

ЦИТОТОКСИЧНОСТЬ ПЫЛИ АЛМАЗОНОСНОГО КАРЬЕРА ТРУБКИ «УДАЧНАЯ»

© 2010 Г.Е. Миронова¹, Л.Д. Олесова², З.Н. Кривошапкина², Е.И. Семенова²,
А.С. Гольдерова²

¹ Северовосточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск

² Якутский Научный центр комплексных медицинских проблем СО РАМН

Поступила в редакцию 30.09.2010

В статье рассматривается негативное действие пыли, образующейся при добыче алмазов в Республике Саха (Якутия). Показана умеренная фиброгенность пыли карьера трубки «Удачная».

Ключевые слова: *горнорабочие, пыль, пневмофиброз*

Горнорабочие алмазодобывающего комплекса Республики Саха (Якутия) подвергаются воздействию таких неблагоприятных факторов, как высокая запыленность, шум, локальная вибрация, наличие в атмосфере вредных газов [2]. Труднодоступность мерзлых пород, определяющих необходимость применения буровзрывных способов добычи, невозможность применения влажного метода обеспыливания при отрицательных температурах окружающей среды, и низкое содержание влаги в атмосферном воздухе отягощают условия труда горнорабочих [3, 7]. Концентрация пыли может колебаться от единиц до сотен миллиграммов в 1 м³. Средняя концентрация пыли в воздухе карьера трубки «Удачная» составляет 38,6 мг/м³ с превышением ПДК пыли от 2 до 6 мг/м³. Очень высокая запыленность, достигающая 400-500 мг/м³ и более, наблюдается при сухом бурении, взрывных и погрузочно-транспортных работах, поэтому пыль является одним из ведущих факторов, оказывающих отрицательное воздействие на организм горнорабочих. Фиброзные изменения легких, развивающиеся при длительном вдыхании минеральной пыли, послужили в свое время морфологическим обоснованием для выделения самостоятельной нозологической

формы профессиональной патологии – пневмокониоза, то есть «запыленного легкого» [4]. Поэтому особый интерес вызывает химический состав и характер биологического воздействия техногенной пыли, образующейся при вскрышных работах на алмазоносных карьерах на органы дыхания человека и животных.

Целью настоящей работы явилась оценка фиброгенности пыли, образующейся при вскрышных работах карьера трубки «Удачная» алмазодобывающего комплекса Якутии.

Материал и методы. Оценка влияния техногенного пылевого загрязнения производилась в условиях эксперимента на 96 животных (крысах-самцах в возрасте 3-4 месяца). Из них 48 были запылены пылью трубки «Удачная», 24 – пылью люберецкого кварца. Контрольную группу интактных животных составили 24 крысы. Для создания модели экспериментального силикоза нами была использована порода (известняк слабоглинистый) карьера алмазоносной трубки «Удачная». Пыли вводились интратрахеально в количестве 20 мг и 50 мг в 1 мл физиологического раствора. Развитие силикоза у крыс оценивалось в сроки 3 недели, 3 месяца и 6 месяцев после введения пыли. Биологическое действие пыли определяли по следующим показателям: массе легких (сырых и сухих), трахеобронхиальных лимфоузлов и содержанию в сухом остатке легких суммарного оксипролина (Stegemann, 1975) и общих липидов (Вознесенская Т.А. и др., 1986). Химический состав пыли карьера трубки «Удачная» был определен рентгено-флуоресцентным методом на квантометре СРМ-1. Результаты исследований обработаны с применением пакета программ «SPSS 11.5» для Windows 2000 и представлены в виде $M \pm m$, M – среднее, m –

Миронова Галина Егоровна, доктор биологических наук, профессор кафедры высокомолекулярных соединений органической и биологической химии. E-mail: mirogalin@mail.ru

Олесова Любовь Дыгиновна, заведующая лабораторией биохимических механизмов адаптации. E-mail: oles59@mail.ru

Кривошапкина Зоя Николаевна, старший научный сотрудник отдела изучения механизмов адаптации. E-mail: atec@mail.ru

Семенова Евгения Ивановна, младший научный сотрудник отдела изучения механизмов адаптации

Гольдерова Айталипа Семеновна, кандидат биологических наук, главный научный сотрудник отдела изучения механизмов адаптации. E-mail: hotob68@mail.ru

ошибка среднего. Для оценки статистической значимости различий между средними величинами применяли критерий Стьюдента. Различия считали значимым при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Согласно полученным данным, качественный состав пыли породы (известняк слабоглинистый) состоит из 10 оксидов: SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 (табл. 1).

Таблица 1. Процентное соотношение химического состава компонентов пыли карьера трубки «Удачная» и люберецкого кварца

Карьер	Порода	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5
Удачная	Известняк слабоглинистый	30,15	0,43	8,38	4,04	0,05	7,30	21,32	0,13	4,47	0,07
Люберецкий	Люберецкий кварц	97,78	0,03	1,11	0,07	-	0,04	0,06	0,04	0,10	0,02

Процентное соотношение составляющих компонентов этой породы выглядит следующим образом: в основном преобладают оксиды кремния и кальция (30,15 и 21,32% соответственно), далее примерно одинаковый процент приходится на оксиды алюминия и марганца (8,38 и 7,85% соответственно), по 4% приходится оксиду железа и калия. Наименьшую долю в составе известняка слабоглинистого занимают оксиды титана, фосфора, натрия и магния (0,43%, 0,13%, 0,07% и 0,05% соответственно). Химический состав кварца люберецкого карьера, использованного в качестве стандартного образца сравнения при изучении фиброгенных свойств кварсодержащих пылей алмазодобывающих карьеров, характеризовался преобладанием содержания оксида кремния (97,78%). На долю остальных оксидов (примесей) приходится 1,47%.

Содержание суммарного оксипролина – маркера интенсивности развития пневмофиброза

в сухом остатке легких экспериментальных животных, при введении 20 мг пыли в зависимости от срока увеличивалось от $3,92 \pm 0,06$ до $7,85 \pm 0,49$ мг/г ткани. При введении 50 мг пыли – от $4,07 \pm 0,36$ до $7,96 \pm 0,35$ мг/г ткани динамика изменения общих липидов в тканях легких крыс имела сходный характер: содержание общих липидов увеличивалось в зависимости от сроков, и к 6 месяцам имело наиболее высокое значение. Масса легких в группах крыс, запыленных различными дозами пыли на сроке 6 месяцев была повышенной по сравнению с предыдущим сроками. Нарастание массы легких в группе крыс, запыленных 50 мг пыли, было более выраженным ($p < 0,05$), чем в группе животных, запыленных 20 мг. Это свидетельствует о наличии фиброзирующих процессов в легких, интенсивность которых возрастала к 6 месяцам от начала эксперимента (рис. 1).

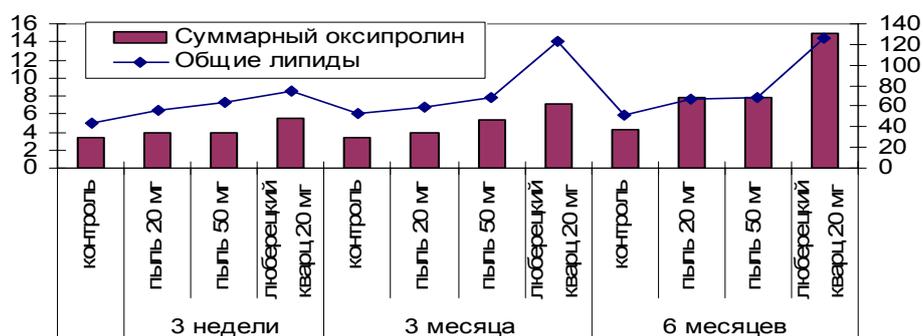


Рис. 1. Содержание общих липидов и суммарного оксипролина (мг/г) в сухом остатке легких экспериментальных животных

Введение пыли люберецкого кварца вызывало резкое увеличение суммарного оксипролина от $5,58 \pm 0,23$ мг/г до $15,0 \pm 0,36$ мг/г, что в 2 раза выше показателей опытной пыли ($P < 0,05$). Содержание общих липидов в тканях

легких также увеличилось в зависимости от срока с $75,40 \pm 9,59$ до $126,3 \pm 9,72$ мг/г ткани ($P < 0,05$)

Результаты биохимических исследований были подтверждены морфологическими

данными. В легких крыс, запыленных слабоглинистым известняком из карьера трубки «Удачная» признаки пневмосклероза наблюдались на сроке 6 месяцев в виде округлых гранул и тонких коллагеновых волокон. В отличие от пыли из карьера «Удачный»

люберецкий кварц вызывал формирование выраженного пневмофиброза. В гистологических препаратах легких этих крыс содержались многочисленные, толстые коллагеновые волокна.

Таблица 2. Данные о развитии экспериментального пневмокониоза, обусловленного введением кварцсодержащих пылей карьера трубки «Удачная» (в мг)

Группа	Доза пыли (мг)	Кол-во крыс (ед)	Срок в неделях	Показатели пневмофиброза			
				масса сухих легких, мг	масса сухих лимфоузлов, мг	содержание суммарного оксипролина, мкг/г	Содержание общих липидов легких, мкг/г
контрольная	-	8	3	360±16	9,01±0,01	3,45±0,23	43,88±4,68
пневмокониоз, обусловленный введением пыли							
известняк слабо-глинистый	20	8	3	443±14*	43,12±6,9*	3,92±0,06	55,98±2,25
известняк слабо-глинистый	50	8	3	560±36*	43,08±6,52*	4,07±0,36	62,49±4,01
Люберецкий кварц	20	8	3	561±24*	30,67±5,22*	5,58±0,23*	75,40±9,59*
контрольная	-	8	12	401±34	11,45±0,41	3,49±0,43	53,25±9,18
известняк слабо-глинистый	20	8	12	548±36*	40,27±4,23*	5,31±0,24	59,08±3,98
известняк слабо-глинистый	50	8	12	615±20*	39,02±3,28*	5,45±0,35	69,04±3,23*
Люберецкий кварц	20	8	12	874±51*	64,62±9,73*	7,22±0,74*	123±9,22*
контрольная	-	8	24	476±91		4,30±0,11	50,67±3,17
известняк слабо-глинистый	20	8	24	694±29**		7,85±0,49**	66,39±4,21*
известняк слабо-глинистый	50	8	24	781±22**		7,96±0,35**	69,18±4,12*
Люберецкий кварц	20	8	24	1228±17*		15,07±0,36*	126,3±9,72*

Примечание: * - $p < 0,05$ по сравнению с контролем; ** - $p < 0,05$ по сравнению с соответствующими показателями у крыс, запыленных люберецким кварцем

Полученные нами данные о фиброгенных свойствах кварцсодержащих пылей алмазодобывающей промышленности не противостоят результатам, полученным Малошенко А.А., в работах которого пыль золотоносных шахт Якутии охарактеризована, как слабофиброгенная. Умеренная фиброгенность пыли карьера трубки «Удачная» является одной из причин относительно низкой заболеваемости горнорабочих пылевым бронхитом. По данным медико-биологических исследований заболеваемость бронхо-легочными болезнями среди рабочих ГОК «Удачный» ниже, чем заболеваемость болезнями желудочно-кишечного тракта, нервной системы, и опорно-двигательного аппарата (Отчет, 2004). При этом заболевания органов дыхания у рабочих ГОКа «Удачный» чаще встречаются у высоко-стажированных рабочих, имеющих северный

стаж более 15 лет, что соответствует литературным данным [2, 6]. Вместе с тем высокая запыленность рабочей зоны является причиной того, что заболевания верхних дыхательных путей по обращаемости среди горнорабочих занимают первое место (18,3%). Кроме того, высокая заболеваемость органов зрения среди горнорабочих также свидетельствует о неблагоприятном влиянии пыли, образующейся при добыче алмазов, на слизистые оболочки: по обращаемости в структуре заболеваемости болезнями органов зрения занимают 4 место (Отчет, 2004).

Выводы: химический состав пыли открытых карьеров алмазодобывающей промышленности Севера (на примере карьера трубки «Удачная») характеризуется относительно низким содержанием двуоксида кремния (30,15%) в отличие от люберецкого кварца

(97,78%) и наличием оксидов – MnO и Fe₂O₃, которых нет в составе люберецкого кварца. Техногенное пылевое загрязнение открытых карьеров алмазодобывающего комплекса вызывает развитие пневмофиброза. Экспериментальный пневмофиброз, обусловленный интратрахеальным введением известняка слабоглинистого, характеризуется относительно мягким течением, медленным прогрессирующим процессом, по сравнению с люберецким кварцем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Агиевич, А.А. Заболеваемость горнорабочих Заполярья, работающих на станках глубокого бурения НКР-100М / А.А. Агиевич // Вопросы профилактики заболеваний у рабочих ведущих отраслей промышленности Крайнего Севера. – М., 1985. С. 37-42.
2. Безродных, А.А. Оздоровление условий труда в глубоких карьерах / А.А. Безродных, Г.Н. Герман, В.Д. Миллер // Гигиена и санитария. 1981. №11. С. 73-75.
3. Безродных, А.А. Профессиональные и «парапрофессиональные» заболевания рабочих горнодобывающей промышленности Крайнего Севера / А.А. Безродных // Гигиена труда и проф. заболев. 1982. №8. С. 15-19.
4. Величковский, Б.Т. Экологическая пульманология (роль свободнорадикальных процессов / В.Т. Величковский. – Екатеринбург, 2003. 141 с.
5. Герман, Г.Н. Роль производственно-профессиональных и климатогеографических условий в формировании состояния здоровья горнорабочих Севера на примере Якутского региона: автореф. дис...докт. мед. наук: 14.00.07. Ин-т гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. М., 1987. 48 с.
6. Дордина, С.Г. Хронические профессиональные и неспецифические заболевания легких у горнорабочих Крайнего Севера: Автореф. дис....канд. мед. наук. – М., 1983.
7. Миронова, Г.Е. Хронический обструктивный бронхит в условиях Крайнего Севера (значение антиоксидантного статуса и антиоксидантной терапии) / Г.Е. Миронова, Е.П. Васильев, Б.Т. Величковский. – Красноярск, 2003. 169 с.

DUST CYTOTOXICITY OF DIAMOND SUBSTITUTE "UDACHNAYA"

© 2010 G.E. Mironova¹, L.D. Olesova², Z.N. Krivoschapkina², E.I. Semenova²,
A.S. Golderova²

¹North-East Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk

²Yakutsk Scientific Centre of Complex Medical Problems SB RAMS

In article negative action of the dust formed at extraction of diamonds in Republic Sakha(Yakutia) is surveyed. The moderate fibrogenesis of dust from diamond substitute "Udachnaya" is shown.

Key words: *miners, dust, pneumofibrosis*

Galina Mironova, Doctor of Biology, Professor at the Department of High-molecular Connections of Organic and Biological Chemistry.

E-mail: mirogalin@mail.ru

Lyubov Olesova, Chief of the Laboratory of Biochemical Mechanisms of Adaptation. E-mail: oles59@mail.ru

Zoya Krivoschapkina, Senior Research Fellow at the Department of Studying the Mechanisms of Adaptation. E-mail: atec@mail.ru

Evgeniya Semenova, Minor Research Fellow at the Department of Studying the Mechanisms of Adaptation

Aytalina Golderova, Candidate of Biology, Main Research Fellow Research Fellow at the Department of Studying the Mechanisms of Adaptation. E-mail: hoto68@mail.ru