



Т р у д ы
Одесского политехнического
университета

**Научный
и производственно-практический сборник
по техническим и естественным наукам**

Вып. 4 (16). 2001

Одесса

Министерство образования и науки Украины
Одесский национальный политехнический университет

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Труды

ОДЕССКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Научный и производственно-практический

сборник

Вып. 4 (16). 2001

Труды Одесского политехнического университета: Научный и производственно-практический сборник по техническим и естественным наукам. — Одесса, 2001. — Вып. 4 (16). — 241 с. — Яз. рус., укр., англ.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Малахов В.П. — гл. редактор, Кострова Г.В. — зам. гл. редактора, Плескач Л.О. — отв. секретарь, Баранов П.Е., Дащенко А.Ф., Дубковский В.А., Куценко А.Н., Пуйло Г.В., Алексеева Л.А., Ефрюшина Н.П., Кругляк Ю.А., Куншенко Б.В., Новохатский И.А., Бельтюков Е.А., Маковеев П.С., Продиус И.П., Соколенко В.Н., Харичков С.К., Гончарук Г.И.

Сборник основан в 1996 году, зарегистрирован в Министерстве Украины по делам печати и информации 5 декабря 1996 года, свидетельство серии КВ № 2380

Печатается по решению Ученого совета Одесского государственного политехнического университета, протокол № 3 от 27.11.2001 г.

Компьютерную версию опубликованных материалов можно получить по адресу:
<http://www.ospu.odessa.ua>

СОДЕРЖАНИЕ

МАШИНОСТРОЕНИЕ. ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛОВ

<i>Л.В. Прокопович, Э.Н. Сапожникова.</i> Экологические аспекты использования природных минералов в литейном производстве.....	8
<i>Н.И. Замятин.</i> Методы формообразования оболочек на основе кварцевых суспензий.....	11
<i>С.Л. Зеленков, Я.А. Козловский.</i> Влияние микроструктуры керамической формы на качество отливок.....	14
<i>В.А. Вайсман.</i> Исследование напряженно-деформированного состояния тел качения.....	16
<i>Г.А. Оборский.</i> Связь динамической устойчивости технологических систем с их надежностью.....	25
<i>В.Н. Тихенко.</i> Оценка влияния возмущений на следящий гидропривод с дополнительной силовой связью.....	29
<i>В.И. Скурихин, Л.С. Житецкий, Н.Г. Квашенко.</i> Метод управления гидравлическими процессами в магистральных нефтепроводах.....	31
<i>Г.Г. Грабовский.</i> Энергоресурсосберегающее автоматизированное управление прокаткой.....	35
<i>А.Г. Деревянченко, Л.В. Бовнегра, Д.М. Дороганчук.</i> Автоматическое диагностирование состояний режущих инструментов интегрированных производств.....	38

ЭНЕРГЕТИКА. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

<i>Н.А. Фридман, М.В. Максимов, О.В. Маслов.</i> Анализ эффективности эксплуатации АЭС.....	42
<i>В.А. Демченко, В.Ф. Ложечников.</i> Цифровое многомерное управление участком питания парогенераторов ПГВ-1000 энергоблока АЭС с ВВЭР.....	45
<i>А.Х. Горелик, М.А. Дуэль, В.А. Орловский.</i> Состояние, реконструкция и развитие систем управления энергоблоками ТЭС и АЭС.....	49
<i>Т.Л. Дуэль.</i> Оценка эффективности АСУ ТП энергоблоком.....	56
<i>В.М. Окуненко.</i> Експертна система в управлінні теплоенергетичними об'єктами.....	60
<i>Ю.М. Ковриго, О.В. Корнієнко.</i> Концепція створення динамічних тренажерів для підготовки персоналу енергопідприємств.....	63
<i>А.О. Лозинський, Я.С. Паранчук, Ю.Р. Гайдучок.</i> Розрахунок оптимальних уставок регулятора потужності ДСП методом генетичного алгоритму.....	67
<i>О.А. Андриющенко, А.А. Бойко.</i> Исследование режимов работы системы автоматического симметрирования токов статора асинхронного двигателя.....	70

УДК 621.742

Л.В. Прокопович, канд. техн. наук,
Э.Н. Сапожникова, магистр,
Одес. нац. политехн. ун-т

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Л.В. Прокопович, Е.М. Сапожникова.
Екологічні аспекти використання природних мінералів у ливарному виробництві. Простежуються стадії перевтілення мінералів з природних утворень у техногенні. Показано, що розміри та форма мінеральних часток є не тільки технологічними, а й екологічними параметрами сировини у ливарному виробництві.

L.V. Prokopovich, E.N. Sapozhnikova.
Ecological aspects of natural minerals use in foundry. The transformation stages of minerals from natural formations to technogenic ones are traced. It is shown, that the dimensions and form of mineral particles are not only technological, but also ecological parameters of foundry stuff.

Одной из особенностей литейного производства является его чрезвычайно разнообразная минеральная сырьевая база. Полезные, порой уникальные сочетания физических и химических свойств природных минералов, позволяют использовать их практически на всех стадиях технологического цикла изготовления отливки (табл. 1).

Таблица 1

Минералы в литейном производстве

Область применения	Минералы, горные породы
Металлургические процессы	металлы, кальцит (известняк, мел, мрамор), каменная соль, флюорит, графит, криолит, фосфор
Процессы формообразования	кварцевые пески, глины, гипс, каменная соль, слюда, циркон, бура, нефелин, форстерит, оливинит, дунит, серпентинит, хромит, магнезит
Огнеупоры, теплоизоляторы	кварц, глины, асбесты (хризотил, крокидолит, родусит, роговая обманка, антимолит, тремолит, амозит и др.), муллит, циркон, хромит, корунд, слюда, рутил, перлит, доломит, кианит (дистен), магнезит, оливин, периклаз, силлиманит, графит, шпинель
Вспомогательные операции	графит, тальк, каменная соль, шунгит
Специальные добавки	циркон, графит, мел, маршалит, флюорит, муллит, асбест, бура, гематит, кукерсит, рутил, ильменит, мирабилит, пиролюзит
Противопригарные краски, покрытия	асбест, циркон, мел, Li-бентонит, графит, пирофиллит, тальк, маршалит, гематит, вермикулит, магнезит, мрамор, корунд, марганцевая руда

Помимо того, что минералы способны обеспечить технологический процесс, они являются определенной гарантией экологической безопасности этого процесса, поскольку все природные материалы априори считаются экологически чистыми.

Однако анализ экологической ситуации в литейном производстве показывает, что во многих случаях источником экологической опасности становятся именно минеральные вещества (песок, асбест и др.).

Такое явное, казалось бы, противоречие является вполне закономерным и имеет естественное объяснение. Достаточно провести разграничение свойств природных (исходных) минералов и минералов, подвергнутых какому-либо воздействию на производстве. Ведь минералы сами по себе не представляют опасности ни для окружающей среды (они являются частью этой среды), ни для здоровья человека. Опасными их делает сам человек в процессе производства.

Например, на литейные заводы поступают *кварцевые пески*, которые добываются непосредственно из природных месторождений. В основном это пески, образовавшиеся в резуль-

тате выветривания горных пород, и пески морских отложений. Для их зерен характерна округлая форма, приобретенная в результате взаимного трения, шлифования, стирания острых граней (рис. 1). Эти пески имеют однородную и довольно крупную зернистость (0,2...3 мм) [1].

Однако в процессе производства песок подвергается механическому и термическому разрушению в бегунах, формовочных машинах, при заливке, выбивке отливок из форм и т.д. Это подтверждает анализ размеров частиц формовочной смеси, взятой на разных стадиях производственного цикла одесского завода "Центролит" (табл. 2).

Причем наибольшему измельчению подвергаются зерна полевых шпатов, слюды и глауконита, твердость которых ниже твердости кварца. При нагревании до 573 °С зерна кварца, переходя из кристаллической модификации α в модификацию β , увеличиваются в объеме на 2,4 %. Вследствие резкого изменения объема некоторые зерна растрескиваются. Все это приводит к измельчению материала формовочной смеси, и после нескольких технологических циклов песок истирается и превращается в пыль. Именно эта пыль и представляет экологическую опасность.




Дисперсный состав пыли имеет важное значение при оценке степени ее вредности для окружающей среды и здоровья человека. Частицы пыли крупнее $5 \cdot 10^{-6}$ м задерживаются в верхних дыхательных путях (нос, рот, носоглотка). Более мелкие частицы проникают в нижние дыхательные пути (гортань, трахея, бронхи) и влияют на появление острых респираторных заболеваний. Фракции пыли в диапазоне $0,1 \cdot 10^{-6}$... $1 \cdot 10^{-6}$ м достигают альвеол легких и, задерживаясь в них, могут привести к тяжелым заболеваниям — пневмокозиозам [2]. Одной из разновидностей пневмокозиоза является силикоз, при котором в легких возникают склеротические явления, разнообразные изменения и осложнения [3].



Рис. 1. Зерна песка марки 2Ж02А Миллеровского месторождения

Таблица 2

Изменение частиц формовочной смеси в производственном цикле

Стадия производственного цикла	Содержание фракций, %		Форма частиц
	основная фракция (0,2 мм)	пылевидный остаток (менее 0,05 мм)	
Свежий (природный) песок	86,2	0,18	
После операции смесеприготовления	46	0,25	
После выбивки отливки из формы	44	0,4	

Таким образом, можно говорить о том, что дисперсность минеральных частиц является не только технологическим параметром, но и экологическим показателем сырья.

Об этом свидетельствуют и предельно допустимые концентрации (ПДК), которые устанавливаются не столько для минералов как таковых, сколько для их производственных модификаций (пыль, волокна и т.д.). Так, ПДК пыли двуокиси кремния составляет $1...4 \text{ мг/м}^3$, стеклянных и минеральных волокон — 4 мг/м^3 [3].

Исследования **асбестовых материалов** также показывают, что исходное (природное) сырье не представляет какой-либо экологической опасности.

Здесь проблема состоит в том, что представления о токсичности или канцерогенности асбестовых изделий автоматически переносятся на сам асбест, хотя вопрос о канцерогенном воздействии асбеста до сих пор остается открытым.

Во-первых, различные виды минералов имеют различное отношение к канцерогенезу. Экспериментальные данные показывают, что наибольшее число раковых опухолей вызывают волокна крокидолита, затем амозита и лишь в последнюю очередь — хризотила [4].

Во-вторых, попытки объяснить причины канцерогенности асбеста остаются безрезультатными. Несмотря на то, что химические формулы природных асбестов (например, $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$, $Ca_2Mg_5[Si_4O_{11}]_2$ и др.) не вызывают серьезных опасений, тем не менее, неоднократно предпринимались попытки объяснить канцерогенность асбеста именно его составом. Например, изучалось влияние микродоз элементов, содержащихся в асбесте (никеля, хрома, кобальта, марганца), но конечные результаты получились неубедительными. Гипотеза, согласно которой причиной заболеваний является наличие масел в асбестовых породах, оказалась несостоятельной [4].

Морфология природных асбестов также не вызывает опасений, поскольку волокна асбестовых минералов в природе практически не распушиваются, а плотно прилегают друг к другу, образуя жилы в породе, например, в змеевике (рис. 2).

Единственным приемлемым объяснением канцерогенного воздействия асбеста является то, что физические свойства стойкого асбестового волокна провоцируют в тканях реакцию отторжения, а попытки исключить и обезвредить инородное тело в этот провокационный момент ведут к изменению клетки [4]. Однако это относится не к самому асбесту, а к его производственной модификации — пыли.

На производстве отделение асбестовых волокон от пустой породы и их распушивание происходит в результате многостадийного процесса, состоящего из первоначального дробления руды, грохочения, отделения пыли на транспортерах. Куски породы, прошедшие сквозь грохот, подвергаются новому дроблению, которое сопровождается выделением более мелких волокон и его дальнейшей распушкой [5].

Для производства изделий из асбеста используются волокна, полученные после первых дроблений, т.е. волокна длиной 10...80 мм и более [5, 6]. Понятно, что такие волокна не могут нанести вред здоровью человека.

Однако в ходе эксплуатации этих волокон, например, после ввода их в состав цемента или формовочной смеси, а также изделий из них (шнуры, картон, кирпичи и т.д.) ситуация резко меняется. Особенно в литейном производстве, где асбестовые материалы подвергаются воздействию высоких температур, в результате чего волокна разрушаются, крошатся. Если учесть, что толщина элементарного волокна асбеста составляет около $260 \cdot 10^{-10}$ м [5], то понятно, что при длине до $5 \cdot 10^{-6}$ м это волокно превращается в опасную волокнистую пыль. ПДК асбестовой пыли составляет 2 мг/м^3 [3].

В качестве еще одного экологического показателя минерального сырья следует рассматривать форму частиц. Ведь частицы с острыми углами и сколами могут нанести гораздо больше вреда, чем частицы округлой формы. Попадая в легкие, такие частицы не просто в них оседают, они повреждают стенки альвеол, кровеносных сосудов и т.д.

В таблице 2 показано, как изменяется форма зерен кварцевого песка в ходе технологического цикла. Округлая форма частиц постепенно сменяется осколочной, с большим количеством острых углов.

Форма асбестовых волокон также заметно изменяется. В ходе эксплуатации они становятся более рваными, распушенными.

Таким образом, можно говорить о взаимосвязи технологических показателей минерального сырья с его экологическими свойствами. Если показатель технологичности минерала представить как функцию от некоторых его физико-химических характеристик, например,

$$T_m = f(a, \phi, X, \alpha, \Gamma, O, \sigma, \text{НВ и т.д.}),$$

где a — размер частиц;
 ϕ — форма частиц;
 X — химическая активность;
 α — теплопроводность;
 Γ — газотворность;
 O — огнеупорность;

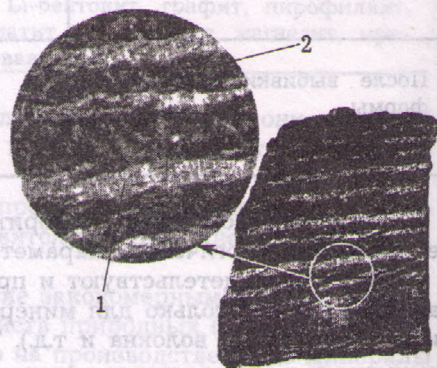


Рис. 2. Штуф асбестосодержащей породы: 1 — волокна хризотил-асбеста; 2 — змеевик

σ — прочность;
 НВ — твердость,
 то показатель экологической безопасности этого минерала будет иметь практически тот же набор характеристик:

$$Э_m = f(a, \phi, X, \alpha, \Gamma \text{ и т.д.})$$

Даже такие, сугубо технологические свойства, как прочность, твердость, огнеупорность и другие, можно считать экологическими показателями, т.к. они характеризуют склонность материала к разрушению и, следовательно, к изменению размеров и формы его частиц в ходе эксплуатации. Это говорит о том, что экологические характеристики минерала зависят не только от его природных свойств, но и от технологического процесса, в который он вовлечен.

Вместе с тем, исследования показывают, что в литейных технологиях изначально заложены механизмы превращения минералов из природных, экологически безопасных образований в экологически опасные. А так как полный отказ от минерального сырья в литейном производстве вряд ли целесообразен, то пути повышения его экологической безопасности лежат не столько в направлении поиска новых экологически чистых материалов, сколько в усовершенствовании технологий, использующих природные минералы.

Литература

1. Формовочные материалы и смеси / С.П. Дорошенко, В.П. Авдокушин, К. Русин, И. Мацашек. — К.: Вища шк., 1990. — 415 с.
2. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. — Л.: Химия, 1987. — 218 с.
3. Иванов В.Н. Словарь-справочник по литейному производству. — М.: Машиностроение, 1990. — 384 с.
4. Шимечек Я., Штохл В. Волокнистая пыль в воздухе производственных помещений. — М.: Стройиздат, 1990. — 164 с.
5. Петров В.П. Рассказы о трех необычных минералах. — М.: Недра, 1978. — 312 с.
6. Степин Б.Д., Аликберова Л.Ю. Книга по химии для домашнего чтения. — М.: Химия, 1994. — 234 с.

Поступила в редакцию 26 октября 2001 г.

УДК 621.744.045

Н.И. Замятин, инженер,
 Одес. нац. политехн. ун-т

МЕТОДЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ОБОЛОЧЕК НА ОСНОВЕ КВАРЦЕВЫХ СУСПЕНЗИЙ

М.І. Замятин. Методи формоутворення оболонок на основі кварцових суспензій. Розглянуто методи формоутворення оболонок на основі кварцових суспензій. Приведено дослідження впливу різних факторів на утворення кварцових оболонок.

N.I. Zamyatin. Methods of forming the envelopes on quartz suspension base. Some methods of forming the envelopes on the quartz suspension base are considered. Influence of diverse factors on formation of quartz envelopes is considered.

Методы изготовления форм для художественного литья разнообразны, а именно: по выплавляемым моделям, формовка в кусках, по разборным деревянным моделям, по пустотелым плавающимся моделям, в металлические формы.

Одним из наиболее распространенных методов получения художественных кабинетных отливок является литье по выплавляемым моделям в оболочковые формы. Оболочки для таких отливок в основном изготавливаются из суспензий на основе гидролизованного этилсиликата.

Труды
ОДЕССКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Научный и производственно-практический
сборник**

Вып.4 (16). 2001

Машиностроение. Технология металлов

Энергетика. Электротехника

Компьютерные и информационные сети и системы.

Автоматизация производства

Электроника. Радиотехника. Средства телекоммуникаций

Проблемы фундаментальных и прикладных наук

Экономика

Редакторы

Кострова Г.В.

Плескач Л.О.

Компьютерная верстка

Овчаренко Т.П.

Прокопович И.В.

Корректор

Прокопович Л.В.

**Адрес редакции: Украина,
65044, Одесса-44,
просп. Шевченко, 1,
ОНПУ, комн. 313**

**Сдано в набор 27.11.2001. Подписано в печать 18.12.2001. Ризографическое издание.
Бумага КУМ СОРУ. Формат 60×88/8. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Усл.-печ. л. 35.**

**ОТПЕЧАТАНО В ИЗДАТЕЛЬСКОМ ЦЕНТРЕ “ТЭС”
С ГОТОВЫХ ОРИГИНАЛ-МАКЕТОВ**
Одесса, Канатная 81/2, тел. 42-90-98