



АГЕНТСТВО КОНСУЛЬТАЦИЙ И УПРАВЛЕНИЯ В
СТРОИТЕЛЬСТВЕ
«КОНУС»

Аналитическая записка

**Анализ экологической безопасности применения
строительных материалов на основе асбеста**

Д.С.Визерский

Москва
2017

Введение

Асбест заслужил признание и широкое распространение за счет своих уникальных технических характеристик, таких как: долговечность, прочность, износостойкость, морозостойкость, химическая активность, теплопроводность, стоимость и т.д.

Асбест является основой для производства кровельных, теплоизолирующих, электроизоляционных и огнеупорных материалов, ряда трубных изделий, также входит в состав некоторых резинотехнических материалов, мастик, герметиков и пр.

Показательным является тот факт, что асбоцементный шифер до сих пор является самым распространенным кровельным материалом на территории Российской Федерации.

Медико-биологические факторы влияния пыли на организм человека

В последнее время многие медицинские исследования показывают, что при попадании в дыхательные пути пыль асбеста обладает канцерогенными свойствами (может вызывать онкологические заболевания), что послужило поводом к снижению добычи и использования, а, впоследствии и запрета на применение асбеста в Западной Европе и Северной Америке. Необходимо отметить, что канцерогенное воздействие пыли асбеста по принципу действия сходно с кремниевой пылью, вызывающей силикоз. Пыль травмирует легкое, что приводит к разрастанию соединительной ткани, не включенной в непосредственную полезную работу легкого, а повреждение пылью клеточной мембраны способствует прониканию внутрь клеток в тканях легкого чужеродных организмов и последующим проявлением цитотоксичности*.

При механическом воздействии пыли на ткани органов человека принципиальным фактором, определяющим тип воздействия, является дисперсность пыли (размер частиц). От дисперсности пыли зависит, какой из органов будет в большей степени подвержен заболевания вызываемым пылью. Воздействию пыли могут подвергаться кожные покровы, слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей, а также поверхность легких. В рассматриваемом случае с асбестовой пылью дисперсность пыли такова, что органами, подверженными наибольшему неблагоприятному воздействию, являются легкие и нижние отделы бронхов.

По мере уменьшения размеров частиц возрастает степень задержки их в глубоких отделах легких. Выведение пыли также зависит от размеров частиц.

Крупные частицы удаляются из организма под влиянием мерцательных движений ресничек и слизи. Дисперсность частиц имеет значение не только для элиминации (удаления) пыли из легких. От величины частиц зависит степень фиброгенного* действия пыли. С повышением дисперсности степень биологической агрессивности пыли увеличивается до определенного предела, а затем уменьшается. На основании исследований Е.В. Хухриной (Академия медицинских наук СССР), наибольшей фиброгенной активностью обладают аэрозоли дезинтеграции с размером пылинок от 1—2 до 5 мкм и аэрозоли конденсации с частицами менее 0,3— 0,4 мкм. В этиологии пылевых бронхитов наименее активны пылевые частицы свыше 5 мкм. Уменьшение фиброгенности аэрозоля конденсации двуоксида кремния с размером частиц 0,05 мкм и менее объясняется тем, что скорость выведения его из легких опережает темпы проявления цитотоксичности.

Виды асбестов

В связи с тем, что в зависимости от типа химического комплекса асбеста (хризотилловый асбест или амфиболовый асбест, насчитывающий пять видов) выделяемая при эксплуатации и производстве пыль имеет разную дисперсность, следовательно, и разные патогенные свойства.

Хризотилловый асбест

Согласно химическому составу хризотилловый асбест (гидросиликат магния $3\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) практически нетоксичен (в составе комплексного соединения отсутствуют вещества I и II-го классов опасности), и воздействие на ткани организма осуществляется механическим путем. При этом, ввиду наличия в комплексном соединении, составляющим хризотилловый асбест, высокоактивного Mg и отсутствия длинных кремниевых цепочек, достаточно быстро разлагается в слабокислой среде, естественной для человеческого организма. Ориентировочный период полураспада в человеческом организме составляет 14 дней. Волокна хризотилового асбеста (серпентина) обладают сложной скрученной или изогнутой формой.

Структура хризотилового асбеста представляет собой элементарные пучки трудноразрушимых волокон размером от 10 до 100 мкм, что определяет дисперсный состав выделяемой пыли, приведенный в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование проб	Количество частиц в пробах						Характеристи биологической активности		
	<5 мкм	5-15 мкм	16-30 мкм	31-40 мкм	41-60 мкм	60-140 мкм	Активность (mV)	Время достижения максимума (s)	Скорость реакции (mV/s)
Хризотил-асбест до воздействия атмосферы и цементной матрицы	10	70	15	5	ед	ед	1,4	15	0,09
Хризотил-асбест, подвергнутый воздействию атмосферы более 3-х лет	10	60	15	10	5	ед	2,1	240	0,009
Продукты деструкции асбестоцемента	10	70	5	5	10	ед	2,5	900	0,003

Необходимо отметить, что согласно приведенному дисперсному составу пыли, опасными для здоровья человека, т.е. с размером менее 5 мкм, являются до 10% от общего количества выделяемой при деструкции пыли.

Амфиболовые асбесты

В отличие от хризотилового асбеста, амфиболовые асбесты (крокидолит $(\text{Na}_2\text{Fe}_3^{2+}\text{Fe}_2^{3+})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, амосит $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, тремолит $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, антофиллит $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, актинолит $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$) являются сложными гидросиликатными комплексами, что увеличивает их стойкость к слабокислой среде, а, следовательно, время распада и вывода из организма. Например, период полураспада в человеческом организме амосита (одного из представителей группы амфиболовых асбестов) составляет около 1,5 лет. Амфиболы имеют прямые иглообразные волокна, данная форма обладает значительно большей хрупкостью, чем волокна серпентина, что приводит к увеличенному, относительно хризотилового асбеста количеству мелкодисперсной (менее 5 мкм) пыли при деструкции материала до 25-30% от общего количества.

Также необходимо отметить, что в состав сложных комплексов амфиболовых асбестов (кроме тремолита) входит железо, являющееся тяжелым металлом с невысокой электроотрицательностью и невысокой химической активностью, обладающее способностью накапливаться в организме. Кроме того, в цепочках кристаллов силиката, связанных между собой посредством ионов железа, распад структуры идет значительно медленнее, ввиду значительно более низкой активности железа в составе

комплексов амфиболовых асбестов, чем магнезия в комплексе хризолитового асбеста.

Данное обстоятельство делает амфиболовые асбесты значительно более опасными, чем хризотилковый асбест и послужило причиной полного отказа от применения амфиболовых асбестов в мире, не смотря на их большую, относительно хризотила, химическую стабильность.

Выводы

При рассмотрении влияния асбестосодержащей пыли на вероятность заболевания силикозом и пневмокониозом, необходимо отметить, что количество частиц размером до 5 мкм при производстве силикатного кирпича доходит до 60% от общего количества выделяемой пыли, а керамический кирпич по гранулометрическому составу на 40% состоит из частиц размером менее 5 мкм.

Очевидно, что структура асбестоцемента такова, что выделение пыли, содержащей волокна асбеста, преимущественно возможно только при процессах деструкции, связанных с механической обработкой изделий из асбестоцемента.

В связи с чем, можно утверждать, что нахождение асбестосодержащего строительного материала, в котором диффузия асбеста ограничена связующим материалом (например: асбестоцемент), в том случае, если он не подвержен физическому или химическому воздействию, способствующему ускоренной деструкции (например: применен в качестве огнеупорного покрытия) или, в том случае, если контрольный объем воздуха отделен от асбестосодержащего изделия материалом, препятствующим попаданию пыли (материал покрытия (шифер), отделяется от контрольного объема гидроизоляцией (толь)), то применение более безопасного хризотилкового асбеста не будет оказывать влияния на состояние здоровья человека постоянно пребывающего в контрольном объеме.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что нет препятствий к применению изделий на основе хризотилкового асбеста в качестве кровельных и огнеупорных материалов (при соблюдении минимальных защитных мероприятий), а также материалов для производства трубопроводов наружных сетей инженерно-технического обеспечения.

Информация к размышлению

В гигиенических нормах ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

населенных мест» указано, что содержание асбестосодержащей пыли в 1 мл воздуха не должно превышать 0,06 (при содержании хризотилового асбеста до 10%), и данный вид пыли отнесен к первому классу опасности. В то же время ГОСТ 12.1.005-88 (в редакции от 20.06.2000) относит содержащую асбест пыль к третьему классу опасности при допустимой концентрации 4мг/м^3 (при содержании асбеста до 10%), а его предшественник ГОСТ 12.1.005-76 не отделяет асбестосодержащую пыль от ряда кремнеземсодержащей пыли.

Необходимо отметить, что нормы на содержание формальдегида не пересматривались с 1976 года. В отличие от кремнеземной пыли, формальдегид обладает токсическим, а не фиброгенным воздействием, канцерогенен, а также выявлено его влияние на генетический материал (обладает мутагенными свойствами). Что с развитием молекулярной генетики должно было привести к пересмотру значений предельно допустимых концентраций формальдегида.

***Термины и определения.**

Фиброгенность (синоним увеличения фиброза) - свойство частиц пыли вызывать усиленный синтез коллагена (белка) в структуре органа (легких). Фиброгенные свойства пыли характеризуются степенью увеличения количества коллагена в соединительной ткани легких.

Коллаген - фибриллярный белок, составляющий основу соединительной ткани организма (сухожилие, кость, хрящ, дерма и т. п.) и обеспечивающий её прочность и эластичность.

Клеточная цитотоксичность - механизм защиты против внутриклеточно локализованных возбудителей, таких как вирусы, некоторые бактерии и простейшие.