

*А.П. Яворовский¹, д.м.н., З.Р. Ульберг², д.х.н.,
М.И. Веремей¹, к.м.н., Н.А. Колесова¹, к.м.н.*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИХ, ТОКСИЧЕСКИХ И ФИБРОГЕННЫХ СВОЙСТВ ПЫЛИ СПОНГОЛИТОВОЙ ПОРОДЫ

¹Национальный медицинский университет
имени А.А. Богомольца

²Институт биокolloидной химии им. Ф.Д. Овчаренко НАН
Украины, Киев

Добыча и промышленная переработка твердых природных ископаемых сопровождается образованием и поступлением в воздух рабочей зоны аэрозолей дезинтеграции. Пыль, как известно, может оказывать различное неблагоприятное воздействие на организм контактирующих с нею рабочих: раздражающее, фиброгенное, токсическое, аллергенное, канцерогенное и др. Наличие или преобладание того или иного вида действия зависит, прежде всего, от химического состава взвешенных в воздухе частиц, а также их физико-химических свойств. Эффективность профилактики и снижения уровней профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний, связанных с воздействием различных видов промышленных аэрозолей, в значительной степени зависит от знания механизма патогенного воздействия конкретной пыли на организм. Установлено, что в основе действия пылевых частиц, обладающих токсическим, аллергенным или канцерогенным свойством, лежит резорбтивно-химический эффект, то есть переход из твердых пылевых частиц в жидкую тканевую среду в результате растворения или экстракции каких-либо соединений, способных вступать в химическое взаимодействие с биологическим субстратом. Действие же фиброгенной пыли обусловлено преимущественно присутствием в органах дыхания непосредственно твер-

дых частичек, которые сами по себе оказывают патологическое влияние на ткани, а точнее, на фагоцитирующие клеточные элементы тканей [1-15]. В связи с этим, изучение возможных фиброгенных свойств является важнейшей и неотъемлемой составляющей при установлении степени опасности для человека любого вида минеральной пыли природных ископаемых.

Один из видов природных ископаемых, добыча и переработка которого сопровождается интенсивным пылеобразованием, является спонголитовая порода, которая принадлежит к группе кремнистых осадочных пород (силицидов). Спонголитовая порода более чем на 50% состоит из игольчатых окаменевших спикул древних кремниевых губок (спонгий) и опаловой или халцедоновой массы [16-18]. Спонголиты находят промышленное применение в качестве сырья для получения жидкого стекла, которое, в свою очередь, широко используется в керамическом и фарфоровом производствах.

Целью исследования явилось экспериментальное изучение физико-химических, а также возможных раздражающих, токсических и фиброгенных свойств пыли промышленного образца спонголитовой породы.

Материалы и методы исследований

Фазовый состав природной спонголитовой породы, выделенной из пород глинистых фракций и

гумусовых веществ, изучен физико-химическими методами исследования — рентгенофазовым, дифференциально-термическим и оптической микроскопии.

Дисперсный состав пыли нативной спонголитовой породы, а также образца пыли спонголитовой породы, подвергнутой специальной термо-химической обработке для удаления органических примесей и увеличения содержания спонголита, который и является собственно сырьем для получения жидкого стекла, изучен методом оптической микроскопии с применением окуляр-микрометрической сетки и объект-микрометрической линейки. Образец пыли спонголитовой породы, подвергнутой специальной обработке, был использован в последующем для проведения исследований, направленных на установление ее возможных токсических, раздражающих и фиброгенных свойств.

Изучение токсических свойств спонголитовой пыли проводили на белых мышах, которым внутрибрюшинно при помощи шприца вводили в стерильном физиологическом растворе исследуемую пыль в дозе 10 мг/кг. В течение 2 недель после введения регистрировали клинические проявления и гибель животных. Исследование потенциальных токсических свойств пыли спонголитовой породы при поступлении в организм через легкие проведено на белых крысах. Опытным животным интратрахеально (под эфирным наркозом) при помощи металлического зонда и шприца вводили в легкие 50 мг исследуемой пыли в виде взвеси в 1 мл стерильного физиологического раствора, а животным контрольной группы — по 1,5 мл стерильного физиологического раствора. Наблюдение за животными осуществляли на протяжении 2 недель после интратрахеального введения.

Исследовали также наличие раздражающих свойств исследуемой пыли при действии на конъюнктиву и кожу.

Изучение фиброгенных свойств пыли спонголитовой породы проведено на 60 половозрелых нелинейных белых крысах опытной группы и 30 — контрольной группы. Животным опытной группы интратрахеально под наркозом одноразово вводили в легкие 50 мг пыли спон-

голита в виде суспензии в 1 мл стерильного изотонического раствора хлорида натрия. Крысам контрольной группы однократно интратрахеально вводили в легкие 1,5 мл стерильного изотонического раствора хлорида натрия. Использовали образцы пыли спонголитовой породы, обогащенные спонголитом, из которых предварительно методами специальной обработки были удалены примеси органических веществ.

В соответствии с методическими рекомендациями [19] в различные сроки от момента введения пыли (через 3, 6 и 9 мес) осуществляли забой (передозированием эфирного наркоза) части животных опытной и контрольной групп. У этих животных изучены морфологические изменения легочной ткани и проведены биохимические исследования по установлению содержания в легких оксипролина [20] и суммарного содержания липидов [19].

Содержание, уход за животными и все манипуляции проводили в соответствии с положениями "Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей" (Страсбург, 1985) и "Общих этических принципов экспериментов на животных", принятых 1-м Национальным конгрессом по биоэтике (Киев, 2001).

Результаты исследований и их обсуждение

При визуальном изучении нативной спонголитовой породы с помощью оптического микроскопа при увеличении 100х выявлены анизотропные игольчатые скопления спикул древних губок, относительно редко встречающиеся прозрачные окатанные кристаллы, по-видимому, кварца, и бесформенная мелкокристаллическая масса иногда окрашенная в светло- или темнокоричневый цвет, образованная, вероятно, глинистыми минералами. Окраска мелкокристаллических включений спонголитовой породы может быть связана с сорбцией на поверхности глинистых минералов гуминовых веществ.

Для выяснения фазового состава спонголитовых пород были проведены рентгенографические исследования с применением рентгеновского дифрактометра ДРОН-УМ1 с двумя щелями Соллера, с фильтро-

ванным медным или кобальтовым излучением при скорости съемки 10/мин. Идентификацию фаз осуществляли в соответствии с данными картотеки ASTM [21]. Результаты исследований показали, что в спонголитовых породах, наряду с рентгеноаморфным кремнеземом, присутствуют кварц, высокодисперсный несовершенный каолинит и в относительно малых количествах анатаз и высокозарядный смектитовый минерал.

Рентгенографическими исследованиями установлено, что глинистые фракции спонголитовых пород состоят практически из мономинерального каолинита. Об этом также свидетельствуют и результаты дифференциально-термического анализа, проведенного на дериватографе G-1500 при скорости нагревания печи 100/мин. Наблюдавшаяся потеря массы изученных глинистых фракций спонголитовой породы, не обработанных перекисью водорода при 130-1000°C, составила 13,7%, что соответствует теоретической для мономинерального каолинита, $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ — 13,95%. Низкотемпературная эндотермическая реакция при 130°C и постепенная потеря массы вплоть до образования метакаолинита типичны только для высокодисперсных минералов. Они обусловлены потерей адсорбированной воды дисперсными частицами каолинита при 60-110°C, а при более высоких температурах с разрушением гидроксильных групп, расположенных на поверхности и в приповерхностных слоях высокодисперсных кристаллов каолинита [22,23]. Определенное указанным методом содержание каолинита в светлых спонголитовых породах составило 40,5%. Содержание анатаза и смектита в изученных спонголитовых породах оказалось незначительным. Методами термического анализа установлено наличие в нативных спонголитовых породах также небольших примесей органических веществ, представленных в основном фульвиновыми и гуминовыми кислотами.

Был изучен дисперсный состав пыли нативной спонголитовой породы, а также спонголитовой породы, подвергнутой специальной обработке для удаления органических веществ и увеличения содержания спонголита. Именно такой образец

и предназначается для использования в фарфоровом и керамическом производствах (промышленный образец). Установлено, что в обоих образцах пыли спонголитовой породы имеются частицы округлой и волокнистой формы. Волокнистыми считаются частицы с аспектным соотношением длины и диаметра 3 : 1 [24]. Результаты исследований дисперсного состава указанных образцов пыли спонголитовой породы представлены в табл. 1.

Данные табл. 1 свидетельствуют, что в пыли обработанной спонголитовой породы пылевых частиц волокнистой формы (спикул и их обломков) на 11,1% больше, чем в нативной. При этом в образце пыли обработанной породы, которую перед введением в трахею животным опытной группы тщательно измельчали в ступке, частицы волокнистой формы были представлены преимущественно обломками окаменевших спикул древних спонгий с одним заостренным концом (мечевидной или иглоподобной формы).

Внутрибрюшинное введение белым мышам пыли спонголитовой породы в дозе 10 мг/кг также как и интратрахеальное введение белым крысам 50 мг пыли спонголитовой породы не вызывало гибели животных. Таким образом, исследование токсических свойств пыли спонголитовой породы свидетельствует об отсутствии общетоксического действия на организм.

Для изучения раздражающих свойств пыль спонголитовой породы вносили в конъюнктивальный мешок глаза кроликов в количестве 50 мг, после чего сразу на 1 мин пережимали слезоносовую канал. Были изучены раздражающие свойства нативной спонголитовой породы и спонголитовой породы, подвергнутой специальной обработке. Установлено, что пыль нативной и обработанной спонголитовой породы при попадании на конъюнктиву вызывают гиперемии. При этом выраженность гиперемии конъюнктивы у животных, которым вносили пыль обработанной спонголитовой породы, была более выражена по сравнению с животными, которым вносили пыль нативной спонголитовой породы. Это может быть обусловлено большим содержанием волокнистых частичек пыли (спикул с острыми концами) в образце обра-

Дисперсный состав (размер частиц, мкм) пыли нативной и подвергнутой специальной обработке спонголитовой породы

< 1	1-3	3-5	5-10	> 10	Волокнистая форма
Нативная спонголитовая порода, %					
—	6,4	14,5	27,6	32,3	19,2
Обработанная спонголитовая порода, %					
—	13,6	12,7	18,3	25,1	30,3

ботанной спонголитовой породы.

Одноразовые и повторные аппликации пыли спонголитовой породы на депилированные участки кожи морских свинок и кроликов (для фиксации пыли на коже ее наносили в тонком слое медицинского вазелина) не приводили к видимым изменениям кожи в месте аппликаций.

Микроскопическое изучение препаратов легких белых крыс в различные сроки после одноразового интратрахеального введения пыли спонголитовой породы показало, что к 3-х месячному сроку наблюдался комплекс патоморфологических изменений. Нарушался преимущественно выстилающий эпителий — умеренные дистрофические изменения, изредка доходившие до стадии некробиотических со слушиванием единичных эпителиоцитов в просвет бронха. При этом в респираторном отделе легких части животных локально в перибронхиальной лимфоидной ткани, чаще вокруг бронхов среднего калибра, выявлялись игольчатые полупрозрачные минералы (очевидно, окаменевшие спиккулы спонгий), окруженные макрофагальными клетками и лимфоцитами. Здесь же встречались единичные многоядерные клетки типа Пирогова-Ланганса. Такие же игольчатые кристаллы выявлялись изредка и в соединительнотканной основе межальвеолярных перегородок, которые в таких участках были утолщены, инфильтрированы лимфоидными элементами и многочисленными макрофагами. Очень редко в поле зрения микроскопа игольчатые кристаллы определялись и в просветах альвеол.

Через 6 мес после интратрахеального введения подопытным белым крысам пыли спонголитовой

породы в бронхиальном дереве наблюдалось существенное снижение степени морфологических изменений. При этом в участках скопления игольчатых кристаллов отмечалось увеличение количества и укрупнение многоядерных клеток Пирогова-Ланганса, располагавшихся рядом с инородным материалом.

К 9-му месяцу вокруг таких очагов скопления инородного материала в легких происходило формирование волокнистой соединительной ткани. Коллагеновые волокна образовывали подобие соединительнотканного вала, ширина которого колебалась в разных участках. Межальвеолярные септы, содержащие инородный материал, были локально утолщены, инфильтрированы лимфо-плазмноклеточными элементами, что свидетельствовало о развитии очагового хронического альвеолита. В утолщенных межальвеолярных перегородках отмечалось также наличие непостоянного количества коллагеновых волокон (рисунок).

Таким образом, морфологические исследования легких животных позволили установить, что одноразовое

интратрахеальное введение спонголитовой породы белым крысам обуславливало развитие в динамике эксперимента очагового хронического альвеолита (вблизи скопления спиккул), а также формирование гранулем с наличием многоядерных клеток инородных тел — клеток Пирогова-Ланганса. К девятому месяцу от начала эксперимента отмечалось также очаговое развитие коллагеновых волокон в межальвеолярных перегородках в участках нахождения в них инородного материала. Вокруг перибронхиальной лимфоидной ткани, содержащей чужеродные кристаллы, наблюдалось формирование соединительнотканного вала. Выявленные изменения можно трактовать как слабо выраженные фиброгенные.

В остальных участках легочной ткани, составивших большую часть площади срезов легких опытных животных и не содержащих инородного материала, гистологическая структура бронхиального дерева и респираторного отдела находилась в пределах физиологических колебаний.

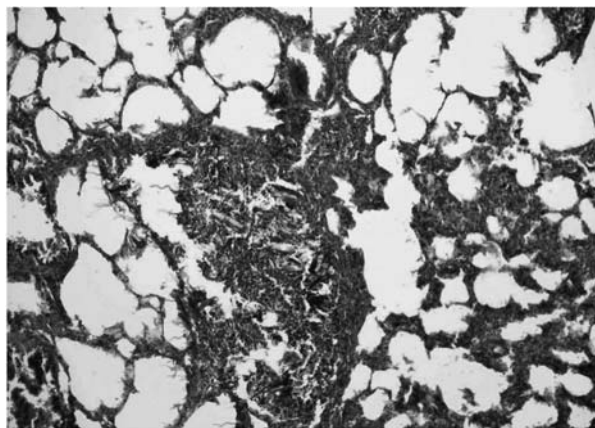


Рисунок. Легкое крысы через 9 мес эксперимента (пояснения в тексте). Окраска гематоксилином и эозином. Ув.: x200

Для суждения о наличии и выраженности фиброгенных свойств пыли спонголитовой породы были использованы также применяемые при изучении фиброгенности пылей биохимические методы исследования легочной ткани (содержание оксипролина и липидов). Параметры биохимических показателей определяли в различные сроки (3, 6 и 9 мес) после одноразового интратрахеального введения белым крысам пыли спонголита в сравнении с ранее изученными аэрозолями, имеющими разную степень фиброгенности.

Для сравнительной оценки было использовано 7 образцов пыли: диоксида кремния (Овручский кварцит), кизельгура, магнетитового кварцита, железной руды, угля (антрацита), железного сурика и диоксида титана.

Физико-химическая характеристика образцов пыли спонголита и пылей, которые использовались в параллельных опытах, отражена в табл. 2.

Представленные в табл. 2 физико-химические показатели исследованных образцов пыли не требуют особых комментариев, кроме показателя интенсивности сигнала ЕПР (электронного парамагнитного резонанса). Наиболее правильным было бы определение уровня сво-

бодных радикалов на единицу массы исследованной пыли. Но в связи с отсутствием стандартных образцов с известным количеством свободных радикалов этот показатель в таблице представлен суммарной площадью спектра поглощения ЕПР, которая пропорциональна числу свободных радикалов. Однако, с учетом того, что навески пылей, которые использованы для анализа, были одинаковыми (0,02 г), представленные в таблице данные позволяют сравнивать уровень свободных радикалов в исследованных образцах.

Данные о величинах соответствующих биохимических показателей (содержание в легочной ткани оксипролина и липидов), которые определялись в разные сроки после одноразового интратрахеального введения различных пылей, приведены в табл. 3.

Сравнительный анализ этих биохимических показателей, которые характеризуют соответствующую реакцию организма животных на введенную пыль исследуемых материалов, позволил подтвердить фиброгенность пыли диоксида кремния как наиболее выраженную, а пыли диоксида титана как слабо выраженную. У животных, которым вводили пыль диоксида титана, установлено незначительное повышение содержания оксипролина и липидов, то

есть показателей, на основе которых, наряду с изучением морфологических изменений в легких, осуществляется оценка степени фиброгенности разных видов пылей.

По величинам аналогичных биохимических показателей пыль исследованного образца спонголитовой породы оказалась наиболее близкой к таковой диоксида титана. По биохимическим показателям фиброгенности, которые изучены параллельно исследованию таковых у пыли спонголита, у пыли диоксида титана фиброгенные свойства оказались наименее выраженными. Это позволило оценить фиброгенные свойства пыли спонголитовой породы (спонголита) по биохимическим показателям (содержание в легочной ткани оксипролина и липидов) как слабо выраженные.

Выводы

1. Спонголитовая порода принадлежит к группе кремнистых осадочных пород (силицидов). Она состоит более чем на 50% из окаменевших спонгий древних кремниевых губок (спонгий) игольчатой формы и опаловой или халцедоновой массы. Спонголиты являются перспективным сырьем для промышленного получения жидкого стекла, которое, в свою очередь, широко использу-

Таблица 2

Физико-химическая характеристика пылей, которые использованы для интратрахеального введения

Наименование пыли	Содержание SiO ₂ , %		Плотность, г/см ³	Удельная поверхность, м ² /г	Интенсивность сигнала ЕПР, мм ²	Разновидность диоксида кремния по данным рентгеноструктурного анализа
	суммарное	кристаллического				
Спонголит	60,0	30,0	2,12	0,512	—	—
Диоксид кремния	93,4	80,9	2,68	0,486	4,8 x 10 ⁵	α — кварц, кристоболит
Кизельгур	78,8	54,4	3,33	0,335	0,8 x 10 ⁵	α — кварц, тридимит
Магнетитовые кварциты	—	30,1	4,20	0,293	44,8 x 10 ⁵	α — кварц
Железная руда	11,0	9,1	5,52	0,240	11,1 x 10 ⁵	α — кварц, тридимит
Уголь	1,3	0,8	1,82	0,664	0,8 x 10 ⁵	α — кварц
Железный сурик	—	6,1	3,78	0,325	2,9 x 10 ⁵	α — кварц, тридимит, кристоболит
Диоксид титана	1,3	1,1	4,07	0,211	0	—

Сравнительная характеристика содержания в легких белых крыс оксипролина и липидов в разные сроки после интратрахеального введения 50 мг образцов исследуемых пылей

Вид пыли	п	3 месяца	п	6 месяцев	п	9 месяцев	п	3 месяца	п	6 месяцев	п	9 месяцев
	Содержание оксипролина, мг (M±m)											
	в 1 г сырой легочной ткани						в 1 г сухой легочной ткани					
Спонголит	6	4,0±0,9	6	4,3±0,8	9	4,9±0,7	6	16,0±2,2	6	17,2±2,3	9	19,6±1,5*
Кварц	20	5,2±0,2*	24	6,3±0,2*	20	7,6±0,2*	20	21,8±0,6*	24	26,5±0,9*	20	31,9±1,1*
Кизельгур	21	4,8±0,1*	23	5,7±0,3*	22	6,8±0,1*	21	20,2±0,5*	23	23,9±1,1*	22	28,6±0,9*
Магнетитовые кварциты	22	4,6±0,2*	24	5,5±0,2*	21	6,6±0,2*	22	18,4±0,4*	24	22,1±0,6*	21	26,4±1,0*
Железная руда	24	4,1±0,3	26	4,9±0,1*	22	5,9±0,2*	24	16,4±0,3*	26	19,6±0,4*	22	23,6±0,8*
Уголь	20	4,0±0,2	19	4,2±0,1*	18	5,1±0,3*	20	16,1±0,4	19	16,8±0,3*	18	20,3±1,2*
Железный сурик	18	4,1±0,1*	20	4,2±0,1*	20	5,0±0,2*	18	16,2±0,6	20	16,9±0,4*	20	20,1±0,9*
Диоксид титана	24	3,9±0,2	27	4,0±0,1	23	4,8±0,3	24	15,8±0,3	27	15,8±0,4	23	19,3±0,7*
Контроль	28	3,8±0,1	31	3,9±0,1	24	4,1±0,2	28	15,6±0,2	31	15,4±0,5	26	16,2±0,4
	Содержание липидов, мг (M±m)											
	в 1 г сырой легочной ткани						в % к сухой легочной ткани					
	п	3 месяца	п	6 месяцев	п	9 месяцев	п	3 месяца	п	6 месяцев	п	9 месяцев
Спонголит	6	20,5±3,2	6	22,6±3,4	9	27,1±3,2*	6	8,5±2,5	6	9,1±2,3	9	11,8±2,4
Кварц	20	26,2±0,9*	24	30,3±1,4*	20	36,4±1,5*	20	11,4±0,4*	24	13,2±0,6*	20	15,8±0,9*
Кизельгур	21	25,5±0,7*	23	29,4±0,9*	22	35,3±1,2*	21	11,1±0,5*	23	12,4±0,4*	22	15,3±0,8*
Магнетитовые кварциты	22	24,5±0,8*	24	27,3±1,1*	21	32,8±0,9*	22	10,2±0,6*	24	11,4±0,4*	21	14,3±0,7*
Железная руда	24	22,8±0,9*	26	24,5±0,7*	22	29,4±0,8*	24	9,5±0,4*	26	10,2±0,4*	22	12,8±0,5*
Уголь	20	21,6±0,7*	19	22,9±0,9*	18	27,5±0,9*	20	9,1±0,7	19	9,5±0,3*	18	12,1±0,9*
Железный сурик	18	22,1±0,6*	20	21,4±1,1	20	25,7±0,8*	18	9,2±1,1	20	8,9±0,4*	20	11,2±0,6*
Диоксид титана	24	19,9±0,8	27	20,3±1,5	23	26,3±0,7*	24	8,0±0,5	27	8,1±0,4	23	10,9±0,5*
Контроль	28	19,4±0,7	31	19,2±0,9	24	20,2±0,8	28	7,8±0,3	31	7,7±0,4	26	8,1±0,3

Примечания : 1. n-количество животных; 2. *-- P<0,05 в сравнении с контролем.

- ется в керамическом и фарфоровом производствах.
2. Методами микроскопического и рентгенофазового анализов установлено, что нативные спонголитовые породы образованы аморфным кремнеземом, сложенным окаменелыми спикулами древних губок, кварцем и глинистыми минералами — каолинитом, анатазом и смектитом. Содержание последних двух минералов незначительно. Имеются также небольшие примеси органических веществ — фульвиновых и гуминовых кислот.
3. Изучение дисперсного состава

пыли образцов нативной и обработанной спонголитовой породы показало преобладание в ней средне- и крупнодисперсных пылевых частиц, в том числе частиц волокнистой формы — 19,2% и 30,3%, соответственно. Волокнистые частицы — это окаменевшие спикулы древних губок или их фрагменты, которые имеют два или чаще один заостренный конец. В пыли спонголитовой породы содержится около 30 % кристаллического диоксида кремния.

4. В эксперименте на белых мышах и крысах установлено отсутствие

токсического действия пыли спонголитовой породы при введении 10 мг/кг внутрибрюшинно и 50 мг интратрахеально. В опытах на кроликах выявлено раздражающее действие пыли нативной и обработанной спонголитовой породы на конъюнктиву глаза. При этом раздражающие свойства пыли обработанной породы оказались более выраженными.

5. Интратрахеальное введение крысам пыли спонголитовой породы приводит к морфологическим изменениям в бронхиальном дереве, характер которых

свидетельствует о раздражающем действии на слизистые оболочки дыхательных путей. Значительная роль при этом, вероятно, принадлежит волокнистым фракциям пыли (спикулам с одним или двумя заостренными концами).

6. Через 9 мес после интратрахеального введения пыли спонголитовой породы в легких животных преобладали патоморфологические

изменения, свидетельствующие о наличии слабо выраженных фиброгенных свойств. На это указывают и результаты проведенных биохимических исследований содержания в легочной ткани подопытных животных оксипролина и липидов.

7. В качестве ориентировочно безопасного уровня содержания пыли спонголитовой породы в воздухе рабочей зоны, по нашему

мнению, может быть рекомендована величина 2 мг/м^3 (по аналогии с ПДК кремния диоксида кристаллического при содержании его в пыли от 10% до 70%). Целесообразность этого обусловлена полученными экспериментальными данными о слабо выраженных фиброгенных свойствах пыли спонголитовой породы и наличии в ее составе 30% кристаллического кварца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Величковский Б.Т. Новые представления о патогенезе профессиональных заболеваний легких пылевой этиологии // Пульмонология. — 1995. — № 1. — С. 6-19.
2. Величковский Б.Т. Экологическая пульмонология (роль свободнорадикальных процессов). — Екатеринбург, 2003. — 141 с.
3. Величковский Б.Т., Павловская Н.А., Пиктушанская И.Н., Горблянский Ю.Ю. Методы определения влияния фиброгенной пыли на организм в эксперименте и клинике. — Москва, 2003. — 108 с.
4. Величковский Б.Т., Петров Б.А., Вознесенский Н.К. Производственные аэрозоли в металлургии цветных металлов. — Киров, 2003. — 132 с.
5. Davis J.M.G. et al. Biological effects of man-made mineral fibres. — Euro Reports and Studies, 1983. — P.124.
6. Величковский Б.Т. Фиброгенные пыли. Особенности строения и механизма биологического действия. — Горький: Волго-Вятское кн. изд., 1980. — 127 с.
7. Величковский Б.Т. Молекулярные и клеточные механизмы развития заболеваний органов дыхания пылевой этиологии. Актовая речь. — М.: РГМУ, 1997. — С.33.
8. Величковский Б.Т. Основные патогенетические механизмы пылевых заболеваний органов дыхания. Ч.1. От эксперимента к концепции // Медицина труда и пром. экология. — 1998. — №10. — С.23-38.
9. Величковский Б.Т. Основные патогенетические механизмы пылевых заболеваний органов дыхания. Ч.2. От концепции к практике // Медицина труда и пром. экология. — 1999. — №8. — С.20-27.
10. Величковский Б.Т., Владимиров Ю.А., Коркина Л.Г., Сулова Т.Б. Физико-химический механизм взаимодействия фагоцитирующих клеток с фиброгенными пылями. // Вестник АМН СССР. — 1982. — №10. — С.45-51.
11. Величковский Б.Т., Коркина Л.Г., Черемисина З.П. и др. Механизмы иницирования и роль свободных радикалов в цитотоксическом действии фиброгенных пылей на макрофаг. / Борьба с силикозом. — М.: Наука, 1986. — Т.12. — С.174-187.
12. Коркина Л.Г. Механизм активации окислительного метаболизма фагоцитов и роль активных форм кислорода в патогенном действии пылевых частиц. — Автореф. дис... док. мед. наук. — М., 1987.
13. Коркина Л.Г., Величковский Б.Т. Роль свободных радикалов в пылевой патологии легких. — Кислородные радикалы в химии, биологии и медицине. — Рига, 1988. — С.153-163.
14. Korcina L.G., Suslova T.B., Cheremisina S.P. et al. Catalytic properties of asbestos-fibers and their biological of activity // Stud. Biophys. — 1988. — Vol.126, №2. — P. 99-104.
15. Вознесенский Н.К., Величковский Б.Т., Профессиональные заболевания от воздействия дыма оксида цинка (литейная лихорадка, экзогенный фиброзирующий альвеолит). — Киров, 2000. — 113 с.
16. Кремнистые породы СССР / У. Г. Дистанов и др.. — Алма-Ата, 1976. — 411 с.
17. Минералогия, петрография и генезис кремнистых пород меловых отложений юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы и Предкарпатского прогиба. — Сырцевая база кремнистых пород СССР (диатомиты, опоки, трепелы, спонголиты). — М.: Наука, 1974. — С. 40 — 43.
18. Меловые силициты западной Украины и Молдавии / Кремнистые породы (диатомиты, попки, трепелы, спонголиты) и их использование в народном хозяйстве. Реферативный сборник. — М.: ВИЭМС, 1972. — № 4. — С. 8 — 9.
19. Обоснование предельно допустимых концентраций (ПДК) аэрозолей в рабочей зоне (Методические рекомендации). — М., 1983. — 79 с.
20. Stegemann H. Mikrobeatimmung von Hydroxyprelin mit chloramin T und p-dimethylaminobenzaldehyd. Moppl-Seybers. // Z.physiol. Chem. — 1958. — Bd. 311. — S. 41-45.
21. Powder Diffraction File. Alphabetical Index. Inorganic Compounds, 1998. International Centre for Diffraction Data. 1601 Park Lane, Swarthmore, Pennsylvania 19081. U.S.A.
22. Тарасевич Ю.А., Овчаренко Ф.Д. Адсорбция на глинистых минералах. — Киев: Наукова Думка, 1975. — 351 с.
23. Овчаренко Ф.Д. Гидрофильность глинистых минералов. — Киев: Изд-во АН УССР, 1961. — 292 с.
24. Асбест и природные минеральные волокна. — Совм. изд. Программы ООН по окр. среде, МОТ и ВОЗ. — М., 1991. — 174 с.

О.П.Яворовский, З.Р.Ульберг, М.И.Веремей, Н.А.Колесова

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ, ТОКСИЧНИХ І ФІБРОГЕННИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПИЛУ СПОНГОЛИТОВОЇ ПОРОДИ

Вивчений хімічний і дисперсний склад спонголитового пилу. Встановлена наявність в пилу волокнистих фракцій, подразнююча дія його на кон'юнктиву, відсутність ознак токсичної дії при внутрішньоочеревинному та інтратрахеальному введенні лабораторним тваринам, а також слабо виражені фіброгенні властивості. Рекомендований орієнтовно безпечний рівень вмісту пилу спонголитової породи — 2 мг/м^3 .

O.P. Yavorovskiy, Z.R. Ulberg, M.I. Veremey, N.A. Kolesova

EXPERIMENTAL STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL, TOXIC AND FIBROGENIC FEATURES OF SPONGOLITHIC ROCK DUST

There experimental study of physico-chemical, toxic and fibrinogenic features qualities of spongolithic rock dust, used for industrial production of liquid (molten) glass, was conducted. This rock belongs to the group of flinty sedimentary rocks (silicides). A chemical and dispersive content of spongolithic dust was studied. There availability of fibrous fractions in this dust, its irritating influence on conjunctiva, absence of toxic influence symptoms after intraperitoneal and intratracheal introduction of it to laboratory animals as well as slight expression of fibrinogenic features, were determined. The recommended roughly safe level of spongolithic rock dust content is equal 2 mg/m^3 .