СВЕРДЛОВСКИЙ ИНСТИТУТ ГИГИЕНЫ ТРУДА И ПРОФЗАБОЛЕВАНИЙ.

Директор-кандидат биологических наук В.А.МИХАЙЛОВ. Из гигиенического отдела — руководитель профессор, доктор мед.наук С.В.МИЛЛЕР.

Мл. научный сотрудник, врач ВЕЛИЧКОВСКИЙ Б.Т.

ПЫЛЕВОЙ ФАКТОР И ПРОФИЛАКТИКА СИЛИКОЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО КРЕМНИЯ.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук.

СОДЕРЖАНИЕ

	BBI	СДЕНИЕ1 — 3
Глава	1.	Технологические и трудовие процесси в производстве технически чистого кремния. Санитариая характеристика рабочих помещений и условий воздухообмена4 - 27
	1.	Жарактеристика технологических и трудо- вих процессов4
	2)	Воздухообмен и конвективные токи воз- дука в плавильном отделении цеха21
Глава	Π.	Санитарине условия труда при виплавке кремния и влияние аэрозоля конденсации двуокиси кремния на организм. (Литера- турный обзор)
	1)	Карактеристика условий труда при выплав- ке кремния и кремнистых ферросплавов28.
		Условия образования и влияние на орга- низм аэрозоля конденсации двускиси крем- ния
Глава	11.	Пилевой фактор в производстве кремния46-89
	1)	Задачи и методика исследований46.
	-	Результати исследований: 57.
-4		а)Запиленность воздука и свойства пили на шихтовом дворе
		б)Запиленность воздуха и свойства пили в плавильном отделении63.
		в)Запиленность воздуха и свойства пили в отделении обработки готовой продукции84.
Глава	13	Вредние гази и метеорологические усло- вия в производстве кремния
	1	Загазованность рабочих помещений90.
	2)	Метеорологические условия
Глава		Заболеваемость рабочих в производстве кремния109-129.
	1)	Заболеваемость силикозом
	2	Заболеваемость с временной утратой трудоспособности

Глава У1.	Экспериментальное исследование по гиги- енической характеристике конденсирован- ной двускиси кремния	130-162.
	1) Задачи и методика исследования	130.
	А. Характеристика образцов пыли, исполь- зованных в эксперименте	131.
	Б. Методика проведения эксперимента	135.
	2)Результати исследований:	
	А. Опыты с пылью конденсированной двуоки- си кремния	138.
	В.Опыты с кварцевой пыльр	144.
	В.Опити с пилью технически чистого кремния	147.
	Г. Патоморфологические изменения в цент- ральной нервной системе подопытних животных	152.
	3)Обсуждение результатов	157.
Глава УП	Пылевой фактор и заболеваемость силико- зом при выплавке ферросилиция	163-174.
Глава УП.	Мероприятия по оздоровлению условий тру- да при выплавке кремния и ферросилиция	175-191.
	1)Рационализация технологического про-	175.
	2) Санитарно-технические мероприятия	181.
	3)Индивидуальные защитные приспособле- ния и мероприятия медико-профилакти- ческого характера	185.
	вивод н	192-197.
	Указатель литературн	198-209.

BBEAEHNE

Директиви X1X с'езда Коммунистической партии Советского Союза по пятому пятилетнему плану развития СССР требуют "направить усилия медицинских научних работников на ренения важней-ших задач здравоохранения, сосредоточив особое внимание на вопросах профилактики"...

В связи с этим большое значение приобретает задача оздоровления условий труда рабочих в тех отраслях промишленности, которие должни получить наибольшее развитие в бликайшие годи и которие характеризуртся неблагоприятной санитарной обстановкой труда.

Одним из таких сравнительно нових, бистро развивающихся производств, требурщих внимания практических и научних работников в области гигиени труда, является производство технически чистого кремния и кремнистих ферросплавов.

Характерной особенностью развития современной металлургми является переход от обичних углеродистих сталей к висококачественним легированним сталям и сложним сплавам цветних металлов. Поэтому в металлургии все большее значение приобретает использование целого ряда элементов, среди которых важнейшую роль играет кремний.

В черной металлурган кремний в виде ферросилиция используется, как раскислитель при плавке стали, как лагирурщий элемент при производстве конструкционних, трансформаторних и др. сталей и как восстановитель при силимотермическом получении металлови и малоуглеродистих ферросилавов. (51).

В цветной металлургии используется главным образом технически чистый кремний. Добавление кремния к алеминию значительно улучшает его механические свойства: повышает твердость, прочность и литейные качества. Поэтому сплавы алеминия с кремнием используются в производстве авиационных и автомобильных моторов и др. (50).

Кроме металлургии, кремний используется также для производства стелитовых нагревательных стержней, полупроводниковых усилителей, фотосопротивлений, детекторов, обладающих большой устойчивостью в широкой области частот, и в ряде других отраслей промышленности. (117).

Производство технически чистого кремния, а также и кремнистих сплавов в значительной мере сосредоточено на Ураде.

Санитарно-гигиенические условия труда при выплавке кремния и ферросилиция мало освещени в литературе.

В производстве кремния и ферросилиция имеет место испаре ние кремния из электропечей, в результате чего в воздухе рабочих помещений содержится мельчайшая пиль конденсированной двуокиси кремния.

Аэрозоль конденсации двускиси кремния образуется и при других электрометаллургических процессах, а также в производстве кварцевого стекла и искусственных абразивов.

Литературные данные о действии аэрозоля конденсации двуокиси кремния на организм немногочисленны и противоречивн. Имеются единичные наблюдения о том, что у рабочих, подвергающихся длительному воздействию аэрозоля конденсации двуокиси кремния, были обнаружены узелковые силикотические изменения в легких. Однако, попытки ряда исследователей получить экспериментальный силивоз под влиянием пыли конденсированной двуокиси кремния не увенчались успехом.

В 1951 году клиникой Свердловского Института Гигиени Труда и Профзаболеваний были обнаружены фиброзные изменения в легких у плавильщиков технически чистого кремния.

Все это послужило основанием для постановки специальних исследований, имевших своей задачей гитиеническую карактеристику пилевого фактора и разработку путей профилактики силикоза в производстве технически чистого кремния. Для решения поставленной задачи работа проводилась в следующих направлениях:

1. Изучение санитарно-гигиенических условий труда в электротермическом цеке Уральского альминиевого завода (УАЗ'а), являющегося крупным поставщиком технически чистого кремния в Совзе; особое внимание при этом уделялось исследованию пилево-го фактора: источникам образования, количеству и свойствам пили, поступающей в воздух производственных помещений при внилавке кремния.

- 2. Изучение распространенности силикоза среди рабочих, занятых в производстве кремния, а также выяснение влияния санитарных условий труда на уровень и структуру заболеваемости с временной утратой трудоспособности.
- 3. Экспериментальное исследование на животных карактера воздействия пыли конденсированной двуокиси кремния и пыли чистого кремния.
- 4. Разработка системи оздоровительних мероприятий как для существующего электротермического цеха, так и для запроектированного к строительству в ближайшие годи нового цеха более високой производительности и с более совершениим оборудованием.

Кроме того, для уточнения вопроса о силикозоопасности других технологических процессов, связанных с образованием аэрозоля конденсации двуокиси кремния, были проведени дополнительние исследования на Челябинском ферросилавном заводе (ЧФЗ). Определялся уровень запиленности воздуха и содержание в пыли двуокиси кремния в рабочей зоне у ферросилициевых печей, а также изучалась распространенность силикоза среди стажированных плавильщиков ферросилиция.

Исследования проводились на протяжении 1952-54 г.г. как на указанных выше предприятиях, так и в лабораториях Сверд ловского института гигиени труда и профзаболеваний.

Рекомендованние на основе проведенних исследований оздоровительные мероприятия частично реализовани в существурщем электротермическом цехе, а также приняти к осуществлению при строительстве нового цеха. Кроме того, материалы исследования послужили основанием для распространения на ведущие профессии производства технически чистого кремния льгот, аналогичних тем, которые ранее постановлением Правительства были предоставлени рабочим силикозоопасных предприятий горнорудной промишленности (сокращенний рабочий день и дополнительний отпуск).

Глава 1.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ТРУДОВНЕ ПРОЦЕССН В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО КРЕМНИЯ. САНИТАРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧИХ ПОМЕЩЕНИЙ И УСЛОВИЙ ВОЗДУХООБМЕНА.

1. Характеристика технологических и трудовых процессов и производственных помещений.

Сущность процесса выплавки кремния заключается в восстановлении кремния из его окисла - кремнезема (двуокиси кремния) при помощи углерода.

Реакция эта протекает при очень високой температуре и сопровождается огромным поглощением тепла. Поэтому виплавка кремния ведется в электрических дугових печах и носит название электротермического процесса.

Исходным материалом — рудой-для получения кремния служат минералы — кварц и кварцит. Для плавки считаются пригодными такие их разновидности, которые, во-первых, содержат не менее 98,2% кремнезема и имеют минимальное количество вредных примесей (окиси железа, окиси кальция, глинозема и т.д.); вовторых, обладают достаточной механической прочностью и не рассниаются как при дроблении, так и при нагревании вплоть до температуры размятчения (72).

Другой составной частью шихти — состава, загружаемого в нечь — является углеродистий восстановитель. Так как двуокись кремния является весьма прочним, даже при высоких температу— рях трудновосстановиним окислом, хорошее качество восстановителя — одно из важнейших условий успешного проведения процесса. Восстановитель должен обладать высокой химической активностью, большим электросопротивлением и малой зольностью. Наниболее полно всем этим качествам отвечает древесний уголь. Однако один древесний уголь занимает очень большой об'ем в шихте. Поэтому при выплавке кремния используется комбинированний углеродистий восстановитель высокой чистоты, состоящий из древесного угля и нефтяного кокса.

Жимический состав восстановителя приведен в таблице В 1, составленной по данним А.И.Беляева, М.Б. Рапопорта и

Л.А.Фирсановой (8).

Состав восстановителя (в %%)

Таблица № 1.

Восстано-	Brara.				- (Состав	30JIH.				
витель.		Летучие.	Золв.	Si O2	Al ₂ 03	Fe2 03	Ca D	MgO	Cepa.	Твердый утлерод.	
Уральский сосн. уголь	6	27.6	1.0	13.45	20.26	1.24	25.62	8,96	0.39	65.0	
Уральский берез. уголь	3	22,15	1.7	19.32	31.22	1.78	22.40	6.00	1.97	72.0	
Нефтяной кокс	2	5,85- 7,59	0.30	-26-42	9.0	11.18	18.0	-	0.46- -0.75	90.0	

Технологический процесс получения кремния слагается из 3-х основних этапов:

- 1. Подготовки шихтовых материалов.
- И. Виплавки кремния в электропечах.
- Ш. Разделки готовой продукции.

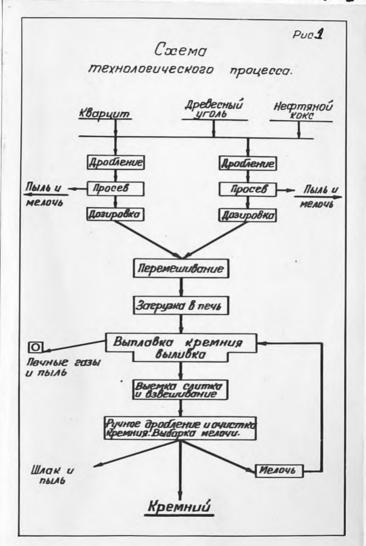
В соответствии с этим цех., в которам выплавляется кремний, имерт три основних отделения: вихтовий двор, плавильное отделение и отделение обработки готовой продукции.

Скема технологического процесса выплавки кремния приведена на рис. 2 1.

Подготовка шихтовых материалов.

Подготовка шихтових материалов заключается в дроблении, просеве, дозировке и переменивании. Дробление ведется до определенних размеров, обеспечивающих наилучиее протекание химических взаммодействий в печи. Для кварцита такими размерами являются куски в 50-100 мм, для древесного угля — в 10-25 мм. Кварцит и нефтекокс дробят на щековых, а древесный уголь на валкових дробилках.

При дроблении кварцита и восстановителя приблизительно 6% исходного материала превращается в мелочь и пыль. Попадая в печь,



мелочь и пыль снижают газопроницаемость шихти. Кроме того, пыль всегда содержит повишенное количество примесей. Так, по данным В.П.Елютина, В.А. Павлова, Б.Е. Левина (52), при обичном содержании глинозема в кварците не более 1,5%, количество его в пили может достигать 20%. Поэтому вся мелочь и инль, образующиеся при дроблении, отсеиваются. Кварцит просеивают во вращающихся барабанных ситах, а древесный уголь на вибрационных грохотах. Дробление и просев исходних материалов сосредоточени на шихтовом дворе. Виполняются эти операции рабочими-дробильщиками, при чем каждый дробильцик занят подготовной только одного какогонибудь материала (кварцита, древесного угля или нефтекокса). Следующей операцией подготовки шихти является ее дозировка. Только при наличии определенного соотношения между кварцитом и восстановителем химические реакции в печи протекают в нужную сторону. Поэтому от умелой корректировки состава шихти в большой степени зависит производительность печей.В связи с этим в состав печных оригад, кроме плавильщиков, входят также и шихтовщики, выполняющие операцию дозировки шихты. Такая структура бригад повишает заинтересованность и ответственность при выполнении этой операции.

Своеобразними особенностями обладает заключительная операция подготовки шихти — перемешивание. При выплавке кремния шихта не произвъляется целиком, поэтому важно обеспечить равномерний контакт шихтовых материалов в твердой фазе. Однако составние части шихти чрезвичайно отличаются друг от друга по удельному весу и прочности. Обичние приеми перемешивания шихти в процессе пересипания (из бункеров на транспортер, с транспортера в печние кармани и т.д.) здось оказываются негоприемлемии. Поэтому шихтовие материали перелопачиваются вручную. При этом шихту распределяют по полу ровним и не толстим слоем, т.к. при наваливании в кучу уже происходит некоторая расшихтовка и кварцит оказывается преимущественно внизу, а уголь наверху.

Перед передоначиванием и перед загрузкой в печь производится унлажнение шихти водой. Это делается для уменьшения поверхностного вигорания угля на колошнике печи и для уменьшения пилеобразования. Передопачивание шихти осуществляется в плавильном отделении цеха, непосредственно на колошниковой площадке электропечей. Выполняют эту операцию плавильщики-завальщики.

Все операции подготовки шихти связани с пылеобразованием. Поэтому основной профессиональной вредностью на этом этапе производства является запыленность воздука.

Технологический процесс является важнейшим фактором, определяющим санитарно-тигиенические условия труда на производстве, характер профессиональных вредностей и опасностей.

Однако санитарно-гигиенические условия труда зависят также от строительного оформления производственных помещений, размещения оборудования, организации естественного и искусственного воздухообмена, степени механизации трудовых процессов и т.д.

Это чрезвичайно ярко виявилось в том электротермическом цехе, в котором проводилось настоящее исследование. Цех был перебазирован на Урал в годы Великой Отчественной войны и по условиям военного времени, требовавшим скорейшего введения его в эксплуатацию, размещен в помещениях, первоначально выстроенних под склады и вспомогательные материалы электролизных корпусов.

Расстановку технологического оборудования и сам его вибор привлось приспосабливать к этим помещениям, что в ряде случаев отрицательно сказалось, как на организации производственного процесса, так и на санитарно-гигиенических условиях труда рабочих.

в первую очередь следует отметить недостаточную механизацию погрузочно-транспортных операций при подготовке шихтовых материалов.

шихтовий двор электротермического цеха занимает два деревянних не отапливаемых складских помещений. В одном из них ведется подготовка кварцита, в другом — подготовка древесного угля и нефтекокса. Сырьевые материалы хранятся в кучах под открытым небом и доставляются в помещения шихтового двора в тачках и вручную. Взаимное положение шихтового двора и плавильного отделения не дает возможность подавать шихту в плавильное отделение при помощи транспортеров, так как между ними расположено здание механических мастерских. Поэтому шихтовие материали доставляются по узкоколейному пути в вагонетках, при чем часть пути (для кварцита — 20 метров, для угля — 10 метров) вагонетки передвигаются вручную, а частьэлектрокаром.

Уголь и нефтековс загружают в вагонетки также вручную. Таким образом, работа дробильщиков на шихтовом дворе связана со значительным физическим напряжением, особенно в отделении подготовки кварцита, где рабочим на протяжении смени приходится вручную доставлять и загружать в дробилку несколько тони кварцита.

Работа дробильщиков требует также напряжения внимания в связи с опасностью травматизма.

Виплавка кремния в электропечах.

Кремний выплавляется в шахтных дуговых электрических печах средней мощности (2000-3000 квт.). Печи могут быть однофазными с двумя электродами или трехфазными с тремя электродами. Выплавка кремния в однофазных двухэлектродных печах отличается более ровным ходом и дает более низкий удельный расход электроэнергии. Схематический разрез однофазной печи приведен на рис. # 2.

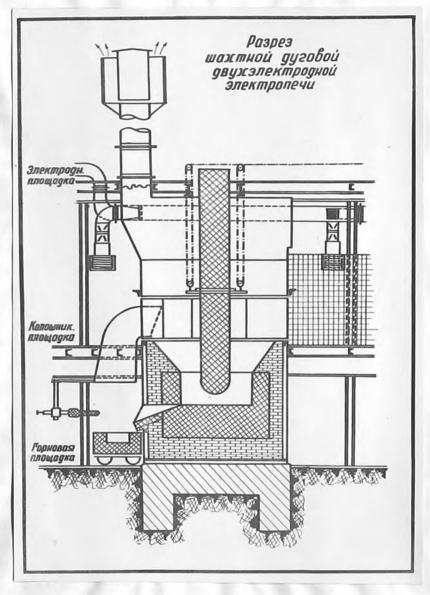
печь представляет собой большой овальной форми металлический комух, выложенный огнеупорными материалами: шамотным кирпичем и угольными блоками.

Над шахтой печи вертикально укреплени подвижние графитированние электроди. Во время плавки электроди опущени вглуб шахти печи и находятся под слоем твердой шихти. Такое устройство печей дает возможность использовать ток большой сили и производить избирательную загрузку шихти.

Верхняя откритая часть печи, через которую загружается шихта, носит название колошника. В нижней части печи имеется отверстие — летка, через которое выпускается расплавленный кремний. Эта часть печи называется горном.

Важной в санитарном отношении особенностью конструк-

Puc. Nº 2



ции электропечей, выплавляющих кремний, является то, что они не имают свода, открыти сверку и не имеют специальных устройств, кроме зонтов, для отвода печных газов. Поэтому печи служат источником загрязнения воздушной среди производственных помещений вреднеми газами и пылью.

Обслуживание печей ведется с трех рабочих илощадок. На первом этаже, перед леткой печи, номещается горновая площадка. Это рабочее место илавильщика -горнового, обслуживающего
летку печи. На уровне верхнего края нечи имеется вторая площадка, с которой происходит загрузка шихти в печь. На этой площадке номещаются также пульти управления токонодачи и положения
электродов. Эта площадка носит название завалочной или колошниковой илощадки. Она является рабочим местом илавильщиков-завальщиков и регулировщиков. На висоте 4,5 м от верхнего края
печи (8 м от пола) над печью расположена третья илощадка, на
которой находятся мотори, поддерживающие электроди. Отсюда же
производится наращивание электродов по мере их сторания. Эта
третья — электродная площадка является местом периодического
пребивания рабочих во время операции наращивания электродов.

Каждая печь обслуживается бригадой, в состав которой входят: бригадир-плавильщик — 1 чел., плавильшики—завальщики — 4 чел., плавильщик-горновой — 1 чел., регулировщик — 1 чел. и шихтовщики — 2 чел.

Нагревание шихти в электронечах происходит за счет тепла, виделяемого дугой, и за счет джоулева тепла, получающегося
при прохождении тока через шихту. По данним В.П. Елютина, В.А.
Навлова, Б.Е. Левина (52), 60-70% мощности печи виделяется в
электрических дугах и контакте "электрод-шихта". Поэтому распределение тепла в печи происходит неравномерно. В зоне реакции вокруг электродов при нормальном течении процесса температура находится на уровне 1900-2000°С. Чем дальше от электродов,
тем меньше температура нагрева. На некотором расстоянии от
электродов шихта, вследствие понижения температури, уже не плавится, а спекается. В связи с этим при эагрузке печей шихту
стремятся подать непосредственно к электродам.
Толстий слой шихти вокруг электродов заставляет горячие гази
пробивать себе дорогу в участках, отдаленних от электродов.

и, тем самым, увеличивать прогрев периферии.

Конуса шихти вокруг электродов все время должни поддерживаться равномерними. Если с какой-нибуда одной стороны у электрода шихти окажется меньше, чем с другой, гази будут прориваться преимущественно с этой сторони, образуя "газовие свищи". С другой сторони электрода нагрев шихти уменьшится и печь начнет зарастать спекцейся массой.

Возможность такого неравномерного схода шихти в различних частях колошника печи и необходимость в виду этого проводить избирательную загрузку печей точно в определенное место колошника затрудняют механизацию этого процесса. Поэтому загрузка печей в настоящее время осуществляется вручную.

Нормальний ход печи характеризуется равномерным сходом шихти вокруг электродов и равномерным выделением газов на колошнике, о чем свидетельствует наличие на всей новерхности колошника желтих языков пламени.

Отклонения от нормального кода печи возникают весьма часто, поэтому плавильщику-завальщику приходится вести непреривное наблюдение за колошником.

Если на какой-либо части колошника окраска пламени вместо желтой становится соломенного цвета, т. е. газн уходят более нагретнии, плавильщик загружает на это место вихту.

Если в какой-либо части колошника опускание викти замедляется или языки пламени исчезают, то плавильщик производит осадку викти: длинной деревянной жердью протикает (осаживает) уплотненную шихту, устраняя образовавшийся настиль и восстанавливая пути для вихода газов.

Если где-либо на колошнике начинают вириваться под большим давлением ослепительно белие языки пламени (газовые свищи), уносящие из печи много тепла и кремния, плавильщик производит сначала осадку шихти (ломает свищевой ход), а затем загрузку (восстанавливает конус вокруг электродов).

Особенностью обслуживания колонника, а также и выпускного отверстия электропечей, выпланляющих кремний, является применение деревянних жердей. Это связано с недопустимо загрязнения кремния железом в случае использования железного инструмента.

Периодически, один раз в сутки, плавильщик-завальщик совместно с бригадиром и горновим производят перестановку (перепуск) контактной системы.

Для уменьшения электронотерь ток подводится к электродам низко: на расстоянии 1-1,5 м от колошника. Так как электроди в процессе имавки постепенно сгорают и опускаются вниз, контактную систему время от времени приходится переставлять в исходное положение. Для этого мотором электрод поднимают немного вверх, рабочие отодвигают в сторони защитние экрани и подходят к самому краю печи, полутораметровими торцовими ключами ослабляют гайки обжимного кольца и поддерживают контактную систему на весу, пока мотор опускает электрод на прежнее место. Затем гайки обжимного кольца снова завинчиваются и контактная система оказивается укрепленной на электроде на новом уровне.

Кроме многократно повторяющихся в течение смени в различних сочетаниях операций загрузки и осадки и выполняемой один раз в течение нескольких смен операции перепуска, плавильщик, как уже указывалось, производит еще перелопачивание шихты. Вихта подается на колошниковую площадку отдельными порциями вагонетками, поэтому операция перелопачивания повторяется в течение смени несколько раз.

Перелопачивание шихти, загрузка в печь, осадка и перепуск контактной системы являются основными рабочими операциями плавильщиков-завальщиков.

Продолжительность, периодичность и суммарное время, затраченное в течение смени на их винолнение, указани на фотографии рабочего дня, составленной на основании хронометражных наблюдений в течение 9 человекосмен (табл. 2).

Нак видно из таблици, загрузка и осадка повторяются в течение смени в среднем по 44-45 раз; шихтовкя - 7 раз. На виполнение первых двух операций расходуется приблизительно по 20%, а на перелопачивание - 10% рабочего времени. Таким образом, на обслуживание электропечи тратится в среднем около половини восьмичасовой рабочей смени.

Таблица № 2.
Распределение времени на протяжении рабочего дня плавильщика-завальщика
(9 человекосмен).

1616	Характер использования	Суммарная продолжительность опера-						Повторяемость операций в те-			Продолжительность отдельных опера-		
пп	времени.	Muhu	мум.	Макс	симум.	Cpe	дн.	чени	e cwer	H.	ций в	мин.	
		MNH.	%	MMH.	%	MMH.	%	MNH.	Marc.	Средн.	.HUM	Макс	Средн
1	Обслуживание электро- печей в том числе:	180	37,5	281	58,5	288,5	48,7	-	-		-	-	-
	а)Перелоначивание	38	8,0	56	11,7	46,9	9,8	6	8	7	5,6	8,0	6,8
	d)Sarpyska	67	14,0	110	23,0	94,3	19,7	40	48	45	1,7	2,5	2,1
	в) Осадка	61	12,7	115	24,0	880	18,3	39	48	44	1,5	2,4	2,0
	г)Перепуск контактной системы		Произв	одится	один т	раз в З	с м с	н н.			9,0	18,0	13,0
2	Вспомогательные работы, не связанные непосред- ственно с обслуживанием электропечей.	31	6,5	58	12,1	40,0	8,8	-	_	-	-		-
3	наблюдение за рас осой печи (за состоянием ко- лошника)	161	33,5	260	54,2	206,5	43	35	48	48	8,5	7,1	5,1

Все операции обслуживания электропечи виполняются вручную и требуют значительного физического напряжения. В течение смени каждий плавильщик-завальщик двукратно перекидивает более тонни вихти. Кроме того, все эти операции протекают в условиях интенсивного облучения, так как выполняются на растоянии 1,0 - 2,0 м от горячей поверхности колошника. Особенно велика тепловая радиация во время перепуска контактной системы и осад ки. Меньше всего интенсивность облучения во время перелопачивания вихти, так как в это время колошник полностью закрит подвиж ними щитами.

Положительной особенностью трудових процессов плавильщиков-завальщиков является их периодичность. Ручные операции, выполняемие в непосредственной близости от печи и связание с интенсивным облучением, чередуются с периодами наблюдения, которое ведется с относительно далекого растояния: 4. — 5 м от края печи.

8,3% рабочего времени плавильщика-завальщика занимают вспомойтельные операции. Они связани, в основном, с подготовкой инструмента и протекают также в отдалении от электропечи.

Регламентированных перерывов в работе плавильщиков-завальщиков нет. Отлучаться от печи плавильщик может только при подмене его бригадиром.

Кроме плавильщиков-завальщиков, на колошниковой площадке печей работают также регулировщики. Во время выплавки крвиния электропечи работают на постоянном напряжении. Регулирование мощности печи осуществляется за счет изменения сили тока посредством изменения положения электродов. При опускании электродов сила тока возрастает, при поднимании — падает. Опускание и поднимание электродов производит регулировщик. Работа его в течение всей смени протекает сидя за пультом управления, на котором сосредоточени прибори, указывающие величину напряжения и силу тока, и кнопочное управление моторами, поддерживающими электроды.

Поскольку рабочее место регулировщия ни чем не отделено от остальной территории печного пролета, он подвергается воздействию пили и вредних газов, содержащихся в воздухе плавильного отделения.

Электронечи при выплавке кремния работают непрерывно. Остановка нечей и поднятие электродов осуществляется только в случае аварии или планово-предупредительного ремонта.

Випуск кремния из печей проводится также непрерывно. Это связано с тем, что при накоплении кремния в печи, вследствие перегрева, повышаются потери его испарением.

Все работи по осуществлению випуска кремния виполняются на горновой площадке плавильщиком-горновим.

фотография рабочего дня плавильщика-горнового, составленная на основании наблюдений в течение 5 человекосмен, приводится на табл. В 3.

Основними рабочими операциями горнового, непосредственно связанными с обслуживанием электропечи, являются: прожиг и прогрев летки электросвечей, чистка леточного отверския деревянной жердые, взятие проби кремния и перестановка вагонеток с изложницами у леточного отверстия. Кроме того, уак уже указывалось, горновой принимает участие в перепуске контактной системн.

В процессе випуска на летке образуются настили из кремния и шлака. Для их удаления летку периодически приходится
"прожигать". Эта операция осуществляется с помощье специального аппарата — "электросвечи", состоящего из угольного электрода, диаметром 70-100 мм, держателя и тибких лент, по которым
подводится ток. Все это устройство укрепляется на вращавщейся консоли или монорельсе. В нужный момент горновой подводит аппарат к летке, включает ток и между леткой и электродом
возникает электрическая дуга, которая проживает и распирает
леточное отверстие. Вследствие этого специфической особенностью работн горнового является воздействие на него не только инфракрасной, но и ультрафиолетовой радиации от открытой
вольтовой дуги.

провиг и прогрев летки электросвечей проводится в течение смени в среднем 10 раз. Продолжительность одной такой операции колеблется в довольно широких пределах: от 5 до 18 мин. всего в течение смени на промиг и прогрев летки электропечей затрачивается в среднем около 20% рабочего времени.

Таблица № 3.
Распределение времени на протяжении рабочего дня плавильщика-горнового (5 человеко-смен).

1910	Характер использования		марная ечение	продолжительность операций сменн.				Повторяемость операций в те-			Продолжительность отдельных опера-		
пп	времени.	Минимум		Максимум .		Среднее		чение смени.		H.	ций в мин.		
-		Мин.	%	MMH.	%	мин.	%	MNH.	Makc.	Сред.	мин.	Marc.	Сред.
1	Обслуживание электропечи	114	23,7	245	51,0	167,0	34,7	-	-	-	-	-	-
	в том числе: а)Прожит и прогрев летки электропечей б)Чиска леточного отвер-	65 26	19,2	115	23,9	90	18,7	6	13	10	5,0	18,0	9,0
	в)Вэятие проби	4	5,4	90	18,8	55	11,5	10	21	16 5	2,5	4,5	3,4
	г)Перестановка вагонеток с изложницами у летки печи	8	1,7	13	2,7	10	2,1	5	6	5	1,5	1,8	2,0
	д)Перепуск контактной си-		оизводи	тся од	лн раз	в три	сменн.				11,0	18,0	-
2	Работа, не связанная непо- средственно с обслужива- нием электропечи	125	26,0	186	38,7	147	30,7	_	-	_	_	_	
	а)Внемка слитка кремния из изложници и взвеши- вание его.	37	7,7	48	10,0	48	8,9	5	6	5	6,0	9,5	8,5
	б)Подготовка изложниц и др. всномогательные опе- рации	88	18,3	138	28,7	104	21,7	_	_	_	_		
3	Наблюдение за выпуском кремния.	95	19,8	219	45,6	166	34,6	17	31	25	0,5	9,0	4,2

На эту операцию расходуется значительное количество электрической энергии. Поэтому при нормальной работе печи, когда в кремнии содержится мало шлака, чистку леточного отверстия производят с помощью деревянной керди.

Продолжительность одной чистки составляет в среднем 3,4 минути. В течение смени эта операция повторяется довольно часто (в среднем 16 раз и в общем занимает более 10% рабочето времени).

Випуск кремния производится в изложницы, футированные угольными блоками и установленные на вагонетках.

Камдая нечь снабжена двумя изложницами. Пока в одну из них выпускается кремний, из другой извлекают слиток и подготавлают ее к работе: чистям, наращивают борта, промазивают отнеупорной глиной. Вагонетки с изложницами подкативаются к летке по узкоколейному пути вручную. При этом горновой подходит
к леточному отверстию на близкое расстояние (до 1,5 м) и подвергается не только интенсивному облучению, но и опасности
одогов от бризг расплавленного кремния. Перестановка изложниц
требует значительного физического напряжения и совершается
вдвоем с бригадиром.

Приблизительно в аналогичных условиях протекает и операция взятия пробы, когда горновой подставляет под струю кремния специальный графитовый стаканчик, укрепленный на двухметровой рукоятке.

Взятие проби и перестановка изложниц являются кратковременными операциями (1,2 и 2,0 мин) проводятся ливь 5-6 раз в смену и занимают вместе в среднем только 3,3% рабочего времени.

Из работ, не связанних непосредственно с обслуживанием электропечи, необходимо отметить внемку слитков кремния из изложниц, взвешивание и транспортировку их по помещенив.

Слитки извлекаются из изложниц еще раскаленними до температури 500-700°С. Операция эта виполняется вручную при помощи ломов. Перемещение слитков на веси и далее к наружной стене остивочного пристроя, где они остивают до температури помещения, осуществляется также вручную на специальных желез-

Таблица № 4.

Распределение времени на протяжении рабочего дня 2-х бригадиров плавильщиков кремния.

AND SHELL	Характер использо-	Брига	дир П.	Бригадир М.		
ПП	вания времени.	минут	%	Минут	%	
1	Наблюдение за работой бригади	177	36,8	150	31,2	
2	Операции, выполняемые совместно с горновым, в том числе:	138	28,7	161	32,1	
	а)внемка горячих слит- ков из изложниц, взве- шивание и транспорти- ровка, а также переста-					
	новка изложниц у ле- точного отверстия	58	12,1	64	13,8	
	б)Прожиг и прогрев лет- ки, чистка леточного отверстия	80	16,6	97	18,9	
3	Загрузка, осадка и др. операции завальщика	106	22,1	95	19,8	
4	Подмена регулировц.	32	6,7	40	8,8	
5	Наращивание электродов	6	1,3	-	-	
6	Перепуск контактной си- стемы	-	-	12	2,5	
7	Отдих	21	4,4	28	5,9	
	B C E F 0:	480	100%	480	100%	

них тележках. Перечисленные операции протекают в условиях значительной тепловой радиации и требуют большого физического напряжения.

Они выполняются горновими также совместно с бригадиром.

Работа плавильщиков-горнових, как и работа завальщиков, карактеризуется большим количеством ручных операций, в связи с неприспособленностью производственных помещений. Такие операции, как перестановка изложниц у леточного отверстия печей, внемка слитков кремния из изложниц, взвешивание и транспортиров ка их по помещению, — с успехом могли бы выполняться мостовым краном. Однако, в связи с тем, что конструкции здания, занимаемо-го плавильным отделением цеха, были расчитани на инур, меньшую нагрузку, установить в остивочном пристрое мостовой кран не-возможно.

Кроме плавильщиков-завальщиков и плавильщиков-горнових, непосредственно с обслуживанием электропечей связани также бригадири печних бригад.

Бригадир отвечает за правильное ведение технологического процесса, исправность инструмента и оборудования и организацив труда остальных членов бригади. Совместно с дежурным слесарем и электриком бригадир производит наращивание электродов. Эта операция виполняется на электродной площадке и заключается в том, что углубление, которым заканчивается верхний конец печного электрода, тщательно очищается от пыли и смазивается связувщим составом. Затем тельфером свда подается новый отревок электрода, который одним концом осторожно ввинчивается в углубление действувщего электрода.

Совместно с горновии бригадир производит перестановку вагонеток с изложницами, внемку слитков кремния из изложниц и транспортировку их по помещенив.

Кроме того, часть рабочего времени бригадир расходует на подмену членов бригады.

как показивают фотографии рабочего дня двух бригадиров печних бригад, приведенние в табл. И 4, виполнение работ, бвязанних с мишечним напряжением, занимает 58,8 - 62,9% их рабочего времени. Остальное время затрачивается, в основном, на наблюдение за работой печи и обслуживающей ее бригады.

Бригадир-плавильщик — единственний из рабочих печной бригади, в процессе работи поднимающийся на электродную площадку. Пребивание на этой площадке не превишает 10 минут и повторяется не наждую смену. Гораздо чаще и дольше на ней накодятся рабочие вспомогательных профессий — дежурние электрики и слесари, смазчики и электросварщики.

Обработка готовой продукции.

В процессе выплавки кремния образуется небольное количество шлака, состоящего, в основном, из расплавленного не восстановивнегося в печи кварцита из примесей $\mathcal{C}_{\sigma} \mathcal{O}$ и $\mathcal{A} \mathcal{E}_{\sigma} \mathcal{O}_3$

Типичний состав шлака (8:)

25-30% Са0; 12-18% \mathcal{Al}_2 03 55-65% $\mathcal{J}i$ 02 Шлак выливается из печей одновременно с кремнием в одни и τe же изложници. После извлечения из изложниц, остившие слитки кремния дробят на куски и очищают от вкраплений влака.

Операции эти выполняются расочими по очистке готовой продукции — зачищальщиками.

Слитки кремния разбиваются вручную молотами. Так нак кремний является хрупким веществом, дробление его не визивает затруднений. Слиток обично раскаливается на куски с 2-3 ударов. Линии излома проходят, как правило, по месту инородных, влаковых включений.

дальнейшая очистка ведется с помощью молотка и нелезной щетки. Сидя на низенькой скамейке, рабочие кусок за куском перебирают на полу весь разбитий слиток. Каждий кусочек осматривается со всех сторон и, если обнаруживаются влаковне включения, очищается молотком и железной щеткой.

приварившийся шлак удаляется с трудом, поэтому часть кремния при чистке теряется. Для уменьшения потерь, вся мелочь, образующаяся в процессе чистки кремния, просеивается рабочим через ручное сито. Задержанные на сите осколочки кремния тщательно вноираются и, в зависимости от размеров, или присоединяются к товарной продукции или возвращаются в переплав.

В заключение весь очищенный кремний на носилках перено-

Все операции обработки готовой продукции сопровождаются эначительным пылеобразованием, причем в состав пыли входит как двуокись кремния, так и чистый кремний. Особенно большое количество шыли выделяется при просеве мелочи в ручном сите.

Производственные помещения плавильного отделения, как и номещения вихтового двора, не соответствуют характеру технологического процесса. Это обстоятельство в значительной степени усиливает неблагоприятное влияние профессиональных вредностей.

Плавильное отделение цеха, а также отделение обработки готовой продукции занимают бивший блок вспомогательных мастерских электролизных корпусов. Это однопролетное прямоугольной форми здание висотой в 11 метров. Строительная характеристика здания: железносетонний каркас с заполнением стен кирпичем на толщину 38 см. Кровля отепленная — по железобетонной плите 6 см. пенобетона. На кровле имеется А— образний аэрационний фонарь. Поли бетонние, выложенные железными рифлеными плитами.

со всех четирех сторон по всему периметру здание имеет пристрои. Такая конфигурация помещений ухудшает условия аэрации печного пролета.

Во время проведения первых исследований в ивле 1952 г., в одном из торцевых пристроев размещалось отделение производства карбида кальция. В цехе с 1946 года по 1952 год, ироме кремния, выплавлялся также карбид кальция. Выплавка карбида кальция относится в разряду вэрывоопасных производств. Здесь она не была в достаточной степени изолирована от остальных производственных помещений. Это заставило институт совместно с технической инспекцией профсовзов поставить вопрос о прекращении в цехе производства карбида кальция. В декабре 1952г. производство карбида кальция было прекращено. В дальнейшем карбидная электропечь была переоборудована для выплавки кремния. В период наших исследований эта электропечь работала еще не постоянно, а только периодически, например, когда какая-нибудь из основных печей становилась на ремонт.

Из-за недостаточности помещения электропечи в печном пролете расположени чрезвичайно близко друг к другу. По "Правилам безопасности для ферросплавних цехов", изданним Министерством металлургической промишленности СССР в 1949г. (103).

расстояние между осями печей, работающих на кремнистих процессах, должно быть не менее 20 метров.

В плавильном отделении цеха расстояние между осями сосед-

Недостаток площади не позволяет на основних местах отдиха плавильщиков (между печами) создать кабини с водяными завесами и полудушами, т. е. создать условия, способствующие скорейшему восстановлению терморегуляции рабочих.

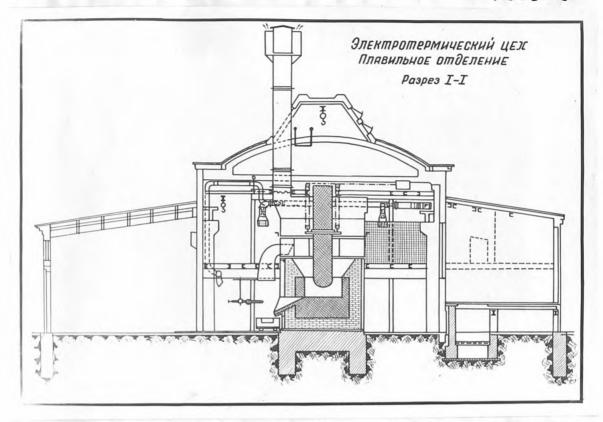
Те же "Правила безопасности..." требурт, чтоби ширина колошниковой площадки печей средней мощности била би не меньше 15 м. Вместе с тем колошниковая площадка не должна перекривать целиком всего печного пролета. вследствие недостаточной ширини здания (12,6 м.) колошниковая площадка электротермического цека продолжается от одной стени до другой, т.е. по существу разбивает печной пролет на два этажа. (см. рис. 3). Это значительно ухудшает условия аэрации рабочих мест горнових, расположенних в первом этаже.

Помещение для очистки кремния от шлака размещено в углу плавильного отделения. Оно мало по площади, не имеет естественного освещения и одновременно служит складом готовой продукции, а поэтому часто операция очистки кремния провеводится в остивочном пристрое перед летками печей.

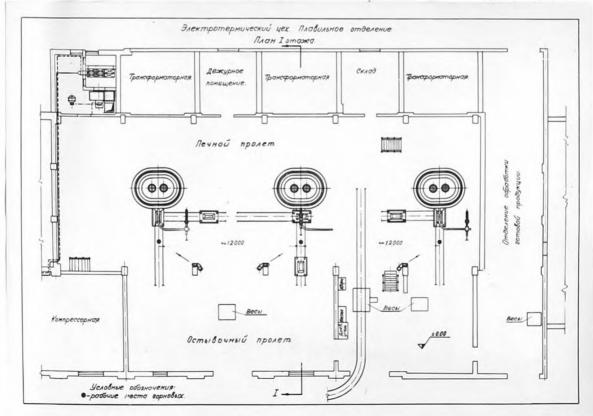
2. Воздухообмен и конвективние токи воздуха в плавильном отделении.

В связи с проведением работ по санитарно-гигиенической карактеристике условий труда при выплавке кремния, в плавильном отделении электротермического цеха было проведено исследование воздухообмена и конвективных токов воздуха, давшее возможность обосновано подойти к оценке состояния воздушной средн в этих производственных помещениях. Исследования производились в декабре 1952 года под руководством заведующего лабораторией промвентиляции института тов. Глушкова Л.А. (19).

Боздухообмен в плавильном отделении цеха осуществляется за счет общеобменной естественной вентиляции, местной приточной механической вентиляции и местной витянной естественной вентиляции.



Puc. Nº 4



На организацию общеобменной сстественной вентиляции — аэрации инавильного отделения большое влияние оказывает наличие пристроев. Торцовне пристрои, где находятся компрессорная, адм. хозяйствение и бытовые помещения, а также продольный восточный пристрой — помещение трансформаторов — отделены от печного пролета глухими стенами и сообщаются с ним только при помощи небольших проемов. Западный остивочный пристрой, наоборот, почти совершенно не отделен от печного пролета. Его окна и двери являются приточными отверстиями также и для печного пролета (рис. 3 и рис. 4). Поэтому воздухообмен определялся сразу в этих двух смежных помещениях. Строительная кубатура печного пролета и остивочного пристроя составляет 6720 м³. Внутренняя кубатура этих помещений за внчетом об'ема, занимаемого оборудованием, равняется 6510 м³. Кубатура печного пролета над колошниковой площадкой 3080 м³.

Электропечи размещени в печном пролете непосредственно под аэрационным фонарем. На кровле фонаря над печью № 1 для усиления вытяжки имеются три добавочных полутораметровой висоти труби с дефлекторами. Ветроотбойных щитов фонарь не имеет.

для удаления печних газов непосредственно на месте их образования над электропечами установлени вытяжные зонты. Каждая печь имеет два зонта: один, меньший по об'ему, расположен в виде козирька над леткой печи; второй, большой, над колошником печи.

Зонт над леткой печи не имеет непосредственного сообщения с атмосферой. Его короткий широкий трубопровод откривается на колошниковой площадке у самого борта печи. Воздух, проходящий по этому трубопроводу, подхвативается колошниковнии газами и вместе с ними увлекается под второй зонт, установленний над колошником печи.

Колонниковый зонт имеет такую же округлую форму, как и печь. Диаметр его на 20-30 мм больше диаметра печи.

Нижний край зонта расположен на висоте 1.3 м.от борта печи и снабжен подвесними подвижными цитами. Последние виполняют сразу две функции: защищают рабочих от лучистого тепла и локализуют поток печних газов, уменьная количество подтекающего воздуха и повышая эффективность зонтов, как местних отсосов.

Пити охвативают немногим меньше 3/4 окружности нечи (оставтся откритими пять рабочих отверстий и место прохода токо-подводящих шин) и, по существу, превращают витяжное устройство в нечто среднее между зонтом и кожухом.

Сами щити многословние. Наружний слой составляет лист котельного железа, далее расположен асбест и ближе к печи — среднепетлистая проволочная сетка. Все три слоя плотно скреплени болтами и на сетку нанесен слой из высококачественной огнеупорной глини и асбестовой кроеки. Как поназальовит эксплуатации этих щитов, они являются достаточно устойчивнии к тепловому облучению, не прогорают и не выкраниваются в течение года.

Каждый колошниковый эонт снабжен двумя вытяжными шактами. Шакти имеют прямоугольное сечение 150 к 100 см. и возвышаются над верхним краем аэрационного фонаря на 3 метра.

Верхней частые колошниковых зонтов являются электродные илощадки. В илощадках имеются по два отверстия, через которые в печь спускаются электроди. При этом вокруг электродов остаются заворы в 1,5 - 2 см. через которые поступает значительное количество печных газов в производственные помещения. Помимо заворов, вокруг электродов, выбивание газов наблюдается также через неплотности в верхней части зонта, имеющие место в связи с небрежной его эксплуатацией.

Обтекание нижних краев коловникових зонтов поднимающимися печными газами наблюдается редко, при случайных внезапных виделениях из печей большого количества газов (при обвале крупного настиля и т.д.).

Обтекание же горячими разами зонтов, установленних над летками печей, происходит часто: при каждом дличельном прожите.

Плавильное отделение оборудовано местной приточной механической вентиляционной системой, предназначенной для борьби с воздействием лучистого тенла на рабочих, непосредственно связанных с обслуживанием электропечей.

Воздуковаборное отверстие этой системи устроено в восточной продольной стене цока на висоте 1,5 м.от уровня земли.

Для подогревания приточного воздуха в колодний период

года в системе имеются пластинчатие калорифери.

Перемещение воздуха осуществляется центробежным вентилятором низкого давления № 6. Воздух распределяется по разветвленной системе круглых воздуховодов, проложенных в верхней час ти помещения.

Раздача воздука производится через 15 приточних патрубков с поворотнеми лопатками и головкой системи В.В.Батурина. Установлени они на колошниковой площадке на рабочих местах плавильщиков-завальщиков (4 патрубка на печь) и на горновой площадке на рабочем месте плавильщика-горнового (один патрубок на печь).

Расстояние от приточного патрубка до пола 1.8 м.Во всех случаях патрубок расположен свади и сбоку от рабочего места (места наиболее длительного пребивания в зоне облучения), поэтому воздушний поток направлен на рабочего сверху, свади и сбоку. Такое расположение патрубков гарантирует от подсоса нагретого воздука или печных газов и предохраняет воздуховоди от большого нагревания. Однако, при таком направлении воздушного потока наиболее подвержение облучению участки: лицо, шея, грудь и руки, недостаточно омнваются приточным воздухом.

Производительность приточно-обдувной вентиляционной системы по данным измерений, произведеных в декабре 1952 г., составляет 36200 м³/час. Все 15 приточных патрубков имеют одинаковув форму и размеры, поэтому средняя производительность на одну точку должна составлять около 2400 м³/час. Однако система плохо отрегулирована, и истинный об'ем притока в различных точках значительно отличается от средней величины. Об этом свидетельствуют данные измерения скорости выхода воздушной струм. Они колеблются в различных патрубках от 6,8 до 4,3 м/сек, т.е. отличаюмся друг от друга в полтора раза.

Подвижность воздука, создаваемая воздушными душами на рабочих местах плавильщиков, находится в пределах от 0.4 до 2.17 м/сек.

Температура притока во время измерений равнялась + 18.7°C при наружной температуре - 15.4°C.

Необходимо также отметить, что зимой приточно-обдувная система обично не работает в связи с недостатком пара. Из-за высокого расположения зони равновеликих давлений общий воздухообмен в илавильном отделении определялся только по вытяжке.

В зимнее время воздухообмен был определен при средней наружной температуре - 22°С и северо-западном ветре со скоростью около 3.8 ш/сек.

В период исследования все приточние проемы были, как правило, закрыти (по физиологическим потребностям на сравнительно короткий срок открывались лишь наружные ворота) и поступление воздуха в цех имело место через неплотности и разбитое остекление. На подветренной стороне фонаря для уточнения зоны равновеликих давлений были открыты фрамуги общей площадыю около 3.0 м².

В летнее время воздухообмен определялся при средней наружной температуре + 24.4°С и северо-восточном ветре со скоростью около 4 м/сек.

При определении воздухообмена наветренные фрамуги фонаря были закрыты, а подветренные открыты. Общая площадь открытых фрамут составляла — 49 м², приточные проемы были открыты вседу.

Результати исследований приведены в таблице № 5.

Таблица № 5.

Воздухообмен плавильного отделения.

nn nn		Количество удаляемого воздуха						
	Наименование.	Летние ис вания.	сследо-	Зимние исследо- вания.				
		B KI/Wac	в %.	в кг/час	В %.			
1	Зонты над колошниками печей	304300	64%	264000	92%			
2	Аэрационний фонарь	156600	33%	BHTAKKI	HeT.			
3	Труби на кровле фонаря	12950	3%	13400	8%			
	Bcero (Kr/qac) Bcero (M³/qac)+)	473850 425000	100%	277400 233000	100%			
	Кратность воздухообмена	61	3	88.4				

Примечание: +) При средней температуре воздуха в рабочей зоне колошниковой площадки, которая в период летних исследований равнялась 34.0°C, а в период зимних исследований 17.0°C. Несмотря на неудачную строительную конфигурацию здания плавильного отделения, воздухообмен в нем достигает значительних абсолютних величин, велика также кратность воздухообмена. Основная масса воздуха удаляется из отделения через зонти над колошниками нечей: летом — 64% и зимой — 92% всего количества.

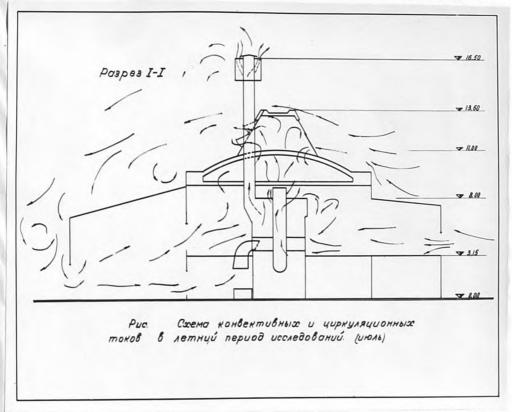
Через аэрационный фонарь и дефлекторные труби на его крише удаляется только 36% воздуха летом и лишь 8% воздуха зимой и то последний покидает плавильное отделение только через дефлекторине труби. В проемах фонаря в зимиее время года соблюдается неустойчивое движение воздуха, преимущественно внутрь цеха.

Таким образом, ведущее значение в воздухообмене плавильного отделения принадлежит местной внтяжной вентиляции, создаваемой тепловым возбуждением.

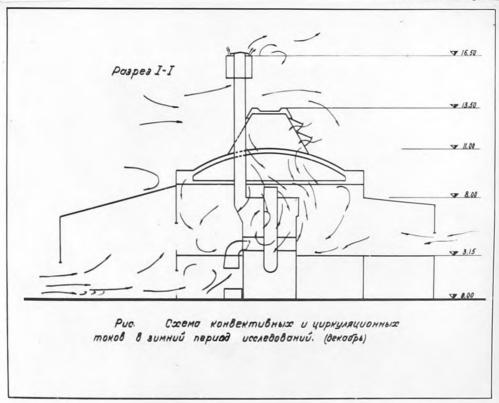
Летом, когда открыти все приточние отверстия и работает механическая приточная вентиляция, зоне равновеликих давлений находится на уровне электродной площадки, т.е. на висоте в м. Зимой, когда площадь приточних отверстий уменьшается и механическая вентиляция не работает — зона равновеликих давлений поднимается еще више и проходит приблизительно по верхней отметке фонаря. Это указывает на неорганизованность воздухообмена и, в первую очередь, на недостаточность площади приточних отверстий и низкую производительность механической приточной системи.

Одновременно с исследованием воздухообмена проводилось наблюдение за конвективними и циркуляционними токами воздуха внутри помещения. Оно осуществлялось с помощью задымления воздуха димовими шашками и зарисовками воздушних потоков. В ряде случаев скорость движения воздуха внутри помещения достигала такой величини, что могла быть измерена чувствительным струнным анемометром.

нак видно на схематических рисунках № 5 и 6, сделанних в результате визуальних наблюдений, вривающиеся через фонарь потоки воздужа опрокидивают нагретие и загрязненние восходящие воздушние токи. Это может приводить к заносу в рабочую зону вредностей, виделяющихся в верхней зоне помещения (в зазорах вокруг электродов на электродной площадке и т.д.).



Puc. Nº 6



Нисходящие токи воздуха наблюдаются мак летом, так и зимой. Особенно устойчивы они в зимнее время, когда скорости вривающихся в цех воздушных потоков оказиваются значительными и они успевают достигнуть рабочих мест, сохраняя невысокую температуру. Так, скорость нисходящих токов во время зимних исследований в отдельных случаях составляет 0.8-1.2 м/сек. При этом воздух, поступающий в цех через проемы в фонаре с наружной температурой — 22°С, достигает колошниковой площадки, нагреваясь лишь до + 4°С.

Исследования воздухообмена в цехе приводят к выводу, что, несмотря на высокую кратность и в летний и в зимний период года, он является недостаточним, что подтверждается не только приведенними выше данными о движении конвективных и циркуляционных польков воздужа, но также и материалами исследования состояния воздужной среды в рабочих помещениях (см.гл. ш и 1У). Основным недостатком в существующей организации воздухообмена является несоответствие между мощной вытяжной через зонти над печами и крайней недостаточностью организованного притока. Правильная организация воздухообмена затруднена относительно малыми размерами помещения и перегруженностью его производственным оборудованием.

Наблюдения за движением наружного воздука показали, что вследствие особенностей расположения цека на территории завода (между более высокими электролизными цеками), как летом, так и зимой, при ветре, имеющем направление под углом к продольной оси здания, обтекающие потоки зазоватывают печные газы и опускаются с ними к новерхности земли. Это приводит к загрязнению приземного слоя атмосферы тонкой кремниевой пыльв, которая распространяется на значительное расстояние и при соответствующем ветре может с приточным воздухом попадать в электролизные корпуса, расположенные с подветвенной стороны от электротермического цека.

Захват газов обтекающими потоками воздуха приводит также к тому, что приточний воздух самого электротермического цека тоже может загрязняться димом электропечей.

Глава П.

САНИТАРНЫЕ УСЛОВИЯ ТРУДА ПРИ ВЫПЛАВКЕ КРЕМНИЯ И ВЛИЯНИЕ АЭРОЗОЛЯ КОНДЕНСАЦИИ ДВУОКИСИ КРЕМНИЯ НА ОРГАНИЗМ.

(Литературный обзор)

1. Характеристика условий труда при выплавке кремния и кремнистых ферросплавов.

Виплавка кремния в электропечах является относительно новым производством. Она не служила еще предметом специальных санитарно-гигиенических исследований.

Единственной обнаруженной нами работой, в которой приводятся некоторые сведения о санитарно-гигиенических условиях труда при выплавке кремния, является работа Н.П.Дегтева, Д.Н. Вознесенского и др.из Свердловского института охрани труда вцене (45).

В 1947 г. институт по поручению отдела охрани труда ВЦСПС разрабативал санитарние характеристики основних профессий челябинского завода ферросилавов. При этом били также проведени исследования метеорологических условий и запиленности воздуха на рабочих местах плавильщиков у одной электропечи, внилавляющей технически чистий кремний.

Приведенные в работе данные свидетельствуют о том, что при выплавке кремния имеет место интенсивное тепловое облучение рабочих и высокая температура воздуха. На рабочих местах плавильщиков и горновых интенсивность облучения колебалась от 6.8 до 13.6 кал/см² минуту. Она была велика также и на месте отдыха рабочих: 2,0 - 2,4 кал/см² минуту. Температура воздуха в летний период на рабочих местах у электропечи колебалась в пределах от 29° до 35°C. Температурный период составлял 7-15°

Неблагоприятний нагревающий микроклимат сочетался с за-Грязнением воздушной средн окисью углерода и пилью. Содержание окиси углерода на горновой площадке составляло 0,022 -0,045 мг/л, т.е. в ряде случаев превишало предельно допустимую концентрацию. Запиленность воздуха колебалась от 11,1 до 39,1 мг/м³. Автори отмечают, что при выплавке кремния, как и при выплавке ферросилиция, запиленность воздуха имеет двоякое происхомдение. Номимо пыли, образующейся при механическом перемещении вихти, загрузки ее в печь и т.д., т.е. помимо аэрозоля дезинтеграции, в воздух цеха поступает также значительное количество агрегирующихся в серые хлопья паров двуокиси кремния, т.е. аэрозоль конденсации. Содержание двуокиси кремния во вэвешенной пыли было найдено в пределах от 66.2 до 96.8%.

В составлении санитарнии карактеристиках основних профессий челябинского завода ферросилавов производство кремния, вместе с производством ферросилиция и силикокальция, было отнесено авторами к группе кремнистих ферросилавов. Такое об'единение следует считать вполне обоснованным, так как внилавка кремния и кремнистих ферросилавов, особенно ферросилиция, имеет много общего, как со сторони физико-химических основ процесса, так и со сторони основного производственного оборудования — типа электропечей. Определенное сходство наблюдается также в организации технологического процесса на шихтовом дворе (дробление кварцита и последующий отсев пили и мелочи) и в отделении обработки готовой продукции (ручная очистка слитков от шлака).

все это должно обусловить значительную общность трудовых процессов основных профессий и сходство санитарно-гигиенических условий труда.

С этой точки зрения является целесообразным ознакомление с исследованиями, посвященными изучению санитарно-гитиенических условий труда при внилавке ферросилиция, которые, впрочем, также изучени в настоящее время недостаточно и крайне скудно освещены в литературе.

Первой в отечественной литературе работой по этому вопросу является работа Левонтина М.А.и Баранова Н.Б.иэ Уральского (нине Свердловского) института гигиени труда и профзаболеваний (71).

Данние о санитарно-гитиенических условиях труда при внилавке ферросилиция приводятся также в работах Кинцураввили Ш.С. (59) и Малишевой А.Е. (75).

Результати исследований запиленности воздуха и содержания в нем вредних газов сведени в таб. В 6.

Запиленность и загазованность воздуха у печей, виплавляющих кремний и кремнистие ферросплави
(в летний период года)

112		Авторы, год и место	виплавляемие сплави.	-	Соде	риание в воз,	Lyxe	-		
n 	место замера.	исследований.		пт/м ^э в	нылинов в 1 см	\$ Si 02 8 noinu	CO 8 mr/n	SO2 8 Mr/A	As Ha B Mr/A	PH3 8 Mr/1
	Рабочее место пла- вильщика на колон- никовой площадке (0.5-1.5м.от печи).	н.И.Дегтев и др. 1947г. Челябинский завод ферросилавов (403)	кремний 75% и 45% ферро- силиций.	12.4;25.3	-	21.2-96.1	He ode.; 0.020. H/od.0.090.	-	0.00001	Не обн
	(0.5-1.5m.or nequ).	П.С.Кинцуранвили, 1947г. Зестафонский ферросилавний завод (308).	Ферросилиций	24.0;58.8	28 77; 8432	90.0;98.7	0.063		-	0.00003
		М.А.Левонтин и др. 1983г. (408)	Ферросилиций	-	-		0.01;0.017	le odn.	-	-
	Место отдиха пла- вильшика на колов-	н.п.дегтев, 1947г. (408)	Кремний	11.1;11.3	-	-	0.019	-	-	-
	никовой площадке (4-5 м.от нечи).	~0~	75% и 45% ферро- силиций	0.9;10.1	-	-	H/06.0.039	-	-	-
	10.10	m.C.Кинцуранвили, 1947г. (303)	Ферросилиций	11.4	879	-	-	-	-	-
	Рабочее место гор-	н.п. Дегтев и др. 1947г. (408)	Кремний	39.1	-	66.2	0.022;0,045	-	-	-
	1 1 1 1 3	_0_	75% и 45% ферро- силиций	•	-	-	0.045;0.075	-	-	-
		м.А.Левонтин и др. 1933 г. (103)	Ферросилиций	-	-	-	0.05	не обн.	-	-
	11 - Wall	П.С.Кинпураввили, 1947г. (303)	Ферросилиций Ферромарганец Силикомарганец	70.0	1997	-	0.013;0.028	0.142-	-	-

Содержание пыли в воздуке на рабочих местах плавильщиков при внилавке ферросилиция, по данным различных авторов, колебалось от 10.8 до 58.3 мг/м³. На местах отдиха плавильщиков-от 0.9 до 11.4 мг/м³. На горновой площадке во время внпуска сплава из печи запиленность воздуха достигала 70 мг/м³. Количество пилевих частиц в 1 см³ воздуха, определенное кинпурашвили Ш.С.с помощью струйного счетчика, на рабочем месте плавильщика равнялось — 2877-3432, на горновой площадке — 1997 и на месте отдиха плавильщиков — 879. Содержание $S_i O_2$ в пили колебалось от 21.2 до 96.1%.

Содержание окиси углерода в ряде случаев, особенно на горновой площадке, превывало предельно допустимую концентрацию (0.03 мг/л) в 1.5 - 3 раза. в очень незначительных количествах были обнаружени также миньяковистий и фосфористий водород (0.00001 мг/л и 0.00003 мг/л). Сравнение данных о запыленности воздуха и содержании в нем окиси углерода у ферросилициевых и у кремниевой печей показиват, что они имеют один и тот же норядок величин. Следует учесть, что несколько большие концентрации, приводимие в работе Ш.С.Кинцуранвили (59), были получени в период войны, когда работа в цехах велась в условиях светомаскировки, значительно ухудшавшей аэрацив.

Процентное содержание двускиси времния в пыли, виделявщейся при выплавке кремния (66.2 - 96.8%) и ферросилиция (21.2 - 96.1%), также почти одинаково. При выплавке кремния, оно, очевидно, даже больше, так как в этом случае меньше размах в сторону минимальных величин.

В табл. № 7 сведени данные о метеорологических условиях в плавильных отделениях у печей, выплавляющих кремний и кремниетие ферросплавы.

На рабочих местах плавильщиков температура воздуха в летний период года (все перечисление выше исследования проводились только в летний период года) колебались от 28° до 45°С. На место отдиха плавильщиков — от 20.5 до 40.5°С. На рабочем месте горнового — 21.0 до 35°С. Перепи между температурой воздуха на рабочем месте и наружной температурой составлял соответственно 5,0 — 17,0°С; 7,0-12,4°С и 2.0-15,0°С.

метеорологические условия у печей, выплавляющих кремний и кремнистне ферросилави (в летний период года)

NID.		Авторы, год и место	виплавляение	число -	Температур	a B °C	Относитель-	Интенсив-	Подвин-
III	Место замера.	о замера. исследований. сплави.		замеров.	в точке	перепад.	ная вланность в %.	ность теп- лового из- лучения кал/см ² . мин	ность воз духа м/се
1	Рабочее место. плавильщика на колошниковой	Дегтев н.П., 1947г. Челябинский ферро- сплавный завод (403)	Кремний 75%-45% ферросилиций	6 12	29.0; 31.0 28.0; 33.0	8.0; 12.5 6.0; 17.0	55.0; 78.0 44.0; 65.0	9.1; 13.2 8.4;14.2	-
	площадке (0.5 - 1.5м.от нечи)	Кинцураннили М.С. 1947г. Зестафонский ферро- сплавний завод (943)	ферросилиций ферромарганец }	35	Средняя 37.0; 38.0	11.4; 12.4	27.0; 40.0	-	-
		мальшева A.B., 1952г. (903)	45% ферросилиций	мпотократ- нне замерн.	29.0; 45.0	5.0; 12,0	25;40.	4.0; 5.5	1.0; 4.
	150 EST - 510	Девонтин М.А.1933г. (403)	Ферросилиций	не указ.	-	-		Более 10.0	-
2	Место отдыка плавильщика на	Дегтев Н.П.и др.1947г. (403)	Кремний	2.	25.0; 28.0	1.0; 9.0	57.0; 59.0	2.0; 2.4	- 2
	полошниковой	(300)	75%-45% ферросилиций	5	25.0; 29.0	5.0; 12.0	64.0; 85.0	1.9; 3,4	-
	площадие (4-5 м.от печи)	Кинцуранвили М.С. 1947г. (303)	Ферросилиций Ферромарганец Силикомарганец }	35	Средняя 33.0; 38.0	7.6; 12.4	27.0; 40.0	-	-
,		Малимева A.E.1952r. (403)	45% ферросилиций	миогократ- нно замери.	20.5; 40.5	3.0; 7.0	40.0; 50.0	0.8; 1.2	0.3, 0.
\$	Рабочее место	Дегтев н.П.и др.1947г.	Кремний	6	30.0; 35.0	7.0; 15.0	54.0; 69.0	6.8; 13.6	-
	горнового.	(403)	75%-45% ферросилиций	12	21.0; 34.0	2.0; 15.0	44.0; 78.0	4.0; 13.2	-
		Кинцуранвили н.С.1947г. (303)	Ферросилиций ферромарганец }	не указ.	Средняя 33.3	6.6	48	-	-

Интенсивность теплового излучения колебалась в пределам от 4.0 до 14.2 кал/см² мин. на рабочих местах и от 0.8 до 3.4 кал/см² мин. на месте отдиха плавильщиков.

Относительная влажность находилась в пределах от 25 до 85%. Подвижность воздука, создаваемая на рабочих местах илавильщиков воздушним душированием, по замерам А.Е.Малишевой, составляла 1.0 - 4.0 м/сек.В остальных зонах колошниковой илощадки она не превышала 0.3 - 0.5 м/сек.

Сравнение метеорологических условий на рабочих местах у печей, выплавляющих ферросилиций, и у печи, выплавляющей кремний, показывает, что температура, влажность, интенсивность теплового излучения у этих нечей весьма сходны между собой. Несколько более высокие температурные перепады у ферросилавных печей, приводимые В.С. Кинцурашвили, привлекают к себе выимание в связи с тем, что это средние значения, не отражающие максимальных величин. Причина кудших микроклиматических условий на заводе, где проводил исследования Кинцуращвили В.С. (59) заклюзчаются в том, что работа там велась в условиях светомаскиров-ки.

При сравнении санитарных условий труда на рабочих местах плавильщиков ферросилиция и плавильщиков кремния необходимо также учитывать мощность электропечей. Подробнее этот вопрос рассматривается ниже.

А.Е. Малинева (75) проведа исследование физиологических реакций у плавильщиков ферросилиция во время работи у электропечей.

Под систематическим наблюдением находилось 9 плавильщиков различного возраста и стана. Наблюдения велись в течение 17 дней. Кроме того, у 30 рабочих были проведени разовие наблюдения. Исследовалась температура коми и тела, частота пульса, кровяное давление, об'ем легочной вентиляции, а также водний обмен.

наблюдения показали, что температура тела у плавильщиков обично оставалась на верхней транице нормы. Однако, иногда она достигала 37.3°С. Повышение по сравнению с исходной величиной до работи составляло 0.2 - 0.9°С. Повышение температури тела у молодих рабочих било больше, чем у стажированних. Температура кожи больше всего повишалась на откритих участках тела. Так, на лбу она повишалась в среднем на 1°, равиялись 33,6°; на подбородке — на 1,2°, равиялась в среднем 34,1°.

Исследования частоти пульса обнаружили, что наибольшее учащение его наблюдается после операции осадки шихти. В среднем после этой операции пульс равнялся 106 ударам в минуту, учащение составляло 35 ударов.

После загрузки шихти в печь частота пульса составляла в среднем 89 ударов в минуту, при учащении на 17 ударов. Со сторони кровяного давления существенных изменений не было найдено.

Об'ем вентиляции легких увеличивался после осадки на 11.2 литра в минуту и после загрузки на 7.7 литра в минуту. До работи легочная вентиляция составляла в среднем 9.6 л/мин, после осадки 20.8 л/минуту, после загрузки 17.3 л/минуту.

Дихание учащалось в среднем на 5-7 дихательных движений в минуту. Максимальное учащение дихания отмечено после осадки вихти, когда число дихательных движений достигло 27 в одну минуту. Большое внимание автор уделил также исследованию количества внимваемой води и величини влагопотерь, так как отдажа тепла плавильщиков при работе у печей может проискодить только за счет испарения пота. Среднее количество внимваемой плавильщиком за смену води составляет 4410 см³. Средняя потеря веса за смену — 1297 гр. влагопотери за смену составляют 5707 гр. Из Эплавильщиков у 5 водний дефицит не наблюдался, количество внииваемой води било равно потерям в весе. У 4 рабочих имелся водний дефицит, которий колебался от 600 до 2800 гр.

на основании проведенных исследований А.Е. Малишева приходит к виводу о том, что работа плавильщиков требует напряжения терморегуляторного аппарата.

Водно-солевой обмен у плавильщиков ферросплавов исследовал также Ш.С.Кинцурашвили (60). Он получил сходные данные: за 6-ти часовую смену рабочие плавильного цеха теряют в среднем 3.5 -5.9 литров воды. Количество поваренной соли в поте находится в пределах от 0.7 до 1.1 %.

Специальное "исследование состояния кардиоваскулярной системы у рабочих горячих цехов ферросилавного завода" были предприняты Гогибедашвали В.Г. (35). Им установлено, что как артериальное, так и венозное давление у рабочих плавильного цеха в течение смены повышается. Артериальное давление повышается до верхней границы нормы, а венозное даже еще более значительно. Автор подчеркивает значение физического напряжения в работе плавильщиков, так как обично наблюдаемое под влиянием високой температуры воздуха снижение артериального давления перекривается обратным эффектом мышечной работы.

Подводя итоги всем перечисленным выше исследованиям, необходимо отметить, что работа илавильщиков ферросилиция, а также и кристаллического кремния, протекает при наличии особо неблагоприятного комплекса профессионально-гигиенических факторов: весьма тяжелой физической работи в условиях нагревающего микроклимата, високой запиленности воздука (при наличии в пели большого количества двускиси кремния) и при повншенном содержании в воздуке окиси углерода. При работе плавильщиков отмечается напряжение терморегуляционного аппарата.

2.Условия образования и влияние на организм аэрозодя конденсации двускием кремния.

Одним из основних профессионально-гигиенических факторов в производстве кремния является наличие в воздушной среде пили, виделявщейся из электропечей, — аэрозоля конденсации двускиси кремния. По сравнению с богатой литературой, посвященной изучению аэрозоля дезинтеграции двускиси кремния, работ, в которых исследуются условия образования аэроволя конденсации и его влияние на организм человека и животных, очень мало.

в монографии Е.Я. Вигдорчик "Задержка аэрозолей при дихании", вышедшей в 1948г. (21), указывается, что вообще все аэрозоли конденсации изучены в области гигиени труда недостаточно. Автор справедливо об'ясняет это тем, что "аэрозоли конденсации карактеризуртся наличием в них, главным образом, субмикроскопических частиц, а между тем до последних лет не существовало метода для определения частиц суб-

микроскопического порядка в фабрично-заводских условиях. В свою очередь отсутствие методов их определения и сравнительно малое внимание, им уделяемое, об ясняется существующим до сих пор еще мнением о малом их гигменическом значения.

Е.А.Вигдорчик сделала много для того, чтоби преодолеть обе эти причини. Она создала новую установку для определения числа субмикроскопических частиц в воздуке в производственних условиях. Она же опровергла известное мнение макрогордато (152) о том, что частици меньше О.1 м не оседают в легких, и неопровержимо доказала, что субмикроскопические частици задерживаются при дихании в организи неловека. Таким образом, основи для услевного изучения этой распространенной и важной разновидности производственного аэрозоля были заложени трудами советского ученого-гигиениста.

В отношении аэрозоля конденсации двускиси кремния существовала, вероятно, еще одна причина сравнительно малой его изученности.

Причина эта заключалась в том, что до недавних работ советских физико-жимиков не были известны закономерности окислительно-восстановительных превращений кремнезема и кремния, имеющие самое прямое отношение и величине летучести этих веществ и карактеристика условий образования аэрозоля конденсации двускиси кремния. При определении круга производств. в которых рабочие могут подвергаться воздействив конденсированной двускиси кремния, гигаенисти исходили из представления о бизических константах этого вещества: температури плавления и температури кинения, которые равняются соответственно 17100 и 2227 (69). Это наводило на мысль о том, что образование заметних количеств аэрозоля конденсации двускиси кремния может иметь место только при самих високотемпературних производственных процессах, да и то лишь в том случае, если расплавленир подвергартся больние количества двускиси кремния. Обнаружение аэрозоля конденсации двускиси кремния в иних производственних условиях носило поэтому случайний характер и было трудно об'яснимо.

показательна в этом отношении работа Данишевского С.А. (41),исследовавнего пилевой фактор в производстве кварцевого стекла. Кварцевие изделия при нагревании в пламени газовой горелки размягчались и приобретали пластические свойства, однако никакого расплавления не имело места.

Концентрации пили на рабочих местах кварцедувов между тем колебались в пределах от 2,8 до 32,5 мг/м³. Никаких других источников пилеобразования в кварцедувной мастерской не било. "Факт, "летучести" кварца, - сообщает автор, -подтверждается наличием значительного налета белого цвета на потолке мастерской, химический состав которой, согласно анализа лаборатории кварцевого цеха, определяется содержанием S_i 0, в размере 91.45 %°.

Данишевский С.А. пишет об "исключительной способности Sil_2 улетучиваться, едва только температура начинает прибликаться к температуре плавления". Однако, слово "летучесть" он ставит в көвичках.

изучение кинетики химических взаимодействий, происходящих при внилавке ферросидиция и кремния, привели советских физико-химиков и металлургов к внводу о том, что процесс испарения S_i θ_2 обусловлен не только високой температурой, но связан также и с рядом химических превращений.

при восстановлении двубниси кремния наблюдается ступенчатость превращений (принцип акад.А.А.Байкова) и в качестве промежуточного продукта образуется низший окисел кремния – окись кремния, Si O Температура начала возгонки окиси кремния — 1350°С, т.е. она образуется уже при таких температурах, при которых ни кремнезем, ни кремний практически еще не летучи. Поэтому испарение кремнистых материалов наблюдается всегда при бо – лее низких температурах и в больших количествах, чем это можно было бы ожидать, исходя только из физических констант (температуры кипения и температуры плавления) кремнезема или кремния (29).

на воздуке окись кремния так же, как и испарившийся кремний, бистро окисляется до $\mathcal{S}_i\, \theta_2$ и конденсируется в мельчайшие твердне частицы правильной сферической форми.

Яркой иллострацией этих взаимоотношений является выплавка корунда и алюминий-кремниевых сплавов.

Алеминий имеет большую упругость паров, чем кремний, поэтому и испарение его следовало би ожидать в большем количестве, чем испарение кремния. Промышленним ощитом, однако, установлено, что при плавке Al-Si сплавов теряется преимущественно за

счет испарения 2,5 % илюмимия и 15 % кремния (8). При плавке корунда двускись кремния находится в боксите только лишь в виде примесей, но через 30 часов от начала плавки в воздухе рабочей зони плавильщика содержится 7,5 мг/м 3 Sil_2 и 5,62 мг/м 3 Al_2 O_3 (65). В обоих случаях повишенние концентрации двускиси кремния в воздухе связани с восстановлением Sil_2 в печи и образованием газообразной окиси кремния.

Возвращаясь к работе Данишевского С.Л. (41), следует иметь в виду, что и при нагревании кварца в газовом пламени имеет место восстановление двуокиси кремния. Происходит крекинг ацетилена и частицы раскаленного угля, взаимодействуя с кварцем, приводят к образованию окиси кремния. Такой путь образования аэрозоля конденсации двуокиси кремния экспериментально доказан максименко М.С. (73).

В гигиенической литературе имеются указания об образовании аэрозодя конденсации двускиси кремния в производстве кварцевого стекла (41,66,67) и искусственных воразивов (64,65) при дуговой сварке электродами с качественной обмаской (38) и при виплавке кремния и ферросилиция (45,59,71,75). Однако этим перечнем не исчерпивается круг производств, в которых рабочие могут подвергаться воздействию подобного аэрозоля. в технической литературе приводятся данине о том, что аэрозоль конденсации S_i O_2 образуется при выплавке и других кремнистых ферросплавов (силикокальция и т.д.), а также при ряде электрометаллургических процессов, в которых кремний выступает в качестве овислителя. При окислении кремния до \mathcal{S}_i θ описанная ступенчатость превращений полностью сохраняется, но протекает в обратном порядке. Образование окиси кремния ведет к значительному испарению кремнистих материалов. Подобние превращения имерт место при силикотермическом получении металлов, выплавке безуглеродистих ферросплавов (феррохрома, ферромолибдена и др.) и при производстве качественных сталей, легирующихся ферросилицием (28,30,31).

Для суждения о степени силикоонасности, которую может представлять собой аэрозоль конденсации двускиси кремния, существенное значение имеет исследование его молекулярного строения известно, что (в случае аэрозоля дезинтеграции) аморфные соединения двускиси кремния внанвают менее вираженние измене-

ния в легких, чем кристаллические (155, 156).

М.Н. Красногорская (64), проводившая исследование инлевого фактора и опасности силикоза в производстве искусственних абразивов, по этому поводу иншет% "конечно, двуокись кремния (аэрозоль конденсации) виступает здесь уже не в виде своей кристаллической модификации, не в виде кварца, а в виде аморфного кимически чистого аэрозоля, т.н. при температуре свише 1710°С кварц теряет свое кристаллическое строение".

нам это мнение представляется не совсем верным, т.к. 1710°С - температура плавления кварца. В жидком состоянии любое вещество, в том числе и кварц, утрачивает, конечно, свое кристаллическое строение. Однако при оклаждении, в температурном интервале 1400°—1200°С аморфная двускись кремния расстекловивается и переходит в кристобалит. Исследование молекулярной структури аэроэсля конденсации двускиси кремния, образувщегося при выплавке ферросилиция, проведенное Брюссом (142) методом рефракции, привело его к мнению, что образци содержали, как аморфную, так и кристаллическую S_i θ_2 (Последняя имела структуру внсокотемпературной модификации кремнезема — кристобалита или тридемита).

Дисеткотт к., Джонстон Д.и Финлей Г. (149), проводившие рентгеновский дифракционный анализ аэрозоля конденсации в производстве искусственных абразивов при плавке боксита, отмечают, что в большинстве образцов дни состоит из аморфного материала, однако в некоторых образцах был обнаружен и кристаллический силиций. Очевидно, молекулярное строение аэрозоля конденсации двуокиси кремния может быть различным в зависимости от конкретных условий его образования, в первую очередь, от упругости паров и температурного градиента. Вследствие этого в разных производствах его структура может быть то преимущественно аморфной, то кристаллической.

литературние данние о действии аэрозоля конденсации двускиси кремния на организм немногочислении и противоречивы. Попитки получить экспериментальный силикоз у животных под влиянием конденсированной двускиси кремния были предприняты Гарднером (145) и кинтем (150).

Гарднер на основании своих исследований пришел к выводу, что тончайше диспертированний конденсат двуокиси кремния, образующийся при плавке кварцевого песка, в условиях эксперимента не внанвает силикоза, несмотря на свою весьма високую растворимость.

Так как благодаря тому, что автор первый исследовал парадлельно растворимость и фиброгенную способность силициевого дыма и получил данные, совершенно не вяжущиеся с химикотоксической теорией действия кларцевой пили, выбды его работы часто цитируются при рассмотрении такого кивотрепещущего вопроса, как потогенез силикоза, и снграли, повидимому, роль в распространении мнения о том, что аэрозоль конденсации двускиси кремния вообще безвреден для организма.

Кинг так же как и Гарднер, изучая действие конденсата двускиси кремния на вивотных стремился выяснить значение растворимости пыли в патогенезе силикоза. Он исследовал серию помученных на производстве и искусственно приготовленных образцов имли, среди которых был также и конденсат двускиси кремния. Последний, как сообщает автор, был получен в производстве кварцевого стекла и представлен в его распоряжение Гарднером. Дисперсность этого образца чрезвычайно высока. Кинг называет его "Кремнезем в 20 ангстрем". Однако название это присвоено образцу все-таки не потому, что все его частички имеют такие размеры, а потому, что в нем имеются отдельные частицы и такой исключительной дисперсности, лежащей на пределе разрешающей способности электронного микроскопа.

Растворимость инлей определялась кингом в рингеровском растворе, доведенном путем добавления глиоксалинового буфера до рН+7.4. Для определения приготовлялась 2% суспензия пили в растворе. после недельной экспозиции остаток шили удалялся центрифугированием и фильтрованием, а в фильтрате проводилось определение содержания кремневой кислоти. Параллельно с определением растворимости ставились опити на крисах, которым под легким эфирным наркозом интратрахеально вводилось по 50 мгр исследуемых образцов шили.

изучение растворимости конденсированной двускиси кремния показало, что количество $Si~O_2$ в фильтратах равнялось обнчно 15 мг %, т.е. растворимость его была значительно выше, чем растворимость кварцевой имли. Автор указывает, что при смешивании небольного количества конденсата с водой образовывался совершенно прозрачный раствор; при большем количестве образовывалась молочноподобная взвесь. Опыты на животных привели
кинга к мнению, что конденсированная двуокись кремния обладает
выраженными токсическими свойствами. Из 12 крыс, получивших 50мг
взвеси пыли в физиологическом растворе, 11 погибли в первые часн и дни после введения. На срезах легких, окрашенных гемотоксилином — эозином, обнаруживался значительный эксудат и пневмония.
У четирех животных было определено содержание Sila в легких.
Оно равнялось 20,7 мг, 23,2 мг, 24,4 мг и 22,9 мг, что составляет около 45 % от всего количества вводившейся пыли. "Остальние
55% навески, — пишет автор, вряд ли были целиком выделены через
ноздри вивотных. Скорее можно думать о том, что значительное количество пыли было адсорбировано в общий ток крови и смерть
наступила в результате токсического действия кремневой кислоти".

Следует отметить, что во всех других сериях опитов Кинга, в которых исследовалась пыль кварца, глинистого сланца, силиката магния и т.д., такой бистрой гибели кивотных не наблюдалось ни разу.

Так как почти все мивотные основной серии погибли, то для исследования влияния образца пыли "кремнезема в 20 ангстрем" были поставлени дополнительние опити. Образец вводился внутривенно. При введении 20 мг в бизиологическом растворе все животнне немедленно погибали. Доза в 10 мг не визивала летального исхода. Интратражеально крисам также вводились дози в 20 и 10 мг. При этом токсический эффект был менее выражен. При введении 20мг. в течение первого дня ногибли в одной серии 6 из 13, а в другой 6 из 10 крис. Данине на вскритии: виражений отек, гиперемия в сочетании с пневмонией различной степени вираженности. При интратражеальном введении 10 мг погибла только одна криса. Все криси, оставниеся вивими в этих 3 сериях опитов, вили от 8 до 10 месяцев.В легких у них не было обнаружено ни сетчатого, ни узелкового фиброза, лишь в некоторых срезак отмечалось иногда утолщение альвеодярних перегородок. Окончательный свой вивод в отношении "кремнезема в 20 ангстрем" кинг формулирует так: "конденсат

 S_i ℓ_2 имеет високую растворимость и при введении животним больших количеств визивает их биструю гибель. Введение же малих количеств не визивает образования фиброза в дегких ϵ . (150).

Таким образом, нопитки получить экспериментальний силикоз под влиянием пыли конденсированной двуокиси кремния не увенчались успеком.

Данние экспериментальных исследований находятся, однако, в противоречии с результатами клинических наблюдений Брюсса (142), который в 1937 г. обследовал рабочих плавильных отделений двух ферросилавных предприятий в Евеции, выплавляющих электротермический ферросилиций.

Количественного определения запиленности воздуха плавильних отделений автор не проводил; он только отмечает, что по расчетам технологов в воздух производственных помещений за сутки могло поступить до 1,5 тони силициевой пили. На одном из предприятий, благодаря более совершенной системе аспирации, запиленность визуально била значительно меньше, чем на другом. По химическому составу дим имел до 89% двускиси кремния. Исследование молекулярного строения этой пыли, как уже указывалось, производилось методом определения ребракции и обнаружило в ней присутствие и амороной и кристаллической двускими кремния. При обследовании рабочих, занятих на плавке ферросилиция в первом, более запиленном производстве, 10 человек оказалось эдоровими, у 1-го можно было подозревать наличие силикоза у 5 человек - был установлен силикоз 1 стадии и у 3-х человек - силикоз II стадии. Преизводственный стак больных силикозом колебался от 4 до 8 лет. При этом у одного рабочего силикотический процесс протекал злокачественно и в короткий срок (за 4 года) привел его к полной инвалидности. На втором, менее запиленном, производстве било обследовано 25 плавильников. Подоэрение на силикоз внявлено у 3 человек, силикоз 1 стадии - у 4 рабочих и силикоз 11 стадии - у 1 рабочего. Стам больных силинозом в этом производстве колебался от 9 до 22 лет.

Таким образом, проведенное Брыссом обследование плавильщиков внявило среди них наличие заболеваний силикозом, распространенность и тяжесть которого находилась в прямой зависимости от стажа работи и количества пили во вдихаемом воздухе. При неблагоприятимх условиях труда — большой заныленности воздуха — силикоз был обнаружен уже после 4 лет работи.

фиброзине изменения типа силикоза били обнаружени также в производстве искусствениих абразивов у рабочих, занятих на плавие боксита.

м. Н. Красногорская (64) приводит данные клинического об-

следования 16 илавильщиков и 8 крановщиков корундового цеха. У большинства обследованных рабочих били обнаружени изменения верхних дихательных путей, носящие карактер субатрофических и атрофических ринитов. На основании илинических и рентренологических данных у 6 обследованных бил диагносцирован силикоз 1 степени. Стам работи больных силикозом от 6 до 10 лет и выше. При повторном рентренологическом обследовании через 6 месящев и через один год не било обнаружено заметного прогрессирования фиброзных изменений.

Дим, виделяющийся в производствение помещения при плавке боксита, содержит ночти в равних количествах, как аэрозоль конденсации двуокиси кремния, так и аэрозоль конденсации окиси алиминия. Работами же советских и иностранных авторов установлено, что алиминий также способен визивать тяжелие фиброзние изменения в легочной ткани (33,36,58,91,146,147). Поэтому М.Н. Красногорская отмечает в своей работе, "что нельзя решить, какой из этих факторов (аэрозоль конденсации двуокиси кремния или аэрозоль конденсации окиси алиминия) играет главную роль в возникновении фиброзных изменений."

Риддель (153) также описал фиброзние изменения в легких у плавильщиков боксита в американской абразивной промишленности. Однако наблюдавшиеся этим автором изменения носили гораздо более тяжелий карактер, чем те, которые обнаружила Красногорская. Они, как правило, бистро прогрессировали и в ряде случаев сопровождались развитием спонтанного иневмоторакса. Это
связано с чрезвичайно високой концентрацией дима на американских абразивних заводах, особенно в военине годи, но и эта работа не дает прочних данних для санитарно-гигиенической оценки аэрозоля конденсации двускиси кремния, как такового.

в 1952 году Красногорской м.Н. (66,67) было проведено исследование санитарно-гигиенических условий труда и состояния здоровья рабочих, занятых в производстве прозрачного кварцевого стенла. В отделении плавки горного хрусталя и в кварцевой мастерской, где имеет место образование аэрозоля конденсации двускиси кремния, содержание $S_i \, \theta_2$ в воздухе рабочей зони, при размольных операциях колебалось от 0.69 до 9.55 мг/м⁹.

Детальное поликлиническое обследование 12 плавильциков и 16 кварцедувов внявило у части рабочих дифоузние пневмокониотические изменения. У 8 человек бил обнаружен вираженний прикорневой фиброз и распространенний сетчатий фиброз верхнесредних отделов легких. У одного из плавильщиков на рентгенограмме, наряду с вираженним прикорневим фиброзом, били найдени
туберкулезние фиброзине очажки, а также множественние узелковне изменения в среднем отделе правого легкого. Однако этот
рабочий несколько лет бил занит на плавке непрозрачного кварцевого стекла, где, кроме конденсированной двускиси кремния, имело место виделение значительних количеств пили кварцевого песка.

Функциональное исследование внешнего дихания показало, что коэфициент использования кислорода и длительность задержки дихания у рабочих с фиброзинми изменениями в легких ниже, чем у лиц без видимых изменений в легких.

Так нак при рентгенографии грудной клетки узелковне силикотические тени в легких рабочих, подвергающихся воздействию одного аэрозоля конденсации двуокиси кремния, виявлени не били, красногорская М. И. считает, что явных случаев силикоза у обследованних рабочих обнаружено не было. Необходимо, однако, отметить, что в последние годи рядом исследователей описана диффузно-склеротическая форма силикоза (44,99,114), в связи с чем этот внерд автора не может быть признан вполне убедительным.

Следует также учитивать, что среди обследованных плавильщиков и кварцедувов только 4 человека имели стаж в своей профессии от 5 до 7 лет, остальнее рабочие имели стаж менее 5 лет. Красногорская М. И. указывает, что для вняснения вопроса о хроническом действии конденсированной двуокиси кремния при длительности работи свиме 5 лет требуется организация дальнейшего динамического наблюдения.

В 1951 г. клиникой Свердловского Института Гигиене труда и профзаболеваний совместно с медсанчастью Уральского ордена Ленина алюминиевого завода было проведено выборочное обследование наиболее сталированных рабочих электротермического цеха. При этом были обнаружены силикотические изменения в легких у илавильщиков технически чистого кремния (34).

Обобщая литературные данные, посвященные характеристике санитарно-гигиенических условий труда при внилавке кремния, а также изучению условий образования и влияния аэрозоля конденсации двужием кремния на организм, необходимо отметить следурщее: Санитарно-гигиенические условия труда в производстве технически чистого кремния изучени недостаточно. При виплав- ке кремния имеет место образование аэрозоля конденсации $Si\,\theta_2$

Конденсированная двускись кремния образуется также при других производственных процессах: в электрометаллургии—
при внилавке ферросилиция и прочих кремнистих ферросилавов, силикотермическом волучении металлов и безуглеродних ферросили—
силавов, внилавке качественных сталей, легирурщихся ферросили—
цием; в производствах кварцевого стекла и искусственных абразивов.

Литературные данные о роли аэрозоля конденсации двуокиси кремния в развити силикоза немногочислении и противоречивы. Известны единичние наблюдения о том, что у рабочих, длительно нодвергающихся воздействию этого аэрозоля, развиваются
силикотические фиброзные изменения в легких. Однако нопытки
получить экспериментальный силикоз под влиянием пыли конденсированной двуокиси кремния не увенчались успехом. Для решения этого вопроса необходими дальнейшие исследования.

Глава Ш.

ПНИЕВОЙ ФАКТОР В ПРОИЗВОДСТВЕ КРЕМНИЯ.

1. Задачи и методика исследований.

В общем комплексе профессионально-гигиенических факторов, определяющих санитарные условия труда в производстве технически чистого кремния, большая роль принадлежит запиленности воздуха.

При получении кремния имерт место процесси, ведущие к образование как аэрозоля дезинтеграции (дробление, просев, перелопачивание и др.), так и аэрозоля конденсации (плавка минерального сирья в электропечак).

источники пилеобразования рассредоточени во всех трех основних отделениях цеха: на шихтовом дворе (в помещении подготовки кварцита и в помещении подготовки восстановителя), в имавильном отделении и в отделении обработки готовой продукции. При этом особенного внимания заслуживает то обстоятельство, что в состав инли всех трех отделений входит большее или меньшее количество свосодной двускиси кремния. На шихтовом дворе SiO_2 содержится в пыли кварцита, в плавильном отделении — в возгонах из электропечей и в имли шихти, в отделении обработки готовой продукции — в пыли шлака.

Несоответствие производственных помещений карактеру технологического процесса, связанные с этим скученность оборудования и примитивное техническое эформление некоторых подготовительных и транспортных операций, в свою очередь, способствуют повышенному пилеобразованию, а также в значительной мере затрудняют проведение обеспыливающих мероприятий.

Задачей наших исследований являлось определение уровня запиленности воздука в рабочих помещениях в зависимости от различних производственних условий, а также карактеристика ваннейших свойств пыли на основних производственних участках.

Исследование запиленности воздука заключалось в

- 1) определении концентрации пыль,
- 2) характеристике се дисперсного состава и
 - з)химическом анализе пили.

В отношении аэрозоля конденсации двускиси кремния были исследовани, кроме того, молекулярное строение, удельный вес,

смачиваемость и растворимость дисперсной фази.

При определении содержания пили в воздухе применялись как весовой, так и счетние методи исследования. При этом ведущее значение придавалось весовому методу, лежащему в основе действующих норм предельно допустимих концентраций пыли в воздуже рабочей зоны производственных помещений.

Весовой метод определения содержания инли в воздухе использовался в нескольких модификациях: с фильтрами из гигроскопической вать, с фильтрами из стеклянного волокна и с илотными бумажными беззольными фильтрами (маркировка — голубая полоса). Такое разнообразие применявшихся фильтрующих материалов било вызвано рядом обстоятельств.

Проби инли, предназначение для последующего химического анализа (определения концентрации $Si\,\theta_2$), не могли бить отобрани на ватине фильтри, т.н.в золе гигроскопической вати содержится заметное и неопределенное количество двуокиси кремния.
Поэтому такие проби отбирались на беззольние фильтри, которие
совершение не содержат двуокиси кремния. Совсем отказаться от
ватних фильтров и пользоваться только беззольными фильтрами
било нельзя, так как они имелись у нас лишь в ограниченном количестве. Стеклянное волокно применялось при отборе проб в витяжних шахтах зонтов над колошниками электропечей, где необходимо было пользоваться фильтрами из негорючего материала.

В каждой точке одновременно отбирались две парадлельник проби. Исследуемий воздух протягивался через фильтры с помощью воздуходувок конструкции Экспериментальных мастерских Горьковского института гигиени труда и профзаболеваний, оказавшихся вполне надежными и удобными в работе. Скорость протягивания воздуха при отборе проб контролировались газовыми пневмометрами или реометрами.

РОСТ 5609-50 (78), регламентирующий методику весового определения запиленности воздуха, допускает довольно широкий диапазон скоростей протягивания воздуха: от 10 до 20 л/мин. М.К.Березова (9), основнваясь на большом опите кафедри гигиени труда 1-го московского ордена ленина медицинского института по изучению вэрозолей конденсации металлов, рекомендует пользоваться скоростями, близкими к нижнему пределу этого диапазона. М.К. Красногорская (64) при исследовании аэрозоля

конденсации в производстве искусственных абразивов проводила отбор пылевых проб со скоростью 10 л/мин.

В нашем исследовании скорость протягивания воздука, в основком, также равнялась 10 лумин. с колебаниями в небольшом числе проб от 8 до 15 л/мин.

Существенным методическим вопросом является выбор величини сопротивления (плотности) фильтров. По ГОСТ'у 5609-50 (78) имотность снаряжения фильтра (ватного) должна быть такова, чтобы при пропускании воздуха со скоростью 15-20 л/мин. разряжение за фильтром равнялось приблизительно 100 мм вод. столба. "При работе же с фильтром из стеклянного волокна допускается сопротивление даже в 50-60 мм.

в исследованиях М.И. Красногорской (64) сопротивление фильтра устанавливалось в 10 мм ртутного столба (т.е. 135 мм водяного столба).

м.К.Березова (9) рекомендует для отбора пилевих проб использовать удлинение стекляние трубки, наполнение клопчатобумажной или минеральной ватой, но конкретную величину сопротивления фильтров не указывает. В лаборатории промишлении аэрозолей Свердловского Института гигиени труда и профзаболеваний сопротивление в 100 мм водяного столба считается не гарантирующим от проскока, поэтому уже в течение многих лет отбор пилевих проб производится при сопротивлении, равном 180-220 мм вод. столба.

В последнее время эта точка зрения нашла подтверждение в работах специальной межинститутской бригады по проведению сравнительных испытаний существующих средств и методов нылевого контроля, созданной комиссией при Академии Наук СССР по борьбе с силикозом (руковод. канд. мед. наук Хухрина Е.В.) (132). Проведенная бригадой проверка степени улавливания пыли фильтрами в зависимости от их сопротивления показала, что и ватные фильтры, и фильтры из стеклянного волокна бумажние беззольные фильтры обеспечивают 100%-в задержку пыли только при сопротивлении в 150-200 мм вод. ст. При сопротивлении фильтра в 100 мм вод. ст. отмечается проскок, составляющий около 5% от веса пыли, улавливаемой фильтром. Однако бригада, уделяещая основное внимание методам пылевого контроля рудничной атмосферы, имела дело только с аэрозолями дезинтеграции. Какова была бы в этих

условиях степень удавливания высокодисперсного аэрозодя конденсации, осталось не выясненным.

Приступая к исследованию запиленности воздука в производстве технически чистого кремния, мы провели небольшую методическую "разведку" степени улавливания дисперсной фазы аэрозоля конденсации двускиси времния фильтрами с различным сопротивлением. Исследовались обичные адлонии с ватными фильтрами плотностью 200-220 мм вод. ст., удлиненине аллонии с ватними фильтрами плотностью 300 мм вод. ст. и беззольные фильтры, маркированные голубой полосой, с плотностью 300-400 мм вод. ст. Определение сопротивления во всех случаях производилось при скорости протягивания воздука 16-18 л/мин. Отбор проб проводился в производственных условиях в местах, где воздух бил загрязнен по преимуществу одним лишь димом, виделяющимся из электропечей. В каждой точке паралиельно отбирались две проби: одна - через обичний аллони, другая - или через удлиненний аллона, или через беззольний фильту Последний сворачивался в виде конуса и закреплялся в патроне нигризолото. Результати всех определений представлени ниже.

	при отборе	пили в мг/м ³ проб.	THE	Содержание пыли в мг/м ³ при отборе проб.				
2222	через обич- ние аллон- жи.	через удли- ненные аллон- жи.			через беззоль нне фильтры.			
1	65.3	81.3	1	64.8	43.8			
2	41.3	39.3	2	36.2	93.1			
3	42.0	45.3	3	52.7	47.0			
4	51.7	51.7	4	30.5	42.4			
5	61.0	67.0	5	45.0	60.2			
6	77.7	43.3	6	25.0	24.1			
7	34.0	40.0	.7	13.9	11.0			
8 .	27.3	23.3	8	83.0	51-1			
9	24.6	30.6	9	16.3	18.2			
0	19.5	11.5	10	20.9	11.4			
1	20.0	23.0	11	11.6	20.0			
2	28.3	27.4	12	9.9	10.4			
3	11.9	15.3	13	14.8	16.0			

W	при отбор		содержание пыли в мг/м ³					
пп		ч- через удли- жи. ненные ал- лонжи.	1	m	через обыч- ные аллонаи.	через беззоль- нне фильтрн.		
14	6.9	6.6	1	14	13.7	14.7		
15	38.0	43.0	1	15	7.4	7.9		
16	45.6	48.0	. 1	1.6	8.7	8.0		
17	33.0	42.0	1	17	17.4	21.0		
18	56.0	55.0	1	18	55.2	53.1		
19	23.8	23.6	1	19	12.1	11.7		
20	38.3	42.5	2	05	8.8	9.1		
Cpe;		38.0	I I	pe, is a		26.2		

Концентрации пыли, полученние при отборе проб через удлиненные аллонки (сопротивление 300 мм вод.ст.), в 12 случаях оказались вные, в одном случае - равны и в 7 случаях - ниже, чем в парадлельных пробах, отобранных через обнчине адлонжи (сопротивление 200-220 мм вод.ст.). Среднее арифметическое из 20 проб, как в том, так и в другом случае, было практически одинаково.

При отборе проб через беззольные фильтры (сопротивление 300-400 мм вод.ст.) концентрации пыли в 10 случаях были выше и в 10 - ниже, чем в параллельных пробах, взятых в обычные аллонки. Разница в значении средних арифистических величин также оказалась очень небольной.

Таким образом, в результате проведенных исследований не было установлено прямой зависимости между степенью улавливания инли и сопротивлением фильтров, когда это сопротивление превышает 200 мм вод.ст.

Определяемая весовим методом, пилезадерживающая способность всех трех фильтров по отношению к аэрозолю конденсации двужием кремния может бить признана в достаточной степени удовлетворительной.

В связи с этим в наших исследованиях аллонжи использовались с сопротивлением 200-220 мм. вод. ст., беззольные фильтри - 250-300 мм вод. ст. Для новышения достоверности результатов исследований все пробы, в которых привес пыли на фильтре оказывался менее 4,0 мг, браковались и отбирались снова.

Если между результатами парадлельных проб наблюдалось резкое расхождение (более, чем в 2,0 раза), проби также бражовались.

Определение числа взвешенных в воздухе пилевих частиц проводилось с номощью струйного счетчика и ультрамикроскопа системи Ленинградского института гигиени труда и профзаболеваний. Последний прибор применялся только в плавильном отделении, где, благодаря образованию аэрозоля конденсации двускиси кремния, следовало ожидать наличия в воздухе значительного количества субмикроскопических пилевих частиц.

Струйный счетчик имеет ряд серьезних недостатков: избирательное удавливание пилевих частиц размером менее 5,0 микрон, зависимость полноти удавливания от смачиваемости пили и др. (22,93,131).

Однако учитивая, что перечисленные недостатки в той или иной степени присущи всем счетчикам ударного действия (Т.В.К., СН-2, счетчику кондранова) и что струйный счетчик обладает на-ибольшей простотой устройства и эксплуатации, мы сочли возможным применить его в данном исследовании.

Следует отмешить, что ультрамикроской ленинградского института гигиени труда и профзаболеваний также имеет недостатки. Так, в нем возможни неточности при определении так назнваемого счетного об'ема. Счетный об'ем внчисляется из значения площади поля зрения и глубини фокуса. Однако в ленинградском ультрамикроскове отсутствует устройство для уменьшения толщини светового пучка в крвете до размера, не превишающего глубину фокуса. При таких условиях определяемое в ед. об'ема воздуха (в 1 см³) количество пилевих частиц может оказаться завишенним. В связи с недостаточно прочной фиксацией отдельных частей ультрамикроскова, прибор в процессе работи довольно легко расстраивается, что создает дополнительние трудности при исследованиях на производстве (7,95).

В настоящее время имертся уже более совершенине модели ультрамикроскопов, как например, поточний ультрамикрофотометр

ВДК, созданный в институте физической химии А.Н.СССР (47). Однако этого прибора не было в нашем распоряжении.

Как при работе со струйным счетчиком, так и при работе с ультрамикроскопом методика исследования была обычной и общепринятой. (13,85,109).

При работе с ультрамикроскопом каждый результат выводился как среднее арифметическое из 40 отсчетов. (95).

Одним из важнейших свойств пыли, определяющим устойчивость аэрозоля, степень задержки пылевых частиц в органах дыхания и интенсивность биологического воздействия пыли, является дисперсность.

В настоящее время, однако, не имеется надежних методов определения дисперсного состава промишленних пилей, находящихся во взвешенном состоянии (108). В связи с этим П-е Всесованое совещание по методам пилевого контроля рудничной атмосфери (107) рекомендовало проводить определение дисперсного состава пили, осевшей из воздуха.

Отбор проб оседающей пыли производился нами на горизонтальнне экрани - обезкиренные предметные стекла. Измерение пылевых частиц велось под иммерсионным об'ективом микроскопа (увеличение 1350 раз) с помощью окулярного микрометра по наибольшему диаметру частиц. В каждом пренарате измерялось по 300-400 пылевых частиц. (85).

Для определения содержания в воздухе субмикроскопических частиц меньше 0,2м, как рекомендует Е.А.Вигдорчик (21), в точке замера одновременно определялась концентрация пылевых частиц ультрамикроскопом и струйным счетчиком. Разница между показателями ультрамикроскопа и струйного счетчика указивала на количество субмикроскопических частиц. Этот прием не отличается большой точностью, поскольку не точны количества, определяемые самими пробами, но он дает представление о порядке величин.

Для определения истинных размеров взвешеных в воздухе инлевых частичек аэрозоля конденсации двускиси кремния было проведено исследование на электронном микроскопе. Работа выполнялась в институте физики металлов УФАНА а под руководством канд. технических наук Н.Н. Буйнова. Для отбора образцов применялись никелевне сеточки, задымляемие в потоке печных газов. Исследование велось при увеличении в 21 тисячу раз.

Так как при задимлении сеточек нельзя било заранее исключить возможность проявления избирательности в адсорбции
преимущественно какой-либо одной определенной фракции пыли,
отбор проб для электронного микроскопа проводился также и
методом фильтрации. Для этого использовались мембранние фильтры # 3 с сопротивлением более 500 мм вод. ст. Фильтры закреплялись в патрон, конструкции Я.Б. Резника (106). После отбора
проб каждый фильтр вместе с осевшей на нем пылью растворался в коллодии или амилацетате. Помешиванием стеклянной палочкой добивались равномерного распределения пылинок в растворе.
Затем брали каклю раствора и готовили из нее пленку по общим
правилам, принятым в электронной микроскопии (127). При этом
пнавилам, принятым в электронной микроскопии (127). При этом
пнавилам, принятым в электронной микроскопии (127). При этом

В процессе работи потребовалось также провести определение дисперсного состава ряда налетов и сметов, а также и искусственно приготовлениих порошков. Для исследования под электронным микроскопом препарати готовились путем нанесения пылевих частиц на амилацетатную пленку.

Для исследования дисперсности пылинок в налетах и сметах под оптическим микросковом препарати готовились по методу, предложенному миллер С.В.и Зиссер Э.М. (83). Образец порошна распылялся под вакуумным колоколом, из которого предварительно викачивался воздух. Взвешенная таким образом пыль в течение суток оседала на положение на дно колокола предметние стекла, после чего препарати монтировались по общим правилам.

жимическому анализу подвергалась имль, осевная в течение двительного времени на горизонтальные поверхности огравдений и манин (смети), а также поин, образовавнаяся в результате конденсации на холодних частях оборудования и на потолке (налети). Кроме того, для химического анализа отбиралась и взвешенная в воздухе имль.

во взвешенной пыли определялись: двускись кремния, углерод и летучие в окиси металлов (последние - суммарно по разности).

в налетах и сметах, кроме S_{l} O_{2} , углерода и летучих, раздельно определялись Al_{2} O_{3} , $F_{e_{2}}O_{3}$ CaO и Mg O.

Содержание двускиси кремния исследовалось по принятой в институте методике Л.С.Старкова (119). Ход анализа бил следурщим: сначала фильтри с отобранной на них пилью доводились до постоянного веса, затем озолялись в платинових тиглях и снова взвешивались. Так как озолению подвергались фильтри уже обезволение, разница в веса проб до и после прокадивания, (так назнавание потери при прокадивании) указивала на количество содержащегося в пили углерода и летучих.

Прокаленная навеска для растворения примесей обрабативалась в течение 30 мин. концентрированной соляной кислотой (уд. вес 1.19) при температуре 95-100°С. Нерастворившийся осадок отфильтровивался и промивался соляной кислотой (1:10). Фильтр снова озолялся и обрабативался 35% кремней тористоводородной кислотой (\mathcal{H}_2 \mathcal{S}_i \mathcal{F}_6) в течение 20 часов при комнатной температуре.

Освобожденная от примесей двускись кремния силавлялась со смесью карбонатов натрия и калия (1:1), взятих в десятикратном количестве, при температуре 750-800°С в течение 40 мин.

Плав вищелачивался в мерную колбу емкостью 25-50 мг. Аликвотная часть раствора брадась для колориметрического определения \mathcal{S}_i \mathcal{O}_2

Колориметрирование велось но желтому кремнемодибденовому комплексу путем визуального сравнения с аналогично приготовленной стандартной шкалой (3).

Разница между величиной прокаленной навески и найденным при колориметрировании количеством двускиси кремния указывала на количество содержащихся в ныли примесей окислов металлов и т.д.

Результати этих анализов выражались в мг/м³ и в %% ко всей и к прокаленной навеске.

при раздельном определении окислов металлов железо и альминий осаждались аммиаком в виде \mathcal{F}_e $(OH)_3$ и \mathcal{AL} $(OH)_3$ носле прокаливания сумма их определялась весовим методом. Затем железо восстанавливалось до двухвалентного состояния и титровалось двухкромовокислим калием. Окись альминия рассчитивалась по разности. Магний определялся весовим методом в виде пирофосфата (Mg_2 R_2 O_7), а кальций осаждался щавелевой

кислым аммонием и титровался марганцевокислым калием (49).

Результати определения окислов металлов виражались в процентах ко взятой навеске.

Кроме кимического анализа, два образца "налетов" подверглись также спектральному анализу в Горно-Геологическом институте УФАН а.

Из других физических и физико-химических свойств аэрозоля конденсации двускиси кремния исследовались монекулярное строение, удельный вес, смачиваемость и растворимость дисперсной фази.

Молекулярное строение исследовалось с нокочью речтгеноструктурного анализа по методу Дебая на трубке с медним анодом в Горно-Геологическом институте УФАН'а.

Удельный вес конденсата определялся пикнометрическим методом (109); смачиваемость пыли — методом пленочной флотации в модификации Беркович (10).

Методика и результати исследования растворимости приводятся в главе ☑ при рассмотрении результатов исследования действия пыли на животных.

В процессе изучения пилевого фактора в производстве технически чистого кремиия било проведено 395 исследований запиленности воздуха весовим методом, 203 — струйним счетчи-ком и 197 — ультрамикроскопом. Дисперсность пили определялась на 126 экранах и 27 препаратах электронного микроскопа. 74 образца пили подверглись кимическому анализу (табл. 18 8)

Кроме того, било винолнено по 2 спектральних и рентгеноструктурних анализа дисперсной фази аэрозоля конденсации двужиси кремния, а также проведено 5 определений удельного веса и 12 исследований смачиваемости пили.

Всего, таким образом, было выполнено более 900 различних исследований.

Наибольшее число исследований было сделано в плавильном отделении на колошниковой площадке электропечей, так как на этом участке сосредоточено наибольшее количество рабочих.

Таблица № 8.

Данные о количестве различних исследований пылевого фактора, проведенных в электротермическом цехе.

1		Число исследований.									
100	место епоора пробн.	концен	грации і	пыли.	диспере	Химич.					
П	-	весовим методом	струй- ним счет- чиком.	ультра- микро- скопом.	экр э ни- ровани- ем.	-элект- -роиним микро- скопом.	ва пн-				
	Шихтовий двор.										
-	Отделение подготов- ки кварцита	50	22	-	21		2				
-	Отделение подготов- ки восстановителя	65	32	-	30	-	2				
	Плавильное отделен.			-							
1	Горновая площадка	27	24	43	10	8	9				
	Колошниковая пло- щадка	170	79	118	28	12	47				
	Площадка наращива- ния электродов	27	21	20	10	7	10				
	Остивочний пристрой	16	10	16	10	-	-				
	Отделение обрафотки готовой продукции	36	15	-	17	-	3				
	В выбросной шахте зонта над коломии- ком электропечи	4	-	-	-	- 7	1				
	Bcero:	395	203	197	126	27	74				

2. Результати исследований.

А. Запиленность воздука и свойства пили на пихтовом дворе.

При подготовке шихтових материалов источниками пилеобразования являются операции дробления, просева и транспортировки сирьевих материалов.

В помещении подготовки кварцита основными пылящими агрегатами являются: щековая дробилка и барабанный грохот, а также транспортеры и бункер дробленого кварцита. В помещении подготовки восстановителя (древесного угля и нефтенокса)-щеновая и валковая дробилки, вибрационный грохот и транспортеры.

От дробилок, грохотов и головок транспортеров виделение пиим в течение смени происходит непреривно, но с различной интенсивностью в зависимости от количества дробимого материала и степени его влажности. Течка бункера дробленого кварцита является источником периодических пилевиделений во время загрузки кварцита в вагонетки. Значительные периодические пилевиделения наблюдаются также при осуществляемой вручную загрузке в вагонетки восстановителя.

У дробилки в тенлий период года применяется увлажнение кварцита. Для этого над вагрузочным отверстием дробилки укреплен водораспилитель. Однако конструкция водораспилителя не обеспечивает достаточной степени диспергирования води и необходимой величини ее факела. Кроме того, расход води ограничивается последувщей операцией сухого грохочения.

При обильном увлажнении пыль начинает прилипать к кусковому материалу и отсев мелочи от дробленого кварцита становится невозможным. Укрытия и местной отсасывающей вентиляции дробилка не имеет.

Барабанний грохот для просева кварцита заключен в велезний кожух, из-под которого осуществляется аспирация воздуха. Но наличие в укрытии многочисленных неплотностей не позволяет создать в нем необходимое разряжение, предотвращающее внбивание пыли. Выброс в атмосферу отсасываемого воздуха производится через невысокур трубу (1.5 метра от уровня кровли) без всякой предварительной очистки.

Совершенно отсутствуют какие -либо обеспыливающие устройства у бункера дробленого кварцита. В помещении подготовки восстановителя все обеспыливающие мероприятия исчернываются укрытием вибрационного грохота и увлажнением нефтекокса при дроблении на щековой дробилке. При этом вытяжки воздуха из-под укрытия вибрационного грохота не осуществляется; конструкция же водораспылителя у дробилки нефтекокса такая не несовершенная, как и у дробилки кварцита.

При подготовке шихтових материалов в качестве мери индивидуальной защити рабочие пользуются ватно-марлевими повязками.

Примитивная организация ряда рабочих операций: загрузка вагонеток лопатами, ручной транспорт на тачках инлящих материалов и т.д., а также недостаточная эффективность обеспиливающих устройств — обуславливают високое содержание в воздухе производственних помещений шихтового двора (табл. 29).

В отделении подготовки кварцита при выполнении всех основных рабочих операций запыленность воздуха измеряется десятками мг на куб.метр и превышает предельно допустимую концентрацию пыли (2 мг/м³) в среднем от 23 до 50 раз.

На рабочем месте дробильщика при дроблении кварцита без увлажнения содержание пыли составляет в среднем 62,3 мг/м³. При увлажнении концентрация пыли немного снижается, составляя в среднем 46.7 мг/м³. У барабанного грохота содержание пыли равняется в среднем 68.6 мг/м³. Постоянного рабочего места около него нет. Тем не менее, значительные количества пыли, выделяющиеся от грохота в течение всей рабочей смены, заставляют рассматривать его, как один из основных источников запыленности воздуха в отделении подготовки кварцита. Наибольшие концентрации пыли (в среднем 99.7 мг/м³) в этом отделении были отмечени на рабочем месте вихтовщика у течки бункера дробленого кварцита во время засыки кварцита в вагонетку. Но так как эта операция является кратковременной (2-3 мин) и повторяется в течение смени ограниченное число раз, роль ее в общем пылевом балансе отделения не столь велика.

В отделении подготовки восстановителя запиленность воздуха при виполнении основних производственних операций доститает сотен мг на куб.метр. Средние показатели запиленности превишают предельно допустимую концентрацию пили. (10 мг/м³) от 12 до 66 раз.

Таблица # 9. Запиленность воздуха в производственних помещениях шихтового двора.

Место отбора проби.	Рабочая операция.	Число			число	частиц в 1 см			
elle aus sie en de da fan in 15g weke ker oe be da we da in de ker oe de dat in de da een ee be		npoo.	Мин.				Мин.	-	Средн
Отделение подготовки кварцита.									
У щековой дробилки на рабо- чем месте дробильщика (1 м. от зева).	Дробление кварцита: a)с увлажнением б)бев увлажнения	10 10	24.6 31.0	78.2 96.0	46.7	7	734	1918	1006
У барабанного грокота (в 1,5 м от укрнтия)	Просев дробленого кварцита.	18	31.4	122.0	68.6	7	520	1323	926
У бункера дробленого квар- цита на рабочем месте ших- товщика (1,5м от течки)	Подача кварцита в вагонетки.	12	69.8	135.1	99.7	8	555	1346	1004
Отделение подготовки восстановителя.	Дробление нефтекок-						7.		
У щековой дробилки на рабо- чем месте дробильщика.	а)с увлажнением б)без увлажнения	8 10	46.6	215.7	117.8	7	316	1875	1096
У валковой дробилки.	Дробление древес- ного угля.	16	121.0	311-1	220.0	8	464	2923	1550
У вибрационного сита на рабочем месте дробильщика	Просев дробленого угля.	17	116,0	751.4	355.3	8	614	2460	1339
У закромов дробленого угля и нефтекокса на рабочем мес- те шихтовщика.	Ручная загрузка древесного угля в вагонетку.	12	390	992.8	658.2	.9	517	2599	1658
	Отделение подготовки кварцита. У щековой дробильщика (1 м. от зева). У барабанного грохота (в 1,5 м от укрнтия) У бункера дробленого кварцита на рабочем месте шихтовщика (1,5м от течки) Отделение подготовки восстановителя. У щековой дробилки на рабочем месте дробильщика. У валковой дробилки. У вибрационного сита на рабочем месте дробильщика У закромов дробленого угля и нефтекокса на рабочем месте	Отделение подготовки изарцита: У щековой дробильщика (1 м. от зева). У барабанного грохота (в 1,5 м от укрнтия) У бункера дробленого кварцита на рабочем месте шихтовщика (1,5м от течки) Отделение подготовки восстановителя. У щековой дробильщика вагонетки. Дробление нефтекоксиварнита в вагонетки.	Отделение подготовки кварцита. У щековой дробильщика (1 м. от зева). У барабанного грокота (в 1,5 м от укрития) У бункера дробленого кварцита в рабочем месте шихтовщика (1,5м от течки) Отделение подготовки восстановителя. У щековой дробильщика. У щековой дробильщика. У валковой дробильщика. У валковой дробильщика. У валковой дробильщика. У валковой дробильщика. У вакромов дробленого угля и нейтекокса на рабочем месте дробленого угля. Просев дробленого кварщита в вагонетки. Дробление нейтекокса: а) с увлажнения вагонения боез увлажнения боез увлажнения дробленого угля. Вросев дробленого угля и просев дробленого угля в дробленого угля в древесного угля в	Отделение подготовки кварцита. У щековой дробилки на рабоно от зева). Дробление кварцита: а)с увлажнения 10 24.6 боез увлажнения 10 31.0 У барабанного грохота (в 1,5 м от укрнтия) кварщита. 18 81.4 У бункера дробленого кварщита. 12 69.3 Отделение подготовки восстанов на рабочем месте дробильщика. 20 с увлажнения 10 31.0 Отделение подготовки восстанов нейтекок са: у щековой дробилки на рабочем месте дробильщика. 30 с увлажнения 10 80.0 У валковой дробилки на рабочем месте дробильщика и пробление древесного угля и нейтекокса на рабочем месте дробильщика древесного угля в	Отделение подготовки кварцита: У щековой дробильщика (1 м. от зева). У барабанного грокота (в 1,5 м от укрнтия) У бункера дробильщика (1,5м от течки) Отделение подготовки восстановителя. У щековой дробильщика (1,5м от течки) Отделение подготовки восстановителя. У щековой дробильщика. У щековой дробильщика. У щековой дробильщика. У валковой дробильщика. У вакромов дробильщика и рабочем месте дробильщика у закромов дробильщика и нефтекокса на рабочем месте дробильщика и нефтекокса на рабочем месте дробильщика у закромов дробленого угля и нефтекокса на рабочем месте дробленого угля в пробе в дробленого угля в пробе дробленого угля в пробе в дробленого угля в	Отделение подготовки и рабонов дробильщика (1 м. обез увлажнения проб. дробильщика проб. дробильщика дробильщика дробильщика дробильщика дробильщика дробине древесного угля. дробине древесного угля и нефтекокса на рабочем месте дробильщика дробине древесного угля дробине древесного угля дробине древесного угля драбочем месте дробильщика дробине древесного угля драбочем месте дробильщика дробине древесного угля драбочем месте дробильщика древесного угля драбочем месте дробине древесного угля драбочем месте дробильщика древесного угля драбочем месте драбочем драбочем драбочем месте драбочем драбочем драбочем драбочем драбочем драбочем драбо	Отделение подротовки кварцита: у щековой дробильщика (1 м. обез увлажнения 10 24.6 78.2 46.7 7 60 68.6 7 10 31.0 96.0 62.3 — Пробе дробиньшика (1 м. обез увлажнения 10 31.0 96.0 62.3 — Просев дробиньшика (1,5 м от укрытия) у бункера дробиеного кварщита на рабочем месте щихтовщика (1,5 м от течки) Отделение подготовки восстановителя. у щековой дробильщика. у пековой дробильщика. у пековой дробильщика. у валковой дробильщика. у вахромов дробиньщика. у вахромов дробленого сита на рабочем месте дробильщика (1,5 м от течки) у вахромов дробленого угля и нефтекскса на рабочем месте дробильщика (1,5 м от течки) у вахромов дробленого угля и нефтекска на рабочем месте дробильщика (1,5 м от течки) у вахромов дробленого угля и нефтекска на рабочем месте дробильщика (1,5 м от течки) у вахромов дробленого угля и нефтекска на рабочем месте дробильщика древесного угля в	В МГ/м3 ВОЗДУКА. Проб. МИН. МАКС. СРОДН. Проб. МИН. МИН. МАКС. СРОДН. Проб. МИН. МИН.	В мг/м3 воздука. проб. мин. макс. Средн. мин. макс. Средн. проб. макс. проб.

У щековой дробилки на рабочем месте дробильщика нейтекокса содержание имли составляет при увлажнении в среднем 117.8 мг/м³, без увлажнения — 141.9 мг/м³.

При дроблении древесного угля средняя концентрация имли равняется 220 мг/м³.При просеве древесного угля она повняается до 355.3 мг/м³.Наибольшее пилеобразование, однако, имеет место при ручной загрузке древесного угля и нефтеконса в вагонетки. Во время виполнения этой операции среднее содержание пили в воздухе превишает 600 мг/м³.

Более високое содержание пыли в воздуке отделения подготовки восстановителя по сравнению с отделением подготовки кварцита зависит, во-нервых, от больного количества ручних операций и полного отсутствия аспирации в этом отделении, во-вторых, от больней дробимости древесного угля и нефтенокса по сравнению с кварцитом л, в-третьих, от более медленного оседания угольных и коксових частиц из воздука, вследствие меньшего их удельного веса и больней поверхности, чем у кварцитных пылинок.

Разница в степени запиленности воздука в отделении подготовки изарцита и в отделении подготовки восстановителя, обнаруживающаяся при весовом исследовании запиленности, значительно сглаживается при сопоставлении поназателей мониметрического исследования. Причина этого явления заиличается, повидимому, в плокой сполачиваемости пыли древесного угля и нефтенокса, вследствие чего в отделении подготовки восстановителя струйний счетчик дает занижение результати.

Номимо больших концентраций, неблагоприятним моментом, карактеризурщим имль шихтового двора, является ее високая дисперсность. Об этом свидетельствуют данние, приведенные в таблице № 10.

<u>Таблица Д 10.</u> Дисперсный состав осевшей пыли в отделениях шихтового двора.

и кварцита. И щеновой дробилки на рабочем месте пробильщика. И барабанного гро- пота. И бункера дробленого кварцита. И бункера дробленого кварцита. Васте пихтовщика. И щековой дробилки на рабочем месте пробильщика. И дековой дробилки на рабочем месте пробильщика. И валковой дробилки. И рабочем месте пробильщика.	The state of the s	Кол.	201 E3 Y 1 E3 Y 1 E3 Y 1 E4 Y						
onpana.	Ond January	след.	до 1 _М	до 5 _М .	до 10 м .	более 10м.			
Отделение подготов- ки кварцита.									
У щековой дробилки на рабочем месте дробильщика.	Дробление кварцита.	7	71.5	22.7	2.7	9.1			
у барабанного гро- хота.	Просев дроб леного кварцита.	7	66.7	26.4	3.3	3.6			
у бункера дробленого кварцита на рабочем месте шихтовщика.	Засника кварцита в вагонетку.	7	66.6	26.9	2.5	4.0			
Отделение подготовки восстановителя.	*								
У щековой дробилки на рабочем месте дробильщика.	Дробление нефтеконса	8	73.3	20.2	2.1	3.7			
У валковой дробилки.	Дробление древесного угля.	8	75.4	18.5	2.1	4.0			
У вибрационного гро- кота на рабочем мес- те дробильщика.	просев дре- весного уг- ля.		66.9	22.6	3.5	7.0			
У закромов на рабо- чем месте шихвтовщи- ка.	Ручная заг- рузка угля и неўтекок- са в ваго- нетки.		70.9	19.2	2.3	7.6			

как видно из таблици, от 66 до 75 % осевних инлевни частиц имеют размери менее 1 минрона и лишь 5.8 - 10.5 % - размер свише 5 микрон.

Сравнение дисперсного состава инли на различных рабочив участках показывает, что наиболее медкая инль виделяется в процессе дробления шихтових материалов. Пиль, осешая на участках просева и загрузки, содержит больший процент относительно крупних фракций.

химический состав инли, образующейся при подготовке кварцита и при подготовке восстановителя, различен.

В рабочей зоне дробильщика кварцита пыль содержит высокий процент двуокиси кремния. Так, в пробе взвешенной пыли составляет 81 %, а в осевшей - 84 % (см. табл. № 14).

В отделении же подготовки восстановителя, судя по химическому составу сирьевих материалов, приведенному в главе 1, главной составной частью пыли является углерод. В связи с этим с санитарной точки зрения следует считать вполне целесообразным существование двух раздельных отделений для подготовки кварцита и для подготовки восстановителя.

В отделении подготовки кварцита повышенное содержание в имли свободной двуокиси кремния, високая дисперсность и большие концентрации пили создают реальную опасность заболевания рабочих силикозом.

Таблица № 11.

Химический состав осевшей и взвешенной пыли в отделении подготовки кварцита.

弧弧	Наименование	Навеска	Содо	· Cym-				
пп	проби.			- 000 000 400 000 1			-	ма в %%.
1	Пиль, взвешенная в воздуке рабочей зони дробильщика.	0,1000	81,20	8,40	4,78	4,47	1,40	100,25
2	Пыль, осевшая на ограндении дробил- ки (1,2 м.от нола и 1,5 м.от зева	0.5000	24.40	7 00	0.05	. Pro	0.00	07.44
	дробилки).	0.5000	84.18	7.29	3.35	1.73	0.89	97.44

Б. Запиленность воздуха и свойства пили в плавильном отделении.

В илавильном отделении цеха основним источником пылевиделений являются электрические печи. По расчетам заводских технологов (68), при выплавке одной тонни кремния с печными газами виделяется:

- 1) C 0.....1980 RF
- 2) Hetyque..... 340 KF
- 3) Водяних паров.... 65 кг
- 4) Пнли..... 551 кг

В том числе:

- а)древесного угля 24 кг
- б)нефтекокса 5 кг
- в)кварцита 28 кг
- г)конденсата двускиси кремния 494 кг

О количестве виделяющейся конденсированной двускиси кремния можно судить также на основании данних Елютина В.П., Павлова Б.А., Левина Б.Е. (52), которие указивают, что из электропечей испаряется 15-20% загружаемого в них кварцита и на виплавку одной тонни продукции расходуется 3 тонни кварцита. Так как потери кварцита в процессе подготовки вихтових материалов не превивают 4-6%, то в нечь загружается, следовательно, около 2850 кг кварцита и испаряется 427-570 кг двускиси кремния.

Особенности конструкции электропечей и вытяжных зонтов, а также неорганизованность воздухообмена в илавильном отделении цеха приводят к тому, что значительная часть печных газов попадает в воздух производственных помещений.

Помимо инли, поступарщей в воздух рабочей зоны с печными газами, инль в имавильном отделении образуется также на колошниковой илощадке электропечей во время операций перелопачивания шихты и загрузки ее в печи.

Источники образования аэрозоля дезинтеграции имеются и в остивочном пристрое отделения: у весов во время дозировки и взвешивания вагонеток с шихтой и при очистке слитков кремния от шлака. Последняя проводится в остивочном пролете эпизодически, когда отделение обработки готовой продукции переполняется кремнием.

Для удавливания и удаления из помещения печних газов и пили над колошниками и летками печей установлени воздушние зонти. Кроме того, на колошниковой площадке печей перед перело-пачиванием и загрузкой в печь шихта смачивается водопроводной водой из шланга. Увлажнение осуществляется также в остивочном пролете перед взвешиванием шихти на весах.

Данние о запиленности воздуха в плавильном отделении цеха приведени в табл. 2 12.

Из таблицы видно, что на основних рабочих местах плавильного отделения запиленность воздуха в среднем находится в пределах от 13.0 до 21.2 мг/м³. И только на электродной площадке, являющейся местом кратковременного пребнвания рабочих во время операции наращивания электродов, средняя концентрация пили достигает 42.6 мг/м³.

По литературным данным (45,59), на других заводах содержание пыли в воздуже рабочей зоны плавильщиков кремния и ферросилиция имеет такой же порядок величин, как и в электротермическом цеке УАЗ'а . Запиленность же воздуха на рабочем месте горнового во время выпуска кремния на УАЗ'е почти в 2,5 раза меньше. Это, повидимему, находится в зависимости от различных условий выпуска кремния на разних заводах. Так, в электротермическом цеке УАЗ'а выпуск кремния из печей осуществляется не-

Таблица № 12.

Запыленность воздука в плавильном отделении.

Neces ordana unod	Число		ржани	M3.	Процент проб с содерж. пили в воздухе					
	дов.		Marc	.Cp.	Ao	0710	0120	0T40	CB. 60M/	
Остивочний пристрой						-				
Рабочее место ших- товщика у весов при дозировке шихты Печной продет.	16	10.7	49.3	18.6	-	81.2	12.5	6.3	-	
The state of the s					1					
Расочее место гор- нового (2,5 - 3,5м от летки)	27	4.4	45.5	15.0	44.	1		3.7	-	
б)Колошниковая		h								
Рабочее место пла- вильщика (1,5-2,5м от борта печи)	31	10.9	48.6	21.2	-	63,3	26.7	10.0	-	
дировщика.		5,4	43.3	13.0	55.	0 35	5.0	5.0		
в)Электродная пло-										
Место периодическо- го пребивания рабо- чего (0,5 м от электродов).	27	1	1	42.6	-	7.4	37.0	44.5	11.1	
	Остивочный пристрой Рабочее место ших- печной пролет. а)Горновая площадка Рабочее место гор- нового (2,5 - 3,5м от летки) б)Колошниковая площадка. Рабочее место пла- вильщика (1,5-2,5м от борта печи) Рабочее место регу- лировщика. (Здесь же место от- дная плавильщиков) 4,5-5м. от борта печи. в)Электродная пло- щадка. Место периодическо- го пребнвания рабочего (0,5 м от электродов).	Место отбора проблиследов. Остивочний пристрой. Рабочее место шихтовщика у весов при дозировке шихти 16 Печной пролет. а)Горновая площадка. Рабочее место горнового (2,5 - 3,5м от летки) 27 б)Колошниковая площадка. Рабочее место плавильщика (1,5-2,5м от борта печи) 31 Рабочее место регулировщика. (Здесь же место отдина плавильщиков) 4,5-5м. от борта печи. 20 в)Электродная площадка. 20 в)Электродная плочадка. 20 в)Электродная плочадка. 20 в)Электродная плочадка. 20	Место отбора проб. иссле дов. Мин. Остивочний пристрой. Рабочее место них- товщика у весов при дозировке нихти 16 10.7 Печной пролет. а)Горновая площадка. Рабочее место гор- нового (2,5 - 3,5м от летки) О Колошниковая площадка. Рабочее место пла- вильщика (1,5-2,5м от борта печи) Рабочее место регу- лировщика. (Здесь не место от- диха плавильников) 4,5-5м.от борта печи. В)Электродная пло- щадка. Место периодическо- го пребивания рабо- чего (0,5 м от электродов). 27 17.4	Место отбора проб. исследов. Мин. Макс Остивочный пристрой. Рабочее место пихтовщика у весов при дозировке шихти 16 10.7 49.3 Печной пролет. а)Горновая площадка. Рабочее место горновити пот летки) С)Колошниковая площадка. Рабочее место плавильщика (1,5-2,5м от борта печи) В место периодическо печи. В мг. Мин. Макс 10.7 49.3 10.7 49.3 10.9 48.6 В место пределания в мг. 10.7 49.3 В место пределания в место от денха плавильщиков 4,5-5м. от борта печи. В место периодического пределания прабочего (0,5 м от электродов). 27 17.4 84.5	Место отбора проблиселе пыли в мг/м. дов. Мин. Макс. Ср. Остивочный пристрой. Рабочее место ших—товщика у весов при дозировке шихти 16 10.7 49.3 18.6 Печной пролет. а)Горновая площадка. Рабочее место горнот от летки) б)Колошниковая площадка. Рабочее место плавильщика (1,5-2,5м от борта печи) Рабочее место отдана плошарника. (Здесь же место отдана плавильщиков) 4,5-5м.от борта печи. в)Злектродная плошадка. В)Злектродная плошадка. Место периоднческого пребнвания рабочего (0,5 м от электродов). 27 17.4 84.5 42.6	Место отбора проб. исследов. Мин. Макс. Ср. 20 мин. Товщика у весов при дозировке шихты 16 мин. Макс. Ср. 20 мин. Товщика у весов при дозировке шихты 16 мин. Макс. Ср. 20 мин. Мин. Мин. Макс. Ср. 20 мин. Мин. Макс. Ср. 20 мин. Мин. Мин. Макс. Ср. 20 мин. Мин. Мин. Макс. Ср. 20 мин. Мин. Макс. Ср. 20 мин. Мин. Мин. Макс. Ср. 20 мин. Мин. Мин. Макс. Ср. 20 мин. Мин. Мин. Мин. Мин. Мин. Мин. Мин. М	Место отбора проб. исследов. Мин. Макс. Ср. 20 0т10 Остивочный пристрой. Рабочее место пих- товщика у всов при дозировке шихты 16 10.7 49.3 18.6 - 81.2 Печной пролет. а) Горновая площадка. Рабочее место горнот детки) б) Колошниковая площадка. Рабочее место планим (1,5-2,5м) от борта печи) Рабочее место регулировщика. (Здесь не место отдыха плавильщиков) 4,5-5м. от борта печи. в) Электродная площадка. В) Электродная площадка. В) Электродная площадка. В) Электродная площадка. В (3,4 48.3 18.0 55.0 35.0 35.0 35.0 35.0 35.0 35.0 35	Место отбора проб. иссле дов. Мин. Макс. Ср. 72 0710 0720 дого дого дого дого дого дого дого дог	Место отбора проб. исследов. Мин. Макс. Ср. 2010 07200740 досо отбора при доверой. Рабочее место пих—товщика у весов при дозировке шихты 16 10.7 49.3 18.6 — \$1.2 12.5 6.3 Печной пролет. а) Горновая площадка. Рабочее место гор—нового (2,5 — 3,5м от летки) 27 4.4 45.5 15.0 44.5 18.5 3.7 6) Колошниковая площадка. Рабочее место пла—вильщика (1,5—2,5м от борта печи) Рабочее место регу—дировщика. (3десь же место отдыха плавильщиков) 4,5—5м.от борта печи. В) Электродная пло—щадка. Место периодического пребывания рабочего (0,5 м от электродов). 27 17.4 84.5 42.6 — 7.4 37.0 44.5	

преривно. При этом расплавлений кремний виливается сравнительно равномерно и не толстой струей. Печние гази также виделяются относительно равномерно и большей своей частью уходят под зонт, расположений над леткой печи. В плавильном цеке чоз, где проводил исслядования Н.П. Деттев с соавторами, вниуск кремния из печи проводится периодически. Приэтом виделяется сразу большое количество газов и инли, которые обтекают его недостаточно полно удаляются зонтом над леткой печи и распространяются по помещению.

Из табл. В 12 следует также, что запиленность воздуха у нечей в верхней зоне помещения больше, чем внизу. Так, содержание пили на горновой площадке (1 этак) равняется в среднем 15.0 мг/м³ на колошниковой площадке (П этак) в воздухе рабочей зони плавильщиков—завальщиков средняя запиленность уже 21.2 мг/м³, а на электродной площадке (П этаж) она еще в два раза више. На рабочих местах шихтовщиков и регулировщиков, находящихся в отдалении от печей подобных соотношений не виявляется.

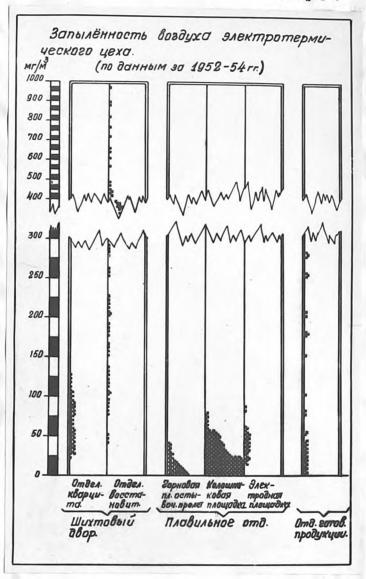
На рис. В 7 представлени результати всех исследований весового содержания инли в электротермическом цехе. Результат каждого анализа обозначен соответствующей точкой.

Как видно из рисунка, содержание пыли в воздухе плавильного отделения ниже, чем в воздухе других отделений цеха, в том числе и в отделе подготовки кварцита. Это следует подчеркнуть в связи с последующим рассмотрением вопроса о распространенности профессиональных пылевых заболеваний среди рабочих отих отделений.

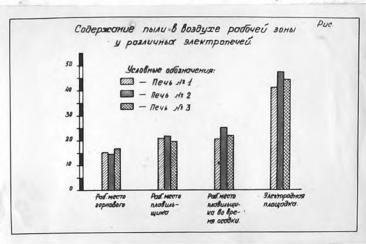
Содержание пили в воздухе рабочей зони у различних электропечей представлено на рис. В 8.

У всех трех электропечей на основних рабочих местах колебания в уровне запиленности воздуха невелики. Несколько больше концентрации обнаруживаются только у средней печи № 2, особенно на электродной площадие (47.6 мг/м³, в то время, как у печи № 1 -40.9 мг/м³, а у печи № 3 - 44.4 мг/м³).

Можно было би думать, что это зависит от ее местоположения в центре печного пролета. Однако здание плавильного отделения с обоих торцов имеет клукие пристрои. Поэтому, как поназали исследования воздухообмена, крайние электропечи в отношении притока к ним свежего воздуха находятся в таком же невигодном положении, как и средняя печь. Горновая площадка печи № 2, вследствие близости цеховых ворот, имеет даже лучшие условия для проветривания,



PUC. Nº 8



чем горновие площадки остальных печей.

Уровень запиленности воздуха у электропечей зависит от величини рабочего напряжения тока. В период исследования вторая нечь имела электроди большего диаметра, чем остальные печи, и работала при более високом напряжении электрического тока, следовательно, при более високой температуре в шахте печи. Такой режим работи должен способствовать более интенсивному испарение кремния, что, повидимому, и обусловило более високий уровень запиленности воздука у печи № 2, преимущественно на электродной площадке ес.

На колошниковой площадке печей, как уже указывалось, кроме аэрозоля конденсации, образуется еще аэрозоль дезинтеграции при перелопачивании и загрузке шихти в печи. Интенсивность пилевиделения при этих операциях не находится в непосредственной связи с величиной испарения кремния из печей. Поэтому

и разница в уровне запиленности воздука на колошниковой площадке на рабочих местах плавильщиков — завальщиков у разних печей оказывается более сглаженной. При осадке же колошника — операции, характеризурщейся особенно интенсивним виделением печних газов; разница в уровне запиленности воздуха на колошниковой площадке различных электропечей виступает вполне отчетливо (25.0 мг/м³ у печи № 2, 21,9 мг/м³ у печи № 3 и 20.5 мг/м³ у печи № 1)

Результати исследования запиленности воздуха счетним методом приведени в табл. № 13.

Таблица № 13.

Содержание пылевых частиц в воздухе плавильного отделения.

		CTI	уйныі	cyer	ANK.	Улья	рамик	OCKOII.		
	Место стбора пробы.	кол.	Число пилинок в 1 см°.			Кол. Число пылинок исс. в 1 см ^S				
			Mun.	Marc.	Сред.		мин.	Marc.	Средн.	
ez-da vo	Остивочный пристрой.									
1	Рабочее место ших- товщика. Печной пролет.	10	476	3123	1492	16	6730 3	3177	20596	
	а)Горновая площадка.									
S	Рабочее место гор- нового (2,5-3,5м. от летки) б)Колошниковая пло- цадка.	24	369	9187	2804	43	8757	11710	31839	
3	Рабочее место пла- вильшика (1,5-2,5м. от борта печи).	64	946	28452	6270	98	10768	27870	44344	
2	Рабочее место регу- лировщика (эдесь же место отдыха плавильщиков).	15	447	3527	1750	20	8076	60048	25348	
	в) Электродная пло-									
5	место периодическо- го пребивания рабо- чик (0,5 м. электро- дов.	21	2521	37187	15847	20	34996	15012	85334	

Количество пилевих частиц, определяемое в 1 см³ воздуха с помощью струйного счетчика, составляет в среднем на рабочих местах от 1492 до 15847 частиц в 1 см³. При рараллельном исследовании ультрамикросконом оно колеблется от 20596 до 85834 частиц в 1 см³.

Таким образом, подавляющее большинство индевих частиц в воздуке плавильного отделения имеют субмикроскопические размерн. Обращает также на себя внимание большая разница между минимальним и максимальным числом пилевих частиц, определяемым в одной и той же точке, особенно с помощью струйного счетчика. Так, на рабочем месте горнового максимальное количество пилевих частиц превимает минимальное по струйному счетчику в 25 раз и по ультрамикроскопу в 13 раз. На рабочем месте завальщика это отношение составляет соответственно 30 и 12 раз. Подобная динамичность изменений является особенно характерной для аэрозолей конденсации, потому что колебание уровня запиленности воздука в таких случаях определяется не только производственными причинами: сменой рабочих операций, условиями воздухообмена и т.д., но и бистро протекавщими процессами агрегирования и коагуляции ультрамикроскопических частиц (21, 126).

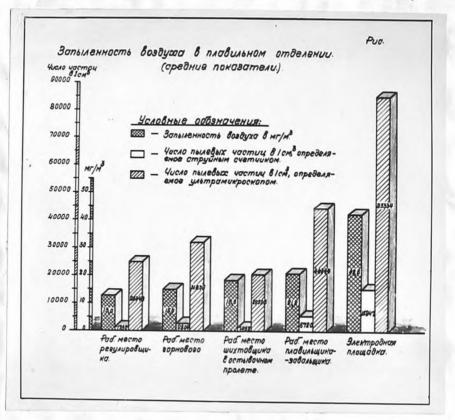
Соноставление показателей весового и счетного методов определения запиленности воздуха приведено на рис. В 9.

На значительные расхождения между весовыми и счетными показателями заинленности в сопряжения пробах указнвает Барон Л.И.(4), Торский П.Н.(124) и многие другие исследователи (71). Большие расхождения между результатами весовых и счетных определений были обнаружены и в данной работе при исследовании заинленности воздука на шихтовом дворе. В плавильном отделении, однако, такое сопоставление выявляет довольно четкое соответствие: при увеличении весовой концентрации возрастает и количество пылевых частиц, особенно при сравнении весовых концентраций с показателями ультрамикроскопа.

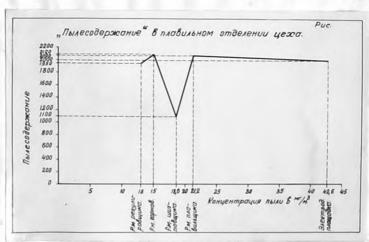
Исключение представляет только рабочее место шихтовщика в остивочном пристрое, на котором определяется относительно меньшее число субмикроскопических частиц.

При сопоставлении результатов весових и счетних методов исследования запиленности воздуха Торский П.Н. (124) использовал производную величину — "пилесодержание", — получаемую при делении числа готових частиц в 1 см⁸ на концентрацию пили в мг/м⁸. "Пилесодержание" карактеризует относительное количество пилевих частиц, приходящихся на единицу пили.

На рис. 10 приведена кривая "пилесодержания" для плавильного отделения, составленная на основании средних показателей весового содержания пили и числа пилинок по ультрамикроскопу.



Puc. Nº 10



"Пелесодержание" в плавильном отделении колеблется в очень незначительних пределах: от 1950 до 2120, но на рабочем месте вихтовенка оно почти в два раза меньше — 1100. Такое резное снижение "пилесодержания" в данном участке связано с наличием более крупных фракций пили.

Таким образом, приведенные материали указивают на то, что расхождения между весовным и счетным показателями запиленности воздуха уменьшатся с повишением дисперсиности пили.

На рис. 2 11 приведени данние о запиленности воздука в плавильном отделении цема в различние сезони года.

как видно из рисунка, весовое содержание имли в воздуже на всех основных рабочих местах летом меньше, чем зимой. Такая не закономерность обнаруживается и при сопоставлении средних показателей числа инлинок по ультремикроскопу.

меньная величина запиленности воздука в плавильном отделении в теплий период года об'ясияется более благоприятними условиями общего воздукообмена в это время года. Так, кратность воздукообмена летом составляет 60, а зимой только 30 раз в час.

необходимо, однако, отметить, что борьба с запиленностью воздука в влавильном отделении не может ити по линии увеличения общего воздукозбмена, значение которого в борьбе с
нилью возбще не следует переоценивать. Даже при 60-кратном воздукозбмене в летий период года уровень запиленности воздука значительно превимает предельно допустимую концентрацию (2 мг/м³), установленную санитарнии законодательством для пили с внеским содержанием двужнеси кремима.

Результати определения дисперсного состава пили, оссдавщей на горизонтальние экрани, представлени в табл. В 14.

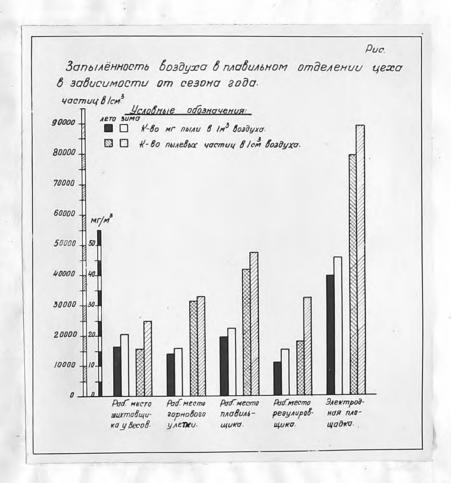


Таблица 🕮 14.

Дисперсный состав пыли, осевшей на предметние стекла в илавильном отделении цеха.

TOTA	Место экспозиции	кол.			ентное с размером	
1111	oapana.	1100	and the same and part of the	and any department of the	the side commercial Chromiteries	Бол. 10м.
1	Остивочный пристрой. Рабочее место вихтовщи- ка (у весов)	10	69.6	23.4	3.1	3.9
	<u>Печной пролет.</u> а)Горновая площадка.	-				
2	Рабочее место горнового (2,5 -3,5м.от летки) б)Колонниковая площадка	10	75.8	20.1	2.3	1.8
3	Рабочее место плавиль- щика (1,5-2,5м.от бор- та печи)	20	78.5	18.0	1.5	2.0
4	Рабочее место регули- ровщика (здесь же ме- сто отдыха плавильщи- ков — 4,5 — 5,0 м. от печи).	8	77.7	19.3	1.4.	1.6
5	в)Электродная площадка Место периодического пребывания рабочих (0,5 м.от электродов)	10	80.4	16.8	1.8	1.0

На рабочем месте шихтовщика количество пилевих частиц размерами более 10 м составляет 3,9%, в то время как на остальних рабочих местах только 1-2%. Соответственно меньше на этом участке и процент частиц до 1 м.

Вообще же при оценке результатов исследования дисперсности пыли обращает на себя внимание сравнительно небольное различие в дисперсном составе пыли, осевшей на предметние стекла на различних рабочих местах, в зонах источников аэрозолей дезинтеграции и конденсации. Это об'ясняется тем, что мельчайшие частицы аэрозоля конденсации оседают лишь в результате схлапливания и образования более крупных агрегатов. Такие "вторичнее" частички и измеряются, в основном, при микроскопическом исследовании осевней пили. Величина же отдельних "первичних" частиц, обично, лежит за пределами разрешающей способности оштических микроскопов. Поэтому, в отличие от аэрозолей дезинтеграции, определение дисперсности осевшей пили вэрозолей конденсации почти ничего не дает для характеристики размеров взвешениих в воздуже пилевих частиц. Более надежное представление о числе пилинок и их дисперсности в данном случае дает исследование с помощью ультрамикроскопа.

Для виясиения истиненх размеров аэрозоля конденсации нами было произведено электронно-микроскопическое исследование пыли в институте физики металлов УФАН*а.*

Никелевне сеточки и мембранные фильтры задымлялись в различных местах рабочей зоны у электропечей на горновой и ко-лошниковой площадках — у края зонтов, на электродной площадке — между электродами, а также в выбросных трубах.

Исследование больного количества препаратов под электронным микросковом воказало, что средний диаметр пылинок равен приблизительно 0.1 микрона. В ряде препаратов были обнаружены частицы диаметром 0.5 - 1 микрон, в то время как наиболее мелкие пылинки по своему диаметру не превышали 50 ангстрем.

Во всех случаях наблюдались однотинние по структуре отложения пили. Типичние электронно-микроскопические фотографии представлени на рис. 12-15. Обращает на себя внимание правильная сферическая форма частиц, обусловленная тем, что в процессе своего образования они проходят через жидкур фазу. Гальд П.В. следующим образом описивает последовательность превращений в печних газах. "Газообразная окись кремния сперва конденсируется в туман, отвердение и окисление частиц которого ведет к образованию дима" (34).

Гораздо реже на препаратах встречались отдельние частици неправильной форми свойственной аэрозолям дезинтеграции, рис. № 15.

⁺⁾ Считаем долгом принести благодарность коллективу лаборатории электронной микроскопии и ее руководителю канд. технических наук Буйнову Н.П.

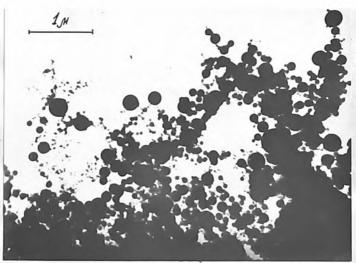


Рис. В 12. Электронно-микроскопическая фотография пылевых частиц на горновой площадке печи к 21000.



Рид. В 13. Электронно-микроскопическая фотография пилевих частиц на колошниковой площадке нечи к 21000.



Рис. 2 14. Электронно-микроскопическая фотография пилевих частиц на электродной площадке печи к 21000.



Рис. № 15. Электронно-микроскопическая фотография пилевих частиц в выбросной трубе к 21000.

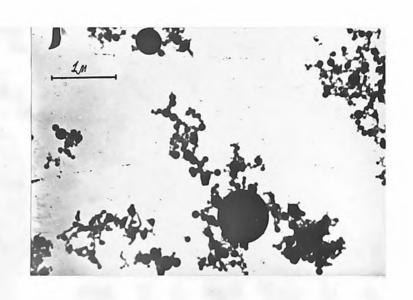


Рис. № 16. Электронно-микроскопическая фотография димового налета взятого с внутренней поверхности внтяжного зонта на уровне электродной площадки к 21000.

Кроме вавешенной шили, исследовались еще налети с электродних устройств и других поверхностей технологического оборудования. При этом были обнаружены пылевне частицы такой же сферической формы и размеров, что и на препаратах взвешенной пыли. (Рис. № 16).

Помимо концентрации и дисперсности, для санитарно-гигиенической оценки пылевого фактора больное значение имеет химический состав пыли, в особенности содержание в ней кремнезема — основного этиологического фактора силикоза.

Представление о жимическом составе инли плавильного отделения мы получили на основании спектрального анализа двух образцов налетов инли, взятых с токопроводящих устройств печи № 3: на уровне колошниковой площадки и с внутренней поверхности верхней части зонта под колошником электропечи на уровне электродной площадки. (Анализы выполнены в Горно-Геологическом институте уфАН°а).

Результати спектрального анализа пили.

	ружени енти	Содержание 1	в образцах: П	
1.	Mn	о.слаб.	слаб.	Спектральным анализом
2.	Ma	средн.	средн.	в налетах пили обнару-
3.	38	сильн.	о сильн.	жено 14 элементов.Из
4.	Ga	-	следы	них в наибольшем коли-
5.	Fe	слаб.+	средн.	честве (в порядке уби-
6.	Al	средн.+	сильн.	вания) - следующих 5
7.	~	-	н. следи	элементов:
8.	Ti	н. следн	слаб.	Si, Al, Co, Mg, Fe
9.	Cu	следн	слаб.	На окисли этих элемен-
10.	Na	н. следи	слаб.	тов и проводился впос-
11.	Ni	-	следы	ледствии кимический
12.	Zz	<u>o</u>	н. следы	анализ пыли
13.	Ca	средн.	средн.+	
14.	Sz	н. следи	слаб.	

Результати кимического анализа налетов пыли приведени в табл. № 15.

Содержание $\mathcal{S}i \mathcal{O}_2$ в образцах инли, собранной с различных поверхностей оборудования печи по ходу печных газов, не одинаково. В налетах, взятых внутри коловникового зонта, оно составляет около 90%.

В образцах пили с горновой площадки содержание двускиси кремния достигает 78%. Это связано с тем, что випуск плака ведется одновременно с випуском расплавленного кремния через ту же летку.

В состав шлака входит значительное количество окислов алюминия, кальция и железа (см. главу 1). Поэтому в налетах пыли над летками печей содержание этих соединений оказывается более внсоким. На состав налета пыли, собранной на потолке над леткой печи, кроме того, могло оказать влияние и то, что в соседней электропечи № 1 в начале наших исследований выплавляли карбид кальция. При плавке карбида кальция выделяется значительное количество пыли СоО и МдО, которая могла распространяться по помещению.

В налете пыли, взятом с внутренней поверхности зонта над леткой печи № 3, количество двуокиси кремния (при пересчете всего Si на Si O_2) составляет 95.8%. Однако кумма всех составных частей его оказалась значительно больше 100%. Это, по Гельду (27), свидетельствует о наличии в пыли недоокисленных соединений кремния.

В настоящее время нет еще метода раздельного определения S_i , Si0 и $Si0_2$. О количестве недоокисленных соединений в пробе ми пудили на основании специального расчета, который приводится ниже, а также на основании реакции с раствором ще- $S_i O$ и $S_i O_2$ в соли кремневой кислоти лочи. Шелочи переводят с виделением водорода (86). По количеству последнего можно судить о количестве недоокисленных соединений кремния. Эта реакция положена в основу исследований лаборатории пром. санхимии института по разработие метода раздельного определения кремнезема и недоокисленних соединений кремния (Старков (С-120). В период проведения настоящей работи они еще не били завершени. Поэтому приводимие нами данние о содержании недоокисленных соединений кремния, полученные с помощью этой реакции, не могут считаться в количественном отношении вполне точными. Однако, и при этих условиях они представляют значительный интерес.

В налете с внутренней поверхности зонта над леткой пеми содержание $S_i \, O_2$, определенное расчетным путем, составляет 77.63%, а недоокисленных соединений кремния — 8.49%.По реакции внделения водорода содержание последних составляет 11%.

Таблица № 15.

Кимический состав налета пыли, собранной с различник новержностей оборудования по пути прохождения печник газов.

1015		Навеска прока-	Соде	pwahne i	3 %%					чет на	Кол-во Si по
IIII	Mecro ordopa.	ленной		1	1			%	жание		реакции
		THUM (P).	S. O.	Al ₂ 0 ₃	Fe2 03	Cal	Mg 0			недо- окисл. соедин. креиния в перес- чете на <i>S і</i>	виделен. водорода
1	Горновая площадка. Налет на потолке над нижней леткой печи № 2.	0.2000	77.70	5.21	0.99	8.86	8.64	101.40	-	-	0.00
2	Налот на внутрен- ней поверхности зонта над леткой печи № 3.	0.5000	95.8	8.09	0.95	8.86	0.98	109.68	77.69	8.49	11.00
3	Коловниковая пло- щадка. Налет на токопод- водящих частях печи 2 3 (внутри зонта)	0.5000	89.30	3.92	0.46	2.46	1,69	97.83	-	-	0.00
4	Влектродная пло- щадка. Налет на внутрен- ней поверхности самой верхней час- ти колошникового зонта (на уровне электродной пло- щадки).	0.5000	91.52	3.08	0.72	1.96	1.93	99.21			0.00

х)при пересчете всего \mathcal{S}_{i} на \mathcal{S}_{i} \mathcal{Q}_{2}

Наличие недоскисленных соединений кремния на внутренней поверхности зонта над леткой печи связано, повидимому, с попаданием мелких бризг расплавленного кремния во время его внливки.

Необходимо отметить также, что результати химических анализов в таб. В 15 дани по отношению к прокаленной навеске. Так обично ведется определение содержания двускиси кремния в рудничних пылях, в которых величина потерь при прокаливании не велика и не имеет существенного значения.

Условия образования аэрозодя конденсации $S_{\ell} \, \theta_2$ (високая температура вечних газов) являются причиной того, что и в исследовавшихся налетах потери при прокадивании также имеют очень небольшую величину и, следовательно, могут не учитиваться.

Другое дело при кимическом анализе пили, взвешенной в воздуже плавильного отделения. При операциях механического перемецения вихти: загрузке, перелопачивании—в воздух поступает пиль древесного угля. При прокаливании она вместе с влагой улетучится и процентное содержание $Si\ O_2$ в пили, таким образом, может оказаться завишении. В связи с этим при определении химического состава взвешенной пили расчет проводился не только на прокаленную навеску, но и на навеску, доведенную до постоянного веса.

Результати химического анализа взвешенной пыли на рабочих местах приведени в табл. № 16.

Из таблице видно, что содержание двускиси кремния во взвешенной имим колеблются от 50.5 до 78.5%. После прокаливания же оно составляет 79.4 — 88.8%. Наибольшее количество углерода и летучих обнаруживается, как и следовало ожидать, на рабочем месте изавильщика—завальщика — 39.2%, затем идет рабочее место регулировщика — 21.4%, горнового — 14.4% и меньше всего углерода и летучик находится на электродной площадке — 9.9%. Содержание окислов металлов во взвешенной имли колеблется от 10.3 до 17,3%.

Таблица $\mathbb B$ 16 составлена на основании средних величин. Следует отметить, что в одной пробе пыли, отобранной на электродной площадке, содержание двуокиси кремния после прокаливания составляло 104.7% (при пересчете всего S_i но S_i 0). Это дает основание предполагать возможность присутствия во взвешенной пыли недоокисленных соединений кремния (S_i , S_i 0).

в таблице \mathbb{B} 16 приведени также концентрации \mathcal{S}_i \mathcal{O}_2 в воздухе в мг/м 3 . На рабочем месте илавильщика содержание двужниси

Таблица № 16. Кимический состав пыли, взвешенной в воздухе плавильного отделения.

	кол.	Среди	iee co	держа-	St 02 8	Концент в мг/мэ	рация	Si Q2
место отбора пробы.	иссл.	Si 02	Угле- род и лету-	Окислы	после прока- ливания.	Средн.		Marc.
Горновая ило- щадка. Рабочее место горнового (3,5м. от летки Колошниковая) 7	68.4	14.4	17.2	79.7	10.0	6.4	12.7
площадка. Рабочее место плавильшика (1.5 - 2.5м. от борта печи)	6	50.5	39.2	10.3	83.0	11.1	7.1	14.8
Рабочее место регулировщика (здесь же мес- то отдыха пла- вильщиков — 4.5 — 5.0 м. от печи).		61.3	21.4	17,3	79.4	7.6	4.0	9.4
Электродная площадка. Место периоди- ческого преби- вания рабочих во время опе- рации наращи-								
вания электро- дов.	9	78.5	9.9	11.6	88.8	30.2	11.6	54.7
При пересче	ete b	cero S	іна с	Si 02				

кремния в воздухе находится в пределах от 7.1 до 14.8 мг/м³, составляя в среднем 11.1 мг/м³. Почти такое не содержание двуокиси кремния на рабочем месте горнового 6.4 – 12.7 мг/м³ и в среднем – 10.0 мг/м³. На рабочем месте регулировщика и на расположенных рядом местах отдиха плавильщиков концентрации $S_i O_2$ несколько меньше: от 4.0 до 9.4 мг/м³; в среднем 7.6 мг/м³. Больше всего двуокиси кремния обнаружено на электродной площадке, где содержание ее колеблется в пределах от 11.6 до 54.7 мг/м³, составляя в среднем 90.2 мг/м³.

По данним Красногорской М.Н. (66), в производстве прозрачного кварцевого стекла содержание двускиси кремния в воздуке на рабочих местах плавильщиков при плавке горного крусталя было в пределах от 2.11 до 9.55 мг/м³ и на рабочих местах кварцедувов — в пределах от 0.69 до 8.07 мг/м³.

В производстве искусственних абразивов при плавке боката, по ее же данным (65), содержание $S_i \, \theta_2$ колеблется от 3,3 до 18.5 мг/м 3 , составляя в среднем 7.2 мг/м 3 .

Данних прямих определений концентрации $S_i \, \theta_2$ в других производствах, где имеет место виделение аэрозоля конденсации двускиси кремния, ми не нашли.

Поскольку аэрозоль конденсации двуокиси кремния в настоящее время изучен еще недостаточно, было предпринято исследование его молекулярного строения.

Рентгеноструктурный анализ налета, взятого с верхней части внутренней поверхности зонта над колошником электропечи № 2, выполненный в Горно-Геологическом институте УФАН а по методу дебая на трубке с медным анодом, показал, что в нем содержится как амерфная, так и кристаллическая двускись кремния (последняя имеет структуру кристобалита). Эти результати совнадают с данными ряда исследований, проводивших рентгеноструктурный анализ дисперсной фази аэрозоля конденсации двускиси кремния, образувщегося в производстве ферросилиция (142) и искусственных абразивов (149), и также обнаруживавших и амерфную и кристаллическую форми двускиси кремния.

Одним изифизических свойств пыли, имеющим существенное Ригиеническое значение, является ее удельный вес. При прочих равных условиях он определяет стабильность аэрозоля. Для определения удельного веса дисперсной фазы аэрозоля конденсации двужниси кремния был использован тот же самый образец налета на внутренней поверхности зонта под колошником печи, который подвергался рентгеноструктурному анализу и впоследствии был использован в эксперименте над животными:

Одновременно тем же методом были проведени исследования удельного веса кварцевой пыли. Получение данные приведены в табл. В 17.

Таблица Б 17. Результати определения удельного веса пили микроскопическим методом.

IAIS UII	Образец пыли.	Вес проби	Об'ем проби пыли.	Удельний вес.
1	Кварцевая пыль	1.3132	0.4968	2.64
2		1.8394	0.6992	2.63
3		1.4870	0.5584	2.66
		Среднее из	трех опред. 2.	64
1	Налет конденсата $S_i O_2$	0.1104	0.0508	2.37
2	-0-	0.1000	0.0466	2.14
3	-0-	0.1006	0.0422	2.38
	0	0.1350	0.0560	2.42

Удельний вес кварцевой пыли был найден равним 2.63 - 2.66. что близко совиадает с удельным весом кварца 2.65.

Удельний вес конденсата \mathcal{S}_i \mathcal{O}_2 колебался в пределах от 2.14 до 2.42, т.е. он меньше удельного веса кварца, но больше удельного веса аморфного кремнеземистого стекла (2.21). Ближе всего найденний результат совпадает с удельним весом кристобалита \mathcal{A} (2.33).

Колебания результатов при исследовании конденсата $S_i \, \theta_2$ связани с тем, что прочность адсорбации газов пилевими частицами увеличивается с повышением их дисперсности, вследствие чего возрастает трудность отсасивания воздуха из пикнометра и снимается точность определения об'ема проби пили (109).

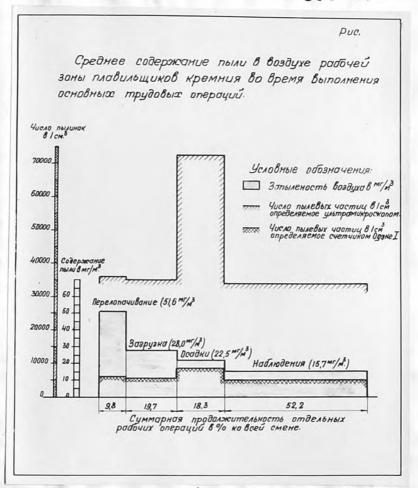
В табл. В 18 приведени результати определения смачиваемости конденсата двускиси кремния. Смачиваемость пыли может оказывать влияние на степень задержки пыли в дикательных путяк, а также, в известной мере, определяет эффективность влаж ных способов очистки воздука от пыли.

Таблица № 18. Результати определения смачиваемости конденсата двускиси кремния.

INI	Наименование . смачивателя.	Концентра- ция смачи- вателя.	Время смачи- вания.	% смоченной пыли.
1	Дестилированная вода		201	86,3
2	_n_	-	. 201	88,9
3	_0_	-	201	80,7
4	~4~	-	201	83,2
			Среднее	84,8
5	OII-10	0,2	20'	91,7
6		0,2	201	90,9
7		0,2	201	92,6
8	-n-	0,2	201	92,5
			Среднее	91,9
9	ДБ	0,1	251	100,0
0		0,1	231	100,0
1	-17_	0,1	30 1	100,0
2	-17-	0,1	301	100,0

В дестиллированной воде за 20 минутную экснозицию конденсат двускиси кремния смачивается на 80.7-88.9%. В растворе смачивателя 00-10 за это же время смачивается 90.9-92.6% пили. Наиболее эффективним для конденсата S_i O_2 является смачиватель ДБ, в растворе которого уже за 23-30 секунд пиль смачивается полностью на все 100 %.

наряду с приведенными выше исследованиями, мы поставили своей задачей более детальное изучение колебаний кон-



центрации пыли, а также изменений химического состава пыли при различных рабочих операциях плавильщиков-завальщиков, так как они являются наиболее многочисленной группой среди рабочих плавильного отделения. Целесообразность такого более детального исследования доказывается и тем, что в этой группе была обнаружена наиболее выраженная профессиональная патология (см. главу У1).

Результати исследования запиленности воздука в рабочей зоне плавильщиков приведени в табл. В 19, из которой видно, что весовое содержание пили наиболее значительно при перелопачивании вихти, а число пилинок — при осадке колошника.

Особенно рельефно эти соотношения внявляются на рис. В 17. По горизонтальной оси на нем отложена суммарная продолжительность отдельных рабочих операций в % ко всей смене (на основании хронометражных наблюдений, приведенных в гл. 1), а по вертикальной оси — среднее содержание инли при вниолнении этих операций, определенное весовым методом (серый цвет) струйным счетчиком (квадратная штриховка) и ультрамикроскопом (косая штриховка).

Содержание пили в мг/м³ больше всего при перелопачивании, но продолжительность этой операции наименьшая: около 10% от восьмичасовой рабочей смени. При загрузке и осадке средние весовие концентрации пили и средняя суммарная продолжительность операций довольно близки между собой. Наименьшее весовое содержание пили в воздухе отмечается при наблюдении за ходом плавки; продолжительность этого периода, включая и время отдиха, которое плавильщик проводит чаще всего на рабочем месте регулировщика, составляет половину рабочей смени.

число пилевих частиц в 1 см³ воздуха при винолнении всех операций, кроме осадки, остается практически постояним. При осадке оно резко повышается: по данним ультрамикроскопа почти в два раза. Подобние соотношения между счетними и весовыми показателями свидетельствует о том, что при перелопачивании и загрузке увеличение весовой концентрации происходит, в основном, за счет грубодисперсных фракций пили.

Химический состав пыли, взвешенной в воздухе рабочей зони плавильщиков-завальщиков, приведен в табл. № 20 и на рис. № 18. основных операций.

Таблица № 19. Запыленность воздуха на рабочем месте плавильщика при выполнении

	Padamas anamas y	чис-	Содержание пыли в			Число пылинок в 1 см ⁸ воздуха при исследовании							
mi	Рабочая операция.	ло исса-	MNH.	Marc.	Средн.	кол.	CTPyi	иным сч	-upto	кол.	Ультрамикроско-		
							MMH.	Marc.	Средн.		мин.	Marc.	Средн
1	Перелопачивание шихтн	30	21.3	83.0	51.6	17	1824	12986	6052	22	12114	81315	36125
2	Загрузка шихтн в печь	28	10.9	66.7	28.0	15	1578	10148	5467	24	10768	78813	85978
3	Осадка колошни- ка	28	8.6	41.3	22.5	14	1019	28452	8663	24	23485	127870	72661
4	Наблюдение за ходом плавки	33	6,3	34.0	15.7	18	946	22509	5284	28	1422	82566	84215

Таблица № 20.

химический состав пили, взвешенной в воздуке рабочей зони плавильщика при виполнении основних операций.

JAIR .	Рабочая операция.	Кол	-	е соде:	ожание в	Si 02
Ш	ado am onopaqua	1100	+) S _i O ₂	And principles were state orders	Окислов металла и др. при- месей.	в пыли после прокали- вания.
1	Перелопачивание шихти	8	23.8	70.0	6.2	79.9
2	Загрузка нихти в	8	40.6	51.6	7.8	83.8
3	Осадка вихти в	7	52.7	36.9	10.4	83.5
4	Наблюдение за ко- дом плавки	8	62.1	25.4	12.5	83.2
5	Средне-часовне пробн	6	50.5	39.2	10.3	83.0

При перелопачивании — перебрасивании вихти вручную лопатами, пиль содержит 70% углерода и летучих. Это вполне понятно, потому что составные части вихти очень различни по своей плотности: кварцит весьма крепкий, а древесный уголь — очень хрупкий. При загрузке вихти в печь также образуется много пили древесного угля: углерод, составляет более 50% химического состава пили. При осадке содержание углерода в пили уже меньше (36.9%).

меньше всего углерода содержится в пыли в период наблюдений за ходом плавки (25,46).

Среднее содержание двуокиси кремния в воздуке при непосредственном определении ее во время перелопачивания, загрузки и осадки составляет 11 мг/м³, а в период наблюдения оно снижается до 9 мг/м³ (см. табл. № 21). Во время отдика плавильщиков, среднее содержание составляет 7.6 мг/м³.

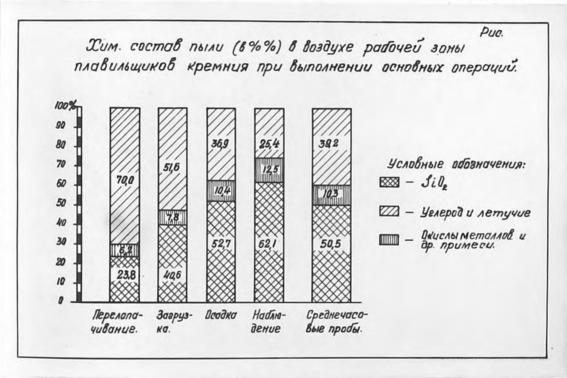


Таблица № 21.

Содержание двускиси кремния в воздухе рабочей зони имавильщика при выполнении основних операций.

	Рабочая операция.	Кол.	Концентрация $S_4 O_2$ в мг/м 8 .					
-		23.003	MMH.	Makc.	Средн.			
1	Перелопачивание шихти	8	6.7	20.5	11.3			
2	Загрузка шихтн в печь	8	6.6	13.5	11.2			
3	Осадка колошника	7	6.3	14.9	11.5			
4	Наблюдение за хо- дом плавки	8	7.0	10.1	9.1			
5	Средне-часовие проби	6	7.1	14.8	11.1			
6.	Место отдыка пла- вильщиков вблизи регулировщика	6	4.0	9.4	7.6			

Такое постоянство концентрации SiQ_2 в воздуке рабочей зоны плавильщиков на продолжении всей рабочей смены, несмотря на различний уровень пилеобразования при основных рабочих операциях, заслуживает ссобого внимания. Оно свидетельствует о том, что поступление двуокиси кремния в воздух проискодит в основном за счет существующего на протяжении всей рабочей смени источника, а не за счет кратковременного и более интенсивного пылеобразования при нерелопачивании пихти. Таким источником, повидимому, является процесс испарения кремнистих материалов в самой печи.

Увеличение числа частиц, обнаруживаемых ультрамикроскопом, при осадке вихти в нечи является дополнительным подтвервдением того, что в воздух поступает значительное количество
пилинок конденсата $Si\ O_2$. Электронно-микроскопическое исследование взвешенной в воздухе пили также свидетельствует о наличии в воздухе, в основном, сферических частиц конденсата двуокиси кремния.

Нужно, наконец, отметить ограниченную возможность образования и поступления пили двуокиси кремния при передопачивании и загрузки шихти в связи с тем, что кварцит, входящий в состав шихти, предварительно подвергается освобождению от пили и мелочи, а возможность его дробления при ручном передопачивании и загрузке шихтовых материалов неведика, учитивая сто твердость.

Все эти соображения приводят к виводу о том, что в зоне пребивания плавильщиков двускись кремния, в основном, содержится в форме конденсата SiO_2 , а не в виде частичек кварцита.

В заключения приведем результати исследования дима, внорасиваемого от электронечей в атмосферу. Содержание пили в нем колебалось от 252.9 до 590.4 мг/м³, составляя в среднем из 4 замеров 390 мг/м³. Химический анализ налетов отобраниих на алюминиевий лист, помещенний в устье вибросних шахт (алюминий не дает никаких соединений с кремнием), показал следующее: двуокиси кремния — 62,2%, углерода и летучих — 31,0%, окислов металла и др.8,0%.

Так как от одной электронечи 30 1 час в среднем выбрасивается около 90000 м³ печных газов, количество инди, виделяемое одной электронечью в атмосферу, равняется 35 кг/час.

В. Запиленность воздуха и свойства пили в отделении обработки готовой продукции.

В отделении обработки готовой продукции источниками инлеобразования являются ручные операции дробления и очистки слитков кремния от вкраилений влака, просева образующейся мелочи в ручном сите и выборки из сита мелких осколочков товарного продукта.

Никакия обеспиливающих устройств в отделении нет.Заводом била произведена попитка создать общеобменную механическую витяжную вентиляцию в отделении; била смонтирована аспирационная система, всасивающие натрубки которой располагались вдоль стен на висоте 30 см. от пола и на расстоянии 3-4 м.друг от друга. Улучшений условий труда от эксплуатации этой системи, как и следовало окидать, не произошло. Наоборот, в зимний период года она приводила к вихолаживанию отделения, в связи с отсутствием организованного притока. Так как эта система себя не оправдала, то с течением времени она была постепенно демонтирована.

В настоящее время единственной мерой защити рабочих от ими в этом отделении являются ватно-марлевие повязки.

Результати исследования запиленности воздука при обработке готовой продукции приведени в табл. № 22.

Таблица \$ 22. Запиленность воздуха в отделении обработки готовой продукции на рабочем месте зачищальщика кремния.

	Рабочая опера-	чис-	В МР	е пыли	кол.	Число пелинок в			
TITI	ция.		MMH.	Make	Средн.	исс.	MUH.	Marc.	Сред.
1	Ручное дробление, чистка, выборка кремния	18	4.0	44.0	20.2	7	460	2341	147
2	Просев мелочи кремния в ручном сите	18	45.3	300	78.5	8	749	4027	1800

Из таблици видно, что уровень заналенности воздуха на рабочем месте зачищальщика при виполнении различних производственних операций резко колеблется. При операциях дробления, чистки и виборки кремния содержание пили в воздухе составляет в среднем 20.2 мг/м³. При просеве мелочи в ручном сите запиленность повывается до 178.5 мг/м³. Разница эта наблюдается и при определении числа пилинок, которая составляет в среднем соответственно 1147 и 1800 частиц в 1 см³ воздуха. Однако при использовании счетного метода здесь, как и на шихтовом дворе, разница в уровне запиленности воздуха виступает менее отчетливо, чем в весових показателях.

пыль отделения обработки готовой продукции характеризуется высокой дисперсностью (табл. № 23): 73.0 - 76,3% пылинов, осевших на горизонтальные экраны, имеют размеры до 1 м и лишь 4.1 - 6.3% имеют размеры больше 5 м.

Таблица № 23.

Дисперсный состав пыли, осевшей на предметные стекла в отделении обработки готовой продукции.

	JOJA			сло Среднее процентное содержание							
-		операция в период экспозиции.		Д0 1 _{ун}	от 1 до 5 _л	от 5 до 10 _м	Больше				
Contraction of the Contraction o	а	Рабочее место за- чинальщика крем- ния. Ручное дробление, чистка, выборка кремния.	7	76.3	19.6	1.9	2.2				
-	Q	Просев мелочи в ручном сите.	10	73.0	20.7	2.7	3.6				

Химический состав осевшей и вэвешенной пыли в отделении обработки готовой продукции приведен в табл. № 24.

Содержание окислов металлов (Al_2O_3 , $F_{\ell_2}O_3$, CoO, MgO) во взвешенной и осевшей имли составляет 26.53 — 33.08%. Остальное приходится на долю кремния $uSiO_2$ (кремнезем является главной составной частью влака).

Точних методов раздельного определения этих веществ, как уже указивалось, в настоящее время еще нет. По реакции виделения водорода под действием щелочи содержание кремния в осевшей пили определяется приблизительно в одну треть.

Содержание в пили Si и $Sl \, l_2$ было определено также с помощью специального расчета, основанного на **сл**едующей предпосылке.

Если при кимическом анализе пыли при условии пересчета всего S_i на S_i θ_2 сумма составних частей больме 100% и все остальние компоненти, кроме S_i и S_i θ_2 , определени с достаточной степенью точности, то увеличение сумми есть только результат того, что кремний присутствует в пыли не только в виде S_i θ_2 , но также и в виде недоокисленных компонентов S_i или S_i θ_2 .

Таблица № 24.

Химический состав осевшей и взвешенной пыли в отделении обработки готовой продукции.

1010 1111	Место отбора.	Навес-	Содержание в % %				Cramin	Расчетное со-		Содерж.	
			1	Alz O3	Fe203	Cal	MgO	Сумма.	Si 02		реакции виделен. водорода.
1	Пыль, взвешенная в воздухе рабочей зоны чистильщика кремния.	0.22	119.27	18.46	3.26	8.90	2.46	152.95	23.05	43.87	Не опре- делялся.
2	Пиль, осевшая на тав- ровую балку (3 м.от пола над рабочим местом чистильщика кремния).	0.5	200-68	14.59	3.02	8.57	1.00	127.86	48.28	24.54	36.0
3	Пиль, осевная на вис- тупе стени (1м.от пола 0.8 м.от рабоче- го места чистильщика кремния).	0.5	99.40	16.57	2.31	6.44	1.01	125.73	51.12	22.55	31.0

⁺⁾ При пересчете всего Si на Si ℓ_2

Для примера приводим расчет результатов кимического анализа пыли, взвешенной в воздухе отделения обработки готовой продукции. Сумма % составных частей в этой пробе равна 152.3%.
Содержание окислов металлов во взвешенной пыли составляет
33.08%. Если би в пробе не было кремния, то на долю S_i Q_2 оставалось би 100% — 33.08% = 66.92% или в граммах (исходя из величини навески 0.2200) — 0.1522 г. При наличии же в пробе кремния
и при пересчете всего кремния на S_i Q_2 , на долю последнего прикодится, как видно из таблици, 119.27%, чему соответствует 0.2624г.
Следовательно, 0.2624 — 0.1522 = 0.1102 г есть привес за счет
реакции S_i + O_2 = Si O_2 , т.е. за счет присоединившегося кислоро—
да.

Расчитиваем, какое количество кремния может окислить 0.1102 г кислорода. Исходя из того, что каждые 32г кислорода в состоянии окислить 28.04 г. кремния, находим, что 0.1102 г кислорода могут окислить 0.0965 г кремния; это составляет 43.87% от навески 0.2200 г.

Так нак на доло кремния приходится 43.87%, а на доло окислов металлов 33.08%, то на доло Si 02 остается 100% – -(43.87% + 33.08%) = 23.05%.

Подобним расчетом содержание SiO_2 в осевшей пили определяется около 50%, а содержание кремния от 22.5 до 24.5%. При использовании расчетного метода для раздельного определения кремния и двускиси кремния и реакции на виделение водорода ми виниумдени били исходить из допущения, что в пили отсутствует SiO и весь недоокислений кремний находится в виде Si.

Однако в связи с тем, что в настоящее время доказана возможность существования Si O в твердом состоянии (моноокись кремния получем при экспериментальной плавке в условиях вакуума (6,29), возникает необходимость уточнения этих данних после того, как метод раздельного определения Si, Si O иSi O2 будет окончательно отработан.

наличие високого содержание S_i^{0} в пили отделения обработки готовой продукции незволяет принять в качестве предельнодопустимой концентрации 2 мг/м³. Уровень запиленности воздука в отделении значительно превышает эту концентрацию. Отсутствие данных о карактере воздействия на организм пыли чистого кремния побудило нас провести в этом направлении специальние исследования (см. главу У1).

the state of the s

ГЛАВА 1У.

ВРЕДНИЕ ГАЗИ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КРЕМНИЯ.

1. Загазованность рабочих помещений.

Запиленностью воздуха не исчеринваются неблагоприятине фактори производственной среди при внилавке кремния. Рабочие электротермического цена на ряде участков подвергаются также воздействию вредних газов и неблагоприятиих метеорологических условий.

В плавильном отделении основними источниками газовиделений являются электрические печи. В состав печних газов входит, главним образом, окись углерода. Кроме того, в них может содержаться сернистий газ, так как небольшое количество сери имеется в древесном угле и нефтекоксе. При прожите леточного отверстия вольтовой дугой возможно образование окислов азота.

Помимо печей, окись углерода в плавильном отделении может виделяться также от деревянних жердей, которыми производят осадку и чистку леточного отверстия, т.к. в промежутках между рабочими операциями обуглившиеся жерди лекат на колошниковой и горновой площадках.

В отделении обработки готовой продукции можно предполомить поступление в воздух фосфористого и миньяковистого водорода. Известно, что ферросилиций, содер-жащий от 33 до 75% кремния, под действием влажного воздука способен виделять указанные вные гази (125). В состав технически чистого кремния входит не менее 98% Si, поэтому виделение этих газов в отделении обработки готовой продукции мало вероятно. Однако, високая токсичность фосфористого и миньяковистого водорода делает целесообразним проведение специальних исследований.

При определенном направлении ветра в воздушную среду электротермического цеха могут заноситься фтористие соединения из рядом расположенних корпусов электролизного цеха.

Определение окиси углерода и сернистого газа проводилось в соответствии с методиками, предусмотренными ГОСТ ами 5602-50 (79) и 5604-50 (80). Окисли азота определялись колориметрическим способом по реакции с сульфофеноловой кислотой (1). Мышьяковистий и фосфористый водород исследовались также колориметрически

по реакции с реактивом Цинцадзе (1). Определение фтористых соединений велось по реакции с солями окисного железа, избиток которых после добавления роданида камия колориметрировался (53).

Результаты определения окиси углерода приведены в табл. В 25.

Таблица № 25. Содержание СО в воздухе плавильного отделения электротермического цеха.

	Место отбора проби.	чис- ло иссл.		жание же в м		Процент проб с содер- жанием СО			
1121			Mun.	Marc.	Средн	0,03.	0.03-	0.05- -0.10.	CBHMe 0.10 M√/
1	Рабочее место горнового (2,5-3,5м от летки)	24	0.022	0.190	0.081	16.7	25.0	25.0	33.3
S	Рабочее место плавильщика на коломнико- вой площадке (1-2,5 м.от края печи).	33	0.023	0.150	0.082	9.1	15.1	45.5	30.3
3	Рабочее место регулировщика на колошнико-вой площадке (эдесь же место отдика плавильщиков - 5-6м. от пе-чи).	7	0.006	0.090	0.028	85.7	-	14.3	-
1	Площадка нара- щивания элект- родов.	20	0.017	0.120	0.074	25	5	45	25
	BCETO:	84	0.006	0.190	0.075	20		80	

Содержание окиси углерода в воздухе плавильного отделения при многократних исследованиях колебалось от 0.006 до 0.190 мг/л и в 80% всех проб превышало предельно допустимую концентрацию (0.03 мг/л). На рабочих местах плавильников-завальщиков и горнових среднее содержание окиси углерода било в 2.7 раза више санитарной норми. Вместе с тем, на участках более отдаленных от электропечей — на рабочих местах регулировщиков и местах отдыха плавильщиков, среднее содержание окиси углерода не превишало 0.03 мг/л.

Как видно изврис. В 19, среднее содержание окиси углерода на рабочих местах горнових и плавильщиков, а также на влектродной площадке летом значительно меньше, чем зимой, что зависит от более благоприятних условий воздухообмена в теплий период года.

Количество окиси углерода, обнаруживающееся в воздухе рабочей зоны плавильщиков таково, что можут (особенно в зимний период года) явиться причиной острых отравлений. Между тем, по данным здравнункта завода, отравления окисью углерода в электротермическом цехе наблюдались только у ремонтних рабочих во время канитального ремонта электропечей при несвоевременно начатой разборке футировки.

Отсутствие острых отравлений у плавильщиков кремния в значительной мере связано с периодичностью и кратковременностью пребывания рабочих непосредственно около электропечей в зоне повышенных концентраций окиси углерода. На местах же отдыха плавильщиков содержание окиси углерода, как правило, ниже предельнодопустимой концентрации.

у исследователей (лаборанта Орловой и автора работи) в период подсчета субмикроскопических частиц с помощью ультрамикроскопа к концу длительного 2-3 часового непрерывного пребывания вблизи электропечей на рабочих местах плавильщиков и горнових отмечались симитомы легкой интоксикации СО:головная боль, слабость в ногах, головокружение и потеря аниетита.

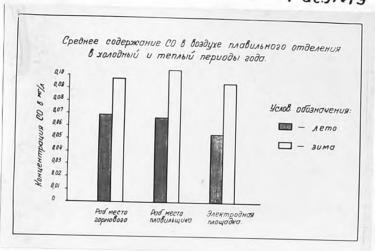
Наличие в воздухе плавильного отделения в течения всего года повышенных количеств окиси углерода ставит вопрос о возможности хронического отравления рабочих этим ядом.

Сернистий газ определялся в 19 пробах. Как в летний, так и в зимний периоды исследований содержание его было значительно ниже предельно допустимой концентрации (0.02 м/л).

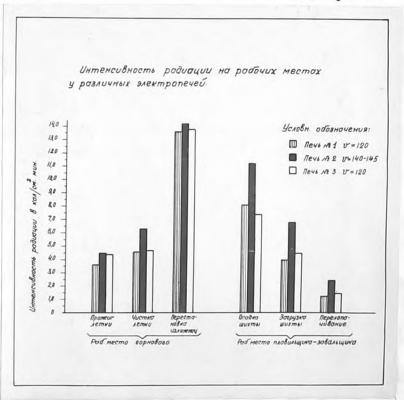
Окислы азота исследовались на рабочих местах горновых во время прожига летки. Било проведено 10 анализов, которые, все без исключения, дали отрицательный результат.

Мышьяковистый и фосфористый водород определялись в отделении обработки готовой продукции, при чем во всех 16 пробах

Puc. Nº19



Puc. Nº 20



они также не были обнаружени.

Фтористий соединения в воздухе плавильного отделения били обнаружени один раз зимой при восточном направлении ветра. Содержание их при пересчете на фтористий водород в сечении главних ворот, составляло 0.006 - 0.007 мг/л. На рабочих местах плавильщиков и горнових концентрации фтористого водорода в этот период колебались от 0.002 до 0.009 мг/л, т.е. заметно превишали предельно допустимую по ГОСТ у концентрацию в 0.001мг/л.

2. Метеорологические условия.

Метеорологические условия в различних отделениях электротермического цека неодинакови, что зависит как от карактера технологического процесса, так и от особенностей рабочих помещений.

Сирьевое отделение размещено в неотапливаемых помещениях. Поэтому дробильщики угля и кварцита в колодний период года подвергаются неолагоприятному воздействию низких наружних температур.

В отделении обработки готовой продукции нет производственных источников тепловиделения. Благодаря центральному паровому отонлению, метеорологические условия в нем относительно стабильни.

В плавильном отделении имертся многочислениие мощине источники виделения конвекционного и лучистого тепла: электрические печи, расплавлений кремний, остивающие слитки и т.д. Они, в основном, и определяют особенности микроклимата на рабочих местах этого отделения.

Методика исследования метеорологических условий была следующей. Температура и влажность воздуха измерялись с номощью психрометров Ассмана и Августа. В плавильном отделении для защити резервуаров термометров от излучения снизу к психрометру Ассмана подвешивался добавочний экран из асбеста. Замери производились на уровне груди, для чего психометри укреплялись на штативах на висоте 150 см от пола.

Скорость движения воздука измерядась струнным крильчатим анемометром чувствительностью 0.1 м/сек.Измерения производились как при действующей обдувающей вентиляции, так и без нее. От использования для этой цели ката термометра пришлось отказаться, так как в плавильном отделении потребовалась он достаточно надежная защита резервуара термометра от излучения, что, в свою очередь, значительно изменило он подвижность воздука вокруг прибора (77).

Митенсивность теплового излучения определялась с помощью термоэлектрического "инспекторского" актинометра конструкции экспериментальных мастерских Ленинградского института охрани труда ВЦСПС. Этот прибор в отличие от более широко распространенного актинометра Калитина обладает меньшей инерцией и меньшей зависимостью от движения воздуха (89,141).

Для гигиенической характеристики радиационных режимов на рабочих местах интенсивность теплового облучения исследовалась при выполнении отдельных трудовых операций. В ряде случаев замеры производились не только на уровне груди, но также и не уровне голови и ног.

Расход тепла при виплавке кремния в электропечах очень велик. Проведенное одновременно с исследованиями воздухообмена определение тепловиделений показало, что удельная тепловая нагрузка в плавильном отделении составляет 250-355 ккал. на кубометр здания в час.

По данним коцянова Л.К. (128), такие горячие цеха машиностроительных заводов, как литейние конвеерного литья, имеют удельную тепловую нагрузку порядка 100-125 ккал/м³час.В термических цехах она колеблется от 60 до 120 ккал/м³час и только в некоторых кузнечных цехах достигает величини 250-300 ккал/м³час.

Таким образом, удельные тепловиделения в плавильном отделении электротермического цека чрезвичайно високи, что об'ясияется как мощностью производственних источников тепла, так и недостаточным об'емом здания.

Такая високая тепловая нагрузка должна, естественно, способствовать значительному повышению температури воздука в рабочем помещении. На ряду с этим наличие нагретих поверхностей визивает интенсивное тепловое облучение рабочих.

На горновой площадке источниками излучения слукат:расплавленный кремний, температура которого во время выливки, по замерам П.В. Гельда (28), равняется 1600°С; передняя поверхность электропечи, имершая вокруг летки, по нашим замерам, температуру 300-350°С, а на отдельных участках 70-100°С; слитки кремния, температура которых во время извлечения из изложниц составляет 500-700°С. Кроме того, источником излучения на горновой илощадке является открытая электрическая дуга во время операции прожига летки. Температура дуги достигает 3000°С, в связи с чем на горнового воздействует не только поток светових и инфракрасных лучей, но и ультрафиолетовая радиация.

На колошниковой площадке источниками излучения служат нагретая поверхность колошника печи и раскаленные печные гавн. Температура последних колеблется от 300°С при нормальной работе печи до 1500°С в период образования газових свищай (90).

Результати измерения интенсивности теплового излучения приведени в табл. 26.

Рорновой подвергается наибольшему тепловому облучению во время операций перестановки вагонеток с изложницами и взятия пробы это связано с тем, что в этот период рабочий подходит на близкое растояние к летке печи. В зависимости от толщини струи выливающегося кремния и степени наполнения изложници интенсивность теплового облучения при перестановке вагонеток и взятии пробы колеблется от 5.0 до 20.0 кал/см². Средняя продолжительность однократного облучения при выполнении этих операций составляет 1.2 и 2.0 мин. (см. табл. В 3 гл. 1).

чистка леточного отверстия деревянной жердые осуществляется с относительно большого расстояния от летки нечи (3,0 м.), почему и интенсивность облучения при этой онерации меньше, в среднем 5.0 кал/см² мин. Средняя продолжительность однократного облучения при чистке леточного отверстия составляет 3.4 мин.

При прожите леточного отверстия электросвечей интенсивность радиации колеблется от 2.5 до 7.0 кмл/см² мин.и в среднем равняется 4.2 кмл/см² мин.Продолжительность однократного облучения при прожоге летки составляет в среднем 9 мин.

Значительна интенсивность облучения горнового при виемке, транспортировке и взвешивании слитков кремния:в сред-

<u>Таблица № 26.</u> Лучистое тепло в плавильном отделении.

100	Место замера и рабочая	число заме-	Интенс в кал/	ивность См. мин.	радиации
ш	операция.	pob.	Mun.	Marc.	Средн.
1	Рабочее место горнового				THE WAR THE THE THE THE THE THE
	а)прожиг леточного отвер- стия электросвечей (4 м от дуги)	52	2.5	7.0	4.2
	б)чистка детки деревянной жердью (Зм от печи)	44	3.0	11.5	5.0
B)	Перестановка вагонеток с изложницами у летки печи, взятие проби расплавлен- ного кремния (2.0 м от печи)	27	5.0	20.0	13.3
	г)внемка слитка из излож- ници, транспортировка и взвешивание его (0.3-0.5 м от слитка)	30	3.0	10.5	6.2
2	Рабочее место плавильщика	1			
	а) передопачивание шихти (2.5 м от борта печи, ко- дошник закрыт цитами)	67	0.5	5.0	1.8
	б) загрузка шихти в печь (1.0-1.5 м от борта печи	70	3.0	15.0	5.8
	в)осадка шихти (2.0 - 2.5 м от борта нечи)	63	4.5	18.5	8.7
	г)перепуск контактной системы (0.3 - 0.5 м от борта печи)	15	9.5	>20.0	>14.0
3	Рабочее место регулировщима, здесь же место отдыха плавильников (5.0 - 6.0м от печи)	1	0.0	1.0	0.4
4	Электродная площадка во время нарацивания элект-родов. а) излучение от поверхно-сти выбросных рахт (0.5м)		0.5	2.0	1.1
	б)излучение от электродо:		0.5	1.5	0.5

нем она достигает 6.2 кал/см² мин. Это обусловлено значительной поверхностью источника облучения и тем, что в процессе работн горновой подходит к нему почти вплотную. Средняя продол вительность однократного облучения при выполнении этих операций развияется 8.5 мин.

Суммарная продолжительность рабочих операций горнового, сопровождающихся воздействием лучистого тепла, составляет в среднем 43.6% рабочего времени.

Работа плавильщиков-завальщиков также протекает в условиях интенсивного теплового облучения. Наибольшее напряжение тепловой радиации на рабочем месте плавильщика наблюдается во время операции перепуска контактной системи, которая осуществляется при снятих или отодвинутих в сторону защитиих экранах на расстоянии 0.3 - 0.5 м от борта печи. интенсивность облучения колеблется при этом от 9.5 до величини, превышающей 20.0 кал/см² мин, составляя в среднем более 14.0 кал/см² мин. (Шкала инспекторского актинометра расчитана только на 20 кал/см² мин.).

Средняя продолжительность перепуска контактной системи равняется 13.0 мин. (см. табл. 2 глава 1). Однако средняя продолжительность однократного облучения рабочего при этой операции не превишает 4 мин. работа при перепуске ведется с подсменой и каждий плавильщик имеет 1-2 кратковременных перерыва. Перепуск контактной системы проводится один раз в несколько смен.

При осадке шихти интенсивность радиации колеблется от 4.5 до 18.5 кал/см² мин, составляя в среднем 8.7 кал/см² мин. Операция эта вниолняется перед откритим колошниковим проемом размерами 1.0 х 0.75 м, ограниченным подвижными экранями Продолжительность однократного облучения при осадке шихти равняется в среднем 2 мин.

При загрузке шихти в нечь плавильщик находится на более близком расстоянии от нечи, чем при осадке. Однако, газовне свищи в этот период отсутствуют, температура колошника и печних газов снижается, поэтому и облучение при этой операции меньше: в среднем 5.3 кал/см² мин. Средняя продолжительность однократного облучения при загрузке 2.1 мин:

При перелопачивании вихти интенсивность радиации на-

ходится в пределах от 0.5 до 5.0 кал/см² мин, в среднем составляя 1.8 кал/см² мин. Это зависит от того, что перелопачивание винолняется плавильщиком под защитой экранов: колошник печи в это время полностью закрит подвижными цитами. Продолжительность однократного облучения при перелопачивании в среднем составляет 6.8 мин.

Суммарная продолжительность рабочих операций, сопровождающихся интенсивным тепловым облучением, составляет в среднем 48.7% рабочего времени. Однако и на местах отдыха плавильщиков, расположениях на самых отдалениях от печи участках коловниковой площадки, имеет место тепловое излучение интенсивностью в среднем 0.4 кал/см² мин.

все приведенние внше замери радиации били сделани на уровне груди. На кровне ног интенсивность теплового облучения у плавильщиков на 0.5 - 1.5 кад/см² мин больше, чем на уровне груди. У горнових, наоборот, величина радиации на уровне ног меньше, чем на уровне груди.

Следует отметить также, что интенсивность радиации у различных электропечей неодинаковая. Она зависит от рабочего наприжения электротока и связанной с этим температури ведения процесса в нечи.

В главе Ш уже отмечалось какое влияние оказывает неодинаковое рабочее напряжение тока на уровень запиленности воздуха в рабочей зоне у различних электропечей. Еще рельефнее значение этого обстоятельства виступает при исследовании теплового излучения.

на рис. В 20 сопоставлени средние значения радиации на рабочих местах у различних электропечей. У печи В 2, имеющей рабочее напряжение 140-145 V, интенсивность тепловой радиации при осадке, загрузке, перелопачивании и чистке леточного отверстия выше, чем у печей В 1 и В 3, имеющих рабочее напряжение электротока 120 V.

Менее отчетливо эта закономерность выступает при прожиге летки и перестановке изложниц, так как при этих рабочих операциях интенсивность радиации зависит также и от других факторов — степени наполнения изложници и т.д. Тепловое облучение рабочих в летний период года сочетается с неблагоприятным воздействием повышенной температури воздуха. Даже при пестидесяти кратном воздухообмене в час в печном пролете отделения температура воздуха превишает наружную в теплое время года в среднем на 7.0 - 16.8° и достигает в отдельных замерах 44.2 - 51.8° (табл. № 27).

На рабочем месте плавильщика-завальщика температура воздуха составляет в среднем 35.3° и превишает наружную температуру на 5.2 - 22.4°, т.е. во всех без исключения замерах температурний перепад выше установленного ГОСТ ом нСП-101-51. Также висока температура воздуха на месте отдика плавильщиков (в среднем - 32°), температурный перепад здесь составляет 4.8-14.0°.

Аналогичние температурние условия имерт место и на рабочих местах горнових: средняя температура воздуха 33.0°, температурний перепад 3.6 - 16.8°. Однако, в период отдиха горновне имерт возможность перейти в остивочний пристрой, где температура воздуха превывает наружную в среднем только на 3.9°.

Зимой средняя температура воздука на рабочих местах плавильщиков—завальщиков (17.1°) и регулировщиков (15.5°) приблимается к санитарной норме.Однако, в дни с низкой наружной температурой (ниже минус 20°) температура воздука на этих рабочих местах значительно ниже: минимальние температури, обнаружение при наших исследованиях, составляют соответственно 5.8 и 10.0°. Низкая средняя температура воздука (8.7°) наблюдается на рабочем месте горнового. Еще ниже средняя температура воздука в оставляют пристрое (5.6°). Минимальные температуры воздука на этих участках являются отрицательными (табл. № 27).

Таким образом, высокая кратность воздухообмена в плавильном отделении при наличии неорганизованного притока наружного воздуха визивает в холодное время года значительное переохлаждение рабочего помещения, несмотря на огромние тепловиделения.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что зимой температура воздука на электродной площадке ниже, чем на коношниковой площадке. Это связано с тем, что фонарь в зимнее время года работает на приток.

Таблица № 27.

Температура воздука в летний период года.

JAM2	Mecto samepa.	Температура наружного	число ваме- ров.	Темпе	patypa :	воздуха	Температурный пере- пад в С.		
		воздуха в дни иссле- дований.		Мин.	Make.	Средн.	мин.	Marc.	Средн.
1	Остивочный пристрой (средн. точка)	От 21 ₀ 20 до	18	24.4	32.4	28.0	1.0	9.6	3.9
2	Рабочее место гор-		98	25.2	43.2	33.0	3.6	16.8	7.0
3	Рабочее место пла- вильщика-завальщика		190	27.3	44.2	35.3	5.2	22.4	11.1
4	Рабочее место регу- лировщика и место отдыха плавильщиков	_0_	25	26.0	39.0	32.0	4.8	14.0	8.2
5	Электродная площадка	-"-	23	35.0	51.8	41.6	12.7	24.2	16.8

В переходний период года, несмотря на то, что цек уже максимально раскрит, температура воздука в плавильном отделении выше зони метеорологического комфорта не только для тяжелой физической работи, но и для работи средней тяжести (195). Так, на рабочем месте горнового средняя температура воздука составляет 23.7°, на рабочем месте плавильщика — 26.0°, на рабочем месте регулировщиков и на месте отдика плавильщиков — 19.5°.

В помещениях шихтового двора, а также в отделении обработки готовой продукции, температура воздука в летний период года на 0.5 - 1.0 ниже наружной. В колодное время года на шихтовом дворе температура воздука соответствует наружной, а в отделении обработки готовой продукции равняется 7-12, т.е. ниже санитарной норми.

Относительная влажность воздуха в отделениях электротермического цеха держится в пределах 30-30%. Более високая относительная влажность наблюдается в холодное время года, более низкая-в летний период.

Подвижность воздужа на рабочих местах плавильщиков и горнових создается воздужнеми дужами. У различных печей она колеблется от 1.0 до 4.2 м/сек. Такой диапазон скоростей, как уже указивалось, связан с тем, что обдувающая приточная механическая система плохо отрегулирована. На рабочем месте регулировациков, а также на других участках рабочих площадок вне факела душирующей вентиляции подвижность воздуха находится в пределах от 0.22 до 0.87 м/сек. При неработающей приточной вентиляции подвижность воздуха колеблется от 0.1 до 0.49 м/сек.

Повишения подвижность наблюдается в колодное время на различник участках илавильного отделения независимо от работи душирующих установок. До пуска в эксплоатацию механической системы общего притока осенью 1954г. неотрегулированность естественного притока создавала горизонтальние потоки колодното воздуха, достигаещие скорости 2 м/сек и имевшие нередко отрицательную температуру (до — 6°С). Иными словами, в плавильном отделении в колодний период года наблюдались очень сильние и устойчивие сквозняки.

Таблица # 28 Температура воздуха в зимний и переходний период года.

		Sum	ний пе	риод т	ода.		Переходный период года.					
010 III	Место замера	Темпера- тура на-	число	исло Температура воз			температу- ра наружн.	число	Температура воздух			
	paddedi orapa-	TOTAL PROPERTY OF THE PARTY OF	pob.	Мин.	Marc.	Средн.	воздуха в дни иссле- дований.	pob.	Мин.	макс.	средн.	
1	Остивочний пристрой (средняя точка)	TO	20	-1.1	19.2	5.6	OT	1.0	11.4	18.4	15.4	
2	Рабочее место гор- нового	- 11.0°	102	-0.9	17.0	8.7	+ 7.90	40	20.0	27.8	23.7	
3	Рабочее место пла- вильщика-вавальщи- ка.	до	224	5.8	25.4	17-1	до	90	18.0	30.0	26.0	
4	Рабочее место регу- лировщика и место отдиха плавильщиков	. 0	32	10,0	20.5	15.5	+ 14,0°C	10	17.0	22.8	19.5	
5	Электродная площад- ка.		21	6.5	15.0	12.2		15	15.0	32.4	22.2	

Для улучения метеорологических условий и в первую очередь, для защити от лучистого тепла на рабочем месте плавильщиков на колошниковой площадке печи № 2 были в опытном порядке в рабочих проемах между подвесными щитами установлени воздушно-водяние завеси. Нами были проведены испытания эффективности этой завеси.

Таблица Д 29.

метеорологические условия на рабочем месте плавильщиказавальщика нечи № 2 во время осадки шихти при работе воздушноводяной завеси и без нее.

周即	Метеороло-	I	Ses sa	Bech.		С завесой.				
m	гические условия.	кол.		Marc.	Средн.	кол.	Мин.	Make.	Средн.	
1	Радиация ₂ в кал/см ² мин.	10	8.5	15.0	11.4	10	5.5	9.0	7.2	
2	Temmepary-	5	29.4	38.0	33.8	5	28.2	30.4	29.5	
	Перепад температуры в С	5	15.0	19.0	17.2	5	12.5	14.8	13.3	

Как видно из табл. В 29, воздушно-водяная завеса заметно улучшает метеорологические условия на рабочем месте плавильщика. Так, при осадке шихти интенсивность лучистого тепла уменьшилась в среднем с 11,0 до 7,2 кад/см²мин; температура воздука снизилась в среднем с 33,8° до 29,5°.

В конструкции исинтивавнейся водо-воздушной завеси имелись некоторие недостатки. Она не обеспечивала важнейнего условия — непрерывности распиляемого водяного слоя на всей площади проема, отверстия форсунок были установлени таким образом, что часто засорялись.

При устранении этих недостатков эффективность завесн может быть повышена.

Рабочие плавильного отделения почти на протяжении 50% рабочего времени выполняют значительную физическую работу, что в сочетании с перегревающим микроклиматом может вызвать напряжение терморегуляции и даже нарушение теплообмена организма с внешней средой. В связи с этим было проведено исследование фи-

электропечей. Исследовались наиболее доступные для измерения в условиях цеха реакции: температура тела, частота пульса и дихания, а также водний баланс в течения смени.

Под наблюдением находились 6 плавильщиков и один бригадир в возрасте от 24 до 38 лет со стажем от 2 до 12 лет.Исследования велись в течении 2-х дневных смен. Водный баланс был определен у 20 рабочих.

перед началом смени у рабочих измерялись частота пульса и дихания, а также температура тела. Затем на протяжении смени, сейчас же после каждой операции исследование физиологических реакций повторялось. В конце смени перед уходом из цеха они измерялись снова. Для определения количества пота, теряемого на протяжении смени, и для подсчета водного баланса раздетие рабочие до и после смени взвенивались на медицинских весах. Во время наблюдения рабочие бесперебойно снабиались подсоленой газированной водой и охлажденной водопроводной водой. На протяжении смени учитивалось количество вниитой ими жидкости и виделенной мочи.

Одежда плавильников в период исследований состояда из суконных брюк, клопчатобумажной рубанки и валенок. На период работи они надевали также брезентовие рукавици и нирокополне войлочине нляпи с асбестовой маской и запитными стеклами.

Рубашка у большинства рабочих била одета поверх брек, что обеспечивало корошую вентиляцию пододежного пространства.

Результати исследований представлени в табл. Ай 30,31,32. Табл. В 30. Изменение частоти пульса у плавильщиков при винолнении основних рабочих операций.

題	Рабочая операция	число	Част	ora II	ульса.	Увеличение числа пульсовых ударов.			
ш	1377	same- pob.	MMH.	Marc.	Средн.	мин.	Marc.	средн.	
1	Перепуск контакт- ной системи	6	108	156	131	36	78	55	
2	Перелопачивание	44	74	132	104	12	56	31	
3	Ваврузка	85	78	132	98	6	54	23	
4	Осадка	91	78	144	105	12	60	34	

Таблица № 31.

Изменение частоти дихания у плавильщиков при виполнении основних рабочих операций.

JAG .	Рабочая операция.	число заме- ров.	Част	ота да	жания.	Увеличение числа дихательн. движен.			
nn			MMH.	Marc.	Средн.	-	Makc.	con way one cole upon min our	
1	Перепуск контакт-	6	21	33	30	5	15	12.5	
2	Перелопачивание	39	18	28	23	3	11	6.2	
3	Загрузка	82	17	26	21	2	9	6.0	
4	Осадка	93	18	30	24	3	13	7.0	

Таблица № 32.

Повишение температуры тела у плавильщиков при выполнении основных рабочих операций.

即	Рабочая операция.	число				Повишение темпера- тури тела.			
mana.			Mun.	Marc.	Средн.	MMH.	Marc.	Средн.	
1	Перепуск контакт- ной системы	6	37.0	38.2	37.5	0.6	1.5	1.0	
2	Перелопачивание	35	36.1	37.5	36.7	0.2	0.8	0.5	
3	Загрузка	76	36.0	37.0	36.6	0.1	0.5	0.3	
4	Осадка	86	36.1	37.7	36.8	0.2	1.1	0.5	

Наибольшее учащение пульса наблюдается у плавильщиков после перепуска контактной системи, в среднем на 55 ударов в минуту. Частота пульса при этой операции колеблется от 108 до 156 уд. в минуту. При осадке учащение пульса составляет в среднем 34 удара в минуту, при перелопачивании — 31 и при загрузке — 23.

В такой же последовательности основные рабочие операции плавильщиков располагаются и по степени учащения дихания и повышения температури тела.

При перепуске дихание учащается в среднем на 12.5 и достигает 33 в одну минуту. Среднее учащение дихания при осадке равняется 7.0; при перелопачивании - 6,2 и при загрузке - 6.0. Температура тела у плавильщиков после перепуска контактной системи во всех без исключения случаях повышается выше норми: от 37.0 до 38.2 в среднем 37.5. Среднее повышение температуры тела при этой операции равняется 1°. При остальных операциях повышение температуры тела в среднем поставляет 0.3 - 0.5°. В отдельных случаях температура после этих операций достигает 37.0 - 37.7°, но в большинстве случаев остается в пределах норми.

Исследование водного баланса (см. табл. № 33) показало, что рабочие, непосредственно связанные с обслуживанием электро-печей: плавильщики—завальники, горновие и бригадири плавильщи-ков теряют с потом в смену от 3.8 до 10.6 кг. веса. Средние потери с потом у 10 рабочих равняются 3.4 кг. У 10 рабочих других профессий эти потери колеблются от 1.7 до 6.8 кг. составляя в среднем 4.3 кг. У 9 рабочих первой группи наблюдался от отрицательный водный баланс от 0.45 до 4.2 кг. В среднем водный дефицит равняется 1.6 кг. У рабочих второй группы отрицательный водный баланс наблюдался в 6 случаях от 0.05 до 1.95 кг. Средный водный дефицит равняяся 0.14 кг.

Основние рабочие операции плавильщиков следуют друг за другом с незначительными перерывами, что затрудняло наблюдение за восстановлением физиологических функций. Как правило, ни частота пульса, ни частота дихания за короткий промежуток времени между отдельными операциями не успевали вернуться к дорабочему уровню.

После такой тяжелой операции, как перепуск контактной системи, "последействие" наблюдалось в течение нескольких часов. На рис. В 21 приведени "температурние кривне" одного и того же плавильщика в обычной смене и смене, начавшейся с перепуска контактной системи. В последнем случае в течение всей первой половини смени температура тела сохраняется на более внеском уровне.

В целом наблюдение за физиологическими реакциями и водним балансом указывает на то, что работа плавильщиков в теплий период года требует значительного напряжения терморегуляторного анпарата, а в ряде случаев связано с нарушением терморегуляции.

В летнее время года в плавильном отделении создается

Таблица № 33.

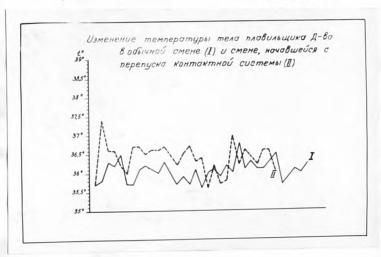
водный баланс (в кг)

	Фамилия и профессия.	Изменен. веса те- ла за смену.	Кол-во принятой жидкости.	Кол-во виделен. пота.	Разница меж- ду кол-вом принят. жид- кости и вн- делен. пота.
1	Б-0, плавильцик	-2.65	6.1	8.95	- 2.85
2	Б-н, -п-	-0.8	7.9	8.35	- 0.45
3	К-Ц, -"-	-4.05	5.9	10.1	- 4.2
4	T-N, -"-	-0.4	10.0	10.6	- 0.6
5	F-H, -"-	-2.5	9.0	11.2	- 2.2
6	0-B, -"-	-3.2	3.5	7.05	- 3.55
7	Ч-в, -"-	-0.1	6.9	7.9	- 1.0
8	Ⅱ-B, -"-	-1.2	9-1	10.5	- 1-4
9	Д-В, -"-	-0.15	5.2	5.65	- 0.45
.0	К-н, горновой	+1.8	4.7	3.8	+ 0.9
	В среднем у ра- бочих, непосред- ственно связан- них с обслужива- нием электропе- чей	-1.33	6.8	8.4	- 1.6
1	К-в, нач. смени	+ 2.4	8.8	1.7	+ 2.1
2	И-H, -"-	+ 3.0	5.9	3.4	+ 2.5
.3	Д-и, работи. на чистке металла	÷ 1.7	4.2	3.7	+ 0.5
4	Б-в. раб. коз. част	- 1.65	3.0	4.95	- 1.95
.5	К-н, дробильщик кварца	- 1.05	3.5	4.75	- 1.25
.6	н-в, слесарь	- 0.7	3.9	3.95	- 0.05
.7	A-B -"-	- 1.3	5.55	6.85	- 1.3
8.	У-н -"-	- 1.0	1.6	2.55	- 0.95
.9	П-в, сварщик	- 1.15	2.5	4.1	- 1.6
0:	С-в, шихтовщик	+ 1.0	7.4	6.8	+ 0.6
	В среднем у рабо чих, не связанны непосредственно с обслуживанием электропечей		4.14	4.28	-0.14

нерегревающий микроклимат. Нормализация метеорологических условий в этот период года связана с защитой рабочего от лучистого тепла и со снижением температури воздуха.

В холодное время года рабочие плавильного отделения, подвергаясь воздействию интенсивного тепла, одновременно испитивают на ряде участков неблагоприятное воздействие низкой температури воздуха, сочетающейся с повышенной его подвижностью. Такой микроклимат также нельзя считать благоприятним. Улучшение его требует, наряду с защитой от лучистого тепла, обеспечения надлежащего отопления рабочих помещений.

Puc. Nº 21



ГЛАВА У-я.

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РАБОЧИХ В ПРОИЗВОДСТВЕ КРЕМНИЯ.

Санитарние условия труда в производстве технически чистого кремния карактеризуется рядом неблагоприятных профессионально-гигиенических факторов.

В воздуке илавильного отделения содержится аэрозоль конденсации двускиси кремния и окись углерода. Кроме того, рабочие этого отделения подвергаются воздействию интенсивного лучистого тепла, а в летний период года и високой температури воздука.

На никтовом дворе резко виражена запиленность воздука, причем при подготовке кварцита пиль в основном содержит двуокись кремния. Рабочие шиктового двора в зимний период года подвергаются воздействию длительного оклаждения.

В отделении обработки готовой продукции в воздух в значительних количествах виделяется пиль кремния и Si o_2 .

Работа всех основних профессий цеха недостаточно механизирована и периодически требует значительного физического напряжения.

Размещение цека в тесних неприспособлениях помещениях, связанная с этим скученность в расстановке технологического оборудования и примитивное техническое оформление подготовительных и транспортных операций создают повышенную опасность транматизма.

Неблагоприятние санитарние условия труда в электротермическом цехе могут оказивать свое влияние на эдоровье рабочих. В связи с этим мы поставили своей задачей выяснить распространенность силикоза, а также изучить влияние санитарных условий труда на уровень и структуру заболеваемости рабочих с временной утратой трудоснособности.

для решения вопроса о распространенности силикоза был проведен медицинский осмотр рабочих электротермического цека в медсанчасти завода. Кроме того, значительная группа рабочих была обследована в клинике профессиональных болезней института.

Заболеваемость с временной нетрудоспособностью изучалась на основании материалов оперативного учета медсанчасти завода за 6 лет (1948-53 г.г.). Кроме того, была проведена дополнительная специальная разработка заболеваемости рабочих цеха за 3 года (1950-52 г.г.).

1. ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ СИЛИКОЗОМ.

медицинское обследование рабочих электротермического цеха било проведено при нашем участии ординатором клиники Института Семеновой В.Н. совместно с цеховим врачом Немьцовой В.А., рентгенологом чистяковой А.Д.и отолярингологом Бурцевой Л.С.в августе 1952г. Всем рабочим осуществлялось рентгеноскомия и рентгенография легких, а также исследование функциональных дихательных проб:жизненной емкости легких и времени задержки дихания. При обследовании проводились общие анализи крови и мочи. Виборочно по показаниям исследовалась мокрота.

Рабочие, у которых были выявлены заболевания легких, а также не прошедшие по каким-либо причинам медицинского обследования на заводе, направлялись в клинику института.

в МСЧ завода было обследовано 232 человека, в клинике института — 94 человека (из них 73 человека в МСЧ завода и в клинике института). Всего таким образом, имеются данные о результатах осмотра 253 человек, что составляет по отношению к общему количеству работающих в цеке 87.5%. Не прошли медосмотра в основном лица с очень малым стажем работы в цеке.

Карактеристика осмотренной грунии рабочих по профессии, полу, возрасту и стаку работи в цехе приводится в таблице № 34.

Таблица В 34.

Распределение обследованних рабочих но профессиям, нолу, возрасту и стану.

	Профессии.	Нолич	iectbo	II o	Z.		. Во	space	•		Стак работи в цене.				i e
-		Bce-	Denos	-Myr-	Ech-	До 19л,	20- 291.	30- 39л.	40- 49л,	SOA. B CTAP	До ir.	1- 5л.	6- 10л.	11- 15a.	16- 20л.
1	Плавильцики	102	102	102			48	23	26	5	12	46	23	16	5
3	Электрики и слесари	40	39	38	1	4	16	8	8	3	14	14	4	6	1
3	Дробильании угля и нефтеноиса	26	19	9	16	1	9	6	2	2	6	8	5	-	
å	Регулировании	13	12	4	8	1	4	2	2	4	1	3	6	2	**
5	Maxeobulier	14	10	5	5	**	2	2	4	2	-	6	3	1	-
Š	Рабочие по очист- пе премния	13	12		13	1	5	2	4	-		2	10	-	
7	Дробильники квар- цита	10	8	8			4	2	2		2	4	2	-	
3	Прочие профессии	71	51	27	24	2	20	10	15	5	16	20	9	3	3
	BCETO:	289	259	187	36	8	108	55	62	20	51	103	62	28	9

Среди обследованных наибольшее число составляют рабочие ведущей профессии цеха — плавильщики — 102 чел. Затем идут дежурные и ремонтные электрики и слесаря 39 чел., дробильщики угля — 19 человек, рабочие по очистке кремния и регулировщики — по 12 человек, шихтовщики — 10 чел. и дробильщики кварцита — 8 чел. В группу прочих профессий (51 чел.) входят также инженерно-технические работники и младший обслуживающий персонал (гардеробщиць, уборщиць и т.д.).

Мужчин осмотрено 187 чел., женщин — 66 чел. Большинство обследованных относится и возрастным группам от 20 до 29 лет (108 чел.) и от 30 до 49 лет (117 чел.). Моложе 20 лет осмотрено 8 чел и старше 49 лет — 20 чел.

Стаж работы в электротермическом цехе у большинства рабочих сравнительно не велик: со стажем до 5 лет осмотрено 154 чел., со стажем 6-10 лет - 62 чел. Стаж больше 11 лет име-ли 37 обследованных.

При обследовании было внявлено 26 человек больных сидикозом 1 степени, 2 чел., больных силикозом П степени, и 19 чел. с подозрением на силикоз. По отношению к числу осмотренных рабочих количество больных силикозом составляет 11.7%, а лиц с подозрением на силикоз — 7.5% (табл. В 35).

Таблица 2 35. Заболеваемость силикозом рабочих электротермического цеха.

sti za			Чис	ло рабо	AND.		
III III	Пробессия.		С СИЛИ- КОЗОМ 1.		ROSOM		С нодов- рен. на силиков.
1	Плавильцики	102	23	6	2	1	11 2
2	Регулировщики	12	1	-			2
12004	Дробл. кварцита Дробл. древ. уг- ля и нестекок-	8	1	-	-	-	-
	ca	19	- 1	-	-	-	-
5	Пихтовщики Рабочие по	19	-	-	-	-	1
7	очистке кремн. Электрики и	12	2	*	-	-	-
	слесаря	39	-	100	-	-	2
8	Hpoq. hpodeccuu	51	-	-	-	-	3 ,
	Bcero:	253	26	6	2	1	19 .

Наисольнее число больних силикозом было обнаружено в группе плавильщиков — 25 чел.В этой профессии число больних составляет 24.5%, т.е. почти каждий 4-й плавильщик болен силикозом.

Силикоз был диагносцирован также у одной регулировцици, у одного дробильщика кварцита и у одной рабочей, занятой на очистке кремния.

у слесарей и электриков, у шихтовщиков, а также в группе прочих профессий внявлено 6 чел. с подозрением на силикоз.

Мужчин, больных силикозом, внявлено 26 чел., женщин - 2 чел.

из числа рабочих, больных силикозом, у 7 плавильщиков силикоз сочетался с туберкулезом: в 6 случаях с очаговой формой его, преимущественно в фазе инфильтрации, и в одном случае — с инфильтративним туберкулезом легких в фазе обратного развития.

Из 28 больных силикозом 4 чел. раньше работали в шахтах: 3-е в качестве забойщиков и один - слесарем. У этих рабочих развитие силикоза не может бить связано только с работой в электротермическом цехе.

Остальнее 24 человека никогда раньше не работали на силикозоопасних предприятиях. Следовательно, силикоз у них развился в результате работи в данном цехе.

О СВЯЗИ РАЗВИТИЯ СИЛИКОЗА С УСЛОВИЯМИ ТРУДА В ЭЛЕКТРО-ТЕРМИЧЕСКОМ ЦЕЖЕ СВИДЕТЕЛЬСТВУЕТ ТАКЖЕ НАРАСТАНИЕ КОЛИЧЕСТ-ВА ПЛАВИЛЬЩИКОВ, БОЛЬНЫХ СИЛИКОЗОМ, С УВЕЛИЧЕНИЕМ СТАЖА ИХ РА-БОТН В ЦЕЖЕ (ТАБЛИЦА № 36).

Таблица № 36.

Распределение плавильщиков, больных силиковом и силикотуберкулевом, по стаку работы в цеже.

CTAE.	число пла- вильщиков.	ИЗ НИХ больных силико- зом и силико- туберк.	% к числу осмотрен- них.
1 До 1 года	12	-	0.0
2 1 - 5 л.	46	-	0.0
3 6-10 л.	23	9	39.1
4 11 -15 л.	16	11	68.8
5 16 -20 л.	5	5	100
BCEFO:	102	25	24.5

Поскольку нас особенно интересовал вопрос о влиянии на здоровье работавщих аэрозоля конденсации двускиси кремния, среди больных силикозом была выделена группа лиц, которая на протяжении всего времени работи в цехе подвергалась воздействив преимущественно этой пыли. Таких лиц оказалось 18 чел. У остальных десяти человек воздействие аэрозоля конденсации сочеталось с влиянием других видов пыли. Так, кроме 4 чел., работавших раньше в шахтах, 2 больных, занятых в профессиях дробильщика кварцита, и 1 рабочего по очистке кремния, 3 плавильщика начали свою работу в цехе не в этой профессии, а в качестве дробильщиков кварцита, проработав на шихтовом дворе от 2 до 4 лет. Регулировщица в-а 6 лет работала на очистке кремния. Во всех этих случаях трудно установить, в какой именно период и под влиянием какой преимущественно пыли у рабочих развился силикоз.

У плавильщиков с "чистим" стакем работи в свеей профессии силиков был диагносцирован в 7 случаях при стаке работи от 6 до 10 лет, в 5 случаях — при стаке от 11 до 13 лет и в 6 случаях при стаке 14-17 лет. Стак 14-17 лет имели 6 меловек, начавних работать плавильщиками кремния еще в электротермическом цеке длз'а и вместе с цеком эвакупровавнится на Урал в годи Великой Отечественной войни. Клиническая картина заболевания силикозом у рабочих электротермического цеха, по наблюдениям Семеновой В.Н., характеризовалась рядом особенностей (20).

Наряду с обичними при силикове калобами, многие больние указивали на общую слабость, плохой аппетит, исхудание и головную боль. Об'ективно нередко отмечалось пониженное питание и бледность кожних покровов. При вислушивании у половини всего числа больных определялись сухие хриши на фоне ослабленного характера дихания, а также шум трения плеври.

Рентгенологическая картина при силикозе 1 степени карактеризовалась уплотнением, распирением и деформацией корней легких и умеренно вираженним усилением сосудисто-бронкиального рисунка, обусловленним наличием перибронкиального и периваскулярного фиброза. Кроме того, в средних и нижних полях обоих легких определялся нежносетчатий рисунок. Узелковие тени отмечались лишь в единичних случаях.

При силикозе же II степени на фоне диффузного пневмосклероза, распространявлегося на все легочние поля, можно било отметить довольно больное количество узелкових образований, локализовавшихся в средних и нижних легочных полях.

Почти у всех плавильщиков были обнаружены изменения верхних дыхательных путей в виде кронического ринита, лярингита и фарингита.

у многих больных силикозом со стороны сердечно-сосу-

Особо обращают на себя внимание обнаруженные у половини всего числа больных изменения со сторони печени, которие илиникой института характеризуются, как токсические гепатопатии.

У больних силикозом в горнорудной промивленности подобные поражения вечени отмечаются редко (Маклеин И.А.133, Генкин С.М.32, Яновский Б.Н.140).

При функциональном исследовании системы органов дыхания у ряда больных наблюдалась выраженная легочная недостаточность, а также тенденция к замедлению скорости кровотока в большом и малом кругу, причем эти изменения были отмечены и при силикозе первой степени. Увеличение содержания гемоглобина и количества эритроцитов, карактерное для кронического отравления окисью углерода, также как и другие изменений красной и белой крови не наблюдалось.

У рабочих электротермического цеха, у которых и не бил обнаружен силикоз, бил диагносцирован ряд хронических заболеваний, развитие которых может бить в известной мере связано с запиленностью воздуха и, в частности, с общетоксическим действием кремневой кислоты.

данние о распространенности этих заболеваний среди рабочих основных профессий цеха приведени в таблице 5 37.

Таблица № 37.

Частота некоторых хронических заболеваний среди рабочих цеха, не болевших сидикозом.

nn nn	Профессии.	колич. рабоч.	ТБК легких		Воспал верхн. дихат. путей.	гепато-	Дистро- бия мио- карда.
1	Плавильщики	766	6	2	6	7	2
2	Регулировщики	9	3	-	-	-	-
3	Шихтовщики	9	2	-	1	-	1
4	Рабочие по очистке кремния	11	-	-	-	-	-
5	Дробильцики кварцита	7	1	-	-	_	-
6	Дробильщики уг- ля и не текокса	19	-	-	1	-	-
7	Электрики и слесаря	37	3	_	1	-	1
8	Проч. профессии	48	4	2	5	3	1
	BCEPO:	206	19	4	14	10	5

наибольнее количество заболеваний обнаружено у плавильщиков кремния, особенно если учесть, что два из трех регулировщиков, больных тубер кулезом легких, ранее также работали плавильщиками. Значительное количество заболеваний било внявлено и у рабочих прочих профессий. Последнее обстоятельство, как показивает изучение трудового анамиеза больних, связано с трудоустройством заболевших рабочих, в первую очередь плавильщиков, на другие работы в цехе.

Повышенная частота хронических заболеваний верхних дикательных путей и генатопатий, как уже указивалось, была отмечена и у лиц, больных силикозом.

Материалн медицинского осмотра рабочих цеха приводят к внводу о силикозоонасности производства технически чистого кремния и о необходимости осуществления в нем комплекса оздоровительных мероприятий но профилактике силикоза. На основании результатов медицинского обследования рабочих, изучения их трудового анадиза и данных исследования воздушной среди в электротермическом цехе следует считать, что развитие силикоза у плавильщиков кремния связано, в основном, с воздействием аэрозоля конденсации двускиси кремния.

2. ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ С ВРЕМЕННОЙ УТРАТОЙ ТРУДОСПОСОБНОСТИ.

Как указивалось выше, заболеваемость с временной утратой трудоспособности изучалась на основании данных оперативного учета медсанчасти завода за 6 лет (с 1948 по 1953 г.г.) и но материалам специальной разработки заболеваемости за 3 года (1950—1952 г.г.)

уровень и структура заболеваемости рабочих электротермического цеха сопоставлялись с соответствующими ноказателями
но заводу в целом. Носкольку рабочие электротермического цеха
в отношении жилищно-битових условий и заработка находятся не
в худмих условиях, чем рабочие других цехов завода, и медикосанитарное обслуживание их осуществляется общей для завода
медсанчастью, есть основания полагать, что различия в заболе;
ввемости рабочих электротермического цеха и рабочих завода
в целом могут бить связани с влиянием санитарних условий труда в цехе. Необходимо отметить, что медсанчасть Уральского алеминиевого завода располагает квалифицированними врачебными
кадрами, и поэтому заполнение и учет больничних листов на этом
предприятии поставлени удовлетворительно.

В составе медсанчасти имеется специальный работник, которому поручена разработка материалов по заболеваемости рабочих, как во заводу в целом, так и по основным цехам.

Специальная разработка заболеваемости имела задачей сопоставить заболеваемость отдельных групп рабочих, занятых в электротермическом цехе. Для этого необходимо било располагать не только больничними листами, но и данными о составе рабочих цеха по профессии, стажу работи в цехе, полу и возрасту. Такие данные были получены путем ежегодной переписи работарщих в цехе на три дати: 1-е января, 1-е имля и 1-е января следующего года.

Карактеристика полового, возрастного и стажевого состава рабочих цех за 1950-1952 годи приведена в таблице № 38.

Таблица 🕸 38.

Карактеристика работавщих в электротермическом цехе по полу и возрасту (среднегодовне показатели за 1950-52г.г.)

-		.:	III.	H.	% лиц обоего пола в возрасте.				% лиц со стажем работи в цеке		
JAM DEL.	Годи.	число рабочих	жиржин %	1 W	50 л. и ст.	До 5 лет.	6-10 лет.	11 л. и боль- ше.			
1	1950	242	64.5	35.5	4.5	38.4	48.4	8.7	62.4	34.3	3.3
2	1951	263	66.6	33.4	4.2	40.7	46.4	8.7	66.1	19.4	14.5
3	1952	289	68.9	31.1	2.4	44.7	43.9	9.0	67.1	10.4	22.5
Cpe sa	инее В года	265	66.7	33.3	3.7	41.3	46.2	8.8	65.2	21.4	13.4

Из таблици видно, что удельний вес женщин среди рабочих цеха из года в год уменьшается. В среднем за три года женщини составляют одну треть всех рабочих цеха.

Наибольнее количество рабочих в цехе имеет возраст от 30 до 40 лет (43,9% - 48,4%), однако большую группу составляот рабочие в возрасте от 20 до 29 лет (38.4% - 44.7%). На группу 50 лет и старше приходится около 9% рабочих цеха. Самой малочисленной является возрастная группа до 20 лет (в среднем 3.7%).
По годам возрастние группи так же, как и половне, изменяются мало.

Основное количество рабочих имеет стаж работи в цехе меньше 5 лет (в среднем 65.2%). Количество рабочих со стажем 11 лет ш больше год от года увеличивается (в 1950г.- 3,3%, а в 1952г.-22.5%), количество же рабочих со стажем 6-10 лет соответственно уменьшается (1950г. - 34.3%, а в 1952г. - 10.4%). Очевидно, имеет место переход рабочих из второй стажевой группы в третью, тогда как вторая стажевая группа нополняется очень слабо. Это является следствием большой текучести рабочих с малым производственным стажем. Так, по данным персонального учета рабочих, на 1-е января 1951 г. осталось в цеке только 70% рабочих, значившихся в списках цека на 1-е января 1950г. На 1-е января 1952г. сохранилось только 47%, а на 1-е января 1953г. лишь 39% из состава рабочих, учтенных на 1-е января 1950 г.

Большая текучесть рабочего состава при наличии относительно высокой оплаты труда может зависеть от неблагоприятных санитарных условий труда в цехе.

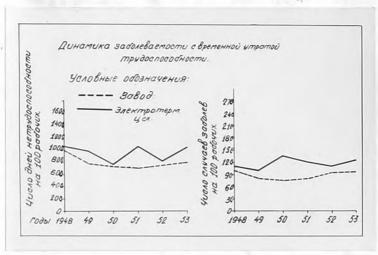
Мн не располатаем данными о возрастном и половом составе рабочих по всему заводу. Эти данные имеются только по электролизным цехам за 1945-49 годы. Соотношение мужчин и женщин,

распределение рабочих по возрастным группам в электролизных нехах также, как и в электротермическом цехе, из года в
год изменяется относительно мало и в среднем за пятилетие составляет: женщин около 25% от общего числа рабочих; рабочих
обоего пола в возрасте до 20 лет — 14.7%; от 20 до 29 лет —
38.8%; от 30 до 49 лет — 42.8% и 50 лет и старые — 3.7%.
В электротермическом цехе и в электролизных цехах завода основное количество рабочих (свыше 80%) приходится на возраст
от 20 до 49 лет.

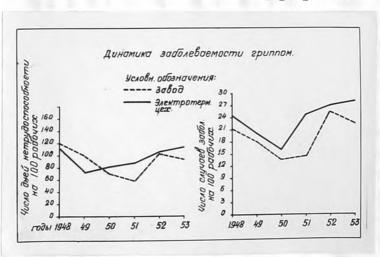
Так как электролизние цеха являются ведущими на заводе в отношении числа занятих в них рабочих и нет особо вираженних различий в возрастном и ноловом составе рабочих электротермического и электролизных цехов, то можно полагать, что различие в уровне и структуре заболеваемости рабочих электротермического цеха и завода в целом не может в большей степени зависеть от особенностей состава рабочих.

Данние о заболеваемости рабочих электротермического цеха в сопоставлении с общезаводской заболеваемостью за 1948-53 г.г. приведени на рис. 22-37.

Как видно из рис. В 22, заболеваемость рабочих электротермического цеха обнаруживает более заметние колебания по годам, чем заболеваемость рабочих завода в целом, что, возможно,



Puc. Nº 23



связано со сравнительно небольшим числом рабочих в цехе.
Однако на протяжении всех 6 сравниваемых лет уровень заболеваемости рабочих цеха и по случаям и по дням нетрудоспособности выше уровня общезаводской заболеваемости. Это может быть
связано с неблагоприятными санитарно-гигиеническими условиями
труда в электротермическом цехе. Такой вывод подтверждается
сравнением уровня заболеваемости по отдельным формам болевни.

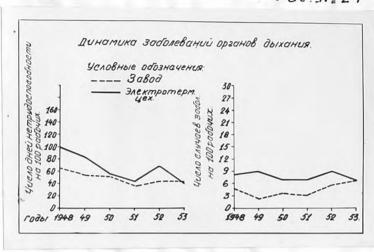
Заболеваемость гринном рабочих электротермического цеха превышает общезаводские показатели по дням нетрудоспособности в течение 4-х последних лет, а по случаям нетрудоспособности на протяжении всех 6 лет (см рис. В 23). Из производственных факторов, которые могут оказать влияние на величину заболеваемости гринном и сезоным катарром верхних дихательных путей, особое значение имеют степень контакта рабочих друг с другом и метеорологические условия. (130).

Метеорологические условия в электротермическом цехе явияются самыми неблагоприятными на заводе, котя и в электролизных цехах и на ряде участков глиноземного производства они также еще не соответствуют санитарины нормам.

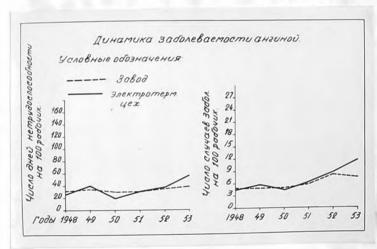
В отношении контакта рабочих, определяющего опасность передачи гринна, как аэрогенной инфекции, электротермический цех не отличается заметно от других цехов завода. Контакт рабочих электротермического цеха даже несколько меньше, чем в электролизных цехах, где рабочие каждой бригади более близко соприкасаются друг с другом в период между обработками вани.

На протяжении ряда лет в дополнение к заболеваниям, обозначенни в форме S-1, медсанчастью завода виделяются болезни органов дихания нетуберкулезного характера. В основном в эту группу входят трахео-бронхити и бронхити острие и хронические.

Неблагоприятине метеорологические условия в электротер - мическом цехе, в частности воздействие в зимний период года охлажденного микроклимата в неотапливаемых помещениях шихтово-го двора, а также повывенной подвижности воздуха (сквозияков) в плавильном отделении, является одной из причин более высокой заболеваемости рабочих этого цеха болезнями органов дихания (бронхитами). (См. рис. № 24). В тоже время на уровень заболеваний бронхитами может оказивать влиянием и повышенная запиленность воздуха в электротермическом цехе.



Puc. Nº 25

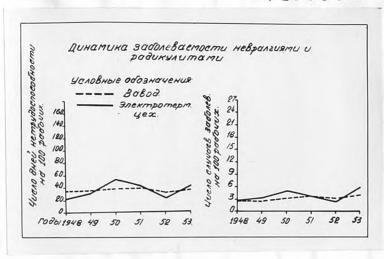


Многие автори относят к так называемым простудным заболеваниям также заболевания ангиной и периферической нервной системы (129, 137). Уровень заболеваемости по этим формам болезни висок, как в электротермическом цеке, так и на заводе. Число дней нетрудоснособности на 100 работающих в связи с ангиной колеблется в различние годи в цехе от 18.8 до 57.9,а по заводу от 28.8 - 37.9 (см.рис. 25). Примерно таков же удельный вес заболеваний невралгиями и радикулитами (см. рис. № 26).Таким образом заболеваемость рабочих электротермического цеха по этим формам болезни на протяжении ряда лет мало отличается от общезаводских показателей, котя в 1953г. она и выше в электротермическом цеке, чем на заводе в целом. Это обстоятельство не дает, однако, оснований отвергать влияние неблагоприятных метеорологических условий на заболеваемость данными формами болезней, скорее оно свидетельствует о том, что эдесь имеют значение и какие-то другие факторы (137).

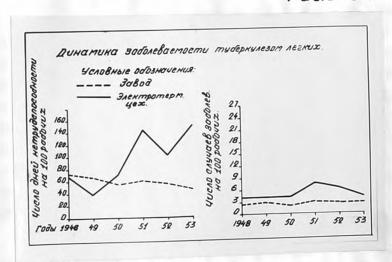
обращает на себя внимание более високий уровень заболеваемости рабочих электротермического цеха туберкулезом легких (см.рис. 27). Нет сомнения в том, что большув роль при
этом играют специцические санитарине условия труда в цехе и
в первую очередь воздействие инли с високим содержанием двуокиси кремния. Увеличение числа случаев заболеваний туберкулезом легких в 1951 году, повидимому, связано с более полным виявлением этих больных в результате начатого виборочного медосмотра стажированных рабочих цеха. Уменьшение числа случаев
заболеваний туберкулезом в 1952г. и в 1953г. наряду с большим
числом дней нетрудоспособности по туберкулезу связано, следует полагать, с одной сторони, с трудоустройством части больных,
а с другой сторони, с более активиим лечением заболевших.

Динамика производственного травматизма приведена на рис. 28.В течение всего сравниваемого периода и по числу случаев и по дням нетрудоспособности производственний травматизм в электротермическом цеке више, чем в целом по заводу. Причина повишенного травматизма в цеке заключается, как уже указивалось, в скученности оборудования и недостаточной механизации подготовительных и транспортных операций, что в свою очередь связано с несоответствием производственных помещений карактеру технологического процесса.

Это хороно подтверждается распределением трави по характеру винолияемых работ.



Puc Nº 27



Соответствующие данние приведени в таблице Л 39, составленной на основании актов о несчастних случаях за 1950-52 годи.

Таблица № 39. Распределение трави по видам работы.

	Вид работи.	Кол-во травм.
1	Погрузочно-разгрузочние работи	12
2	Операции обслуживания электро- печей	9
3	Ручное дробление кремния	6
4	Очистка, наладка и ремонт обору- дования	6
5	Механизированное дробление и грохочение	4
6	Другие работи	9
	WTOPO:	46

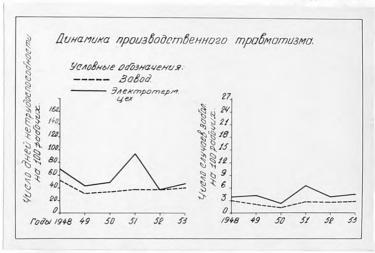
Так, наибольшее количество трави произовло как раз при погрузочно-разгрузочних работах, выполняемых в значи-тельной мере вручную. Второе место по частоте занимают травми, связание с обслуживанием электропечей. Печи в электротермическом цеже расположены очень близко друг от друга: расстояние между осями печей равняется 13 м, в то время как по правилам техники безопасности оно должно бить не менее 20 метров (103). При этом основние операции при обслуживании печей — перелопачивание вихти, загрузка и осадка — внполняются плавильщиками вручную.

При ручном дроблении кремния травматизм также больне, чем при обслуживании дробилок и грохотов.

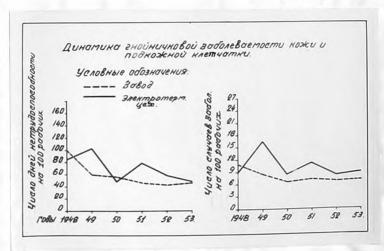
Высокий травматизм в сочетании с большой заинленностью воздуха и нагревающим микроклиматом в плавильном отделении цеха, а также тесние плохо оборудованные бытовые помещения являются причиной повышенной заболеваемости рабочих электротермического цеха кожно-гнойничновыми заболеваниями (см. рис. \$29).

Уровень желудочно-кимечных заболеваний среди рабочих электротермического цеха также выше, чем по заводу в целом

Puc. Nº 28



Puc. Nº 29

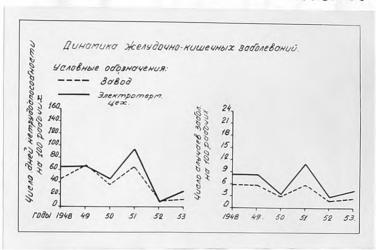


(рис. № 30). Это в известной мере находит себе об'яснение в условиях труда: в воздействии нагревающего микроклимата и большой запиленности воздуха.

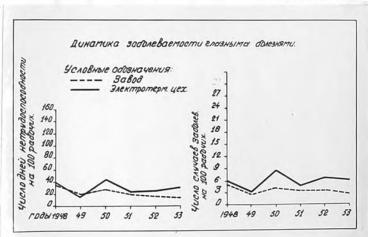
С запиленностью воздуха в значительной мере связана также повышенная заболеваемость рабочих электротермического цеха глазными болезнями, динамика которых представлена на рис. В 31. Здесь имеет значение, кроме того, несвоевременное удаление инородних тел, попадающих в глаза, что способствует развитию воспалительных процессов в кон'юнктиве и роговой оболочке глаза.

При специальной разработке заболеваемости рабочих электротермического цеха за единицу учета принимался законченний случай заболевания с утратой трудоспособности, т.е. случай с указанием искода заболевания: восстановление трудоспособности, переход на инвалидность, смерть. Разработка велась на основе классификации болезней, предложенной в 1944 г. институтом гигиени труда и профзаболеваний АМН СССР (54 форми), с внесеннеми в нее поправками, витекарцими из официальной номенклатури болезней 1953 года. (83,88).

Так как в цеже работает около 300 человек, то для получения достаточних для статистического анализа совокупностей. рабочие делились всего на две профессиональние группы: 1-я группа — "плавильщики", куда вошли плавильщики — завальщики, плавильцики-горновне, звеньевне и бригадири плавильщиков и 2-я группа "прочие профессии", куда вошли все остальные рабочие. По полу первая группа является однородной - в нее вкодят только мужчини. В состав второй группи входят и мужчини и женщини. Так как заболеваемость мужчин и женщин обнаруживает заметные различия, женщин также привлось виделить в особую группу. Всего, таким образом, разработка заболеваемости проводилась по трем профессионально-половым группам:1)плавильщики, 2)прочие профессии - мужчини и 3)прочие профессииженщини. В состав группи мужчин прочих профессий входит главным образом дежурные и ремонтные электрики и слесари, дробильщики кварцита и шихтовщики; в состав женской профессиональной группы входят в основном дробильщици угля и нефтекокса и рабочие по очистке кремния.



Puc. Nº 31



Сведения о возрасте и стаже работи в данном цехе трех виделениих групп на основании средних показателей за три года (1950-1952г.) приводятся в таблице № 40.

Таблица № 40.

Характеристика выделенных групп по возрасту и стаку работи в цехе.

JAM .	Состав групп.	число ра- бочих.		% лиц в возрасте.				% лиц со стажем.		
ш		Acc.	B %.	До 19л.	20-29	30- 49л.	50л. и ст.	До 5л.	5-10л	.10л.
1	Плавильцики	95	35.8	0.8	52.0	44.0	3.2	63.2	20.2	16.6
2	Прочие про- фессии: о)мужчини б)женцини	82	30,9		27.8 41.6				1	17.2
	MTOFO:	265	100%	3.7	41.3	46.2	8.8	65.2	21.4	13.4

Из таблицы № 40 видно, что количество рабочих во всех трех виделениях группах сравнительно одинаково.

Во всех трех группах почти половина состава приходится на возраст от 30 до 49 лет. Возрастная группа от 20 до 29 лет больше всего представлена среди плавильщиков (52%), а также среди женщин (41,6%). Меньше всего лиц этого возраста среди мужчин прочих профессий (27,8). Вместе с тем у них более значителен удельный вес рабочих моложе 20 лет (9%) и старше 50 лет (18%).

Среди всех трех виделении групп рабочих превалируют лица со станем до 5 лет:особенко висок процент лиц с небольшим станем работи среди женщин (73,2%). Плавильщики и мужчини прочих профессий в отношении стана работи в цехе отличаются друг от друга сравнительно мало. Изменения уровня заболеваемости рабочих с временной утратой трудоспособности в зависимости от возраста и нола представлени в таблице # 41.

Таблица № 41.

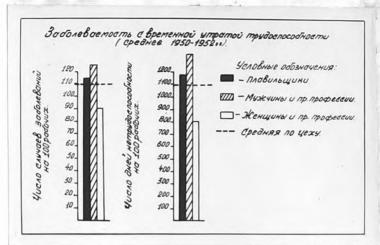
Заболеваемость с потерей трудоспособности рабочих электротермического цеха в зависимости от возраста и пола.

	До 30	90 40 #	OR SHARP MAN WAS AND ADDRESS.	A little may seem to the supplement of	AND ADDRESS OF THE PARTY OF THE	
	дет.		.50 л.и старые.	До 30 лет.	30-49л.	50 л.и старше.
IHH PO	715.5		835.0	88.8		142.0 105.0
1	HH	HH 715.5	HH 715.5 862.5	HH 715.5 862.5 885.0	HH 715.5 862.5 835.0 88.8	HH 715.5 862.5 885.0 88.8 89.1

Из таблици видно, что заболеваемость мужчин и женщин с повышением возраста, как правило, увеличивается. Заболеваемость мужчин во всех возрастных группах превышает заболеваемость женщин. Аналогичная закономерность отмечена многими исследователями в вослевоенный период. (25,62).

Заболеваемость трех виделенных групп рабочих электротермического цеха за 1950-52г.г.приведена на рис. В 32.

Наиболее високая заболеваемость, как по случаям, так и по дням нетрудоспособности, оказалась в группе мужчин прочих профессий. Несколько меньше уровень заболеваемости у плавильшиков и значительно меньше у женщин. Более високая заболеваемость в группе мужчин прочих профессий об'ясняется, повидимому, особенностями ее возрастного состава, а также и тем, что в этой группе имеется значительное число лиц, перешедших сида из профессий плавильщиков в порядке трудоустройства в результате проведенного медицинского осмотра. Последнее особенно отчетливо виступает при внализе динамики заболеваемости по годам. Данние эти приведени в таблице № 42.



Puc. Nº 33

Структура заболеваемости с утратой трудоспособности рабочих электротермического цеха за 1950-1952 гг. (подням нетрудоспособности). 2 punn и воспаление верхних дыхательных путей. 9,4% TOR NERKUX. 7,9% Травмы производственные. 5,6% Внойничковые б-ни кожи и подкожной клетчатки (фурунк. 3,0% флевмоны 2,6%) 5.1% Б-ни органов дыхания. 49% Невриты, невраляии. 43% Б-ни орг. пищеварения (des язвенной отни и заболевания печени) 3.3% Силикотуберкулев 3,1% ZNOBHBIE J-HU 3.0% Инфекционные б-ни (кроме гриппа, ангины, 30% Нервные д-ни (кроме неврозд, и неврал-20% Б-ни печени и желиных путей. 28% Травны непроизводственные. 27% Анвины. 25% Б-ни уха, ворла, носа (без катара) เดเมนกรบบบบป 25% Б-ни коотей, мышц и сочленений. 25% Язвенная б-нь 20% лаоенноя о-нь 22% Ревматические габолевания. 21% Женские о-ну. 15% Б-ни орэ. кровообращения. 28% Б-ни полости рта и вубов. 27% В-ни почек и мочевых путей. 149% Прочие б-ни.

Таблица № 42.

Динамика заболеваемости с временной утратой трудоспособности основних групи рабочих электротермического цеха.

TUTE	Группы	Числ	о случ	ности.	этрудо-	Число дней нетрудосно- собности.				
ш		1950r.	1951r.	1952r.	в сред. за Эг.	1950	1951r.	1952r.	В средн. за Зг.	
1	Плавильщики	113.8	130.5	99.0	114.1	5 1111,	1523,	861,8	1169,5	
2	прочие про- фессии: а)мужчинн б)женщинн		138.8 87.5			4 1004, 738.4		2 1339,2 1	1338,6 795.8	
-	итого:	99.2	118.6	1104	109.7	948.3	1301.	1027.7	1094.1	

Как видно из таблици, заболеваемость женщин и по случаям и по дням нетрудоспособности из года в год возрастает. Однако она все же остается ниже, чем у мужчин. В мужских групнах уровень заболеваемости колеблется. В 1950г. он бил вные у плавильщиков. В 1951г., когда, в результате первого выборочного осмотра рабочих, среди плавильщиков били внявлени больние силикозом и силикотуберкулезом и началось их трудоустройство, вные стал уровень заболеваемости в группе мужчин прочих профессий. В 1952 году внявление больных и их трудоустройство продолжалось. Однако оно стало проводится, в основном, путем внведения больных рабочих из цема. В связи с этим в 1952г. по сравнению с 1951г. уровень заболеваемости в обоих мужских группах понизился, но особенно заметно это понижение произошло в группе плавильщиков.

На рис. № 33 приведена структура заболеваемости рабочих нежа.

Наибольший удельний вес в заболеваемости электротермического цеха (по дням нетрудоспособности) имеет грипп вместе с сезонными катаррами верхних дихательних путей (11.9%). На втором месте туберкулеэ легких (9.4%), на третьем — производственные травмы (7.9%). На долю этих трех форм болезней приходится более одной четверти всей заболеваемости (29.2%).

Следующую четверть составляют шесть форм: гнойничковне болезни кожи и нодкожной клетнатки (5.6%), болезни органов Выхания (5.1%), неврити и неврангии (4.9), болезни органов пищеварения, без язвенной болезни и заболеваний печени (4.3%), силикотуберт кулез (3.3%) и глазние болезни (3.1%). Ангина занимает 14 место, на ее долю приходится 2.7%. Язвенная болезнь желудка и 12-ти перстной кишки составляет 2.3% и занимает 17-е место. 20-е место (1.5%) приходится на долю болезней органов кровообращения.

В структуре заболеваемости рабочих электротермического цеха обращает на себя внимание внсокий удельний вес болезней органов дихания: туберкулез легких занимает второе место. Если же к нему прибавить еще 3.3%, приходящихся на долю силикотуберкулеза, то эта группа вндвинется даже на первое место. Болезни органов дихания не туберкулезного характера занимают пятое место.

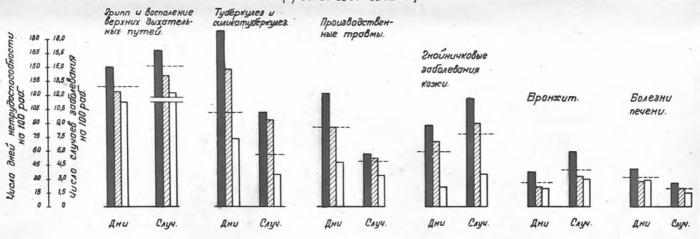
Високий удельний вес заболеваний органов дихания в большей мере связан с воздействием пилевого фактора.

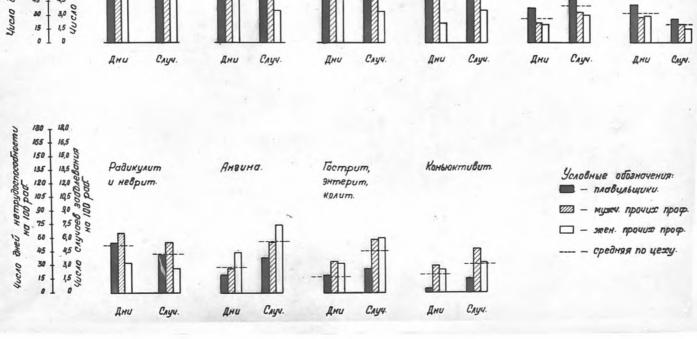
На рис. № 34 сопоставлен уровень заболеваемости виделенних групп рабочих по главным формам болезней.

Заболеваемость плавильщиков и по случаям и по дням нетрудоспособности превышает заболеваемость мужской и женской групп прочих профессий по гриппу и катарру верхних дихательных путей, туберкулезу легких (вместе с силикотуберкулезом), производственным травмам, гнойничковым заболеваниям кожи и подкожной клетчатки, бронхитам, болезням печени, желчних путей.

В отношении первижияти из перечисленних форм болезней уже осведалась зависимость их от санитарно-гигиенических условий труда. Более високий уровень заболеваемости по этим формам болезней у плавильщиков зависит от особо неблагоприятних условий труда в этой профессии. Не обичным является соотношение заболеваемости мужчин и женщин по болезням печени и желчних путей. Как отмечают коцянов Л.К.и Амморейская А.И. (130), по этим формам болезней у женщин заболеваемость всегда выше, чем у мужчин. Можно предположить, что более высокая заболеваемость плавильщиков кремния по болезням печени и желчних путей зависит от общетоксического действия кремневой, кислоти, в связи с вдиханием високо дисперсного зэрозоля конденсации двуокиси кремния.

По радикулитам и невритам на первом месте по уровню заболеваемости стоит мужская группа прочих профессий, затем





идут плавильщики и ниже всего уровень заболеваемости у женщин. Среди причин повышения уровня заболеваемости радикулитами в группе мужчин прочих профессий определенное значение имеет более пожилой состав этой профессиональной группы.

По ангинав наиболее высокий уровень заболеваемости наблюдается у женщин. Высокий уровень заболеваемости женщин ангинами отмечен многими исследователями (Хоцяновим Л.К.-129, Козловым П.М.-62 и др.) и связывается, обычно, в большей мере с половыми особенностями организма, чем с санитаримми условиями труда.

По гастроэнтероколитам, а также по кон'внитививам ваболеваемость и мужской и женской групп прочих профессий выше, чем у плавильщиков.

Это может находится в зависимости от особенностей тех видов пыли, воздействив которых подвергаются эти группи. Более грубодисперсная имль аэрозоля дезинтеграции на шихтовом дворе в результате понадания в глаза визивает у рабочих воспаление кон внитиви. Високодисперсная имль аэрозоля двуокиси кремния, в тому же находящаяся в воздухе в гораздо меньшем количестве, этим действием, вовидимому, обладает в меньшей степени.

Аналогичным образом эти пыли воздействуют, очевидно, и на слизистую желудочно-кишечного тракта.

Подтверждением подобного предположения являются даннее об удельном весе острых болезней желудочно-кимечного тракта в заболеваемости рабочих некоторых детальных профессий. Так, дробильщицы угля, в течение всей смены подвергающиеся воздействию высоких концентраций пыли древесного угля и нефтекокса — порядка сотен мг/м3 — составляют только около 40% всех женщин цеха, между тем они дают 73% всех дней нетрудоспособности женщин по поводу острых желудочно-кимечных заболеваний. В группе мужчин прочих профессий дробильщики кварцита и шихтовщики составляют 29.3%, но на их долю приходится 40% от количества дней нетрудоспособности в связи с острыми желудочно-кимечными заболеваниями в этой профессиональной группе.

В общем специальная разработка заболеваемости рабочих электротермического цека свидетельствует о более високом ее

уровне по ряду форм болезней в группе плавильщиков кремния, что может быть связано с воздействием ряда неблагоприятных санитарных условий труда, в том числе и с влиянием аэрозоля конденсации двуокиси кремния.

Так же, как материалы по специфической профессиональной заболеваемости рабочих электротермического цеха, высокий
уровень их общей заболеваемости с временной утратой трудоспособности, свидетельствует о необходимости разработки и
проведения системы мероприятий по оздоровлению условий труда в этом цехе.

ГЛАВАУ1.

экспериментальное исследование по гигиенической характеристике конденсированной двуокиси кремния. 1. Задачи и методика исследования.

Исследование санитарно-гигиенических условий труда при внилавке технически чистого кремния показало, что в воздухе производственных помещений содержится пыль конденсата двуокиси кремния.

Обследование состояния здоровья рабочих цеха у каждого четвертого плавильщика кремния внявило вираженние иневмокониотические изменения.

Так как большинство лиц, у которых был обнаружен пневмокониоз, не работало ранее на силикозоопасных предприятиях, развитие заболевания у них может быть связано с воздействием аэрозоля конденсации двуокиси кремния.

Однако диагноз "силикоз" в данной профессиональной групне ставится впервие.Поэтому полная уверенность в подобной этиологии иневмокониоза может бить получена только после экспериментального подтверждения возможности развития узелкового фиброза под воздействием пили конденсированной двуокиси кремния.

Такое подтверждение необходимо еще и потому, что литературние данние о влиянии аэрозоля конденсации двускиси кремния на организм немногочислении и противоречивы.

Экспериментальний силикоз у животних под воздействием имли конденсированной двуокиси кремния получить до настоящего времени не удалось.

"Данние о сравнительной токсичности вещества часто карактеризуют его полнее и точнее, чем данные о его собственной токсичности, выражаемой абсолютной величиной смертельной или пороговой дози концентрации" пишет проф. Н. С. Правдин (102).

Поэтому в наших экспериментальных исследованиях параллельно с конденсированной двуокисью кремния изучалось действие на животный организм также пили кварца и технически чистого кремния.

Кварцевая пиль била взята в качестве относительно короно изученного "стандарта" для сравнения.

Выль кремния была введена в экспериментальние исследования по следующим соображениям. В электротермическом цехе, в отделении обработки готовой продукции рабочие подвергаются воздействию пыли, содержащей технически чистый кремний. О токсических свойствах свободного кремния известно чрезвичайно мало. Нам не удалось обнаружить ни одной работи, в которой бы исследовалось влияние пыли чистого кремния на организм человека или животных. Между тем, косвенные данные, витекающие из работ Р.В. Борисенковой (11,12), проводившей исследования с пылью ферросилиция, указывают на то, что пыль кремния, по всей вероятности, не является безразличной для человека. Кроме того, особенности растворимости свободного кремния делают его очень интересным об'ектом при изучении роли растворимости пыли в патогенезе силикоза.

А. Характеристика образцов пыли, использованных в эксперименте.

В качестве образца конденсированной двускиси кремния для экспериментального исследования бил взят смет с внутренней сторони зонта над колошником одной из электропечей. По кимическому составу он представляет собой почти чистую двускись кремния — 91.52%—и, как показывают электронно-микроскопические фотографии, состоит из сферических частиц конденсированной двускиси кремния. Размер частичек смета очень близко повторяет размер частиц, взвененных в воздухе рабочих помещений. Средний диаметр как тех, так и других близок к 0.1 микрона, наибольший достигает 1.0 микрона, а наименьший прибликается к 50 ангетрем. (Рис. № 15).

При подготовке двух других образцов пыли (кварца и кремния) мы стремились к тому, чтобы, во-первых, по кимическому составу они тамже, как и конденсат, представляли бы собой, по возможности, чистие вещества; во-вторых, чтобы их дисперсность была близка к дисперсности конденсированной двускиси кремния.

химический состав всех трех образцов пили, применявшихся при экспериментальном исследовании, приведен в табл. № 43.

Таблица № 43.

Химический состав пилей, применявшихся при экспериментальном исследовании.

THE	Наименование		Cartana				
пп	образцов.	Si	SiO2	Al 2 03 + Fl2 03	Cal	MgO	Сумма
1	Конденсирован- ная двускись кремния (смет)	_	91.52		1.96	1.93	98.63%
2	Пыль кварца Пыль кремния	84.85	80.68	15.33	1.83	1.30	99.14%

Как видно из таблици, разница в содержании основного компонента (Si, Si O_2) во всех трех образцах укладивается в 10%. Пиль кварца и кремния содержит больное количество окислов металлов.

Дисперсный состав вводившихся вивотным образцов инли (при исследовании под иммерсионным об'ективом) приведен в таблице № 44.

Таблица № 44.

Дисперсность пилей, применявшихся при экспериментальном исследовании.

1910	Наименование образ-	Процентное содержание пилинок размерами до						
nn	цов.	1 микр.	1 - 5 микр.	5-10 микр.	Более 10 микр.			
1	Конденсированная дву- окись кремния (смет)	100.0	-	_	14			
2	Пиль кварца	87.7	11.5	0.8	-			
3	Пиль кремния	84.1	15.9		-			

Из таблици видно, что размери пылинок кварца и кремния больше, чем размери частиц конденсированной двускиси кремния. Однако и в этих образцах диаметр подавляющего большинства частичек все-таки меньше одного микрона.

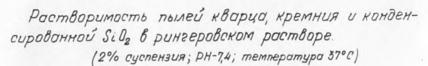
Результати определения растворимости пыли кварца, кремние и конденсированной $Si\,\theta_2$ приведени на рис. 25 и в таблице 25 45.

Растворимость пилей определялась в двух средах:рингеровском растворе с РН 7.4 и "нативной" плаэме крови. Последняя, в отличие от обичной сиворотки, содержит полностью все белко плаэмы, включая и фибриноген. Для опита приготовлялась 2-х процентная суспензия. Контакт инли со средой осуществлялся при температуре 37°С. Отделение нерастворившейся пили от жидкой фази суспензии происходило путем центрифугирования. Анализ среди на содержание растворившегося в ней кремнезема проводился с номощью колориметрического метода, основанного на образовании кремнемолибденового комилекса (3, 100). Исследование растворимости пилей проводилось совместно с канд. химических наук Н.П. Анашкиной.

из рисунка \mathbb{R} 35 видно, что в рингеровском растворе растворение конденсированной двуокиси креиния пло более бистрими темнами, чем остальных видов пили: через 2-е суток содержание $Si\,\mathcal{O}_2$ в растворе составляло уже около 5 мг %, в то время как при растворении кварцевой имли — только 3.5 мг %, а при растворении свободного кремния — 3.3 мг %. Однако в дальнейшем скорость растворения конденсированной двуокиси кремния замедлялось и через 7 суток содержание $Si\,\mathcal{O}_2$ в растворе мало превишало соответствующий показатель в опитах с кварцевой пилью (5.4 мг% против 5.2 мг%). На первое же место по растворимости внила пиль кремния (6.3 мг%).

Такая динамика растворимости исследованних образцов шили зависит, повидимому, от их дисперсности: более дисперсная шиль конденсированной двуокиси кремния имеет большую суммарную поверхность, что и способствует более быстрому достижению равновесия в системе (136).

В плазме крови растворимость всех трех образцов пили била више, чем в рингеровском растворе.



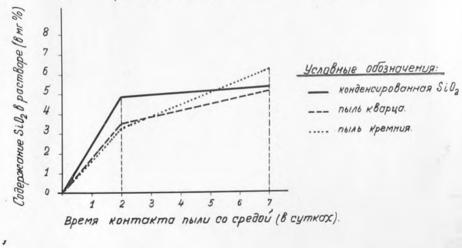


Таблица № 45.

Растворимость образцов ныли кварца, кремния и конденсированной SiO2 в плаэме крови.

(2% суспензия; температура 370С)

1915	Время контакта.	Содержание St O2 (в мг%) в плазме крови при контокте с						
nn	Dyom nonanta	квадевой пилью.	кремневой пилью.	E CONTRACTOR OF THE PROPERTY O				
1	6 часов	7.2 6.6	8.9	11.1 7.5				
2	48 часов	8.7	10.9	11.2				

Большие количества двускиси кремния, определяющиеся в имазме после контакта с пылью, зависят не только от растворения. В определенной мере они связани с тем, что белки плазми и в норме содержат некоторое количество кремния кроме того, методика определения $Si\,\theta_2$ в биологических субстратах обеспечивает откритие кремневой кислоти не только ионно-молекулярной степени дисперсности, как при анализе рингеровского раствора, но и калойдной $Si\,\theta_2$ (151). В общем не в плазме крови различия между величиной растворимости всех трех видов пыли были также невелики.

Для правильной оценки результатов проведенного исследования растворимости пилей первостепенное значение имеет следующее обстоятельство: кремний не образует в водних растворах иона Si +4 В этом отновении, как и в некоторых других своих свойствах, он аналогичен углероду (139). В водных растворах существует только ион $Si\, \mathcal{O}_3^{\,\,\pm\,2}$, который в зависимости от концентрации и условий средн (температуры, наличия других ионов в растворе и т.д.) вступает в процесси комплексообразования и полимеризации, вплоть до образования частиц коллондной степени дисперсности. Таким образом, при растворении пыли свободного кремния также как и при растворении кварцевой пыли и конденсированной двускиси кремния, в растворе оказывается одно и то же вещество - кремневая кислота. Химический состав твердых пылевих частиц - различен, химический же состав перешедних в раствор соединений - одинаков. Именно поэтому анализ средн на содержание соединений, перешедних в нее в процессе растворения, со всеми тремя пилями бил праведен с номощью одного и того же колориметрического метода, основанного на образовании кремний—молибденового комплекса. Последний же специфичен для иона $Si_3^{\frac{1}{2}2}$, вернее для кремнекислоти ионно-молекулярной степени дисперсности (2.39).

Б.Методика проведения эксперимента.

Исследования проводились на белик крисах и кроликах. Пиль, взвешенная в физиологическом растворе, вводилась животным интратражеально.

Интратрахеальний метод введения веществ бил впервие применен в 1869 г. врачом Санкт-Петербургского университета К. Славянским в исследованиях, показавших роль белых кровяних телец в процессах очищения легких от попадавщих в них инородних частиц (154). В дальнейшем этот метод бил многократно с успеком использован рядом отечественних и зарубежных ученых при решении различних вопросов пылевой патологии.

В работах Городенской (37) и др.било показано, что интратрахеальное введение одного физиологического раствора не визивает развития фиброзних изменений в легочной ткани; введение же взвеси какого-либо вещества сопровождается более или менее равномерним распределением его по легочним полям, при этом твердие частички попадают в самие глубокие отдели легочной ткани.

Интратрамеальный метод обеспечивает более точнув, чем при камерном или индивидуальном запилении, дозировку вводимих веществ, что особенно важно при сравнительно экспериментальных исследованиях, а также значительно более бистрое, по сравнению с ингаляционным методом, развитие патологических изменений в легких подопитных животных (26).

Вместе с тем, этот метод имеет ряд недостатков. Пиль при нем вводится вместе с жидностью сразу в большом количестве, минуя защитние приспособления и рефлекторние зони, заложенние в верхних дихательных путях.

в наших исследованиях выбор интратрахеального метода в значительной мере бил обусловлен тем обстоятельством, что аэрозоль конденсации двускиси кремния, созданний в лабораторних условиях с помощью сварочного аппарата и электродов специального состава, неизбежно имил би более високую дисперсность, чем инлевие частици, образующиеся на производстве в электропечах при выплавке кремния. Это обусловлено двумя причинами. Во-первых, большим градиентом температур при возгонке в лабораторных условиях и, следовательно, непродолжительностью роста частиц; во-вторых, относительно небольшими концентрациями газообразной окиси кремния вследствие интенсивного подсоса воздуха в дуговой промежуток (31).

Введение производилось однократно. Поэтому была использована наиболее простая, выполняемая полностью под контролем
глаза, кирургическая модификация интратражеального метода.
Емвотному, фиксированному в станке, под местной анастечией 0.25%
раствором новокамна по средней линии шем рассекались мягкие
ткани, тражея слегка приподнималась маленьким элеватором и в
средней части ее между крящевими кольцами делался прокол иглой, через которую из шприца вводилась пылевая взвесь. После
этого игла извлекалась и на кожу накладывались одна-две кнопки Мишеля.

Крисам вводидась по 50 мг, а кродикам по 200 мг исследуемого образца инли в 1 мл стерильного физиологического раствора.

Всего в эксперименте было исследовано 52 животных (22 кролика и 30 крыс).

Количество животних, входивших в каждую серию опитов и сроки наблюдения за ними приведени в таблице № 46.

Таблица № 46. Количество вивотних и сроки наблюдения за ними после введения пыли.

TOTO	Исследуемне	Вид жи-	K	оличеств	о животни	X.
рии се-	образцы пы- ли.	вотних.	B omu-	Hornd- Bux.	Забитих через 4.5м.	Забитни через 6-6.5м.
1	Конденсиро- ванная дву-	Кролики	8	-	4	4
	окись крем-	Крисн	6+10	5+7	2	2
2	Пыль кварца	Кролики	5	-	.2	3
	-0-	Криси	5	-	2	3
3	Пиль кремния	Кролики	5	-	3	2
	n	Криси	5	-	2	3
4	Физиологичес-	Кролики	4	~	2	2
	кий раствор (контроль)	Крисн	4	-	2	2

Все животние убивались путем декапитации.

Гистологическому исследованию подвергались легкие, псчень и почки. У нескольких животных исследовался также мозг. Материал фиксировался в 15-20% растворе формалина и, частично, в 96% спирте. Срезн окрашивались гематоксилин-эозином, по методу ван Гизон, на эластическую ткань, на гемосидерин и импретнировались серебром для виявления ретикулярной строми.

При исследовании мозга применялись специальние окраски. Гистологическое исследование внутренних органов проводилось при участии младшего научного сотрудника Г.В.Коньковой, а исследование центральной нервной системи под руководством доктора мед. наук К.А.Вангенгейм.

часть гистологических пренаратов в порядке консультации была просмотрена также канд. мед. наук А.С.Баринниковим и проф. П. Движковим.

Пользуюсь приятной возможностью всем этим товарищам виразить свою глубокую благодарность.

2. Результати исследований.

А. Опыты с пылью конденсированной двускиси кремния.

Первоначально в этой серии опитов било использовано 6 крис и 8 кроликов. Однако иять крис погибли в течение первих 7 дней после введения пили. В связи с этим, било проведено интратражевльное введение конденсата двуокиси кремния еще 10 крисам. В этой добавочной серии в течение первих восьми дней также погибло 7 крис. Ероки гибели мивотных приведены в таблице № 1. Среди кроликов, получивших пиль конденсированной двуокиси кремния, а также среди кроликов и крис, которым вводилась пиль кварца или кремния, гибели мивотных не наблюдалось ни в одном случае.

Таблица 1947.

Сроки гибели животных после интратрахеального введения пыли конденсированной двужиси кремния.

過過	Вид живот-	колич. Колич.				Сроки	Сроки гибели					
nn	HNX.	них в		1 -cyr-	2 cyt- ku	S Cyt- RH	cyr- Ru	5 cyr- ku	6 сут- ки	7 сут- ки	8 Cyt- KM.	
1	Крисн а)основная серия	6	5	3	_	_		1		1	**	
	б)добавочна серия	10	7	3	2	1	-	-	-	_	1	
S	Кролики	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

на вскритии у всех погибних крис была отмечена одна и та же картина патологических изменений.

Макросконически обнаруживалось некоторое увеличение размеров легких и пестрая окраска их новерхности. На разрезе из ткани легкого выделялось более или менее значительное количество серовато-желтоватой пенистой жидкости. Печень, почки, селезенка и мозг в ряде случаев были полнокровни.

При гистологическом исследовании в легких наблюдалась картина отека и очаговых кровоизлияний (рис. 26 и рис. 27), к которым, особенно в случае более поздней смерти вивотных, присоединялись воспалительные изменения очагового или более

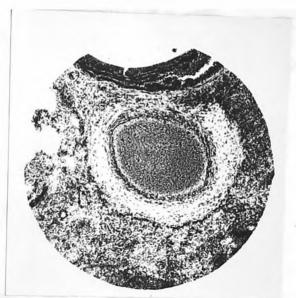


Рис. В 36. Криса 2/419. Интражеально введено 50 мг конденсата двуокиси кремния. Погибла на вторые сутки. Окраска гематоксилин-эозин х 150. Периваскулярный отек, некроз слизистой бронха.

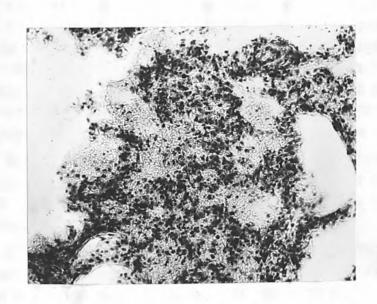


Рис. 2 37. Криса 2/419. Интражевльно введено 50 мг конденсата двуокиси кремния. Погибла на вторне сутки. Окраска гематоксилин-эозин к 300. Очаговне кровоналияния. Просветы альвеол, заполненные эритроцитами.

распространенного карактера. В последнем случае они носили карактер катаррально-геморрагической иневмонии (рис. В 38).

В печени и ночках отмечались дистрофические процесси, виражавшиеся в вермистости протоплазмы печеночних клеток и клеток эпителия извитых канальцев, а также в слабой окрашиваемости ядер.

Приводим протокол одного из этих случаев.

Криса № 6/421. Вес 200 г. 3/хП-1952г. интратрахеально введено 50 мг пили конденсированной двускиси кремния в 1 мл физиологического раствора. 9/хП-1952г. вес 125 г. Погибла 10/хП-1952г. Длительность наблюдения 7 суток.

Вскритие. Леткие напряжени и увеличени, края долей эмфизематозно расширени. Новерхность летких блестящая, окраска пестрая, чередуртся участки светлорозового и темнобагрового цвета. При разрезе с новерхности легких виделяется слегка пенистая жидкость. Печень, почки, селезенка и сердце без видимих изменений.

Тистологическое исследование. Слизистая оболочка некоторых крупных бронхов некротизирована и отслаивается. В просветах более мелких бронхов прозрачная розовая видкость. Капилляры межальвеолярных перегородок расширены, переполнены эритроцитами. В просветах алвеол розовая видкость. Кроме того, в паренхиме легкого наблюдается несколько густых гистиоцитарно-нейтрофильных инфильтратов. По всей ткани легкого распределено большое количество буроватого питмента (пыли).

Центральные вени и межбалочные печеночные капилляры расширены и переполнены эритроцитами. Протоплазма печеночных клеток зерниста. Ядра местами нечетко контурованы. Сосуды мозга расширены, переполнены эритроцитами.

У крис, оставшихся в живих после введения пыли конденсированной двускиси кремния, в первие дни наблюдалась резкая потеря в весе. Наименьший вес у них бил отмечен на 3-7 день после введения, когда уменьшение веса достигало 15-35%, после чего отмечалось постепенное нарастание веса, и через 0.5-1 месяца он достигал исходних величии. В дальнейшем по привесу они не отличались от контрольных крис. У кроликов после введения пыли уменьшения веса не наблюдалось.



Рис. В 38. Криса 3/420. Интражеально введено 50 мг конденсата двускиси кремния. Погибла на 5 сутки. Окраска гематок-силин-эозин х 150. Катаррально-геморрагическия внед-



Рис. В 39. Кролик 125/441. Интражеально введено 200 мг конденсата двускием кремния. Срок наслидения 4 м. 23 дня. Множественные мелкие и единичные солее крупные сливающиеся узелки в легких.

У животных, убитых через 4,5 м,а также через 6,0-6,5 месяцев после введения пыли, на вскрытии, как правило, обнаруживались несколько увеличенные серовато-розовые легкие, на поверхности которых можно было заметить слегка выступающие темноватье, округлой формы, образования. Такие же точечные образования отмечались и на разрезах легких. Наощунь они были значительно плотнее остальной легочной ткани. Обично наибольнее количество образований наблюдалось в нижних долях и при этом не всегда равномерно в правом и левом легких.

Однако били и такие животние, у которих они усеивали все доли обоих легких, за исключением верхушек (рис. № 39).

При гистологическом исследовании органов как кроликов, так и крис уже через 4,5 месяца после введения конденсата в легких наблюдалось большое количество узелков, аналогичных описневаемым рядом авторов при экспериментальном силикозе.

Ученки располагались как в менуточной ткани, так и перибронхиально и периваскулярно и были хороно отграничени от окружающей ткани. По своему строению ини имели клеточно-волокнистур структуру. В части узелков коллагеновые волокна располагались по периферии (рис. В 40). Однако встречалось довольно много учелков, в которых слоисто-концентрическое расположение волокон отчетливо выявлялось не только по периферии, но и в центре учелка (рис. В 41).

В части узелков отдельные пучки соединительной ткани подвергались гиалинозу. Иногда гиалиноз начинался с периферических коллагеновых волокон, иногда, наоборот, с центральной части узелка. Возможно, что в подобных случаях имел место гиалиноз кровеносного сосуда, замурованного в центре узелка (рис. £ 42).

Через 6.0 месяцев после введения инли у двух кроликов был обнаружен и другой тип регрессивных изменений узелков некроз. Некротические участки всегда располагались в центре узелков. Обично в них наблюдалось значительное скопление пыли (рис. № 48).

Явления склерозирования узелков более выражени у крис, чем у кроликов. Это корошо выявлялось на препаратах, обработанных методом серебрения. У кроликов строма узелков состояла в основном из густой сети аргирофильных волокон. Коллагено-

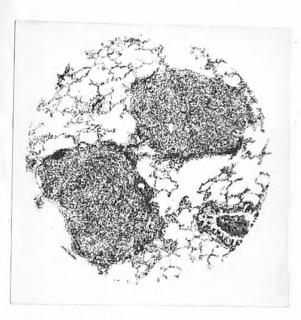


Рис. В 40. Кролик В 122/439. Интратрахеально введено 200 мг конденсата двужиси кремния. Срок наблюдения 4 мес. 23 дня. Окраска гематоксилин-эозин к 150. Силикотические узелки с явлениями начинающегося склеровирования по периферии.

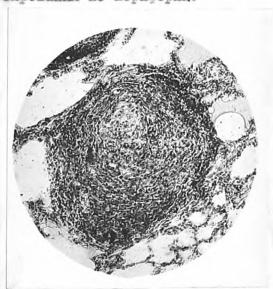


Рис. В 41. Кролик 118/440. Интратражевльно введено 200 мг конденсата двускием кремния. Срок наблюдения 4 мес. 23 дня. Окраска гематоксилин-эозин и 150. Силикотический узелок, имеющий слоисто-концентрическое расположение коллагеновых пучков и на периферии и в центре узелка.

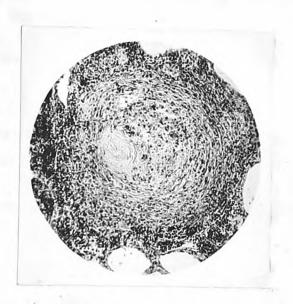


Рис. В 42. Кролик & 118/440. Интратражевльно введено 200 мг конденсата двуокиси кремния. Срок наблюдения 4 мес. 23 дня. Окраска гематоксилин-эозин к 150. Силикотический узелок со слоисто-концентрическим расположением коллагеновых пучков и гиалинозом в центре.

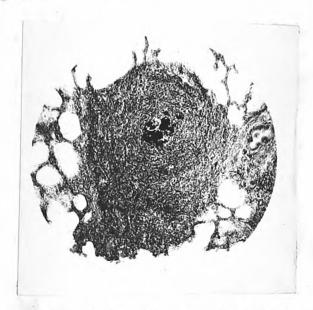


Рис. В 43. Кролик В 120/460. Интратражевльно введено 200 мг конденсата двускиси кремния. Срок наблюдения 6 мес. 9 дней. Окраска гематоксилин-эозин и 150. Силикоти-ческие узелки с непрозом и скоплением пили в центре.

вне пучки раснолагались только по периферии (рис. 44).
У крис же строма узелков целиком слагалась из коллагенових пучков. Кроме того, встречались узелки почти полностью гиалинизированине (рис. 45 и 46).

При окраске препаратов на эластическую ткань виявлялась полная гибель эластической ткани легкого в узелках (рис. # 47).

Как у кроликов, так и у крес наблюдалось слияние узелков и образование крупных конгломератов.

И в 4,5 и в 6 месяцев силикотические узелки располагались среди относительно малоизмененной легочной ткани. Имелись отдельные участки перибронхиальной и периваскулярной инфильтрации. Однако они носили в основном круглоклеточний карактер.

Явления диффузного склерозирования менуточной ткани легкого котя и имели место, но значительно отставали от склеротических изменений в узелках. Эмфизематозине же изменения легочной ткани были виражени достаточно отчетливо.

При интрежевльном введении вивотним пили конденсированной двускиси кремния патологические изменения обнаруживались
не только в легких, но и в других внутренних органах. В печени
наблюдались дистрофические изменения: набухание и зернистость
протоплазмы и слабая окраниваемость ядер клеток. В отдельних
случаях эти изменения достигали степени некробиоза. Одновременно с ними часто отмечался процесс диффузного разрестания
межуточной соединительной ткани органа (рис. 48). Почки также
претерненали существенные изменения. И в корковом, и в мозговом
веществе почек наблюдалась инфильтрация лимфоидимии элементами. Затем отмечались участки очагового склероза, в виде узкого
клина вдавявшеся вглубь коркового слоя. (рис. 49). Наконец,
в одном случае в почках были обнаружени гиалинизированние
узелки, напоминающие те, что имелись у кивотных в легких (рис.
250).

Патологические изменения внутренних органов - печени и почек - сильнее были выражени у кроликов, чем у крыс.

Приводим два протокола типичных случаев данной серии. <u>Кролик № 122/439</u>. Вес 2770 г. 27. X1-52г. интратражеально введено 200 мг пыли конденсированной двуокиси кремния в 1 ма физиологического раствора. Наибольший вес 17. Ш-53 - 2950 г. Декапитация 21.1У-53г. Длительность наблюдения 4 мес. 23 дня.

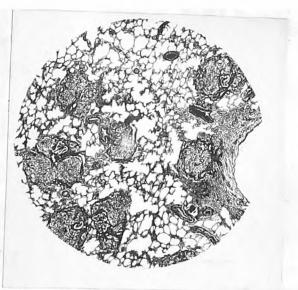


Рис. В 44. Кролик в 125/441. Интратражеально введено 200 мг конденсата двускием кремния. Срок наблюдения 4 м. 23 дня. Метод серебрения к 70. Аргирофильная строма силикотических узелков. По нериферии явления коллатенизации.

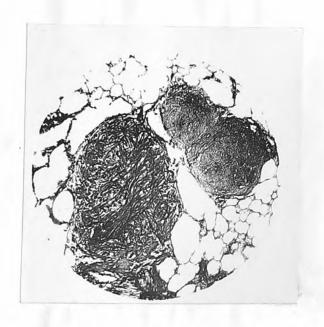


Рис. В 45. Криса В 1/444. Интратражельно введено 50 мг конденсата двужиси кремния. Срок наблюдения 4 мес. 21 день. Метод серебрения к 150. Большой узелок имеет строму из грубня коллагеновых пучков. Два меньше узелка почти полностью гиалинизировани.

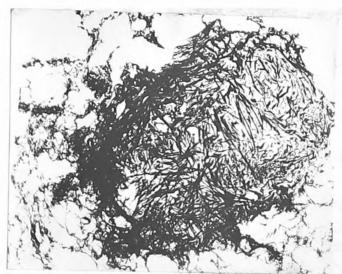


Рис. 246. Криса 27/485. Интрахеально введено 50 мг конденсированной двуокиси кремния. Срок наблюдения 6 м.4 дня. Метод серебрения х 150. Крувний силикотический узелок. Строма его состоит из грубых коллагенових пучков.

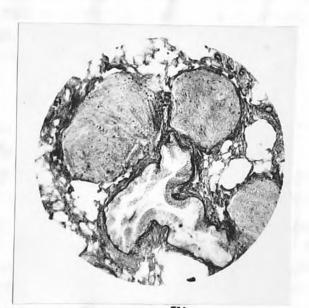


Рис. В 47. Криса В 24/486. Интражеально введено 50 мг конденсированной двуокиси кремния. Срок наблюдения 6м. 4 дня. Окраска на эластическую ткань к 150. Гибель эластической ткани легкого в узелках.

Данние вскрития: Легкие обичних размеров, края несколько эмфизематозни. Поверхность легких блестящая, цвет розовато серый. В обеих нижних долях, больше справа, видни чуть виступарщие над поверхностью округлие темносерие плотние образования. Они заметни также и на поверхности разреза. Печень несколько полнокровная, селезенка увеличена. Остальные органи без видимых изменений.

Гистологическое исследование. По всей ткани легкого большое количество узелковых образований размером до 1 мм. Узелки корошо отграничени от окружающей ткани. Они состоят, преимущественно, из гистиоцитарных и эпителиоидних клеток. Ближе к периферми имертся еще вытянутые клетки, зажатые между коллагеновыми волокнами, а совсем по краям узелков располагартся лимфоцитарные элементы.

Во многих узелках видни сдавление кровеносние сосуды, у некоторых из них по ван Гизону гомогенно окрамиваются в красний цвет.

Межальвеолярные перегородки только местами утолщени за счет гистиоцитарной инфильтрации. Перибронхиальная и периваскулярная ткань также содержит большее, чем в норме, количество клеточник, главным образом, лимфоцитарных элементов. Перибронкиальные фолликулы гипертрофированы.

В печени резко выраженная инфильтрация междольковых перегододок круглоклеточными элементами, полнокровие и зернистая дистрофия печеночных клеток.

в почках очаговая лимфоцитарная инфильтрация в мозговом слое и зернистая дистрофия эпителия извитих канальцев.

Криса № 1/444. Вес 175 г. З. XII-52г. интратражевльно введено 50 мг пили конденсированной двускиси кремния в 1 мл физиологического раствора. Наибольший вес 7. II-53г. - 185 г. Декапитация 24.1У-53г. Длительность наблюдения 4 мес. 21 день.

Данние вскрития: Легкие несколько увеличени и более шлотии, чем обично. Поверхность гладкая, блестящая со значительним количеством точечних и более крупних сливающихся темносерых образований. Кроме того, в двух-трех местах на поверхности видии яркокрасние пятна свежих кровоизлияний, очевидно, в результате деканитации. Остальные органи без видимих изменений.

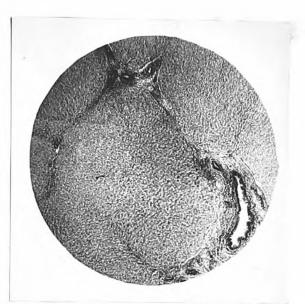


Рис. 2 43. Кролик 2 125/441. Интраксально введено 200 мг конденсата двускием кремния. Срок наблюдения 4 м.23 дня. Окраска гематоксилин-эоэин х 150. Зернистость печеночных клеток и склероз междольковых перегородок.

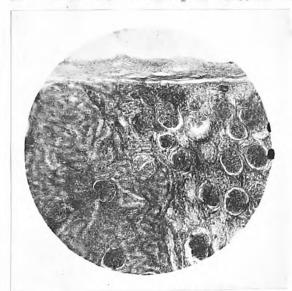


Рис. 2 49. Кролик 2 119/458. Интрахеально введено 200 мг конденсата двускиси кремния. Срок наблюдения 6 м.9 дн. Окраска гематоксилин-эозин х 150. Очаговий склероз в корковом слое почки. Зернистая дистрофия эпителия извитих канальцев.

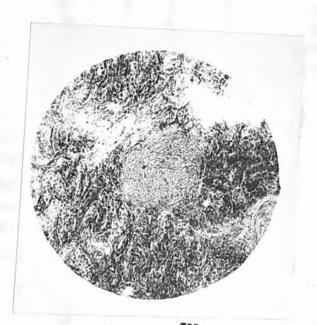


Рис. 25 50. Кролик 25 118/440. Интражевльно введено 200 мг конденсата двускиси кремния. Срок набледения 4 мес. 23 дня. Окраска гематоксилин-эозин х 300. Гиалинизированные узелки в корковом слое почки, склероз интерстициальной ткани.

Гистологическое исследование. В легочной ткани множество узелков различной величини, расположенних как в межуточной ткани, так и периваскулярно и перибронхиально. Узелки бедни клеточними элементами и состоят в основном из густой сети переплетающихся коллагеновых пучков. Клеточние элементи узелков представлени эпителиоидными клетками и фибробластами. В некоторых узелках вследствие гиалинизации почти на всем их протяжении трудно различить контуры отдельных волоком или клеток. При окраске по ван Гизону они гомогенно окравиваются в красный цвет, а при импретнации серебром приобретают яркий коричнево-оранжевый цвет. Реакция на гемосидерин по всему срезу отрицательная.

Многие межальвеолярние перегородки истончени, а альвеоли эмфизематовно расширени. Часть межальвеолярних перегородок, напротив, утолщена за счет расширения капилляров и гистиоцитарной инфильтрации.

В нечени и перипортальных пространствах имеются скопления лимфоидних элементов, а также вернистая дистрофия печеночных клеток. Почки не изменени.

Таким образом, при введении животным конденсата двускиси кремния наблюдались:

- 1) гибель большого количества крис в течение первой недели после введения инли с картиной отека, кровоизлияния и катаррально-геморрагического воспаления в легких;
- 2) развитие в легких узелкових образований с отчетливо вираженними уже к 4,5 месяцам явлениями склероза и даже гиалиноза;
- 3) некробиотические изменения паренхимы, а также разрыстание и склерозирование соединительно-тканевой основи нечени. Очаговая интерстициальная мелкокругло-клеточная инфильтрация в корковом и мозговом веществе почек и очаговый склероз коркового слоя.

Б. Опыты с кварцевой пылью.

В этой серии опытов было использовано 5 кроликом и 5 крис. При вскрытии у них отмечалось некоторое увеличение размеров легких. На розовато-серой их поверхности такке, как и у животных предыдущей серии опытов, можно было заметить округлие, илотные наощунь образования. Но количество их было заметно меньше и они имели несколько более светлый белесоватый оттенок. Почки, печень и селезенка в ряде случаев были увеличены и полнокровни. Кроме того, иногда отмечалась слегка дряблая консистенция и желтоватый оттенок поверхности этих органов.

При гистологическом исследовании в легких вивотних, которим вводилась кварцевая индь, били обнаружени довольно многочисление узелковие образования. Однако по степени зрелости эти узелки заметно отличались от тех, что имелись у вивотних, подвергавшихся воздействию инди конденсированной двуокиси кремния. При сроках наблюдения за вивотники в 4,5 и в 6,0 месяцев большиство узелков имели еще преимущественно клеточное строение. В основном они состояли из пилевых клеток и гистиоцитов, отграниченних от окружающей ткани лимфоцитарними элементами. (Рис. 200 51 и 52).

Особенно рельефно разница в степени вираженности явлений склерозирования узелках у животних данной и предидущей серии опытов выявлялась на препаратах, обработанных методом серебрения.

у кроликов через 4,5 месяца после введения кварца строма силикотических узелков состояла из немной сеточки тонких
аргирофильных волоконец (рис. 53). Через 6,5 месяцев после
введения, развитие процесса сказалось в основном лишь в увеличении количества аргирофильных волоконец в строме узелков.
Образование коллагеновых пучков еще только намечалось кое-где
по периферии узелков.

Криси в этой серии опитов не обнаруживали более развитих процессов склерозирования по сравнению с кроликами. И в 6,0 месяцев строма силикотических узелков у них состояла из одних тонких аргирофильных волоконец. (РИС. 19 54).

вместе с тем, следует отметить, что у животных, подвергавшихся воздействив ныли кварца, наблюдалось более распростра-

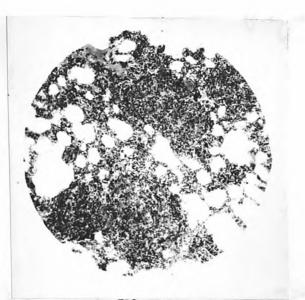


Рис. В 51. Кролик В 114/438. Интраксально введено 200 мг кварцевой пыли. Срок наблюдения 4 мес. 25 дней. Окраска гематоксилин — эозин х 150. "Молодне" еще по преимуществу клеточние узелковие образования.

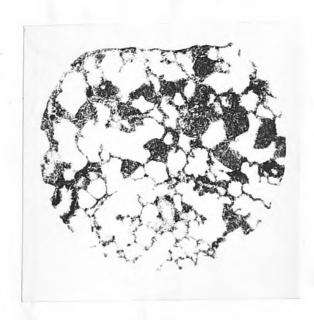


Рис. В 52. Криса В 18/432. Интраксально введено 50 мг кварцевой пили. Срок наблюдения 4 мес. 16 дней. Окраска гематоксилин — эозин х 100. Групна "молодих" клеточних узелков.

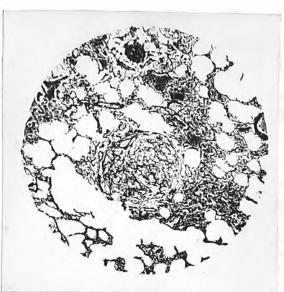


Рис. В 53. Кролик В 114/438. Митраксально введено 200 мг кварцевой пили. Срои наблюдения 4 мес. 25 дней. Метод серебрения х 150. Строма "молодого" силикотического узелка из сети аргирофильних волоконец. Последние в заметном количестве находятся также в утолщенных межальвеолярных перегородках.

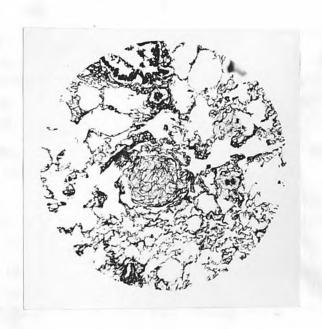


Рис. В 54. Криса В 14/465. Интрахеально введено 50 мг кварцевой имли. Срок наблюдения 6 мес. 2 дня. метод серебрения х 150. Нежная аргирофильная строма узелка.

ненное образование аргирофильных волокон в утолщенных межальвеолярных перегородках, чем у животных предшествующей серии. Обширнее были также и участки перибронхиальной и периваскулярной инфильтрации.

В данной серии опетов, как и в предидущей, далеко не все узелки били однороднеми. По своему строение, по степени зрелости они довольно сильно отличались друг от друга. Это различие отмечалось не только у разних животних, но и у одного и того же животного, часто даже в одном поле зрения (рис. В 55). На препаратах встречались узелки, обедневние клеточинии элементами. При окраске по ван Гизону в них обнаруживалось значительное количество коллагенових волокон. Правда, подобние узелки с клеточно-волокиистой структурой, преобладавшие в первой серии опитов, у животних, подвергавшихся воздействию кварцевой пыли, били единичними. Тем не менее, наличие их свидетельствует о том, что и в данной сории опитов в легочной ткани развиваются в конечном счете необратимне силикотические узелковне изменения.

Регрессивние изменения в узелках вивотних кварцевой серии также имели место, но развивались они (особенно у кроликов), в основном, не по типу гиалиноза, а по типу некроза. Некроз начинался с центра узелков и в некоторых случаях за-хвативал ик почти целиком (рис. № 56).

Гистологическая обработка других внутренних органов животных этой серии не проводилась.

Для иллистрации изменений, происходящих в легочной ткани под влиянием однократного интратрахеального введения взвеси кварцевой пыли, приводим два протокола.

криса Л 18/432. Вес 150 г 4. XII. 52г. интратражевльно введено 50 мг кварцевой ныли в 1 мл физиологического раствора. Декапитация 20.1У. 53г. Длительность наблюдения 4 мес. 16 дней.

Данние вскрития. Легкие обичних размеров, воздушин. Поверхность их блестящая, гладкая, розовато-серого цвета. Местами но ней рассеяни белесоватие мелкие образования округлой и витянутой форми.

Печень увеличена, на передней поверхности видни инкапсулированные глисти. Селезенка также несколько увеличена. Сосуды мозга переполнени кровыв. Остальные органы без види-

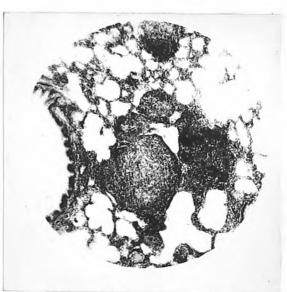


Рис. № 55. Кролик № 116/461. Интраксально введено 200 мг кварцевой выли. Срок наблюдения 6 мес. 11 дней. Окраска гематоксилин — эозин х 150. Группа узелков различной степени эрелости. Большой узелок имеет клеточно-волокнистую структуру.

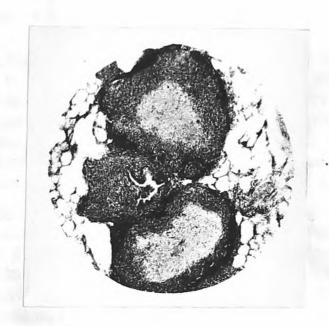


Рис. В 56. Кролик В 115/454. Интражельно введено 200 мг кварцевой имли. Срок наблюдения 6 мес. 11 дней. Окраска по ван-Гизону к 150. Силикотические узелки с некрозом в центре.

мых изменений.

Тистологическое исследование. В легких имеется значительное количество мелких узелков, кое-где сливающихся в конгломерати. Узелки имеют преимущественно клеточное строение (моноцити, гистиоцити, лимфоидние и витянутие клетки), но вокруг двух-трех из них выявляются нежние фуксинофильние волоконца. Периваскулярная и, особенно, перибронхиальная ткань сильно инфильтрирована мелко-круглоклеточними элементами. Перибронхиальные фолликулы гипертрофировани. На значительних участках легочной ткани межальвеолярние перегородки утолщены за счет диффузной инфильтрации гистиоцитарными элементами. Наряду с этим имеются группы растянутих альвеол, отграниченних истончениями перегородками. В части узелков, а также около них можно заметить скопление мелкой желтоватой пили. Большей частью она расположена внутриклеточно, но имеются и внеклеточно лежащие пилинки.

<u>Кролик № 115/454.</u> Вес 2900 г.26.К1.52г.интратрахеально введено 200 мг кварцевой пыли в 1 мл физиологического раствора.Декапитация 6.У1.53г.Длительность наблюдения 6 мес. 11 дней.

Данане всерния. Легкие немного увеличени. По краям имевтся участки эмфиземи. Остальная ткань несколько илотнее обичной. Поверхность блестящая, серовато-розовая. В правой никней доле веделяются немногочисление, частично сливающиеся между собой белесоватие образования. На поверхности разреза также обнаруживаются белесоватие очажки. Почки и селезенка увеличени. Остальние органи без видимих изменений.

Гистологическое исследование. В легочной ткани имеются многочисленне узелки ночти одинакового размера, но различной стадии эрелости. В одних узелках наряду с большим количеством нилевых клеток встречаются гистиоциты и лимфоиднне элементи, а но периферии узелков имеются сконления мелких круглых клеток. В других узелках клеточных элементов меньве. В центре у них намечается просветление вследствие распада клеток, а по периферии выявляются фуксинофильные волоконца. В нескольких узелках уже кмеется картина леного некроза
с сохранением редких крупних макрофагальных клеток. Немногочисленные золотистие пилевие частици более отчетливо замет-

ни в узелках, более бедних клеточными элементами. Изменения межальнеолярных перегородок относительно невелики и закличаются в их утолщении на ограниченных участках легкого. Перибронхиальная ткань значительно инфильтрирована круглоклеточными элементами.

Для данной серии опитов особенно карактерии:

- 1) развитие в легких у вивотных силикотических узелков преимущественно клеточного состава, но в отдельных случаях также и с начальными явлениями склерозирования.
- 2) Диффузная инфильтрация пилевими клетками межуточной ткани легкого.

В. Опыты с пинью технически чистого кремния.

В этой серии опитов также, как и в предидущей, било использовано 5 кроликов и 5 крис.

На вскритии у этих мивотних легкие обично били нормальной величини, воздушни и только в двух случаях немного увеличени и слегка плотновати. Поверхность дегких блестящая, гладкая, бледнорозового цвета. Кроме наблюдавшихся несколько раз яркокрасных изтен свемих кровоизлияний, связанных с декапитацией, никаких других патологических изменений на поверхности легких не отмечалось. На разрезах легкого в различных долях наблюдалось небольшое количество неравномерно расположенных черных вкраплений.

Почки и печень в ряде случаев били увеличени и застойно полнокровии. В одном случае отмечена типичная картина умускатной" печени. Наблюдалась также более дряблая, чем в норме, консистенция этих органов, особенно почек, и желтоватая окраска их новерхности.

При гистологическом исследовании органов кроликов и крыс, подвергавшихся воздействию имли технически чистого кремния, в легких били отмечены изменения, весьма отличные от тех, что наблюданись у животных двух предшествующих серий.

У всех животных этой серии в легних имелись округлой формы очаги черного пигмента, давщего отрицательную реакцию на гематосидерин. Следовательно, эти очаги не являлись скоплениями мелевосодержащего пигмента. Они не были также и формалиновыми осадками, во-первых, потому что последние сравнительно

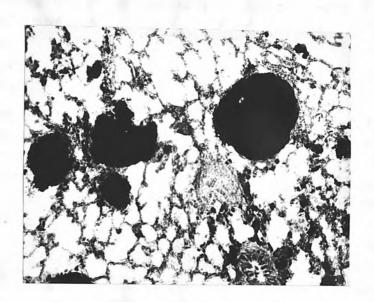


Рис. № 57. Кролик № 109/436. Интратрамеально введено 200 мл пнли кремния. Срок наблюдения 4 мес. 25 дней. Окраска гематоксилин-эрзин х 150. Крупние инлевие очажки без заметной клеточной реакции со сторони окружающий легочной ткани.

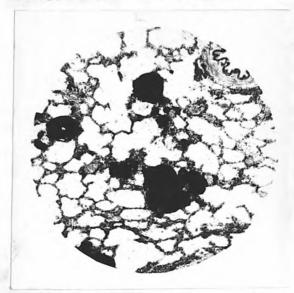


Рис. Б 58. Кролик В 112/491. Интратрамерано введено 200 мл пнли времния. Срок наблюдения 4 мес. 1 день. Окраска гематоксилин-эозин х 150. Крупние пнленне очажи без заметной клеточной реакции со стороны окружающей легочной ткани.

редки; во-вторих, нотому что в этом случае они наблюдались би и на одновременно обрабативавщихся срезях остальных серий. Вместе с тем, пыль технически чистого кремния черного цвета. Все это говорит за то, что очаги черного пигмента в легких животных данной серии являююсь пылевими скоплениями (рис. МИ 57 и 58).

На препаратах можно было видеть, что почти весь черный пигмент располагался внутри пылевых клеток. Свободних пылевых частиц было очень мало. Пылевые клетки были набити пылинками до отказа и лишь в немногих из них с большим трудом удавалось различить ядро. Очевидно, пыль кремния так же, как пыль угля и велеза, вызнвает активный фагоцитоз. Нагруженные частицами кремния пылевые клетки, группируясь вместе, образовали в конечном счете описанные выше крупные пылевые очатку довольно часто очаги имели настолько компактное строение, что нельзя было решить, образовани ли они из внеклеточно лекащих пылинок, собранных в большие "глыбки", или являются скоплением перегруженных пылевых клеток.

Чрезвичайно карактерним для опитов с пилью кремния является почти полное отсутствие реакции отграничения инлевих очажков от окружающей легочной ткани. По периферии очажков не видно сколько-нибудь значительной реактивной пролиферии клеточних элементов. Вместе с тем, в легких этих мивотных, особенно убитих через 6,5 месяцев, отмечается значительное диффузное утолщение межальвеолярних перегородок, инфильтрация перибронжиальной и периваскулярной соединительной ткани, гиперплазия перибронжиальных лимфатических узлов. Однако все эти изменения наблидаются обычно не в окружности пилевих очажков. Создается впечатление, что они как би не связани непосредственно с пилевими частицами (рис. МАР 60 и 61).

на рис. № 61, на препарате легких кролика через 6,5 месяцев после введения кремкия, кроме диффузного утолщения межальвеолярних нерегородок, видно также два очажка. Один из них представляет собой типичний для данной серии пилевой очажок — большое компактное скопление до отказа нагруженних частицами кремния пилевих клеток без заметной клеточной реакции со сторони интерстиция; другой же является едва ли

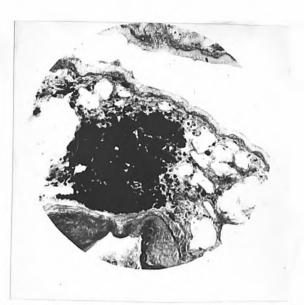


Рис. № 59. Кролик № 108/435. Интратрахеально введено 200 мл инли кремния. Срок наблюдения 4 мес. 25 дней. Окраска гематоксилин-эозин х 600. Образование инлевого очажка из пилевих клеток с многочис-ленними частичками кремния.

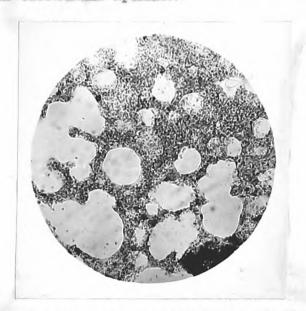


Рис. В 60. Криса в 10/469. Интратражельно введено 50 мл ныли кремния. Срок наблюдения 6 мес. 3 дня. Окраска гематоксилин-эозин к 600. Инфильтрация межальвеолярных перегородок.

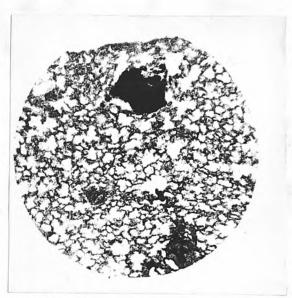


Рис. В 61. Кролик В 110/458. Интратрахеально введено 200 ил инли кремния. Срок наблюдения 6 мес. 11 дней. Окраска гематоксилин-эозин к 70. Распространенный межуточный процесс. Пилевой очажок под плеврой и клеточный очажок в глубине тканей (у самого края микро-фотографии).

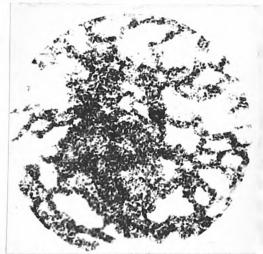


Рис. В 62. Кролик В 110/453. Интратражельно введено 200 мл пнли кремния. Срок наблюдения 6 мес. 11 дней. Окраска гематоксилин -эозин х 600. Тот же клеточний очажок, что и на рис. В 61, но под большим увеличением.

не единственним во всей этой серии клеточним очажком. При больном увеличении (рис. № 62-1) в этом очажке не видно ни пилинок, ни пилевих клеток.

Такой очанок, являющийся исключением, только подтверждает общее правило: никаких узелкових образований, аналогичних наблюдаемым рядом авторов при экспериментальном силикозе, в легких животних, подвергавшихся воздействию пыли кремния, не наблюдалось.

В печени и почках вивотных, подвергавшихся воздействию пыли кремния, были обнаружени, как в первой серии опитов, дистрофические изменения паренхиматозных клеток, а также инфильтрация и склерозирование соединительно-тканевой основи органов. (Рис. ММ 63 и 64).

Ниже приводятся два протокола из этой серии опитов.

Кродик № 109/436. Вес 2750г. 26.X1-52г.интратражевльно введено 200 мг инли кремния в 1 мл физиологического раствора. Декапитация 21.1У-53г. Длительность наблюдения 4 мес.25 дней.

Данные вскрития. Легкие обичних размеров, воздушни. Поверхность гладкая, блестящая, цвет светлорозовий. На поверхности разреза отмечаются черние вкрапления. Почки слегка увеличени. Капсула снимается легко, слои выражени. Остальние органи без видимих изменений.

Тистологические исследования. В легвих имеются крупные компактные очаговые скопления черной кремневой пыли без заметной клеточной реакции со стороны окружающей интерстициальной ткани. В этих же участках, особенно вокруг бронков, наблюдается значительное количество отдельных пылевых клеток, до отказа нагруженных частичками кремния. В других участках легких имеется диффузное утолщение межальвеолярных перегородок.

В почках очаговая мелкокруглоклеточная инфильтрация в корковом и мозговом слоях, а также набухание и зернистость эпителия извитих канальцев. В некоторих клубочках пролиферация эндотелия, просвет кансули Шумлянского сужен. При окраске по ван Гизону между извитими канальцами выявляются нежние коллагеновне волокна.

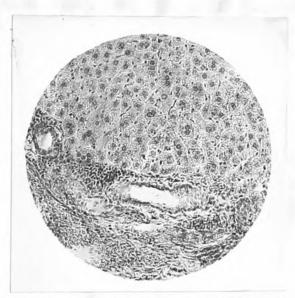


Рис. 16 63. Криса 26 7/472. Интратрамевльно введено 50 мл пили кремния. Срок наблюдения 6 мес. 3 дня. Окраска гематоксилин — эозин к 600. Зернистая дистрофия печеночных клеток и склероз междольковой перегородки.

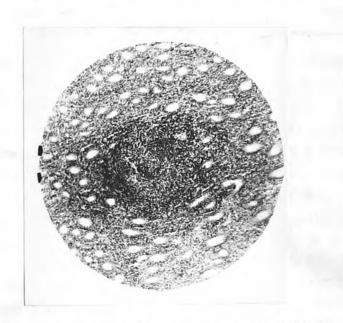


Рис. В 64. Кролик В 109/436. Интратрахеально введено 200 мл пыли кремния. Срок наблюдения 4 мес. 25 дней. Окраска гематоксилин-эозин х 300. Очаговая кругло-клеточная инфильтрация в мозговом слое почки.

В печени - инфильтрация перипортальных пространств лимфоидными элементами, эернистая дистрофия печеночных клеток.

Криса № 10/469.Вес 215 г. З. XII-53г. интратражевльно введено 50 мг инли кремния в 1 мл физиологического раствора.Деканитация 6.У1.53г. Длительность наблюдения 6 мес. 3 дня.

Данине всирития. Легкие и остальные органи без видимих изменений.

<u>Гистодогическое исследование</u>: На фоне почти неизмененной легочной ткани крупние черние пилевне очаги. В других участках диффузное утолщение менальвеолярних перегородок за счет инфильтрации гистиоцитарными элементами.

В печени зернистая дистрофия паренхиматозних клеточних элементов. Незначительная мелкокруглоклеточная инфильтрация перипортальных пространств. Почки без изменений.

Для животных данной серии карактерно:

- 1) наличие в легких больного количества пилевих очанков компактного скопления пилевих клеток, до отказа нагруженных частицами кремния-без заметной клеточной реакции со стороны интерстиция;
- 2) утолдение альвеодярних перегородок, особенно через 6,0 месяцев после введения пили, вне завижимости от месторасположения пилевих очажков;
- з)некробиотические изменения паренхими, разрастание и склерозирование соединительно-тканной основи печени, интерстициальная круглоклеточная инфильтрация, очаговый склероз и зернистая дистрофия эпителия извитик канальцев почек.

В контрольной серии опитов 4 кроликам и 4 крысам вводился физиологический раствор. Как через 4,5 месяца, так и через 6,0 месяцев после введения раствора, макросконически в органах этих вивотних не било заметно каких-лебо изменений. При гистологическом исследовании также, как правило, патологические изменения не обнаруживались. Только у некоторых вивотных на ограничениих участках легочной ткани наблюдалось небольшое утолщение менальвеолярных перегородок за счет инбильтрации, главным образом, гистиоцитарными элементами.

Г. Патоморфологические изменения в центральной нервной система подопетных животных.

"...В жизни сложного организма рефлекс есть существеннейшее и наиболее частое нервное явление. При помощи его устанавливается постоянное, правильное и точное соотношение частей
организма между собой и отношение целого организма к окружарщим условиям" — указывает И.П.Павлов.В соответствии с этим
он считает важним "изучение действия различних веществ на
периферические окончания центростремительных нервов", а также
подчеркивает "необходимость систематического изучения ...влияния веществ на центральную нервную систему — как собрание
центров, узлов различних центробежних нервов" (92).

Работами советских учених давно уже обосновано положение о том, что силикоз является не местным, а общим заболеванием организма (96,61). В последние годы появился ряд исследований, в которых содержатся указания на изменения в нервной системе при силикозе.

Такие материали приводятся в клинических исследованиях Серафимова Б.Н. (112), Девина С.И. (70), Зислина Д.М. (54), Разумова Н.П. и др. (105). На патологоанатомическом материале это установлено Серовым С.Ф./114/ и движковым Н.П. (44). При экспериментальном силикозе исследования нервной системи проводились Серафимовым Б.Н. (113), Ивановой М.Г. (55), Кремневой С.Н. и др. (68).

Нами предпринята попитка проследить морфологические изменения в нентральной нервной системе у части подопитних мивотних: 5 кроликов и 1 криси. Данние о сроках наблюдения и об изменениях, обнаружениях в легких у этих животних, приведени в таблице № 48.

Таблица № 48.

Данные об изменениях в детких у животных, моэг которых подвергся гистологическому исследованив.

188	Ливотное.	Вводив- шаяся шиль.	Срок наблю- дения.	Изменения в легких.
1	Криса В 1/444.	Конденсат двувкиси кремния.	4 мес. 21 д.	Силикотические узелки с явлениями вираженного склероза и значительно- го гиалиноза.

Продолжение таблицы В 48.

IIII	Минотное.	Вводивша- яся пиль.	Срок наб людения.	
2	Кролик № 118/440	Конденсат двускиси коемния.	4 мес. 23 дня.	Силикотические узелки с явлениями выраженно- го склероза и гиали- ноза отдельных пучков соединительной ткани.
3	Кролик # 119/458	~"	6 мес. 9 дней.	Силикотические узелки с явлениями выраженного склероза.
4	Кролик # 124/455		6 мес. 9 дней.	Силикотические узелки с явлениями вераженного склероза и гиалиноза отдельних пучков соеди- нительной ткани.
5	Кролик № 115/454	Пиль кварца.	6 мес. 11 дн.	Силикотические узелки с начальными явлениями склероза и некроза в центре.
6	Кродик № 110/458	Пиль кремния	6 мес. 11 дн.	"Пнлевне очаги".Узел- новых образований нет.

Внявление изменения в центральной нервной системе вивотних сводятся к следующему:

Мягкая мозговая оболочка во всех случаях более или менее утолщена и инфильтрирована (по преимуществу лимфоцитарними элементами). Сосуди, отходящие от нее вглубь мозга, извити, местами спаявшиеся. В ряде случаев их окружают расширенние околососудистие пространства. Иногда отмечаются мельчайшие кровоизлияния без нарушения целостности сосудистой стенки, а также виход белка плазми в вещество мозга. Довольно часто наблюдается пролиферация сосудистого эндотелия. Эпондима обично без особенностей.

в наибольшей степени изменения в мяткой мозговой оболочке и сосудах выражени у кивотных, которым вводилась конденсированная двуокись кремния, и среди них у кролика № 124/455 и у криси № 1/444 (рис. № 65). Менее значительные изменения отмечаются у кролика, которому вводилась пыль кремния (рис. № 66 и еще меньше — у кролика из серии опитов с кварцевой пилью.

Изменения в нервних клетках довольно значительно виражени и представлени двумя различними типами. Встречаются клет-

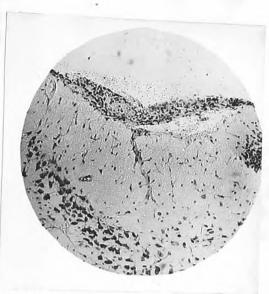


Рис. В 65. Криса В 1/444. Интратраженно введено 50 мр конденсированной двускиси кремния. Срок наблюдения 4 мес. 21день. Окраска по ниселю х 600. Инфильтрация мегкой мозговой оболочки.

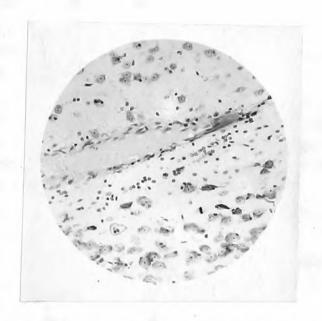


Рис. 266. Кролик 110/453. Интражеально введено 200 мг пыли времния. Срок наблюдения 6 мес. 11 дней. Окрасва по имсслю. Снято с иммерсией. Расмиренний кробеносный сосуд с пролиферированным эндотелием. выход белка и форменных элементов в вещество мозга.

ки в состояния сморщивания. Эти клетки интенсивно гомогенно окраниваются и имеют форму треугольников с заостренинии углами. Кроме того, наблюдаются клетки в состоянии цитолиза. Эти клетки бледни, округии, протоплазма по краям у них плохо контурируется, ядра - набужние. Изменения в нервинк клетках не ограничиваются какой-либо одной областы мозга. Они обнаруживаются в коре больших полушарий, в подкорковых узлах, в пирамидах Амонова рога, в продолговатом мозгу и мозжечке. Участки с преобладанием цитолиза и участки с преобладанием сморщивания обычно чередуртся друг с другом, без каких-либо определения закономерностей. Но иногда все же можно отметить, что сморщивание относительно преобладает в более глубоких слоях кори. Там же чаще встречаются поля запустения. По степени выраженности изменений в нервних клет ках виделяется пролик # 124/455 (из серии опитов с конденсатом SiO_2), у которого главная масса нервных илеток изменена по типу сморщивания. У остальных вивотных эти нарушения выражены приблизительно одинаково (рис. 4 67).

При окраске срезов майской зеленью по способу Снесарева внявляются немногочисление, бедные отростками и, чаще всего, сморщение астроциты.

на препаратах, импрегнированиях серебром по Александровской, наблюдается диффузная пролиферация микротлии, богатой ветвистнии отростками. Кроме того, иногда можно отметить вбливи сосудов крупние гипертрофирование элементи олигодендроглии с одним ветвящимся отростком.

Особенно интенсивная пролиферация микроглии наблюдается у кролика № 124/455 (рис. № 68).

При импрегнации по способу Снесарева внявляется обидьная и очень нежвая аргирофильная зернистость в мукуточном веществе мозга. В нервных клетках наблюдается гомогенизация зернистости в центральных участках и пылевидное ее распределение по периферми.

у всех без исключения животных обнаружены единичные клеточные образования типа милиарной грануломы, состоящие, в основном, из глиальных элементов.

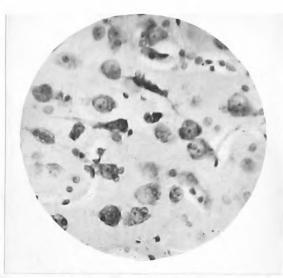


Рис. В 67. Кролик В 115/454. Интратражевльно введено 200 мг кварцевой пыли. Срок наблюдения 6 мес. 11 дней. Окраска во Ниссль. Снято с иммерсией. Цитраиз и сморщивание нервных клеток в коре мозга.

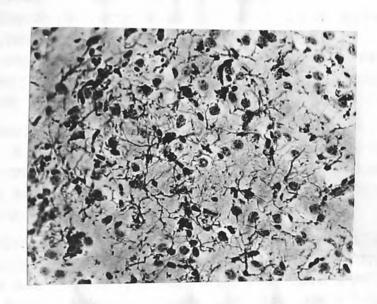


Рис. В 68. Кролик № 124/455. Интратрахеально введено 200 мг конденсированной двуокиси кремния. Срок наблюдения 6 мес. 9 дней. Импрогнация серебром по Александровской к 600. Бурная микроглиальная реакция.

Иногда в состав такой грануломи входит всего по нескольку клеток, тесно прилегающих друг к другу (кролики В 115/454 и В 118/440). У остальных кроликов и крис они представляют собой довольно большое скопление клеточних элементов.

Многие грануломы располагаются вокруг кровеносних сосудов — пролиферация глиальных элементов по ходу сосудов. Однако имеются и такие грануломы, в которых сосудов не эаметно и которые представляются отдельными глиальными узелками (рис 332 69,70).

Таким образом, при гистологическом исследовании мозга животных выявлено: 170:

1) изменения в центральной нервной системе у вивотных носят в значительной мере однотишний карактер. Разница заключается, главним образом, в степени их вираженности.

2) Изменения в центральной нервной системе не имеют системного карактера. Локализация наиболее выраженных нарушений у различных ливотных не одинакова.

3) Изменения в центральной нервной системе выражаются в экс удативно-профиферативных процессах в сосудистом аннарате, дегенеративных нарушениях структыры нервних клеток и реактивном разрастации глиальных элементов. Кроме того, в ткани мозга обнаруживаются глиальные грануломн.

Изменения в центральной нервной системе подопитних животных в общем соответствуют тем нарушениям, которые наблюдали другие авторы, проводившие соответствующие исследования при экспериментальном силикозе (дегенерация нервних клеток, продиферация глиальных элементов).

Особенно большое сходство обнаруживается между ними и наблюдениями Б.Н.Серафимова, работа которого основана на детальном ристологическом исследовании спинного и головно - го мозга 4 сбелих крис и 3 кроликов, запылявшихся в течение трех месяцев кварцевой пылью. Описанние автором изменения в центральной нервной системе характеризованись различними степенями алитерации нервной ткани, реактивным глиозом и нарушением сосудистой сети. Кроме того, у некоторых животных в головном и спинном мозгу были обнаружени глиальные "силикоз-

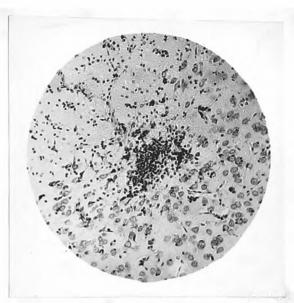


Рис. 269. Криса 2 1/444. Интратрахеально введено 50 мг конденсированной двускием кремния. Срок наблюдения 4 мес. 21 день. Окраска по нисслю к 600. Глиальная гранулома в коро мозга.

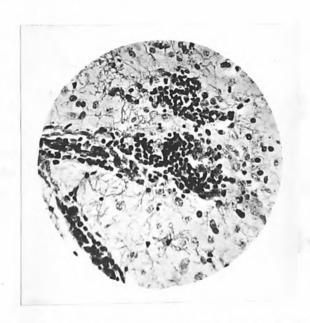


Рис. 20 70. Кролик 3 110/453. Интратрамсально введено 200 мг пили кремния. Срок наблюдения 6 мес. 11 дней. Импрегнация серебром по Александровской и 600. Пролиферация глиальных элементов по коду сосудов не отдельная глиальная гранулома в коре мозга.

ние псевдогрануломы . Последние, по мнению автора, вполне аналогични узелковым образованиям, набледавшимся в легких этих инвотных.

Но как раз эте-то грануломи и заставляют с больвой осторожностью относиться как к результатам намих исследований, так и к материалам Серафимова Б.Н.

Кролики довольно часто болевт спонтанним энцефаломиэлитом. При этом заболевании гистологические изменения виражаются
в инфильтрации околососудистой области одноядерними элементами, в развитии восналительних явлений в моэгових оболочках, а
также в появления гранулом, рассепних в ткани моэга (Сахаров
П.П., Метелкин А.И. и Гудкова Е.И. — 111). На основании одной
только морфологической картини не всегда возможно отдиференцировать спонтанний энцефаломиэлит кроликов от других патологических состояний. Развитие гранулон не накодится в каком-либо соотномении со степенью выраженности отдельных клинических
симитомов заболевания. Следовательно, отсутствие клинических
симитомов заболевания у навих экспериментальных вивотных и у
других вивотных вивария не может еще исключить того, что в
мозгу у них могли бить патологические грануломи, связанные со
спонтанным энцефаломизлитом.

н возбудитель энцефаломиэлита кроликов восприимчиви так-

исходя из всех этих соображений приходится считать, что для признания силикотической природи выявлениих у наших экспериментальных дивотных в центральной нервной системе изменений (гранулом) нет достаточно бесспорных оснований.

3. Обсуждение результатов.

Однократное интратрамеальное введение экспериментальним вивотным вавесей исследуемых пылей вызвало развитие у них в легких и во внутренних органах определенних патологических изменений.

В течение первой недели после введения инли была отмечена гибель больного количества крис, получивших конденсированную двускись кремния. Оставинеся в кивих криси этой серми обнаружили резкую потерю в весе.

Таким образом, изменения, получение в первые дни после введения пыми, указывают на более значительную токсичность конденсированной двускиси кремния по сравнению с кварцевой пилью и пилью чистого кремния. То обстоятельство, что подобная реакция имела место только у крис и не наблюдалась у кроликов, обусловлено в значительной мере количеством введенного вещества. Все крыси в намих опитах получали по 50 мг, а все кролики по 200 мг имии. Средний вес опитной криси разнялся приблиэнтельно 180 гр., а кролика 2750 гр. Таким образом, на один грами веса кролика примодилось 0.073 мг пили, а на один грами веса криси 0.28 мг пыли или в 4 раза больне.Виссте с тем, нельзя асключить значения и видових особенностей вивотных. Так, Островская И.С. (91), изучавная роль металлического алиминия в развитии пневмоконияза и вводивизя животним на вдиницу веса тела разние количества алеминисвого порошка, отметила, что у крыс наблидалась более ранняя и более вираженная реакция, чем у кроликов.

Через 4,5-6,0 месяцев после введения кварцевой пыли и конденсированной двускиси кремния у виротних развивались ка-чественно однородние узелковие изменения легочной ткани. По своему строению они вполне аналотични силикотическим узелкам, описанным рядом авторов, как при экспериментальних исследованиях, так и на секционном материале. (Движков П.П. - 42,44; Помариский Ф.И.И. др. - 101; Баришников А.С. и др. - 5; Гарднер - 143 и т.д.). Однако, явления узелкового фиброза у вивотных, которым вводился конденсат двускиси кремния, били более ввраженными, чем изменения у кивотных, получивших кварцевую пыль. Это обстоятельство также, как и гибель крис в ранние сроки после введения, свидетельствует о большей токсично-

сти и большой силикозоонасности аэрозодя конденсации двуоки-

Нейсахович И.М. (94), Силянская Р.М. (116), Кинг (140) и другие исследователи отмечают, что для развития узелкового процесса с гиалинозом в эксперименте на животных требуется оволо года и более.

Значительно более быстрое развитие силикотического фиброза наблюдала И.П. Тихомирова (121) при интратражевльном введении крисам взвешенной динасовой пыли. В ее опитах резко вираженный гиалиноз узелков имел место уже через три месяца носле введения имли. Таким образом, в данном случае натологический процесс развертивался не только бистрее, чем в наших опитах с кварцевой пильв, но и бистрее, чем в опитах с конденсированной двускисью кремния. Пря оценке этих данних следует. однако учитивать, что Тихомирова Н.П. вводила кривам не по 50, н по 70-76 мг инли, т.е.в полтора раза больше. Темпи же развития сидикотического биброза в болькой степени зависят от количества поступавцей в легине пили. в нашем институте конькова Г.В. (68) изучавная профилактическое действие гидролизата. казенна, вводила крисам по 75 мг жой же самой кварцевой пили. что была использована и в данном исследовании. При этом в контрольной группе, не получавшей гидролизата казеина, силикотический фиороз развивался такими же темнами, как и в опитах тикомировой н.П.

Таким образом, вивод о том, что под влиянием конденсированной двускием кремния наблюдается более быстрое развитие салинотического процесса, чем под влиянием кварцевой пили, не находится в противоречии с литературники данними.

у винотних, подвергавшихся воздействие пили технически чистого кремния, узелкових образований не развивалось. В легких у них обнаруживались империе очаги и некоторое диффузное
утолщение межальнеолярных перегородок. Больше всего изменения
в негких винотних, получивних пиль свосодного кремния, напоминают изменения, наслюдаемнеся Миллером С.В. (81) при запилении
винотних пилью окиси железа, Вальдером А.В. (15) при запилении
каменноугольной пилью и, особенно, Раввинии В.А.И Эньяковой Н.А.
(104) при интратрахеальном введении проликам пили мягких утлей.

Во всех этих исследованиях также наблюдалось образование пелевих очагов и реакция легочной ткани вокруг них била слабо виражена. Следует отметить, однако, что в опитах Раввина В.А. и Эньяковой И.А. скорость освобождения легких от введенной в них угольной инли била больше, чем в третьей серии опитов. Кроме того, в легких кроликов и крис, получивших кремневую пыль, наблюдалось развитие межуточного процесса, особенно через 6 месящев после введения пили, а также значительные патологические изменения в других внутренних органах. Эти особенности заставляют думать, что кремневая пиль является не такой индифферентной для организма, как инль мягких углей.

Вредное влияние исследованних образцов имлей проявилось не только на ткани легкого, но и на других внутренних органах животних.

Однако изменения, наблюдавшиеся в печени и почках экспериментальных животных, не находились в соответствии с развитием фиброзноузелковых изменений в легких.

как у вивотних первой серии, так и у вивотних третьей серии они имяли в общем однотипний карактер, в печени внявлялись дистрофические изменения паренхиматозных клеток и склерозирование соединительно-тканкой основи органа; в почках очаговий интерстициальный круглоклеточный нефрит, очаговый склероз и зернистая дистрофия эпителия извитих канальцев.

в совалению, гистологическое исследование внутренних органов вивотних, получивших кварцевую ныль, не было осуществлено, flootому оценка внявленных изменений может бить дана толь во на основании литературных данных.

по сравнению с легкими, изменения в других внутренних органах при силикозе изучени гораздо меньше.

движнов П.П. описал натогистологические нарушения в желудочно-кишечном тракте и (вместе с Гельфоном А.М.) в верхних дихательних путях (43).

Сведения о поражении внутренних органов при силикозе и силикотуберкулезе имеются также в исследованиях нодова А.И. (87) и серова С.Ф. (114).

Все эти работи виполнени на секционном материале.

ИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВОПРОСУ НАТОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ПРИ СИЛИКОЗЕ СЛЕДУЕТ УКАЗАТЬ НА РАСОТИ Даля М.К.и Ивановой и.Г.

Даль м.к. (40) изучал натологическую знатомию ночек при экспераментальном силекозе кроликов и обнаружил в них ряд существенных натологических изменений, находящихся в изместном нарадлелизме с вираженностью силикотических норажений в легымх. Через 5-7 месяцев заниления в почках набладался менуточний круглоклеточний нефрит, имеющий очаговый карактер, а через 10-15 месяцев к нему присоединялись очаговый склероз и своеобразние гналивовие узелки. Автор считает, что эти узелковые образования имеют силикотическую природу и связани с тем, что почками виводится из организма некоторая часть кремний-содержащих соединений.

Иванова М.Г. (56,57), обобщившая результати обвирных исследований, проведенных на об белых крисах и кроликах, отмечает, что при экспериментальном силикозе изменения во впутренних органах заключались в неравномерно вираженном значительном межуточном гиалинозе, а также мутном набухании и зернистом перерождении влеток в паренхиматозных органах.

помимо этих исследований, имеется также ряд работ, в которых прослежени изменения внутренних органов при интратрахеальном и внутренном введении вивотным коллоидной кремневой кислоти. впервне такие исследования были проведени Гай и Парди (148) на кроликах. Они установили, что при длительном, в течения 1,5 месяцев, введении коллоидной кремневой кислоти у подопитных вивотных развивается цирроз печени, увеличение селезении и интерстициальный нефрит. в дальнейшем эти данные были подтверждени и другими авторами (63).

таким образом, патологические изменения печени и почек наших экспериментальных животних, подвергавшихся воздействию конденсированной двускиси кремния и пыли технически чистого кремния, во многом аналогични тем изменениям, которые, судя по приведенным выше литературным данным, карактерым для воздейомвия кварцевой пыли и коллоидной кремневой кислоты.

последнее обстоятельство заслуживает особого внимания, так как возможно, что именно оно об'ясняет причину сходства патологических изменений во внутренних органах животних первой и третьей серии опитов. Как при введении животним конденсированной двуокиси кремния, так и при введении пили свободного кремния вследствие растворимости пилей в тканевих соках организма имело место образование одной и той же кремневой кислоти, которая, повидимому, и визвала обнаружение патологические изменения.

между же развитием узелкового силикотического процесса в легких и растворимостью исследованных образцов пилей прямой зависимости обнаружено не било. Даже наоборот, результати опитов с интратражеальним введением животным пили свободного кремния, а также данние о растворимости этой пили, заставляют отводить перешедшей в раствор двускием кремния более скромную роль в патогенезе узелкового силикотического фиброза.

Проведенние исследования указивает также на то, что и меканическое травмирующее воздействие пыли не имеет существенного значения в патогенезе силикотического фиброза, так как более виражениие изменения были получени при введении вивотным конденсата $Si\ Q_2$, частици которого имеют очень маленькие размери и правильную сферическую форму. При введении же относительно большей по размеру, острой и угловатой кварцевой пыли силикотический фиброз по был менее развит.

выяснение тех физико-химических свойств свободной двуокиси кремния, которые прямо "ответствении" за развитие узелкового силикотического фиброза при вдихании кремнеземосодержащей пили, следует вести, повидимому, в направлении более детального изучения свойств поверхности пилевих частиц и реакций, происходящих на границе раздела твердой и жидкой фази.

материалы экспериментального исследования подтверждают силикотическую природу пневмокониотических изменений, обнаруженних у плавильщиков премния.

Однаке если сравнить патоморфологические изменения в легких кивотенх, получивших конденсированную двускись кремния, и рентренограмми грудной клетки плавильщиков кремния, то обнарувится значительная развица: силикотические изменения в легких инвотных имеют резко выраженний узелковий характер, в легких же илавильщиков кремния премиущественно отмечаются явления дифпузного пневмосклероза. Эта разница зависит, очевидно, от двух причин:

1)Экспериментальным животным одномоментно вводились большие количества конденсированной двускиси кремния, в то время как рабочие подвергаются хроническому воздействию относительно небольших концентраций двускиси кремния (в среднем около 11 мг/м³).

Количество поступавщей в леткие пили определяет не только темин развития, но, в известной степени, также и карактер возникавщих натологических изменений. Об этом свидетельствуют как
патологоанатомические, так и клинические данние. Так, Серов С.Ф.
(114), описывая патологическую анатомию силикоза, указывает, что
дифрузние склеротические изменения преобладают у лиц, которие
при жизни подвергались воздействию или относительно небольших
концентраций кварцевой пыли или пили с небольшим содержанием
двуокиси кремния. Выраженний узелковий карактер носиле фифроз у
забой щиков горнорудних предприятий, подвергавшием воздействию
массивных концентраций нили с високим содержанием S_i, O₂

Зислин Д.М.и др. (55), обобщая результати ряда периодических медосмотров рабочих меднорудной промишленности, а также меогологиие наблюдения клиники института за характером и темнами развития силикоза у рабочих медных рудников, отметили, что с переходом на мокрое бурение и понижением запиленности воздука горных вырасоток не только значительно снизилась заболеваемость рабочих силикозом, но и изменения на рентгенограммах легиих у заболевших гораздо чаще стали проявляться в виде диффузного, а не узелнового фиброза.

2) экспериментальным животним вводилась ночти чистая конденсированная двускись кремния (Sio_2 – 91,52%). Рабочие же вдихают далеко не чистий аэрозоль конденсации двускиси кремния. Содержание Sio_2 в пили, взвешенной в воздухе рабочей вони плавильщика, колеблется при выполнении различних трудових операций от 21.7 до 57.1%. Остальное представляет собой, в основном, угольную пиль, содержание которой колеблется от 14.0 до 65.5%.

в литературе же приводятся и клинические и экспериментальние данние, свидетельствующие о том, что пиль угля (особенно древесного), окиси железа, а также некоторых других веществ ослабляет вредное влияние на организм пилей, содержащих свободную двужнось кремния. (Демиденко н.М. - 46, Пик Ц.Д. - 98 и др.).

для того, чтобы установить в накой степени правильны оба висказанные предположения целесообразно проведение дополнительных экспериментальных исследований.

TJABA VII-A.

ИНЛЕВОЙ ФАКТОР И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ СИЛИКОЗОМ ПРИ ВЫПЛАВКЕ ФЕРРОСИЛИЦИЯ.

Результаты исследования санитарных условий труда при вышлавке кремния, материали медицинского обследования, занятых в этом производстве рабочих, а также данные экспериментального изучения воздействия пыли конденсированной двуокиси кремния на пивотных приводят к выводу о том, что аэрозоль конденсации двуокиси кремния обладает специфическим действием на организм и при длительном вдихании вызывает развитие силикотической болезним.

Однако электротермический цех, в котором проводились наши исследования, был перебазирован на Урал в годи Великой Отечественной войни и размещен в случайних неприспособлениях помещениях. Аля того, чтобы ответить на вопрос о том, в какой степени реальна опасность заболевания силикозом в электротермических цехах, отвечающих требованиям современного типового строительства, а также при других технологических процессах, связанных с образованием аэрозоля конденсации двуокиси кремния, были проведени дополнительные исследования на челябинском ферросплавном заводе.

исследования выполнялись в двух направлениях: во-первых, определялась запиленность воздуха и содержание пили свободной двужнием кремния в рабочей зоне у печей, выплавляющих ферросилиций и технически чистий кремний; во-вторых, производился медосмотр стажированных рабочих, занятих на плавке кремнистих сплавов.

Процесс получения ферросилиция так же, как и получения кремния, заключается в восстановлении двускиси кремния углеродом. Выплавка ферросилиция осуществляется в таких же шахтних дуговых электрических печах, что и выплавка кремния.

Вместе с тем, производство ферросилиция имеет некоторие технологические особенности, оказивающие определенное влияние на санитарно-гигиенические условия труда.

При виплавке ферросилиция в состав нихти вводится велезо, которое в процессе плавки связивает восстанавливаемий кремний и осаждает его в нечи, виводя из зони реакции.

Присутствие железа в нечи значительно облегчает восстановление кремния. В связи с этим выплавка ферросилиция ведется менее горячо, чем выплавка кремния. Это хороно иллестрируется количеством электроэнергии, необходимой для получения одной тонни продукции. На выплавку одной тонни 45 % -го ферросилиция, расходуется 4400 квт-ч, на одну тонну 75 % -го ферросилиция - 8500 квт-ч, а на одну тонну кремния - 14000 квт-ч. (52).

Различная температура ведения процесса сказывается на величине теплового излучения от электропечей. Так, по приведенным в гл.й данным Дегтева Н.П.и др. (45) на челябинском ферросилавном заводе интенсивность теплового излучения от печи, виплавляющей кремний, имеет такой же порядок величин (от 2,0 до 13,6 кал/см² мин), как и от печей, виплавляющих ферросилиций (от 1,9 до 14,2 кал/см²мин), котя мощность ферросилициевых печей на челябинском ферросилавном заводе, их размерн, и, следовательно, величина излучающей поверхности в 3-5 раз больше, чем у кремневой печи. Виравнивание величини теплового излучения зависит от того, что температура колошника печи, температура отходящих газов и випускаемого из печи продукта у кремневой печи значительно више, чем у печей, виплавляющих ферросилиций.

Связивание кремния железом и более низкая температура ведения процесса приводит также к тому, что при получении ферросилиция испарение кремния из печей значительно меньше, чем при внилавке технически чистого кремния.

По данним Елетина В.П., Павлова D.А., Левина Б.Е. (52) улет кремния в процентах от заданного в печь в виде кремнезема практически составляет при производствес45%-го ферросилиция 4-6%,75%-го ферросилиция 8-12% и технически чистого кремния 15-20 %.

при внилавке ферросилиция нечь работает гораздо более спокойно, чем при внилавке кремния. Это требует менее частой корректировки кода нечи, меньшего количества осадок, менее дробной и частой загрузки шихти.

Такая тяжелая операция, как осадка колошника, которая требует больших физических усилий, в значительной степени статического характера, и проходитири наибольшем облучении, при производстве технически чистого кремния в течение часа по нашим наблюдениям повторяется 5-7 раз, а при производстве ферросилиция, по данным малишевой А.Е. (75) - 1-2 раза.

Общая продолжительность пребывания плавильщиков кремния непосредственно у нечи составляет в среднем около 4 часов (см. табл. № 2 гл. 1), а плавильщиков ферросилиция — 1,5 — 2 часа (Кин-дурашвили Ш.С. — 59).

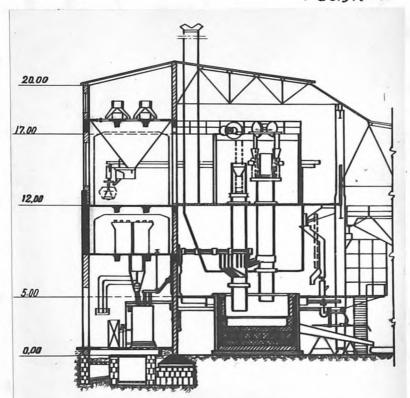
Более спокойная работа нечей при виплавке ферросилиция не требует одновременно пребивания на колошниковой площадке всех плавильщиков-завальщиков. В связи с этим на ферропилавном ваводе плавильщики кремнистих сплавов работают с подсменой: сменяют друг друга через определение промежутки времени. В течение 3-часовой смени нашдий плавильщик 6 часов работает на колошниковой или горновой площадках, а 2 часа занят на подсобних работах вдали от печи или отдихает.

Относительно более легкое протекание процесса восстановления кремния в печи в присутствии келеза дает возможность использовать при выплавке ферросилиция менее качественний восстановитель: металлургический коксик. Металлургический коксик является гораздо более прочним и тяжелим материалом, чем древесний уголь. Йоэтому перемешивание составных частей ферросилициевой шихти осуществляется не вручную лопатами, как при подготовке шихти кремневих печей, а в процессе перемещения и пересипания по системе бункеров и транспортеров.

Таким образом, при прочих равних условиях у плавильников ферросилиция условия труда по многим ноказателям (физическому наприжению, режиму трудового дня и др.) лучие, чем у плавильников кремния.

Скематический разрез электротермического цека ферросилавного завода представлен на рис. № 71

Цех состоит из 3-х пролетов: трансформаторного, нечного и разливочно-остивочного. Центральний печной пролет вириной 15 м и висотой 20 м имеет четире рабочих илощадки, расположение на различном уровне от пола. в первом этаже находится горновая площадка, на отметке 5,0 м — колошниковая площадка, на отметке 12,0 м — площадка наращивания электродов и дозировки шихти и, наконец, на отметке 17,0 м — площадка для механизмов, перемещавших электроди.



Разрез плавильного цеха ферросплавного завода, проходящий через ферросилициевцю печь.

Колошниковая и электродная площадки представляют собой сплошние междуэтажние перекрития, кроме того, на уровне горновой и колошниковой площадок нечной пролет на всем протяжении отделен от соседнего трансформаторного пролета глухой стеной. Поэтому поступление свенего воздука к печам возможно только с торцов здания и через разливочно-остивочний пролет.

над колошником и леткой какдой электропечи установлени вытяжние зонти. Однако в отличие от УАЗ а, они не нарощени подвижными подвесными щитами.

На рабочих местах иланильщиков-завальщиков и горнових имеется приточно-обдувная механическая вентиляция.

Расстояние между осями соседних электропечей, выплавлявщих кременстве сплавы, составляет 20 м. Печа, на которой выплавляется технически чистый кремний, на Челябинском ферросплавном заводе имеет небольшую мощность и размеры. Располагается она не в печном предете, а у наружной стены остывочно-разливочного пролета (на схеме не указана).

Исследования на заводе проводились в колодний период года (март 1953 года).

Учитивая, что ферросилиций является ведущим и наиболее распространенним ферросилавом, проби на запиленность воздуха, в основном, отбирались у нечей, выплавляющих 75%—ний ферросилиций (печи № 11 и № 12). Несколько проб било отобрано также при выплавие силикокальция (печь № 14) и технически чистого кремния (печь № 17).

(Силикональций производится в таких же нактних дугових лишенних свода электропечах, в наких плавится кремний и ферросилиций выплавка силикональция также связана со значительным иснарением восстанавливаемых элементов. Об этом можно судить на основании того, что выход кремния в сплав составляет 75%, а выход нальция 50%. При этом потери ведущих элементов в плак сравнительно не велики).

Кроме того, 4 проби били отобрани в кабине крановщика мостового крана № 12, которий в процессе работи часть времени проводит над печью, виплавляющей кремний.

две проби били взяти на горновой площадке печи, виплавляющей 45% ферросилиций и расположенной в другом (старом) цеке. Эти анализи были сделани для того, чтоби оценить эффективность установленного над леткой этой печи зонта с механической тягой.

содержание свободной двускиси кремния во взвешенной пыли определялось в этих не точках. всего было проведено 38 исследований запыленности воздуха и 13 определений двускиси кремния.

Результати исследования приведени в таблице № 49.

Таблица л 49.

Содержание инли и свободной двускиси кремния в воздухе расочей зони у электропечей (в мг/м³).

MIE	Место отбора проби.	Число иссле- дова- ний.	Содержание пыли			Содержание
nn			мин.	Marc.	Средн.	Si Q2
	Горновая площадка.					
1	Рабочее место горново- го 75%-го ферросилиция у печей ме 11 и 12.	4	29.2	82.0	52.0	25.0; 55.0
2	Рабочее место горново- го 45%-го ферросилиция у печи № 1.	2	5.5	7.2	-	5.6
	Колошнивовая площадка.					
3	Рабочее место плавиль- щика 75%-го берросили- ция у печей АМ 11 и 12: а)при ручной загрузке шихти	8	11.8	20.8	17.5	10.3; 14.6
	б)при механической эзгрузке шихтн	4	14.6	16.6	15.7	9.5
4	Рабочее место плавиль- щика силикокальция у печи № 14	2	11.4	14.7	-	5.6
	Электродная площадка.					
5	на месте наращивания электродов у печей АВ 11 и 12, выплавляющи 75% ферросилиций.	8	20.6	49.0	33.5	_
	Раздивочно-остивочний					
6	пролет. Горновая площадка пе- чи й 17, винлавляющей кремний.	2	33.3	46.9	_	34.7
7	Колошниковая площадка печи, выплавляющей крем	mil. 2	18.0	23.3	-	16.7
8	В кабине крановщика мостового крана 2 12	4	11-1	22.6	17.3	5.3

Из таблице ведно, что на всех рабочих местах и во всех без исключения пробах содержание пели в воздуке веше предельно допустимой концентрации. У вечей, внилавляющих 75%-й ферросилиций, содержание пели превнедло предельно допустимую концентрацию в 6-40 раз; у печи, внилавляющей технически чистий кремний, в в 8-23 раза и у силикональциевой печи в 6-7 раз. На колошниковой илощадке печей, внилавляющих 75%-й ферросилиций, и при ручной и при механической загрузке шихти в печь запиленность воздуха и концентрации в воздуке SiO_2 имеют ночти одинаковий уровень. Это зависит от того, что основным источником пилеобразования здесь являются электропечи, а не операции механического перемещения шихти. Обращает на себя внимание такие то обстоятельство, что концентрации пыли на горновой площадке печей веше, чем на колошниковой. В электротермическом цехе УАЗ*а эти соотношения били обратними.

Процентное содержание свободной двускиси кремния в инли (см. табл. № 48) у нечей, внилавляющих различние ферросилави,
в общем довольно моромо повторяет те же соотношения, которые
наблюдаются в отношении величини улета кремния из этих нечей.
Так, больше всего $S_i O_2$ содержатся во взвешенной пили на рабочих местах плавильников и горнових технически чистого кремния, несколько меньше ее у печей, виплавляющих 75% ферросилиций и еще меньше у печей 45%-го ферросилиция и силикокальция.

Таблица 🕮 50.

Процентное содержание двускиси кремния в пили и сметах. *)

	Место ел бора проби. Виплавляемий сплав.	на горно- вой пло- щадке.	на колошни- ковой пло- щадке.	на электрод- ной плопадке (смети с электродов).
1	Технически чистий кремний (печь # 17)	74.4%	80.9%	_
2	75%-й ферросилиций (печи АВ 11 и 12)	80.0% 62.5%	76.2: 75.4;	90.7
3	45%-й ферросилиций печь № 1)	66.6%	48.4%	-
4	Силикональний (печь 2 14)	-	41.6%	72.0
	+)После прокаливания.			

Это и понятно, так как и процентное содержание свободной двужнием кремния в пыли, выделяющейся от электропечей, и величина испарения кремнистых материалов в процентах от загружаемого в печи кварцита — оба эти показателя находятся в зависимости от характера виплавляемого силава.

концентрации же свободной двускиси кремния в воздухе рабочей зони у различних нечей уже менее отчетливо укладиваются в эти соотношения.

На концентрации двускиси кремния в воздуке расочей зони, кроме карактера сплава, оказывает также влияние и состояние витяжних устройств, размещение печей по цеху, мощность используемых электропечей и т.д.

Сопоставление результатов исследования содержания инли и свободной двускиси кремния в электроплавильных цехах альминиевого и ферросилавного заводов (таб. 2.7л. и табл. 2.50) укавивает на то, что на коломинковой и электродной площадках содержание инли и S_1O_2 несколько внее на первом заводе, а на горновой площадке, наоборот, больше на втором. В общем ме, несмотря на очень большую разницу в габаритах цехов и в плотности размещения производственного оборудования концентрации пили и свободной двускием кремния имеют на этих предприятиях один и тот же порядок величин.

В чем же причина такого совнадения уровня запиленности воздука в собременном имеханизированном плавильном цехе ферросплавного завода и менее совершенном, размещенном в производственних помещениях, не соответствующих технологическому процессу, электротермическом цехе алеминиевого завода?

Причину эту нельзя свести целиком к тому обстоятельству, что на ферросилавном заводе установлени более мощние ферросилициевне нечилечь № 17, виплавляющая технически чистий кремний, имеет мощность меньшур, чем печи на алеминиевом заводе, однако, содержание S_{ℓ} 0₂ в воздухе рабочей зони около нее не ниже, а на горновой площадке даже выше, чем у печей алеминиевого завода.

Основная причина заключается в том, что на ферросилавном заводе менее рационально осуществлени витяжние устройства. В отличие от алеминиевого завода, здесь зонти над коловниками печей не снабжени добавочними подвижними подвесними дитами, которие, с одной сторони, локализурт поток печных газов и повневают эффективность зонтов, как местных отсосов, а с другой сторони, защищают рабочих от лучистого темла. Зонти на ферросилавном заводе имеют многочислениие неплотности. встречаются даже такие коловниковие зонти, диаметр которых меньше диаметра печи.

Особенно наглядно роль рациональних местних отсосов в борьбе с запиленностью воздуха виявляется на горнових площадках печей.

В электроплавильных цехах обоих заводов над летками печей установлени зонти с естественной тягой, однако випуск сплава из печей ведется не в одинаковых условиях.

Так, на алеминиевом заводе випуск из печей расплавленного кремния ведется непреривно. В этих условиях зоити с естественной тягой оказиваются более или менее приемлемими. Вноивание газов из под зоитов наблюдаются только при промите летки.

на ферросплавном не заводе вниуси сплавов из печей осуществляется периодически 7-8 раз в смену. При этом за сравнительно мороткий период времени (10-15 мин.) виделяется большое моличество дима. випуск сплавов ведется к тому же по длинним желобам; изложници расположени не под зонтами, а несколько дальне от печей, в сфере действия мостових кранов. В этих условиях зонти с естественной тягой оказиваются совершенно непригодними, и во время каждой выливки горновне илощадки печей окутиваются спловным облаком дима, поступающе-го также и на колошниковую площадку и на площадку наращивания электродов.

вместе с тем в другом плавильном цехе ферросилавного завода одна из нечей, выплавляющих 45%-й ферросилиций, имеет над леткой нечи местный отсос более удачной конструкции:вытянутый вдоль колоба и с механическим побудителем. Содержание ныли на горновой площадке этой печи гораздо меньше, чем у печей нового цеха. Оно равно 5.5 - 7.2 мг/м³ (табл.м 49).

Из всем приведенных данных витекает следующее важное положение: значительная висота электротермических ферросилавных цехов, даже достигающая таких больших величин, как 20 метров, сама по себе не достаточна для полного удаления печных газов, несущих конденсированную двуокись кремния из рабочей зони производственных помещений. Решающее значение в данном случае приобретает наличие рациональных витяжных устройств над летками и нолошниками электропечей.

Это положение справедливо не только для колодного периода года, когда проводились наши исследования, но также и для теплого периода, о чем свидетельствуют данные дегтева н.П., вознесенского д.н.и др. (113), Свердловского института Охрани труда висположения свои исследования на заводе в летние месяци

несмотря на то, что в период этих исследований цех был максимально раскрит, запиленность воздука на колошниковой площадке оставалась на таком же уровне. (Табл. № 59).

Таблица № 59. Содержание пыли в воздухе в колодний и теплий периоди года.

1849	Место замера.	Теплий период года (Данине Свердл. ин- ститута Охрани тру- да висис) 1947г.)	холодный период года.
1 2	Коловниковая площадко У нечи № 12 при руч- ной загрузне У печи № 17	lane.	15.0 - 20.8 MP/M ⁸

Так как по содержанию пыли в воздухе рабочей зоны санитарно-гигиенические условия труда на ферросилавном заводе оказались в такой ке степени неудовлетворительными, как и на амрминиевом заводе, у плавильщиков кремнистих сплавов можно было окидать развития силикотической болезни.

медицинское обследование рабочих ферросилавного завода проводилось вноорочно. Обследовались плавильщики (завальщики и горновне) кремнистих сплавов и технически чистого кремния, не работавшие ранее на силикоопасних предприятиях и имевшие стаж в своей профессии не менее 6 лет.

Всего било осмотрено 46 человек. В основном это били плавильщики, занятие исключительно или подавляющую часть времени на плавке 75%-го или 45%-го ферросилиция — 39 человек. Плавильщиков технически чистого кремния било осмотрено 6 человек, плавильщиков силикокальция — 1 человек.

все 46 плавильщиков били осмотрени терапевтом в. Н. Семеновой; всем била проведена рентгенография грудной клетки. Анализи крови и мокроти производились виборочно, по показаниям.

Характеристика обследованной группи по возрасту и стаку приведена в таблице № 52.

Таблица № 52. Возраст и стаж обследованных плавильщиков.

CTAE Bospact.	6-10 лет	11-15 лет	16-20 лет	Больше 20 лет	BCero
21 - 30 лет	17	1	-		18
31 - 40 -"-	2	1	1	-	4
41 - 50 -"-	3	3	13	4	23
Старше 50 лет	-	1	***	~	1
BCETO:	22	6	14	4	46

Из таблици видно, что подовина всех обследованиях рабочих имеет возраст от 41 до 50 лет. Следующую по величине возрастную группу составляют навильники 21-30 лет. Наибольнее число обследованиих — 22 чел. имеет стаж в своей профессии от 6 до 10 лет; 14 человек имеет стаж 16-20 лет.

Таким образом, в общей массе обследованних явственно виделяются две группы рабочих. Одну составляют лица, работавшие на заводе еще до Великой Отечественной войни; вторую-рабочие, пришедшие на завод после или в последние годи войни, как правило, через систему трудових резервов.

В результате проведенного осмотра (табл. 53) было внявлено 7 человек больных силикозом 1 стадии, что составляет 15.2% от общего числа обследованных рабочих.

В двух случаях силикоз 1 сочетался с очаговим туберкулезом легких в стадии умеренной инфильтрации.

Кроме того, при осмотре была выделена группа рабочик - 9 человек (19.6%), с подоэрением на силикоз.

Таблица № 53. Результати медицинского осмотра плавильников.

ind nu	Профессия.		Кол-во об- следовану ных рабо- чик.	ИЗ НИЕ больных силико-силико- зом туберку- лезом		Лица с подозре- нием на силикоз.
1	Плавильцики силиция	павильщики ферро-	39	4	1	7
S	Плавильцики кальция	силико-	1	-	-	-
3	Плавильщики	кремния	6	1	1	2
		Bcero:	46	5	2	. 9

Все семь плавильшиков, у которых во время медосмотра на заводе обнаружили силиков, били вызваны в клинику института. Поступило в институт 6 человек; у всех поступивших при клиническом обследовании первоначальный диагнов бил подтвержден.

У пяти рабочих, инавильщиков ферросилиция, и у одного илавильщика технически чистого кремния — бригадира — развитие силикоза связано с воздействием аэрозоля конденсации двускием кремния. У одного же илавильщика кремния нельзя исключить и возможного воздействия инли кварцита в связи с тем, что часть рабочего времени им затрачивалось на дробление кварцита.

Из цяти больних силиковом плавильщиков ферросилиция грое имели стак в своей профессии от 6 до 8 лет, а двое — от 12 до 16 лет,

У одного из двух больных силикозом плавильщиков кремния став был 17 лет, а у другого 18 лет.

Важно отметить, что все плавильщики, заболевшие силикозом в относительно ранние сроки (через 6-8 лет), начали работать на заводе в этой профессии с 16-17 лет. Эти наблюдения находятся в соответствии с исследованиями института по динамике развития силикоза у рабочих меднорудной промишленности, в которых также было установлено, что начало работи в шахте в раннем возрасте является одной из причин более бистрого развития силикоза. (55).

Результати проведенного исследования приводят и виводу о том, что не только внилавка кремния, но и другие электрометаллургические процесси, при которых в воздух рабочих помещений виделяется аэрозоль конденсации двускиси кремния, являются силикозоопасними.

Однако степень силикозоопасности аэрозоля конденсации Sio_2 в различних производствах может бить, очевидно, неодинаковой.

Работами советских физико-химиков (6,28,31 и др.) установлено, что дисперсность и молекулярное строение аэрозоля конденсации двускиси кремния зависят от условий его образования, в первую очередь, от температурного градиента и степени перемещения газовой фази.

Эти условия в различних производствах весьма вариабельни. Поэтому такие важне, с точки эрения оценки его силикозоопасности, свойства аэрозоля конденсации двускиси кремния, как
дисперсность и молекулярное строение, в различних производствах должни онть, очевидно, также не вполне одинаковнии.

Какие существуют зависимости между особенностями технологического процесса, свойствами конденсированной двуокиси кремния и ее способностью визивать при вдихании фиброзине изменения в легких в настоящее время судить еще трудно. Учитивая это, следует считать, что переносить результати настоящей работи на все случаи образования аэрозоля конденсации $S_i^{*}0_2$ и в других не электрометаллургических производствах (например в производстве кварцевого стекла) прекдевременно и требует специальных исследований.

ГЛАВА УШ-я.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОЗДОРОВЛЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ВИПЛАВКЕ КРЕМНИЯ И ФЕРРОСИЛИЦИЯ.

Проведение исследования указивают на необходимость осуществления мероприятий по коренному улучшению условий труда как при виплавке технически чистого кремния, так и при виплавке ферросилиция. Эти мероприятия должни бить накравлени, в первую очередь, по линии рационализации технологического процесса и механизации тяжелих и трудоемких работ. Большое значение имеют санитарно-технические мероприятия, в частности, надлежащая организация воздухообмена в рабочих помещениях и правильная эксплоатация систем механической вентиляции и аэрации. Не малое значение имеют и мероприятия медико-профилактического характера и личной гитичени.

1. Рационализация технологического процесса.

необходимость осуществления мероприятий по рационализации технологического процесса внанвается не только соображениями охрани труда работавщих, но и задачей увеличения вниуска продукции. Обе эти задачи не могут бить полностью разрешени в условиях существующего электротермического цека УАЗ°а с его недостаточными и не соответствующими характеру производственного процесса рабочими помещениями.

в связи с этим возникла необходимость строительства на УАЗ е нового электротермического цеха. Такое строительство создает большие возможности для радикального оздоровления условий труда в производстве технически чистого кремния.

проектное задание к строительству нового цеха разработано Рипроалеминием. на основании детального изучения материалов проектного задания нами было составлено экспертное заключение, в котором предлагался ряд коррективов, наиравлениях к улучшению санитарных условий труда в новом цеже. Эти предложения были в основном, апробировани санитарнотехническим советом Свердловского института гигиени труда и профзаболеваний и в последующем Государственной Санитарной Инспекцией (Постановления ГСИ РСОСР от 24 июля 1952 г. и ГСИ Свердловской области от 28 июля 1953г.) и реализовани Гипроаломинием на дальнейших этапах проектирования.

Строительство нового электротермического цека на УАЗ е начнется в 1955 г. и должно бить завершено в течение бликаших лет.

В период строительства выплавка кремния будет продолматься в существующем цехе. Поэтому возникает необходимость разработки и проведения в нем системы оздоровительных мероприятий, которая позводила бы продолжать работу в старых помещениях до пуска в эксплоатацию нового цеха.

<u>На виктовом дворе</u> основное значение имеет борьба с новишенной заимленностью воздука при дроблении, просеве и транспортировке сирьевих материалов, а также создание нормальних метеорологических условий в колодний период года.

при подготовке кварцита улучивние санитарних условий труда может бить дестигнуто заменой операции сухого грохочения кварцита отмивкой его водой. Такая замена явдиется решавшей в системе оздоровительных мероприятий на этом участке, так как не только уничтожает инльную операцию отсева мелочи, но дает возможность и при дроблении применять достаточно обильное орошение. В настоящее же время орошение при дроблении кварцита мало эффективно, т.к. степень увлажиения лимитируется необходимостью избежать прилинания пили к кусковому метериалу, чтоби не снизить эффективность последующей операции сухого грохочения. Обильное орошение в сочетании с устройством укрития и местной витяжной вентиляцией гарантируют уменьшение запиленности при дробление кварцита до предельно допустимых концентраций (76)

введение отнивки устраняет также пильние операции удаления и транспортировки отсеваемой при суком грохочении мелочи и пили.

Отинека кварцита водой имеет преимущество и с чисто производственной точки эрения, т.к. обеспечивает более полную очистку кварцита от примесей.

Для осуществления отмивки кварцита и гидрообеспыливания при дроблении необходимо виделение этих операций в отапливаемое помещение. В связи с этим рабочие, занятие на данном участке, не будут подвергаться длительному охлаждению в зимний период года, что имеет место в настоящее время, когда все работи ведутся в неотапливаемых помещениях.

При дроблении и просеве древесного угля и нефтекокса гидрообеспыливание не может бить использовано, т.к. увлажнение резко изменяет удельный вес этих материалов и затрудняет их точную дозировку. Поэтому при подготовке древесного угля и нефтекокса улучшение условий труда может бить достигнуто путем механизации погрузочно-транспортных операций и герметивации оборудования.

Для транспортировки древесного угля целесообразно устройство безроликовых герметичных транспортеров, корошо зарекомендоваемих себя в практике фабрик обогащения асбеста. Для удаления пыли, отсевземой при грохочении дробленого угля, следует использовать пневмотранспорт.

Именно такая скема технологического процесса принята по нашей рекомендации в проекте сирьевого отделения нового электротермического цека.

в существующих деревянних помещениях миктового двора проведены мероприятия по механизации подачи кварцита и древесного угля к дробилкам при помощи передвижного транспортера и крана и установлена вторая щековая дробилка большего размера, исключивная предварительное ручное дробление крупних кусков кварцита.

Независимо от строительства нового электротермического цеха, в 1955 году заводом предусматривается сооружение несгораемого помещения сирьевого отделения (замена существующих деревяниих стен на железобетониме). В этом помещении нами

рекомендовано заводу осуществить следующие мероприятия: а)Установить бункери для дробленого угля и нефтекокса с тем, чтоби механизировать погрузку этих материалов в вагонетки;

 б) подачу дробленого угля от грохота в бункери производить с помощью транспортеров;

- в) заменить все транспортеры в отделении подготовки древесного угля и кварцита на герметичние безроликовие;
- г) установить укрития и витяжки от грохота и дробилки древесного угия;
- д) обеспечить удаление угольной инли иневмотранспортом, а кварцитной инли и кромки транспортером; оборудовать для вивоза угольной инли два специальных думикара;
 - е) установить кронбалки для ремонтних работ;
- в)перенести довировку шихтових материалов из плавильного отделения в сырьевое, для чего в последнем установить веси и дополнительние бункеры для дробленого кварцита.

Эти мероприятия согласовани с администрацией завода и будут осуществлени в процессе строительства.

В плавильном отделении среди технологических мероприятий, направлениих на оздоровление условий труда, важнейшее значение имеет механизация операций осадки и загрузки шихти в печь.

меканизация этих процессов имеет также большое экономическое значение, так как позволяет увеличить мощность используемих электропечей, которая в настоящее время ограничивается необходимостью иметь такие размери печей, чтоби можно било вручную подавать вихту в любую часть колошника.

Трудность механизации загрузки и осадки шихти заключается, во-первых, в нервномерном сходе шихти в различных частях колошника печи, в связи с чем приходится производить изопрательную загрузку шихти в различные участки колошника и, во-вторых, в чрезмерно високой температуре печных газов, особенно в период образования газовых "свищей", в связи с чем необходимо специальное водяное охлаждение конструкций, находящихся волизи колошника. Работи в этом направлении ведутся в научно-исследовательских институтах и на заводах нашей страни; уже накошлен положительный опыт, относящийся, однако, пока только к ферросилицевому производству.

Свердловским институтом гигиени труда и профзаболеваний при поддержке Государственной Санитарной Инспекции перед проектирующей организацией была поставлена задача разработать способи механизации загрузки, осадки, а также и перелопачивания шихти применительно к производству технически чистого кремния. В результате в новом электротермическом цеке Гипроальминием запроектирована оригинальная опитная система механизации загрузки печей, выполняющая также и передопачивание
шихтовых материалов. Разработаны два варианта машины для
осадки колошника. Кроме того, в проекте принята такая схема
передвижения шихтовых материалов, которая, независимо от
механизации передопачивания и загрузки их в печи, гарантирует поступление на колошниковую площадку печей только
полностью подготовленной шихти.

В новом цеке предусматривается также автоматизация управления положением электродов, благодаря чему регулирование их на всек печах сможет осуществляться одним человеком. Механезируется внемка слитков премния из изложниц и транспортировка их на остивочную площадку.

механизация внемки слитков кремния из изловниц в 1954 году осуществлена также и в плавильном отделении действующего цеха.

Одной из тяжелых операций обслуживания электропечей является перепуск контактной системы. Хотя эта операций совершается один раз в несколько смен, она требует большого физического напражения, протекает в условиях интенсивной тепловой радиации и высокой температури воздуха, почему и нуждается в обязательной гигиенической рационализации. Вопрос о механизации передвижения контактной системы на электродах касается не только производства кремния и ферросилиция. Он. в значительной мере, является общим для всей электрометаллургии, в настоящее время его нельзя еще считать внолие разрешением. Научная мислы работает в направлении замены меканического крепления токоподводящих контактов на электродах с помощью болтов гидравлическими затворами с дистанционнем управлением.

в производстве ферросилиция центральным инженернотехническим оздоровительным мероприятием является установка подвижных, подвесных задитных экранов и связаниая с ними реорганизация обслуживания коловника нечи через ограниченное число фиксированных проемов. Как ноказивает опит эксплоатации таких экранов на уАЗ'е, они не создают дополнительных трудностей в обслуживании нечей и вместе с тем значительно удучнаот условия труда плавильщиков. Следует только учесть, что больние размери ферросилициевих печей потребуют, очевидно, больного числа рабочих проемов между экранами.

В отделении обработки готовой продукции коренное улучшение условий труда связано также с изменением технологического процесса, в частности, с изменением системы выливки кремния.

в настоящее время виливка кремния осуществляется в угольные изложницы. Если заменить изложницы несольними, подогреваемеми электрическим током миксерами, то при стоянии в них влак должен отделяться от кремния и вследствие своего больного удельного веса оседать на дно миксера. При носледующей осторожной разливке кремния из миксера в небольние формы необходимость очистки слитков готовой продукции от шлака, производимой в настоящее время вручную, будет сведена к минимуму. Это должно привести не только к устранению трудоемких ручних операций очистки кремния от шлака, но и к радикальному обеспыливанию этого процесса.

Нодобное изменение системи выливки кремния может обеспечить также ряд технико-экономических преимуществ:меньшие потери готовой продукции со плаком, лучшую кристаллизацию кремния и т.д.

Этот способ разливки будет испитан еще в действующем электротермическом цехе и в случае положительного результата осуществлен в новом цехе.

в существующем отделении обработки готовой продукции разделка кремния, производившаяся ранее в тесном, не имеющем естественного освещения помещении или непосредственно перед летками печей, перенесена, но нашему предложению, в отдельное помещение бившего карбидного отделения. Для механизации перемещения слитков кремния в нем смонтирован кольцевой монорельс, а для отопления помещения установлени воздушно-тепловне агретать. В технологический процесс отделения кремния от шлака внесени изменения, позволившие ликвидировать наиболее пильную операцию ручного просева мелочи кремния, в настолщее время вся мелочь без предварительного просева и вноорки возвращается в

электронечи для переплавки.

Осуществление всей системи мероприятий технологическото порядка в новом цехе обеспечивает механизацию основных производственных процессов, а также значительное улучшение санитарных условий труда в отношении уменьшения запиленности воздуха и создания более благоприятных метеорологических условий в рабочих номещениях. Осуществление рекомендованных мероприятий в действующем электротермическом цехе также позволило улучшить санитарние условия труда.

2. Санитарно-технические мероприятия.

Наряду с рационализацией технологического процесса для оздоровления условий труда больное значение имеет осуществление ряда санитарно-технических мероприятий.

В производстве технически чистого кремния и ферросилиция большую роль играет надлежащая организация воздухообмена. Правильная организация воздухообмена связана с конструкцией здания и размещением производственного оборудования.

На основании материалов обследования воздухообмена в электротермическом цехе уАЗ'а нами, совместно с заведувщим вентиляционной лабораторией института т.Глушковым л.А., было составлено гигиеническое задание к проектированию вентиляции и отопления в новом электротермическом цехе, в котором были предусмотрени также и требования к конструкции здания. Основные положения этого задания приняти к реализации в проекте нового строительства и сводятся к следующему.

Строительная коробка номещения плавильного отделения должна обеспечивать возможность сквозного проветривания горновой и, особенно, колошниковой площадок, для чего в обеих продольных стенах зданий на соответствующей висоте предусматривается устройство управляемых вентиляционных проемов. На кровне здания устанавливается аэрационный фонарь снабленный ветроотобойными цитами.

— незадуваемой конструкции или

ширина здания должна быть такой, чтобы колошниковая площадка не представляла собой сплошного междуэтажного перекрытия. Площадки для наращивания электродов следует выполнять отдельно для каждой печи, чтобы они также не образовывали сплошного перекрития и била би обеспечена возможность свободного удаления вредних газов и нагретого воздуха через витяжние проемы в фонаре.

Основное производственное оборудование — эдентропечидолжно устанавливаться в один ряд и располагаться непосредственно под аэрационным фонарем. В соответствии с существующими "Правилами безопасности для ферросилавних цехов" (103) расстояние между почами следует иметь не менее 20 метров.

Осуществление перечисленних выше мероприятий создает предпосылки для рациональной организации аэрации в плавильном отделении цеха, что имеет особенно сольшее значение в теплий период года для удаления тепловых избитков.

Определение требования пред'являются также к устрой-

Над колошниками и летками печей должни бить установлени витяжние эсити. Конструкцию эситов над колошниками печей следует сохранить такой же, как в действующем цеке, увеличив, однако, висоту витяжних шахт, чтоби устранить возможность подмешивания печних газов к воздуху, поступающему через приточние проеми. Целесообразно витяжние эсити об'единить боровом, проложенным више эситов и подведенным к общей газоотводящей трубе висотой 70-80 метров.

Так как печние газы содержат значительное количество ными (в среднем 240 мг/м³), то перед выбросом в атмосферу их следует очищать от пыли.

Вся система газоходов должна бить расчитана на такие условия работи, когда на короткое время об'ем удаляемих газов может возрастать в 2-2,5 раза в связи с периодически повторявщейся операцией осадки шихти, сопровождающейся виделением большого количества печних газов.

Особое внимание следует обратить на предотвращение вибивания печних газов в местах прохождения электродов через верхиюю электродную площадку, так как через зазори вокруг электродов печние гази могут в большом количестве поступать в рабочее помещение. Должна бить предусмотрена либо вполне надежная система уплотнения мест прохода электродов через зоит и площадку, либо устройство у каждего электрода кольцевого отсоса по типу, зарекомендовавмему себя в медеплавильной промышленности у шуровочных отверстий обжиговых почей.

Зонти над летками электропечей следует устраивать с механическим побудителем. Об'ем отсоса от зонтов предпочтительно иметь переменний, увеличивающийся в период прожита летки.

На рабочих местах плавильщиков-завальщиков и плавильщиков горнових должно бить предусмотрено воздушное душирование.

Кроме того, для компенсации значительных об'ємов вовдука, удаляємого из плавильного отделения через аэрационный фонарь и зонти над колошниками и летками электронечей, необходимо осуществление общего механического притока воздука. Приточний воздух зимой должен подогреваться и тем самым служить для целей отопления помещения. Подогрев следует вести с таким расчетом, чтоби средняя температура воздука в рабочих номещениях в эминий период года в соответствии с ГОСТ'ом НСП-101-51 была би не ниже + 10°С:

для уменьшения об'єма подогреваемого механического притока следует провести испитание системи подачи части приточного воздука без подогрева, минуя рабочую зону, непосредственно к борту печи на уровне колошниковой площадки.

При проектировании вентилиционних систем должно бить учтено, что большая часть рабочих мест в плавильном отдеденим расположена на коловниковой площадке нечей, т.е. на внесоте 3,5 метров от пода. В свизи с этим необходимо обоснование принимаемого вупроектых градиента повышения температури воздуха но висоте и проведение специального расчета воздухообмена для проверки соответствия метеорологических условий на колошниковой площадке санитарним нормативам.

Отделение дробления и грохочения сирьевих материалов также, как и отделение обработки готовой продукции, должно отапливаться и иметь приточно-витяжную механическую вентиляцию местная витяжная вентиляция должна обеспечивать аспирацию воздука из-под укритий во всех местах перепада пилящих материалов. Перед вибросом в атмосферу отсасиваемий воздух следует очищать от пили. Приточная механическая вентиляция с подогревом наружного воздука в холодний период года должна компенсировать воздух удаляемий витяжними системами. Раздачу приточного воздука следует осуществлять

с возможно малыми скоростями в верхней зоне помещения.

В действующем электротермическом цеке нами была рекомендована и в настоящее время уже смонтирована общая приточная вентиляционная система производительностью 80-85 тисяч кубических метров в час с подогревом и очисткой подаваемого воздука. На электродной площадке вокруг электродов сделани укрития и кольценне отсоси.

Переоборудовани системи наропроводов и калориферов, в результате чего стала возможной эксплоатация обдувающей вектиляции на рабочих местах плавильщиков в колодний период года. В воротах плавильного отделения установлена воздушнотепловая завеса. Проведена перепланировка 1-го этажа плавильного отделения, в результате чего обеспечена возможность сквозного проветривания горновой площадки печи № 3.

на шихтовом дворе смонтирована система механической отсасивающей вентиляции от вновь установлениих дробилки и грохота кварцита.

Дополнительно будет осуществлено наращивание витяених труб от зонтов над колошниками электропечей и монтаж приточной обдувающей вентиляции на рабочих местах печи # 4.В 1955 году из илавильного отделения цеха будет виведена компрессорная и разобраны внутренние стены этого помещения, что обеспечит непосредственный приток наружного воздуха на рабочие места у печи # 4.

Из других санитарно-технических мероприятий следует указать на устройство воздушно-водяних завес в проемах между подвесники экранами колошникових зонтов для защити плавильщиков-завальщиков от излучения в настоящее время завеси устроени у печи и 2. Интенсивность излучения на рабочих местах уменьшалась на 40%. В 1955 году намечено устройство водовоздушных завес улучшенной конструкции и на остальных электронечах.

Специального внимания заслуживает вопрос о санитарнобитових помещениях. В существующем цехе они до последнего времени не отвечали санитарным нормативам ни но площади, ни по оборудованию. Для того, чтоби каким-то образом решить этот вопрос, рабочие шихтового двора и отделения обработки готовой продукции, но нашей рекомендации, были переведени в центральние битовие помещения завода. В электротермическом цехе битовие помещения распирени, нереоборудовани и предоставлени целиком для обслуживания рабочих одного плавильного отделения. Это дало возможность обеспечить в гардеробной раздельное кранение домашней и рабочей одежди, виделить раздевальную и установить достаточное количество рожков в душевих.

В проекте нового цеха предусмотрено строительство битових помещений в полном соответствии с требованиями ГОСТ а НСП-51. Кроме того, в комплексе битових помещений предусмотрено устройство специальной комнати с искусственно охлаждаемими поверхностями стен для более бистрого восстановления торморегуляции у плавильщиков в период отдиха. Как показивают исследования Малишевой А.Е. (74,75), специально изучавшей опит применения радиационного охлаждения для профилактики перегревания организма рабочих, это мероприятие заслуживает положительной оценки и распространения.

З.Индивидуальные защитные приспособления и мероприятия медико-профилактического характера.

Дополнительным профилактическим мероприятием, необходимым как в производстве технически чистого кремния, так и в производстве ферросилиция, является использование индивидуальных защитных приспособлений.

Защита органов дихания от имли на вихтовом дворе и в отделении обработки готовой продукции в настоящее время осуществляется с номощью простейших марлевих новязок. Эффективность таких новязок очень мала, так как они не плотно прилегарт к новерх ности лица, особенно около носа, и дают большой подсос инльного воздуха (123). Рабочих этих отделений следует снабдить клапанными распираторами (типа РН-16 или РН-21), наиболее полно отвечающими гигиеническим требованиям.

Многолетний опыт работи Института по внедрение респираторов на рудниках, асбообогатительных фабриках и других предприятиях показывает, что эффективное использование их возможно только при надлежащим образом организованной респираторной службе, т.е. при наличии определенного втата и помещения, оборудованного приборами для ежедневной проверки респираторов на герметичность и сопротивление диханию. Подобную реснираторную службу необходимо создать и на УАЗ'е, особенно учитывая, что на заводе имеются многочисление группы рабочих, нуждающихся в использовании средств индивидуальной защиты органов дыхания (электродный цех, цех кальцинации и т.д.).

Как временная мера до устройства респираторной, для использования на шихтовом дворе и в отделении обработки готовой продукции может быть рекомендован бесклапанний респиратор — повязка РП-51 Московского института Охрани труда висис (122).

Сложнее обстоит дело с индивидуальной защитой органов дихания у рабочих илавильного отделения, так как в настоящее время нет таких типов фильтрурших респираторов, которие можно било би использовать при сочетании нагревающего микроклимата и тяжелой физической работи.

Значительное увеличение легочной вентиляции, наступавщее в этих условиях, влечет за собой повышение сопротивления фильтров диханив. Кроме того, при обильном потоотделении возникает раздражение коми в местах прилегания маски к лицу. Все это является причиной того, что плавильщики кремния не пользуются средствами индивидуальной защити от пили. Для этих профессий целесообразно испитать подачу чистого воздука в периоди работи у электропечей непосредственно в зону дихания рабочего в виде своеобразной воздужной завеси. Заслуживает проверки в условиях плавильного отделения защитный шлем-маска с принудительной подачей воздуха, разработанный в Ленинградском институте гигиени труда и профзаболеваний (115).

Задита глаз от инди и лучистой энергии. В производстве технически чистого кремния и ферросилиция глаза необходимо защищать от механического воздействия инди и от воздействия лучистой энергии.

Следует отметить, что до последнего времени защита глаз от меканического воздействия пыли ограничивается здесь только теми участвами, где существует опасность травматического повреждения глаз твердыми частицами, отлетающими со значительными скоростями от обрабатываемого предмета, т.е., главным образом, при ручной разбивке слитков кремния. Для

этой цели используются сетчатие очки № 968. Но при анализе заболеваемости с временной утратой трудоспособности повишенние показатели заболеваемости глаз били отмечени не только у рабочих отделения обработки готовой продукции, но и у рабочих шихтового двора, в частности, в отделении подготовки древесного угля, где условий для механического удара глаз пилевими частичками нет, но где частое явление засорение глаз в результате больной запиленности воздуха.

для ващити глаз от ныли следует рекомендовать очки Б 1879 с бемским стенлом или очки Б 1396 1/2.0чки этих конструкций плотно прилегают к лицу, меньше давят на орбити, чем обичные чешуйчатые очки, и не имеют металлических частей, приходящих в соприкосновение с комей лица, почему могут бить использовани в неотапливаемых помещениях в колодний период года.

Защите от воздействия на глаза лучистой энергии подлежат три группи профессий плавильного отделения.

В первур группу относятся плавильщики—завальщики и регулировщик, которым ночти на протяжении всей смени при-кодится следить за состоянием волошника электропечи. Температура колошника и отходящих печних газов большур часть времени не превнявает 1000°С. Излучаются в этот период, главным образом, длинноволновие тепловне лучи. Только во время возникновения газових свищей и осадки колошника температура печних газов вовнявается до 1500—1800°С. В этот период, кроме длинноволнових теплових лучей, имеет место и коротковолновая инфракрасная радиация (с длиной волны от 760 до 1500 миллимикрон).

Яркость лучей видимой части снектра на коловнике электропечи также значительна, что пред являет повышение требования к адаптации глаза особенно в ночное время, когда различие в яркости колошника печи и окружающих рабочего поверхностей особенно велико. Ультрафиолетовне лучи в составе спектра лучистой энергии колошникових газов практически не имеют значения.

Вторая группа профессий включает в себя плавильщиковгорновых и бригадиров-плавильщиков. Этим рабочим приходится вести наблюдение за выливкой кремния, температура которого у летки достигает 1500°С, и периодически провигать леточное отверстие открытой электрической дугой с температурой до 3000°С. Эта группа рабочих, кроме воздействия чрезмерно яркого света и инфракрасной радиации, подвергается воздействию ультрафиолетовых лучей. Длительность провига летки достигает 10-12 мин. Но в период провига имеют место кратковременене перерывы, в связи с чем длительность непрерывного воздействия электрической дуги на глаза не превышает 2-3 минут.

Рабочие 1 и 2-й группы пользуются одинаковыми асбестовыми масками со светоўшльтром ТИС 1 и П класса (но новой номенклатуре ТС₃ 350-500 A и ТС₃ 180-350 A).

Применяемие светофильтри являются целесообразными только для второй группи рабочих. Для плавильщиков-завальщиков и
регулировщиков они обладают слишком малой прозрачностью и
затрудняют наблюдение за колошником. Более рациональными в
данном случае являются кобальтовие стекла "ФИС" (по новой
номенклатуре СС-14) или "НИС" (по новой номенклатуре ТС, и
ТС8); последние меньше искажают цветность рассматриваемих
предметов.

В третью группу профессий, водвергающихся воздействию лучистой энергии, относятся депурвые электрики и слесари, сменные настера и др., работа которых непосредственно не связана с обслуживанием электропечей, но протекает в том же помещении. Обычно в ноле эрения этих рабочих находится не источник излучения, а освещаемие им предметн. Поскольку эти рабочие не пользувтся никакими средствами индивидуальной защити, у них отмечались заболевания электроофтальмией при случайном наблюдении за вольтовой дугой. Для рабочих 3-й группи следует рекомендовать светофильтри ТС1 и ТС8 в оправе № 151 (Пафранова А.С. — 134).

Спенодежда в плавильном отделении защидает рабочих от воздействия интенсивного лучистого тепла и от искр и бризг расплавленного кремния. В остальних отделениях она служит, главним образом, для защите от значительного количества пили и от охлаждения при длительном пребивании в условиях низких температур.

Спецоденда, положенная рабочим электротермического цеха по существующим нормам, не всегда полностью удовлетворяет пред являемим к ней требованиям. Так, плавильщикам-завальшикам и горновым видартся суконний костом, белье, валенки, рукавицы брезентовые и войлочная шляна с асбестовой маской и светобильтром. В зимких условиях суконный костом корошо защищает рабочих как от лучистой энергии и бризг расплавленного кремния, так и от холодних потоков воздуха. Но в летнее время года, при температуре в отделении до 50°С. в суконных куртках остаются, как правило, одни только бригадири, имериме более длительние перериви между рабочими операциями, требующими больного физического напряжения. Завальцики же и горновне работают в одних рубанках, которые илохо запищают и от лучистого тепла и от бризг расплавленного кремния. Для этих профессий спецодежда в теплий и колодини периоди года долени бить различной. На лето плавильщикамзавальщикам и горновим следует видавать клопчато-бумажние костемы с прокладвами на груди, рукавах и передней поверхности брок из рихлой перстяной ткани "металлург" (ОСТ # 38042 m # 38043).

У плавильников-завальников, которие, в отличие от горнових, не подвергаются воздействию открытой электрической дуги, следует испатать такие замену ассестовой маски, очень затрудняющей испарение пота с лица, специальной металлической сетиой с ячейками 0.8 мм и размером 280х300 мм с вставленним на уровне глаз и вигнутим согласно овалу лица светофильтром по типу, разработанному Свердловским институтом охрани труда ВЦСПС для электролизних цехов алиминиевых заводов (118).

Из других профессий цеха, нуждающихся в изменении норм видачи спецодежде, следует указать на ремонтних слесарей, которим к спецодежде, положенной по норме, необходимо добавить дежурние суконние брюки и валенки для проведения горячих ремонтних работ.

на состояние здоровья, устанавливается сокращенный рабочий день и дополнительный отпуск. Постановлением Правительства такие льготи предоставлени рабочим горнорудних предприятий, опасних по заболеваемости силикозом (в породе 10% и более SiO_2), рабочим фарфорово-фаянсовой промышленности и лицам

ряда других профессий, имерцик дело с кварцевой пилью.

С 1953 г. право уменьшать продолжительность рабочего дня и устанавливать дополнительный отпуск в связи с вредними условиями труда предоставлено ВЦСИС по представлению соответствующих Министерств и ЦК профсоюзов.

Материалы данного исследования были направлены нами во все эти организации. В результате 27 ноября 1953г. Секретариатом ВЦСПС было принято постановление № 472 "О сокращенном рабочем дне и дополнительном отпуске для работников, занятых в производстве кристаллического (технически чистого) кремния из кварцита в электротермических цехах".

На основании этого постановления ведущим профессиям кремниевого производства: плавильщикам, бригадарам плавильщиков, щихтовщикам—дозировщикам, регулировщикам, дробильщикам кварцита, рабочим по очистке кремния и начальникам смен-установлен 6-часовой рабочий день и дополнительный отпуск в размере 18 рабочих дней, а дежурные и ремонтные электрики и слесари переведены на 7-часовый рабочий день.

виводы.

1. Ведущие отрасли проминленности — черная и цветная металлургия и маниностроение — широко используют технически чистий кремний и кремнистие ферросилави.

Внилавка кремния производится в откритих шахтных дугових электропечах. Сирьем служит кварцит, древесний уголь и нефтекокс. Подготовка сирьевих материалов, заключающаяся в дроблении их и отсеве мелочи, производится рабочими шихтового двора. Обслуживание электропечей (перелопачивание, загрузка и осадка шихти, провиг и чистка леточного отверстия и т.д.) осуществляется плавильщиками: завальщиками и горновнии. Заключительним этапом производства является механическая очистка кремния от шлака. Она винолияется рабочими отделения обработки готовой продукции.

В связи с недостаточной механизацией технологических процессов, труд рабочих основных профессий, особенно плавильшиков, карактеризуется значительным мишечным напряжением.

Санитарине условия труда в производстве кремния мало освещени в литературе.

2. Изучение условий труда при виплавие кремния показало, что из электропечей испаряется значительное количество кремнистих материалов. В воздухе пари бистро окислявтся до $Si O_2$ и конденсируются в мельчайние твердие частички правильной сферической форми — образуется аэрозоль конденсации двускиси кремния.

Образование аэрозоля конденсации двускией кремния имеет место и при других электрометаллургических процессах: внилавке ферросилиция, силикотермическом получении металлов и т.д., а такке в производстве кварцевого стекла и искусственных абразивов.

литературные данные о влиянии аэрозоля конденсации двуокиси кремния на организм немногочисленны и противоречивы. В то время как у плавильщиков ферросилиция были обнаружени выраженные силикотические изменения в легких, попитки некоторых исследователей получить экспериментальный силикоз вод влиянием пыли конденсированной двускиси кремния не увенчались успехом. З. Содержание пыли в воздухе рабочей зони на горновой площадке печей равняется в среднем 15.0 мг/м³. На колошниковой площадке, на рабочих местах плавильщиков-завальщиков запиленность воздуха в полтора раза внше. На электродной площадке, являющейся местом кратковременного пребивания рабочих во время операции наращивания электродов, средняя концентрация пили достигает 42.6 мг/м³.

Количество пылевих частиц на основних рабочих местах плавильного отделения при исследовании струйным счетчиком и 1 составляет в среднем тисячи пылинок в 1 см³ воздуха, ультрамикроскопом оно определяется десятками тисяч частиц. Таким образом, подавляющее большинство пылевых частиц в воздухе плавильного отделения имерт субмикроскопические размери. Под электуронным микроскопом средний размер пылинок определяется приблизительно в 0.1 микрона.

Результати химического анализа показивают високое содержание двуокиси кременя в пили, взвешенной в воздухе рабочей вони плавильного отделения: от 50.5 до 78.5%. Концентрация двуокиси кремний рабочих местах горнових и завальщиков составляет в среднем 10-11.0 мг/м 3 , на электродной площадке — 30.2 мг/м 3 . Есть также основание предполагать, что при известних условиях в имли морут содержаться и недоокисление компоненти кремния (S_i или S_i 0).

4.В остальних отделениях цеха запиленность воздуха также является основним неблагоприятним фактором производственной среди. На шихтовом дворе содержание инли в воздухе при дреблении и просеве кварцита измеряется десятками мг/м³, при дреблении и просеве угля и нефтекокса — сотнями мг/м³.

В отделении обработки готовой продукции запиленность воздуха при очистке кремния от шлака составляет в среднем 20.2 мг/м³, а при ручном просеве мелочи - 178.5 мг/м³.

Подавляющее большинство пилевии частиц, оседающих на рабочих местах в этих отделениях, имеют размери меньше 5 микрон.

нак на шихтовом дворе, так и в отделении обработки готовой продукции в состав инли входит свободная двуокись кремния. Нри подготовке кварцита содержание S_i ℓ_2 в инли равняется 81.2%, при обработке готовой продукции — 50%. В состав инли отделения обработки готовой продукции входит также чистый кремний. Содержание его во взвешенной пыли достигает 25%.

5. Наряду с високой запиленностью воздуха санитарине условия труда при виплавке кремния характеризуются интенсивним тепловим излучением, составляющим при осадке пихти от 4,5 до 18,5 км/см мин, наличием в воздухе плавильного отделения повишенных концентраций окиси углерода, в 80% всех проб превишающих 0.03 мг/л, и недостаточной механизацией обслуживания электропечей.

интенсивное тепловое облучение в летний период сочетается с высокой температурой воздуха. Исследование физиологических реакций плавильщиков показывает, что летом работа у электропечей связана со значительным напряжением терморегуляторного аппарата.

Зимой, напротив, в плавильном отделении наблюдаются нивкие, даже отрицательные температуры воздуха при повышенной его подвижности.

Длительному воздействию колодини наружних температур подвергаются также рабочие виктового двора, размещенного в неотапливаемых помещениях.

6. Анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности по материалам оперативного учета медсанчасти завода за 1948-1953 годи показал, что у рабочих электротермического цека как по случаям, так и по диям нетрудоспособности она на протяжении всех мести сравниваемых лет више, чем по заводу в целом.

Повышение показатели заболеваемости отмечаются по гринну и катаррам верхних дихательных путей, туберкулезу легких, производственному тразматизму, гнойничковым заболеваниям кожи и подкожной клетчатки, бронхитам, желудочно-кинечним заболеваниям и глазным болезням.

Специальная разработка заболеваемости с временной нетрудоснособностью за три года (1950-1952гг.) показала, что в структуре заболеваемости рабочих электротермического цеха виделяются своим високим удельним весом болезии органов дикания. Заболеваемость илавильщиков кремиия по всем основним формам болезии превишает заболеваемость прочих профессий цеха. Отмеченнее особенности заболеваемости с временной утратой трудоспособности в значительной мере могут бить связани с неблагоприятными санитарными условиями труда в электротермическом цехе, особенно в плавильном отделении.

медицинский осмотр рабочих электротермического цеха, проведенный институтом совместно с медсанчастью завода, выявил значительное число рабочих, больных силикозом и силикотуберкулезом. Особенно больное количество больных (24.5%)
было обнаружено среди плавильщиков. Силикоз 1 стадии был
диагносцирован у них уже при 6-летнем стаже работы в своей
профессии; силикоз й стадии - при стаже работы 9 лет.

7. При однократном интратрахеальном введении крысам и кроликам взреси пыли конденсированной двускиси кремния, а в другой серии опитов — кварцевой пыли через 4.5-6 месяцев у вивотных были обнаружени качественно однородние узелковне изменения легочной ткани. Явления узелкового фиброза у кивотных, которым вводился конденсат двускиси кремния, были более виражени и наступали раньше, чем у животных в опитах с кварцевой пылью. Это обстоятельство, а также закономерная гибель значительного количества крис в ранние сроки после введения конденсата двускиси кремния свидетельствуют о большой токсичности и силикозоонасности аэрозоля конденсации двускиси кремния.

У вивотних, которым вводилась имль кремния, наблюдалось образование в легких инлевих очагов и дифузное утолщение менальвеолярних перегородок. Развития силикотических узелков не отмечалось. Так как кремний не образует в водних растворах иона $S_i^{\pm i}$ при растворении его также, как при растворении кварца и конденсированной S_i^{i} , образуется кремневая кислота. В свизи с этим результати опитов с интратражеальным вредением кивотним имли свободного кремния заставляют отводить более скромную роль перепедшей в раствор двускиси кремния в натогенее узелкового силикотического фиброза.

В.Для решения вопроса о силикозоопасности других технологических процессов, связанних с образованием аэрозоля конденсации двускием кремния, били проведени дополнительные исследования на челябинском ферросплавном заводе. Эти исследования показали, что уровень запиленности воздуха и содержание в пили двускиси кремния на рабочих местах плавильщиков ферросилиция имеют такой же порядок величин, как и в электротермическом цеже алюминиевого завода.

Обследование 46 влавильщиков ферросилиция и технически чистого кремния, имевших стак в своей профессии 6 и более лет, внявило среди них несколько человек, больных силикозом и силикотуберкулезом.

9. Результати проведенных исследований позволили обосновать систему технологических, санитарно-технических и медикопрофилактических мероприятий, необходимых для оздоровления условий труда при виплавно кремния и ферросилиция.

Среди технологических мероприятий основными являются: механизация осадия, загрузки и перелопачивания пихти; замена сухого грохочения дробленного кварцита отмнвкой его водой; изменение системи выливки кремния путем введения миксеров.

10. Санитарно - технические мероприятия в больной мере связани с рациональной организацией воздухообмена. В плавильном отлелении важнейшее значение имеют системи местной естественной и механической витижной вентиляции от электропечей. В теплий период года для борьбы с тепловыми избитками большую роль играет аэрация, эффективное использование которой возможно только при сквозном проветривании колошниковой и горновой площадок. В зимнее время года для предотвращения вривания в цех холодного наружного воздуха основное значение приобретает механическая система общей приточной вентиляции и воздушно-тепловне завеси у ворот. Для борьби с лучистим теплом на рабочих местах плавильшиков, помимо воздуених дуней, существенную роль играет устройство водяних завес в проемах между подвижними. - подвесними экранами на колошниковой площадке печей. на вихтовом дворе и в отделении обработки готовой продукции санитарно-технические мероприятия заключаются, в основном, в аспирации воздука от источников пидеобразования и мест пересынки пыляцик материалов.

В производстве кремния и ферросилиция необходимо также использование индивидуальных средств защити глаз от воздействия лучистой энергии и органов дихания — от пыли. 11.В электротермическом цехе Уральского альминиевого завода коренное оздоровление условий труда связано со строи-тельством нового цеха. В проекте его, прошедшем санитарно-тех-ническую экспертизу в свердловском институте гигиени труда и профзаболеваний, предусматривается реализация рекомендованной системи оздоровительных мероприятий.

Ряд рекомендованных мероприятий (механизация внемки слитков кремния из изложниц, реконструкция систем обдувающей вентиляции, создание системы общего механического притока, устранение наиболее пыльной операции при очистке кремния — ручного просева мелочи и др.) осуществлен в существующем электротермическом цехе.

Рабочие, занятие на виплавке кремния и ферросилиция, должни бить включени в список профессий, подлежащих предварительным и периодическим медицинским осмотрам на силикоз.

материалы обследований послужили основанием для распространения с 1 января 1954 года на ведуще профессии производства технически чистого кремния льгот, аналогичным тем, которые ранее йостановлением Правительства были предоставлены рабочим силикозоопасных предприятий горнорудной промышленности (сокращенный рабочий день и дополнительный отпуск).

ОТИ. 4 ЭЕВ. ЭЕВ. В 1-3 СВЕРДА. МЕДИНСТИТУТ. -"- В 4 В ДЕЛО. НОВ. ВОЛИЧКОВСКИЙ. ОТИ. АНИЦЕНКО. 2/8-55Г.

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Литература на русском языке.

- 1. Алексеева М.В., Андронов Б.Е. и др. Определение вредних веществ в воздухе производст венних помещений. Госкимиздат. М. 1954.
- 2. Алимарин И.П., Зверев В.С.
 Колориметрическое определение малых количеств кремневой кислоты в растворах, минеральных и технических продуктах. Труди института прикладной минералотии. Вип. 63. 1934.
- З.Бабко А.К.и Пилипенко А.Т. Колориметрический анализ. Госкимиздат. 1951.
- 4.Барон Л.И.Профилактика силикоза и антракоза при горних разработках.Углетехиздат.М. 1954.
- 5.Барышников А.С., Неверов Г.А., Удилова Н.Н. Морфологические изменения в легких при экспериментальном силикозе кроликов. Проблемы тубервулеза № 5. 1954.
- 6. Белециий М.С. и Рапопорт М.Б. Исследование низвих окислов кремния. Докл. АН СССР, новая серия, т. 72. В 4,1950.
- 7. Белкин Е.С. Ультрамикроскоп для определения концентрации субмикроскопических частиц пыли. Сборник статей "Борьба с силикозом", вып. 1 изд. АН СССР. М. 1953.
- 8. Беляев А.И., Ранопорт М.Б., Фирсанова Л.А. Электрометаллургия алиминия. Металлургиздат. М. 1953.
- 9.Березова М.К.О методах определения аэрозоля металлов в практике гигиени труда. Новости медицини. Вип. 26. Новое в области промишленного санитарно-химического анализа. Изд. АМН СССР. М. 1952.
- 10. Беркович М.П. Смачиваемость тонкодисперсных пылей. Сверддовский научно-исследовательский институт окрани труда ВЦСПС. Рукопись. 1952.
- 11. Борисенкова Г.В. Экспериментальные исследования по гитиенической карактеристике производственной пыли ферросплавов. Диссертация. М. 1952.
- 12. Ворисенкова Г.В. Опит экспериментального исследования действия на организм пыли ферросилиция. Гигиена и санитария, 5, 1954.
- 13.Бурштейн А.И. Методи исследования аэрозолей.Госмедиздат, УССР, 1934.

- 14. Бродский А.Н. Физическая химия. Госхимиздат. 1948.
- 15. Вальтер А.В. О реакции легочной ткани на кварцевую и каменноугольную пыль (экспериментальное исследование). Труда и материалы Ленинградского мнетитута организации и охраны труда ВЦСПС. Т.УЕ, вни. 1X, Л. 1934.
- 16. Величковский Б.Т. Санитарно-гигиеническое условия труда при плавке кремния и необходимие оздоровительные мероприятия. Тезиси докладов У научной сессии Свердловского научно-исследовательского института гигиени труда и профзаболеваний. Свердловск. 1954.
- 17. Величковский Б.Т. Силикозоопасность аэрозоля конденсации двуокиси кремния в эксперименте. Тезиси докладов У научной сессии Свердловского научноисследовательского института гигиени труда и профазоолеваний. Свердловск. 1954.
- 18. Величковский Б.Т. Экспериментальные исследования токсичности аэрозоля конденсации двускиси кремния. Тезиси докладов научной сессии, посвященной 30-летней деятельности Ленинградского института гигиени труда и профрамолеваний (1924-1954), Ленинград. 1954.
- 19. Величковский Б.Т., Горданова Н.М. Определение воздухообмена и условий вентилящий электротермического цеха УАЗ а. Свердловский научно-исследовательский институт гигиенн труда и профзаболеваний. Рукопись. Свердловск. 1954.
- 20. Величковский Б.Т., Семенова В.Н. Силикоз и его профилактика у рабочих, занятих на электровлавке кремния. Тезиси докладов научной сессии, посвященной 30-летию института ги/гиени труда и профзаболеваний. АМН СССР. Медгиз. М. 1953.
- 21. Вигдорчик Е.А. Задержка аэрозолей при дихании. Труди Ленинградского научно-исследовательского института гигиени труда и профраболеваний. Т. X1. Ленинград. 1948.
- 22. Вигдорчик Е.А. и Павлова М.В.
 Оценка эффективности прибора Оуэнса для определения запиленности. Труди и материали
 ленинградского института организации экономики и охрани труда.Т.У1, вип.УП. ч.1, Л. 1933.

- 23. Вигдорчик Н.А. Методика изучения заболеваемости с потерей трудоспособности. Издание Ленинградского научно- исследовательского института гигиени труда и профзаболеваний. Л. 1948.
- 24. Вигдорчик н. А. Учение о силикозе. Медгиз. 1954.
- 25. Вигдорчик н.А.и Закс Г.А. Анализ заболеваемости на промишленних предприятиях Ленинграда за 1946г. Изд. Ленинградского института гигиени труда и профзаволеваний. Ленинград. 1947.
- 26. Гадаскина М.Д. Методи получения экспериментальных пневмокониозов. В кн. Воспроизведение заболеваний у животных для экспериментально-терапевтических исследований. Медгиз. Л. 1954.
- 27. Гельд И.В. Високотемпературние процесси восстановления. Диссертация докт. УИИ. Свердловск. 1951.
- 28. Гельд П.В. Восстановление кремнекислоты при получении високопроцентного ферросидиция. Доклады АН СССР, том УШ. В 3.1947.
- 29.Гельд П.В.Онись кремния. Сборник УПИ. Высокотемпературные вроцессы восстановления. Металлургиздат. Свердловск-Москва. 1951.
 - 30. Гельд П.В., Буйнов Н.И., Леринман Р.М. Исследование димових налетов окиси кремния при помощи электронного микроскова. Доклади АН СССР. Т.ХУ. В 3. 1951.
 - 31. Гельд П.В.и Леринман Р.М.

 Метадлотермические и некоторые другие процессм. (Сообщение П из области работ по исследование продуктов возгонки из ферросплавных печей). Лурнал прикладной химии. Т. ХХШ, № 11.1950.
 - 32. Генкин С.М. Клиника силикоза. Мэд. центр. института усовер-
 - 33. Гирская Е.Я. Клиническая характеристика профессиональной патологии у рабочих электролизных цехов алюминивого завода. Тезисы докладов научной сессии, посвященной 30-летию института гигиены труда и профраболеваний АМН СССР. Медгиз. М. 1953.
 - 34. Рирская Е.Я. и Непейна Г.К.
 Клиника силикоза у рабочих, занятих на плавке силиция. Свердловский институт гигиени труда и профазиолеваний. Рукопись. 1951.

- 35. Гогибеданвили В.Г. Состояние кардиоваскулярной системы у рабочих горячих цехов ферросилавного завода. Зестафони. Научно-исследовательский институт гигиены труда и профзаболеваний Минэдрава Грузинской ССР. Труды. Т. П. На грузинской язнке. Реферат на русском языке. Тбилиси. 1948.
- 36. Городенская Е.Н.О действии пыли метадлического алиминия на легкие. Труди АМН СССР. Т. хуП. Силикоз. М. 1951.
- 37. Городенская Е.Н. Роль коллондной двускиси кремния в механизме возникновения силикоза. Труда АМН СССР. Т. ХУП. Силикоз. М. 1951.
- 38. Городецкий Г.А. и Нимеринецкая О.М.
 Количественное определение вредних веществ, виделяющихся в воздух при дуговой сварке электродами с качественной обмезкой. Труди и материалы Украинского центрального института гигиени труда и профзаболований. Т. ХХ1У. Харьков. 1940.
- 39. Гусев Н. Колориметрическое определение кремнекислоти в естественных водах по желтому кремнемолибденовому комплексу. Гидрохимические материалы # 12.1941.
- 40.Даль М.К. Патологическая анатомия почек при экспериментальном силикозе кроликов. Трудн и материалы Ленинградского института организации и охрани труда ВЦСПС.Т.УШ, вип. 1X, ч.П.Л. 1934.
- 41. Данишевский С.А. Пылевой фактор в производстве кварцевого стекла В кн. "Аэрозоли на производстве". Ленинградский институт гигиени труда и проф-заболеваний. Ленинград. 1939.
- 42.Движков П.П. О гистогенезе силикотического узелка в легких.Архив патологии.6.1951.
- 43. Движков П.П. Патологические изменения в желудочно-кинечном тракте при силикозе. Труда АМН СССР.Т. ХУП. Силикоз.М. 1951.
- 44.Движков П.П. К патологической анатомии силикоза. Сборник статей "Борьба с силикозом", вни. 1, изд. АН СССР. М. 1953.
- 45.Дегтев Н.П., Вознесенский Д.Н., Кленова З.П., Целкунова Н.В.и Юриалова К.Г. Санитарные карактеристики основных профессий Челябинского завода ферросилавов. Свердловский институт охраны труда ВЦСИС. Рукопись. 1947.

- 46. Демиденко Н.М.О влиянии на организм производственной пили смешанного состава. Гигиена и санитария, № 11.1954.
- 47. Дерягин Б.В. и Власенко Г.Я.
 Поточно-ультрамикрофотометрический метод дисперсного анализа. "Коллоидный журнал". 1951.
 Т. ХШ, вып. 4.
- 48. Директивн X1X с езда Коммунистической нартии Советского Совза по изтому изтилетнему плану развития СССР на 1951-1955 годы. Госполитиздат. 1952.
- 49. Димов А.М. Технический анализ руд и метадлов. Метадлург-
- 50. Евстропьев К.С. и Торопов Н.А. Химия кремния и физическая кимия силикатов. Прометстройиздат. М. 1950.
- 51. Еднерал Ф. П. Электрометаллургия. Металлургиздат. М. 1950.
- 52. Елетин В. П., Павлов Ю. А., Левин Б. Е. Ферросилави. Металлургиздат. М. 1951.
- 53. Житкова А.С. Методика определения вредних газов и наров в воздухе. Оборонгиз. М.-Л. 1939.
- . 54. Зислин Д.М.и др. Функциональная патология органов дихания, кровообращения и крови при силикозе. Сборник статей "Борьба с силикозом", вип. 1, изд. АН СССР.М. 1953.
- 55. Зислин Д.М., Бунимович Г.М., Семенова В.Н.
 Причине развития раннего силикоза и динамика
 прогрессирования силикоза после прекращения
 контакта с пильв. Свердловский институт гигие—
 нн труда и пробзавболеваний. Рукопись. 1952.
- . 56. Иванова М.Г. Патогенез силикоза в эксперименте. Сборник статей "Борьба с силикозом", вып. 1, изд. АН СССР, М. 1953.
 - 57. Иванова М.Г. Материали по патогенезу силикоза в эксперименте, в кн. "Пневмокониоз". Мэд. АН УССР. Киев. 1954.
 - 58. Иванова М.Г., Островская И.С. Алюминоз — новый вид пневмокониоза, В кн. "Пневмокониоз", изд. АН УССР. Киев. 1954.
 - 59. Кинцуранвили П. С. Санитарно-гитивнические условия труда на заводе ферросилавов в Зестафони. Научно-ис-следовательский институт гитивни труда и проф-заболеваний. Министерства Здравоокранения Грузинской ССР. Труди, т. 1. Тоилиси. 1947.

- 60.Кинцурашвили Ш.С.К вопросу о водно-солевом обмене у рабочих горячих цеков. Научно-исследовательский институт гигиены труда и профзаболеваний Минэдрава Грузинской ССР. Труди, т. П на грузинском языке. Реферат на русском языке. Тоилиси. 1948.
- . 61. Ковнацкий М.А. Силиков, как общее заболевание организма. Информационный опллетень. Реферати научных работ института за 1950г. Ленинград. 1951.
 - 62. Козлов П.М. Санитарная статистика. Медгиз. 1949, стр. 190.
- 63. Конькова Г.В. Гистоморфологические и спектрографические исследования органов крис при введений кремневой кислоти и гидролизата казеина. Тезиси докл. научной сессии санитарно-гигиенических институтов и кафедр мединститутов РСФСР. Изд. Минздрава РСФСР. 1953.
 - 64. Красногорская М.Н. Пилевой фактор и опасность сидикоза в производстве искусственных абразивов. Диссертация. Ленинград. 1950.
- . 65. Красногорская М.Н. Силикоз при плавке боксита. Гигиена и санитария "В 10.1951.
 - 66. Красногорская М.Н. Вопроси гигиены труда в производстве прозрачного кварцевого стекла. Ленинградский институт гигиены труда и профзаболеваний. Рукопись. Л. 1953.
 - 67. Красногорская М. Н. Гигиенические условия труда в производстве прозрачного стекла. Информационный быллетены Ленинградского научно-исследовательского института гигиени труда и профзаболеваний. Реферати научных работ за 1952г. Ленинград. 1953.
- 68. Кремнева С.Н., Кулагина Н.К., Санина В.П.

 Функциональное состояние центральной нервной системи, колинэргических реакций и изменение проницаемости кровеносних канилларов при экспериментальном силикозе. Тезиси докладав научной сессии посвященной 30-летней деятельности Ленинградского института гигиени труда и профзаболеваний (1924—1954г.).1954.
 - 69. Куколев Г.В. Химия кремния и бизическая химия силикатов. Промстройиздат. М. 1954.
- 70.Левин С.И.Изменение функционального состояния вегетативной системи при силикозе. Сборник статей "Борьба с силикозом", вип. 1, изд. АН СССР. М. 1953.
 - 71. Левонтин М.А., Баранов Н.Б. К вопросу об оздоровлении электротермического производства металлов, Уральский институт гигиени труда и профзаболеваний. Оздоровление труда и быта. Сборник В 1. Свердловск. М. 1933.

- 72. Лейкин В.Е., Сахарук П.А. Электрометаллургия стали и ферросилавов. Металлургиздат. 1953.
- 73. Максименко М. С. Ферросилиций. Металлург № 2.1932.
- 74. Мальшева А.Е. Применение радиационного охлаждения в профилактике перегревания организма в современном метадлургическом производстве. Тезиси докладов научной сессии, посвященной 30-летию института гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР. Медгиз. М. 1953.
 - 75. Малишева А. Е. Гитиеническая оценка комнати отдыха с колодними поверкностями для плавильщиков завода ферросплавов. Институт гитиени труда и профзаболеваний АМН СССР. Руковись. 1953.
 - 76. Мареев Г.А. Опит оздоровления условий труда в дробильнопомольном отделении динасового завода. Гигиена и санитария: № 6.1959.
 - 77. Маршак М.Е. Метеорологический фактор и гигиена труда. Труды и материалы Государственного научного института охраны труда № 13 (Т.У. выц.П).М-Л. 1931.
- 78. Метод определения содержания нетоксической пыли в воздуке. ГОСТ 5609-50. В кн. "методы определения вредных веществ в воздуке пром. предприятий". М. 1951.
- 79. Метод определения содержания окиси углерода в воздуке.
 ГОСТ 5612-50. В кн. "Методн определения вредных веществ в воздуке пром. предприятий". Стандартгиз. М. 1951.
 - 80. Метод определения содержания сернистого ангидрида в воздуке. ГОСТ 5604-50. В кн. "Методы определения вредных веществ в воздуке пром. предприятий". Стандартгиз. М. 1951.
 - 81. Миллер С.В. Влияние окиси железа при сварке вольтовой дугой на дихательные органы подопитных вивотных. Труда и материалы Украинского центр. института гигиены труда и профзаболеваний. Т. XX1У. Харьков. 1940.
 - 82.Миллер С.В.и Сахновский Я.Д.
 Модификация счетчика пилених частиц Оуэнса.
 Гигиена, безонасность и патология труда № 2.1931.
- « 83. Миллер С.В., Эиссер Э.М.
 Определение численного (микроскопического) дисперсного состава пели. Харьковский институт усовершенствования врачей и Украинский институт гигиенн труда и профзаболеваний. Рукопись. Харьков.
 1940.
 - 84. Морозов А.Л.К вопросу о современном состоянии клиники, патогенеза, лечения силикоза. Сборник статей "Борьба с силикозом". Изд. АН СССР. М. 1953.

- 85. Навроцкий В. К. (ред.). Методы исследований по гигиене труда на производстве. Изд. центр. института усовершествования врачей. Москва. 1953.
- 86. Некрасов Б.В. Курс общей химин. Госхимиздат. М. 1954.
- 87. Нодов А.И. материалы по натологической анатомии силикоза и силикотуберкулеза в медыорудной промишленности Свердловской области. Свердловский институт гигиени труда и профзаболеваний и Свердловский медицинский институт. Рукопись. 1949.
- 88. Номенилатура болезней (четвертий пересмотр). Минэдрав СССР. Медгиз. М. 1953.
- 89. Носков Н.В. Инспекторский актинометр (ЛИОТ). Сборник аннотаций научно-исследовательских работ по оздоровлению условий труда, выполненных институтами охрани труда висис в 1947—1950гг . Вып. и.И. профиздат. 1952.
- 90. Окороков Н.В. Электроплавильные печи. Метадлургиздат. М. 1945.
- 91. Островская И.С. Влияние пыли метадлического алеминия на сидикотический процесс в эксперименте. В кн. "Пневмокониоз", изд. АН УССР. Киев. 1954.
 - 92. Павлов И.П.О неполноте современного бизиологического анализа действия лекарств. Полное собрание сочинений, т.1, стр. 525-529. Изд. АН СССР. М-Л. 1951.
 - 93. Пахомичев Н. Некоторые вопросы методики исследования дисперсности пыли в воздухе. Гигиена и санитария. В 12.1939.
- 94. Пейсахович И.М. Экспериментальный силикоз. Арх. пат. анат. и пат. физиол. Т. 2, вып. 3, 1936.
 - 95. Переносная установка для ультрамикросконии аэрозолей в производственных условиях. Информационное нисьмо ленинградского института гигиени труда и профзаболеваний. Сост. Наганом И. Б. Л. 1950.
- . 96. Петров И.Р. Силикоз, как общее заболевание организма. Гигиена труда и техники безопасности. № 5, 1934.
 - 97. Пик У.Д. Силикоз горнорабочих и его профилактика. Гигиена и санитария. № 12.1946.
 - 98. Пик У.Д. Силиков и его профилактика в горнорудной промиш-
- 99.Плещицер А.Я.К вопросу о диффузнофибротических формах силикоза. Гигиена й санитария. В 5.1952.

- 100. Пиротко М.М. и Шмидт Ю.А. Состояние кремневой кислоти в растворе и методи ее колориметрического определения. Известия АН СССР. Отделение химических наук. № 4.1953.
- 101. Пожариский Ф.И., Толская М.С., Пилова А.П. Патологическая анатомия профессионального силикоза. Арх. патол. # 2.1950.
- 102. Правдин Н.С. Методика малой токсикологии промышленных ядов. Медгиз. 1947 (цит. со стр. 9).
- 103. Правила безопасности для ферросплавних цехов. металлург-
- , 104. Раввин В.А. и Эньякова П.А. Реакция легких на разные види угольной пыли. Сборник статей "Борьба с силикозом", вып. 1. Изд. АН СССР. М. 1953.
- , 105. Разумов Н. П. и др. К вопросу о патогенезе силикоза. Тезиси докл. научной сессии, посвященной 30-летней деятельности Ленинградского института гигиены труда и профзаболеваний (1924-1954). Л. 1954.
 - 1 06. Резник Я.Б. Весо-микрометрическое определение запиленности воздуха методом мембранных фильтров. Гигиена и санитария; № 10.1950.
 - 107. Резолюция П общесовзного совещания по методам измерения запыленности рудничного воздуха (ивнь 1953). Информационное письмо комиссии при АН СССР по борьбе с силикозом В 9 -53 сост. Барон Л. И. М. 1953.
- 108. Ромашев Г. И. Основные принципы и методы определения дисперсного состава промышленных пылей. Изд. Ленинградского института охраны труда ВЦСПС. Ленинград. 1938.
- . 109. Рязанов В. А. Методика изучения пылевого фактора в производстве. Пермь. 1934.
 - 110. Санитарине норми проектирования промишленных предприятий. ГОСТ ИСП 101-51. Стандартгиз. М. 1951.
- . 111. Сахаров Н.П., Метелкин А.И., Гудкова Е.И. Лабораторние животние. Медгиз.М. 1952.
- 112. Серафимов Б.Н. Нервнонсихическая симптоматология при силикове. Вестник Академии наук Казакской ССР № 8. 1947.
- . 113. Серафимов Б.Н. Материалн для изучения экспериментального силикоза у вивотных. Пурнал невропатологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. Т. П., вып. 8. 1952.

- . 114. Серов С.Ф. Патологическая анатомия и патогенев силикова. Здравоохранение Казахстана. В 5.1951.
 - 115. Сидяков П.В. Индивидуальные средства защити с принудительной подачей воздука. Тезиси докладов научной сессии, посвященной 30-летней деятельности Ленинградского института гигиени труда и профзаболеваний. Ленинград. 1954.
- 116. Склянская Р.М. К вопросу о действии кварцевой пыли в экспериментальных условиях. Фармакология и токсикология № 1.1951.
 - 117. Славинский М. П. Физико-химические свойства элементов. Металлургиздат. М. 1952.
 - 118. Соболев Л.А. Снецоденда для рабочих при электролизе адыминия В кн. "Сборник аннотаций научно-исследовительских работ по оздоровлению условий труда, выполненных институтами охрани труда ВЦСПС в 1950-1951 годах. Вни. З. Профиздат. 1952.
 - 119. Старков П.С. Методика определения свободной двускиси кремния в пылях медносульфидных и асбестовых руд. Тезиси докладов на совещании по промишленно-санитарной кимии 19-22 октября 1954г. Изд. института гигиени труда и профзаболеваний АМН СССР. М. 1954.
- . 120. Старков П. С. Раздельное определение $S_i \theta_2, S_i \theta$ и S_i в пылях. Свердловск. Институт гигиени труда и профзаболеваний. Рукопись. 1954.
 - 121. Тихомирова Н.П. Сравнительное исследование действия на животный организм пили динаса, шамота и цемента при интратрахеальном введении их взвесей. Трудн АМН СССР, т. хуп. Силикоз.М. 1951.
- . 122. Торонов С.А. Защита органов дихания на производстве. Проф-
 - 123. Торонов С.А., Кабаров П.Г. Индивидуальные защитные приспособления. В кн. "Пособие по практической работе технических инспекторов ЦК Профсовзов". Профиздат. М. 1950.
- 124. Торский И.Н. Борьба с рудничной пылью. Металлургиздат. М. 1951.
 - 125. Троц А.В. и Максименко М.С.

 К вопросу изучения высокопроцентного ферросилиция. Курнал прикл. химии, вып. 21, В 7.1948.
 - 126. Уайтлоу-Грей и Потерсон. Дни. Исследование в области аэродисперсных систем. Перевод с англ. под ред. н. А. фукса. Госкимиздат. 1934.

- 127. Фример А.И. и Пупко С.Л.
 Методи исследования в электронной микроскопии.
 Заводская лаборатория № 1947.
- , 128. Хоцянов Л. К. Гигиена труда в машиностроительной промишленности. Ч. 2. Горячие цехи. Изд. АМН СССР. И. 1947.
- 129. Хоцянов Л.К.Основные вопросы методики анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности. Гигиена и санитария. № 1.1953.
 - 130. Хоцянов Л.К., Амморейская А.И.
 Методические указания по проведению учета, разработки и анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности. Медгиз. М. 1954.
- 131. Кухрина Е.В. Современные методы исследования запыленности воздуха и обыт их экспериментальной проверки. Гигиена и санитария, № 12.1939.
- . 132. Хухрина Е.В. и Воронцова Е.М.

 Сравнительная оценка различных методов определения запыленности воздуха. Тевиси докладов научной сессии, посвященной 30-летию института гитиени труда и профзаболеваний АМН СССР. Медгиз. М. 1953.
 - 133. Шаклеин И.А. Заболеваемость туберкулезом и пневмокониозом у шахтеров калатинских медных рудников Свердловской области. Трудн научно-исследовательских институтов Обладравотдела. Сборник пятий. Свердловск. 1935.
 - 134. Шафранова А.С.Индивидуальная профилактика профессиональних поражений глаза. Медгиз. М. 1954.
- , 135. Нахбазян Г. Х., Плейсман Ф.М.
 Метеорологический комфорт для людей, виполняющих физическую работу средней тяжести. Гигиена и санитария. В 10.1954.
- . 136. Перешевская и.С.О растворимости свосодной двускиси кремния. Труды АМН СССР.Т. ХУП. Силикоз.М. 1951.
- . 137. Шульга А.О. Роль термических факторов в возникновении ангин. Труды и материалы института гигиени труда и профзаболеваний, вып. х "Перегревание". Днепро-петровск. 1940.
 - 138. Щедровицкий Я.С.Отклики на статьи В.П.Ельтина и Б.Е. Левина "Физико-химические основы восстановления кремния при производстве ферросилиция" п.В.Гельда "Восстановление кремнекислоты при по-лучении ферросилиция" и В.П.Ремина "Горновие процессы в ферросилициевой печи". Сталь 26. 1948.

- 139. Эвенс Р.К. Введение в кристадлохимию. Перевод с анг. и дополнения Е.С. Макарова. Госхимиздат. М-Л. 1948.
- . 140.Яновский В.Н.Некоторые вопросы патогенеза и клиника силикоза.Труды 6 Украинского с'езда терапевтов. Киев. 1949.
 - 141. Янумова 3. А.О величинах радиации в горячих цехах. "Гиги-ена и санитария" 2.1958.

2. Литература на иностранних язиках:

- I42. Bruce T. The occurrence of silicosis in the manufacture of silicon Alloys. Journ. of ind. Hyg. and Tox. vol. 19, N 4, 1937.
- 143.Gardner L. Inhalation of quartz dust. Journ. ind. Eyg. 14, 1932.
- 144.Gardner L.C. Evidences of inhibitory action of different minerals upon silies. Journ. inc. Ned. N 7 1938.
- 145 Gardner L. HMT. no Huky (97)
- I46.Goralewsky G. Klinische und tierexperimentelle Studien zur Frage der Aluminiumstaublunge. Arch. Gewerbe Pathol. 9, 1959.
- 147. O ralewsky G. Fur Symptomatologie der Aluminiumstaublunge.
 Arch. Gewerbepathol. und Gewerbebyg., 10, 1940
- 148. Gye and Purdy. The poisoning properties of colloidal silics. Brit. Journ. exp. pathol. 3, 75, 1922. s. 5, 238, 1924.
- 149. Jephcott C. Jonston J. Finley. The fune exposure in the manufacture of alumina abresives from bauxite. Journ. of ind. Hyg. and Tox. vol.30, N 3, 1942.
- F ISO. King E. Solubility theory of silicosis (A critical study). Occup. med. vol. 4, N I, 1947.
- aspects of silics. Physiol. Reviews. vol. 18 1932
- . I52. Mavrogordato A. The value of the konimeter South Afr.
 Inst. Med. Res. Public. N I7 Johannesbourg
 1923.
 - 153.Riddell A.R. Contributions by Pr.Gardner to the pathology of bauxite workers lung. Occup. med.
 1947, vol. 4. 1.
 Pecepar B "Furuene u canutapus" 12 4,1949

- , I54. Slavjansky K. Experimentalle Beiträge zur Fneumokoniosialebre. Wirchows Arch. 48, 2, 1869.
 - ISS. Vigliani E. and Mattura C. Diatomaceous earth silicosis. Brit. journ. ind. med. vol.5, 1 3, 1948.
 - 156. Vorwald A.J. La preumoconiose occasionnée par la terre d'infuscires. Arch. malad.profess.
 Tome 9, N 6, 1948.