического процесса.

Таким образом, полученные нами результаты подтверждают данные О. Я. Могилевской (1960, 1963) о развитии пневмокониотического процесса при введении пыли титановых концентратов и об усиливающем действии примеси двуокиси кремния.

Изменения в легких животных при воздействии пыли цирконового концентрата в наших опытах были более выражены, чем в опытах Harding (1948) с пылью циркона.

Не исключено, что в наших опытах примесь радиоактивных веществ оказывала некоторое стимулирующее действие на развитие пневмоконнотического процесса. Результаты исследований ряда авторов позволяют считать, что определенные уровни радиоактивности оказывают усиливающее действие на развитие фиброзного процесса при содержании в пыли недостаточного количества двуокиси кремния (Watanabe, 1957; В. С. Кушнева, 1960; Б. Бархад и соавт., 1961; Е. А. Кацнельсон и соавт., 1963; В. К. Семешко, 1963; И. Г. Складенко и соавт., 1964).

Обнаруженные в легких подопытных животных изменения, наблюдавшиеся многими авторами при интратрахеальном введении радиоактивных веществ (Л. Н. Бурыкина, 1957; Д. И. Тимохан, 1958; Н. Ю. Тарасенко, 1960; Т. А. Кочеткова, Г. А. Аврудина, 1960; А. Л. Пинус, Л. А. Новикова, 1960 и др.) позволяют считать, что радиоактивность изучаемых видов пыли в наших опытах оказывала влияние на характер патологического процесса в легких.

О влиянии радиоактивности введенной пыли на организм подопытных животных свидетельствует и характер изменений морфологической и люминесцентно - микроскопической картины периферической крови, согласующийся с литературными данными об изменениях в периферической крови при воздействии ионизирующей радиации (А. П. Егоров, В. В. Бочкарев, 1954; М. С. Лалтева-Попова, 1958; М. Г. Дурмишьян, 1961; М. Н. Мейсель, В. А. Сондак, 1955 и др.).

Выявленные изменения в периферической крови обследованных рабочих и различия в степени выраженности их у обеих групп рабочих, учитывая литературные данные о характере начальных реакций и о фазовости изменений в периферической крови, также могут быть связаны с воздействием радиационного фактора (М. Б. Голубицкая, 1956; А. А. Дрогичина и соавт., 1958; И. А. Грибова, Е. А. Словьева, 1960; А. А. Данилин и соавт., 1960; М. Г. Тихая, 1959; М. Г. Дурмишьян, 1961; Л. А. Лещинский и соавт., 1962; Колесат и соавт., 1964 и др.). Эти изменения нельзя по-видимому, отнести только за счет воздействия кварцсодержащей пыли, так как литературные данные свидетельствуют о том, что при подозрении на силикоз изменений со стороны лейкоцитов не наблюдается, а сведения об изменениях в крови при выраженных формах силикоза противоречивы (Р. Б. Могилевская, И. Р. Говарчук, 1932; И. В. Туляков, Л. С. Коцдратович, 1956; В. В. Соколов и соавт., 1964 и др.).

Имеющиеся в литературе сведения о том, что при действия малых доз ионизирующих излучений в сочетании с дополнительными факто-

рости нерадиоактивной природы может наступить укорочение скрытого периода реакций и усиление степени действия пороговой дозы (М. Г. Дурмишьян и соавт., 1961; Е. Н. Рюмина, 1960) позволяют предположить, что возникновению выявленных изменений в организме рабочих способствовало сочетанное действие имеющих место неблагоприятных факторов (пыли, высокой температуры воздуха, радиационного фактора).

О возможном неблагоприятном влиянии комплекса этих производственных факторов на здоровье рабочих свидетельствует также и более высокая заболеваемость с временной утратой трудоспособности болезнями органов кровообращения и тенденция к повышению ее уровня в динамике среди рабочих доводочных отделений обогатительных фабрик и рабочих основных профессий рудника.

Результаты анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности рабочих рудника, обогатительных фабрик, цеха по переработке цирконового концентрата и по комбинату в целом свидетельствуют о возможном влиянии на здоровье рабочих неблагоприятных производственных факторов.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что пыль производственных помещений, имеющая сложный химический состав и содержащая значительное количество двуокиси кремния и примесь естественных радиоактивных веществ, при длительном воздействии может вызвать развитие пневмокониоза. Сравнение биологического действия пыли соединений титана и циркония по материалам исследований других авторов (О. Я. Могилевская, 1956, 1960; Christie и соавт., 1963; Reed 1956, и др.) и материалам собственных исследований отчетливо показывает, что пыль концентратов оказывает более выраженное фиброгенное действие, чем пыль металлических титана, циркония и их оксидов. Поэтому действующие в настоящее время нормативы предельно допустимых концентраций для пыли нерастворимых соединений титана и циркония не могут регламентировать содержание пыли титановых и цирконовых концентратов, и тем более взвешенной пыли карьеров и обогатительных фабрик, содержащей значительное количество свободной и общей двуокиси кремния.

Наличие примесей радиоактивных веществ в пыли концентратов и смешанной (осевшей) пыли способствует, как показали результаты выполненных нами экспериментальных исследований, развитию в легких более выраженного патологического процесса.

В связи с этим мы считаем, что при оценке пылевого фактора на предприятиях по добыче и обогащению титановых и циркониевых руд, содержащих примеси естественных радиоактивных элементов тория и урана (если концентрация радиоактивных аэрозолей не пре-

вышает предельно допустимую) следует исходить из предельно допустимой концентрации, установленной СН 245—63 для пыли, содержащей 10—70% свободной двуокиси кремния. — 2 мг/м³.

При процессах, связанных с переработкой цирконового концентрата, содержащего примеси естественных радиоактивных веществ, предельно допустимая концентрация пыли должна быть ниже уровня, установленного для пыли циркония и его нерастворимых соединений.

ВЫВОДЫ

1. Основной профессиональной вредностью работ по добыче и обогащению титановых и циркониевых руд, содержащих примеси естественных радиоактивных веществ, является выделение в воздух рабочей зоны пыли смешанного состава. Кроме того, на рабочих местах отмечены неблагоприятные микроклиматические условия, а также наличие радиоактивных аэрозолей. Образованием пыли сопровождаются процессы добычи руды и транспортировки ее, сепарация и транспортировка промежуточных продуктов и концентратов, измельчение и расфасовка концентратов.

2. Содержание пыли в воздухе рабочей зоны при разных работах колеблется от долей мг/м³ до сотен мг/м³ и зависит от вида перерабатываемого и транспортируемого продукта, степени механизации производственных процессов герметичности оборудования. Взвешенная пыль производственных помещений высокодисперсна и содержит наряду с соединениями титана и циркония свободную двуокись кремния (представленную кварцем и халцедоном) в пределах 13—50% и общую двуокись кремния в пределах 17—58%. Химический состав взвешенной пыли колеблется в зависимости от стадии переработки рудного сырья.

3. Микроклимат производственных помещений обогатительных фабрик определяется характером технологического процесса и характеризуется в отделениях гравитации низкой температурой (+5 — 13°) при высокой относительной влажности воздуха (75—94%), а в отделениях доводки — высокой температурой воздуха (+33 — 35°) при низкой относительной влажности его (25—31%).

4. Высокий уровень запыленности воздуха, большая степень дисперсности пыли, а также значительное содержание в пыли свободной двуокиси кремния свидетельствуют о возможности возникновения пневмокониоза в условиях данного производства, что подтверждено результатами рентгенологического обследования рабочих и экспериментального изучения фиброгенного действия видов пыли, встречающихся в производственных условиях.

5. Концентрация альфа-активных аэрозолей на большинстве рабочих мест карьера и обогатительных фабрик не превышает предельно допустимую и лишь при отдельных процессах переработки цирконового, цирконового концентратов и промежуточных продуктов обогащения.

6. При обследовании рабочих отмечены изменения в периферической крови, проявляющиеся в снижении гемоглобина и эритроцитов, лабильности количества лейкоцитов, абсолютном и относительном лимфоцитозе, тенденции к замедлению реакции оседания эритроцитов, а также увеличении патологических форм лейкоцитов, выявляемых общепринятыми и люминесцентно-микроскопическим методами. Аналогичные изменения обнаружены в крови экспериментальных животных при введении видов пыли, встречающихся в условиях производства. Эти данные свидетельствуют о возможности возникновения изменений в организме при длительном воздействии имеющихся уровней радиоактивности в сочетании с высокой температурой воздуха и пылевым фактором.

7. Уровень заболеваемости с временной утратой трудоспособности рабочих обогатительных фабрик значительно превышает заболеваемость рабочих по комбинату в целом. В структуре заболеваемости наибольший удельный вес занимают болезни органов дыхания, нервной системы и органов чувств и органов пищеварения. Различия в заболеваемости рабочих отдельных профессиональных групп свидетельствуют о возможном влиянии неблагоприятных производственных факторов на здоровье рабочих.

8. Экспериментально доказано, что пыль ильменитового, рутилового, цирконового концентратов и промежуточных продуктов обогащения руд, содержащих примеси тория и урана, оказывает умеренно выраженное фиброгенное действие. Смешанная (осевшая пыль), содержащая свободную и общую двуокись кремния в количестве соответственно 27,6% и 40,6%, вызывает развитие более выраженного прогрессирующего пневмоконнотического процесса. Пневмоконнотический процесс при введении всех видов пыли может сопровождаться развитием в легких гиперплазии лимфоидных фолликулов, периваскулярных отеков, утолщения стенок сосудов, гиперплазии базального слоя эпителия и метаплазии эпителия бронхов, бронхитов пневмоний.

9. Наличие производственных вредностей при добыче и обогащении титановых и циркониевых руд и неблагоприятное влияние их на состояние здоровья работающих свидетельствует о необходимости проведения оздоровительных мероприятий, направленных на снижение содержания пыли и радиоактивных аэрозолей в воздухе рабочей зоны и улучшение микроклиматических условий.

10. При гигиенической оценке условий труда при добыче и обогащении титановых и циркониевых руд, содержащих примеси естественных радиоактивных элементов тория и урана, следует исходить из предельно допустимой концентрации, установленной СН 245—63 для пыли, содержащей 10—70% свободной двуокиси кремния, — 2 мг/м³ (при концентрации альфа-активных аэрозолей не превышающей ПДК).

При процессах, связанных с переработкой цирконового концентрата, содержащего примеси естественных радиоактивных веществ, предельно допустимая концентрация пыли должна быть ниже, установленных СН 245—63 нормативов для пыли циркония металлического и его нерастворимых соединений. Требуют дальнейшего изучения вопросы комбинированного действия кремнийсодержащей пыли и радиоактивных веществ, а также действия невысоких уровней радиоактивности.

11. При периодических медицинских осмотрах рабочих необходимо участие всех клинических специальностей и проведение рентгенологических и лабораторных обследований согласно Приказу МЗО СССР № 136-м для работ с кварцсодержащими веществами и естественными радиоактивными веществами.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.

Выявленные нами в результате исследований данные о неблагоприятном действии основных производственных вредностей на организм работающих свидетельствуют о необходимости проведения оздоровительных мероприятий, основными из которых являются: *)

1. Осуществление гидрообеспыливания с применением смачивающих добавок в местах перепада материала при транспортировке руды конвейерами в карьере.

2. Осуществление максимальной герметизации и аспирации технологического оборудования обогатительных фабрик (сепараторов, конвейеров, бункеров для промежуточных продуктов и т. д.).

3. Улучшение способов транспортировки и выгрузки пылящего материала и расфасовки готового продукта на обогатительных фабриках с учетом возможного наименьшего пылеобразования.

4. Уборку производственных помещений обогатительных фабрик на участках, где позволяет технологический процесс, осуществлять с увлажнением, а на других участках — пневматическим способом.

*) Для обоснования отдельных рекомендаций нами были проведены дополнительные исследования по характеристике работы вентиляционных систем на обогатительной фабрике и смачиваемости водой пыли концентратов и осевшей пыли.

5. Оборудовать при быткомбинатах камеры обеспыливания и сушки спецодежды.
6. Использовать индивидуальные средства защиты от пыли.
7. Осуществить двухступенчатую очистку аспирационного воздуха.
8. Оборудовать вентиляционные системы автоматической световой или звуковой сигнализацией для получения информации о неполадках в работе вентиляционного оборудования.
9. Покрыть теплоизоляционным материалом воздуховоды вентиляционных систем, отводящих газы из вращающихся печей.
10. На рабочих местах доводочного отделения, где имеет место высокая температура и низкая относительная влажность воздуха (машинистов конвейеров, сепараторов, вращающихся печей и др.), необходимо введение водо-воздушного душирования.
11. В отделении гравитации оборудовать комнату отдыха и обеспечить в ней температуру и относительную влажность воздуха, соответствующие требованиям СН 245—63 (соответственно не выше 22° и не выше 60%).

Внедрение некоторых противопылевых мероприятий (герметизация магнитных сепараторов, установка вытяжных зонтов у разгрузки вращающихся печей, аспирация пыли от мест разгрузки бункеров и затаривания готового продукта и т. д.) позволило снизить запыленность воздуха на ряде рабочих мест. Полученные нами материалы по гигиенической характеристике условий труда, оценке эффективности вентиляционных установок и смачиваемости пыли использованы проектным институтом при реконструкции и проектировании обогатительных фабрик.

СПИСОК

работ, опубликованных по теме диссертации:

1. ШЕВЦОВА В. М. — Материалы к воздействию пыли титановых и циркониевых руд на работающих и в хроническом эксперименте на животных. Ж. «Гигиена труда и профессиональные заболевания», 1968, в. 24 — 30.
2. ШЕВЦОВА В. М. — Некоторые особенности условий труда при добыче и обогащении руд редких металлов. Материалы XIX Пленума республиканской комиссии по борьбе с силикозом. Изд. «Наукова думка», Киев, 1968. 201 — 205.

3 ШЕВЦОВА В. М. — Фиброгенное действие пыли концентратов руд редких металлов и их смесей в эксперименте. Научная конференция Криворожского института гигиены труда и профзаболеваний и областной клинической больницы. Кривой Рог, 1966, 183 — 186.

4 ШЕВЦОВА В. М. — Применение люминесцентно - микроскопического метода при исследовании периферической крови. Научная конференция Криворожского института гигиены труда и профзаболеваний и областной клинической больницы. Кривой Рог, 1966, 187 — 189.

5 ШЕВЦОВА В. М.,
ПЕТРОВА И. В.,
БРОДСКИЙ О. Б. — Гигиеническая характеристика условий труда при добыче и обогащении руд редких металлов. Научная конференция Криворожского института гигиены труда и профзаболеваний и областной клинической больницы. Кривой Рог, 1966, 180 — 183.

МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РАБОТЕ ДОЛОЖЕНЫ:

1. На XIX Пленуме Украинской республиканской комиссии по борьбе с силикозом. Донецк, 1966 г.

2. На заседании Криворожского филиала Украинской республиканской комиссии по борьбе с силикозом. Кривой Рог, 1965 г.

3. На научной конференции Криворожского института гигиены труда и профзаболеваний, посвященной итогам работы за 1963 — 1964 гг. Кривой Рог, 1965 г.

4. На научной конференция Криворожского научно-исследовательского института гигиены труда и профзаболеваний и Областной клинической больницы. Кривой Рог, 1965 г.

Подписано к печати 14. I. 1969 г.
Формат бумаги 60x84. Объем 1,5 печ. листа

БТ 16038. г. Марганец, зак. № 339, тираж 250

