

Джаманбалин К.К.

(Костанайский социально-технический университет имени академика
З.Алдамжар, Казахстан, Костанай) pkkstu@mail.ru

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК-
«ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТ»
PRACTICAL APPLICATIONS OF CARBON NANOTUBES-"CHRYSOTILE
ASBESTOS."**

В последние годы появились новые чрезвычайно интересные и перспективные для нанoeлектроники углеродные нанoобразования, такие как фуллерены и углеродные нанотрубки. Известно, что нанотрубчатые материалы обладают экстремально сорбционной способностью, что привлекает внимание разработчиков, прежде всего в области создания фильтров разного назначения. В данной работе рассматриваются возможность использования углеродных нанотрубок, каким является хризотил-асбест в качестве фильтров для очистки жидкостных и газовых сред.

С наноматериалами и нанотехнологиями ученые всего мира связывают наше будущее. Помимо задач по изготовлению и применению нанотрубок, по-прежнему актуальными являются экспериментальные работы по их характеристике.

Значительный прогресс в получении и исследовании нанообъектов, возникновении новых наноматериалов привело к выделению таких понятий как наноклатер, наноструктура.

Клатеры углерода относятся к категории кластеров с сильной атомной связью. Атомы углерода формируют кластеры легче, чем какой-либо элемент периодической системы, что подтверждается, например, повсеместным образованием сажи в процессах горения. Принципиально новые углеродные соединения – **фуллерены (C₆₀)**, группа специфических молекул, состоящих только из атомов углерода, которые образуют каркас из 12 пятиугольников и нескольких шестиугольников с атомами углерода в вершинах, были открыты в 1985 году В 1991 году были открыты **углеродные нанотрубки** – макромолекулы, представляющие собой полые цилиндрические структуры длиной до сотен микрометров и диаметром около нанометра. Были получены нанотрубки разной геометрии – как однослойные (одностенные), так и многослойные (многостенные) Углеродные трубки отличаются различной атомной структурой, причем трубки с разной структурой имеют разные свойства.

Самое интересное свойство углеродных нанотрубок заключается в том, что в зависимости от атомной структуры они могут обладать свойствами металлов (проводников) и полупроводников. В металлическом состоянии проводимость нанотрубок очень высока. Они способны пропускать миллиард ампер на квадратный сантиметр. Термин <асбест> объединяет различные по своему составу и свойствам минералы: хризотил, крокидолит, амозит, антофиллит, иногда тремолит, актинолит, режикит (близок магнезиорибекиту и магнезиоарфведсониту), родусит (разновидность магнезиорибекита) и др., обладающие способностью разделяться на тонкие волокна. Последние отличаются весьма высокой прочностью, эластичностью и прядильными свойствами, термостойкостью, низкой электропроводностью, кислото- и щелочестойкостью. По своей атомной структуре хризотил принадлежит к минеральной группе серпентина, а все остальные - к группе амфиболов.

Хризотил (<белый асбест>) - волокнистая разновидность водного силиката магния - серпентина, состав которого отвечает формуле $Mg_6[Si_2O_5](OH)_8$ или $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. В природном хризотил-асбесте содержатся примеси Fe_2O_3 , FeO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 , NiO , MnO , CaO , Na_2O и H_2O . Он слагает жилки в темно-зеленых серпентинитах, обнаруживая

обычно поперечно-волокнистую структуру. В плотном куске хризотил-асбест обладает зеленой или желтовато-зеленой окраской и перламутровым блеском, но после расщепления (фибризации) на отдельные волокна превращается в белую пухоподобную массу. Хризотил-асбест имеет весьма высокую температуру плавления (1521С), приблизительно при 700С теряет кристаллизационную воду и становится хрупким. Это самый термостойкий из всех асбестов.

Наиболее крупные из разрабатываемых мировых месторождений хризотил-асбеста: в России - Баженовское (Средний Урал), Ак-Довуракское (Тувинская область), , Кiemбаевское (Оренбургская область), а за рубежом - Джетыгаринское (Костанайская область, Казахстан), Канадское (Канада) и в Зимбабве (Южная Африка). Россия - крупнейший производитель асбеста в мире.

Горную породу, содержащую асбест, добывают открытым способом и подвергают обогащению на асбестовых фабриках для выделения хризотил-асбеста. Товарный хризотил-асбест состоит из смеси волокон различной длины и их агрегатов (рисунок 1).

Агрегаты асбеста с недеформированными волокнами размером в поперечнике более 2 мм называют «кусковым асбестом», а менее 2 мм – «иголками». «Распушенным» называют асбест, в котором волокна тонки, деформированы и перепутаны. Частицы сопутствующей породы и асбестовое волокно, прошедшее через сито с размерами стороны ячейки в свету 0.25 мм, называют «пылью». Асбест хризотиловый в зависимости от длины волокон подразделяется на восемь сортов .

В данной работе приведены результаты исследования возможности использования хризотилового волокна, как наноматериала в виде нанострубок, добываемого АО «Костанайские минералы» г Житигара, Костанайская область (Казахстан).

Сырьевой базой предприятия является джетыгаринское месторождение руд хризотил асбеста, разведанные запасы.



Рис. 1 - Фотография породы и волокна, отделенного с нее

Асбестовые нанотрубки являются природным материалом, продуктом образования горных пород и обладают уникальными механическими свойствами (огромная энергия на разрыв вдоль волокна 400 кг/мм^2), что нашло применение в строительстве, химической стойкостью, малой теплопроводностью и способностью адсорбировать различные вещества.

Асбестовые нанотрубки в отличие от углеродных жестче и не изгибаются при попытках препарировать их, лежат в природном материале с четким преимущественным направлением, образуются в результате образования двух решеток MgO и SiO₂. Вследствии различия упругих констант слойка скручивается в трубку

определенного диаметра и никаких дефектов в полученной трубке не образуется, имеются типы конус в конусе, цилиндр в цилиндре и трубка с полостью и заполненная аморфным веществом (смесь MgO и SiO_2).

На Джетагаринском месторождении добываются следующие виды асбеста:

1. Крупносетчатый тип асбестоносности в белесозеленом апоргарцбургитовом лизардит-хризотиловом серпентините (рисунок 2.1);
2. Мелкосетчатый тип асбестоносности в темно-зеленом апоргарцбургитовом серпентините с хромшпинелидами и магнетитом (рисунок 2.2).
3. Серия тонких субпараллельных прерывистых жилок асбеста в хризотил-лизардитовом серпентините (рисунок 2.3).



Рисунок 2.1 - Крупносетчатый тип асбестоносности в белесозеленом апоргарцбургитовом лизардит-хризотиловом серпентините

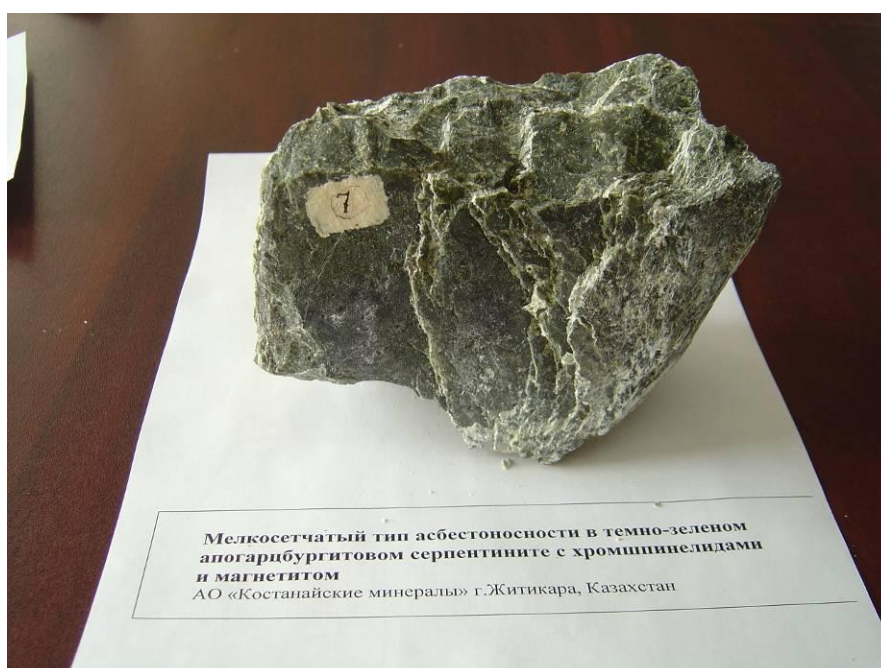


Рисунок 2.2 - Мелкосетчатый тип асбестоносности в темно-зеленом апоргарцбургитовом серпентините с хромшпинелидами и магнетитом

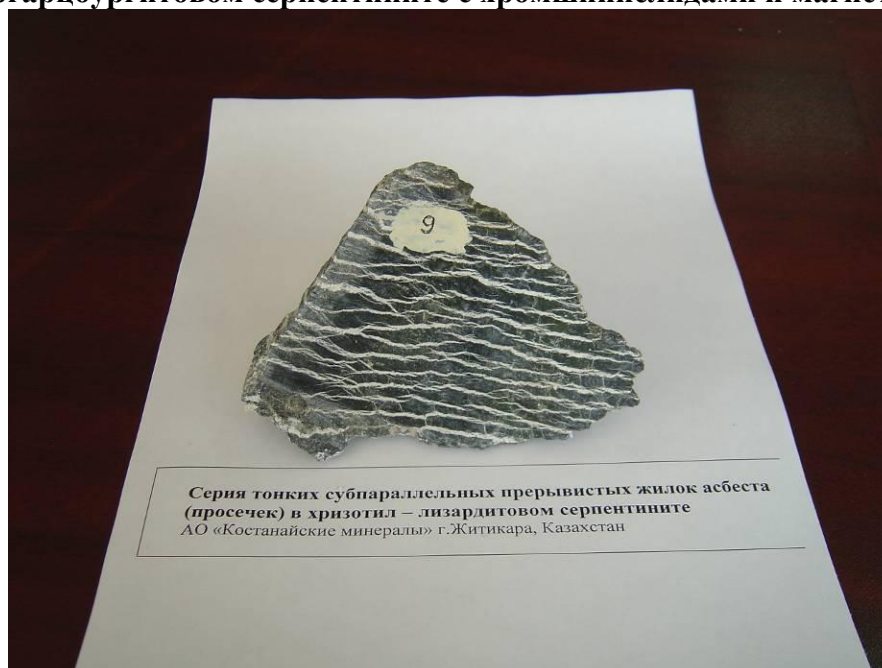


Рисунок 2.3 - Серия тонких субпараллельных прерывистых жилок асбеста в хризотил-лизардитовом серпентините

Глубина отработки карьера составляет 265 м. Предприятие имеет в своем составе современные ремонтные цеха, жд депо, ремонтно-механический завод и ремонтно-строительный цех, энергетическое хозяйство, полностью удовлетворяющее потребности комбината энергоносителях.

Джетыгаринское месторождение разрабатывается открытым способом уже 40 лет. В настоящее время геометрические параметры карьера следующие: длина – 4 км., ширина – 1,3 км., глубина – 265 м.

Вскрытие карьерного поля выполнено двумя траншеями: северной полу траншеей внутреннего заложения с выходом на станцию «Северная», расположенную на северо-восточном борту карьера, и южной траншеей с входом на станцию «Предотвальная».

Система разработки – транспортная с внешним отвала образованием.

Высота рабочих уступов – 15м. ширина рабочих площадок в зоне ЖДТ – 45м, в зоне работы автомобильного транспорта – 35 м, ширина транспортных берм – 25 м.

Технология ведения горных работ циклическая с применением буровзрывных работ. Бурение скважин осуществляется буровыми станками СБШ – 250 МН с диаметром скважин 244,5 мм, экскавация производится экскаваторами ЭКГ – 8И, ЭКГ – 10, ЭКГ – 63у. Для транспортировки горной массы, применяется комбинированный автономно ж.д.т. Горные работы на горизонтах +185 м, +170 м. производятся с нагрузкой на ждт на горизонтах + 155 м, +140,+125м. применяется комбинированной автомобильной ждт, а нижеуказанных горизонтов с погрузкой в автотранспорт.

Проведено исследование хризотилловых нанотрубок на растровом электронном микроскопе CamScan S4. Исследование проводилось при ускоряющем напряжении 30 кВ. Результат исследования показал наличие тонких наноразмерных стержней (нанотрубок). В ходе исследования был проведен структурный микроанализ породы (при ускоряющем напряжении 30 кВ) на микроанализаторе фирмы Link ANALYTICAL AN 10/55S/.

Исследования структуры хризотилевых нанотрубок также проводились с помощью сканирующего электронного микроскопа без выделения из исходного материала (порода) и хризотилового волокна после выделения из начального материала (породы).

Асбест напоминает маломощные жилы и прожилки, причем ориентировка его волокон может быть различной: если волокна располагаются перпендикулярно стенкам жилок (наиболее распространенный случай), то это - поперечно-волокнистый асбест, если вдоль стенок, то это - продольно-волокнистый асбест или так называемые волокна скольжения. Для некоторых видов асбеста характерно разноориентированное, иногда радиальное расположение волокон. Индивидуальные волокна под электронным микроскопом выглядят как тончайшие трубочки с наружными и внутренними диаметрами в сотые-тысячные доли микронов (мкм).

Индивидуальные волокна под электронным микроскопом выглядят как тончайшие трубочки с наружными и внутренними диаметрами в сотые-тысячные доли микронов (мкм). Амфибол-асбесты обладают более грубым волокном: диаметр их волокон измеряется десятками-сотыми долями мкм. Длина волокон от десятых долей до 160 мм и более, наиболее часто она составляет 2-6 мм.

Впервые в качестве фильтров асбестовые трубки применила компания «P. Lorillard» в 1952 году для своей марки сигарет «Kent» с фильтром. Сорбционные свойства были высокие у фильтров с асбестом, но без использования предфильтра курильщик вдыхал и асбест. Производство таких сигарет остановлено в 1956 году.

До сих пор во многих производствах для фильтрации вина тоже используют асбест. В медицине применяемый фильтр Зейтца задерживает бактерии и примеси и используется в качестве холодной стерилизации для различных жидкостей. При этом волокно не является питательной средой для микроорганизмов.

Все методы пока осуществленные в виде поисковых исследований были направлены на изучение новых синтетических материалов, однако с момента получения изображения первой углеродной нанотрубки и до разработки промышленно выгодных методов их получения прошел немалый период, выявивший множество проблем: получение нанотрубок с заданными размерами неустойчиво, выход годного невелик, что повышает цену материала, неизучено воздействие на организм человека при длительном контакте и в различных концентрациях.