

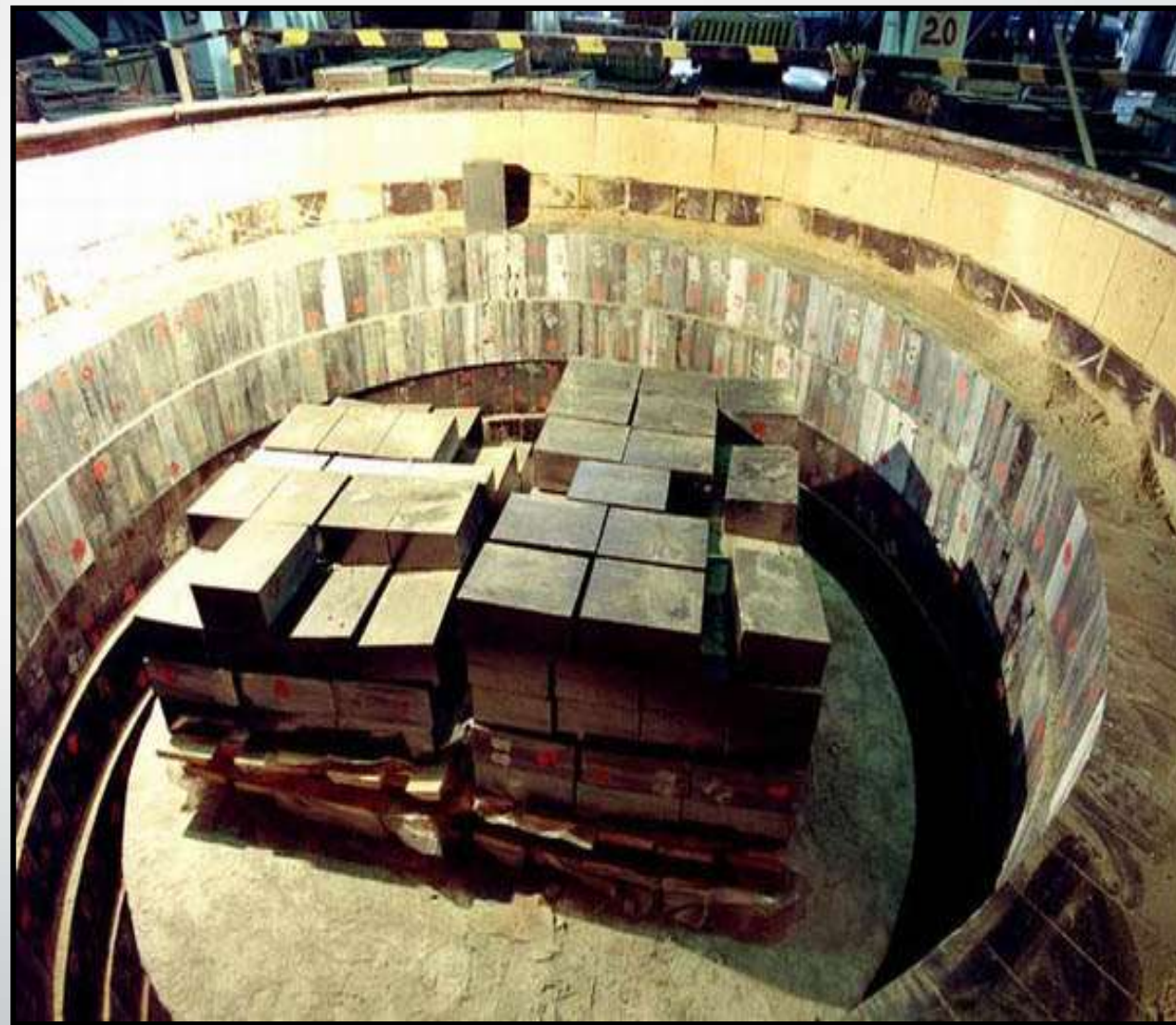


Гигиеническая характеристика аэрозолей при производстве периклазоуглеродистых огнеупоров

Другова О.Г., Рослый О.Ф.

ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр
профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий»
Роспотребнадзора, Россия, г. Екатеринбург

В России и за рубежом в последние десятилетия предприятиями огнеупорной отрасли было освоено производство периклазоуглеродистых огнеупоров на органическом связующем (ПУО), получивших широкое применение для футеровки высокотемпературных тепловых агрегатов в металлургической промышленности



Дизайн исследования

Гигиенические исследования

Исследование воздуха рабочей зоны

- Кремний диоксид кристаллический
- Оксид магния
- Феноло-формальдегидные смолы (ФФС)
- Бенз(а)пирен

Физико-химическое исследование пыли ПУО

- Дисперсность
- Содержание основных компонентов
- Растворимость основных компонентов в физиологических средах

Экспериментальные исследования

Оценка фиброгенности

- Гистологические исследования
- Весовые показатели внутренних органов (легкие, печень)
- Оксипролин в ткани легких
- Общие липиды в ткани легких
- Гемоглобин, эритроциты, лейкоциты
- АсТ, АлТ в сыворотке
- Коэффициент деРитиса

Оценка общей токсичности

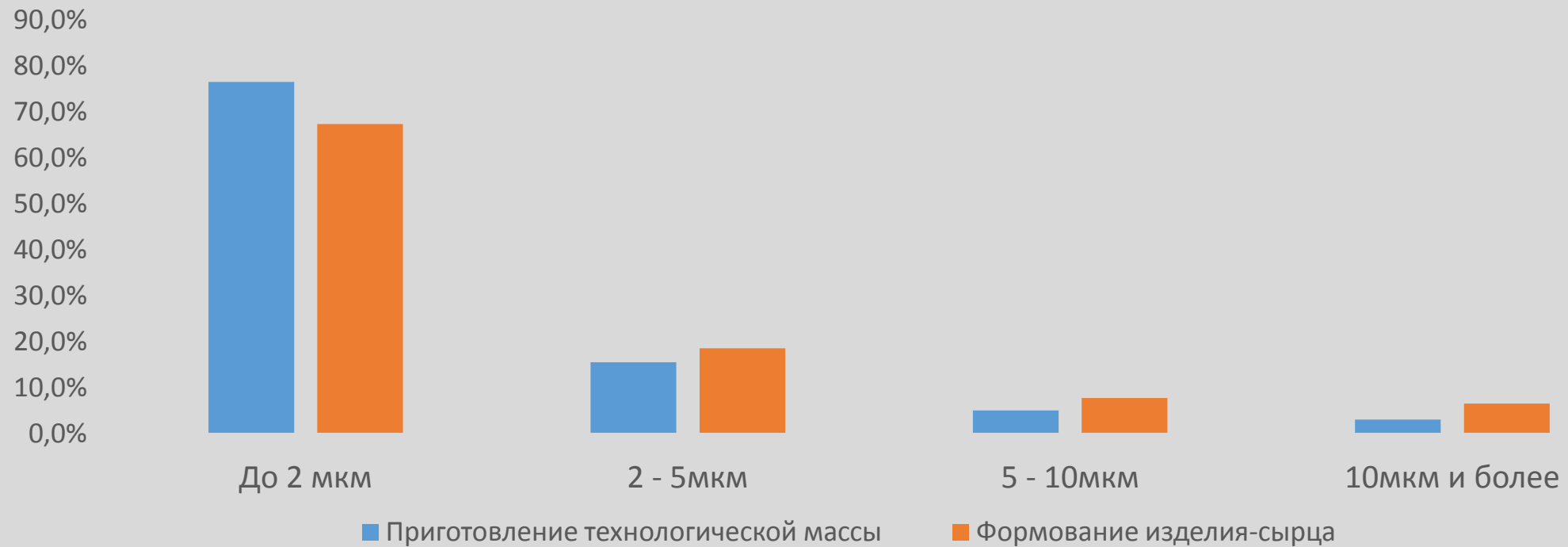
Периклазоуглеродистые огнеупоры на органическом связующем - безобжиговые огнеупоры. Их получают путем формования технологической массы под высоким давлением и сушкой сформованных изделий при температуре около 200 °С.



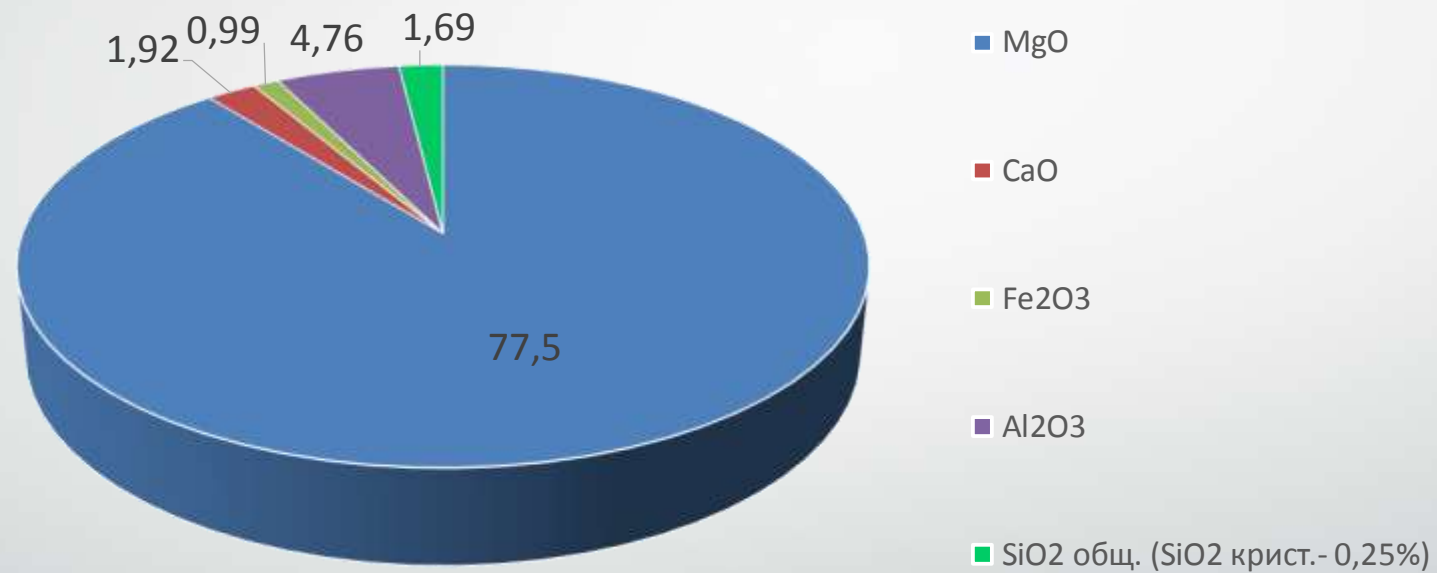
Основные компоненты технологической огнеупорной массы:

- спеченный и/или плавленный периклаз;
 - органическая связка (связующее фенольное порошкообразное – СФП и/или связующее «Carbores»),
 - уротропин
 - антиоксидант (алюминиевый порошок),
 - графит
- а также, могут добавляться возвратный брак массы, технический углерод, и др. компоненты.

Дисперсный состав пыли, витающей в воздухе при производстве ПУО



Химический состав пыли ПУО (в %)



Растворимость основных компонентов пыли ПУО в модельных средах (в пересчете на оксид, в мг%) через 13 суток

Исследуемые компоненты	Содержание элемента в пересчете на оксид	рН раствора		
		1,4	7,5	11,0
Магний	77,50	71,36	3,53	3,93
Кальций	1,92	0,668	-	0,060
Железо	0,99	0,720	0,019	0,014
Алюминий	4,76	4,531	0,015	0,015
Кремний	1,69/0,25 ¹	0,714	0,075	0,094

Примечание: 1 – содержание общего диоксида кремния/кристаллического

Основные профессии, занятые в производстве периклазоуглеродистых огнеупоров

- Машинист мельниц
- Шихтовщик-дозировщик
- Машинист крана
- Бегунщик смесительных бегунов
- Прессовщики 2 и 5 разрядов
- Машинист электролафета
- Сортировщик-упаковщик

Характеристика условий труда по АПФД и «Химическому фактору» на рабочих местах при производстве ПУО

Профессия	Итоговый класс условий труда по АПФД (уровень ПР*)	Класс условий труда по <i>химическим факторам</i>				Итоговый класс (уровень ПР*)
		Магний оксид	ФФС** (летучие продукты), контроль:		Бенз(а)пирен	
			по фенолу	по формальдегиду		
Бегунщик смесительных бегунов	3.2 (средний)	3.1	3.2/3.4***	3.2/4***	2***	3.2 (средний)/ 4(опасный)***
Прессовщик 5 разряда	2 (пренебрежимо малый)	2	2	2/3.1***	2***	2 (пренебрежимо малый)/ 3.1(малый)***
Прессовщик 2 разряда		2	2	2/3.1***	2***	
Шихтовщик дозировщик		3.1	-	-	-	3.1 (малый)
Машинист мельниц		2	-	-	-	2(пренебрежимо малый)
Сортировщик-упаковщик		2	2	2	-	
Машинист электролафета		2	2	2	3.1	3.1 (малый)
Машинист крана	3.1 (малый)	2	3.1	3.3	3.3 (высокий)	

Примечание: * - уровень профессионального риска, ** - ФФС – фенолоформальдегидные смолы; *** - при использовании связующего «Carbores»

Интратрахеальный
эксперимент

Группа 1

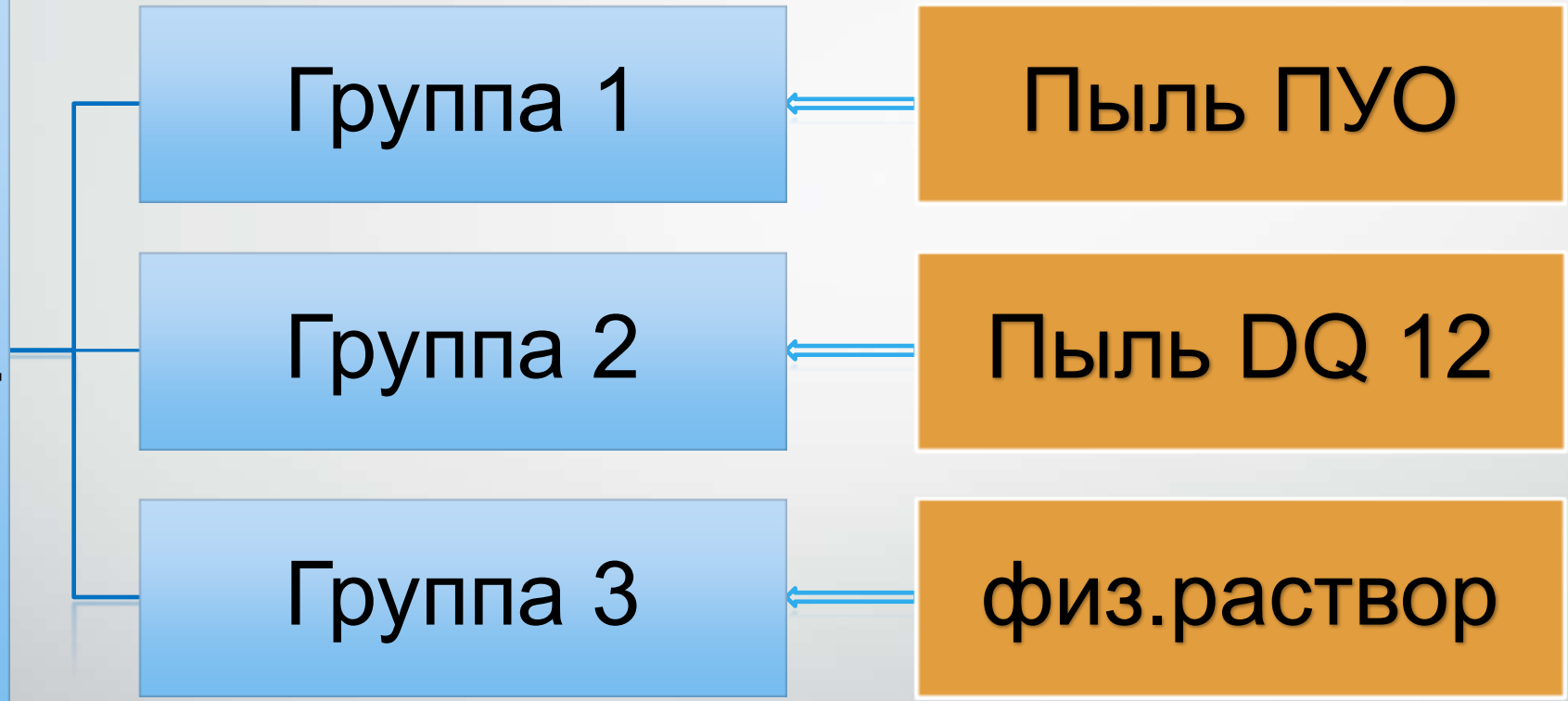
Пыль ПУО

Группа 2

Пыль DQ 12

Группа 3

физ.раствор



Оценка показателей фиброгенной активности пылей (через 2 месяца эксперимента, тест Краскела-Уоллиса)

Показатели* Группы	Сырые легкие		Сухие легкие		Содержание оксипролина		Содержание общих липидов, мкг
	Вес, г	Удельный вес, г/100мг	Вес, г	Удельный вес, г/100мг	Абсолютное, мкг/мг	Относительное, мкг/100 мг	
группа 1	1,667	0,919^К	0,280	0,161	1779,113	679,688	11,35
группа 2	2,912^К	1,512^К	0,528^{1,К}	0,285^К	2915,25^К	570^К	18,1
контроль	1,151	0,652	0,234	0,128	1283,906	731,25	11,2

Примечание: * - указаны медианы; 1- достоверные отличия с первой группой, К- достоверные различия с третьей группой (контроль) (p≤0,05)

Оценка показателей фиброгенной активности пылей (через 6 месяцев эксперимента, тест Краскела-Уоллиса)

Показатели*	Сырые легкие		Сухие легкие		Содержание оксипролина		Содержание общих липидов, мкг
	Вес, г	Удельный вес, г/100мг	Вес, г	Удельный вес, г/100мг	Абсолютное, мкг/мг	Относительное, мкг/100 мг	
Группы							
группа 1	1,967	0,931	0,344	0,179	1862	518,75	11,1
группа 2	2,992	1,36	0,581	0,264^к	2832,375	506,25	10,3
контроль	2,036	0,907	0,386	0,142	1734,438	484,375	10

Примечание: * - указаны медианы; 1- достоверные отличия с первой группой, К- достоверные различия с третьей группой (контроль) ($p \leq 0,05$)

**Гистологическое исследование легких через 2 месяца эксперимента
(группа 1)**

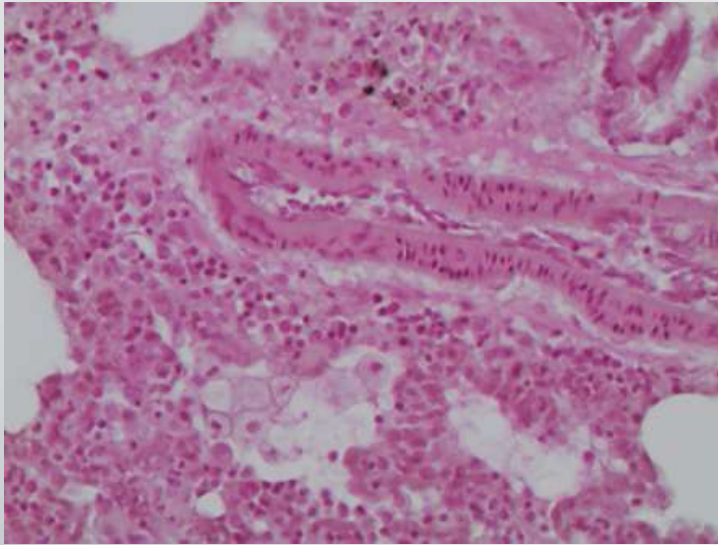
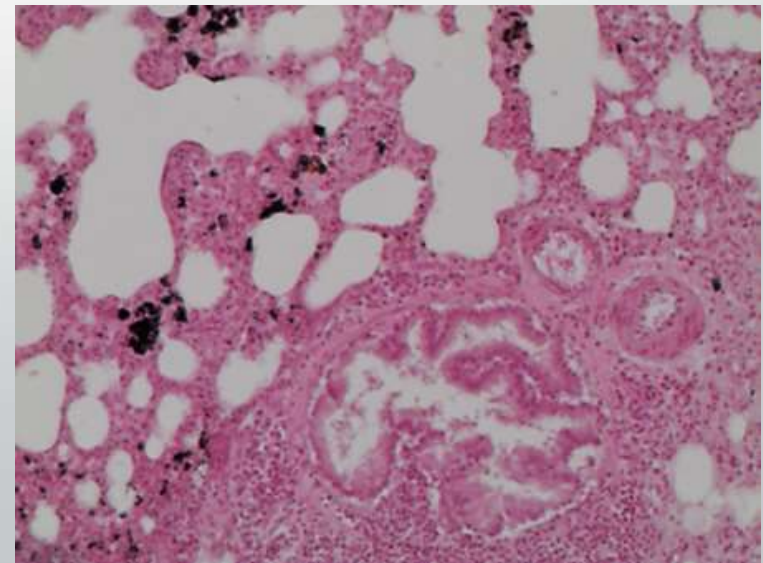


Рис.1. Легкое крысы через 2 месяца после интратрахеального введения пыли периклазеуглеродистого огнеупора (группа 1). Альвеолярные макрофаги в просвете альвеол (1), гиперплазия лимфоидной ткани (2), Окраска Гематоксилин-Эозин, увеличение 200.

Рис.2. Легкое крысы через 2 месяца после интратрахеального введения пыли периклазеуглеродистого огнеупора (группа 1). Альвеолы разных размеров, запыление легочной ткани. Окраска Гематоксилин-Эозин, увеличение 100



**Гистологическое исследование легких через 2 месяца эксперимента
(группа 2)**

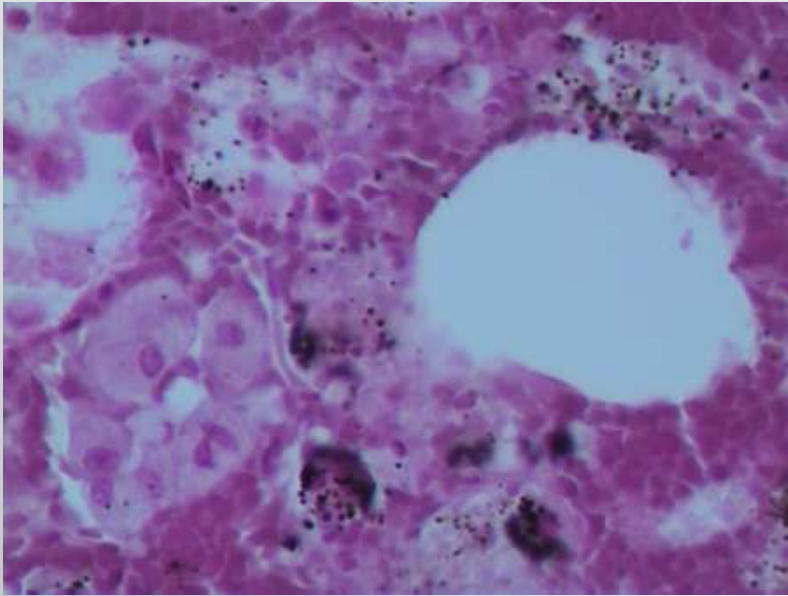
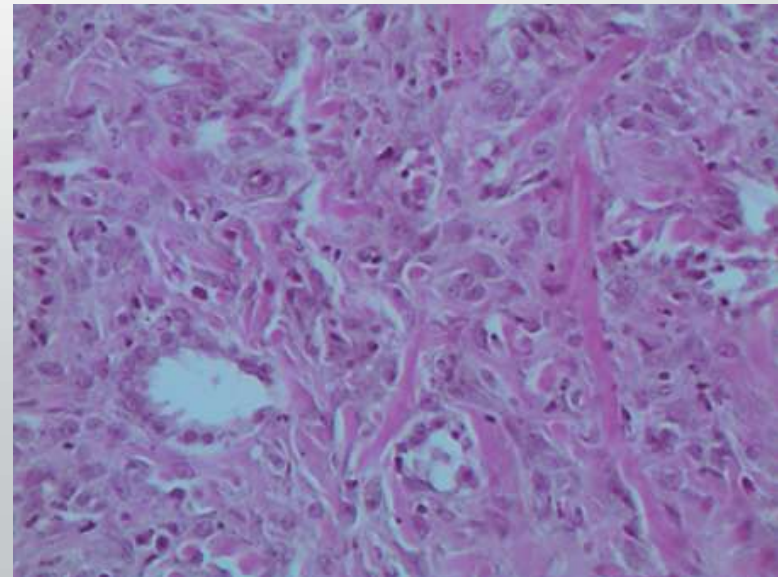


Рис.3. Легкое крысы через 2 месяца после интратрахеального введения пыли кварца (группа 2). Скопление пылевых частиц черного цвета. Окраска Гематоксилин-Эозин, увеличение 400.

Рис.4. Легкое крысы через 2 месяца после интратрахеального введения пыли кварца (группа 2). Окраска Гематоксилин-Эозин, увеличение 200.



Гистологическое исследование легких через 6 месяцев эксперимента (группа 1)

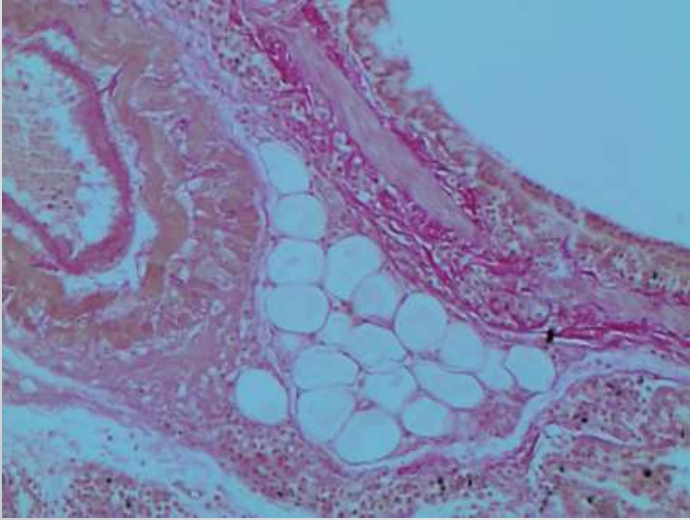


Рис.5. Легкое крысы через 6 месяцев после интратрахеального введения пыли периклазеуглеродистого огнеупора (группа 1). Пучки коллагеновых волокон, расположенные перибронхиально. Окраска Ван Гизон, увеличение 200.

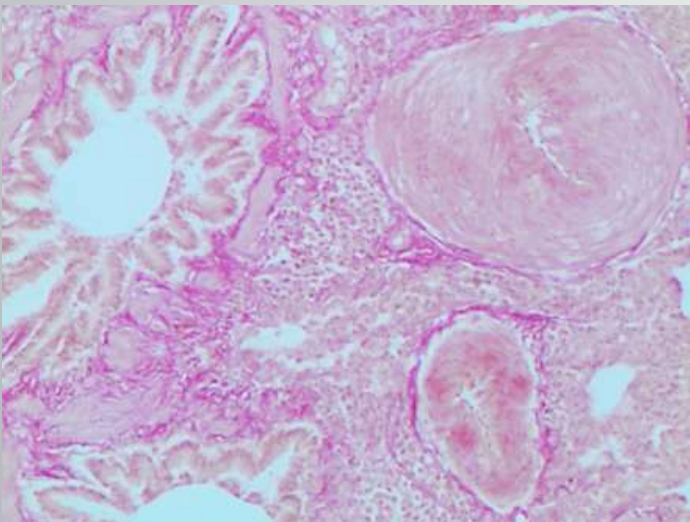


Рис.6. Легкое крысы через 6 месяцев после интратрахеального введения пыли периклазеуглеродистого огнеупора (группа 1). Гипертрофия миоцитов стенки сосудов, периваскулярный склероз. Окраска Ван Гизон, увеличение 200.

Гистологическое исследование легких через 6 месяцев эксперимента (группа 2)

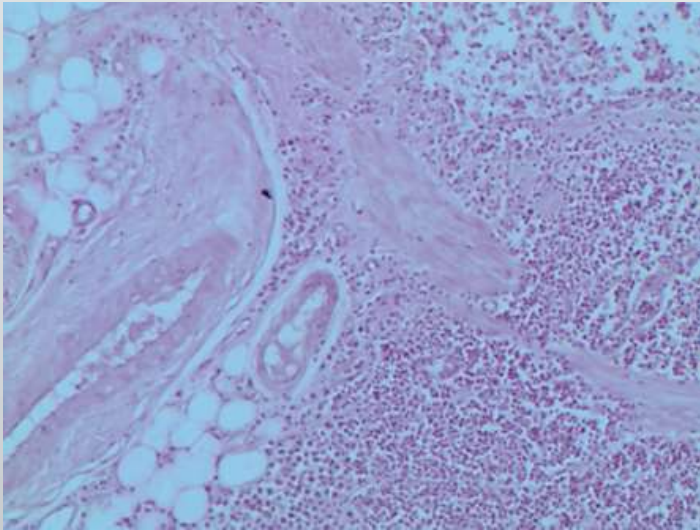


Рис.7. Легкое крысы через 6 месяцев после интратрахеального введения пыли кварца (группа 2). Окраска Гематоксилин-Эозин, увеличение 100.

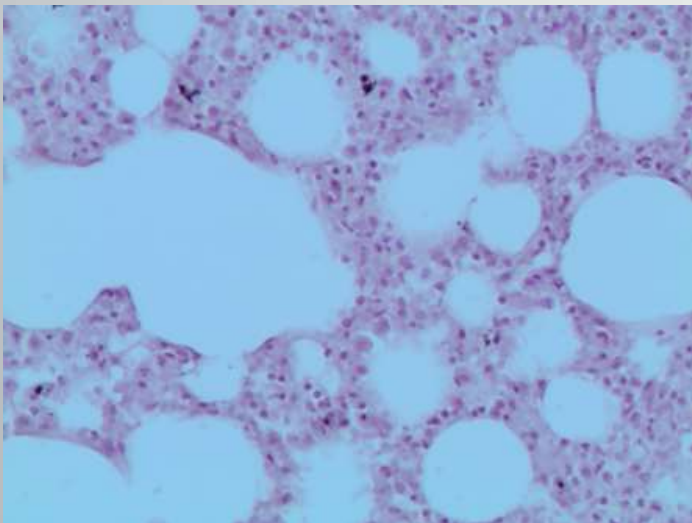


Рис.8. Легкое крысы через 6 месяцев после интратрахеального введения пыли кварца (группа 2). Пылевые частицы в интерстициальной ткани. Окраска Гематоксилин-Эозин, увеличение 200.

Оценка показателей общей токсичности пылей (через 2,6 месяцев эксперимента, тест Краскела-Уоллиса)

Показатели*	Удельный вес печени, г/100мг		АлТ, ммоль/л		АсТ, ммоль/л		Коэффициент деРитиса		Гемоглобин, г/л		Эритроциты, $\times 10^{12}/л$		Лейкоциты, $\times 10^9/л$	
	2 мес.	6 мес.	2 мес.	6 мес.	2 мес.	6 мес.	2 мес.	6 мес.	2 мес.	6 мес.	2 мес.	6 мес.	2 мес.	6 мес.
Группы														
группа 1	3,649	3,333²	1,00	1,50	1,33	1,33	3,75	0,78	126,0^{к, 2}	148,0	7,5²	5,5	8,5^к	6,9
группа 2	3,919^к	3,853¹	1,03^к	2,35	1,35	1,39	1,21^к	0,61	113,0	137,5	7,0	5,9	6,9	7,0
контроль	3,274	3,400	0,23	1,60	1,30	1,24	5,50	0,77	113,5	140,0	7,2	5,4	6,5	7,4

Примечание: *- указаны медианы; К - достоверные различия с группой №3 (контроль), 1- достоверные различия с группой № 1; 2- достоверные различия с группой №2 ($p \leq 0,05$)

Гистологическое исследование печени через 2 месяца эксперимента

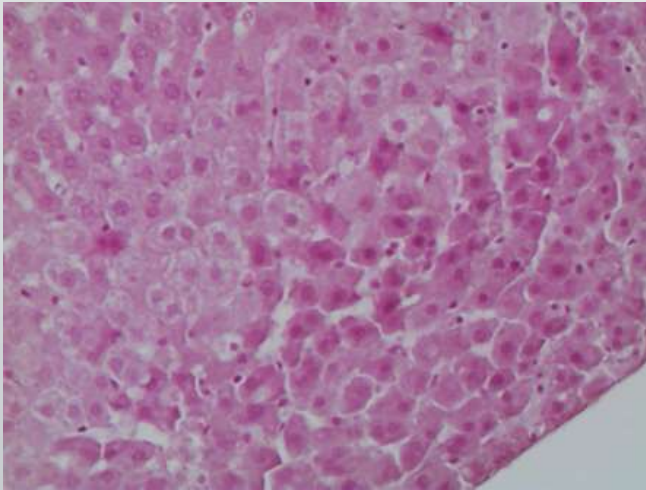


Рис.9. **Печень** крысы через **2 месяца** после интратрахеального введения пыли периклазеуглеродистого огнеупора (**группа 1**). Некробиоз и дистрофические изменения в гепатоцитах. Окраска Гематоксилин-Эозин, увеличение 200.

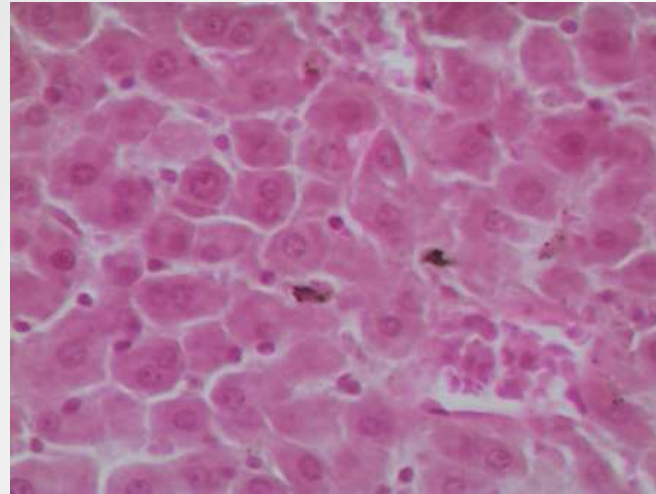


Рис.10. **Печень** крысы через **2 месяца** после интратрахеального введения пыли периклазеуглеродистого огнеупора (**группа 1**). В клетках Купфера встречаются фагоцитированные черно-коричневого цвета частицы. Дистрофические изменения в гепатоцитах. Окраска Гематоксилин-Эозин, увеличение 400.

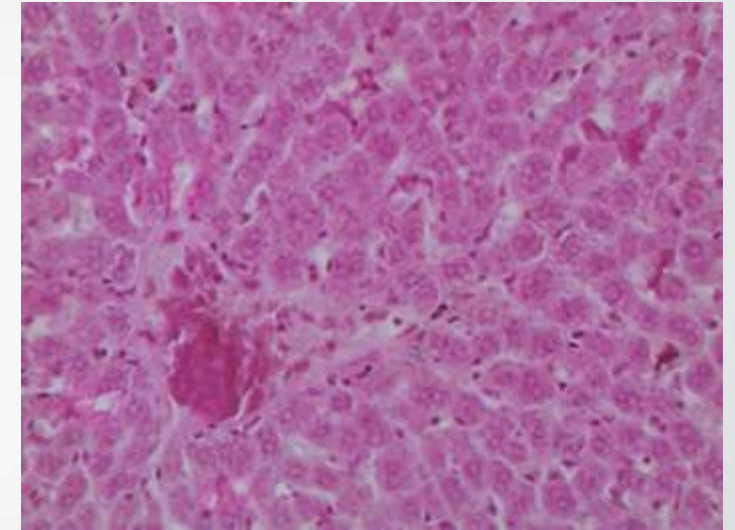


Рис.11. **Печень** крысы через **2 месяца** после интратрахеального введения пыли кварца (**группа 2**). Пылевые частицы в клетках Купфера. Окраска Гематоксилин-Эозин, увеличение 200.

Гистологическое исследование печени через 6 месяца эксперимента

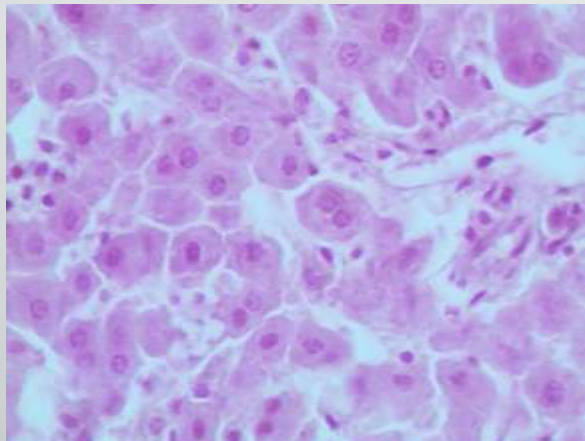


Рис.12. **Печень** крысы через **6 месяцев** после интратрахеального введения пыли периклазеуглеродистого огнеупора (**группа 1**). Гиалиново-капельная и вакуольная дистрофия гепатоцитов. Окраска Гематоксилин-Эозин, увеличение 400.

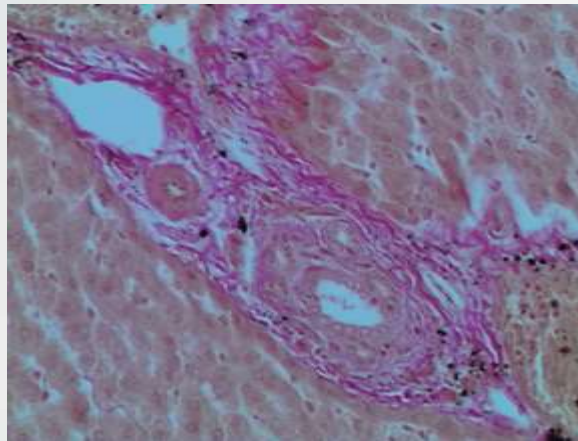


Рис.13. **Печень** крысы через **6 месяцев** после интратрахеального введения пыли периклазеуглеродистого огнеупора (**группа 1**). Окраска Ван Гизон, увеличение 400

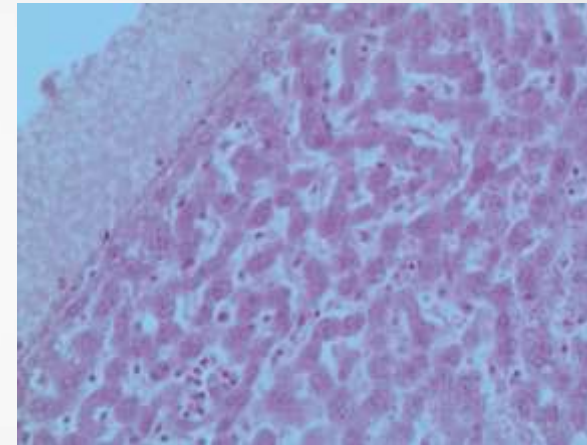


Рис.14. **Печень** крысы через **6 месяцев** после интратрахеального введения пыли кварца (**группа 2**). Фибриновые наложения на капсуле. Окраска Гематоксилин-Эозин, увеличение 200.

Выводы

- 1. При производстве ПУО происходит контаминация воздуха рабочей зоны оксидами кремния и магния, летучими продуктами ФФС (фенол, формальдегид), а при использовании связующего «Carbores» - бенз(а)пиреном.
- 2. Профессиональный риск для здоровья работников от воздействия химических факторов ранжируется от *пренебрежимо малого* до *высокого* и даже *опасного* при использовании связующего «Carbores».

На данном предприятии существует профессиональный риск от воздействия кремнийсодержащего аэрозоля от *пренебрежимо малого* до *среднего*.

Выводы

- 3. Физико-химические свойства пыли периклазоуглеродистых огнеупоров (преобладание фракции аэрозоля до 5 мкм, низкая растворимость в нейтральной и щелочной средах) способствуют ее отложению в дыхательных путях, в тоже время высокая растворимость основных компонентов пыли в кислой среде, может представлять опасность отравления при попадании пыли через желудочно-кишечный тракт.
- 4. В интратрахеальном эксперименте на животных показано, что данная пыль может вызывать развитие умеренно выраженного кониотического пневмосклероза.

Выводы

- 5. Нарушение функции легких у животных при воздействии пыли ПУО в первые месяцы эксперимента, вероятно, компенсируются изменениями со стороны красной крови, выразившимися в значимом повышении уровня гемоглобина и увеличении количества эритроцитов крови.
- 6. Данная пыль при проникновении в организм животных через легкие может также вызывать токсическое поражение печени.

Благодарим за участие в проведении исследований:

- отдел физико-химических методов исследования ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП, г. Екатеринбург:
 - Заведующую отделом - Слушкину Т.В.,
 - Сотрудников - Зыкову В.А., Симонову О.В.
- ЦНИЛ ГБОУ ВПО Уральского государственного медицинского университета Минздрава России, г. Екатеринбург:
 - Доцента кафедры патологической анатомии УГМУ - Валамину И.Е.,
 - Аспиранта кафедры патологическая анатомия - Мещерякову Е.Ю.

Благодарю за внимание!