

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ,
ПЕТРОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ

Выпуск 95

ПРИРОДНЫЕ
МИНЕРАЛЬНЫЕ
НАПОЛНИТЕЛИ

*(их ресурсы и использование
в промышленности)*

II

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА

1 9 6 3

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ,
ПЕТРОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ

Выпуск 95

ПРИРОДНЫЕ
МИНЕРАЛЬНЫЕ
НАПОЛНИТЕЛИ

*(их ресурсы и использование
в промышленности)*

II

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Москва 1963



10962

Ответственный редактор

В. П. ПЕТРОВ

Редактор-составитель

Л. А. СОКОЛОВА

ПРЕДИСЛОВИЕ

Процесс современного производства требует новых видов сырья или предъявляет новые требования к старым, ранее использовавшимся минеральным образованиям.

Таковыми новыми для геолога объектами исследований являются в настоящее время различные минеральные наполнители, требования к которым резко возросли в связи с развитием химической промышленности и выпуском совершенно новых продуктов (пластмассы, различные полимеры и пр.).

Все это требует от геолога нового подхода к оценке и разведке месторождений полезных ископаемых. Зачастую приходится разведывать совершенно новые минералы, ранее не рассматривавшиеся как полезные ископаемые (перлит, волластонит) или переоценивать месторождения, считавшиеся ранее бесперспективными (маложелезистые асбесты и др.).

С другой стороны, производственник, не знающий свойств минералов или горных пород, пригодных в качестве минерального наполнителя, не может подобрать для своего продукта нужный наполнитель или сформулировать перед геологом и обогатителем достаточно грамотно свои требования к минеральному сырью. В результате, вместо того чтобы вести поиски нового, наилучшего для данного продукта наполнителя и методов его обработки с целью получить наиболее выгодный продукт, производственник вынужден пользоваться только уже добываемым в нашей стране старым, непригодным для данной цели сырьем и при этом снижать качество окончательного продукта или переходить на импортное сырье. Немногие существующие в настоящее время стандарты на наполнители построены или на основе зарубежной практики и существующее в стране сырье оценивают по зарубежным нормам, или ориентируют производственника на низкокачественное сырье и старую технологию производства.

Авторы статей настоящего сборника — геологи и химики-производственники попытались найти общий язык. Геологи постарались осветить все разнообразие возможных видов минерального сырья, которое может заинтересовать химиков, а химики — показать наиболее важные требования к этому сырью.

Конечно это только первый опыт учета возможных ресурсов минеральных наполнителей, однако и он может быть весьма полезен, так как современная промышленность их в Советском Союзе до сих пор отсутствует.

Настоящий сборник относится к серии «Исследования в области неметаллических полезных ископаемых». Серия «Трудов ИГЕМ» с общей направленностью геолого-минералогического изучения нерудного сырья началась несколько лет назад. Коллектив петрографов — исследовате-

лей неметаллического сырья сложился еще в начале пятидесятых годов и с тех пор выпустил ряд целенаправленных работ по нерудному сырью, но общая серия, к сожалению, тогда не была оформлена; поскольку каждый сборник или монография были строго тематическими, то казалось, что индивидуальное название целиком определяет их содержание и только теперь, когда число работ, опубликованных коллективом геологов-нерудников ИГЕМ, стало достаточно велико, видно, что все они связаны общностью методики и единством подхода к теме.

Исходя из сказанного, мы считаем, что читателю небезынтересно знать предыдущие работы, опубликованные коллективом нерудного отдела ИГЕМ.

1955 г. Труды ИГН АН СССР, вып. 165. Петрографические исследования в связи с изучением нерудных ископаемых. (Описываются глины Тувы и Северного Кавказа, хризотил-асбест и др.).

1957 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 10. Минералогия и петрография месторождений нерудных ископаемых. (Описываются датолит, щелочные амфиболы, асбест и тальк).

1957 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 17. Исследования в области петрографии и минералогии нерудных ископаемых. (Описываются горный хрусталь, агальматолит, бруситовый мрамор, хризотил-асбест и др.).

1958 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 12. Е. Д. Белянкина, Э. Я. Гурьева, М. Д. Игнатова, В. П. Петрова и К. И. Толстихина. Генезис и типизация промышленного мусковита.

1959 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 22. Б. Я. Меренков. Генезис хризотил-асбеста.

1959 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 32. Асбест как минерал и полезное ископаемое.

1959 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 39. Ю. К. Андреев. Щелочно-амфиболовая минерализация в некоторых змеевиковых массивах Урала.

1960 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 26. В. И. Финько. Геолого-петрографическая характеристика и генезис огнеупорных глин Зейско-Буреинской депрессии.

1960 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 38. П. П. Смолин. Контактные процессы послейюрских интрузий Алдана.

1960 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 40. Материалы к изучению горного хрусталя.

1960 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 47. Петрография и минералогия месторождения асбеста.

1961 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 48. Петрография и минералогия месторождений перлита, керамического сырья и слюды.

1961 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 63. Тальк как минерал и полезное ископаемое.

1961 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 67. М. А. Лицарев. Генезис флогопитовых месторождений Алдана.

1963 г. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 98. В. В. Наседкин. Водосодержащие вулканические стекла кислого состава, их генезис и изменения.

Отсюда видно, что коллектив отдела неметаллических полезных ископаемых ИГЕМ последовательно ведет изучение наиболее актуальных видов неметаллических полезных ископаемых — асбеста, слюды, талька, глины, уделяя вместе с тем большое внимание новым видам минерального сырья, таким как вермикулит, полевые шпаты, а также перлит, который начал использоваться в промышленности в значительной мере благодаря работам сотрудников отдела. Уделяется также внимание и некоторым видам перспективного, но пока не разрабатываемого сырья, такого как волластонит, бруситовый мрамор, пиррофиллит, агальматолит, маложелезистые тальк и асбест.

На примере изучения главных видов неметаллического сырья сотрудники отдела разрабатывают ряд важнейших теоретических проблем общей петрографии, с которыми связано формирование этих полезных ископаемых. Особенно внимательно изучаются контактные процессы в магнезиальных породах, формирование и развитие древних кор выветривания, условия возникновения стекловатых пород в эффузивном процессе и ряд других вопросов.

Настоящий сборник, хотя и продолжает рассмотрение новых видов минерального сырья, по своей направленности несколько отличается от предыдущих: он объединяет статьи не по минеральным видам, а по характеру их использования. Этим объясняется несколько иной стиль геологических статей и иной их подбор, однако большая народнохозяйственная значимость наполнителей и отсутствие у нас литературы о них позволяет нам надеяться, что и этот сборник будет встречен читателем с большим интересом и принесет пользу развитию советской промышленности наполнителей.

В. П. Петров

**СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ
И ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ВАЖНЕЙШИХ ВИДОВ МИНЕРАЛЬНЫХ
НАПОЛНИТЕЛЕЙ**

В. П. Петров

ЕСТЕСТВЕННЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ НАПОЛНИТЕЛИ
*(ресурсы, возможные виды
и задачи геологических исследовательских работ)*

ВВЕДЕНИЕ

Термин «наполнители» объединяет большую группу различных искусственных и естественных материалов, используемых в качестве присадки к некоторому химическому продукту (обычно являющемуся связующим) с целью получения готового изделия, обладающего теми или иными желательными свойствами.

Первоначально, когда количество изделий, изготавливаемых с применением наполнителей, было сравнительно невелико и роль наполнителей сводилась к механическому заполнению пространства или к простой фальсификации дорогого продукта (например, примесь баритового порошка или мела к высоким сортам муки), тогда термин «наполнитель» соответствовал своему смыслу. Теперь же, когда число видов продуктов, в которые вводится наполнитель, резко увеличилось, а сам наполнитель стал важнейшим компонентом изделия, во многом определяющим его свойства, возникла необходимость точно учитывать особенности наполнителя, и к нему стали предъявляться очень высокие требования с тем, чтобы получить наилучшее качество изделия.

Понадобилась специальная обработка природных продуктов для получения наиболее выгодных наполнителей, обуславливающих наилучшие свойства изделия. Обработка эта различна в зависимости от природных особенностей минерального вещества, служащего наполнителем, и свойств изделия, которое желательно получить с помощью данного наполнителя. Она может заключаться в выделении мономинеральных фракций, дробления минерального продукта, выделении фракции определенной крупности и, наконец, в обработке природного материала специальными реагентами для придания ему определенных свойств (гидрофобизация и пр.). Однако не все нужные свойства наполнителя можно получить путем его обработки. В большинстве случаев эти свойства заложены в самом веществе и должны учитываться при введении в эксплуатацию того или иного месторождения. За рубежом это обычно учи-

тывается торговой маркой продукта, выпускаемого какой-либо определенной фирмой на сырье одного и того же месторождения.

Все сказанное выше вместе с большим количеством фирменных секретов не позволяет нам выявить сейчас реальные требования к наполнителям того или иного назначения и наметить пути поисковых работ на сырье определенного качества. Поэтому, когда выяснилась безусловная необходимость создания в Советском Союзе собственной сырьевой базы для производства наполнителей, приходится подходить к определению их свойств, исходя из общих соображений о свойствах минералов, с точки зрения требований, предъявляемых к готовой продукции.

КЛАССИФИКАЦИЯ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

В процессе применения наполнителей оказываются существенными все их свойства — химический состав, молекулярное строение, физические свойства (твердость, удельный вес) и пр. Однако ни одно из них не может служить основой классификации, поскольку в одних случаях более важным является одно свойство, а в других другое. Общим для всех наполнителей, пожалуй, является то, что они всегда применяются в виде тонкодисперсного порошка. Поэтому особенности дробления сырого полезного ископаемого и характер обломков могут быть теми признаками, по которым можно будет провести первоначальную классификацию природных наполнителей (табл. 1). Смысл классификации такого рода заключается еще и в том, что форма частиц и их крупность являются важнейшими свойствами наполнителя, во многом определяющими структуру изделия, так как от них зависит сцепление наполнителя со связующим компонентом. Табл. 1, достаточно ясная сама по себе, положена нами в основу дальнейшего изложения материала.

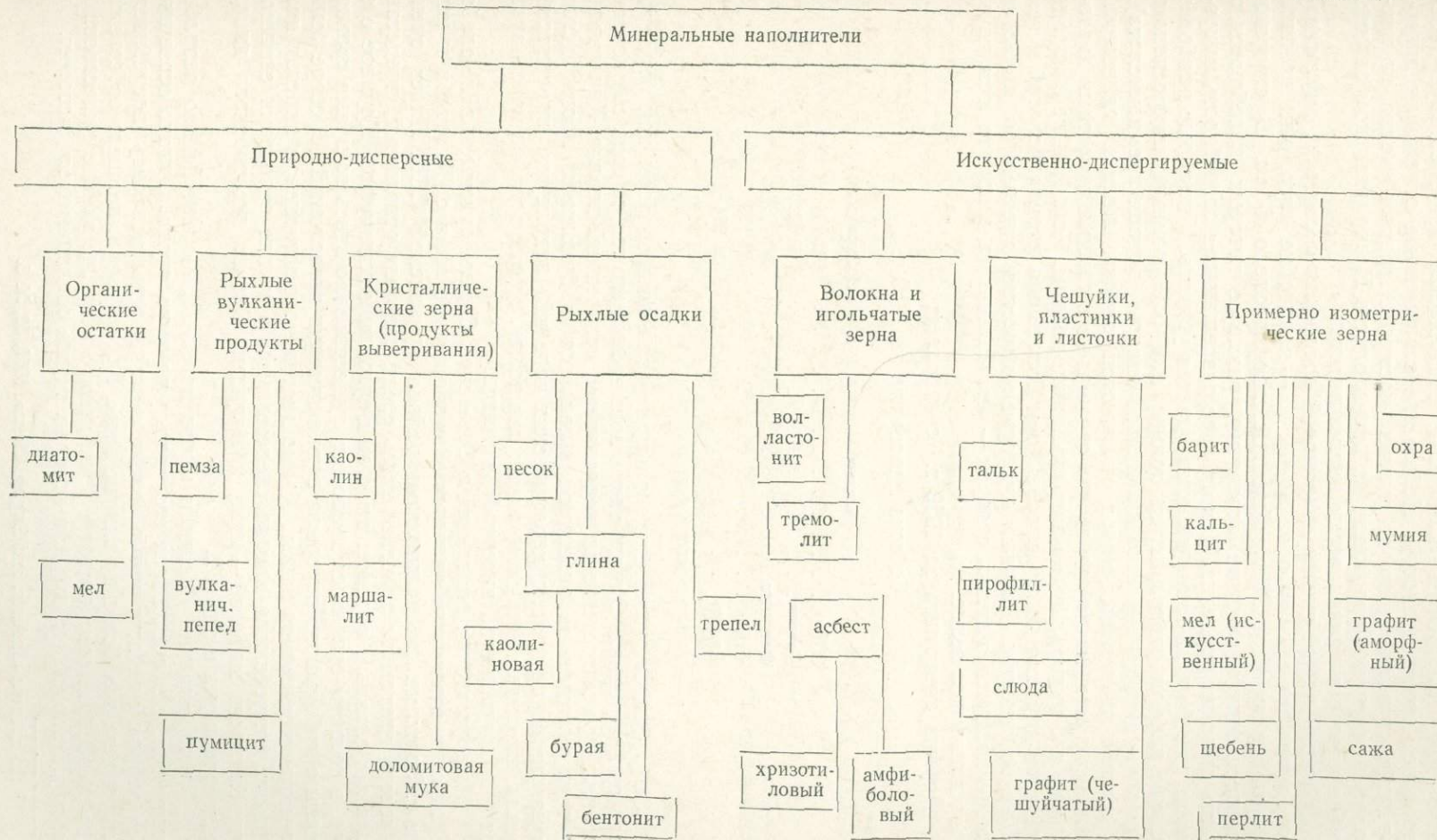
ПРИРОДНО-ДИСПЕРСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К этой группе относятся многочисленные горные породы, не претерпевшие в процессе своего образования цементации и метаморфизма, и поэтому их распространение ограничено в основном районами молодых — мезозойских или кайнозойских — отложений.

В пределах этой группы можно различать, в свою очередь, четыре очень четкие подгруппы. Первую подгруппу составляют органические остатки, где основу породы слагают целые скелеты организмов или их части. Сюда относятся в первую очередь скопления остатков кремнистых организмов (диатомит) и известковых скелетов (мел). Вторую подгруппу составляют рыхлые продукты вулканических извержений (пористое вулканическое стекло — пемза), мелкие обломки стекла (вулканический пепел) и смесь пепла с кристаллами и пемзой (пумицит). К третьей подгруппе отнесены рыхлые породы, сформировавшиеся в процессе выветривания и состоящие из отдельных кристаллов. Сюда относятся такие образования, как различные каолины, маршалит и доломитовая мука. И, наконец, последняя группа — осадочные породы (частично обломочные, частично химические осадки): различные пески, глины или трепел.

Органические остатки

Диатомит — обычно белая или серая, рыхлая или легко рассыпающаяся кремнистая порода, состоящая главным образом из целых скелетов диатомовых водорослей или их обломков. Образуется диатомит в озерных водоемах или морских лагунах, где вода обогащена кремневой кислотой, что особенно характерно для тех случаев, когда водоемы расположены в вулканических областях, и в них попадает вулканический



пепел или изливаются источники, содержащие воду, богатую растворенной кремнекислотой. Небольшие современные отложения диатомовых илов имеют место во многих участках Мирового океана, но наиболее интенсивное отложение их происходит в Неаполитанском заливе, район которого вулканически весьма активен.

Каждый целый скелет диатомовой водоросли состоит из двух створок, входящих краями одна в другую — наподобие того, как крышка закрывает коробку. Размер каждой створки около 5 мк. В створках имеются многочисленные отверстия, размеры которых колеблются в очень широких пределах. Чем сильнее разрешающая способность микроскопа, тем больше таких каналов удастся увидеть. Некоторые наиболее мелкие каналы распознаются только под электронным микроскопом. Сложены диатомовые створки чистым опалом (водная кремнекислота). В составе диатомовых пород отмечаются окислы железа, глинозема, кальция и магния, но они всегда связаны не с самими скелетами диатомовых, а с минеральными загрязнениями породы. Чем больше в породе остатков диатомовых водорослей, тем богаче она кремнекислотой и тем выше ее качество. Важным критерием качества диатомитов является также количество целых створок — чем больше их в породе, тем качество диатомита выше.

Добыча диатомита за 1959 г.¹ составляет:

Добыча диатомита за 1959 г.

Страна	Добыча (в т)
США	403 496
Дания	179 622
Франция	99 790
ФРГ	174 179
Алжир	21 974
Общая мировая добыча	961 611

За рубежом диатомит используется главным образом как фильтровальный материал. Однако такое применение его год от года снижается, поскольку в этих же целях используется вспученный перлит. Как наполнитель диатомит за рубежом применяется в бумажном производстве, в изготовлении красок, керамических изделий, линолеума, пластмассы, мыла, карандашей и патефонных пластинок. Кроме того, он используется как наполнитель инсектофунгицидов.

Месторождения диатомита в Советском Союзе изучены крайне слабо. Наиболее освоенным является месторождение близ с. Кисатиби к югу от г. Боржоми в Ахалцихском районе Грузинской ССР. Пласт очень чистого диатомита залегает здесь среди озерных отложений, представленных главным образом пластами вулканических туфов. Крупное озеро, в котором отлагался диатомит, существовало здесь во время сравнительно небольшого перерыва вулканических извержений. В озере была весьма интенсивная жизнь. Кроме диатомовых остатков, в пластах диатомита встречаются иногда скелеты рыб, а также отпечатки скелетов прибрежных жителей — птиц и лягушек. Состав кисатибского диатомита приведен в табл. 2.

Месторождение Кисатиби много лет довольно интенсивно разрабатывается, и значительная его часть уже выработана. Однако оставшиеся запасы еще достаточно велики и могут удовлетворить потребности народного хозяйства на многие годы. Кроме озера, давшего собственно Кисатибское месторождение диатомита, в этом же районе существовали и другие подобные озера, в которых также откладывался диатомит. Та-

¹ По данным «Industr. and Engng. Chem». 1960, 52, № 5.

Таблица 2

Химический состав кисатибских диатомитов

Окислы	Анализ 1	Анализ 2
SiO ₂	94,14	91,43
TiO ₂	0,06	0,16
Al ₂ O ₃	1,13	1,43
Fe ₂ O ₃	0,28	3,05
CaO	0,85	0,88
MgO	0,17	0,44
SO ₃	—	—
P ₂ O ₅	—	0,05
K ₂ O	—	0,26
Na ₂ O	—	0,36
H ₂ O	—	—
(гигроскопическая)		
Потери при прокаливании	2,93	0,83
Итого	99,56	98,89

ково, в частности, Чобаретское месторождение, расположенное рядом с Кисатибским.

Линзы диатомовой породы, нередко обладающие большими запасами полезного ископаемого, известны и в других местах Закавказья, особенно крупные расположены в Армении, в Сисианском районе и по течению р. Занги в районе с. Нурнус.

В Европейской части СССР пользуется известностью Инзенское месторождение диатомита. Качество полезного ископаемого здесь несколько хуже, чем в Закавказье, количество целых створок диатомита невелико, кроме того, много примесей глинистых и песчаных частиц.

В Азиатской части СССР месторождения диатомита имеются на Дальнем Востоке и Сахалине.

Для использования диатомита в качестве наполнителя огромное значение имеют форма частиц и состав породы. Сложная форма створок и большое количество отверстий в каждой из них обуславливают хорошее сцепление между диатомитом и связующим веществом, строгая стандартность размеров створок также весьма благоприятна для получения однородных и легких изделий.

Чтобы не ухудшить свойства диатомита как наполнителя, дробление его должно быть не очень интенсивным — только таким, чтобы разбивались агрегаты и створки диатомей отставали бы одна от другой, но не дробились. Сортировка диатомита должна производиться на месторождении. Ожелезненные — желтые и бурые — участки или пласты должны быть отобраны на месте. Это может значительно улучшить качество продукции.

По составу и количеству целых створок диатомей грузинские диатомиты не уступают лучшим зарубежным разновидностям этих пород. Однако на месторождении не производится никакого разделения добытого материала на сорта; его сушка и дробление поставлены примитивно, глинистые и ожелезненные разности смешиваются, что сильно снижает качество наполнителя. В результате, несмотря на прекрасное сырье, качество выпускаемого в Грузии материала ниже требований зарубежных стандартов. Поэтому до сих пор использование диатомита в СССР ограничено.

Необходимы дальнейшие широкие исследовательские работы по внедрению диатомита в промышленность и изучение его месторождений. В частности, весьма интересно было рассмотреть возможность его использования в пластмассовой и бумажной промышленности, а также в качестве наполнителя инсектоfungицидов. Наиболее перспективно широкое использование диатомита в Закавказье и на Дальнем Востоке, где отсутствуют другие виды наполнителей.

Мел — рыхлая или очень слабо связанная известковая порода, состоящая, как и диатомит, из остатков морских организмов. Микроскопическое исследование образцов из важнейших месторождений мела показало, что главную его массу составляют округлые поликристаллические кальцитовые тела размером 3—5 мк, представляющие собой, как предполагают, известковые образования растительных клеток. Несколько в меньших количествах встречаются более крупные (до 20—30 мк) известковистые тельца коколиты и рабдолиты (шарикообразные и трубчатые образования) и, наконец, в некоторых разновидностях часто встречаются обломки крупных раковин.

Образование мела происходило только в один строго определенный период геологической истории, который именно поэтому и получил наименование «мелового». Лучшие разновидности белого пишущего мела встречаются в самых верхних слоях меловой системы, отлагавшихся примерно 100 млн. лет тому назад. Но и в то время отложение мела шло только в море, занимавшем территорию нынешней Франции, юга Британских островов, Германии и Европейской части СССР в пределах Белоруссии, Днепровско-Донецкого бассейна и Поволжья. На территории Америки, Азии и Австралии, несмотря на усиленные поиски, ничего близкого к европейскому мелу найдено не было, и сейчас США в довольно больших количествах ввозят его из Великобритании, где огромные предприятия по добыче и переработке мела расположены на берегах пролива Ла-Манш.

Особенности состава и строения мела весьма важно учитывать при его использовании. Наиболее ценной частью мела являются его самые мелкие шарообразные тельца. Разлом кускового мела не должен быть очень интенсивным, с тем чтобы произошло только раздробление агрегатов, но отдельные органические остатки остались нераздробленными. Крупные частицы — обломки крупных раковин и коколиты — могут быть отделены отмучиванием; при этом можно получить «отмученный мел» с большой однородностью частиц как по величине, так и по их шарообразной форме. Дробить мел на частицы мельче 5 мк не следует, так как при этом шарики — органические остатки, слагающие мел, — будут разбиваться на угловатые, преимущественно секториальные обломки и вместо наполнителя с шаровой формой частичек, чем особенно интересен природный мел, будет получаться наполнитель с угловатыми и игольчатыми частицами.

Некоторые предприятия, особенно Ленинградского и Новгородского районов, выпускают искусственный мел, получаемый дроблением рыхлого известняка. Поверхностные свойства такого «мела» существенно иные, чем природного мела Белоруссии, Украины, Поволжья и других областей. Дробление известняка, состоящего, как правило, из отдельных кристаллов кальцита — минерала, обладающего отчетливой спайностью, способностью раскалываться по определенным плоскостям, приводит к расколу этих кристаллов на остроугольные частицы, имеющие форму ромбоэдров, близких к кубу.

Состав мела колеблется в довольно широких пределах, от почти совершенно чистых известняков с содержанием 98—99% CaCO_3 до рыхлых мергелей с содержанием только 20—30% карбонатного вещества.

Рыхлые вулканические продукты

При вулканическом извержении на дневную поверхность выбрасываются три основных типа вулканических продуктов. Во-первых, происходит относительно спокойное излияние крупных масс силикатного расплава — лавы, застывающей далее в форме той или иной вулканической породы. Во-вторых, из кратера или боковых трещин вулкана выделяется большое количество вулканических газов, уходящих в атмосферу. Наконец, в атмосферу выбрасывается много мелких обломков жидкой лавы или твердых камней, увлекаемых газом. Как правило, жидкая лава, выброшенная в атмосферу, содержит в себе некоторое количество растворенных летучих компонентов (преимущественно воды). Когда часть жидкой лавы из глубин вулкана, где она находилась под большим давлением, выбрасывается в атмосферу, содержащиеся в ней летучие вещества выделяются в свободном виде и вязкая лава вспучивается подобно тому, как вспенивается газированная вода при открывании бутылки. В зависимости от количества растворенных в лаве летучих веществ и ее вязкости такое вспучивание может привести к различным результатам. Если летучих веществ в лаве мало, то из нее образуется пузыристая пеноподобная мелкокусковая порода — *пемза*. Если же летучих веществ в лаве много, то вспучивание происходит взрывообразно, пузырьки разрываются и вместо компактного куска получается огромное количество мелких угловатых обломков с очень характерной формой (каждый обломок представляет собой обрывки стенок застывших пузырьков). Накопление этих мелких обломочков образует рыхлую породу, называемую *вулканическим пеплом*.

Характерная форма, химическая стойкость, способность прочно соединяться со связывающим материалом и малый объемный вес — все это является большими преимуществами пемзы и вулканического пепла, позволяющими широко применять их в качестве наполнителя. Ниже мы дадим более полную характеристику этим материалам.

Пемза представляет собой сильно пористое вулканическое стекло, внешне напоминающее губку. Ее поры в большинстве случаев не сообщаются между собой. Объемный вес пемзы в куске порядка 300—700 кг/м³. Величина кусков пемзы весьма различна. Она колеблется от пемзовых глыб, достигающих нескольких десятков сантиметров в поперечнике, до пемзового «орешка», с кусочками размером около сантиметра в диаметре, и пемзового песка с миллиметровыми зернышками. В природных залежах пемзы кусочки различных размеров в большинстве случаев смешаны, поэтому в процессе эксплуатации проводится рассев, а иногда и дробление сырой пемзы.

Весьма важен характер внешней поверхности пемзовых кусков; на нее почти всегда выходят разломанные поры. При использовании пемзы как наполнителя пустоты от разломанных пор заполняются связующим веществом, что обуславливает прочную связку, но в то же время ведет к увеличению расхода связующего материала и к повышению объемного веса. В этом заключается основное различие между пемзой и перлитом. Поверхность перлита обычно гладкая, оплавленная, все поры закрыты, в результате сцепление его со связкой хуже, но изделия с перлитовым наполнителем обычно много легче.

Как уже говорилось выше, обработка сырой пемзы сводится к рассеву, иногда к дроблению; крупные куски обычно отбираются в качестве абразивного материала, пемзовая галька и пемзовый орешек служат наполнителем легкого бетона. Сфера применения пемзового песка как наполнителя гораздо шире.

При использовании пемзовых наполнителей важны и гидравлические их свойства. Гидравлическая активность их обычно весьма высока.

Месторождения пемзы в Советском Союзе известны на Кавказе в окрестностях Налчика, в Армении, а также на Дальнем Востоке и на Камчатке. Пемза здесь образует мощные пласты, реже конусовидные наложения.

Пумицитом называется пемза, загрязненная вулканическим пеплом, кристаллами и обломками породы. Используется этот материал главным образом в цементной промышленности, где особенно важна его высокая гидравлическая активность.

Месторождения пумицита обычно встречаются в районах вулканической активности, часто вместе с пемзой.

Вулканический пепел состоит из угловатых обломков вулканического стекла. Эти обломки обычно однородны, размер их — доли миллиметра; форма очень характерна — это обрывки стенок застывших пузырьков. Вулканический пепел используется иногда как не очень твердый абразив или как заполнитель.

В Советском Союзе вулканический пепел не эксплуатируется. Месторождения его можно искать в районах молодой вулканической активности, на Кавказе и в Закарпатье, в Саянах и на Дальнем Востоке, особенно на Камчатке и на островах Курильской гряды.

Кристаллические зерна

Маршалит — иначе «пылевидный кварц» — представляет собой своеобразный кварцевый материал, состоящий из частиц размером 0,001—0,01 мм. Образуется он в результате выветривания кремнистых известняков. Активные поверхностные растворы в нижней части зоны выветривания растворяют известняк и замещают его кремнекислотой, что приводит к возникновению своеобразного кварцита халцедонового состава. В верхних горизонтах коры выветривания активные растворы еще не насыщены кремнекислотой и растворяют агрегаты кварцита главным образом по трещинам между слагающими агрегат кристаллами, в результате чего кварцит распадается на отдельные кристаллики, образующие пылевидный кварц. Форма каждого кристалла остается такой же, какой она была в агрегате, — иголочка, несколько утолщающаяся с одной стороны. Загрязнение пылевидного кварца невелико — в него может попасть лишь немного глины из современных почв, залегающих на пылевидном кварце, но главным загрязняющим материалом являются участки нераспавшегося в пыль кварцита. Удаление крупных частиц (отмучивание, рассев и т. д.) позволяет получить из одного и того же сырья более однородный материал.

Месторождения маршалита располагаются там, где на известняках развита древняя кора выветривания. В первую очередь это различные участки Урала, Магнитогорский и Челябинский районы, а также некоторые районы Украины, Казахстана и Юго-Западной Сибири.

Доломитовая мука — рыхлый материал, состоящий из довольно крупных кристаллов (размер до 50—70 мк), образуется при частичном растворении известковистых доломитов. Освобождающиеся при этом доломитовые кристаллы имеют форму ромбоэдров. Дальнейшее дробление доломитовой муки дает материал, мало отличающийся по структуре зерен от продукта дробления доломитовых и известковистых пород. Месторождения доломитовой муки располагаются в районах развития доломитовых пород; особенно часто встречаются они в районах Куйбышевского Поволжья.

Каолин является важнейшим наполнителем, применяющимся чрезвычайно широко как в естественном, так и в обработанном (гидрофобизированном) виде (табл. 3). Он образован скоплениями пластинчатых

шестиугольных кристаллов каолинита — глинистого минерала состава $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$.

В зависимости от размера кристаллов свойства агрегатов этих кристаллов резко различны. Собственно каолином называются породы, состоящие из относительно крупных кристаллов каолинита; они рыхлые, легко рассыпаются при раздавливании и дают в воде оседающую взвесь. Если кристаллы каолинита очень мелкие, то их агрегат обладает совершенными свойствами глин и такая порода — каолиновые глины является важнейшим огнеупорно-керамическим сырьем.

Каолины по своему образованию делятся на две группы: первичные и вторичные. Первичные каолины образуются в результате выветривания слюдяных или полевошпатовых пород. Наиболее часто материнской породой для каолина является гранит (порода, состоящая из полевого шпата, кварца и слюды). На первых этапах выветривания полевой шпат переходит в безжелезистую (мусковитовую) слюду, которая при продолжающемся выветривании вместе со слюдой, присутствовавшей в граните ранее, начинает затем гидратизироваться, при этом гидратизация оказывается тем интенсивнее, чем дальше прошло выветривание; в таких случаях намечаются все переходы слюды в каолин. Практически бывает трудно указать, где гранит, выветрившийся до «стадии гидрослюды», переходит в гранит, выветрившийся до «стадии каолинита».

Каолинизированный гранит полностью сохраняет свою структуру, и на свежем его изломе видны бывшие полевые шпаты и слюды, хотя они уже замещены каолином. Кристаллы кварца сохраняют те же формы и размеры, которые они имели в гранитах. Кристаллы каолинита, образовавшиеся на месте листочков слюд, существовавших ранее в граните, много крупнее кристаллов каолинита, замещающих полевые шпаты. В граните обычно встречаются также слюды, относящиеся к ряду биотита, т. е. содержащие железо. Это железо в процессе выветривания не может быть вынесено из породы целиком. В каолиновом кристалле, образованном за счет биотита, часть железа выпадает в виде мелких кристалликов гематита. Кристалл каолинита ориентирует гематит, и его листочки располагаются вдоль плоскостей спайности каолинита, параллельно его главным осям, образуя своеобразную сетку полос, пересекающихся под углом около 120° , издавна известную под названием «сагенитовой сетки».

Таблица 3

Использование в качестве наполнителей глин и каолинитов в США в 1959 г.
(в тоннах) *

Вид использования	Каолин	Каолиновые глины		Бентонит	Прочие глины
		пластиче- ские	непластиче- ские		
Бумага	1 225 460	—	—	—	—
Резина	292 906	—	—	—	260
Линолеум	13 868	—	6037	—	1480
Краски	46 895	—	—	47	—
Удобрения	11 654	—	—	—	4744
Инсектофунгициды	73 334	—	387	108 051	—
Штукатурный материал	2 032	—	—	—	—
Пластмассы	8 493	1814	—	3 163	—
Прочие наполнители	36 107	445	5955	141	—
Всего	1 710 748 **	2259	12 379	111 402	6484

* По данным Min Jearb., 1959.

** 74% от общей добычи каолина в США, составляющей 2 300 131 т.

Месторождения первичного каолина известны везде, где гранитные или гнейсовые породы выходили на дневную поверхность в эпоху дневного выветривания (верхний триас — нижняя юра). Мощность каолинизированных гранитов достигает в этих случаях очень больших величин — несколько десятков, а иногда и более сотни метров. Чем светлее был материнский гранит, чем меньше в нем содержалось биотита, тем менее железистым оказывается новообразованный за его счет каолин, а чем крупнее в нем кристаллы кварца, тем легче он поддается обогащению. Выходы первичного каолина находятся в Советском Союзе на Украине (Просыная, Глуховцы, Турбово), на Урале (Еленинское, Кыштымское и др.); известны они также в Западной Сибири и Казахстане.

Из зарубежных месторождений каолина к этому типу относятся известные Седлецкие (Цетлицкие) каолины в Чехословакии, в окрестностях г. Карловы-Вары, каолины Мейсена в ГДР, каолины Лиможа и Сент-Ире во Франции, Корнуола в Великобритании и многих других местах.

Использование каолина в промышленности в качестве наполнителя во многом определяется методикой обогащения природного каолина и предварительной обработкой сырья. В Советском Союзе каолиновая промышленность была создана в середине 20-х годов, и с тех пор ее характер почти не изменился. В результате основными методами обогащения каолина в Советском Союзе остаются электролитический — (мокрое обогащение) с выпуском одного сорта товарного каолина и воздушный (сухое обогащение). Оба эти метода в том виде, как они применяются в СССР, сейчас должны быть признаны неудовлетворительными.

При первом методе в обогащенный продукт вводится большое количество электролитов, главным образом растворимого стекла и гашеной извести. В результате резко снижаются возможности получения из такого каолина водных суспензий, необходимых в керамическом и бумажном производстве. Кроме того, присутствие электролитов в каолине делает его электропроводным и, следовательно, непригодным для использования как наполнителя в изоляционных пластмассах.

Сухим обогащением не удается достаточно хорошо освободиться от примеси кварцевого песка.

В Чехословакии для обогащения каолина применяется гидроциклонный метод, который хорошо удаляет кварц и позволяет получить продукт, свободный от растворимого стекла.

В США в процессе обогащения каолин разделяется на несколько специализированных сортов. Все сорта каолина свободны от электролитов; некоторые из них, кроме того, подвергаются обжигу или гидрофобизации. В табл. 4 приводится характеристика важнейших сортов товарного каолина, выпускаемого на одном из заводов США из американского сырья.

Следует указать, что качество советского сырья (в особенности каолина Просыановского месторождения) намного выше, чем сырья Джорджии, однако качество товарного продукта, получаемого из Просыановского сырья, хуже, чем качество американских продуктов, а самое главное на советских каолиновых заводах нет такой строгой стандартизации отдельных сортов, как в США и Чехословакии.

Рыхлые осадки

Сюда относятся песок, различные глины, трепел и другие осадочные породы. Здесь мы остановимся только на трех первых породах.

Песок — рыхлая горная порода, состоящая в основном из зерен, размером от 1 до 0,1 мм. По минеральному составу зерен, слагающих песок, может быть выделено несколько его разновидностей. Наиболее

Сорты каолиновой продукции, выпускаемые компанией
 «Gorg China Clay» (США) *

Сорт	Распределение зерна по фракциям			Светлота, %	Цвет	Характер частиц	Остаток на сите, 325 меш, %	Процент потери водопоглощения	Адсорбция масла на 100 г глины	Примечание
	> 5 мк	5—1 мк	< 1 мк							
Обогащенные: № 1	0	92	84	86,5—87,5	Белый	Гексагональные пластинки	Меньше 0,02	13,8	35	Тонкие частицы; чем мельче, тем лучше свойства
№ 2	0—1	82	67	85,5—80,5	То же	То же	То же	13,8	35	
№ 3	2—5	70	55	85,0	»	»	»	13,8	35	
Наполнитель	38	35	20	83,0	»	Пластинки и агрегаты	»	13,6	25	Грубые частицы, лучше в качестве наполнителя. Дешевый продукт
Для красок и бумажной промышленности: № 1	3—5	170	42	92,0	»	Аморфная масса	Меньше 0,5	Меньше 1,0	41	
№ 2	5—10	60	30	90,0	»	То же	То же		»	41
Для резины и пластмасс: № 1	8	65	35	86,0	Кремово-белый	»	Меньше 0,3	Меньше 3,0	38	Используется как наполнитель в кабельной промышленности и для пластмасс всех видов
№ 2	30	40	34	84,0	То же	»	То же		»	
Керамические глины, высокопрочные	23	56	42	80,0	Белый	Пластинки	»	13,6	37	Пластичный каолин, получаемый из специального рудника. Минимальная усадка и максимальная текучесть
Литейные сорта	45	25	15	80,0	То же	Пластинки и агрегаты	»	13,5	37	

* Agnello L. «Kaolin». Industr. and Engng Chem, 1960, 52, № 5.

известны кварцевые пески, зерна которых сложены одним только кварцем, в других случаях к кварцу прибавляются зерна различных других минералов; пески кварцево-полевошпатового состава носят название аркозовых, пески из полевого шпата, пироксена и амфибола называются полимиктовыми. Часто в песках содержатся различные тяжелые минералы, глины, гравий и т. д. Иногда пески образует какая-нибудь мелкодробленая горная порода; так, некоторые пески Кавказа состоят в основном из обломков глинистого сланца и т. д.

Естественно, что при использовании песка как наполнителя приходится учитывать как его минеральный состав, так и размер слагающих его зерен. Для многих производств наиболее желателен чистый кварцевый песок, для других — важнее отсутствие крупных или, наоборот, мелких примесей.

Иногда песок подвергается обогащению. Так, отмучиванием из него может быть удалена глинистая примесь. Кварцевый песок при использовании в качестве стекольного сырья подвергается иногда очень сложным процессам очистки, включающим оттирку загрязнений с поверхности зерен, обработку их кислотами и т. д.

Месторождения песка весьма многочисленны. Однако кварцевыми песками особенно богата Европейская часть СССР, а на Кавказе и в Сибири чисто кварцевых песков мало. Пески, в той или иной мере загрязненные, встречаются во многих четвертичных накоплениях.

Глины — исключительно тонкозернистые породы, основу которых составляют специфические водосодержащие силикатные минералы, именуемые глинистыми. Для глинистых минералов характерна способность давать с водой пластичное тесто, а при избытке воды образовывать суспензию, в которой глинистые минералы распадаются на мельчайшие частицы. Все глинистые минералы обладают листоватой структурой, т. е. в пределах «структурного листа» ионы, слагающие кристалл, обладают очень прочной связью, тогда как «листы» между собой связаны весьма слабо.

Среди глинистых минералов наиболее распространены два: каолинит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и монтмориллонит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Состав первого весьма постоянен, монтмориллонит же, напротив, очень изменчив. Уже его формула показывает, что характер воды в нем различен; главная ее часть приходится на «межплоскостную» воду ($n\text{H}_2\text{O}$), которую кристалл весьма легко отдает. Кроме элементов, показанных в формуле, в состав монтмориллонита часто входят магний, щелочные и щелочноземельные металлы, а также железо; видимо, часть этих элементов замещает алюминий, а часть является «обменными» катионами, природа которых не всегда достаточно ясна, но которые меняют свойства глины и поэтому весьма важны для суждения о поведении глин в природе и технике. Особенно широко распространены железисто-монтмориллонитовые глины.

Белые каолиновые глины, обладающие высокой огнеупорностью, широко применяются в качестве огнеупорного сырья в производстве фарфорово-фаянсовых изделий и как компонент формовочных смесей. От каолина каолиновые глины отличаются высокой пластичностью и значительно меньшими размерами слагающих их глинистых частиц.

В качестве наполнителя каолиновые глины используются относительно редко, но в некоторых случаях, особенно в гидрофобизированном виде, они как наполнитель лучше, чем продукты, полученные из каолина (например, для линолеума, пластмасс и пр.).

Производятся усиленные поиски месторождений каолиновых глин. Особой известностью пользуются глины Часов-Ярского месторождения в Донбассе, Латненского месторождения вблизи Воронежа, Богдановичского — на Урале.

Монтмориллонитовые глины (глиноземисто-монтмориллонитовые) известны под техническим названием бентонитовых или флоридиновых глин. Иногда их вводят в эксплуатацию под различными торговыми местными названиями. Для советских монтмориллонитовых глин используются следующие названия: гумбрин, асканглина, аскангель, огланлин.

От характера обменного основания зависит способность монтмориллонитовых глин образовывать с водой устойчивую суспензию. Так, натровые (бентонитовые) глины (аскангель, огланлин и др.) дают с водой очень прочную гелевидную суспензию и поэтому широко применяются в буровых растворах и в литейном деле. Известковые (флоридиновые) глины не образуют такой тонкой суспензии, но обладают способностью избирательно поглощать некоторые углеводороды и хорошо гидрофобизируются. Используются они преимущественно для очистки нефти.

Как наполнитель монтмориллонитовые глины широко используются в промышленности инсектофунгицидов, где являются носителями и закрепителями некоторых ядов, наносимых на растения в виде мути. В пластмассовой промышленности применяются преимущественно гидрофобизированные глины.

Месторождения монтмориллонитовых глин распространены довольно широко. Среди них большой известностью пользуются Закавказские глины (Асканское и Гумбринское месторождения), глины Туркмении (Огланлинское месторождение) и Узбекистана (Азкомарское месторождение). В последние годы месторождения высококачественных монтмориллонитовых глин открыты на Украине и в Татарской АССР.

Бурые глины — обычно железисто-монтмориллонитовые, загрязненные различными неглинистыми материалами. Они широко распространены в современных почвах и среди других четвертичных отложений.

В качестве наполнителя бурые глины используются для ответственных изделий и только как местный материал, замещающий в той или иной мере другие, более дорогие наполнители.

ИСКУССТВЕННО ДИСПЕРГИРУЕМЫЕ НАПОЛНИТЕЛИ

Форма и размеры обломков того или иного минерала, на которые он распадается при дроблении, зависит в первую очередь от его структуры и свойств. Сказываются здесь также и особенности кристаллов минерала и характер их агрегатов, но более всего влияет так называемая спайность — способность минерала наиболее легко раскалываться по ровным плоскостям, имеющим определенное кристаллографическое значение.

Все разнообразие форм минеральных обломков можно свести к трем основным типам. К первому отнесены минералы, дающие волокна и игольчатые обломки. Это, с одной стороны, асбест разного рода, для которого характерны длиноволокнистые кристаллы, а с другой, — минералы, обладающие спайностью по двум направлениям (по призме) и в силу этого раскалывающиеся на длинные игольчатые обломки. Ко второму типу следует отнести большую группу листовых минералов, обладающих весьма совершенной спайностью по одному направлению, расщепляющихся при дроблении на тончайшие листочки. Иногда эти листочки настолько трудно раскалываются поперек плоскостей спайности, что практически из крупнолистоватого материала почти невозможно получить мелкий порошок. Поэтому крупнокристаллические тальковые породы дают худший наполнитель, чем мелкокристаллический стеатит.

К последнему типу отнесены все минеральные продукты, дающие изометрические обломки. В сущности говоря, в этом типе следовало бы выделять два подтипа, один из которых объединял бы крупнокристаллические минералы, обладающие спайностью по трем и более направлениям. Из широко используемых в качестве наполнителей минералов такими являются барит и кальцит, первый дает брусковидные обломки, второй — ромбэдрические, кубоподобные. Во второй подтип следует отнести аморфные минералы, которые также дают обломки изометрической формы, нередко угловатые, но углы их большей частью неправильные, форма обломков произвольная; в ряде случаев обломки аморфных минералов землистые.

Подробное описание характера обломков, получаемых при дроблении того или иного минерального продукта, дается при описании отдельных видов наполнителя.

Наполнители с частицами волокнистой или игольчатой формы

Асбест наиболее важный наполнитель этой группы. Для него характерны длинные гибкие волокна, позволяющие изготавливать из них нити, ткани, бумагу, картон и пр., а также дающие возможность асбесту входить в различные композиции для придания им большей прочности.

Различают два типа асбестов — хризотилковый и амфиболовый — имеющих различную минералогическую природу и различные свойства.

Хризотилковый асбест — минерал серпантиновой группы, имеющий состав $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Как показали структурные и электронномикроскопические исследования, он обладает листоватой структурой, причем каждый лист сложен двумя слоями — кремне-кислородным и магниевое-кислородным. Поскольку радиусы ионов магния и кремния различны, постольку листочек этот, если ему ничто не мешает, не может быть плоским, а закручивается, образуя трубку толщиной не более 9—10 слоев; в более толстой трубке листочек будет находиться под раскручивающим его напряжением, что энергетически не выгодно. Поэтому при свободной кристаллизации хризотила он образует серию очень тонких трубок (внутреннее отверстие примерно 160 Å, а внешний диаметр порядка 260 Å), причем длина их соответствует размеру полости, в которой происходит кристаллизация. Волокна хризотил-асбеста в асбестовой жиле представляют собой тесно прижатые одна к другой параллельные трубки.

Дробление асбестового агрегата ведет к освобождению трубок, поскольку сцепление между ними намного слабее, чем прочность самой трубки в поперечном направлении.

Если в силу каких-либо причин (в большинстве случаев под действием наложенных на асбестовый агрегат процессов) связь между трубками увеличилась (трубки сцементировались между собой), тогда мягкость волокна теряется и трубки приобретают способность раскалываться поперек — возникают так называемые ломкие асбесты.

Почти никогда в технике не удается получить волокно, представляющее собой одну трубку; в большинстве случаев приходится иметь дело с пучками трубок, поэтому все константы асбеста, определенные до сих пор, относятся к пучкам волокон. Очевидно, прочность отдельного волокна (которое, может быть, только отчасти реализуется в микроасбестовых наполнителях) выше, чем прочность пучков.

Применение асбеста зависит от длины волокна. Длинное волокно используется для изготовления асбестового шнура, тканей и картона, идущих как теплоизоляционный и прокладочный материал. Асбест со средней длиной волокна используется преимущественно в асбо-цемент-

ных изделиях. Коротковолокнистые асбесты и особенно мелко дробленые (микроасбесты) в нашей стране не выпускаются, хотя за рубежом они находят довольно широкое применение как наполнители пластмасс. Следует указать, что применяемая в Советском Союзе технология обогащения асбеста ведет к получению коротковолокнистых сортов, сильно загрязненных пылью. Проблема обеспыливания у нас не разработана, она даже не возникла в результате того, что в настоящее время получились своеобразный заколдованный круг: промышленность наполнителей не пытается найти применение коротковолокнистому асбесту из-за его очень низкого качества, а асбестовая промышленность не ищет способов улучшения его ввиду отсутствия требований на такой асбест.

Главные месторождения хризотил-асбеста связаны с измененными ультраосновными породами, содержащими относительно много окислов железа. В результате и асбесты оказываются довольно богаты железом, а это затрудняет использование таких асбестов в изоляционных композициях. Так, асбопластмассы, изготовленные с баженовским асбестом, могут быть использованы только для низковольтных изоляторов. За рубежом для изоляционных асбестовых композиций используются мало-железистые асбесты (например аризонские), образовавшиеся в результате изменения маложелезистых пород (доломитов). Стоимость таких маложелезистых асбестов примерно вдвое выше, чем обычных. В СССР маложелезистые асбесты не выпускаются.

В СССР сейчас разрабатывается только одно месторождение — Баженовское на Урале, видимо, крупнейшее в мире. Кроме того, подготавливаются к добыче еще три очень богатых месторождения: два из них — Джетыгаринское и Киембайское — находятся на Урале и одно Ак-Довуракское — в Туве. Известны месторождения и в ряде других мест, но масштабы их меньше и эксплуатироваться они в ближайшие годы вряд ли будут. Крупных месторождений маложелезистых асбестов в СССР пока не известно.

Амфиболовые асбесты входят в большую группу силикатных минералов, имеющих типовую формулу $R_7Si_8O_{22}(OH)_2$, где R может быть магнием, железом и щелочами, а кремний может отчасти замещаться алюминием. В СССР из большого количества минералов, входящих в группу амфиболов, асбестоносны немногие; добывается только антофиллит-асбест $[(Mg, Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2]$. В Южной Африке большое распространение имеет синий асбест — крокидолит $[Na_2(Mg, Fe)_3Fe_2^{3+}Si_8O_{22}(OH)_2]$, а в Боливии ведется добыча магний-арфведсонита $[Na_3(Mg, Fe)_4Fe^{3+}Si_8O_{22}(OH)_2]$.

Амфиболовые асбесты обладают меньшей огнестойкостью по сравнению с хризотилowymi, но большей химической стойкостью.

Весьма интересно, что для изготовления конструктивных асбопластиков (например, для фюзеляжей самолетов) за рубежом используется, по литературным данным, именно амфиболовый асбест.

Месторождения амфибол-асбестов встречаются реже, чем месторождения хризотил-асбестов. Крупные разрабатываемые залежи амфибол-асбеста известны лишь в Южной Африке (примерно половина добычи Южной Африки, показанная в табл. 5, приходится на долю амфибол-асбеста). Небольшая добыча амфибол-асбеста имеет место в Австралии. За рубежом стоимость амфибол-асбеста немного выше стоимости хризотил-асбеста того же сорта.

В СССР амфибол-асбест (антофиллит-асбест) добывается только на одном месторождении, близ г. Сысерти, и используется как наполнитель для одного из видов асбопластиков (фаозита). Других крупных месторождений амфиболовых асбестов в Советском Союзе нет и при появлении крупного их потребителя потребуются проведение серьезных геологопоисковых работ на это сырье.

Таблица 5

Добыча асбеста (в тоннах) в важнейших странах
(по оценке американских экономистов)*

Страна	1955 г.	1959 г.
Канада	965 081	952 739
Бразилия	2 834	2 993
Венесуэла	1 593	4 621
Франция	9 484	23 990
Италия	32 094	44 982
Родезия	95 471	106 557
Южно-Африканский Союз	106 557	165 444
Австралия	5 434	18 440
Всего	1 768 650	2 058 890

* Min. Yearb., 1959.

Волластонит и тремолит — минералы, обладающие весьма совершенной спайностью по двум направлениям (по призме) и поэтому дающие игольчатые обломки, причем тремолит иногда может быть асбестовиден. Состав волластонита CaSiO_3 , тремолита $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$. Оба эти минерала могут содержать некоторое количество окислов железа, что имеет особенное значение для использования их как наполнителя изоляционных материалов и красок, поскольку вместе с повышенным содержанием железа снижается белизна минерала — он приобретает серый цвет и желтоватый оттенок.

Вместе с тремолитом очень часто встречается тальк; смесь этих минералов используется как наполнитель под названием асбестина.

Использование волластонита и тремолита основывается в первую очередь на их волокнистости; они служат заменителем асбеста в некоторых композициях (асфальто-бетон, асбоцемент и пластмасса). В особенности хороши волластонит и тремолит как наполнители краски, которой они придают характерный шелковистый оттенок.

Наполнители с пластинчатыми и чешуйчатыми частицами

Тальк представляет собой минерал состава $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Кроме того, в состав его может входить также железо и другие элементы. Железо замещает магний в структуре минерала; количество его может достигать 3—5%. Тальк образуется при изменении различных магнезиальных пород. В тех случаях, когда оталькованию подвергаются ультраосновные породы, обычно богатые железом, образуется железистый тальк; если же отальковываются доломиты, как правило, не содержащие железа, то образуются маложелезистые тальки.

Присутствие железа в тальковом кристалле ведет к тому, что он окрашивается в светло-зеленый или бурый цвет.

Кристаллы талька обладают листовой структурой и весьма совершенной спайностью параллельно листочкам. Спайные листочки талька, даже очень тонкие, не упруги, легкогибаются и мнутся, но с большим трудом разрываются поперек, даже если перегнуть их несколько раз по одной и той же линии.

Тальк является одним из самых распространенных силикатных природных наполнителей, и в общей массе промышленного применения

Использование талька и пирофиллита (в тоннах)
в качестве наполнителей (США, 1959 г.)

Вид использования	Тальк	Пирофиллит
Асфальт	26 883	—
Керамика	193 397	43 425
Карандаши	576	—
Инсектофунгициды	46 332	33 961
Краски	103 569	1 521
Штукатурные материалы	19 820	—
Кровельные материалы	45 770	455
Резина	27 876	10 395
Текстиль	10 828	—
Туалетные препараты	8 740	—
Прочее	78 269	43 276
Всего	569 303	140 478

талька использование его в качестве наполнителя играет весьма существенную роль (табл. 6).

При использовании различных видов талька в качестве наполнителей весьма важно учитывать их природные особенности. Тальки, содержащие много железа, могут применяться только в качестве неответственного наполнителя (в некоторых видах инсектофунгицидов), где железо талька не вступает во взаимодействие с химическим препаратом. При использовании талька в керамике железо ухудшает электроизоляционные свойства изделий и придает им неприятный желтый или бурый цвет. При использовании талька в качестве наполнителя бумаги, краски, парфюмерных и медицинских композиций железистый тальк резко снижает белизну продукции, сообщая ей буроватый цвет.

Легкость отрыва листочков талька по спайности позволяет использовать его в качестве присыпки на липкие поверхности; сцепление этих поверхностей с тальковыми чешуйками зачастую прочнее связности талька по спайным плоскостям; разрыв тальковых листочков и позволяет присыпаным поверхностям скользить одна по другой.

Прочность листочков при поперечном разрыве сильно затрудняет дробление талька. Если тальковая порода (талькит, стеатит) состоит из крупнокристаллических агрегатов, то мелко раздробить такую породу часто не удастся. Это следует учитывать при оценке тальковых месторождений.

Тальковые месторождения разрабатываются во многих странах (табл. 7). Прекрасный маложелезистый тальк добывают наши восточные соседи КНДР и КНР. Корейский тальк по качеству лучше китайского и применяется для особенно ответственных изделий (в медицине, парфюмерии, для некоторых видов изделий керамики и т. д.).

В СССР тальковая промышленность создавалась в конце 20-х годов, когда требования к тальку были весьма низки. В результате и сейчас главная масса выпускаемых в нашей стране тальков — низкокачественна: они сильно железисты и крупнолистоваты.

Всего в СССР существует сейчас четыре основных предприятия, вырабатывающих тальковый порошок. Два из них (в г. Миассе на Урале и в Грузии) подвергают дроблению талькиты, образовавшиеся в результате изменения змеевиков. При добыче сырья для этих заводов на гор-

Таблица 7

Добыча талька и пирофиллита по важнейшим странам,
в тоннах

Страна	1955 г.	1959 г.
США	564 007	721 245
Франция	120 367	149 999
Италия	100 055	105 789
Норвегия	80 374	115 212
Япония	228 137	566 201
Мировая добыча . . .	162 394	2 177 232

ных предприятиях не производится достаточно тщательной его сортировки, в результате в дробление поступают не только собственно талькиты, но и вмещающие их породы — хлоритовые сланцы и змеевики, что также сильно снижает качество продукции. Оборудование обеих фабрик изношено и сильно устарело; дробление ведется чугунными шарами, что также вносит в продукцию большое количество железа.

Третья тальковая фабрика — Шабровская, расположенная также на Урале, — представляет собой весьма совершенное современное предприятие. Здесь разрабатывается месторождение тальково-карбонатных пород, образованное в результате изменения змеевиков, и поэтому выпускаемый фабрикой флотационный тальк также относительно богат железом.

Четвертое предприятие Онотский тальковый рудник — разрабатывает месторождение высококачественного талька. Здесь добывается прекрасное маложелезистое тальковое сырье, находящее широкий сбыт за рубежом. Однако этот рудник не имеет предприятий, проводящих дробление, а отправляет руду на Миасский комбинат. В результате не очень аккуратной перевозки, ряда перевалок и некачественного дробления сырье загрязняется, и советская промышленность получает и с этого месторождения дробленный тальк не очень высокого качества.

Кроме описанных, в СССР выявлены и другие тальковые месторождения, характеристика которых дается в статье П. П. Смолина «Вопросы развития тальковой сырьевой базы и тальковой промышленности в СССР», помещенной в данном сборнике. Эти месторождения могут дать замечательное сырье, и можно надеяться, что в самое ближайшее время наша промышленность получит нужный ей продукт.

Пирофиллит — это минерал, внешне очень похожий на тальк и имеющий состав $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$. Так же как и тальк, пирофиллит имеет листоватую структуру. Листочки пирофиллита менее прочные, чем листочки талька, и поэтому он легче, чем тальк, подвергается помолу. Агрегаты пирофиллита весьма прочны и широко используются для различных поделок. Хорошо известны резные китайские изделия из Чжедзянского камня, называемого пагодитом или агальматолитом и представляющего собой пирофиллит. В силу своих химических особенностей пирофиллит лучше ведет себя в смесях с сельскохозяйственными ядами, чем тальк, и поэтому за рубежом он широко применяется в промышленности инсектофунгицидов.

В СССР пирофиллит как наполнитель не применяется. Существующая у нас промышленность, используя специфические особенности кускового пирофиллита (прочность, способность хорошо обрабатываться резанием и постоянство объема при обжиге), изготавливает из него спе-

циальные огнеупоры, а остающееся при этом большое количество отходов идет в отвал.

Месторождения высококачественного пирофиллита известны в СССР на Украине близ г. Овруч, на Урале у г. Миасс, в Казахстане и в Закавказье. Поисками месторождений пирофиллитового минерала пока не занимались, и, если возникнет его потребитель, можно ожидать новых интересных открытий.

Слюды — листовые силикаты очень пестрого состава. Они обладают весьма совершенной спайностью и упругостью листочков. Мусковитовая $[KAl_2AlSi_3O_{10}(OH)_2]$ и флогопитовая $[KMg_3AlSi_3O_{10}(OH)_2]$ слюды широко применяются как электроизоляционный материал. В силу своих специфических свойств — упругости листочков, хорошей расщепляемости и высоких изолирующих свойств — слюда почти не имеет конкурентов. Крупные хорошо образованные листочки слюды ценятся очень высоко.

В СССР существует хорошо организованное производство листоватой слюды; главная цель его — изготовление большого количества слюдяных деталей для радиотехнических и электротехнических предприятий.

В процессе обработки слюды главным является ее очистка и щипка, выборка ровных достаточно качественных листочков и обрезка их по шаблону (или штамповка). При всех этих процедурах главная масса добытой слюды идет в отход, в «скрап» — частью рудничный, частью заводской. Практически из добываемого слюдяного сырья используются лишь единицы, а иногда и доли процента. Эти отходы и являются в СССР главным сырьем для получения дробленой слюды и слюдяной чешуйки. Часть этой дробленой слюды идет на изготовление различных заменителей слюды (например, слюдинита), часть используется как наполнитель.

В настоящее время использование мелкой слюды у нас еще не развито и количество отходов вполне достаточно для ее производства. Однако за рубежом, особенно в США, не имеющих собственной слюдобычи и получающих полуфабрикат из Индии, слюдяных отходов не хватает и развита промышленность, получающая мелкую слюду из слюдяных сланцев или как попутный продукт при разработке других полезных ископаемых (в частности, редких металлов). Очевидно, этот источник можно будет использовать и у нас, если применение дробленой слюды сильно расширится.

Наполнители с примерно изометрическими зернами

Барит — это минерал состава $BaSO_4$, белый, розовый или желтоватый, с высоким удельным весом (4,5) и совершенной спайностью по трем направлениям, пересекающимся между собой под прямым углом. Хотя все три спайности весьма совершенны, сцепление по ним несколько не одинаково. В результате при дроблении барита получают не кубические обломки, а чаще брускоподобные, но во всех случаях они имеют хорошо выявленные прямые углы. Косой и неправильный излом у барита получить почти невозможно.

Применяется барит главным образом в качестве утяжелителя в буровых растворах. Весьма важно также использование барита в качестве наполнителя белой краски, и как основы литопоновых белил. Большие количества барита используются в качестве утяжелителя резины (табл. 8).

Добыча барита развита во многих странах, однако наибольшее количество его добывается в континентальной части США (табл. 9). Тем не менее промышленности этой страны собственного барита не хватает, и она ввозит его не только из американских стран, но и из Европы — из Италии, Западной Германии, Югославии.

Таблица 8

Использование барита в США

Вид использования	1955 г.		1959 г.	
	тонн	%	тонн	%
Буровой раствор	1 036 074	93	1 043 558	95
Стекло	26 064	2	10 622	1
Краски	23 249	2	15 461	1
Резина	22 769	2	17 964	2
Прочее	9 426	1	6 648	1
Всего	1 117 584	100	1 096 964	100

Месторождения барита обычно представляют собой жильные тела, образованные в результате выделения барита из горячих водных растворов (гидротермальных). Обычным спутником барита являются различные сульфидные рудные минералы, реже золото. Иногда примеси эти настолько незначительны, что месторождения могут разрабатываться только как баритовые. В СССР таковы, например, месторождения Грузинской ССР. В других случаях главным полезным ископаемым служит тот или иной рудный минерал, а барит добывается попутно. Такого типа месторождения имеются на Среднем Урале.

Таблица 9

Добыча барита по важнейшим странам (в тоннах) *

Страна	1955 г.	1959 г.
Канада	249 382	231 306
Мексика	106 712	180 111
США	1 010 504	786 551
Перу	8 535	95 750
Западная Германия	414 226	388 472
Югославия	98 480	107 268
Мировая добыча	2 500 000	2 700 000

* Min. Yearb., 1962.

Если месторождение достаточно богато, то баритовая руда обогащается вручную, однако гораздо чаще приходится прибегать к различным методам механического обогащения, при которых одновременно производится и дробление баритовой руды.

Заменителем барита в некоторых случаях может служить целестин (SrSO_4), однако его несколько меньший удельный вес (4,0) иногда мешает этому.

Кальцит (дробленный), мраморная крошка и искусственный мел. Все эти продукты, представляющие собой дробленный мрамор или известняк состава CaCO_3 , в СССР применяются только как наполнители декоративных бетонов или других подобного рода материалов. Иногда дробленный мрамор (кальцит) применяется в качестве «брони» мягкой кровли, но в этом случае он «работает» гораздо хуже, чем гальковая или слюдяная чешуйка, песок, дробленный гранит и пр. Причина этого лежит в малой химической стойкости углекислого кальция и в форме обломков

кальцита, имеющего прекрасную спайность по ромбоэдру. Кристалл распадается при дроблении на кубовидные и ромбоэдрические обломки.

За рубежом, особенно в странах Америки, Африки и в Австралии, где совершенно отсутствует природный мел, дробленый известняк (искусственный мел) применяется значительно больше, чем в Европе. Для его изготовления используют по возможности мелкозернистый и наиболее рыхлый известняк. Рыхлость известняка облегчает дробление. Мелкозернистость исходного известняка необходима для получения в искусственном меле неправильных зерен, что возможно только в том случае, если кристаллы кальцита, слагающие известняк, будут мельче размеров тех зерен, на которые этот известняк дробится. При дроблении крупнозернистого известняка мелкие зерна искусственного мела будут ограничены спайными плоскостями кальцитового кристалла.

Заменителем природного мела является еще искусственный, химически осажденный мел CaCO_3 . В некоторых случаях такой мел является отходом производства и потому относительно дешев. Форма зерен осажденного мела во многом зависит от характера осаждения, но она никогда не достигает той однородности размера и формы зерен, какая имеется у хорошо отмученного природного мела.

Перлит — искусственный наполнитель, приготовляемый из вулканического стекла при вспучивании его в печах при температуре около $1000\text{--}1200^\circ$. Сущность процесса вспучивания заключается в подборе такого режима нагрева вулканического стекла, при котором небольшое количество содержащейся в стекле растворенной воды выделялось бы в тот момент, когда стекло размягчилось до вязкого состояния. При этом стекло становится пористым и увеличивается в объеме в $10\text{--}15$ раз. Наиболее важной особенностью обычных сортов перлита, используемого как наполнитель, является характер поверхности перлитового зерна: как правило, она бывает хорошо оплавленной, а поры закрыты и не сообщаются с поверхностью. В этом важное преимущество перлита над пемзой, имеющей подобный же пористый характер.

Вспучивание перлита — процесс управляемый, и для некоторых вулканических стекол можно подобрать такой режим, при котором перлит получается с пузырьками «бутылочной» формы, т. е. каждый пузырек (или большинство их) имеют узкие отверстия и сообщаются с поверхностью пористого перлитового зерна. Такие перлиты могут быть использованы в сельском хозяйстве. Они насыщаются под вакуумом или удобрением, или сельскохозяйственными ядами и тогда вводятся в почву; медленная диффузия удобрений или ядов через узкие отверстия в порах перлита резко повышает эффективность их использования.

В СССР существует промышленность, выпускающая теплоизоляционный и строительный вспученный перлит. В качестве сырья используется вулканическое стекло Армении, Закарпатья и Бурятии.

Охра, мушья, сажа и другие земляные материалы дают обломки произвольной формы, резко различающиеся от месторождения к месторождению. Качество продукта как наполнителя зависит от количества примесей глинистого вещества, карбонатов, кварца и минералогической природы пигмента. Иногда качество земляного наполнителя может быть улучшено обогащением или очисткой, однако в каждом отдельном случае необходимы специальные испытания сырья для разработки методов обогащения, дающих наибольший эффект. Практически в этой группе можно выделить столько разновидностей наполнителей, сколько месторождений входит в промышленное использование.

В настоящее время природные железноокисные и марганцевые пигменты, а также сажи заменяются искусственными материалами. Причиной этого во многих случаях является плохая обработка и обогатимость природного сырья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выше была разобрана минеральносырьевая база важнейших видов минеральных наполнителей. Более детальный их обзор дается в последующих статьях. В них же кратко разбираются и другие возможные наполнители, о которых здесь не было упомянуто.

Советские геологи не всегда могут точно назвать точки месторождений многих нужных промышленности наполнителей, но дальнейшая совместная работа геолога и технолога несомненно должна привести к тому, что наша страна будет обеспечена всеми видами минеральных продуктов, необходимых большой советской химии.

П. П. Смолин

ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ТАЛЬКОВОЙ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ И ТАЛЬКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СССР

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Тальк используется человеком издавна. Уже в глубокой древности он использовался для изготовления резных изделий — украшений, посуды и т. д. В настоящее время насчитывается более ста самостоятельных видов его потребления; от других полезных ископаемых он отличается одним из самых широких диапазонов использования.

Тальком называют как минерал, так часто и горные породы, преимущественно состоящие из этого минерала, хотя правильнее их следует называть в соответствии с традицией, установившейся в отечественной петрографии, талькитами. Минерал тальк представляет собой гидросиликат магния $Mg_3(OH)_2(Si_4O_{10})$, т. е. содержит теоретически 31,7% MgO, 63,5% SiO_2 и 4,8% H_2O . Нередко состав талька близок к теоретическому, но, по данным горного бюро США, отношение магнезии к кремнезему в нем может колебаться от 3:4 до 4:3, а содержание воды — меняться от 3 до 7%. Кроме того, магний иногда изоморфно замещается другими элементами, чаще всего железом (до нескольких процентов), значительно реже — кальцием, никелем, хромом, кобальтом, марганцем. Наконец, в редких случаях в тальке содержится некоторая примесь глинозема. Цвет талька белый, но если в его кристаллической решетке присутствуют элементы хромофоры, он приобретает обычно зеленую окраску различной интенсивности. По внутренней структуре кристаллической решетки тальк относится к слоистым силикатам, связь атомов у него прочная в одной плоскости, чем обусловлена весьма совершенная его спайность в одном направлении. В основном благодаря этому свойству он жирен наощупь. Тальк очень мягкий минерал и используется в качестве эталона единицы в шкале твердости Мооса; иногда в связи с колебаниями состава твердость его повышается до 1,5. Удельный вес талька 2,7—2,8.

Основными техническими свойствами талька являются белый цвет в порошке, жирность и скользкость, прилипаемость, гидрофобность, химическая инертность, легкая размальываемость. Но самые важные особенности талька, делающие его в ряде случаев незаменимым продуктом в керамической промышленности, — это высокая механическая прочность, щелоче- и кислотоупорность, высокая диэлектричность, термостойкость и некоторые другие. Наибольшую ценность приобретает тальк в связи с применением его в высокочастотной радиокерамике, идущей на электроизоляторы (в том числе вакуумные) для разнообразных электронных приборов, где он бывает иногда незаменим. В качестве наполнителя

тальк используется главным образом бумажной, лакокрасочной, парфюмерной, фармацевтической, карандашной, резиновой, кабельной и химической промышленностью. В СССР его основной потребитель — промышленность ядохимикатов. Как наполнитель тальк обычно играет роль инертного белого материала, и здесь наибольшее значение имеет его белизна, причем в фармацевтической и парфюмерной промышленности одновременно используются его липкость, мягкость и химическая инертность (благодаря которым тальк нашел применение и в производстве инсектоfungицидов), в бумажной — гидрофобность, в лакокрасочной — атмосфероустойчивость, высокая отражательная способность и укрывистость и т. д. Тальк часто может с успехом заменяться другими минеральными наполнителями — каолином, окисью титана, пирофиллитом, мелом, гипсом, баритом, так же как и служить полноценным заменителем последних. Такие отрасли промышленности, как кондитерская, могут вообще обходиться без талька, но в некоторых случаях, особенно в производстве гидрофобных и антикоррозийных красок, в парфюмерной, фармацевтической и кабельной промышленности он не находит полноценных заменителей. Возможности расширения структуры потребления талька далеко еще не исчерпаны, о чем свидетельствует ежегодное появление новых его потребителей в США.

ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРЕБЛЕНИЕ ТАЛЬКА

Мировое производство талька и его потребление непрерывно растут. Если с 1950 по 1954 г. добывалось в среднем 1,6 млн. т ежегодно¹, то в 1959 г. — в 1,5 раза больше — 2,4 млн. т. Особенно быстро развивается добыча и потребление талька в США (с 1950 по 1954 г. в среднем 621,7 тыс. т; в 1959 г. — 795 тыс. т), в Японии (в 1950—1954 гг. — 342,708 тыс. т, в 1959 — 624,133 тыс. т), в Норвегии (в 1950—1954 гг. — 74,841 тыс. т, в 1959 — 127 тыс. т). Более сотни тысяч тонн ежегодно производят также Франция и Италия, десятки тысяч тонн — многие страны (Индия, Австрия, Бразилия, Канада, Аргентина, Испания).

В общем балансе промышленного производства тальк занимает сравнительно небольшое место², однако масштабы его добычи и особенно структура потребления может служить прекрасным показателем уровня технической культуры и промышленного развития страны. За период с 1940 по 1959 г. добыча талька в СССР возросла в 10, а потребление даже в 13 раз (с учетом импорта). Однако в этот период расширялось преимущественно производство низкокачественного талька.

В настоящее время по количеству потребляемого талька наша страна находится на третьем месте в мире, уступая лишь США и Японии, но по структуре потребления отставание более значительно. В СССР развиты преимущественно немногочисленные виды потребления талька, основанные главным образом на использовании низкокачественного сырья, поставляемого отечественной тальковой промышленностью, тогда как в США, где имеется развитая тальковая промышленность и разветвленная структура потребления талька, используются в основном высококачественные тальковые руды. В табл. 1 дается структура потребления талька в США; судя по имеющимся данным, подобные качественные и близкие количественные соотношения сохранялись в общем и в 1962 г.

¹ Данные по потреблению талька за рубежом взяты из статистических справочников (см. список литературы). Сравнительные данные приводятся с включением очень близкого к тальку пирофиллита. Далее, в табл. 2 и ее анализе рассматривается лишь тальк.

² В США, однако, общая стоимость талька превышает стоимость таких полезных ископаемых, как слюда, магнетит, редкие металлы.

Структура потребления талька в США

Отрасль промышленности	США, 1956 г.		США, 1958 г.		США, 1959 г.	
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%
Керамическая	183,9	36	187,7	34,1	213,2	34,0
Лакокрасочная	115,3	22	102,1	18,5	120,8	19,3
Производство инсектофунгицидов	49,3	10	37,9	6,9	51,1	8,1
Кровельная	41,3	8	53,0	9,6	50,5	8,0
Резиновая	27,3	5	24,4	4,4	30,7	4,9
Бумажная	14,3	3	18,3	3,3	21,8	3,5
Парфюмерная и фармацевтическая	8,7	2	9,5	1,8	9,6	1,5
Литейная	7,4	1	4,8	0,8	6,9	1,1
Прочие	65,4 *	13	113,0 *	20,6	122,9 *	19,6
Всего	515,6	100	550,7	100	627,6	100

* В США в число «прочих» входят (в тыс. т) наполнители асфальта: 1956 г. — 19,3 (4%); 1958 г. — 18,5 (3%); 1959 г. — 29,0 (4,1%); текстильная промышленность: 1956 г. — 7,8 (2%); 1958 г. — 8,6% (1,7%); 1959 г. — 11,9 (1,9); полировальные препараты: 1956 г. — 1,5; 1958 г. — 2,6; 1959 г. — 2,0; карандашная промышленность: 1956 г. — 0,7; 1958 г. — 0,7; 1959 г. — 0,6; а также связующее вещество, строительный кафель, цементные композиции, экспорт, удобрения, эмали для труб, пластмассы, огнеупоры, штукатурки и др.

При оценке валового потребления талька следует иметь в виду, что США, кроме него, используют пирофиллит (в 1959 г. — 154 851 т), наиболее близкий к тальку по свойствам и поэтому очень сходный с ним по структуре потребления. Следует заметить, что и потребление каолина, нередко заменяющего тальк, в некоторых емких видах использования, в США больше, чем в СССР, примерно в четыре раза. Таким образом, предположения о повышенном потреблении талька в США, связанном с отсутствием его заменителей, явно несостоятельны.

Надо учесть, что табл. 1 не отражает всего многообразия использования талька в США, где насчитывается более 100 видов его применения, в связи с чем более 20% используемого талька относится к «прочим». При этом отчетливо видно резкое преобладание там важных видов потребления, требующих высококачественного сырья. Долгое время господствующим потребителем талька в США была лакокрасочная промышленность, лишь в последние годы уступившая первенство керамике, несмотря на рост потребления и в этой отрасли производства. Керамическая же промышленность увеличила с 1931 по 1959 г. использование талька более чем в 140 раз — с 1500 т до 213 185 т. Заметные количества талька используются в США и в качестве наполнителя такой продукции, как бумага, резина, разнообразные асфальтовые композиции. Среди появляющихся там ежегодно новых видов применения талька многие основаны на использовании его как наполнителя — в виде связующего материала, в пластмассах и т. д. Так в 1957—1959 гг. в США были запатентованы способы производства углеродистых катионно-обменных материалов из смеси талька и асфальтово-битумных веществ, сухих огнетушительных композиций из смеси 50—90% тонкомолотого талька и сульфата аммония, фосфата диаммония или стеаратов металлов, воднодисперсного талькового пигмента и огнестойкой мастики, а также других огнестойких и жаростойких материалов, раз-

личных набивок и прокладок в композиции с асбестом, пряженесущих конусов (текстильная промышленность) в композиции с древесной пульпой и т. д.

Значительное валовое потребление талька в СССР целиком определяется использованием его в качестве наполнителя сельскохозяйственных ядохимикатов¹, тогда как в производстве более важной продукции он либо не применяется, либо только начинает применяться. Возникшее в последние годы потребление его в бумажной промышленности и устойчивое с 1952 г.— в радиокерамическом производстве развивается в основном за счет импорта при наличии отечественного сырья лучшего качества. Это нельзя признать нормальным. Крайне незначительные количества импортного талька использует лакокрасочная промышленность, так как в качестве наполнителя красок у нас применяется главным образом мел. В США же крупных месторождений высококачественного мела нет. Краски на тальковой основе обладают рядом ценнейших свойств — высокой атмосфероустойчивостью, антикоррозионностью и огнестойкостью, а также высокой укрывистостью, и поэтому развитие их производства должно стать важной народнохозяйственной задачей. Несмотря на то что потребление талька в керамике выросло у нас с 1956 по 1959 г. в четыре раза, оно остается по сравнению с его потреблением в керамической промышленности развитых капиталистических стран недопустимо и неоправданно низким. При отсутствии заявок от лакокрасочной, полимерной и других важных отраслей промышленности и при импорте талька потребности отечественной промышленности в тальке удовлетворяются на 70—80% — положение явно ненормальное, так как наша страна располагает вполне достаточными для нужд народного хозяйства запасами этого вида минерального сырья.

СОСТОЯНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ТАЛЬКА

Сырьевая база талька в СССР может удовлетворить даже потенциальные потребности промышленности. Однако современное состояние ее нельзя считать удовлетворительным, причем возможности улучшения находятся частично в сфере деятельности геологоразведочных, частью же — в компетенции сырьевых промышленных исследовательских организаций. Речь идет о не совсем благоприятном территориальном размещении балансовых запасов тальковых руд и отсутствии некоторых специфических видов талькового сырья, с одной стороны, и об отсутствии разветвленной маркировки и сортаментации руд, затрудняющем потребление талька, с другой.

В настоящее время сырьевая база талька в СССР представлена разнообразными промышленно-генетическими типами руд (табл. 2), которые подробно рассматривались в других работах автора (Смолин, 1960₁, 1962₁). Они разделяются прежде всего на две группы — гипербазитовую, руды которой характеризуются высокой железистостью (от 4 до 10—12% Fe_2O_3), что сильно ограничивает возможности их использования и осложняет технологию переработки, и магнезиально-карбонатную, руды которой благодаря малой железистости (от долей процента до 2%) представляют собой сырье, удовлетворяющее наиболее требовательные к нему отрасли промышленности — керамическую, резиновую,

¹ Сравнительно невысокое потребление талька в США производством инсектофунгицидов объясняется, помимо использования этим потребителем пирофиллита, сланцевой муки и других наполнителей, также преимущественным применением гранулированных ядохимикатов, не требующих наполнителей.

Промыленно-генетические типы тальковых руд

Главные геолого-промышленные группы	Магнезиально-карбонатная группа Тальковые руды, связанные с метаморфизованными магнезиально-карбонатными комплексами (маложелезистые, содержание Fe ₂ O ₃ доли процента — 2%)										Гипербазитовая группа Тальковые руды, связанные с гипербазитовыми комплексами (железистые Fe ₂ O ₃ —4—12%)																						
	Талькиты (не менее 90% талька)					Тальковые камни (менее 90% талька)					Талькиты (не менее 90% талька)			Тальковые камни (менее 90% талька)																			
Генетические типы	Гипогенные					Гипергенные					Гипогенные				Гипергенные		Гипогенные																
	контактово-реакционные (метасоматические)					продукты коры выветривания					нормально-метаморфические, частично-метасоматические		контактово-реакционные (метасоматические)		продукты коры выветривания		нормально-метаморфические, частично метасоматические																
	апокарбонатные			(апосилкатные)		остаточные (элювиальные)		переотложенные (делювиальные)			остаточные (элювиальные)		переотложенные (делювиальные)		апокарбонатные		апосилкатные		апосерпентинитовые		апоалюмосилкатные												
Наиболее характерные минералогическо-петрографические разновидности	Субоминеральные	Серпентинсодержащие	Тремолитсодержащие	Магнезитсодержащие	Доломитсодержащие	Хлоритсодержащие	Апатитсодержащие	Хлоритсодержащие	Серпентинсодержащие	Кварцсодержащие	Субоминеральные	Кварцсодержащие	С примесью глинистого материала	С кварцем и тремолитом	Тальково-глинистые	Асбестины (тальково-тремолитовые)	Тальково-магнезитовые	Тальково-доломитовые	а) кальцитсодержащие	б) тремолитсодержащие	в) кварцсодержащие	Тальково-хлоритовые	Тальково-серпентинитовые	Субоминеральные	Магнезитсодержащие	Хлоритсодержащие	Халцедонсодержащие	Магнезитсодержащие	Тальковс-магнезитовые	Тальковс-хлоритовые			
	Крутопадающие жиллообразные тела					Крутопадающие тела, ограниченные на глубину (более 100 м)					Пологие пластовые тела		Невыдержанные карманы	Крутопадающие тела				Пологие пластовые тела		Пологие пластовые тела													
Типичные условия залегания	среднего размера					мелкие и среднего размера		ограниченные на глубину (до 150 м)		Пологие пластовые тела		Крутопадающие тела, ограниченные на глубину (более 100 м)		Пологие пластовые тела		Невыдержанные карманы		Крутопадающие тела				Пологие пластовые тела		Пологие пластовые тела									
																		с ограниченным распространением на глубину				иногда очень крупные штоки и линзы		пластообразные средних размеров									
Протяженность до	600 м					300 м		50 м		50 м		3,5 км		300 м		?		1 км		300 м		800 м		100 м		800 м		километры		километры		1 км	
	50 м					30 м		100 м		5 м		40 м		40 м		?		200 м		30 м		40 м		10 м		40 м		километры		километры		30 м	
Технологические особенности переработки	Не требуют как правило, электромагнитной сепарации										Нуждаются в электромагнитной сепарации																						
	не требуют флотации, нуждаются в помоле и лишь изредка в электромагнитной сепарации					не требуют помола и никаких видов обогащения		для получения качественных концентратов, видимо, требуют флотации		для получения тальковых концентратов нуждаются в помоле и флотации		для получения цельнопильных изделий требуется распиловка		не требуют флотации, нуждаются в помоле		технология переработки не изучена		для получения тальковых концентратов требуются помол и флотация		для получения цельнопильных изделий необходима распиловка													
Примеры месторождений	Киргитейское										Киргитейское						Медведовское		Шабровское		Сегозерские, Медведовское												
	Киргитейское	Онотское	Мульводжское	Онотское	Светоклочское	Бираканское	Камчадал (Онотская группа)	Онотское	Киргитейское					Чулак-Тай	Киргитейское	Бейцухэ	Онотское	Светоклочское	Бираканское	Чулак-Тай	Онотское	Светоклочское	Онотское	Киргитейское	Туботское	Абдул-Касимовское	Медведовское		Шабровское		Сегозерские, Медведовское		

Химический состав типичных тальковых руд (в вес. %)

Тип руд	Местонахождение	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Потери при прокаливании	Белизна
Талькиты маложелезистые								
Ойотские субмономинеральные	Ойот, Иркутская область	59,78—61,98	0,63—1,63	0,34—0,94	0,04—0,64	30,78—31,90	4,97—5,30	Более 90
Ойотские хлоритсодержащие	То же	53,60—59,78	1,63—5,70	1,25—1,90	0,14—1,03	30,85—32,01	6,24—6,95	85—90
Киргитейские порошокатые	Киргитей, Красноярский край	60,75—63,64	0,09—0,40	0,09—0,30	Следы—0,36	31,80—32,85	4,65—4,78	Около 100
Талькиты железистые								
Миасские	Челябинская область	40,0—60,0	0,6—4,0	3,8—10,3	0,4—2,2	26,3—30,4	4,8—8,0	54,0—87,5
Кавказские	Тетри-Миндори, Южная Осетия	59,0—60,0	3,0—3,7	3,4—4,7	0,05—0,3	27,5—29,0	3,5—4,8	60—80
Тальковые камни								
Тальково-магнезитовые	Шабры, Свердловская область	30,4	1,25	8,0	0,63	32,68	22,5—32,0	—
Тальково-хлоритовые	Сегозерское месторождение, Карелия	33,8—53,5	5,68—22,07	6,3—18,0	0,48—13,04	17,68—25,54	4,5—32,0	—

бумажную, лакокрасочную, парфюмерную, фармацевтическую и некоторые другие. Кроме того, тальковые руды разбиваются на основные петрографические типы — существенно тальковые породы (талькиты) и тальковые камни, содержащие наряду с тальком в большом количестве другие минералы. Более дробные подразделения в приводимой классификации также определяют те или иные горнотехнические или технологические свойства руд. В табл. 3 для дополнительной характеристики руд приведен химический состав некоторых важных их типов и параллельно вырания одного из важнейших свойств — безлизы.

Неблагоприятное территориальное размещение балансовых запасов выражается в том, что основные потребители талька сосредоточены в Европейской части СССР, тогда как подавляющее большинство его месторождений расположено на Урале и в Сибири.

В балансовых запасах преобладают руды гипербазитовой группы, за исключением запасов отдельных мелких месторождений (Безруков, 1961) с рудами весьма низкого качества. Однако из трех крупнейших месторождений существенно тальковых руд — Медведевского (железистые талькиты) в Челябинской области, Светлоключского (маложелезистые сланцеватые тальково-карбонатные камни) в Кемеровской (Коган, 1955; Романович, 1955) и Онотского (маложелезистые талькиты) в Иркутской области — последнее располагает крупными запасами высококачественного сырья. В районах, тяготеющих к Промышленному центру, имеются лишь месторождения низкокачественных руд. Это апогипербазитовые талькиты Южной Осетии и Северного Кавказа (неутвержденные запасы), тальково-хлоритовые камни Карелии и Веселянское месторождение тальково-магнезитового камня на Украине, в районе Запорожья, с еще не утвержденными, но значительными запасами. Из-за такого размещения сырья стоимость перевозки талька иногда превышает его отпускную цену.

Для полной характеристики современного состояния сырьевой базы следует упомянуть новые крупные разведанные месторождения: Джетыгаринское в Кустанайской области (железистые талькиты), Султан-Уиз-Дагское в Каракалпакии (апогипербазитовый тальково-магнезитовый камень) и Киргитейское в Красноярском крае (безжелезистые талькиты). Последнее располагает огромными для месторождений талька запасами руд уникального качества, в основном представленными новым их типом — порошковатыми талькитами, естественная тонина частиц и дезинтегрированность которых позволяют большинству потребителей использовать их без помола и обогащения.

После утверждения запасов по этим и некоторым другим, менее крупным, месторождениям баланс запасов тальковых руд в количественном отношении в целом по СССР будет вполне удовлетворительным. Однако значительная часть этих запасов находится в сравнительно мелких месторождениях железистых талькитов, разработка которых малоэкономична, а сфера применения ограничена. Запасы высококачественных маложелезистых талькитов сосредоточены лишь в двух точках восточных районов. Это требует дальнейших целеустремленных поисков безжелезистого талька в более благоприятных экономически районах. Кроме того, необходимо выявить пока не найденные у нас промышленные месторождения ценных разновидностей тальковых руд — асбестиноталькитов с примесью коротковолокнистого тремолита. Имеющиеся для этого предпосылки рассматриваются ниже.

СОСТОЯНИЕ ТАЛЬКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Отечественная тальковая промышленность была создана лишь после революции, в 1926 г., и на первых порах в общем удовлетворяла запросы народного хозяйства. Однако все ее предприятия — Миасский тальковый комбинат, Шабровский тальково-магнезитовый комбинат, ныне консервированное предприятие по переработке тальково-хлоритовых пород в Карелии, Юго-Осетинская тальково-помольная фабрика — базировались исключительно на низкокачественных рудах с высоким содержанием вредных примесей, прежде всего окислов железа. Лишь с 1950 г. на Онотском месторождении ведется в ограниченных количествах (до 20 тыс. т в год) полукустарная добыча маложелезистого сырья. Технологическому совершенствованию тальковой промышленности уделялось мало внимания, и в настоящее время как добывающая, так и помольно-обогащительная ее отрасли отличаются крайней технической отсталостью. Все предприятия выпускают продукцию, не соответствующую запросам потребляющей промышленности, если не считать тех простых требований, которые предъявляются к кусковому онотскому тальку (он практически не перерабатывается) и шабровскому молотому тальково-магнезитовому камню.

В СССР эксплуатируются следующие семь месторождений тальковых руд¹.

Месторождения железистых тальцитов гипербазитовой группы:

Южный Урал

1) Козьмодемьянское; 2) Краснополянское; 3) Ильменское.

Южная Осетия

4) Тетри-Миндорское.

Каракалпакия

5) Кызылсайское.

Месторождения тальково-магнезитового камня:

6) Шабровское — Свердловская область.

Месторождения маложелезистых тальцитов магнезиально-карбонатной группы:

7) Онотское.

Первые три месторождения обслуживают наиболее крупное предприятие — Миасский тальковый комбинат, который перерабатывает также значительную часть онотского талька. Тетри-Миндорское месторождение поставляет сырье для расположенной в 2 км от рудника Юго-Осетинской талькопомольной фабрики, Шабровское — для одноименного комбината, расположенного при месторождении. Кызылсайское месторождение разрабатывается кустарно местным промкомбинатом в г. Бируни, где имеется помольная установка: Кусковой тальк Онотского месторождения (рудник «Два камня») идет многим потребителям, имеющим собственные небольшие помольные установки, а также на экспорт в ГДР и Японию.

Миасский тальковый комбинат испытывает непрерывные трудности в связи с плохой транспортной связью между месторождениями и помольной фабрикой, а также из-за мелких размеров месторождений сырья более или менее удовлетворительного качества. Себестоимость руд Краснополянского и Ильменского месторождений несколько ниже, так как размеры залежей здесь позволяют вести открытую разработку, однако сырье этих месторождений не удовлетворяет даже самым низким требованиям ГОСТ на тальк. Себестоимость же молотого талька более высокого качества из мелкого Козьмодемьянского месторождения, разрабатываемого вручную подземным способом, превышает его отпуск-

¹ Более подробные горнотехнические и технико-экономические данные по тальковой промышленности приведены в рукописной работе автора (Смолин, 1960 г.).

ную цену. Все неоднократно предпринимавшиеся попытки применения механизации на подобных месторождениях приводили к резкому разубоживанию руд. Помольное оборудование Миасской фабрики устаревшее и изношенное. В связи с этим тонина молотого талька не удовлетворяет потребителей; кроме того, руда загрязняется при помоле аппаратурным железом, что происходит, например, с высококачественным онотским сырьем. Наиболее ценная тонкая фракция из-за отсутствия эффективного пылеуловителя теряется, загрязняя окрестности и создавая антисанитарные условия работы.

Юго-Осетинская фабрика также по причине низкого качества руд выпускает, несмотря на сортировку, некондиционную продукцию. В связи с ручной подземной добычей, изношенностью помольного оборудования и твердостью руды, содержащей примесь кварца, производительность фабрики очень низкая и себестоимость молотого талька вдвое превышает отпускную цену миасского талькового порошка.

Лучше других оснащен рудник Шабровского комбината, выпускающего три вида продукции — цельнопильный тальково-магнезитовый кирпич, тальково-магнезитовую муку и флотированный тальк. Крупные размеры месторождения и однородный состав руд позволяют вести здесь открытую разработку широким фронтом при высокой степени механизации. Однако технология переработки здесь также несколько отсталая, в результате чего флотационный тальк по крупности и содержанию железа выпускается некондиционным. Здесь также отсутствует эффективное пылеулавливание. Недостаточна и комплексность использования руд — магнезитовая фракция идет в отвал.

Каракалпакский тальк добывается кустарным способом в незначительных количествах, и поэтому стоимость его (до 800 руб./т) превышает при низком качестве стоимость не только отечественного онотского, но и более дорогого импортного безжелезистого талька. Естественно, такое предприятие не имеет перспектив.

Большие трудности испытывает Онотский рудник. Добыча здесь ведется полукустарно, подземным способом. В связи с этим, а также из-за тяжелых транспортных условий (перевозки автомашинами до Черемхова на расстояние 120 км) себестоимость онотского талька весьма высокая. Поскольку высокие отпускные цены не приемлемы для ряда потребителей, Иркутский совнархоз испытывает иногда затруднения в сбыте онотского талька и поэтому сдерживает повышение производительности рудника, направляя вместе с тем значительную часть его продукции на экспорт. Так как на Миасском комбинате качество онотского талька при помоле ухудшается, многие потребители предпочитают получать непосредственно кусковую руду. На примере Онотского месторождения особенно ясно видны обстоятельства, препятствующие развитию потребления талька. Полукустарная добыча обуславливает высокую стоимость сырья и отпугивает потребителей, а недостаток потребителей скрывает рост добычи.

Отсутствие производства высококачественного безжелезистого товарного талька нужной тонины приводит к необходимости ввоза тальковых порошков или заставляет потребителей заниматься совершенно несвойственными им операциями — помолом и обогащением онотского талька. Существующий ГОСТ на тальковое сырье отражает лишь характер сырья Миасской тальковой провинции, совершенно не соответствуя современным требованиям промышленности (Смолин, 1960 г.) и возмож-

ностям сырьевой базы всего СССР. При этом в наиболее распространенном виде продукции тальковой промышленности — тальковых порошках марки В — нормируется нерастворимый остаток, но никак не учитывается содержание самого полезного компонента — минерала талька. Миасский комбинат, опираясь на эти кондиции, перерабатывает зачастую породы, содержащие тальк лишь в подчиненном количестве и, естественно, такая продукция не может удовлетворить потребителей.

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТАЛЬКОВОМУ СЫРЬЮ

Производство товарного талька в СССР регламентируют в настоящее время ГОСТ 879—52 на тальк молотый, официально распространяющийся только на продукцию Миасского талькового комбината, ГОСТ 6578—53 на тальк молотый карандашный, а также технические условия ТУ № 3—53 на тальк молотый (с Оютского месторождения) для радиодеталей. Каких-либо официальных документов, регламентирующих качество самих тальковых руд, не существует, и, оценивая их, пользуются требованиями к полупродуктам — тальковым порошкам.

ГОСТ 879—53 был составлен еще в 1941 г. и учитывал лишь возможности сырьевой базы Миасской тальковой провинции, располагающей только низкокачественными тальковыми рудами, имеющими высокий процент вредной примеси окислов железа, что и вызвало необходимость выработки специальных технических условий на оютский тальк. Тальковые порошки из оютской руды, выпускаемые Миасской фабрикой соответственно этим условиям, поставляются в ограниченных количествах другим потребителям, предъявляющим высокие требования к качеству сырья. Некоторые из этих потребителей разработали неутвержденные проекты технических условий. ГОСТ 879—52 делит тальк на три марки, из которых в марке А используются главным образом белизна

Таблица 4

Требования к тальку молотому марки А

Показатель, %	Сорт		Примечание
	1	11	
Белизна, не менее	80	70	Пригоден для оценки руд
Прокаленный, нерастворимый в соляной кислоте остаток, не менее	87	Не нормируется	То же
Влажность, не более	0,5	0,5	Не зависит от руд
Степень помола, остаток, не более:			
на сите № 0075	5	Не нормируется	Пригоден для оценки порошкового талька
на сите № 0090	Не нормируется	2	

и химическая инертность (красочная, бумажная, парфюмерная, фармацевтическая, кондитерская и карандашная промышленность), в марке Б — химический состав (керамическая, резиновая, кабельная промышленность), а в марке В — физико-химические свойства (кровельная, химическая, асбестовая, литейная, текстильная промышленность). Подобная маркировка совершенно не соответствует сложившимся фактическим взаимоотношениям потребителей и тальковой промышленности. В част-

ности, уже много лет крайне ограничен выпуск тальковых порошков марки Б, как правило, к тому же не удовлетворяющих потребителей, для которых они предназначены. Тем не менее, поскольку ГОСТ 879—52 является основным официальным документом, требования потребителей рассматриваются ниже соответственно принятой в нем группировке (табл. 4—10).

Таблица 5

Ориентировочные требования к тальковому сырью для бумажной промышленности

Показатель	Оптимальные показатели	Допустимые показатели
Фракционный состав: количество грубодисперсных фракций с радиусом частиц $> 40 \text{ мк}$, в %, не более	5	15
Средние размеры частиц, в мк	10—15	15—20
Содержание песка и окислов железа	Следы	Подлежит уточнению
Белизна, в % не менее	88	80

Таблица 6

Проект технических условий на тальк для лакокрасочной промышленности

Показатель, %	Нормы по сортам		Примечание
	I	II	
Белизна, не менее	90	85	Пригоден для оценки в руде
Содержание прокаленного нерастворимого в соляной кислоте остатка, не менее	90	90	То же
Содержание водорастворимых солей, не более	0,2	0,5	»
Влажность, не более	0,5	0,5	Не зависит от руд
Реакция водной вытяжки	Нейтральная	Нейтральная	Пригоден для оценки в руде
Содержание меди, марганца, свинца, мышьяка, не более	0,001	0,001	То же
Содержание железа в пересчете на Fe_2O_3 , не более	0,3	0,5	»
Остаток (при мокром посеве), не более			Оценка порошокватого талька
на сите № 005	0,2	0,5	То же
на сите № 004	0,5	1,0	»

В группе потребителей, которым ГОСТ предназначает порошки марки А, наибольшее значение по емкости потребления имеет бумажная промышленность, которая до сих пор не выработала требований с четкими количественными показателями. Ориентировочные требования Института бумаги приведены в табл. 5.

Лакокрасочная промышленность в настоящее время имеет «Проект технических требований на тальк молотый для лакокрасочной промышленности», разработанный Лабораторией пигментов ГИПИ-4 и предъявляющий более жесткие требования к тальку, чем ГОСТ 879—52. Проект выделяет два сорта талькового сырья: I — для наполнения белых пигментов и II — для цветных пигментов и прочих целей.

Новые требования лакокрасочной промышленности весьма высокие и при окончательном их утверждении подлежат уточнению с должным

обоснованием количественных показателей, учитывающих поведение в пигментах талька с тем или иным качеством.

Карандашная промышленность имеет свой ГОСТ 6578—53, соответствующий по основным показателям марке А ГОСТ 879—52, дополнительно вводится показатель содержания мышьяка.

Таблица 7

Требования к тальковому сырью для карандашной промышленности

Показатель	Сорт		Примечание
	I	II	
Белизна, в % не менее	80	70	Пригоден для оценки руд
Содержание влаги, в % не более . .	1,0	1,5	Не зависит от руд
Содержание мышьяка, в % не более .	0,0014	0,0014	
Механические примеси	Не допускается		Пригоден для оценки руд
Оптимальная тонины, в мк	10	10	Пригоден для оценки порош- коватого талька
Допускаемое содержание частиц раз- мером не более 30 мк, в %	5	20	То же

Каких-либо новых требований карандашная промышленность не выдвигает.

Фармацевтическая промышленность удовлетворяется требованиями, зафиксированными ГОСТ 879—52 в специальной марке «медицинский тальк». Они заключаются в следующем:

Реакция водной вытяжки	нейтральная;
Растворимость в воде	не более 0,1%;
Растворимость в соляной кислоте . .	не более 1%;
Содержание сернистых соединений	отсутствие;
Содержание железа	не более 0,5;
Содержание мышьяка	отсутствие;
Потери при прокаливании	5%;
Степень помола при просеивании 10 г талька сквозь сито № 0105	не должно получаться остатка

Практически тальк для фармацевтической промышленности проверяется методами, предписанными Государственной фармакопеей СССР VIII издания, где отсутствие компонентов — вредных примесей (сера, мышьяк) определяется разрешающей способностью применяемого в этом случае метода химического анализа.

Кондитерская промышленность удовлетворяется тальком, соответствующим I сорту марки А с дополнительным ограничением содержания мышьяка не более 0,0014%.

Тальковые порошки марки Б выпускаются и используются в СССР главным образом лишь как припудривающий материал в резиновой промышленности.

Керамическая промышленность в настоящее время пользуется техническими условиями на тальк молотый (Онотского месторождения) для радиодеталей.

Предприятия радиопромышленности получают кусковой онотский тальк, на который имеются временные технические условия № 23—53 от 6.V.53. В них включены все технические условия на молотый онотский тальк за исключением тонины и влажности.

Институт радиопромышленности, исследовавший киргитейский тальк, разработал для него более жесткие технические условия по содержанию

Требования к тальку молотому марки Б

Показатель	Сорт				Примечание
	резиновый		керамический		
	I	II	I	II	
Общее содержание железа в пересчете на Fe_2O_3 , в %	Не нормировано		6	8	Пригоден для оценки руд
Окислы железа, растворимые в соляной кислоте, в пересчете на Fe_2O_3 , в %, не более	1,0	1,5	Не нормировано		То же
Магнитное притяжение, в г, не более	0,5	1,0	2,0	5,0	»
Железо, извлекаемое магнитом, в % не более	0,04	0,08	—	—	»
MgO, в % не менее	Не нормировано		28	27	»
CaO, в % не более	То же		0,5	0,8	»
Прокаленный нерастворимый в соляной кислоте остаток, в % не менее	90	87	Не нормировано		»
Потери, при прокаливании, в % не более	6	8	6	8	»
Влажность, в % не более	0,5	0,5	1,0	1,0	Не зависит от руд
Степень помола, остаток, в % не более:					
на сите № 0090	2	Не нормировано			Пригоден для оценки порошкового талька
на сите № 0150	0	0	2	2	То же

Таблица 9

Требования к тальку молотому радиодетальному *

Показатель	Допустимые количества	Примечание
Прокаленный нерастворимый в соляной кислоте остаток, в %, не менее	90	Пригоден для оценки руд
Содержание MgO, в %, не менее	30	То же
Общее содержание железа в пересчете на Fe_2O_3 , в %, не более	1,5	»
Содержание CaO, в %, не более	0,5	»
Содержание Al_2O_3 , в %, не более	1,5	»
Магнитное притяжение, в г, не более (железо, извлекаемое магнитом), в %, не более	0,5 (0,04)	»
Потери при прокаливании, в %, не более	6,0	»
Влажность, в %, не более	1,0	Не зависит от руд
Степень помола, остаток на сите 0,015, в %, не более	2,0	Пригоден для оценки порошкового талька

* ТУ № 3—53 от 27 декабря 1953 г., утверждены МПСМ СССР.

окислов железа (1,0% вместо 1,5%) и глинозема (1,0% вместо 1,5%), не обоснована, однако, целесообразность этого изменения экспериментально. Электрокерамический институт удовлетворяется тальком, соответствующим ТУ № 3—53.

Резиновая промышленность в СССР не использует тальк как наполнитель. В характеристиках зарубежных тальковых порошков, используемых в качестве наполнителей натурального и синтетического каучука, а также латекса, указываются следующие показатели: не токсичен, без запаха или со слабым сернистым запахом (одна из пяти марок), белый или светло-кремовый (две из пяти марок), рН — 9,2—9,5 (одна марка — слабощелочной), удельный вес 2,6—2,9, тонина — остаток на сите 200 меш (74 мк) — от 0,04 до 4%, на сите 325 меш — 0,45—5%.

Кабельная промышленность удовлетворяется тальком, соответствующим ТУ № 3—53 (для радиодеталей), но имеет проект собственных технических требований:

Содержание Fe ₂ O ₃ , растворимого в соляной кислоте, в %	не более 0,1
Содержание марганца, меди, иона хлора, иона O ₄	отсутствие
Тонина, остаток на сите № 0150, в %	не более 0,01
Влажность, в %	не более 0,03

Эти требования нуждаются в экспериментальном обосновании и более четком объяснении. В частности, неясно, что означает отсутствие некоторых компонентов (сотые, тысячные или десятитысячные доли процента?).

Таблица 10

Требования к тальку молотому марки В

Показатели	Сорт		Примечание
	1	11	
Прокаленный нерастворимый в HCl остаток, в %, не менее	85	80	Пригоден для оценки руд
Влажность, в %, не более	1,0	1,0	Не зависит от руды
Тонина, остаток, в %, не более:			
на сите № 0090	2	10	Пригоден для оценки порошкового талька
на сите № 0150	Не нормировано	2	

Литейная промышленность удовлетворяется тальком молотым не ниже I сорта марки В, однако дополнительно проверяют его на содержание карбонатов.

Из сопоставления ГОСТ и существующих технических условий на тальковое сырье с показателями проектов новых технических условий, разработанных разными отраслями промышленности, отчетливо вытекает назревшая необходимость пересмотра и разработки нового ГОСТ. Для этого в качестве отправной точки можно использовать все существующие и проектируемые требования, сведенные в табл. 11. Следует, однако, заметить, что и те и другие позволяют лишь весьма косвенно судить о важнейшем показателе сырья — содержании самого минерала талька. При разработке новых кондиций необходимо ввести подобный показатель, предварительно разработав наиболее эффективную методику его контроля.

Сводные данные о современных требованиях промышленности, пригодных для оценки тальковых руд

Показатель, %	Максимальные величины *	Допускаемый показатель **
<i>Утвержденные нормы</i>		
Химический состав		
Прокаленный нерастворимый в соляной кислоте остаток, не менее	90	80
Потери при прокаливании, не более	5,0	8,0
Содержание MgO, не менее	30,0	27,0
Содержание CaO, не более	0,5	0,8
Содержание Al ₂ O ₃ , не более	—	1,5
Суммарная Fe ₂ O ₃ , не более	0,5	8,0
Суммарная Fe ₂ O ₃ , растворимая в соляной кислоте, не более	1,0	1,5
Содержание железа, извлекаемого магнитом, не более	0,04	0,08
Содержание мышьяка, не более	Отсутствие	0,014
Содержание сернистых соединений	—	Отсутствие
Растворимость в соляной кислоте, не более	—	1,0
Растворимость в воде, не более	—	0,1
Физические свойства		
Белизна, не менее	80	70
Дисперсность — содержание фракций, не более	5 (+30 мк) (+290 мк)	2 (+150 мк)
<i>Новые проектируемые показатели</i>		
Химический состав		
Содержание MgO, не более	—	31
Содержание Al ₂ O ₃ , не более	—	1,0
Содержание Fe ₂ O ₃ , не более	0,3	0,5
Содержание марганца, не более	Отсутствие	0,001
Содержание меди, не более	То же	0,001
Содержание свинца, не более	—	0,001
Содержание иона хлора	—	Отсутствие
Содержание иона SO ₄	—	То же
Содержание водорастворимых солей, не более	0,2	0,5
Реакция водной вытяжки	—	Нейтральная
Физические свойства		
Белизна, не менее	90	—
Дисперсность — содержание фракции, не более	0,4 (более 40 мк)	1,0 (более 40 мк)

* Прочерк в этой графе означает, что в требованиях указан лишь допустимый показатель.

** Приводятся данные лишь тех отраслей промышленности, где соответствующий показатель нормируется.

ПУТИ РАЗВИТИЯ ТАЛЬКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЦЕЛЕСООБРАЗНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ТАЛЬКА

Целесообразные направления развития сырьевой базы и промышленности определяются перспективными потребностями народного хозяйства. Рассматривая состояние производства и потребления талька, мы отмечаем, что многие наиболее важные потребители талька являются пока по существу потенциальными. Такие отрасли промышленности, как керамическая, лакокрасочная, бумажная и резиновая, погрешают в целом в шесть-семь раз меньше талька, чем в США. По предварительным подсчетам отраслевых институтов ежегодная потребность в безжелезистом тальке составляет в бумажной промышленности около 100 тыс. т, в лакокрасочной — 40 тыс. т, в керамической (величина резко занижена, судя по структуре потребления талька в США) — 30 тыс. т, и столько же — в кабельной и резиновой промышленности. Следует также отметить несомненные перспективы использования талька промышленностью пластмасс. Таким образом, нам требуется безжелезистого талька не менее 200 тыс. т, а по существу при современном уровне развития промышленности должно быть не менее 500 тыс. т в год. Но безжелезистый тальк добывается у нас в количестве не более 20 тыс. т, и дефицит его компенсируется частично ввозом дорогостоящего импортного талька. Отсюда очевидно, что важнейшая задача отечественной тальковой промышленности — освоение и расширение сырьевой базы безжелезистого талька.

Рассмотрим вначале все относящиеся к этой главной задаче проблемы, а затем — и другие, связанные с развитием производства тальковых продуктов менее высокого качества.

Поскольку в настоящее время реальной базой безжелезистого талька могут считаться лишь эксплуатируемое Олотское месторождение и разведанное Киргитейское (оба в Восточной Сибири), возникает необходимость выявления подобных месторождений в районах, тяготеющих к Европейской части СССР. Исследования последних лет (Смолин, 1962) позволили установить, что промышленные месторождения безжелезистого талька приурочены к древним (преимущественно протерозойским) складчатым метаморфизованным доломитовым толщам с прослоями силикатных пород. Такие благоприятные геологические комплексы известны в Восточно-Карельском синклинории протерозойской Карельской складчатой зоны и, возможно в Финляндской и Кольской складчатых зонах. О возможностях обнаружения здесь безжелезистого талька свидетельствуют также сведения о его добыче в пределах Балтийского щита — в Финляндии и Норвегии.

Перспективны, на наш взгляд, и протерозойские доломитовые толщи западной зоны Урала. Здесь имеются как прямые признаки тальконосности, так и косвенные, выражающиеся в присутствии крупных метасоматических скоплений магнезита, свидетельствующих об интенсивной метаморфической дифференциации и миграции магнезиальных растворов, необходимых для образования залежей талька. Аналогии с крупнейшими группами месторождений безжелезистых тальковых руд Сино-Корейского щита, Олотского рудного поля, Енисейского кряжа и других, приуроченных к метаморфизованным доломитовым толщам, содержащим магнезиты, позволяют весьма высоко расценивать перспективы этого региона. Опыт изучения подобных тальконосных провинций свидетельствует, что во всех них первоначально были установлены скопления магнезита, а затем уже талькиты. Эффективность поисков тальковых руд в этих районах в значительной мере будет определяться правильной организацией исследований фациального состава карбонатных пород и

пространственного размещения различных метаморфических фаций. В известных провинциях высококачественных безжелезистых тальковых руд (Енисейский кряж, Онотское рудное поле) возможно увеличение разведанных запасов, а в районах с известными месторождениями низкокачественных руд магнезиально-карбонатной группы (Горная Шория, Хинган-Бурейнской антиклинорий) — выявление более ценных разновидностей.

Как отмечалось выше, у нас не найдены пока месторождения асбестин. Интересные скопления дезагрегированного асбестина обнаружены в Приморье (район Имана). Здесь они сформировались в результате древнего выветривания метаморфизованных доломитов протерозойского возраста и переогложения из них талька и термолита. Сходные образования известны в коре выветривания тальковых камней хребта Малого Каратау (Гапеев, 1961). Можно полагать, что тщательные исследования районов развития термолитово-тальковых доломитовых мраморов (помимо упомянутых также в Хинган-Бурейском антиклинории и др.) в участках наложения на них коры выветривания обнаружат промышленные скопления асбестина более высокого качества (бескарбонатных), чем в эксплуатирующихся американских месторождениях, руды которых содержат переменную примесь карбонатов.

При реорганизации тальковой промышленности необходимо добиться выпуска продукции однородного гарантированного качества, учитывая нужды всех потребителей талька, и ликвидировать помольно-обогачительные операции на предприятиях-потребителях, что усложняет на этих предприятиях весь технологический процесс и удорожает их продукцию.

В тальковой промышленности США существуют десятки марок товарного талька определенного гарантированного качества. Это разнообразие отражает отчасти естественно сложившиеся торговые связи потребителей с достаточно многочисленными (30 предприятий, выпускающих тальк, и 13, перерабатывающих тальковый камень) и преимущественно относительно мелкими производителями. Однако причина такой дифференциации кроется несомненно не только в этом, но и в более разветвленной структуре потребления, когда потребители используют тонкие различия свойств сырья отдельных месторождений. Об этом свидетельствует, во-первых, практика смешивания сырья из разных месторождений для получения продуктов с заданными характеристиками, а, во-вторых, обширный импорт отдельных марок талька при наличии отечественного крупного производства и экспорта. Отсюда можно сделать определенный вывод: необходимо тщательное сравнительное технологическое изучение сырья всех месторождений с целью выявления возможной специфики его свойств и применения. Это положение в известной мере может ограничивать совершенно правильную тенденцию к эксплуатации наиболее крупных месторождений, и необходимо путем комплексного технологического-экономического подхода решать вопрос об оптимальной разветвленности маркировки тальковых продуктов и введении новых марок и типов сырья с новых месторождений.

Автор неоднократно указывал (Наделяев, Смолин, 1958; Смолин, 1960, 1961; Полякова, Смолин, Эйделькинд, 1960) на возможности резкого улучшения использования талька в СССР за счет промышленного освоения Киргитейского месторождения в Красноярском Заангарье. Данные технологических исследований показывают, что почти все разведанные здесь руды могут употребляться в самых различных отраслях производства. При этом на месторождении преобладают естественно тонкодисперсные порошковатые дезагрегированные руды, природная тонина частиц в которых удовлетворяет запросы большинства потреби-

телей. В наиболее крупном рудном теле протяженностью в 400 м и мощностью свыше 100 м порошковатый тальк залегает под самыми незначительными наносами и распространен на глубину до 150 м. Это позволяет организовать здесь крупную механизированную открытую добычу, и при исключительной однородности сырья получить непосредственно на месторождении после самой незначительной переработки наиболее дешевый в стране товарный тальковый порошок, не имеющий равных по качеству. Возможна организация гидромониторных или даже пневматических¹ способов добычи, которые обладают рядом преимуществ, так как позволят одновременно организовать высокопроизводительную сортировку и классификацию с выделением тонких фракций. Для сортов с особой тониной здесь, так же как и на других талькопомольных фабриках, целесообразно использовать высокопроизводительные струйно-эжекторные мельницы конструкции ВНИИНСМ. Эти мельницы, работающие по принципу взаимной бомбардировки частиц, вызываемой нагнетанием сжатого воздуха, помимо высокой производительности, обеспечивают заданную гарантированную тонину помола и своеобразную рваную форму частиц, весьма благоприятную для некоторых потребителей, в частности для керамической промышленности.

Развитие добычи талька на восточносибирских месторождениях должно сопровождаться организацией его потребления. Следует отметить, например, что бумажные комбинаты восточных районов СССР используют в качестве наполнителя каолин, в огромных количествах завозимый с Украины. По всем соображениям его целесообразнее заменить тальком. На проектируемых и строящихся предприятиях тонко-керамической промышленности необходимо предусмотреть выпуск широкого ассортимента тальковой керамики, обладающей жаропрочностью и морозостойкостью, химической стойкостью и рядом ценнейших электротехнических свойств. Предпосылки к этому имеются хотя бы в связи с уже разработанными отечественными методами получения тальковой керамики (Аветиков, 1952; Полякова, Смолин, Эйделькинд, 1960; Аветиков, Зинько, Смолин, 1962), например, зональным обжигом крупногабаритных стеатитовых изделий. Традиционная ориентация керамической промышленности на глиноземистое сырье лишает народное хозяйство важнейших, иногда незаменимых, видов продукции. Опыт массовой перестройки этой отрасли промышленности в США свидетельствует, что предприятия сравнительно безболезненно и в краткие сроки перешли на производство стеатитовой керамики в условиях военного времени.

Важное значение имеет внедрение талька и в другие многочисленные виды производства. Отраслевым исследовательским организациям надлежит продолжить исследования восточносибирских тальков, чтобы получить новые ценные материалы и рецептуры, обеспечивающие максимальное использование их исключительной однородности и чистоты, так как возможности применения талька далеко не исчерпаны.

Мировой рынок располагает десятками марок талька. Стоимость некоторых тальковых продуктов в США достигает 40 долларов за тонну, т. е. в сопоставимых ценах превосходит явно завышенную стоимость онетского талька. Многие высококачественные разновидности талька практически транспортабельны в пределах всего земного шара. Так, США ввозят его из Франции, Сардинии, Норвегии, Индии и других

¹ В США в 1958 г. запатентован способ воздушной классификации молотого талька. В связи с этим возникает мысль о принципиальной возможности добычи сухого порошкового талька при помощи конструкций, использующих сжатый воздух и сортирующих тальковый порошок.

стран. Ясно, что и СССР может быть крупным поставщиком уникального талька на мировом рынке и обеспечить внутренние потребности отечественным сырьем в пределах всей страны при условии квалифицированного использования восточносибирского талька. Для этого необходимо расширение добычи на Онотском месторождении, организация крупного рудника на Киргитейском и сооружение технологически совершенных Киргитейской и Черемховской фабрик.

Развитие сырьевой базы тальковых руд гипербазитовой группы в ближайшее время будет регулироваться преимущественно геолого-экономическими факторами, определяющими освоение того или иного нового месторождения. При самой тщательной переработке руд этой группы можно получить лишь средние или низкие сорта товарного талька. Учитывая необходимость удовлетворения одного из основных технических требований — гарантированной однородности состава и качества товарных продуктов, а также общую тенденцию современного промышленного развития с прогрессивно возрастающей ролью механизации и автоматизации, эксплуатацию мелких месторождений тальцитов, как это показывает печальный опыт Миасского комбината и эксплуатация Кызылсайского и Тетри-Миндорского месторождений, следует признать малорентабельной. Единственное современное горнорудное предприятие тальковой промышленности, на котором добывается тальково-магнезитовый камень, — Шабровский рудник. Еще в тридцатых годах ВИМС разработал методику комплексного использования тальково-магнезитового камня (Шрадер, 1940; Басманов, 1955), за внедрение которой в промышленность горячо ратовал В. В. Аршинов (Аршинов, Соколов, 1945). К сожалению, до сих пор эта методика не осуществлена, так как магнезит на Шабровском комбинате идет в «хвосты». В известной мере повинен в этом, вероятно, Институт огнеупоров, рекомендуемый развивать промышленность огнеупоров на базе лишь чистейших безжелезистых магнезитов саткинского типа. Однако положительный опыт использования за рубежом железистых магнезитов позволяет считать ошибочной подобную точку зрения. Поэтому автор полагает, что крупные месторождения тальково-магнезитового камня с весьма однородным составом руд при полной комплексности их использования и при условии организации крупных предприятий на базе современной технологии представляют собой наиболее перспективные объекты для производства большого количества тальковых продуктов низкого и среднего качества, но с гарантированной их однородностью.

Следует признать целесообразным расширение и модернизацию Шабровского комбината и сооружение других тальково-магнезитовых комбинатов на базе Султан-Уиз-Дагского месторождения в Каракалпакии, Дмитриевского — в Приморье, Веселянского — на Украине. Однако строительство их должно осуществляться лишь с внедрением совершенной технологии и при условии комплексного извлечения всех продуктов и использования их в прилегающих экономических районах. Наметившаяся тенденция Миасского комбината к переходу на тальково-магнезитовое сырье Сыростанского месторождения в современных условиях вполне естественна.

Организация открытой добычи на упомянутых месторождениях требует сравнительно небольших капиталовложений. Недорого стоит и оборудование помольных фабрик и флотационных установок. Внедрение же качественного талька в промышленность не представляет сколько-нибудь серьезных технических трудностей. Таким образом, расширение использования талька в народном хозяйстве не связано с большими капитальными затратами. Расходы окупятся в самое кратчайшее время за счет снижения себестоимости талькового сырья, прекращения нерациональных дальних перевозок его заменителей, ликвидации или

уменьшения импорта и расширения экспорта тальковых продуктов и, наконец, (и, может быть, главным образом) за счет выпуска новых ценных видов продукции. Несложными расчетами легко проиллюстрировать, например, высокую эффективность внедрения тальковых электроизоляционных материалов, заключающуюся в снижении веса металлических опор высоковольтных электропередач и в других случаях. Аналогичное значение имеет выпуск морозоустойчивой и химически стойкой керамики, долговечных атмосфероустойчивых красок и т. д.

ВЫВОДЫ

1. Состояние производства и потребления талька в СССР не соответствует общему уровню промышленного развития, что вызвано главным образом недостаточным производством высококачественного безжелезистого талька. В связи с этим народное хозяйство не получает многих ценных и частично незаменимых видов продукции — разнообразной специальной керамики, в том числе химически стойкой, термостойкой и электротехнической, долговечных атмосфероустойчивых красок, ценных сортов бумаги и др. Этим вызван, в свою очередь, экономически невыгодный импорт талька и нерациональные дальние перевозки его заменителей.

2. В настоящее время такое положение явно неоправдано: запасы безжелезистых тальковых руд уникального качества в нашей стране весьма значительны, а способы использования талька в различных отраслях промышленности известны.

3. В свете существующих и перспективных потребностей народного хозяйства использование ресурсов талькового сырья должно в первую очередь осуществляться за счет широкой эксплуатации Киргитейского и Оротского месторождений безжелезистого талька в Восточной Сибири, а дальнейшее расширение сырьевой базы должно идти прежде всего по линии поисков новых крупных месторождений высококачественного талька в районах, тяготеющих к Европейской части СССР. Предварительные прогнозные соображения позволяют рекомендовать для таких поисков районы развития протерозойских доломитовых толщ в Карелии и на западном склоне Урала.

4. Учитывая современные тенденции промышленного развития с прогрессивно возрастающей ролью механизации и автоматизации, выпуск тальковых продуктов средних и низких сортов следует организовать преимущественно на крупных разведанных месторождениях тальково-магнезитового камня при неперменном внедрении современной технологии переработки и комплексном использовании руд (цельнопильные изделия, тальково-магнезитовый порошок, флотированный тальк, магнезит, возможно, никель и другие продукты).

ЛИТЕРАТУРА

- Аветиков В. Г. Электроизоляционные материалы на основе талька и требования, предъявляемые к тальковому сырью. В сб.: «Тальк (минералогия, добыча, исследование свойств, использование в промышленности)». М., Промстройиздат, 1952.
- Аветиков В. Г., Зинько Э. И., Смолин П. П. Минералогические и технологические исследования тальков Киргитейского месторождения. Труды VI совещания по экспериментальной минералогии и петрографии. Изд-во АН СССР, 1962.
- Аршинов В. В., Соколов П. Н. Тальк. Требования промышленности к качеству минерального сырья, вып. 1. М.—Л., Госгеолиздат, 1945.
- Басманов В. А. О некоторых особенностях флотации талька. В кн.: «Исследования минерального сырья». М., Госгеолтехиздат, 1955.
- Безруков Г. Н. Геологическое строение Абдул-Касимовского месторождения талька.— Труды ИГЕМ, АН СССР, 1961, вып. 51.

- Гапеев А. П. О маложелезистых порошковых тальках хребта Малый Каратау.— Труды ИГЕМ АН СССР, 1961, вып. 51.
- Коган Э. Я. Флогация карбонитсодержащих талькитов месторождения «Светлый Ключ». В сб. работ треста «Мосгеолнеруд», 1955, вып. 3.
- Наделяев К. М., Смолин П. П. Сравнительная характеристика тальковых месторождений Восточной Сибири и поисковые критерии маложелезистого талька. В сб.: «Проблемы изучения и развития сырьевой базы слюды, асбеста и талька Восточной Сибири». Изд-во АН СССР, 1958.
- Полякова Н. Л., Смолин П. П., Эйделькинд А. М. Безжелезистые талькиты Киргитейского месторождения.— Стекло и керамика, 1960, № 9.
- Романович И. Ф. Генезис Светлоключского месторождения талька. В сб. работ треста «Мосгеолнеруд», 1955, вып. 3.
- Смолин П. П. Промыленно-генетические типы тальковых руд восточных районов СССР и перспективы создания тальковой промышленности союзного значения в Восточной Сибири. В сб.: «Развитие производительных сил Восточной Сибири. Нерудные полезные ископаемые». Изд-во АН СССР, 1960.
- Смолин П. П. Киргитейское месторождение безжелезистого талька (Красноярский край) и вопросы генезиса новых промышленно-генетических типов тальковых руд.— Труды ИГЕМ АН СССР, 1961, вып. 55.
- Смолин П. П. (1) Закономерности размещения промышленных месторождений талька на территории СССР и критерии локализации особо ценного безжелезистого талька. В сб.: «Закономерности размещения ископаемых», т. VI. Магнезиально-силикатные полезные ископаемые. Изд-во АН СССР, 1962.
- Смолин П. П. (2) Тальконосность Красноярского края. В кн.: «Геология СССР», т. XXXIX. М., Госгеолтехиздат, 1962.
- Шрадер А. А. Состояние и пути развития обогащения талька и применение флотации. М., Гостоптехиздат, 1940.

В. И. Финько

СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ КАОЛИНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Каолин представляет собой продукт химического выветривания различных полевошпатово-слюдистых изверженных, метаморфических и осадочных горных пород. По составу, основным свойствам, генезису, условиям залегания и другим особенностям каолин относится к глинистым образованиям, но на практике издавна рассматривается как самостоятельное полезное ископаемое. До настоящего времени общепринятого определения каолина нет, что вызвано, с одной стороны, слабой изученностью минерального состава и условий образования этой породы, а с другой, — многообразием областей ее применения в промышленности. В наиболее общем виде может быть дано следующее определение: каолин — это глинистая белая рыхлая горная порода, образовавшаяся в результате выветривания полевошпатовых горных пород или переотложения продуктов их выветривания и состоящая главным образом из глинистых минералов — каолинита, галлуазита, гидрослюда с большей или меньшей примесью кварца, полевых шпатов, окислов железа и титана и других минералов.

В составе природных каолинов выделяются две группы минералов: глинистые — основная тонкодисперсная часть породы — и минералы-примеси, среди которых различают минералы реликтовые (кварц, полевые шпаты, рутил, циркон и другие) и вторичные, образовавшиеся одновременно с глинистыми минералами в результате химического выветривания или более поздних процессов. Из вторичных минералов в каолинах наиболее распространены окислы и гидроокислы железа и титана, пирит, марказит, реже сидерит и кальцит.

Так как основу глинистого вещества природных каолинов образуют минералы каолинитовой или гидрослюдистой групп, химический состав наиболее тонкодисперсной части каолинов, получаемой в процессе обогащения, приближается к теоретическому составу этих минералов. Химический состав каолинита выражается формулой $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, а в пересчете на процентное содержание — 46,54 кремнезема, 39,5 глинозема и 13,96 воды. Те или иные отклонения состава промышленных каолиновых концентратов от этих цифр свидетельствуют о присутствии в них, кроме каолинита, других минералов.

Размеры и форма каолиновых чешуек зависят от того, за счет каких минералов образовался каолинит. Если он образуется из полевых шпатов, его частицы приобретают форму отдельных мелких чешуек, если же исходным материалом были слюды, минерал возникает в виде червеобразных сростков чешуек или отдельных крупных листочков. Листочки каолинита, образующегося в процессе распада железистой слюды —

биотита,— содержат включения окислов железа или рутила, располагающиеся по плоскостям спайности минерала и не поддающиеся удалению в процессе обогащения.

Кроме каолинита, в составе некоторых каолинов нередко принимает участие другой глинистый минерал — галлуазит, отличающийся от каолинита формой частиц и кристаллической структурой. Известны две разновидности этого минерала: четырехводная ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) и образующаяся в результате ее дегидратации двухводная ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Электронномикроскопическое изучение показало, что четырехводный галлуазит сложен трубчатыми кристаллами. При дегидратации трубки разворачиваются и приобретают форму вытянутых пластинок.

Галлуазит обладает несколько отличными от каолинита свойствами, но до сих пор крупных месторождений каолинов галлуазитового состава в СССР не обнаружено. Обычно этот минерал образует более или менее значительную примесь в составе первичных и вторичных каолинов. Однако надо учесть, что минеральный состав каолинов большинства наших месторождений изучен еще недостаточно хорошо и, возможно, галлуазит распространен в каолинах значительно более широко, чем считается в настоящее время.

Второе место после каолинита в составе природных каолинов занимают гидрослюды. Они отличаются от каолинита присутствием переменного количества щелочей, преимущественно K_2O , большим содержанием кремнезема и меньшим — глинозема, а также меньшими величинами потерь при прокаливании. Состав их довольно непостоянен: те из них, которые образовались за счет биотита (вермикулита), содержат больше магния и железа, чем гидрослюды, образовавшиеся из мусковита. Конечным продуктом разложения всех слюд является каолинит. Количество гидрослюд в каолинах разных месторождений весьма различно — от 5 до 90% глинистой части породы, но чаще на них приходится 30—40%. Содержание их увеличивается, как правило, в нижних горизонтах месторождений первичных каолинов.

Кварц и полевые шпаты в природных каолинах рассеяны в виде довольно крупных зерен и обломков (в первичных каолинах) или слагают отдельные прослойки и линзы (во вторичных каолинах). В эллипсальных (первичных) каолинах кварц является реликтовым минералом материнских пород, в осадочных (вторичных) механической примесью. Содержание его колеблется в широких пределах — от долей процента до 60% и даже выше.

Железистые примеси присутствуют в каолинах в виде окислов (гематит, магнетит), гидроокислов (лимонит, гётит), сульфидов (пирит, марказит) или карбонатов (сидерит). Во всех случаях они отрицательно влияют на качество каолина. Та их часть, которая находится в тонкодисперсном состоянии, при обогащении удаляется с большим трудом и далеко не полностью.

Во вторичных каолинах встречаются также минералы глинозема — бёмит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) и гидраргиллит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), повышающие в породе содержание глинозема выше каолинитовой нормы. Эти минералы находятся в породе в виде чрезвычайно тонкодисперсной примеси и часто их присутствие обнаруживается только химическими анализами. Таковы каолины Новоселицкого, Планковского и других месторождений Украины и Приуралья.

По условиям образования природные каолины подразделяются на две основные группы.

Каолины первичные, или остаточные, образуются в результате древних процессов выветривания или гидротермальной каолинизации изверженных, метаморфических и осадочных пород. Месторождения первичных каолинов обычно располагаются в районах, где сохранились мощ-

чные древние коры выветривания. В СССР таковы районы Украины, Урала, Казахстана. Первичные каолины, возникшие в результате гидротермальной каолинизации эффузивно-осадочных пород, встречаются реже и приурочены в основном к областям молодого (мезо-кайнозойского) вулканизма.

Каолины вторичные, или переотложенные, образуются за счет осадения в континентальных водоемах глинистого вещества первичных каолинов.

С глубиной первичные каолины переходят в каолинизированные породы с большим содержанием гидрослюд, которые ниже сменяются породами, затронутыми только физическим выветриванием и, наконец, свежими породами.

Среди отечественных месторождений первичных каолинов могут быть выделены следующие три основных типа, имеющие практическое значение для каолиновой промышленности.

К месторождениям *первого типа* относятся такие, которые образовались в результате древнего выветривания (каолинизации) гранитов, гранито-гнейсов, габбро и других изверженных пород, распространенных на больших площадях. На таких месторождениях каолинизированные породы выходят на поверхность на весьма значительных территориях — до нескольких десятков квадратных километров. Мощность каолиновых залежей обычно весьма значительна и колеблется от 5—10 до 50 м и более, чаще же — от 2 до 10—15 м. Переход в свежие породы, как правило, постепенный, мощность переходной зоны от 0,5 м до нескольких десятков метров. Залежи каолинов этого типа нередко выходят на дневную поверхность или перекрыты сравнительно небольшой толщей молодых рыхлых отложений. Качество каолина более или менее одинаково на больших площадях.

К этому типу относится большинство крупнейших месторождений каолинов Украины и Южного Урала, в том числе Просяновское, Глуховецкое и Белая Балка (Украина), Кыштымское и Еленинское (Урал). Месторождения этого типа дают каолины высокого качества, постоянного состава, хорошо поддающиеся обогащению благодаря резкой разнице в величине частиц реликтовых (кварц, полевые шпаты) и глинистых минералов. Запасы каолинов в месторождениях этого типа весьма велики и исчисляются десятками миллионов тонн. Это — основной источник каолина в СССР.

Месторождения *второго типа* образовались в результате древнего выветривания глинистых и слюдястых сланцев. У каолинизированных сланцев сохраняется сланцеватость, для них характерна равномерно рассеянная примесь тонкодисперсного кварца. При горизонтальном их залегании каолинизированные участки образуют небольшие линзовидные залежи. Запасы месторождений не превышают сотен или первых тысяч тонн. В круто падающих пластах сланцев каолинизация распространяется на значительную глубину, а запасы увеличиваются до многих сотен тысяч или даже миллионов тонн.

К недостаткам каолинов этого типа надо отнести повышенное содержание кремнезема, который присутствует в них в виде тонкодисперсного кварцевого песка, и обычно повышенное количество гидрослюда.

Типичным примером таких месторождений первичных каолинов является Евсинское (Западная Сибирь), где материнской породой каолинов служили не только глинистые сланцы, но и мергелистые известняки.

Добыча и обогащение каолинов из месторождений второго типа сложнее, а качество их ниже, чем каолинов, образовавшихся в результате выветривания крупных массивов изверженных пород. В крупных промышленных масштабах разработка таких месторождений в СССР еще не производится.

К *третьему типу* месторождений первичных каолинов принадлежат месторождения, образовавшиеся в результате процессов гидротермальной каолинизации различных эффузивно-осадочных пород. Месторождения таких гидротермальных каолинов известны в Советском Союзе в районах молодого (преимущественно третичного) вулканизма: в Закарпатье (Берегово), на Дальнем Востоке (Белая гора). Месторождения этого типа отличаются сравнительно небольшими размерами, сложными горнотехническими условиями, непостоянством состава, хотя и содержат каолин высокого качества. В СССР такие месторождения до сих пор не разрабатываются, хотя они представляют интерес для каолиновой промышленности тех районов страны, которые лишены других источников каолинового сырья.

Среди месторождений вторичных (переотложенных) каолинов могут быть выделены два типа.

Первый из них включает месторождения, образовавшиеся вследствие перемиыва залежей первичного каолина. Они встречаются обычно в районах развития мощных древних кор выветривания и приурочены к континентальным мезозойским и третичным отложениям, сформировавшимся в результате размыва древних кор выветривания и перекрывающих их.

Форма залежей каолина в этих месторождениях — пласти, крупные пластообразные линзы и серии мелких линз. Размеры их весьма различны, от нескольких десятков до десятков тысяч квадратных метров по площади. Мощность залежей достигает 10—15 м, обычно же она составляет 3—6 м, а часто и меньше. Запасы каолина в них весьма различны — от сотен тонн до нескольких миллионов тонн. Глубина залегания залежей также неодинакова — от 20—30 м до нескольких метров. Вмещающими породами являются кварцевые и полевошпатово-кварцевые пески и каолиновые глины, контакты которых с каолинами обычно нерезкие.

Качество каолина неоднородно в пределах даже одной залежи. Встречаются как совершенно лишенные песчаных примесей, так и сильно запесоченные разности, в которых содержание кварцевого песка доходит до 70—75% и более. Различно в этих породах и содержание окислов железа. Пластичность вторичных каолинов обычно выше, чем первичных. Иногда встречаются породы, содержащие минералы свободного глинозема (бёмит, гидраргиллит).

Типичные месторождения вторичных каолинов — Положское, Владимирское и Новоселицкое (Украина). Из них первые два обладают большими запасами и эксплуатируются. Сырье этих месторождений используется без обогащения в огнеупорной и керамической промышленности. Из-за присутствия тонкодисперсного кварца вторичные каолины не могут быть в естественном виде использованы в бумажной, резиновой, пластмассовой и других отраслях промышленности. Несмотря на то, что такие каолины с трудом поддаются обогащению, они представляют большой интерес для этих отраслей промышленности благодаря большей дисперсности и лучшему, чем у первичных каолинов, зерновому составу каолиновых чешуек. Современные гидроциклонные методы обогащения позволяют успешно обогащать и эти каолины с получением каолиновых концентратов, пригодных для использования в бумажной, полимерной, резиновой и многих других отраслях промышленности.

Безусловно, к вторичным каолинам должен быть отнесен и новый для СССР тип каолинового сырья — так называемые *каолинсодержащие пески*. Содержание каолина в них обычно составляет 15—20%, реже до 30—40%. Эти породы — тоже продукт переотложения древних каолиновых кор выветривания. До настоящего времени такие пески не рассмат-

ривались у нас в качестве промышленного источника для извлечения каолина, в то время как за рубежом (США, Франция, Румыния) они давно эксплуатируются, причем считается экономически целесообразным получение из них каолина при содержании его не ниже 10—12%.

Так же как и первичные каолины, каолинсодержащие пески легко обогащаются благодаря большой разнице в гранулометрии песчаных и каолиновых частиц.

Сравнительно недавно на Дальнем Востоке в Зейско-Буреинской депрессии разведано два месторождения каолинсодержащих песков — Чалганское и Святогорское. Запасы этих месторождений весьма значительны и достигают нескольких миллионов тонн, причем перспективы района на открытие подобных месторождений практически неограничены.

В мезо-кайнозойских континентальных отложениях Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока и Якутии пески подобного рода с достаточно высоким содержанием каолина распространены очень широко, а запасы каолинового сырья здесь практически неисчерпаемы. Для большинства восточных районов, где до сих пор не найдено крупных месторождений первичных каолинов, такие пески — единственная сырьевая база для получения каолина.

Особенно большое значение месторождения каолинсодержащих песков приобретут в ближайшее время в связи с тем, что они представляют собой комплексное сырье, из которого одновременно с каолином можно получать кварцевый песок для стекольной промышленности, левошпатовые концентраты для керамической промышленности, а также концентраты титановых и редкометалльных минералов. Недавно в Западной Сибири разведано очень крупное Туганское месторождение каолинсодержащих песков (Томская область), из которых возможно получение каолина, пригодного для использования в керамической и бумажной промышленности, а также кварцевого песка для стекольной промышленности.

Освоение этого нового для отечественной каолиновой промышленности сырья потребует серьезного изучения технологии его переработки.

СССР обладает очень крупными, практически неисчерпаемыми запасами каолинового сырья различных типов. В настоящее время разведано 70 месторождений первичных и вторичных каолинов.

Однако размещение месторождений каолинов на территории Советского Союза крайне неравномерно (см. карту). Основные разведанные запасы каолина сосредоточены в Украинской ССР, Узбекской ССР и РСФСР (99,6% общесоюзных запасов промышленных категорий).

В РСФСР разведанные запасы каолина (90,7% республиканских по категориям $A+B+C_1$) сосредоточены на Туганском месторождении каолинсодержащих песков в Томской области; Кыштымском, Журавлиный Лог, Чекмакульском, Еленинском в Челябинской области, Домбаровском в Оренбургской области и Ключевском в Свердловской области месторождениях первичных каолинов.

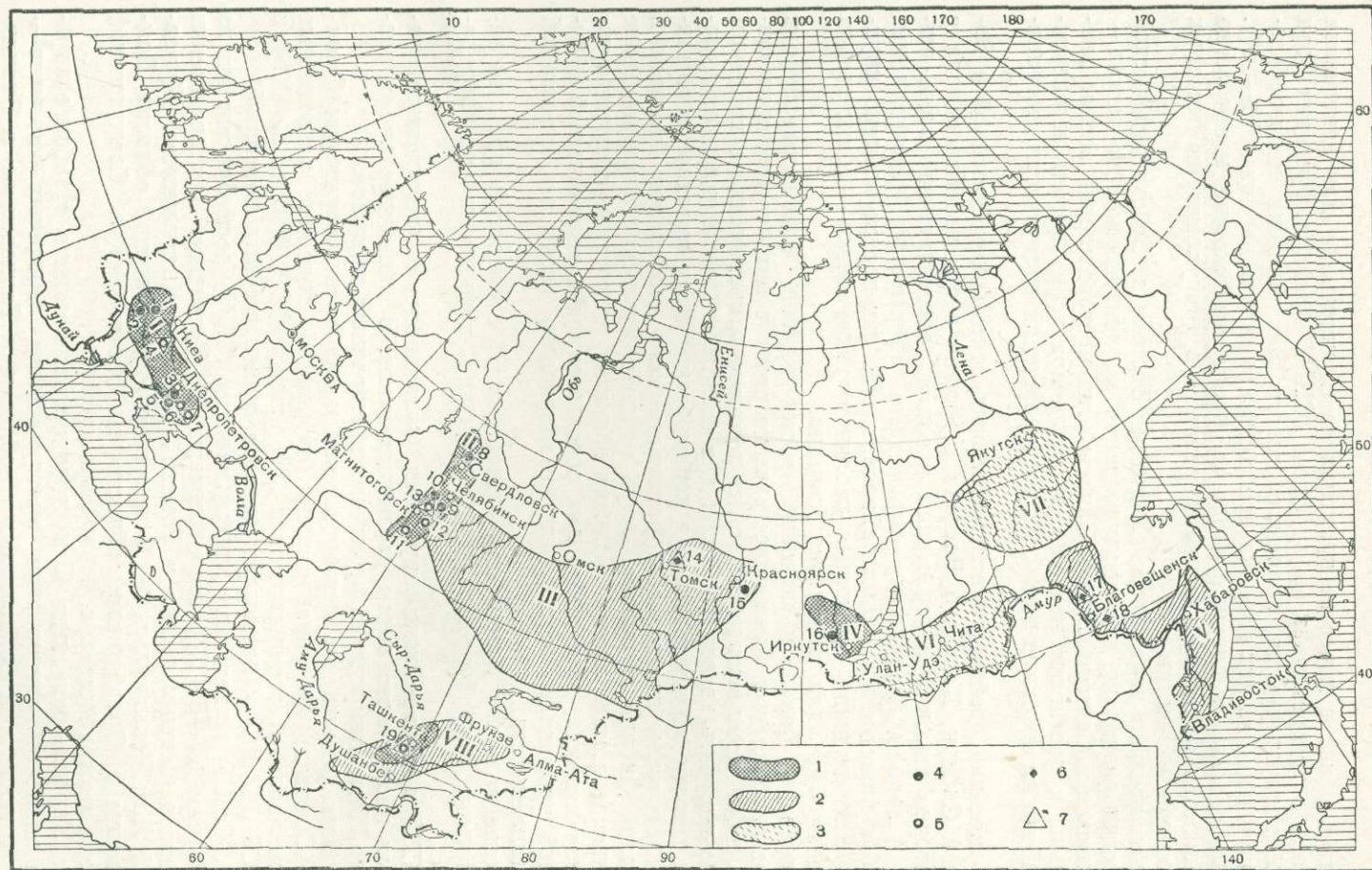
На Украине разведано 45 месторождений каолинов. Наиболее крупными запасами располагают месторождения первичных каолинов — Просняновское в Днепропетровской области и Глуховецкое в Винницкой области и вторичных каолинов — Владимирское и Богородицкое (Белая Балка) в Донецкой области, Новоселицкое в Черкасской и Положское в Запорожской областях.

В Узбекской ССР разведанные запасы каолина сосредоточены на крупнейшем в Советском Союзе комплексном Ангренском месторождении каолинов, бурых углей и огнеупорных глин. Здесь развиты как первичные, так и вторичные каолины.

Схематическая карта распространения месторождений каолинов и каолинсодержащих песков на территории СССР. Составлена В. И. Финько и М. Б. Григоровичем

1 — районы с крупными разведанными ресурсами каолина, перспективные для дальнейших работ; 2 — районы с отдельными разведанными месторождениями каолина, перспективные для поисков каолина; 3 — районы с отдельными проявлениями каолинизированных пород, в которых возможно обнаружение каолиновых месторождений. Месторождения каолина: 4 — разрабатываемые; 5 — неразрабатываемые; 6 — месторождения каолинсодержащих песков; 7 — месторождения каолинов и каолинсодержащих песков, рекомендуемые к освоению.

Каолиновые районы: I — Украинский; II — Уральский; III — Казахстано-Сибирский; IV — Иркутский; V — Приамурский; VI — Забайкальский; VII — Южно-Якутский. VIII — Ангренский; Крупнейшие месторождения (цифры на карте): 1 — Глуховское; 2 — Турбовское; 3 — Просянское; 4 — Новоселицкое; 5 — Положское; 6 — Владимирское; 7 — Богородицкое; 8 — Невьянское; 9 — Кыштымское; 10 — Еленинское; 11 — Домбаровское; 12 — Журавлиный Лог; 13 — Полегаевское; 14 — Туганское; 15 — Балайское; 16 — Трошковское; 17 — Святогорское; 18 — Чалганское; 19 — Ангренское



8 — Невьянское; 9 — Кыштымское; 10 — Еленинское; 11 — Домбаровское; 12 — Журавлиный Лог; 13 — Полегаевское; 14 — Туганское; 15 — Балайское; 16 — Трошковское; 17 — Святогорское; 18 — Чалганское; 19 — Ангренское

Сравнительно небольшие месторождения каолинов известны в Грузинской ССР, Азербайджанской ССР, Казахской ССР и Киргизской ССР.

В настоящее время каолиновая промышленность СССР базируется в основном на первичных каолинах Просяновского, Глуховецкого, Турбовского месторождений Украинской ССР, а также Еленинского и Кыштымского месторождений Урала. В меньшей степени используются вторичные каолины Положского и Владимирского месторождений.

Более 85% общесоюзной добычи каолина приходится на Украинскую ССР. На втором месте находится Урал (Челябинская и Свердловская области). В остальных районах добывается только незначительное количество вторичных каолинов для нужд огнеупорной и керамической промышленности.

Примерно две трети добываемого в настоящее время в СССР каолина поступает на обогатительные фабрики для обогащения. Остальной (преимущественно вторичный) каолин используется в естественном виде главным образом огнеупорной промышленностью для производства шамотных и полукислых огнеупорных изделий. В ближайшее время планируется резкое увеличение добычи каолинов.

Удаленность месторождений с крупными разведанными запасами каолина и центров каолиновой промышленности от мест его потребления приводит к крайне нецелесообразным перевозкам обогащенного продукта. Целые крупные экономические районы страны, такие как Северо-Запад, Центр, Кавказ, Сибирь, Дальний Восток либо лишены крупных запасов каолина, либо производство его здесь еще не организовано.

Вместе с тем имеющиеся геологические материалы свидетельствуют о том, что ресурсы каолина в СССР по существу неисчерпаемы и территориально распространены достаточно широко, чтобы обеспечить этим сырьем существующие и проектируемые предприятия, потребляющие каолин, практически в пределах любых крупных экономических районов страны. Однако для этого надо преодолеть отставание технологических исследований новых видов каолинового сырья: каолинсодержащих образований комплексного характера, из которых возможно попутное извлечение каолина. Кроме того, необходимо в более широких масштабах провести геологопоисковые работы на все виды каолинового сырья, особенно в восточных районах страны.

Л. А. Соколова

РЕСУРСЫ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА В СССР

Асбестом называются минералы группы серпентинита и амфибола, способные расщепляться на прочные гибкие волокна. Среди них выделяются хризотилевые и амфиболовые асбесты. Первые имеют наибольшее промышленное значение, на их долю приходится до 95% мировой добычи асбеста. Примерно в такой же пропорции добывается он и в Советском Союзе.

ХАРАКТЕРИСТИКА ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА

Хризотил-асбест представляет собой водный силикат магния. Формула его в идеальном случае $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, а содержание компонентов таково: MgO — 43,46%; SiO_2 — 43,50%; H_2O — 13,04%. Кроме этих окислов, в хризотил-асбесте обычно присутствуют FeO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Cr_2O_3 , NiO , MnO , CaO , а также щелочи Na_2O и K_2O ; поэтому химический состав природных хризотил-асбестов (табл. 1) несколько отличается от приведенного выше теоретического. Для химической характеристики хризотил-асбеста, применяемого в качестве наполнителя, осо-

Таблица 1

Химический состав хризотил-асбестов различных месторождений

Окислы	Баженово (СССР)	Тзетфорд (Канада)	Аспагац (СССР)	Аризона (США)
SiO_2	41,56	39,62	40,17	40,75
TiO_2	0,03	—	0,00	—
Al_2O_3	0,92	0,81	1,93	1,82
Fe_2O_3	1,25	4,52	0,27	0,74
FeO	0,29	1,90	0,45	—
MnO	0,06	—	0,09	—
CaO	—	—	0,97	Следы
MgO	42,15	39,73	40,97	40,69
K_2O	Следы	Следы	0,06	Следы
Na_2O	—	—	0,13	—
H_2O^+	12,70	13,32	13,15	12,65
H_2O^-	1,04	0,43	1,34	1,86
CO_2	0,02	—	0,70	Не опр.
Сумма	100,02	100,03	100,23	98,51

бенно важно знать содержание в нем железа, т. е. окислов Fe_2O_3 и FeO , так как для многих процессов присутствие железа в наполнителе весьма нежелательно.

Содержание железа неодинаково в асбестах различных по генезису месторождений. Маложелезистые арizonские и аспагашские асбесты (см. табл. 1), в которых содержание окислов железа составляет доли процента, образовались при метаморфизме доломитов, а баженовские и тзетфордские, содержащие железо в количестве 2—5%, — при метаморфизме ультраосновных пород.

Железо в хризотил-асбесте присутствует в двух видах: 1) железо, непосредственно входящее в его кристаллическую решетку и изоморфно

Таблица 2

Прочность хризотил-асбеста на разрыв
(в $кг/мм^2$)

Разновидности асбеста	Характер волокна		
	недеформированное	с одним изгибом	скрученное на пять оборотов
Баженовский:			
нормальный	330—220	206—108	163—88
пониженной прочно- сти	215—189	92—43	73—39
ломкий	167—120	79—41	53—30
Аспагашский	245—217	147—121	84—70

замещающее магний и 2) железо, в виде железистых минералов-примесей. И если от первой разновидности железа нельзя освободить асбест, не разрушив структурную решетку минерала, то вторая — может быть удалена магнитной сепарацией и другими методами очистки. В табл. 1 приведен химический состав асбестов, свободных от механической примеси железа.

Хризотил-асбест способен расщепляться на очень тонкие (до 300 Å в диаметре) волокна. Изучение его под электронным микроскопом показало, что каждое волокно асбеста представляет собой пустотелую трубку с внутренним диаметром около 130 Å и внешним — до 260 Å. Такая трубчатая структура придает хризотил-асбесту высокую адсорбционную способность, что необходимо учитывать при использовании его в качестве наполнителя.

Прочность хризотил-асбеста на разрыв — важное свойство, которое необходимо учитывать при рассмотрении его как наполнителя. С этой точки зрения его делят на три вида: нормальный, полумомкий, или пониженной прочности, и ломкий. Средняя прочность первого, выраженная в килограммах на квадратный миллиметр, около 300 $кг/мм^2$, у асбестов с пониженной прочностью — 150—170 $кг/мм^2$, у ломких — ниже 150 $кг/мм^2$ (табл. 2).

Прочность асбеста на разрыв измеряется при нагрузке со скоростью 90 $кг/сек$. При определении прочности хризотилового волокна необходимо учитывать степень деформированности волокон, так как изгиб и кручение значительно понижают прочность асбеста на разрыв.

Нормальный асбест легко отличим от ломкого. Пучок последнего легко разрывается руками после нескольких изгибов, в то время как асбест нормальной прочности руками разорвать невозможно.

По особенностям размещения в породах на месторождении выделяют поперечноволоконистые, косоволокнистые и продольноволокнистые

асбеста, причем последние обычно обладают пониженной прочностью на разрыв.

При нагревании прочность асбеста на разрыв изменяется. Так, при 500° она составляет 67% первоначальной, а при 600° — только 23%. Нагревание хризотил-асбеста выше 800° приводит к выделению из него кристаллизационной воды, после чего он становится хрупким и разрушается.

КИСЛОТОУПОРНОСТЬ, ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И УДЕЛЬНЫЙ ВЕС ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА

Хризотил-асбест не является кислотоупорным материалом. Кислоты, даже слабые (уксусная и др.), легко растворяют хризотил-асбест (табл. 3), извлекая из него окись магния и железа и оставляя только кремневый скелет.

Таблица 3

Растворимость хризотил-асбеста в соляной кислоте
(продолжительность воздействия 3 часа)

Степень размельчения	Вес в г до обработки кислотой	Вес в г после обработки 50%-ной HCl	% растворимости
Кусок	1,1949	0,6161	48,36
Волокно, нарезанное частицами до 1—2 мм длиной	1,1519	0,5277	54,19

Для опыта были взяты абсолютно сухие навески хризотил-асбеста. Электропроводность хризотил-асбеста сравнительно низкая, и зависит от содержания в нем механических железистых минералов и окислов железа, входящих в его кристаллическую решетку. Объемное сопротивление (*RV*) баженовских асбестов колеблется от 3,10⁶ до 8,10⁷ ом/см³.

Удельный вес баженовского хризотил-асбеста от 2,30 до 2,64, а мало-железистого аспагашского — от 2,39 до 2,49.

Сорта хризотил-асбеста. В зависимости от длины волокна выделяют сорта текстильные и строительные сорта хризотил-асбеста (табл. 4). Номер сорта определяет стандартную длину волокна в миллиметрах.

Таблица 4

Сорта хризотил-асбеста

Сорт	Длина волокна, в мм		Промышленное название сорта
	от	до	
Крюд I II III	18	и выше	Текстильный
	16	18	
	12	16	
	9	12	
IV V VI VII	5,5	9	Строительный
	2,5	5,5	
	1,0	2,5	
	0,7	1,0	

РАЗМЕЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА В СССР И КРАТКАЯ ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

В Советском Союзе в настоящее время разрабатываются два месторождения хризотил-асбеста — Баженовское и Алапаевское. Оба они находятся на Урале, в Свердловской области и по размещению асбеста во вмещающей породе и по строению асбестоносных залежей относятся к баженовскому подтипу месторождений. Запасы Баженовского месторождения составляют около 45% запасов СССР, а добыча хризотил-асбеста на этом месторождении — 98,8% общесоюзной. Качество асбеста, получаемого с Баженовского месторождения, высокое. Асбест добывается всех сортов.

Известны в СССР и другие крупные месторождения хризотил-асбеста, разработка которых должна начаться в ближайшие годы. Они геологически связаны с ультраосновными породами и по строению залежей относятся к месторождениям баженовского подтипа.

Одно из них — Джетыгаринское — находится в Казахской ССР, в Кустанайской области. Асбест представлен III—VI сортами, высокие сорта практически отсутствуют. На базе Джетыгаринского месторождения строится обогатительный комбинат.

На территории Оренбургской области находится Киембаевское месторождение хризотил-асбеста, промышленное освоение которого планируется в ближайшие годы.

Актовракское месторождение расположено в Тувинской автономной области. Оно содержит значительное количество волокна текстильных сортов высокого качества. Здесь так же строится асбестовый комбинат.

К месторождениям того же типа относятся Ильчирское и Молодежное в Бурятской АССР и Ешке-Ульмесское в Карагандинской области, на которых в настоящее время ведутся разведочные работы.

Выше упоминалось о маложелезистом хризотил-асбесте, генетически связанном с доломитизированными карбонатными породами. Асбест этого типа в СССР не разрабатывается, так как месторождения в карбонатных породах обычно отличаются малыми запасами, особенно если их сравнивать с месторождениями в ультраосновных породах.

Лучше других из месторождений маложелезистых асбестов в СССР изучено Аспагашское, расположенное на юге Красноярского края. Асбест здесь залегает в доломитизированных карбонатных породах. Содержание его в руде около 2%, запасы оцениваются примерно в 17 тыс. т. Качество асбеста хорошее; на месторождении присутствуют почти все его сорта.

Аналогичное Укоокское месторождение (Киргизская ССР), также может служить источником маложелезистого асбеста хорошего качества. Запасы его здесь оцениваются в несколько тысяч тонн.

РАЗВИТИЕ АСБЕСТОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СССР И ОТХОДЫ АСБЕСТА

Приведенный выше обзор асбестовых месторождений Советского Союза показывает, что ресурсы асбеста в нашей стране весьма велики и могут обеспечить любые потребности нашей промышленности в этом сырье. Особенно важно, однако, учесть все возможности использования природного материала, в том числе и мелкие разности (VII сорт), которые в настоящее время не используются.

Ассортимент асбеста, поставляемого горными предприятиями страны, пока ограничивается сырьем, содержащим много железа, т. е. асбестом, получаемым при разработке ультраосновных пород. Маложелезистый

асбест у нас не добывается, хотя в зарубежной практике используется широко. Весьма вероятно, что он окажется прекрасным наполнителем изоляционных пластмасс.

Рост добычи хризотил-асбеста вызовет соответственное увеличение количества его отходов, которые также могут использоваться в качестве наполнителей. Особенно перспективны в этом отношении отходы из пылевых камер и с электрофильтров. Количество их на Баженовском комбинате в настоящее время достигает значительного количества. Они состоят из волокон асбеста, длина которых меньше 0,7 мм, и тонкодисперсной серпентинитовой пыли. Состав этих отходов довольно постоянный, волокна и пыль присутствуют примерно в равных частях, их можно рекомендовать в качестве наполнителей резины, пластмасс, инсектофунгицидов и т. д.

Весьма существенной проблемой является разработка методики обеспыливания тонковолокнистых асбестов, а также способов изготовления так называемого микроасбеста — обеспыленного коротковолокнистого асбеста, находящего за рубежом очень широкое применение в качестве наполнителя асбопластиков. Видимо, сырьем для микроасбеста могут служить и коротковолокнистые разновидности, в настоящее время не рассматривающиеся как полезное ископаемое.

ЛИТЕРАТУРА

- Петров В. П. и Соколова Л. А. Тальк из района города Джетыгары.— Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 10, 1957.
- Петров В. П. и Соколова Л. А. Аспагашское месторождение хризотил-асбеста.— Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 17, 1957.
- Соколова Л. А. Генезис Уюкского месторождения хризотил-асбеста.— Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 47, 1960.
- Соколова Л. А. Геологические позиции месторождений маложелезистых асбестов. В кн. «Закономерности размещения полезных ископаемых», Т. 6. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Татаринов П. М. Асбест. Сб. «Неметаллические ископаемые СССР», т. 1, 1936.

Ю. К. Андреев

СЫРЬЕВАЯ БАЗА АМФИБОЛОВЫХ АСБЕСТОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

ВВЕДЕНИЕ

Амфиболовыми асбестами называются волокнистые разновидности различных минералов группы амфиболов. В настоящее время известны волокнистые разновидности следующих минералов: 1) антофиллита — антофиллит-асбест; 2) куммингтонита — куммингтонит-асбест и амозит; 3) рибекита — крокидолит; 4) родусита — родусит-асбест; 5) магнезиоарфведсонита — магнезиоарфведсонит-асбест; 6) рихтерита — рихтерит-асбест; 7) актинолита — актинолит-асбест; 8) тремолита — тремолит-асбест; 9) магний-рибекита — магний-крокидолит.

Все перечисленные разновидности амфиболовых асбестов характеризуются различным химическим составом и разными химическими и физико-механическими свойствами (см. таблицу). Наиболее важными свойствами амфиболовых асбестов, определяющими характер их применения в промышленности, являются: 1) способность расщепляться на волокна и длина волокон; 2) механическая прочность и упругость волокна; 3) его кислото- и щелочестойкость; 4) химический состав; 5) структура кристаллической решетки.

Та или иная минеральная разновидность амфиболовых асбестов характеризуется определенными, присущими только ей физико-химическими свойствами, и поэтому отнесение асбеста к тому или иному минеральному виду в первом приближении позволяет судить о его свойствах и возможных областях применения.

Каждая из разновидностей амфиболовых асбестов встречается в месторождениях преимущественно одного, двух или в крайнем случае трех типов. Так, для девяти минеральных разновидностей асбестов к настоящему времени известно примерно пятнадцать различных типов месторождений и минералопроявлений.

Каждый тип месторождений характеризуется определенными масштабами, содержанием волокна в руде и, естественно, разной промышленной значимостью. Из числа известных типов месторождений используются промышленностью далеко не все.

За рубежом промышленная разработка ведется в основном в Южной Африке, где эксплуатируются месторождения крокидолита и амозита, приуроченных к яшмовидным железистым кварцитам, а также месторождения антофиллит-асбеста, встречающиеся в контактно-реакционных зонах ультраосновных горных пород. В Боливии осуществляется небольшая добыча родусит-асбеста, месторождения которого приурочены

Свойства амфиболовых асбестов

Химический состав	Антофиллит-асбест	Куммингтонит-асбест	Амосит	Крокидолит	Магний-крокидолит	Родусит-асбест	Магнезиоарфведсонит-асбест	Рихтерит-асбест	Актинолит-асбест
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
SiO ₂	59,31	49,14	46,10	51,94	52,32	53,44	55,57	55,47	55,64
TiO ₂	—	—	—	—	—	0,20	0,01	0,15	—
Al ₂ O ₃	0,53	} 0,44	0,80	0,20	} 0,74	1,49	0,25	Не обнаружен	2,55
Fe ₂ O ₃	0,11		7,23	3,70		18,64	16,66		14,56
FeO	6,47	33,50	40,10	19,39	14,37	7,05	2,20	2,33	6,71
NiO	0,17	—	—	—	—	—	—	—	—
MnO	0,13	—	Нет	—	—	Следы	—	Следы	1,69
MgO	29,88	5,42	5,90	1,37	5,24	10,40	17,60	20,21	18,49
CaO	—	0,78	1,10	0,19	1,35	1,47	1,28	9,02	8,33
K ₂ O	} 0,08	0,14	Нет	0,04	0,04	5,04	1,78	1,45	} 0,51
Na ₂ O		0,74	Следы	6,07	6,22	0,40	7,85	4,81	
H ₂ O ⁺	2,75	—	2,90	2,89	2,62	1,51	3,16	0,81	—
F	—	—	—	—	—	0,90	—	1,70	—
H ₂ O ⁻	0,61	—	—	—	0,23	1,24	—	0,09	—
Потери при прокаливании	—	2,46	—	—	—	2,29	—	0,46	3,11
						100,25	—	100,99	
O=F ₂						-0,37		-0,71	
O=Cl ₂						-0,04			
O=S						-0,02			
Сумма	100,04	99,85	99,65	100,73	99,79	99,32*	100,05*	100,28	99,68
Растворимость (потеря веса в % после обработки в 25% HCl)	2,66	—	12,84	4,38	—	8,36	9,15	8,3	4,77
Прочность на разрыв (в кг/мм ²)	155	—	308	331	—	170	344	—	—

* Cl — 0,21; S — 0,05

I — Сысертское месторождение (Mg_{6,8}Fe_{0,2}) (Si_{7,3}Al_{0,4}Fe_{0,3}) O₂₂ (OH)₂

II — Кривой Рог (Куман, 1961) (Na_{0,14}K_{0,04}Ca_{0,14}) (Mg_{1,27}Fe_{4,38}Fe_{0,85}) (Si_{7,72}Al_{0,08}) O₂₂ [OH]₂

III — Пендж (Трансвааль) (Reinse a. Mc Clure, 1934) (Fe_{5,3}Mg_{1,4}Ca_{0,3}) (Si_{7,3}Fe_{0,5}Al_{0,2}) O₂₂ [OH]₂

IV — Клифутс (Южная Африка) (Sinclair, 1956) (Na_{7,9}K_{0,1}) (Fe_{2,4}Mg_{0,4}) Fe_{2,1} (Si_{7,7}Al_{0,1}) O₂₂ [OH]₂

V — Кривой Рог (Куман, 1961) (Na_{1,78}Ca_{0,21}) (Mg_{1,17}Fe_{1,77}) Fe_{1,96} (Si_{7,79}Al_{0,12}) O₂₂ [OH]₂

VI — Казахстан (Андреев, 1962) (Na_{1,5}Ca_{0,2}K_{0,1}) (Mg_{2,3}Fe_{0,9}) Fe_{1,6} (Si_{7,8}Al_{0,2}) O₂₂ [OH]₂

VII — Урал (Петров, Андреев, 1959) (Na_{2,16}K_{0,32}Ca_{0,38}) (Mg_{3,75}Fe_{0,26}) Fe_{1,09} (Si_{7,9}Al_{0,1}) O₂₂ [OH]₂

VIII — Центральный Алдан (Na_{1,28}K_{0,24}Ca_{1,34}) (Mg_{4,19}Fe_{0,27}Fe_{0,47}) (Si_{7,72}Ti_{0,17}) O₂₂ (FOH)₂

IX — Минас-Жераиз (Аршинов, 1936) (Na_{0,1}Ca_{1,8}) (Mg_{3,8}Fe_{0,7}Fe_{0,3}Mn_{0,2}) (Si_{7,6}Al_{0,4}) O_{0,22} [OH]₂

к пестроцветным фациям. В США в незначительных масштабах добывается периодически актинолит-асбест и асбестин (природная смесь амфибол-асбеста и талька) в месторождениях, связанных с измененными ультраосновными породами.

В СССР с 30-х годов добывается антофиллит-асбест.

Таким образом, из 15 известных типов месторождений и девяти минеральных разновидностей амфиболовых асбестов постоянно разрабатываются только два типа месторождений и используются лишь три разновидности асбестов.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ АНТОФИЛЛИТ-АСБЕСТА

Известные месторождения антофиллит-асбеста приурочены к комплексу метасоматических горных пород, связанных с метаморфизмом серпентинитов. Классическим примером месторождений этого типа у нас в Советском Союзе является Сысертское месторождение на Южном Урале. Оно наиболее детально изучено и дает основную продукцию кислотоупорного волокна. Месторождения, сходные с этим, называют месторождениями *сысертского типа*.

Месторождения антофиллит-асбеста возникают в условиях развития интенсивного регионального метаморфизма и складчатости, сочетающихся с контактным метаморфизмом ультраосновных пород гранитными интрузиями. Горные породы, вмещающие антофиллитизированные ультраосновные комплексы, представлены обычно амфиболитами и гнейсами. Для месторождений сысертского типа характерна зональность в распределении различных метасоматических горных пород, образовавшихся в результате метаморфизма первичных ультраосновных интрузий¹. Антофиллитово-асбестовое оруденение в этой зональности занимает вполне определенное положение.

На контакте гранитных интрузий и первичных ультраосновных пород в направлении гранитов наблюдаются следующие зоны: 1) оливиново-энстатитовая порода; 2) зона вторичной серпентинизации оливиново-энстатитовых пород; 3) оталькованные вторичные серпентиниты и серпентинизированные оливиново-энстатитовые породы; 4) асбестоносные энстатитово-тальково-карбонатно-антофиллитовые и тальково-карбонатно-антофиллитовые породы; 5) тальково-карбонатные породы; 6) актинолитовые породы; 7) хлоритовые породы; 8) зона хлоритизированных и биотитизированных амфиболитов и гнейсов (Хмара, 1962). Внутри зоны 4 асбестоносных горных пород по структуре выделения антофиллита и антофиллит-асбеста различают три подзоны, а именно: подзону пучковатых пород, подзону пучковато звездчатых пород и подзону звездчатых пород. Асбест имеется во всех трех подзонах, но промышленное оруденение сосредоточено в двух первых.

Антофиллитовые зоны образуют залежи линзовидной формы, асбестоносные участки в которых представлены неправильными гнездообразными скоплениями. Содержание волокна в рудах колеблется от 0,4 до 17%, составляя в среднем 4—5%. Запасы в промышленных месторождениях составляют десятки тысяч тонн.

На территории нашей страны известно несколько десятков месторождений и минералопроявлений антофиллит-асбеста, около 80% которых сосредоточено на Южном Урале, в Сысертском районе. Промышленное значение имеют пока только месторождения Сысертского района, среди которых наиболее крупными являются: Терсутское, Мочаловское и Сысертское; последние два разрабатываются в настоящее время.

¹ Первичными в данном случае называются серпентиниты и серпентинизированные перидотиты, возникшие в результате регионального метаморфизма перидотитовых интрузий.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРОКИДОЛИТА И АМОЗИТА

Обе эти разновидности асбестов встречаются в месторождениях часто либо совместно, либо в виде участков, где один из видов асбеста является преобладающим. Промышленные месторождения этого типа, приуроченные к толщам яшмовидных железистых кварцитов, известны только в Южной Африке и Западной Австралии. Наиболее крупные и лучше изучены южноафриканские месторождения, запасы которых оцениваются в миллионы тон волокна. Они располагаются в Трансваале, на протяжении 128-километровой дуги по северо-восточной стороне Бушвельдского комплекса от р. Стильпорт до р. Чуниспорт, и в Капской провинции, на протяжении почти 480 км к югу от Маркоден до Приска. В Капской провинции полезным минералом является крокидолит, в Трансваале, в районе Пендж,— амозит, но в других местах (район Малипсдрифт) и крокидолит и амозит встречаются в тесной связи.

Крокидолит и амозит образуют серии параллельных *жил*, протягивающихся в виде полос, в пределах которых отдельные жилы могут выклиниваться. Такие серии жил крокидолита получили название «рифов». Для их обозначения иногда также пользуются терминами «рукавообразная залежь» или «линия». Обычно риф имеет мощность от 1 до 4 м. Рифы, не будучи непрерывными, имеют тенденцию залегать вдоль определенного горизонта, хотя на значительных протяжениях волокно или отсутствует, или скудное. Мощность отдельных пластовых жил колеблется от тонких пленочек до нескольких сантиметров и редко превышает 10 см. В коях иногда наблюдается очень большое число тонких прослоек крокидолита, от 6 мм и меньше, настолько сближенных, что получается «ленточная порода».

В Советском Союзе месторождений такого типа нет. Минералопроявления крокидолита, магний-крокидолита и куммингтонит-асбеста встречаются и в нашей стране, однако по условиям залегания, генезису и масштабам минерализации они существенно отличаются от австралийских и африканских месторождений.

Минералопроявления крокидолита известны в железистых кварцитах Криворожского железорудного бассейна и Курской магнитной аномалии (КМА). Более детально эта минерализация изучена в Криворожье (Куман, 1960), в пределах Тарапако-Лихмановской антиклинали. Здесь жилы тонкозернистого рибекита с незначительной примесью крокидолита приурочены к линиям тектонических смещений субширотного простирания, секущим простирание антиклинали. Минерализованные рибекитом трещины представляют собой плоскости сдвигов, расположенные в пределах средней железорудной свиты криворожской метаморфической серии. Мощность жил тонкозернистого щелочного амфибола составляет обычно 2—6 см. Строение их осложняется вторичными трещинами шириной 3—6 мм, выполненными продольно- и косо-волокнистым щелочным амфиболом. Длина волокна достигает 2—4 см (иногда 8 см). Часто наблюдается еще более поздняя, третья, генерация жильного щелочного амфибола, представленная продольно ориентированными волокнами, пересекающими прожилки амфибола второй генерации. Встречаются жилы небольшой мощности (1—2 см), выполненные целиком поперечно- или чаще продольноволокнистым амфиболовым асбестом.

По оптическим свойствам и химическому составу среди щелочных амфиболов выделяется несколько разновидностей, принадлежащих к изоморфному ряду рибекита.

Тонкозернистый щелочной амфибол, выполняющий жилы, характеризуется по сравнению с рибекитом несколько повышенным содержанием магния, и для него В. Е. Куманом предложено название магний-

рибекит, а для волокнистых его разновидностей — магний-крокидолит. Щелочной амфибол, метасоматически развивающийся по куммингтониту вмещающих минерализацию сланцевых горизонтов, представлен более магниальной разновидностью и был определен Ю. И. Половинкиной (1953) как родусит, который также иногда образует волокнистые агрегаты. Между жилами магний-рибекита и метасоматическим родуситом, замещающим куммингтонит, отмечается пространственная и генетическая связь, и происхождение обоих этих минералов объясняется деятельностью гидротермальных растворов, вызвавших щелочной метасоматоз. Среди щелочных амфиболов отмечается также и железистая разновидность — крокидолит, встреченный в пустотах кварцевой жилы, и рассматривающийся В. Е. Куманом в качестве переотложенного.

В Криворожье в пределах Саксаганской синклинали встречен и магниально-железистый амфибол-асбест (Белевцев, Бернадская, Усенко, 1955; Куман, 1961), близкий по составу к африканскому амозиту и названный железистым куммингтонит-асбестом. Встречается куммингтонит-асбест в силикатных роговиках седьмого железистого горизонта вдоль трещин отслаивания на участках интенсивного проявления мелкой складчатости. Наблюдается он также в составе секущих полевошпатово-кварцевых жил, сложенных альбит-олигоклазом, кварцем, амфиболами игольчатого и короткопризматического габитуса, биотитом, хлоритом и карбонатом.

Возникновение щелочных и магниально-железистых амфиболовых асбестов в Криворожье и КМА обусловлено проявлением магниально-щелочного метасоматоза, связанного с воздействием термальных растворов щелочных гранитоидов на железорудные формации. Известные минерализации описанного выше типа изучены далеко недостаточно, и их исследования в целях возможного выявления месторождений амфиболовых асбестов должны быть продолжены в более широком аспекте в областях развития древних железорудных формаций и в первую очередь в районах проявления более молодых гранитоидов.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ РОДУСИТ-АСБЕСТА

Месторождения родусит-асбеста известны под названием крокидолита в Боливии в провинции Чочабамба (Ahlfeld, 1943), где они разрабатываются старательскими артелями в сухое время года. Известны проявления родусит-асбеста и у нас в Советском Союзе.

Приурочиваются месторождения к отложениям пестроцветных толщ различного возраста (эоцен, пермь, карбон, девон) (Foullon, 1891; Искюль, 1908; Андреев, 1962). Родуситоносные отложения представляют собой промежуточные (переходные) фации между красноцветными континентальными отложениями и известковыми морскими осадками. Образуюсь в лагунах, пестроцветные толщи тяготеют к локальным участкам межгорных впадин и краевых прогибов. Родуситоносные толщи слагаются переслаивающимися мергелями, аргиллитами, алевролитами и песчаниками. Чередование различных горных пород в разрезе родуситоносных толщ обнаруживает ритмичность, проявляющуюся как в смене отдельных пачек (макроритмы), так и в чередовании отдельных слоев в пределах пачек (микроритмы). Мощность пестроцветных отложений в различных районах колеблется от 80—120 до 300—400 м. В основании толщи залегает пачка мергелей серого или темно-серого (до черного) цвета, которые в условиях поверхностного выветривания приобретают желтую окраску. На них залегают преимущественно вишневые или бурые песчаники, алевролиты и аргиллиты, перекрывающиеся следующей пачкой серых и темно-серых мергелей, и т. д. В мергелистых

пачках всегда присутствуют прослои песчаников, алевролитов и аргиллитов, а в песчаниково-аргиллитовых — прослои мергелей.

Для родуситоносных пестроцветных толщ характерно, во-первых, развитие смешанных горных пород, таких как глинистые, алевролитовые и песчанистые мергели и мергелистые аргиллиты, алевролиты и песчаники, возникающие на границах слоев разного состава, и, во-вторых, присутствие минералов-вкрапленников, таких как гипс и галит, образование которых сингенетично с отложением пород толщи. В настоящее время эти минералы диагностируются лишь по форме кристаллов, а полости, оставшиеся от них, выполнены агрегатами кристаллов родусита, кальцита, гематита, альбита и др.

Пестроцветные толщи горных пород в районах развития родуситовой минерализации всегда характеризуются очень интенсивной тектонической нарушенностью.

Родусит и родусит-асбест в месторождениях образуют *жильные выполнения и вкрапленность* .

Жильные выполнения бывают секущими, приуроченными либо к зонам дробления и малоамплитудным сбросам, либо к трещинам кливажа, что особенно характерно для мощных слоев аргиллитов, а также согласными, залегающими в тонкоплитчатых мергелях на границе слоев разного состава.

Вкрапленный тип минерализации возникает на месте кристаллов вкрапленников и их скоплений и в межзерновых пустотах песчаников.

Родусит и родусит-асбест жильных образований и вкрапленности по своим текстурным особенностям и свойствам подразделяются на следующие разновидности: 1) прочный и эластичный родусит-асбест, 2) ломкий родусит-асбест (сюда относится листоватый и землистый родусит), 3) кристаллически-зернистый родусит.

Наибольшую промышленную ценность в боливийских месторождениях имеет прочный родусит-асбест, длина волокон которого составляет несколько миллиметров, а иногда достигает нескольких сантиметров. На месторождениях распространен преимущественно кристаллически-зернистый родусит и в меньшей степени ломкий родусит-асбест и землистый родусит, которые пока не находят промышленного применения.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАГНЕЗИОАРФВЕДСОНИТ-АСБЕСТА

Месторождения магнезиоарфведсонит-асбеста приурочены к линзам тальково-хлоритово-карбонатных пород, фиксирующим в змеевиковых массивах местоположения крупных зон разломов. Характерной особенностью асбестовых месторождений этого типа является присутствие в асбестоносных залежах специфического комплекса горных пород, представленных хлоритовыми, гидробиотитовыми и альбитово-гидробиотитовыми породами, образовавшимися в результате замещения диоритовых жил в условиях магнезиально-железистой среды, создаваемой змеевиками и комплексом тальково-карбонатных пород, возникшими при их замещении. В процессе хлоритизации диоритов высвобождается большое количество щелочей, что в конечном итоге приводит к возникновению месторождений асбеста данного типа.

Магнезиоарфведсонит-асбест образует *жилы* продольно-косо-поперечно- и спутанноволокнистого асбеста, залегающие в комплексе тальково-хлоритово-карбонатных пород и приконтактных зонах змеевиков.

По текстурным особенностям и свойствам у магнезиоарфведсонита выделяются, так же как и у родусита, три разновидности — эластичный и прочный асбест, ломкий и землистый. Длина волокон прочного асбеста в отдельных образцах достигает 30 см.

Магнезиоарфведсонит-асбест известен не только в комплексах тальково-хлоритово-карбонатных пород в змеевиках. Встречаются щелочно-амфиболовые асбесты, близкие по химическому составу к магнезиоарфведсонит-асбестам из змеевиков, и в зонах магнезиальных скарнов, связанных с воздействием щелочных гранитоидов. Они были обнаружены Д. А. Онтоевым при изучении одного из магнетитовых скарновых месторождений. Минерализация магнезиоарфведсонит-асбеста в этих условиях происходит в самую последнюю стадию контактного процесса — стадию щелочного метасоматоза и накладывается на все зоны магнезиальных скарнов и на зоны магнетитового оруденения.

Исходя из сказанного следует, что магнезиоарфведсонит-асбест может возникнуть в следующей геологической обстановке.

В змеевиковых массивах:

а) в пределах крупных тектонических зон, доступных для циркуляции гидротермальных углекислых растворов и вмещающих горные породы, могущие при своем изменении в условиях магнезиальной среды служить источником щелочей при асбестообразовании;

б) в зонах контактов змеевиковых массивов, с полевошпатсодержащими породами, которые могут быть источниками щелочей при взаимодействии с гидротермальными растворами в условиях магнезиальной среды (змеевики);

в) в зонах активных контактов змеевиков с более молодыми щелочными гранитоидными интрузиями, гидротермы которых могут служить источником щелочей при асбестообразовании.

В магнезиальных карбонатных породах:

а) в пределах зон контактов с полевошпатсодержащими или другими натрийсодержащими породами, которые, взаимодействуя с более молодыми гидротермами гранитоидов, могут стать источником щелочей при асбестообразовании в условиях магнезиальной среды, создаваемой магнезиальными карбонатными породами;

б) в зонах магнезиальных скарнов зонального строения, возникающих на контактах с щелочными многофазными гранитоидными интрузиями. В первую очередь следует подвергнуть ревизии все скарновые магнетитовые месторождения и особенно те, для которых известна редкометалловая минерализация, связанная обычно с проявлением щелочного метасоматоза.

Все сказанное свидетельствует о том, что для поисков такого ценного сырья для наполнителей, каким является магнезиоарфведсонит-асбест, имеются весьма благоприятные возможности.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ РИХТЕРИТ-АСБЕСТА

Рихтерит-асбест, представляющий собой волокнистую модификацию натриевого тремолита или рихтерита (Larsen, 1942), описывается впервые и ни у нас в стране, ни за ее пределами не встречался. Рихтерит-асбест был диагностирован автором в Центральном-Алданском районе еще в 1958 г.

Позднее эта разновидность амфиболовых асбестов была неверно описана под названием родусит-тремолит-асбеста (Корчагин, 1961). Удлинение волокон асбеста положительное, угол угасания $c N_g = 17$; $N_g = 1,625 \pm 0,003$. По оптическим свойствам асбест близок к рихтериту, описанному Ларсеном, для которого $c N_g = 24$ и $N_g = 1,623$. Химический состав рихтерит-асбеста приведен в таблице. Рихтерит-асбест является фтор-амфиболом, в котором значительная часть гидроксила замещена фтором.

Амфибол-асбестовая минерализация была обнаружена геологами Тимптоно-Учурской комплексной экспедиции Якутского геологического

управления в 1957 г. в ряде точек Центрально-Алданского района. Все эти точки были осмотрены автором в 1958 г. при посещении района в составе Комиссии по асбесту Госгеолкома.

Амфибол-асбестовая минерализация Центрально-Алданского района приурочена в основном к контактными зонам многофазных послееюрских щелочных интрузий и магнезиальных карбонатных пород кембрийского возраста.

Вмещающими породами для месторождений асбеста являются щелочноземельные сиениты (авгитовые сиениты), а также скарнированные карбонатные породы, залегающие в контакте с ними.

Послееюрские щелочные интрузии Центрально-Алданского района по схеме Ю. А. Билибина являются многофазными образованиями. Выделяя среди них четыре магматических цикла, Ю. А. Билибин относит щелочноземельные сиениты ко второму циклу, вслед за которым внедряется интрузия щелочных пород третьего магматического цикла (псевдолейцитовые ортофиры, нефелиновые сиениты и пр.). Затем следует четвертый период вулканической деятельности, с которым связано образование интрузий щелочных сиенитов (нордмаркитов, пуласкитов, ларвикитов).

Асбестизация как гидротермальный процесс накладывается на авгитовые сиениты и их скарны и связана, по-видимому, с каким-либо из двух последних магматических циклов.

Наиболее вероятно ее связь с четвертым магматическим циклом щелочных сиенитов, так как именно с их внедрением Ю. А. Билибин связывает образование кварцевых и кварцево-флюоритовых прожилков, сопровождающееся наиболее интенсивным метаморфизмом вмещающих пород, что объясняется обилием и активностью сопутствующих их внедрению гидротермальных растворов.

В месторождениях амфибол-асбестовая минерализация приурочена к зонам разломов. Наиболее четко это видно в авгитовых сиенитах, где тектонические зоны фиксируются жилами кварцевого, кварцево-амфиболового и амфиболового составов и раздробленностью вмещающих их пород. Менее четко это заметно в зонах скарнов, где, однако, тоже намечается тектонический контроль амфибол-асбестовой минерализации и ее приуроченность к контактам с кварцево-флюоритовыми и другими жильными образованиями.

Амфиболовый асбест, встречаемый в месторождениях, образует *жилы выполнения и вкрапленность*, часто находясь в тесном сростании с такими гидротермальными минералами, как кварц и карбонат.

В тесном сростании с рихтерит-асбестом иногда встречается и более щелочной амфибол рибекитового типа (*c* $Np = 5$, синий цвет в проходящем свете, дисперсия углов угасания), а также асбест тремолитово-актинолитового типа, который в некоторых точках района образует самостоятельные скопления.

Касаюсь общегеологических позиций явлений асбестизации, уже сейчас можно сказать, что Алданский район представляет собой своеобразную, щелочно-асбестовую провинцию, совпадающую с областью распространения послееюрских щелочных интрузий. Технологические свойства рихтерит-асбеста изучены еще слабо. При незначительной механической прочности он характеризуется высокой кислотоупорностью (растворимость до 8%). Степень изученности алданских месторождений совершенно недостаточна и не позволяет в настоящее время сделать заключение о действительной промышленной ценности алданских месторождений, хотя и имеются все предпосылки в отношении перспективности этого района на щелочесодержащие и щелочные амфиболовые асбесты.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТРЕМОЛИТ- И АКТИНОЛИТ-АСБЕСТОВ

Тремолит- и актинолит-асбесты, в свое время послужившие основой для зарождения асбестовой промышленности в Европе (Италия, 1876 г.), в настоящее время почти не используются. Это объясняется, с одной стороны, незначительными масштабами известных месторождений, не выдержавших соревнования с более крупными месторождениями крокидолита и амозита за рубежом и антофиллит-асбеста у нас, а с другой (что явилось, по-видимому, более важным фактором) — почти полным прекращением геологического и технологического изучения этих месторождений.

Месторождения тремолит- и актинолит-асбестов приурочены к вполне определенным петрографическим комплексам горных пород, а именно:

1) к зонам тальково-хлоритово-карбонатных пород в змеевиковых массивах;

2) к магнезиальным карбонатным породам и доломитам в зонах гидротермального влияния гранитоидных интрузий и зонах скарнов в контакте с этими интрузиями;

3) к основным эффузивам и образовавшимся по ним зеленым сланцам. Сюда же следует отнести проявления актинолит-асбеста в колчеданных месторождениях, залегающих в зеленокаменных породах Урала (Белореченское месторождение и др.).

Все перечисленные типы месторождений имеют достаточно широкое распространение и безусловно заслуживают ревизии и более детального изучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Известные месторождения амфиболовых асбестов по химическому составу и свойствам подразделяются на четыре минеральных класса:

1) щелочные амфиболовые асбесты (крокидолит, родусит-асбест, магнезиоарфведсонит-асбест);

2) щелочесодержащие амфиболовые асбесты (рихтерит-асбест);

3) кальциевые амфиболовые асбесты (тремолит-актинолит-асбесты);

4) магнезиальные и магнезиально-железистые амфиболовые асбесты (амозит, куммингтонит-асбест, антофиллит-асбест).

Сходные по некоторым техническим свойствам (высокая кислотостойкость) все перечисленные разновидности асбестов обладают вместе с тем существенными различиями в отношении химического состава, прочности и упругости волокна и кристаллохимического строения решетки. Все сказанное делает совершенно необходимым тщательное изучение свойств асбестов как наполнителей и в первую очередь в производстве различных пластических масс и асбесто-цементных изделиях.

На месторождениях родусит-асбеста распространены преимущественно кристаллически-зернистый родусит, ломкий родусит-асбест и землистый родусит, которые пока не находят промышленного применения.

Безусловно эти не используемые разновидности должны найти и, по-видимому, найдут широкое и высокоэффективное применение в таких важных отраслях промышленности и техники, как производство пластмасс, лаков и красок и изготовление электродов для электросварки.

Возможность использования родусита в этих отраслях промышленности определяется следующими обстоятельствами. Как природный неорганический полимер с весьма активными свойствами поверхности волокна и кристаллов (о чем свидетельствует значительная величина

электрокинетического потенциала) родусит может быть использован при изготовлении антивибрационных пластмасс со специальными структурами. Высокая химическая стойкость может обусловить его использование в качестве наполнителя для специальных красок. Наконец, относительно низкая температура плавления (около 1100°) в сочетании с тонкоигольчатой и волокнистой текстурой позволит использовать его для изготовления высокоэффективных обмазок для электродов, чему благоприятствует также высокое содержание натрия и магния в его составе.

Все сказанное ставит нас перед необходимостью наряду с технологической проверкой эффективности применения родусита в перечисленных отраслях техники ставить вопрос о широком развитии поисков родуситовых месторождений.

Магнезиоарфведсонит-асбест как наполнитель должен быть по минералогическим предпосылкам сходным с родуситом и родуситасбестом. Для поисков этой минеральной разновидности асбестов имеются благоприятные геологические предпосылки.

Особое внимание следует также уделить вопросам технологии извлечения волокна из руды, что в значительной степени будет способствовать промышленному внедрению различных минеральных разновидностей амфиболовых асбестов.

Геологический обзор подавляющего большинства известных типов месторождений свидетельствует о том, что геологические перспективы развития сырьевой базы амфиболовых асбестов как наполнителей чрезвычайно велики и разнообразны.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреев Ю. К. Генетические типы месторождений щелочно-амфиболовых (голубых) асбестов как основа их поисков. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. 6, М., 1962.
- Аршинов В. В. Асбест амфиболовый. В кн.: «Неметаллические полезные ископаемые», т. 1, Изд-во АН СССР, 1936.
- Белевиев Я. Н., Бернадская Л. Г., Усенко И. С. Об амфиболовом асбесте из Кривого Рога.— Докл. АН СССР, 1955, 104, № 3.
- Искров В. И. О родусите с реки Аскиз, к вопросу о его химическом строении и выветривании.— Изв. Акад. наук, 1908, том 1, подтом 2, № 12—18.
- Корчагин А. М. Новая разновидность щелочного амфибол-асбеста в Алданском районе. В сб. «Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР», вып. 6. Якутск, 1961.
- Куман В. Е. О генезисе амфибол-асбестовой минерализации железисто-кремнистых формаций докембрия и перспективах выявления месторождений амфибол-асбеста в Криворожье.— Докл. АН СССР, 1960, 131, № 1.
- Куман В. Е. Амфибол-асбест Криворожского железорудного бассейна. Автореф. канд. дисс. Киев, Гос. ун-т, 1961.
- Петров В. П., Андреев Ю. К. Минералогия асбеста и место амфибол-асбеста СССР в общей их классификации.— Труды ИГЕМ АН СССР, 1959, вып. 31.
- Половинкина Ю. И. Куммингтонит и щелочные амфиболы Кривого Рога.— Минер. сб. Львовск. геол. об-ва, 1953, № 7.
- Хмара А. Я. Сысертская антофиллит-асбестовая провинция Урала. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. 6, М., 1962.
- Ahlfeld, F. Los yacimientos de crocidolita en las Vungas de Cochabamba (Bolivia)— La Plata Univ. Nac. mus. notas, 1943, 8, geol., N 27.
- Foullon H. Über Gesteine und Minerale von der Insel Rodos. Sitzungaber. Akad. Wiss., Wien, 1891, 100.
- Larsen E. S. Alkalic rocks of iron hill Cunnison County, Colorado. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 197, A, 1942.
- Reinece L. a. McClure L. Variations in the qualiti of amosite ashestos at Penge, Transvaal.— Trans. Geol. Soc. S. Africa, 1934, 24.
- Sinclair W. E. The Cliphus crocidolite deposits — Bull. Inst. Mining a. Metallurgy, 1956, N 601.

П. П. Токмаков

СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ ВЕРМИКУЛИТА В СССР

ВВЕДЕНИЕ

Вермикулит представляет собой вторичный минерал, образующийся в результате наложенной гидратации магнезиально-железистых слюд. Его важной особенностью является способность вспучиваться — резко (в 10—20 раз) увеличиваться в объеме — при нагревании до 800—1000°. Название свое он получил от латинского слова «vermiculagy» (червеобразный) за тот вид, который имеют его пластинки во вспученном состоянии. Вспученный вермикулит обладает весьма малым объемным весом — от 600—400 до 100—50 кг/м³, большой термостойкостью (температура спекания 1100—1200°), исключительно высокими тепло- и звукоизолирующими свойствами, большой адсорбционной способностью, химической стойкостью. Эти особенности вермикулита обуславливают большие возможности использования его в качестве тепло- и звукоизолятора, легкого заполнителя адсорбента и т. п. Весьма перспективно применение вермикулита в сельском хозяйстве как адсорбента различного рода удобрений и ядохимикатов, а также для улучшения структуры почв, изменения их структурных свойств, воздушного и водного режима и т. п.

Несмотря на огромные перспективы использования вермикулита, в нашей стране он пока не получил должного признания. Это объясняется как слабым знакомством технологов с его замечательными свойствами, так и тем, что до сих пор у нас отсутствовала прочная сырьевая база этого минерала. До недавнего времени в СССР было известно только Булдымское месторождение вермикулита с весьма ограниченными запасами, порядка 100—150 тыс. т.

За рубежом вермикулит используется весьма широко (см. таблицу).

В последние годы в СССР открыты весьма крупные и перспективные месторождения вермикулита на Кольском полуострове, Дальнем Востоке, Алдане, Урале, Украине. Есть реальные перспективы открытия новых месторождений. Однако и на уже известных — запасы вермикулита исчисляются десятками миллионов тонн. Весьма существенно при этом, что в некоторых месторождениях вермикулит может быть попутным продуктом при разработке флогопита (Токмаков, 1960, 1962).

СОСТАВ И СВОЙСТВА ВЕРМИКУЛИТА

По составу вермикулит близок к обычным слюдам, за счет которых он образуется, поэтому можно различать флогопит-вермикулиты, биотит-вермикулиты и т. д. Однако в отличие от слюд в вермикулитах нет

Мировая добыча вермикулита (в тоннах)
(John, Hartwell and Jensen, 1959)

Страна	1950— 1954 г.	1955 г.	1956 г.	1957 г.	1959 г.	1959 г.
Аргентина	310	1224	557	260	146	150
Австралия	54	—	1	—	—	—
Индия	63	125	941	—	—	2
Кения	163	345	451	30	82	102
Марокко	—	—	—	133	—	—
Родезия и Новая Зеландия	243	—	227	417	254	45
Танганьика	—	—	—	—	82	113
Южно-Африканский Союз	35 041	52 136	53 256	56 795	49 263	47 524
Объединенная Арабская Республика	159	—	—	30	274	272
США	183 409	185 063	174 712	166 874	172 841	187 367
Всего	219 442	238 893	230 195	224 539	242 942	235 575

щелочей, гораздо больше воды, а закисное железо почти целиком перешло в окисное. Существуют также минералы промежуточные между слюдами и типичным вермикулитом. Количество щелочей в них меньше, чем в нормальной слюде, а воды больше. С увеличением степени гидратации слюды меняется не только ее химический состав, но и физико-механические свойства. Существование промежуточных разностей между слюдой и вермикулитом и постоянно наблюдающийся среди выветрившихся пород переход от вермикулита в залегающей ниже гидрослюде, которая глубже сменяется свежей слюдой аналогичного состава, подтверждают вторичное происхождение этого минерала.

Превращающиеся в вермикулит слюды теряют твердость, гибкость, эластичность отдельных чешуек и светопрозрачность, изменяются их цвет и характер блеска, резко падает удельный вес. Уменьшается светопреломление и двупреломление, увеличивается угол оптических осей.

Характерно при этом, что изменение оптических констант, характера кривых нагревания и удельного веса почти прямо зависит от степени гидратированности слюды. Изменение ее других свойств — твердости, электроизолирующей способности, блеска, светопрозрачности, эластичности, упругости пластинок — идет по кривой; оно наиболее сильно в начальных стадиях гидратации, в то время как в конечных почти не заметно.

По мере увеличения степени гидратации закономерно меняется характер рентгенограмм слюды. Если в образцах типичных слюд (флогопите) значение базального отражения (001) равно $\approx 10 Kx$ и рефлекс этот отчетливый и интенсивный, то при уменьшении содержания калия и увеличении воды происходит расщепление этого рефлекса на два, что свидетельствует о наличии двух фаз — флогопита и гидрофлогопита. Полная замена щелочей водой ведет к образованию нового минерала — вермикулита. Значение базального отражения (001) становится равным $\approx 14 Kx$, и на рентгенограмме ориентированного образца появляются все порядки отражения от него, присущие новому минералу.

Свойства вспученного вермикулита определяются, с одной стороны, его объемным весом, а с другой, — физико-механическими свойствами перегородок между порами, размерами и морфологией самих пор, во

вспученном минерале. При вспучивании слюд начальных стадий гидратации происходит простое расслаивание еще довольно упругих чешуек слюды, в результате которого частицы минерала приобретают вид собранных в веер пластинок. Слюды гидратизированные сильнее вспучиваются, образуя однородную микрогубчатую массу.

Сопоставляя свойства вермикулита и слюд различной степени гидратации, можно видеть, что показатели преломления, угол оптических осей, удельный вес, блеск, светопроницаемость, твердость вермикулитов зависят от степени гидратации материнской слюды. При этом показатели преломления, величина двупреломления, удельный вес их значительно ниже, чем у материнских слюд, а угол оптических осей больше. Слюды промежуточных стадий гидратации характеризуются, как правило, и промежуточными свойствами, что позволяет по степени гидратации судить о свойствах вермикулитов и, наоборот, по свойствам о их составе.

ВЕРМИКУЛИТЫ СССР, ИХ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ, ЭКОНОМИКА, РЕСУРСЫ

Выявленные в СССР крупные месторождения вермикулита и перспективы открытия новых дадут возможность полностью удовлетворить все потребности народного хозяйства в этом полезном ископаемом.

Образование вермикулита, по нашим данным, происходит в два самостоятельных этапа. На первом этапе в определенных геологических условиях возникают крупные и достаточно концентрированные скопления магнезиально-железистых слюд, на втором — эти слюды подвергаются гидратации в местах развития древней коры выветривания.

В свете этого все известные месторождения вермикулита по характеру первоначальной слюды, давшей при выветривании вермикулит, можно разделить на три главных типа:

1) месторождения вермикулита в комплексе ультраосновных щелочных пород, материнский флогопит или биотит которых образован в результате контактного воздействия молодой щелочной породы на более древнюю ультраосновную;

2) месторождения и проявления вермикулита в ультраосновных и карбонатных породах, материнский флогопит или биотит которых слагает одну из оторочек контактно-реакционных зон вокруг внедрений кислых пород или пегматитов;

3) месторождения вермикулита в различного рода метаморфических и изверженных горных породах, материнские слюды которых являются порообразующими минералами или возникли позже метасоматическим путем.

Наибольшее промышленное значение на данной стадии изученности вермикулитопоявлений СССР принадлежит месторождениям первой и отчасти третьей групп. Сюда относятся многочисленные месторождения вермикулита в ультраосновных щелочных комплексах пород Кольского полуострова, Сибири, Дальнего Востока, Урала, значительные концентрации его среди выветрившихся гнейсовых и мигматитовых толщ Украины, Урала и Дальнего Востока. Практическая значимость месторождений второй группы из-за малых масштабов слюдоносности и низкого качества самого продукта весьма ограничена и нами не рассматривается. Месторождения же третьей группы, открытые в последнее время, изучены весьма слабо.

Месторождения вермикулита в комплексе ультраосновных щелочных пород

Кольский полуостров

Месторождения этого района наиболее значительны по масштабу; суммарные запасы их составляют десятки миллионов тонн. Все они связаны с широко распространенными здесь ультраосновными щелочными массивами центрального типа. В той или иной степени слюдоносны и часто содержат вермикулит Ковдорский массив, Африканда, Вуори-Ярви, Лесная Варака и др.

Ковдорское месторождение. Скопления слюды приурочены здесь к зонам контактов щелочных пород с ультраосновными и локализуются главным образом в пределах развития ультраосновных пород — дунитов и пироксенитов, менее слюдоносны щелочные породы. Жильные ийолиты и карбонатиты совсем лишены этого минерала. Наиболее распространенные спутники слюды — апатит, магнетит, карбонаты, амфиболы, а из гидратированных разностей — сунгулит. Характерны три морфологических типа выделения слюды — вкрапленный, жильный, гнездовой. Из них первый развит повсеместно. Размеры кристаллов колеблются от долей миллиметра и нескольких миллиметров во вкрапленном типе до единиц и десятков сантиметров — в гнездовом и жильном. Некоторые участки месторождения содержат до нескольких десятков процентов слюды.

Месторождение образовалось в результате наложения коры выветривания на ранее возникшие скопления флогопита. Зона гидратации слюд прослеживается здесь обычно до глубины 10—40 м, но в некоторых районах развития линейной коры выветривания опускается ниже 60 м. Практическое значение на месторождении имеет флогопит, развитый ниже зоны коры выветривания. В связи с этим возможна комплексная разработка месторождения. Ковдорское вермикулитово-флогопитовое месторождение — наиболее крупное по масштабам ослюденения. Запасы вермикулита и гидрослюд составляют здесь десятки миллионов тонн.

Месторождение характеризуется выгодным экономическим положением и легкостью эксплуатации. Вермикулит залегает среди рыхлых пород коры выветривания и прослеживается на глубину в среднем 20—45 м. Минерал показал себя как ценный тепло- и звукоизоляционный материал. Вермикулит II и III сорта может широко использоваться в качестве наполнителя легких бетонов, штукатурки и т. д. Весьма перспективно применение ковдорского вермикулита в различных отраслях сельского хозяйства как носителя удобрений и растительных ядов.

Африкандское месторождение расположено вблизи одноименной станции Кировской железной дороги. Оно, как и Ковдорское, приурочено к ультраосновному щелочному массиву, имеющему концентрически зональное строение. Площадь массива около 7 км². Центральная часть его сложена пироксенитами, периферические — нефелиновыми пироксенитами с подчиненными мельтейгитами. Вмещают массив архейские гнейсы, интенсивно фенитизированные в контакте. Слюдоносность месторождения изучена хуже, чем Ковдорского. Повышается она к контакту ультраосновного ядра с щелочными породами и к центральной части в зоне развития пегматитов. Ослюденение в последнем случае нередко носит характер контактно-реакционных оторочек.

Здесь также можно выделить три морфологических типа ослюденения — вкрапленное, гнездовое, жильное. Жилы и гнезда вермикулита нередко отличаются сложностью форм и неравномерностью распределения в породе. Слюда флогопитовая; гидратация ее связана с наложен-

ной на массив доледниковой корой выветривания. Однако из-за глубокого размыва здесь широко развиты слабо гидратизированные слюды, а мощность толщи сильно гидратизированных очень небольшая.

Месторождение Вуори-Ярви расположено на юге Кольского полуострова, в 20—25 км к югу от ст. Аллакурти. По геологическому строению Вуори-Ярвинский массив, вмещающий ослюденение, похож на Ковдорский. Его центральная, большая по площади часть сложена пироксенитами с подчиненными перидотитами и оливинитами. Периферические участки массива слагаются породами ийолитово-мельтейгитово-якупирангитовой серии. Ультраосновные породы центрального ядра рассечены многочисленными жилами щелочных пород. Слюдоносность массива изучена слабо. По данным М. Е. Зискинд и В. И. Тернового (1960), вермикулит встречается здесь в верхней, выветрившейся до «песка» зоне пироксенитов мощностью до 15—20 м. Наибольшие скопления его встречаются на участке Неске-Ваара, где пироксениты выветрились особенно сильно. Вермикулит слагает здесь до 10—15% общего объема вмещающей породы. Качество его, судя по описанию, высокое.

Алданский массив

Инаглинское месторождение вермикулита расположено в северной части Алданского щита, в 25 км к западу от г. Алдан. Оно приурочено к Инаглинскому ультраосновному щелочному массиву центрального типа, залегающему в кристаллических сланцах иенгрской серии архея. В плане массив имеет форму, близкую к изометрической, площадь его около 20 км². По данным А. М. Корчагина (1963 г.), центральная часть массива сложена ультрабазитами — дунитами и перидотитами, окруженными прерывистой оборочкой щелочных габброидов (шонкиниты и малиньиты) мощностью около 300—500 м. Подчинены им ийолиты, мельтейтиты и тералиты. Ультраосновные и основные породы массива окаймлены сиенит-порфирами, образующими пластовую интрузию среди карбонатных пород. Между габброидами и порфирированными сиенитами залегают щелочные сиениты, в основном пуласкитового состава. Реже щелочные сиениты находятся непосредственно среди щелочных габброидов. Породы сиенитового ряда часто сопровождаются щелочными пегматитами. Последние рассекают дуниты, иногда — щелочные габброиды. В зонах дробления дунитов широко развиты метасоматиты хромдиопсидово-слюдяного состава. Становление массива происходило, по Корчагину, в два этапа: в докембрии (возможно в синийское время) произошло внедрение ультраосновных пород, а в послеюрское время (нижний мел?) — образование щелочных габброидов и щелочных сиенитов.

На всех породах массива наблюдается площадная кора выветривания; мощность ее обычно достигает 3—15 м. В зонах дробления часто развита линейная кора выветривания мощностью более 35 м.

Вермикулит сосредоточен в участках коры выветривания на ранее сформировавшихся флогопитсодержащих породах. Основное вермикулитовое оруденение месторождения связано с метасоматическими зонами хромдиопсидового состава, приуроченными к разломам среза дунитов. Меньший масштаб имеет вкрапленное вермикулитовое оруденение, развитое в породах ультраосновного состава — дунитах, перидотитах.

Содержание вермикулита в жилах и гнездах в среднем 40—45%. Величина его кристаллов крайне различна, но чаще равна 0,5—1 см;

на кристаллы крупнее 1 см приходится более 45% всей слюды. Вермикулит развивается по флогопиту; он желто-бурого цвета, с золотистым оттенком и жирным блеском. Объемный вес обожженного вермикулита колеблется от 72 до 210 кг/м³. Вспученный, он обладает коэффициентом теплопроводности в пределах от 0,0433 до 0,053 ккал/м · час · град при температуре +20°.

Приморье

Кокшаровское месторождение вермикулита расположено в Чугуевском районе Приморского края. Ослюденение связано здесь с небольшими вытянутыми в северо-восточном направлении массивами пироксенитов, рассеченными дайками и жилами щелочных пород небольшой мощности. Пироксениты залегают среди осадочно-эффузивных образований каменноугольного возраста.

Ослюденение вызвано контактно-метасоматическим воздействием щелочных пород на ультраосновные. Материнская для вермикулита слюда является отчасти железистым флогопитом, отчасти настоящим биотитом. Гидратация ее связана с корой выветривания, наложенной на уже сформированные слюдяные тела. По мере углубления выработка степень гидратации слюды уменьшается и на глубинах 10—20 м она обычно полностью затухает. Залежи слюды наблюдаются почти на всей площади развития пироксенитов. Самые крупные из разведанных участков ослюденения имеют площадь около 0,5 км². Наиболее распространено ослюденение в виде гнезд, вкрапленности, реже — прожилков.

Вермикулит встречается иногда в виде одиночных кристаллов, а иногда слагает до 30% породы. Среднее для месторождения его содержание составляет около 8%. Преобладающая часть кристаллов вермикулита имеет небольшие размеры — от долей миллиметра до 1—2 см.

По данным П. П. Ступаченко и др. (1962), оптимальная температура вспучивания кокшаровского вермикулита 800—850°, а валовый объемный вес в большинстве проб колеблется от 140 до 392 кг/м³. Кокшаровский вермикулит может быть использован как тепло- и звукоизоляционный материал и как легкий наполнитель бетона.

Урал

Булдымское месторождение, известное еще с начала текущего столетия, вплоть до самых последних лет, являлось основным и по существу единственным разрабатываемым вермикулитовым месторождением СССР. Оно находится на Среднем Урале в районе Вишневогорска и приурочено к небольшому выходу измененных ультраосновных пород, расположенному в северо-западной оконечности Вишневогорского щелочного массива. Выход этот имеет форму, близкую к изометрической, с поперечником около 1 км². На глубине массив серпентинитов тупо выклинивается и подстилается щелочными породами. Этот массив расчленен жилами пегматитов. Слюда образует реакционные оторочки вокруг жил щелочных пород. Реже слюда развивается по магниезиальному карбонату. Отличительной особенностью Булдымского месторождения является исключительно жильный тип его ослюденения. Вкрапленное ослюденение здесь почти отсутствует.

Жилы вермикулита вытянуты в северо-восточном направлении и заполняют три тектонически ослабленные зоны в серпентинитах. Строение жил зонально-симметричное. Центральная зона их, наибольшая по мощности, сложена слюдой, периферические части — актинолитом, хлоритом, иногда тальком. В центре слюдяной зоны иногда встречаются участки пегматита. Для отдельных жил характерно зонально-симмет-

ричное строение и самой слюдяной зоны, в центре сложенной крупно-листоватой слюдой с размерами кристаллов от единиц до десятка сантиметров, а по краям — мелколистоватой.

Все слюдяные тела Булдымского месторождения с поверхности гидратированы; с глубиной степень гидратации слюд уменьшается, а на глубине 20—60 м обычно развиты совершенно свежие, не гидратированные разности. Поскольку зоны выветривания здесь линейные, то разногидратированные слюды встречаются и на древней поверхности. Неоднородная гидратация иногда наблюдается даже в отдельных кристаллах, внутренние части которых сложены свежей слюдой, а периферические — в разной степени гидратизированной. На месторождении имеются все переходы от свежего флогопита до типичного вермикулита. Преобладают слюды средней стадии гидратации с содержанием щелочей 4—6% и общей воды 9—12%. Объемный вес вспученного вермикулита в зависимости от степени гидратированности слюды колеблется от 400—300 до 100—80 кг/м³.

Вермикулит Булдымского месторождения зарекомендовал себя как прекрасный тепло- и звукоизоляционный материал. Запасы месторождения весьма ограничены — 100—150 тыс. т.

Верхняя часть месторождения уже выработана. Сейчас добыча идет на нижних горизонтах, в связи с чем качество вермикулита ухудшилось.

Проявления вермикулита в ультраосновных и карбонатных породах

В ультраосновных и карбонатных породах встречается вермикулит, материнский флогопит или биотит которого слагает одну из оторочек контактно-реакционных зон вокруг внедрений кислых пород или пегматитов. Сюда относятся многочисленные проявления вермикулита, слагающие слюдяную оторочку контактно-реакционных зон на границе кислых и ультраосновных пород, — корундовые, тальковые, асбестовые и другие месторождения. Так же как и на месторождениях первой группы, гидратация слюд связана здесь с наложенной корой выветривания. Запасы вермикулита в этих месторождениях весьма ограничены и исчерпываются сотнями и в лучшем случае единицами тысяч тонн. К тому же сам вермикулит залегает локально в виде разрозненных немногочисленных маломощных оторочек вокруг кислых пород. Известные проявления вермикулита этого типа не имеют промышленного значения.

Проявления вермикулита в метаморфических и изверженных горных породах

Месторождения вермикулита в различного рода метаморфических и изверженных горных породах, материнские слюды которых являются пороодообразующими минералами или возникли позже метасоматическим путем, открыты в самое последнее время и изучены наиболее слабо. Сюда относятся месторождения и проявления вермикулита на Украине, Урале, Дальнем Востоке. Все они расположены в районе развития древней коры выветривания и обычно представлены гидробиотитами начальных или средних этапов гидратации. Объемный вес гидрослюд украинских месторождений (Темрюк, Каменные могилы, Куйбышевское и др.) различен — от 250 до 500 кг/м³. Содержание вермикулита в породе — от единиц до нескольких десятков процентов. Запасы отдельных месторождений, по предварительным данным, исчисляются пока единицами миллионов тонн. Однако весьма вероятно открытие месторождений этого типа со значительно большими запасами и несравненно лучшим качеством вермикулита (Украина, Урал, Казахстан, Дальний Восток).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выше были описаны только важнейшие вермикулитовые месторождения. Кроме них, имеются указания на существование крупных вермикулитовых толщ в Минусинском крае, на севере Сибири в Иркутском районе и т. д. Низкокачественные вермикулитовые руды, образованные в результате выветривания гнейсов и слюдяных сланцев, встречаются довольно часто на Украине (Мариупольщина), Урале и, видимо, в Сибири, однако использоваться они могут только как наполнители самых низкокачественных бетонов.

Приведенное выше описание, несмотря на его неполноту, позволяет говорить, однако, о генетическом единстве всех вермикулитовых месторождений: везде это наложение коры выветривания на ранее образованные слюды (Токмаков, 1960). Кроме того, эти материалы позволяют говорить об очень широком распространении вермикулита в СССР и о желательности его возможно более широкого использования.

Применение вермикулита как наполнителя весьма перспективно, и чем больше его будет использоваться промышленностью, тем больше возможностей будет для механизации добычи, дешевле будет этот ценный продукт и шире возможности его применения.

ЛИТЕРАТУРА

- Зискинд М. С., Терновой В. И. Месторождения вермикулита Кольского полуострова.— Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Запада СССР, 1960, 2.
- Ступаченко П. П., Л. И. Кассина, Л. И. Иванова. Общие сведения о составе вермикулитовых пород Кокшаровского месторождения и свойствах вермикулита. Владивосток, 1962.
- Токмаков П. П. Условия образования Ковдорского месторождения вермикулита.— Труды ИГЕМ АН СССР, 1960, вып. 48.
- Токмаков П. П. Формация вермикулит-флогопитовых месторождений в комплексе ультраосновных щелочных пород. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. 6. Изд-во АН СССР, 1962.
- John W., Hartwell and C. Jensen. Verutailit Minerals Yearbook, v. 1. Washington. 1959.

**ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ
И СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К НИМ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

А. С. Новиков, М. В. Колоскова

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ
В РЕЗИНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Ассортимент минеральных наполнителей, употребляемых в отечественной резиновой промышленности, крайне ограничен. Широко применяются в качестве природных наполнителей мел, каолин, тальк, в меньших количествах — барит, графит, молотая слюда, крайне ограничено применение инфузорной земли и диатомитов.

МЕЛ

В резиновой промышленности мел находит применение как доступный и дешевый наполнитель, а также как опудривающий материал для сырых смесей. Важнейшими свойствами мела, на которых основывается его применение в промышленности, являются: белый цвет, высокая природная дисперсность, округлая форма частиц, легкая диспергируемость, малая гигроскопичность.

Резиновые смеси с мелом отличаются высокой пластичностью и хорошими рабочими свойствами, легко каландруются, шприцуются и заполняют пресс-форму.

Применяемые обычно сорта мела получают путем механической обработки природного продукта. Кроме того, применяется технический мел, т. е. подвергшийся помимо помола, дальнейшей технической переработке — отмучиванию, флотации или даже более тонкому измельчению и воздушной сепарации.

Свойства мела и качество получаемых резиновых смесей находятся в прямой зависимости от метода его получения. Средний диаметр частиц мела различных сортов, по литературным данным, следующий:

Мел молотый	5—20
Дезинтегрированный	5—8
Отмученный	2—5
Осажденный	0,04
Активированный	0,04

Сопротивление резины на разрыв зависит от размера частиц наполнителя. Так например, в смеси на натуральном каучуке при наполнении 100 весовых частей оно изменяется следующим образом:

Размер частиц (в мк)

Сопrotивление (в кг/см²)

20	105
2	158
0,5	178
0,036	213

Резиновая промышленность снабжается в настоящее время в основном мелом с Логовского комбината, поставляющего сепарированный продукт со средним размером частиц 2—5 мк (табл. 1, 2).

Таблица 1

Состав мела различных месторождений (в %)

Мел	CaCO ₃	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Песок	Влага	Потери при прокаливании
Вольский	96,48	—	0,20	0,05	0,55	41,35
Куйбышевский	97,23	—	0,24	—	0,38	41,64
Копанищенский отмученный	99,51	Не обнаружено	Не обнаружено	0,012	—	16,00
комовой	99,02	—	0,037	0,003	0,10	42,55
молотый	91,04	0,32	0,050	0,010	2,65	—
Логовской	94,6—99,8	0,006—1,18	0,0—0,2	0,0—0,48	0,02—0,51	—

Таблица 2

Свойства резин, наполненных мелом

Месторождение и характер мела	Натуральный каучук (НК)								Синтетический каучук (СКБ)						
	пластичность по Картеру	модуль (кг/см ²) при растяжении		сопротивление на разрыв, кг/см ²	относительное удлинение, %	остаточное удлинение, %	сопротивление на разрыв, кг/см ²	твёрдость ТМ — 2	эластичность на отскок, %	на 200%	на 300%	сопротивление на разрыв, кг/см ²	относительное удлинение, %	остаточное удлинение, %	сопротивление на разрыв, кг/см ²
		на 300%	на 600%												
Вольское	0,7	33	101	223	660	25	46	50	68	15	23	29	360	17	8
Копанищенское, комовой	0,7	37	101	219	644	25	41	50	69	10	16	21	368	14	9
отмученный	0,7	24	93	200	648	21	34	48	—	10	14	26	480	22	7
молотый	0,7	22	88	193	656	23	28	—	—	—	—	—	—	—	—
Куйбышевское, химический, осажденный	—	38	123	217	604	25	—	51	71	9	13	22	452	22	—

В США в настоящее время наиболее широко применяется природный мел следующих марок: Atomite, calcite, keystone, Snowflake, Omya. Мел марки Omya отличается исключительной дисперсностью, по качеству и по поведению в резиновых смесях превосходит все другие марки. Месторождение его находится во Франции, в провинции Шампань.

КАОЛИНЫ

Каолины как ингредиенты резиновых смесей находят довольно широкое применение в резиновой промышленности. По мнению большинства исследователей, они относятся к числу активных наполнителей, так как вулканизованные смеси их с каучуком имеют более высокие показатели прочности, чем вулканизаты ненаполненной смеси.

Каолины сообщают резиновым смесям некоторые специфические свойства, например, повышают их маслостойкость, облегчают смешение регенерата с другими ингредиентами при совместном введении. Применение активных сортов каолина дает возможность получения цветных резин на основе синтетического каучука (СК).

Природный каолин содержит значительное количество механических примесей — кварца, слюды, шпатов. Для получения однородного материала, близкого по химическому составу к каолиниту, каолины подвергаются обогащению. В табл. 3 приведены анализы каолина различных месторождений.

Таблица 3

Химический состав каолина (в %)

Месторождение каолина	Время проведения анализа	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Потери при прокаливании
Глуховецкое . . .	1925 г.	69,6	22,18	0,22	0,22	0,32	—	0,13	0,01	0,12	7,88
	1930 г.	65,67	25,22	0,17	0,3	—	—	—	—	—	8,79
Просняновское . .	1928 г.	64,84	21,55	0,21	0,09	0,0	0,0	0,14	0,0	0,17	4,9
	1932 г.	67,48	26,40	0,45	1,00	0,83	0,28	0,83	0,21	0,34	0,47
Еленинское . . .	—	72,71	20,05	—	0,8	0,20	—	—	—	—	—

Таблица 4

Физико-химический состав обогащенных каолинов (в %)

Наименование комбината и метод обогащения каолина	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Потери при прокаливании	Размер частиц, мк	Количество частиц данного размера, %
Глуховецкий									0,5—1	75
сухого обогащения	45,96	38,47	1,02	0,88	0,20	0,28	0,44	12,78	1,3	25
мокрого обогащения	45,18	39,44	—	0,32	0,80	0,14	0,20	13,47	—	—
Просняновский мокрого обогащения . .	47,57	38,33	0,30	0,61	0,75	—	0,39	13,15	—	—
Еленинский "									0,5—1,2	25
мокрого обогащения	52,85	33,56	—	1,49	0,5	—	—	10,11	1,2—2,5 2,5—10 10	10 40 25
сухого обогащения	58,75	28,96	—	1,0	1,68	—	—	5,54	—	—

В резиновой промышленности применяется только обогащенный каолин. Существуют два метода обогащения каолина — мокрый и сухой. В табл. 4 приведен физико-химический состав каолинов, полученных различными методами обогащения.

В настоящее время резиновая промышленность снабжается каолином с трех месторождений — Глуховецкого, Просяновского и Еленинского.

Из испытанных союзных каолинов наиболее удовлетворительные результаты дал глуховецкий.

Он заметно увеличивает сопротивление разрыву смесей из натурального каучука и поэтому относится к группе усиливающих наполнителей. Степень дисперсности этого каолина можно оценить по данным ситового анализа. Он содержит частиц размером более 50 мк — 0,31%; 50—10 мк — 6,49%; менее 10 мк — 93,2%.

Усиливающий эффект глуховецкого каолина в отношении сопротивления разрыву проявляется при наполнении до 20 весовых частей на 100 весовых частей. Дальнейшее увеличение наполнения ведет к снижению прочности.

Каолин Еленинского месторождения, как натуральный, так и обогащенный, уступает глуховецкому по степени влияния на свойства резиновой смеси; однако в большинстве случаев продукт мокрого обогащения может с успехом применяться в смесях из синтетического каучука (СКБ).

Через сито № 015 еленинский каолин (уд. вес 2,47—2,54) пропускается с выходом 63,2%, но после сухого обогащения выход возрастает до 98,2%. Продукт мокрого обогащения содержит частиц размером 0,5—1,2 мк — 25%; 1,2—4,5 мк — 10%; 2,5—10 мк — 40%; 10 мк — 25%.

В табл. 5 и 6 приведены результаты испытания каолина сухого обогащения (52 вес. частей) в резиновых смесях на НК и СКБ.

С увеличением степени дисперсности каолина значительно повышаются физико-механические свойства вулканизатов.

Считается, что максимальным усиливающим действием обладает каолин, имеющий размер частиц 1—1,5 мк. По мере увеличения размера частиц влияние каолина снижается и уже при размере в 15 мк он дает вулканизаты с минимальной прочностью и удлинением.

Таблица 5

Характеристика каолина в резиновых смесях

Испытываемый материал	Тип каучука	Время вулканизации, мин.	Модуль, (кг/см ²) при растяжении		сопротивление разрыву, кг/см ²	Относительное удлинение, %	Остаточное удлинение, %	Сопротивление раздиру, кг/см ²	Твердость ТМ—2	Эластичность на отскок, %	Пластичность по Карреру	Истираемость, см ³ квч
			на 300%	на 500%								
Глуховецкий	НК	20	57	145	238	624	36	24	55	67	0,6	—
То же	СКБ	—	—	—	56	568	45	14	—	—	—	600—800
Еленинский	НК	20	40	103	204	640	30	20	51	—	0,62	—
То же	СКБ	—	—	—	25	436	17	13	—	—	—	—
Опытный	СКБ	—	—	—	41	420	23	13	—	—	—	1100

Улучшение свойств каолина достигается тщательным отбором и очисткой его жестких разновидностей с последующей химической обработкой, что оказывает в некоторых случаях благотворное влияние на их свойства. Новые обработанные каолины способны улучшать физические свойства резиновых смесей, повышая, в частности, их твердость и сопротивление истиранию.

Характеристика просяновского каолина в резиновых смесях на СКБ
(по данным ВНИИС, 1945 г.)

Фракция, <i>мк</i>	Сопротивле- ние, разрыву, <i>кг/см²</i>	Относитель- ное удлине- ние, %	Остаточное удлинение, %	Сопротивле- ние раздиру, <i>кг/см²</i>
Исходный каолин	46	460	39	12
Менее 5	92	580	78	12
5—20	75	600	64	16
20—60	32	524	40	12

Наиболее широко применяются каолины марки Witco, Виса, frantex-B и В-2, NeO.

За рубежом основная составная часть франтекса — природный минерал галлуазит, и хотя химическая формула его одинакова с каолинитом, физические свойства их различны. Кристаллы каолинита настолько велики, что их видно под микроскопом, кристаллы же галлуазита настолько малы, что даже в электронном микроскопе трудно установить их структуру. Следует отметить, что поверхность франтекса обрабатывается специальными веществами, которые наносятся в зависимости от назначения наполнителя. Размер частиц, определенный для франтекса-В с помощью рентгендиаграмм 160Å и 0,001 *мк*, тогда как размеры саж МРС и НМФ соответственно 91 и 102Å.

Франтекс-В — усиливающий наполнитель, сходный с углеродными сажами. Как и сажи, он сочетает в себе весьма удовлетворительные величины прочности на разрыв, сопротивление истиранию и многократным деформациям.

ТАЛЬК

Молотый тальк представляет собой продукт механического измельчения горной породы — талькита. Основным компонентом этой породы является минерал тальк, формула которого — $4\text{SiO}_2 \cdot 3\text{MgO} \cdot \text{H}_2\text{O}$, а химический состав SiO_2 —63,5%; MgO —31,7%; H_2O —4,8%.

В резиновой промышленности тальк широко используется как опудривающий материал и реже как инертный наполнитель для смесей, в которых требуется повышенная жесткость и твердость для улучшения диэлектрических свойств резиновых смесей.

Снабжается резиновая промышленность тальком с Миасской фабрики и Шабровского рудника.

Основные требования, предъявляемые резиновой промышленностью к тальку, предусматриваются ГОСТ 879—41 и постановлением Всесоюзного Комитета стандартов № 436 от 3 августа 1947 г.

Зарубежная резиновая промышленность также использует тальк как опудривающий материал и инертный наполнитель.

За рубежом употребляются следующие марки талька.

42 Talc — водный силикат магния, содержание талька — 59,2%, тонкость — 99,96%, проходит через сито 200 *mesh* и 99,55% через сито 325 *mesh*, без запаха, не токсичен, белый порошок, удельный вес — 2,8.

Aigex Talc — силикат магния (Sierra Talc Co); не токсичен, белый, кристаллический порошок; имеет слабый землистый запах, удельный вес 2.85. pH—9,4, тонкость — 96% через сито 200 *mesh*.

«А» White Talc — силикат магния (Witco Chemical Co); без запаха, не токсичен, белый порошок, слабо щелочной, тонкость — остаток 5% на сите 325 меш.

Blue Star Talc — силикат магния (Blue Star, Mines, Ltd); без запаха, токсичен, белый порошок, удельный вес 2,73, употребляется как инертный наполнитель НК, СК и латекса, а также в качестве опудривающего средства.

LS Silver Talc — силикат магния, полукристаллический порошок, слабый землистый тальк, удельный вес 2,85, pH—9,5, тонкость 99,7%, проходит через сито 200 меш, инертный наполнитель, белый краситель, опудривающее средство для НК, СК и латекса.

Sierra White Talc — силикат (Sierra Talc Co); не токсичен, мягкий светло-кремовый порошок, имеет слабый сернистый запах, удельный вес 2,8, pH—9,2 тонкость 99,7% проходит через сито 200 меш. Применяется

Таблица 7

Характеристика барита различных марок

Название	Фирма	Удельный вес	Содержание, %	Адсорбция масла, %	Тонкость (остаток на сите 325, %)	Состав
Alba fixe (Blanc — fixe)	Bayer ФРГ	—	—	—	—	Чистый осажденный сульфат
22 Barytes	Thompson weihmann efco (США)	4,3	—	—	0,05	Сырой природный сульфат бария
Baryta White	Natiok Lead Co (США)	4,45	—	—	—	Сульфат бария
Barytes	Code members (США)	4,0—4,6	85—89	—	—	Сульфат бария
Blanc Fixe	Code members (США)	4,4—4,5	—	14—21	—	Осажденный сульфат бария

как опудривающий агент и инертный наполнитель в НК, СК, латекс; как наполнитель не влияет на вулканизацию.

Talc — натуральный водный силикат магния, светло-кремовый порошок, удельный вес 2,6—2,9, pH—9,3. Пригоден с различной величиной частиц; вводится в каучук как наполнитель, не влияет на скорость вулканизации.

БАРИТ

В резиновой промышленности природный барит применяется как инертный наполнитель для кислото- и щелочеупорных резин и для консервных колец.

Химический состав

Месторождение	Литературные					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O
Изенское	81,4—82,9	5,8—6,36	2,0—2,93	0,57—0,68	1,01—1,04	—
Сенгилеевское	80,9—86,4	5,3—7,95	1,9—3,38	0,55—0,85	0,68—1,17	1,45
Арсенское	68,0—86,28	6,05—15,64	1,93—7,24	0,45—1,9	0,89—1,82	0,5—1,8
Камышловское	69,71—75,07	5,39—8,97	4,31—5,26	0,28—1,0	0,78—1,42	1,79—4,96

Природный барит $BaSO_4$ содержит в качестве примесей соединения свинца и железа, от которых зависит его цвет. Месторождения барита широко распространены в Советском Союзе. Они находятся под Ленинградом, в Средней Азии, на Кавказе. Резиновая промышленность снабжается Кутаисским комбинатом, где имеются наиболее чистые бариты с высоким содержанием $BaSO_4$.

Барит подвергают механической обработке, дробят до средних размеров частиц 5,5—6 мк. Удельный вес его от 3,95 до 4,5.

В качестве усилителя СК применяется осажденный барит, сообщающий вулканизатам высокое сопротивление разрыву. Размер его частиц в среднем 0,9—1,1 мк, оптимальная дозировка — 20 объемов на 100 объемов каучука. Осажденный барит получают из природного путем восстановления углем до BaS и последующим разложением фильтрованного раствора BaS серной кислотой.

В резиновой промышленности США применяется пять марок барита (три — природные наполнители и две — полученные методом осаждения).

Используется барит в основном как инертный наполнитель или неорганический краситель. Кроме того, он применяется в производстве резиновых смесей, где требуется повышенная твердость, сопротивление раздиру и низкое остаточное удлинение.

В табл. 7 дается физико-химическая характеристика различных марок барита.

ДИАТОМИТЫ

Диатомиты состоят в основном из двуокиси кремния (SiO_2). К их группе относятся кизельгур, инфузорная земля, трепел. Отдельную подгруппу составляют маршалиты, пылевидный кварц.

Диатомиты — хорошие наполнители резин; легко смешиваются с каучуком, усиливают синтетические каучуки, приближаясь по свойствам к каолинам, имеют сравнительно небольшой удельный вес (2,04—2,1). В отечественной резиновой промышленности их применение крайне ограничено.

Научно-исследовательский институт резиновой промышленности (НИИРП) проверил в резиновых смесях диатомиты четырех месторождений (табл. 8).

По химическому составу диатомиты различных месторождений очень близки, однако по удельной поверхности, насыпному весу и фракционному составу они резко различаются (табл. 9, 10), причем особенности их структуры и фракционного состава оказывают влияние на физико-механические свойства вулканизатов.

Таблица 8

диатомитов (в %)

данные		Данные НИИРП							
Na_2O	потери при прокаливании	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Потери при прокаливании
—	5,5	86,7	2,9		0,5	0,4	—	—	97
0,12	3,36—5,13	84	1,51	1,27	0,72	0,5	—	—	8,6
0,79—1,17	5,44—9,28	75,8	7,66	2,21	1,38	0,1	—	—	10,1
6,91—11,4	—	86,1	3,4	1,27	0,44	0,6	—	—	7,2

Таблица 9

Физические свойства диатомитов

Месторождение	Удельная поверхность, м ² /г	Насыпной объем, см ³ /г	Удельный вес, г/см ³
Инзенское	92	3,9	2,16
Сенгилеевское	92	2,7	2,14
Арзенское	150	4,3	2,17
Камышловское	92	2,7	2,2

Таблица 10

Фракционный состав диатомитов различных месторождений (в %)

Фракция, мк	Месторождения				
	Инзенское	Сенгилеевское	Арзенское	Камышловское	Инзенское
> 10	23,3	31,5	28,7	34,7	20,8
10—8	4,4	10	1,7	7,6	3,9
8—6	10,4	5,7	5,5	1,4	7,1
6—5	1,1	0,4	4,9	6,5	6,6
5—3	13,8	13,3	16,9	22,6	19,3
3—2	8,2	4,8	12,5		7,9
2—1	8,34	0,1	13,6		17,2
< 1	30,46	34,2	18,2	27,2	19,1

Таблица 11

Физико-механические свойства вулканизатов, наполненных диатомитом и природным мелом

Диатомит	Твердость, по Дефо	Пласт, по ГОСТ	Усадка, %	Время вулканизации, мин.	Модуль (кг/см ²) при растяжении			Предел прочности, кг/см ²	Относительное удлинение, %	Остаточное удлинение, %	Сопротивление надрыву, кг/см	Твердость ТМ—2	Эластичность на отскок, %	
					на 100%	на 200%	на 300%							
					2100	18,3	0,18							—
Арзенский														
Инзенский														
Сенгилеевский														
Камышловский	2300	16,7	0,32	—	80	18	25	31	64	855	56	25	67	53
Мел природный	—	—	40	80	14	17	22	28	532	18	14	63	54	

В табл. 11 приведены физико-механические свойства вулканизатов, наполненных диатомитами (смеси на СКС-30).

В Научно-исследовательском институте шинной промышленности (НИИШП) исследовались глины Кудинового и Колонтаевского место-

рождений. Было установлено, что по качеству они уступают мелу, обогащенные же дают усиливающий эффект подобно Еленинскому каолину сухого обогащения. Использование глин в резиновой промышленности возможно только после обогащения и активации, при этом усиливающие свойства не будут превышать свойств каолина.

В зарубежной резиновой промышленности диатомиты используются несколько больше, чем у нас, в качестве инертного наполнителя, улучшающего технологические свойства смесей и как неорганический краситель.

Известно несколько марок диатомитового кремнезема.

Наиболее широкое применение нашел продукт с фирменным названием силлитин (Германия). Это — мелкий природный наполнитель с большим содержанием кремневой кислоты. Существует силлитин чисто белого, белого и желтого цветов. Основные преимущества его следующие: 1) активность в наполнении; 2) отсутствие меди, марганца; 3) кислотостойкость; 4) высокая дисперсность. Последнее способствует наилучшему механическому распределению силлитина в резине и придает вулканизатам повышенное сопротивление раздиру.

СЛЮДА И ГРАФИТ

Слюда применяется в малых количествах (850—900 кг в год по Главшинпрому) главным образом как опудривающий материал. Поставляют ее Петрозаводский и Иркутский комбинаты.

В США слюда применяется в резиновой промышленности как инертный наполнитель и для опудривания резиновых смесей.

Известно шесть марок слюды, употребляемых в резиновой промышленности зарубежных стран; из них в качестве инертного наполнителя рекомендуется *Mineralite Mica* (*Mineralite Sales Corp*), сообщающая вулканизатам высокие диэлектрические и кислотостойкие свойства.

Графит у нас нашел применение главным образом в асбестово-резиновой промышленности. Используются две марки — элементарный кыштымский (ЭК) и скрытокристаллический ногинский (СН).

* * *

По плану развития промышленности резиновых технических изделий предусматривается значительное повышение технического уровня и увеличение производства главнейших резинотехнических изделий. Для этого планируется строительство и ввод в эксплуатацию новых заводов, а также расширение и реконструкция действующих.

Основным принципом размещения новых заводов резинотехнических изделий в течение 1959—1965 гг. является приближение производства к районам потребления, источникам энергоресурсов и в известной мере к источникам сырья (каучук, сажа, текстиль). Целесообразно также знать, на какое минеральное сырье можно рассчитывать в районах строительства новых заводов. Знание материальных ресурсов даст возможность снизить затраты на транспортировку сырья и разгрузить транспорт, что, безусловно, отразится на себестоимости продукции.

Б. А. Мурашев

**НАПОЛНИТЕЛИ
ДЛЯ КАБЕЛЬНЫХ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ПЛАСТИКАТОВ
И КАБЕЛЬНЫХ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ
ИЗ НОВЫХ ВИДОВ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ
КАУЧУКОВ**

Чтобы рационально использовать полимеры (смолы и каучуки) в кабельной промышленности, крайне важно располагать всеми необходимыми ингредиентами, в том числе минеральными наполнителями, обеспечивающими создание высококачественных рецептур для кабельной изоляции и защитных оболочек. Количество минеральных наполнителей, которое необходимо вводить в кабельные пластикаты из поливинилхлорида (пвх), составляет 10—15% (в пересчете на смолу) для дорогих смесей и еще больше для дешевых изоляций, применяемых при скрытой проводке. В резиновых кабельных смесях количество минеральных наполнителей (в пересчете на каучук) значительно большее — до 150% даже в сравнительно мало наполненных смесях.

Правильный выбор и подготовка наполнителей для изготовления высококачественных кабельных смесей обеспечит рациональное изготовление кабельных изделий и безотказную длительную их эксплуатацию в любых условиях. Применение минеральных и органических наполнителей одновременно решает и экономику использования поливинилхлоридовых пластикатов в кабельной промышленности, так как это значительно снижает стоимость кабельных пластикатов и увеличивает их объем, т. е. снижает потребность в дефицитных полимерах.

ПРИМЕНЕНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ЗА РУБЕЖОМ

На I национальной конференции по пластмассам (1951 г.) в Лондоне докладчику, сообщавшему принципы составления рецептур пвх-пластикатов, был сделан упрек в безграмотности приведенных примеров для кабельных смесей из-за отсутствия в них каолина. В Англии проблема внедрения пвх-пластиката в кабельную изоляцию была решена только с использованием каолина. Докладчик в заключительном слове сообщил, что приведенные им рецептуры кабельных пластикатов правильны, только в них надо добавить несколько процентов каолина.

Ранее в США (1945—1946 гг.) применялась в качестве наполнителя изоляционных пвх-пластикатов (повышенных диэлектрических свойств) сажа, на втором месте по электроизоляционным свойствам стояли белые смеси (в том числе с каолином) и на третьем — цветные. Многочисленные литературные источники последних лет рекомендуют в качестве

наполнителей, улучшающих электрические свойства изоляционных пвх-пластиков, применять или прокаленный дегидратированный каолин, или каолины электротехнических марок.

За рубежом наиболее широко используются в смесях из пвх-смол и каучуков, предназначенных для электроизоляции, минеральные наполнители, изготовленные путем переработки глин и каолинов. Раньше всего в США (а теперь и во Франции, Англии, ФРГ) стали применяться прокаленные каолины (безводные алюмосиликаты, изготовленные из каолинов) Уайтетекс № 2 и Клей № 33, рекомендуемые для электроизоляционных смесей с бутил-каучуком, электроизоляционными стирол-бутадиеновыми каучуками (SBR) холодной и горячей полимеризации и другими аналогичными марками каучуков, Клей № 33 используется, кроме того, в пвх-смесях для кабельной изоляции с повышенными электроизоляционными свойствами.

Позднее появились аналогичные электротехнические прокаленные каолины и глины повышенной гидрофобности, о технологии изготовления которых не имеется подробных данных. Сюда относятся следующие марки. 1) ASP 1300— гидрофобный каолин со свойствами, характерными для особо дисперсных прокаленных каолинов, и средним размером частиц 0,55 мк; 2) Гломакс PVR со средним размером частиц 2,4 мк; 3) Уайтетекс № 2, Клей № 33 и др.

Технологические свойства и долговременная стабильность такой изоляции, как бутил-каучук, стирол-бутадиеновый каучук электротехнических марок, зависит в основном от применения в качестве основного минерального наполнителя прокаленного каолина. Минимальные добавки водоотмытого мела, мелкодисперсного чистого талька и в некоторых случаях двуокиси кремния (типа Аэросил) улучшают технологию переработки невулканизированного бутил-каучука или его механические свойства в готовом виде. Применение мелкодисперсных осажденного кремния и талька, улучшающих физические свойства изоляционных материалов, постоянно ограничивалось меньшей стабильностью электрических свойств вулканизаторов в воде.

В последнее время установлено, что некоторые формы чешуйчатого (пластинчатого) талька повышают водостойкость пластмасс по сравнению с другими разновидностями этого минерала. Одновременно этот наполнитель улучшает физические свойства и электрическую прочность готовых изделий из бутил-каучука. Мировое признание нашло применение в электроизоляционных пвх-смесях прокаленного каолина, особенно так называемого частично дегидратированного марки Клей № 33. Небольшие добавки его в пвх-пластики увеличивают объемное сопротивление смесей в несколько раз даже при длительной многодневной выдержке в воде. Эта марка каолина, как и Уайтетекс, длительное время экспортировалась США в такие развитые страны, как Англия, Франция, Япония, ФРГ, Италия. Только в последнее время в некоторых из этих стран начали применять электротехнические каолины (прокаленные) европейского производства.

ПРИМЕНЕНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В СССР

В Советском Союзе для нужд кабельной промышленности перерабатывалось 70—80% всех выпускавшихся пвх-смол. Переработка эта велась по различным рецептурам, однако в большинстве из них не содержалось минеральных наполнителей и только в одном шланговом — пластике имелась добавка 2% ламповой сажи в качестве черного пигмента. Отсутствие минеральных наполнителей в рецептурах отечественных кабельных пластиков не случайно; у нас, к сожалению, ни одна отрасль промышленности не занимается изготовлением наполнителей

электроизоляционных марок, и до сих пор серьезно не ставился вопрос о необходимости этого. Даже закончившаяся 13 июня 1959 г. Конференция предприятий химической промышленности по переработке пластиков, организованная Государственным комитетом по химии при Госплане СССР, только вскользь коснулась необходимости выработки минеральных наполнителей, совершенно не упомянув об их электротехнических марках.

Необходимость в адсорбирующих наполнителях, поглощающих загрязнения в смесях, у нас даже больше, чем в США и Англии, так как изготавливаемые пвх-смолы, пластификаторы не всегда достаточно очищены и резко снижают электроизоляционные свойства эластичных пвх-пластиков.

Положение с наполнителями для пвх-пластиков за рубежом и раньше было лучшим, так как там издавна выпускались неплохие по электроизоляционным свойствам наполнители, применяемые в специальных резиновых смесях, сперва на специально очищенных сортах натурального каучука, а затем, с периода второй мировой войны, на синтетических электроизоляционных каучуках¹ (типа СКС, а также бутил-каучук). Наличие полноценных резиновых смесей позволило изготавливать за рубежом гибкие и легкие высоковольтные кабели с резиновой изоляцией без свинцовых оболочек, пригодные для подземной и подводной прокладки и длительной эксплуатации.

Такие кабели из-за отсутствия электротехнических марок наполнителей в Советском Союзе не выпускаются. Основная потребность в силовых высоковольтных кабелях удовлетворяется в настоящее время выпуском кабелей с пропитанной бумажной изоляцией и свинцовыми оболочками, поэтому и процент выпуска их у нас значительно больший, чем за рубежом.

Положение с синтетическим каучуком может быть довольно быстро исправлено путем организации выпуска специальных электроизоляционных марок отечественного СК, что освободит кабельные заводы от необходимости использования импортного натурального каучука.

Следует обратить особое внимание и быстро улучшить положение с ингредиентами кабельных полимерных смесей и особенно с минеральными наполнителями, количество которых в электроизоляционных резиновых смесях часто достигает 150—200% и больше (в пересчете на каучук).

Практическое отсутствие сравнительно дешевых и доброкачественных белых минеральных пигментов, особенно двуокиси титана (TiO_2) в форме рутила, не позволяет выпускать цветные светостойкие долговечные кабельные оболочки из термопластов. Не внедрены в промышленность также массовые добавки лучших марок саж и не решен вопрос их гомогенного введения, что обеспечивает надежность и долговечность кабельных изделий. Необходимость применения в композициях 2,5—3% канальной сажи для находящихся под атмосферным воздействием кабельных изделий оговаривается в последнее время основными стандартами на композиции АСТМ в США и британскими даже при наличии высоковольтных марок рутиловых белил и железных пигментов.

Необходимо восстановить производство очищенного («плавленого») мела либо на базе Вольского (старого), либо Капанищенского месторождений.

Должно быть налажено производство отмытого дисперсного (особенно чешуйчатого) талька и мелкодисперсной двуокиси кремния (SiO_2) для особо ответственных смесей силиконовых резин дорогим методом — осаждением SiO_2 из газовой фазы (марка «Аэросил») и более дешевым — осаждением из растворов дисперсных форм кремнекислоты. Возможно использование в качестве наполнителя и некоторых природных форм

¹ Марки американского Общества испытания материалов «ASTM — SBR 1503, 1504, 1016, 1018, 1019, 1023» и др.

SiO₂ (его самых мелкодисперсных выделений), так же как и природных окислов железа и природных баритов. Все наполнители должны обладать высокой дисперсностью, обеспечивающей свободное прохождение через сито с размером ячейки в 40 мк (320 меш), а размер 50% всех частиц должен быть мельче 2 мк. За рубежом это требование, в частности для дегидратированного алюмосиликата (из прокаленного каолина) и природных глин (каолинов), более высокое: не менее 80% частиц должны иметь размер меньше 2 мк.

Дисперсность SiO₂ для кремнеорганических резин должна быть еще выше.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НАПОЛНИТЕЛЯМ

Основным специальным требованием, предъявляемым к полимерам для электроизоляции, является минимальное содержание золы (не выше 0,10—0,35%) и почти полное отсутствие золы, растворимой в воде (не выше 0,02%), что трудно достижимо в полимерах, изготовляемых эмульсионной полимеризацией (например, для большинства синтетических каучуков). Это требование удовлетворяется лишь при выпуске специальных марок, в частности, при изготовлении изоляционного бутадиен-стирольного каучука, подбором эмульгаторов и коагулянтов, отмывкой и обязательно механическим отжимом. Лучший результат достигается при суспензионной полимеризации пвх-смол и блочной полимеризации бутилкаучука и пвх-смол, так как сами эти способы гарантируют особую чистоту продукта.

Какие же общие требования следует предъявить к наполнителям для электроизоляции?

1. Основным требованием к наполнителям для кабельной изоляции (аналогично требованию к полимерам) является почти или полное отсутствие в них водорастворимой части; в частности, должны полностью отсутствовать растворимые соли натрия, калия, кальция и других щелочных и щелочноземельных металлов.

2. Водная вытяжка (из суспензии 20—30% наполнителя) должна быть почти нейтральна, т. е. рН близок к 7, но не выше.

3. В наполнителе не должно содержаться веществ, катализирующих разложение полимера и ухудшающих его светостойкость. Так, для каучука вредно присутствие солей меди, марганца и закисных форм железа, а для пвх-смол — даже наличие следов металлов, железа, цинка.

4. Наполнители должны обладать максимальной дисперсностью и не ухудшать смесь при переработке (например, не вызывать прилипания к вальцам).

5. Наполнители должны отличаться, особенно для пвх-смол, наименьшей адсорбцией пластификаторов.

6. Наполнитель не должен обладать абразивной способностью, т. е. при переработке не должен изнашивать вальцы (как например это происходит с рутилом плохих марок TiO₂ и кварцем SiO₂).

7. Желательно, чтобы наполнители обладали избирательнопоглощающими свойствами к загрязнениям из основных и дополнительных материалов (таковы, например соответствующие зарубежные марки каолина и сажи). Этим поглощением устраняется электропроводность смеси в любых условиях влажности.

В заключение следует подчеркнуть необходимость пересмотра устарелых ГОСТ и ТУ на наполнители и выпуска перспективных ТУ и ГОСТ для освоения.

ВЫВОДЫ

В настоящее время надо признать совершенно непригодным использование в кабельной изоляции как наполнителя каолинов, вырабатываемых в СССР методом электролитного мокрого обогащения (натриевым растворимым стеклом с коагулянт — известковым молоком), так как после прокалики в них сохраняются растворимые щелочи, а остающиеся электролиты дают водную вытяжку с рН порядка 9,5.

Каолины сухого обогащения, выпускаемые сейчас в СССР, также мало пригодны для использования их в качестве наполнителя кабельной изоляции, из-за того, что сухое обогащение, как правило, не обеспечивает удаление водорастворимых примесей и достаточную очистку аксессуарных минералов (грита) и кварца, однако возможно совмещение этих процессов при выпуске новых марок прокаленного каолина.

Необходим выпуск каолинов специального сорта для наполнения изоляционных материалов. Для этого надо использовать наиболее подходящие месторождения и методы мокрого обогащения, не вносящего в сырье растворимых солей. Таким методом, видимо, может быть гидrocиклонное обогащение с последующей переработкой полученных каолинов для изготовления наполнителей специальных электротехнических марок, в которых отсутствовала бы кристаллизационная влага, т. е. каолинов частично или полностью дегидратированных (соответствующим отжигом), отличающихся полной гидрофобностью и особой дисперсностью.

В качестве наполнителя может широко применяться чистый мел, типа выпускавшегося ранее на Вольском, Капанищенском и других месторождениях. Применение этого сырья уменьшит потребность в осажденном химическом мелкодисперсном меле и позволит отказаться от снижающих качество изделий загрязненных мелов сухого обогащения.

Следует провести изучение природных мелкодисперсных разновидностей SiO_2 . Этот материал может снизить потребность в весьма дефицитных искусственных кремнистых наполнителях. Для специальных нужд могут применяться легко диспергируемые и чистые от примесей разновидности талька, особенно чешуйчатый мелкодисперсный, а также различные порошки на основе асбеста, барита, диатомита и др. Следует учесть, что используемые в качестве наполнителя минералы и породы должны отличаться гидрофобностью и удовлетворять указанным выше общим требованиям к наполнителям для электроизоляционных смесей.

Работы по созданию отечественных минеральных наполнителей для электроизоляционных смесей должны быть значительно расширены.

Для правильного решения проблемы необходимо составление технических требований к основным перспективным материалам с учетом вышеприведенных требований.

Растущее производство полимеров, в том числе для электроизоляции, должно быть обеспечено соответствующим ростом улучшенных по качеству наполнителей, усилителей, стабилизаторов и других ингредиентов, без чего нельзя обеспечить долговременное правильное и надежное применение кабельных полимерных композиций и готовых изделий из них.

Л. В. Певзнер

НАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАСС¹

Химическая промышленность и в особенности производство пластических масс развиваются в нашей стране быстрыми темпами.

В производстве пластических масс, получаемых на основе процессов конденсации, а также методом полимеризации, большое значение имеют наполнители, которые особенно в конденсационных пластических массах, представляющих собой гетерогенные системы, содержатся в количестве до 50%. В последнее время в некоторые другие пластмассы вводится даже до 80—90% наполнителя.

Введение наполнителей не только удешевляет стоимость пластмасс, но и повышает их физико-механические и диэлектрические свойства: удельную ударную вязкость, предел прочности при статическом изгибе, водопоглощение, теплостойкость, коэффициент линейного и термического расширения, удельное объемное электрическое сопротивление, удельное поверхностное электрическое сопротивление, тангенс угла диэлектрических потерь, пробивное напряжение, тропикостойкость и др.

Совершенно новым типом пластических материалов являются полимеры с «привитым наполнителем». В этом случае используют «активный» наполнитель, имеющий свободные радикалы и образующий за счет взаимодействия последних с макромолекулой полимера новые химические связи. Активация наполнителя может быть осуществлена в процессе его изготовления или путем интенсивной механической деструкции (лучше всего в атмосфере инертного газа).

Известно, что для пластических масс применяются как волокнистые целлюлозные наполнители (древесная мука, сульфит-целлюлоза и другие хорошо смачивающиеся и пропитывающиеся смолой), так и минеральные наполнители (каолин, кварц, слюда, кизельгур, асбест и др.).

Пластические массы на основе целлюлозных наполнителей обладают малым удельным весом (1,3—1,4) и достаточной механической прочностью. Однако существенным недостатком их является большой объем и значительное водопоглощение (до 50%). Пластические массы на основе минеральных наполнителей приобретают ряд ценных свойств — повышенную водостойкость, теплостойкость, химстойкость и др. Однако их механические свойства (удельная ударная вязкость) оказываются неудовлетворительными.

Изменяя теми или иными методами поверхностные свойства пластических масс как гетерогенных систем, можно в значительной степени регулировать механические и другие их свойства. Поверхностные свойства пластических масс определяются суммарной величиной поверхности

¹ Тезисы выступления на Первом междуведомственном совещании по наполнителям.

Минеральные наполнители для пластических масс

Наполнитель	ГОСТ или действующие ТУ и основные показатели	Для каких пластмасс применяется	Претензии к качеству	Требования к качеству
Плавиковый шпат (флюорит)	ГОСТ 7618—55 ЦМТУ 3342—53 Содержание флюорита в марке: Ф—30—30% Ф—75—75% Ф—40—40% Ф—85—85% Ф—55—55% Ф—92—92%	Пресс-порошки разных марок спецназначения (дугостойких и водостойких пластмасс)	Наличие включений железа. Поставка в бумажных мешках весом до 80 кг (мешки рвутся, не выдерживая такого веса), отсутствует маркировка. Недостаточно тонкий помол	Полное отсутствие металлических включений Содержание влаги не более 0,05%. Помол с остатком на сите № 015—0,0%. Замена бумажных мешков до 25 кг Нанесение маркировки на мешки с указанием завода-поставщика, даты изготовления, номера партии, марки
Мумия	ОСТ НКТП 3707 Содержание окиси Fe (Fe_2O_3) в пересчете на сухое вещество — 17—35%. Растворимых в воде солей не более 1,5%. Остаток на сите 6400 отверстий на 1 см ² при мокром просеивании — не более 2%	Пресс-порошки разных марок	Наличие токопроводящих и магнитных частиц. Неограниченное содержание окиси железа. Плохая упаковка и маркировка	Верхний предел содержания окиси железа—20% Полное отсутствие токопроводящих и магнитных частиц. Улучшение упаковки и маркировки. Создание специального сорта для пластмасс по укрывистости и однородности
Слюда молотая	ГОСТ 855—41 Влажность — не более 0,5% Содержание пелка — не более 0,5%. Остаток на сите № 150 — не более 0,2%	Пресс-порошки разных марок	Не проверяется тангенс угла диэлектрических потерь, который иногда бывает очень высоким	Введение в ГОСТ показателя тангенса диэлектрических потерь и ограничение величины верхнего предела его до 0,05 при 60 гц

Таблица (продолжение)

Наполнитель	ГОСТ или действующие ТУ и основные показатели	Для каких пластмасс применяется	Претензии к качеству	Требования к качеству																		
Асбест хризотил-овый, сорт 7	ГОСТ 7-51 <table border="1" data-bbox="470 176 816 423"> <thead> <tr> <th>Марка</th> <th>Остаток на сите 1,6 мм, в %</th> <th>Объемный вес, г</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>К-7-15</td> <td>15</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>К-7-15</td> <td>10</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>7-370</td> <td>—</td> <td>370</td> </tr> <tr> <td>7-350</td> <td>—</td> <td>450</td> </tr> <tr> <td>7-520</td> <td>—</td> <td>520</td> </tr> </tbody> </table>	Марка	Остаток на сите 1,6 мм, в %	Объемный вес, г	К-7-15	15	—	К-7-15	10	—	7-370	—	370	7-350	—	450	7-520	—	520	К-18-22 К-18-56 К-18-53	Поставляется навалом. Содержит включения металлических и других примесей	Отсутствие металлических примесей. Поставка в затаренном виде с маркировкой. Создание специального сорта для пластмасс
Марка	Остаток на сите 1,6 мм, в %	Объемный вес, г																				
К-7-15	15	—																				
К-7-15	10	—																				
7-370	—	370																				
7-350	—	450																				
7-520	—	520																				
Асбестовое волокно (чесаное)	ТУ ШАУ № 52-55	Асбомасса К-6	Наличие в асбесте токопроводящих и магнитных частиц	Отсутствие токопроводящих частиц. Обеспечение завода асбестом марки Ж-1-40 или Аспагашского месторождения с одновременным пересмотром цен на асбомассу																		
Асбестовое волокно (трепаное)	ТУ ШАУ 41-54	Асбомассы К-Ф-3 КФ-3-М К-217-57	Большое количество посторонних включений	Отсутствие посторонних включений																		
Известь («Сапик») СаО-55%, MgO-30%	ГОСТ 1174-51 Содержание СаО + Mg ~ 90-99% Влажность — не более 5%	Пресс-порошки разных марок		Процеивание через сито 015 (100 меш)																		
Каолин обогатенный	ГОСТ 6138-52 Влажность — не более 1% Содержание — не более 0,75% Остаток на сите 0,15 — не более 0,005%	Пресс-порошки разных марок		Влажность — не более 0,5% Остаток на сите 015 — 0,005%																		

Наполнитель	ГОСТ или действующие ТУ и основные показатели	Для каких пластмасс применяется	Претензии к качеству	Требования к качеству															
Тальк (марки Б)	ГОСТ 879—52 Содержание Fe_2O_3 — не более 1% Влажность — не более 1% Остаток на сите 015—0,0%	К—78—51		Влажность — не более 0,5%. Остаток на сите 015—0,0%															
Графит кристаллический (серебристый) для литейных целей	ГОСТ 5279—50 Содержание золы (в %): сорт I—18,0 сорт II—30,0 Проходит через сито 0,053 мм по весу: (марка КЛБ-1 и КЛБ-2) — не более 60%, все остальные марки — 25% Тонина помола: <table border="1" data-bbox="450 520 797 705"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Марка</th> <th colspan="3">Остаток (в %) на сите в свету (в мм)</th> </tr> <tr> <th>0,25</th> <th>0,15</th> <th>0,10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>КЛТ—1</td> <td>5</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>КЛЗ—1</td> <td>5</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	Марка	Остаток (в %) на сите в свету (в мм)			0,25	0,15	0,10	КЛТ—1	5	—	—	КЛЗ—1	5	—	—	К—18—82 К—17—82		Дополнительные работы с различными марками графита
Марка	Остаток (в %) на сите в свету (в мм)																		
	0,25	0,15	0,10																
КЛТ—1	5	—	—																
КЛЗ—1	5	—	—																
Жженая магнезия	ГОСТ 844—41 82% MgO и не более 1,25% CaO	Пресс-материалы																	
Кизельгур (диатомит)	SiO_2 —80—88%, железа—1,5%	Аккумуляторные баки и пресс-материалы		Влажность — не более 2% Остаток на сите 025%															
Пылевидный кварц	ТУ МС и МП от 11/Х—54 г. Содержание влаги—не более 6% Содержание кремнезема—94—97% Остаток на сите № 100— не выше 0,5 № 140— » » 2,5 № 200— » » 10,0	Пресс-порошки разных марок	Поставляется с большим остатком при просеве на сите 015 %	Остаток на сите 015—0,0%. Влажность — не более 0,15%. Создание специального сорта для пластмасс															

наполнителя, его дисперсностью, формой частиц, характером и величиной адгезионных сил между ним и смолой, а также адсорбционной активностью наполнителя, т. е. толщиной и свойствами адсорбционных слоев смолы, связанных с его частицей. Поэтому для получения пластических масс с высокими физико-механическими и электрическими показателями необходимы минеральные наполнители, которые: хорошо смачиваются и пропитываются смолой; обладают высокой дисперсностью и однородным фракционным составом; имеют незначительное содержание железа и токопроводящих частиц; обладают минимальной влажностью.

Исследуя наполнители, которые применяются в настоящее время в пластических массах, можно сделать следующие замечания.

1. Обогащенный каолин Просьяновского, Глуховецкого и Положского месторождений имеет неоднородный гранулометрический состав, повышенную влажность и большое количество механических примесей. Поэтому он не может считаться хорошим наполнителем.

2. Требования, предъявляемые промышленностью пластмасс к диатомиту (боржомский кизельгур и зикеевский трепел), таковы:

- а) влажность не более 10%;
- б) высокая дисперсность: остаток на сите 200 меш — меньше 7%;
- в) содержание железа — не выше 2%;
- г) содержание нерастворимых в 20%-ной HCl веществ — не менее 90%;
- д) объемный вес (по Скотту) — не более 0,52 г/см³.

Но пока выпускаемый продукт не всегда отвечает этим требованиям.

3. Следует предусмотреть выпуск специальных маложелезистых асбестов, введя в эксплуатацию месторождения арizonского типа. Желательное содержание железа в таком асбесте должно быть не более 0,75%. Кроме того, необходимо наладить на существующих предприятиях асбестовой промышленности выпуск микроасбеста как нормального продукта, свободного от пыли.

Как известно, микроасбест представляет собой материал, в котором волокна исключительно коротки, а диаметр их настолько мал, что исследовать эти волокна можно только при помощи электронного микроскопа.

В США из Канадского хризотилового асбеста был получен специальной обработкой микроасбест, диаметр волокна которого равен 20 мкм. Их метод позволяет использовать для этой цели отходы и плохие сорта асбеста. Такой микроасбест является хорошим наполнителем для бакелита. Терморезистивный пресс-материал может содержать от 75 до 90% микроасбеста, отличаясь при этом высоким сопротивлением сжатию (2450 кг/см²) и термостойкостью (после нагрева до 700° изделия сохранили свою форму).

Более подробная характеристика минеральных наполнителей для пластических масс приводится в прилагаемой таблице.

С. Н. Иванов

МИНЕРАЛЬНЫЕ НАПОЛНИТЕЛИ В БУМАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ ТРЕБОВАНИЯ

Многие виды бумаги вырабатываются с применением минеральных наполнителей, которые вводятся в бумажную массу после размола.

В качестве наполнителей бумаги используют каолин, гипс, тальк, асбестин, бланфикс, мел, искусственные карбонатные и силикатные наполнители, сульфид цинка, двуокись титана и некоторые другие.

Основная цель введения наполнителей в бумагу заключается в том, чтобы улучшить ее качество: повысить белизну и светонепроницаемость, гладкость, мягкость и т. д. Эти свойства особенно желательны для разнообразных видов печатной и писчей бумаги.

Наполнители значительно улучшают печатные свойства бумаги. На гладкой, впитывающей типографскую краску, мягкой бумаге печатная форма дает лучший оттиск. Полученное изображение отличается сочностью, не просвечивает на другую сторону листа и не затрудняет чтения. Последнее свойство важно и для писчих бумаг.

Применение минеральных наполнителей имеет также и определенное экономическое значение, поскольку позволяет заменить часть волокна более дешевым минеральным сырьем. Несмотря на значительные достигающие 50—60% потери наполнителей в производстве, применение их экономически выгодно.

Однако наполнители придают бумаге и отрицательные свойства, снижая ее механическую прочность и степень проклейки. Это ограничивает количество наполнителей, вводимое в бумагу.

О количестве наполнителей в бумаге судят по ее зольности. Зная зольность естественного волокна и потерю при прокаливании минерального наполнителя, не трудно подсчитать содержание последнего в бумаге. Для большинства наполнителей, кроме мела, истинное содержание их в бумаге мало отличается от значения ее зольности.

По содержанию наполнителей все бумаги можно условно разбить на четыре группы: 1) бумаги с естественной зольностью волокна, в которых наполнитель не применяется; 2) малозольные с содержанием золы до 5—6%; 3) средnezольные — до 12—15% золы и 4) высокозольные с содержанием золы от 15 до 25%.

К первой группе относятся бумаги электроизоляционные, фильтровальные, некоторые впитывающие и бумаги основы; ко второй — обойные, мундштучные, иногда газетные, перфокарточные и другие; к третьей — писчие и некоторые виды печатной бумаги, вроде офсетной и литографской; к четвертой — типографские, словарные, бумага для глубокой печати и некоторые другие; максимальная зольность их обычно не превышает 30%.

При введении наполнителей в бумажную массу свойства бумаги сильно изменяются. Так, толщина ее уменьшается, а объемный вес увеличивается. Эти изменения тем сильнее, чем больше удельный вес наполнителя. Увеличение объемного веса и уменьшение толщины бумаги при одном и том же метраже особенно полезно для печатных и книжных бумаг, так как позволяет значительно снизить толщину и объем книги и сделать ее более компактной и удобной в обращении. Изменение толщины и объемного веса сравнительно невелико у матовых бумаг, но оно становится более значительным после их каландрирования. Так, например, объемный вес чисто целлюлозной бумаги без наполнителя обычно составляет около $0,7 \text{ г/см}^3$, при зольности 15—18% он повышается до $0,8 \text{ г/см}^3$, а после каландрирования — до $1,0 \text{ г/см}^3$.

При введении минеральных наполнителей пористость и впитывающая способность бумаги возрастают и становятся тем больше, чем крупнее частицы наполнителей. Одновременно с этим заметно понижаются механическая прочность бумаги на разрыв, излом и продавливание. Это происходит потому, что частицы инертного минерального наполнителя разъединяют волокна, разрушая межволоконные связи в бумажном листе.

Почти все наполнители делают бумагу мягче и это тем заметнее, чем больше введено наполнителя. Исключение составляет гипс, который придает бумаге известную жесткость и звонкость. По этой причине он не рекомендуется для наполнения печатных бумаг, где требуется мягкость, но его с успехом можно применять для писчих и почтовых бумаг, жесткость и звонкость которых не считаются дефектом.

Гладкость некаландрированной матовой бумаги при введении наполнителей существенно не изменяется, но зато при каландрировании такой бумаги она значительно повышается. Большую гладкость бумаге сообщают тонкодисперсные и пластичные минеральные наполнители вроде бланфикса, талька, асбестина и каолина. Менее эффективные в этом отношении такие грубодисперсные и жесткие наполнители, как гипс, особенно необожженный.

Весьма важным показателем многих видов печатных и некоторых технических бумаг является деформация, т. е. изменение размеров бумаги после намокания в воде и при последующей сушке. В ряде случаев требуется, чтобы деформация была минимальной. Это особенно важно для бумаг, используемых в многокрасочной печати, аэрофотосъемках и т. д. Один из способов снижения деформации бумаги — введение в бумажную массу наполнителей.

Очень важное свойство бумаги, предназначенной для письма и печати, — ее белизна и непрозрачность. При выработке белых высокосортных бумаг волокнистые полуфабрикаты имеют белизну в пределах 80—90%. Поэтому очень важно, чтобы и у минеральных наполнителей она была не ниже 85—90% при производстве обычных белых бумаг и выше 90% — при выработке высокосортных.

Только при изготовлении полубелых и небелых видов бумаги типа писчих и печатных № 2 и № 3 возможно применение наполнителей с белизной в пределах 70—80%. Еще менее белые наполнители могут применяться при выработке некоторых бумаг, окрашенных в темные цвета, и низкосортных, однако потребность в таких наполнителях в бумажной промышленности сравнительно невелика.

Прозрачность и непрозрачность бумаги зависят от ее однородности, пористости или степени уплотнения, а также от наличия минеральных наполнителей, отличающихся от волокнистого материала способностью отражать и преломлять световые лучи. При этом непрозрачность бумаги тем выше, чем больше наполнителя присутствует в ней. Они отличаются от целлюлозного волокна коэффициентом светопреломления.

Характеристика наполнителей

Наполнитель	Белизна, %	Коэффициент преломления света	Средние размеры частиц, мк	Удельный вес
Барит	95	1,64	2—5	4,48
Бланфикс	98—99	1,64	0,5—2	4,35
Мел	78—96	1,56	3—5	2,7
Осажденный карбонат кальция	95—98	1,56	0,2—0,5	2,7—3,0
Натуральный гипс	68—93	1,52	10—15	2,2—2,4
Обожженный гипс	93—98	1,58	1—5	2,8—2,9
Каолин	70—94	1,56	0,5—5	2,5—2,7
Диатомовая земля	60—90	1,33	2—10	2,3
Цинковые пигменты:				
литопон	98	1,84	0,35	4,3
сульфид цинка	»	2,37	0,3	4,0
окись цинка	»	2,01	0,3	5,6
Тальк и асбестин	49—91	1,56	10—15	2,3—2,8
Титановые пигменты:				
диоксид титана	98—98,5	2,55—2,7	0,3—0,35	3,9—4
титано-кальциевый пигмент	98	1,98	0,55	3,25
Небеленая целлюлоза	55—65	1,53		
Беленая целлюлоза	80—90	»		
Тряпичная полумасса, хлопковая	92—96	»		

Оптические характеристики различных видов минеральных наполнителей приведены в табл. 1. Наибольшими коэффициентами светопреломления отличаются диоксид титана, сульфид цинка и бланфикс. Эти наполнители и сообщают бумаге максимальную непрозрачность. Мел, каолин и тальк близки по оптическим константам к целлюлозе, однако и они придают бумаге высокую непрозрачность. Это происходит потому, что наполнитель, располагаясь между волокнами, увеличивает оптическую неоднородность бумажного листа, образуя дополнительные воздушные пленки, усиливающие рассеяние светового луча.

Особенно эффективны как наполнители, придающие бумаге непрозрачность, титановые пигменты, которые примерно в 5—10 раз эффективнее, чем каолин. Они находят широкое применение за рубежом для наполнения высокосортных бумаг, несмотря на высокую их стоимость. Особенно эффективны они при производстве тонких печатных бумаг. Для того, чтобы сообщить такой бумаге надлежащую непрозрачность, допускающую печатание с обеих сторон листа, приходится вводить очень большое количество обычных минеральных наполнителей, например каолина (до зольности 25—30%). В этих условиях резко снижается прочность бумаги, а, следовательно, и ее качество. Применяя же титановые пигменты, необходимую степень непрозрачности тонкой печатной бумаги можно достичь при сравнительно малых количествах золы (порядка 5%), причем бумага сохраняет хорошую прочность.

Механическая прочность бумаги снижается при введении минеральных наполнителей следующим образом (табл. 2).

Считается, что при повышении зольности бумаги на 1% (для каолина) разрывная длина ее снижается на 1,75%, а сопротивление излому — на 10%.

Проклейка бумаги при введении минеральных наполнителей также уменьшается. Поэтому при выработке хорошо клеенных бумаг (писчих, почтовых, чертежных и др.) вводят ограниченное количество наполнителей до зольности не выше 6—8%. Особенно сильно понижается степень проклейки при содержании золы более 10% (так, при зольности 18% степень проклейки понижается на 60—70%), что резко ухудшает качество писчей бумаги и вызывает увеличение расхода канифоли для ее проклейки.

Таблица 2

Влияние каолина на механическую прочность печатной бумаги № 2

Зольность бумаги, % . . .	0,8	9,7	12,2	14	17,2	21
Разрывная длина, м . . .	2910	2500	2440	2210	1970	1640
Сопrotивление излому	20	16	14	11	10	6

К числу нежелательных свойств, которые сообщают бумаге минеральные наполнители, наряду с уменьшением механической прочности и степени проклейки, следует отнести пыление бумаги при печатании и последующей обработке, что приводит к загрязнению печатных форм, затрудняет процесс печатания и снижает качество изображения.

Пыление бумаги возрастает с увеличением количества наполнителей и вызывается главным образом их грубыми фракциями с величиной частиц свыше 20 мк, которые выкрашиваются с поверхности бумажного листа. Пыление бумаги может быть уменьшено путем введения в бумажную массу связывающих веществ: крахмального клея, карбоксиметилцеллюлозы, меламина-формальдегидной смолы, парафина и некоторых других. Однако это значительно увеличивает затраты производства и требует применения сравнительно дефицитных и дорогих материалов.

Минеральные наполнители, вводимые в бумажную массу в виде суспензии концентрацией 100—200 г/л, лишь частично удерживаются в бумаге, основная же их масса идет вместе с водами в отход, и, если не принять соответствующих мер по использованию оборотных вод на бумагоделательной машине, то потери наполнителей были бы очень велики.

При надлежащей организации технологического процесса удержание наполнителей в бумаге достигает 70—80%, тогда как при отсталой технологии оно может опускаться до 30—40%.

Удержание¹ наполнителей в бумаге зависит от многих факторов, к которым в первую очередь относятся свойства самих наполнителей: степень дисперсности и фракционный состав по размерам частиц, форма частиц и удельный вес, а также растворимость в воде и в слабых кислотах. Лучше всего удерживаются в бумаге наполнители, обладающие чешуйчатой (тальк) и игольчатой (асбестин) формой частиц, хуже — наполнители с округлой формой частиц (каолин и мел), а также гипс, легко растворимый в воде. Каолины сухого обогащения, характеризующиеся более равномерным распределением разнозернистых фракций и меньшим содержанием тонкодисперсных частиц по сравнению с каолином мокрого обогащения, лучше удерживаются в бумаге.

Тонкодисперсные фракции наполнителей, обычно плохо задерживающиеся на сетке бумагоделательной машины волокнистым фильтром, могут быть задержаны путем коагуляции и сообщения им положительного заряда, что осуществляется при помощи специальных коагулирующих добавок вроде активированного силиката и специально приготовленного животного клея и глинозема. Этот способ получает в последнее

¹ Удержание наполнителя — количество оставшегося в бумаге наполнителя, выраженное в процентах от исходного (задаваемого в бумагу).

время широкое распространение и внедряется на многих наших бумажных предприятиях, вырабатывающих бумагу с высоким содержанием наполнителей.

Удержание наполнителей в бумаге зависит также от технологических факторов производственного процесса: степени помола бумажной массы, веса квадратного метра продукции, степени разбавления и т. д. Однако регулирование этих факторов не всегда может повышать удержание наполнителей, поскольку технологический режим производства бумаги обеспечивает прежде всего получение заданных свойств бумаги по ряду показателей, которые должны быть выдержаны.

Очень важно для удержания наполнителей в бумаге использовать на предприятии оборотные воды, улавливая из них волокна и наполнители. Применяя флокулирующие вещества для коагуляции наполнителей на сетке бумагоделательной машины и рациональные схемы использования оборотных вод, можно повысить удержание наполнителей с 40—50 до 70% и более. Над этим вопросом в настоящее время работает Центральный научно-исследовательский институт бумаги, Ленинградская лесотехническая академия им. С. М. Кирова и другие предприятия.

Наиболее пригодными наполнителями в производстве массовых видов печатной и писчей бумаги являются каолин и тальк, а для производства высокосортных печатных и технических видов — титановые и цинковые пигменты, бланкфикс и искусственные силикатные наполнители.

Гипс находит сравнительно ограниченное применение в бумажной промышленности и мало пригоден для наполнения печатных бумаг, так как он придает им нежелательную жесткость. Однако его можно использовать для писчих бумаг, а в смеси с каолином и для печатных. Лучшими свойствами в отношении белизны, мягкости и чистоты обладает обожженный гипс.

Незначительно в бумажном производстве использование и мела, имеющего некоторые нежелательные свойства. Разлагаясь под влиянием кислой среды при отливе бумажной массы на машине с выделением углекислоты и сильно вспенивая эту массу, он затрудняет ее отлив и ухудшает качество бумаги.

В зарубежной практике часто пользуются искусственными карбонатными наполнителями, которые получают, осаждая карбонат кальция из хлористого кальция и соды или пропуская углекислый газ через известковое молоко в скруббере.

Природный сернокислый барий — барит — отличается грубой дисперсностью и мало пригоден для бумажного производства. Этот наполнитель готовят искусственно (бланкфикс), осаждая сернокислый барий из раствора хлористого бария серной кислотой. Полученный осадок промывают и сгущают на фильтр-прессах до сухости — 35—40%. Бланкфикс отличается высокой дисперсностью и исключительной (до 98—99%) белизной. Он применяется для наполнения высокосортных бумаг: фотоподложки, высшей печатной и др.

Сульфид цинка и титановые пигменты имеют высокую белизну, необходимую дисперсность (средний размер частиц титановых пигментов 0,3 мк) и большой коэффициент преломления (2,0—2,7). Они применяются для наполнения высокосортных бумаг, где требуется высокая белизна и непрозрачность в сочетании с механической прочностью бумаги. Очень часто титановые пигменты используются в сочетании с другими, более дешевыми наполнителями, например с каолином.

В настоящее время у нас не производится высокосортных искусственных пигментов в качестве наполнителей для бумажной промышленности, испытывающей в них большую потребность.

В последние годы за рубежом начинают получать и применять искусственные кальциево-силикатные наполнители, которые по своей природе являются тонкодисперсными гидросиликатами кальция. Эти наполнители отличаются высокой белизной, большим коэффициентом светопреломления и по своей стоимости значительно дешевле дорогих титановых и цинковых пигментов. Производство подобных наполнителей следует наладить и у нас.

К числу естественных силикатных наполнителей можно отнести диатомитовые (инфузорная земля). Они обладают рядом положительных свойств: хорошо удерживаются в бумаге, улучшают ее белизну и печатные свойства и т. д. Бумажная промышленность желала бы получить такой наполнитель, хотя бы и в небольшом количестве.

Таким образом, к числу основных показателей для минеральных наполнителей, применяемых в бумажном производстве, относятся: белизна, чистота, отсутствие грубодисперсных фракций и песка, отсутствие химически активных веществ, могущих ухудшить белизну бумаги или окрасить ее, а также вступить в реакцию с ее компонентами (например окислы железа и др.). Кроме того, имеет значение гранулометрический состав и влажность наполнителя.

Е. Ф. Беленький

ПРИМЕНЕНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В ЛАКОКРАСОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ¹

План развития лакокрасочной промышленности предусматривает большой рост производства пигментов и выпуска на их основе различных красок. Так, выпуск белых пигментов за семилетку возрастает в 2,5 раза, а свинцовых и цинковых кронов — в три раза. Рост производства отдельных пигментов в каждой группе неодинаков. В группе белых пигментов, например, выработка литопона, свинцовых и цинковых белил, увеличится примерно в два раза, а двуокиси титана — наиболее широко применяемого в настоящее время белого пигмента и основного потребителя наполнителей, — в десятки раз. В результате увеличения выпуска двуокиси титана, естественно, сильно возрастет к 1965 г. и потребность в наполнителях.

Основным показателем, определяющим технические свойства пигментов, применяемых в лакокрасочной промышленности, является укрывистость. Под укрывистостью понимается способность пигмента, находящегося в краске, закрывать поверхность, на которую наносится краска. Различные пигменты обладают этим свойством в неодинаковой степени. Одни из них закрывают окрашиваемую поверхность при расходе (в виде краски) 30—40 г/м² (в пересчете на сухой пигмент) и меньше; других нужно для достижения того же эффекта 100—150 г/м², а третьих (лессирующих) — еще больше. Укрывистость пигмента зависит от показателя его преломления или, вернее, от разности показателей преломления пигмента и пленкообразователя, а также в некоторой мере и от дисперсности пигмента. Чем больше показатель преломления, тем больше разность показателей пигмента и пленкообразователя и тем выше укрывистость. Так, для цинковых белил $n_{сп} = 2,0$ (Na) и укрывистость 100—120 г/м², а для двуокиси титана $n_{сп} = 2,5$ (Na) и укрывистость 40—45 г/м².

Если к пигменту, обладающему высоким показателем преломления, а следовательно и большей укрывистостью, добавить тонко измельченное минеральное вещество (наполнитель) с низким показателем преломления $n_{сп} 1,5$ (Na), то укрывистость смеси будет средней между укрывистостью пигмента и наполнителя и тем ниже, чем больше наполнителя введено в смесь. Стоимость таких смесей всегда значительно ниже стоимости пигмента, но расход их больше расхода чистого пиг-

¹ Статья была представлена в 1959 г.

мента. Несмотря на это, применение смесей считается выгодным, поскольку укрывистость их не подчиняется правилу аддитивности и стоимость пигмента при разбавлении его наполнителем падает быстрее, чем укрывистость.

Поэтому в лакокрасочной промышленности укоренилась практика разбавления пигментов с высокой укрывистостью сравнительно дешевыми тонко измельченными минеральными наполнителями. Однако необходимо оговориться, что установившееся у некоторых производителей представление о том, что введение наполнителей в пигментную часть краски производится только для снижения себестоимости готовой продукции и облегчения баланса сырья, не всегда правильно.

При изготовлении краски с хорошо кроющим пигментом, не разбавленным наполнителем, нужная укрывистость ее достигается при содержании в ней уже небольшого количества пигмента. Пленка такой краски хорошо укрывает изделие, но из-за отсутствия необходимого количества твердых минеральных веществ обладает недостаточно высокими механическими свойствами: заниженной твердостью, небольшой стойкостью против влаги и атмосферных реагентов и др. Основное назначение наполнителей и заключается в предупреждении снижения технических свойств красочных пленок, обусловленного недостатком в них твердых минеральных веществ.

Изучению методов повышения качества наполнителей, их влияния на качество красочных пленок и продолжительность их жизни посвящено большое количество отечественных и зарубежных работ, где в качестве наполнителей рекомендуются нерудные ископаемые, подвергнутые в большинстве случаев специальной обработке, которая, как правило, сводится к отбелке и тонкому измельчению минерала.

Один из зарубежных исследователей (Reintures, 1957) классифицирует наполнители, применяемые в лакокрасочной промышленности, по целевому их назначению:

наполнители, снижающие стоимость продукции,— глины, сульфат бария, углекислый кальций, слюда;

наполнители, предупреждающие выпадение пигмента в осадок,— бентонит, слюда, каолин;

наполнители, повышающие влагостойкость пленки,— слюда;

наполнители, повышающие прочность пленки,— диатомит, слюда, тальк;

наполнители, вызывающие образование пленок с матовой поверхностью,— диатомит, каолин, тальк;

наполнители, применяемые для повышения вязкости красок,— каолин;

наполнители, повышающие сопротивление пленок трению,— диатомит, кварц, сульфат бария, тальк, пемза;

наполнители, облегчающие нанесение краски кистью,— диатомит, сульфат бария.

Если некоторые пункты этой классификации и являются спорными, то в целом она все же свидетельствует о различном влиянии наполнителей на свойства красочной пленки, а также о широком ассортименте применяемых за рубежом наполнителей. Из литературных данных известно, что в некоторых зарубежных странах, кроме того, в качестве наполнителей применяют ряд нерудных ископаемых, имеющих местное значение. В СССР ассортимент наполнителей очень ограничен. Это тяжелый шпат и карбонаты кальция. Но и они используются в небольших количествах. Ограниченное применение наполнителей лакокрасочной промышленностью — следствие того, что у нас нет специальных организаций, занимающихся их переработкой.

Основными показателями, определяющими технические свойства наполнителей, являются цвет и дисперсность.

Цвет наполнителей должен быть возможно ближе к белому, а наполнители, применяемые с белыми пигментами, должны быть чисто белого цвета, так как при введении окрашенного наполнителя в пигмент цвет последнего изменяется и тем сильнее, чем интенсивнее окраска наполнителя.

Наполнители чисто белого цвета получают за счет добычи из минералов белого цвета, таких как легкий шпат и мел. Кроме того, белые наполнители получают путем специальной химической обработки тонко молотого барита, который в естественном состоянии имеет сероватый, голубоватый или желтоватый цвет.

Методы отбеливания барита изучались и в СССР, и за рубежом. В СССР в отраслевом Институте лакокрасочной промышленности (ГИПИ-4) и его Ленинградском филиале исследовались три метода. Один из них сводится к растворению барита в крепкой серной кислоте (купоросном масле) с последующим осаждением сернокислого бария путем разбавления кислоты; окрашивающие барит примеси при этом остаются в растворе. По второму методу барит растворяют в расплавленной поваренной соли; растворение сплава в воде приводит к осаждению белого сернокислого бария. Третий способ заключается в обработке измельченного барита серной кислотой с последующей промывкой водой. В этом случае окрашивающие его примеси растворяются в серной кислоте и он отбеливается. Первые два метода оказались невыгодными, так как с ними связаны большие отходы разбавленной серной кислоты или раствора поваренной соли, регенерация которых делает процесс неэкономичным, третий может быть с успехом использован в промышленности. Известны также и другие способы отбеливания барита, например нагреванием тонко измельченной руды с окислителями и последующим удалением окисленных продуктов соляной кислотой, смесью соляной и серной кислот, при кипячении, серной кислотой в присутствии восстановителей, фосфорной кислотой и фосфатами аммония при нагревании и др.

Из всех этих методов можно применять любой в зависимости от количества и природы примесей, окрашивающих породу. Лучшее из разработанных в настоящее время методов, заключающийся в обработке прокаленного или непрокаленного барита при нагревании разбавленной 50%-ной серной кислотой с последующей промывкой и размолотом отбеленного продукта.

Планы развития промышленности предусматривают сильный рост потребления мела, главная масса которого предназначена для изготовления шпаклевок. Наличие у него какого-нибудь оттенка не является для этого препятствием, когда же мел используется в качестве наполнителя белых пигментов, цвет его должен быть чисто белым. В этом случае применяют или тщательно отмученный природный мел, или углекислый кальций (в зарубежной практике), осажденный из известкового молока. Частицы осажденного мела покрывают, как правило, каким-нибудь гидрофобным веществом, например стеаратом алюминия.

Несколько легче обеспечить второе из указанных выше основных технических свойств наполнителей — достаточную их дисперсность. Измельчение наполнителя должно обеспечивать, как правило, полное его прохождение через сито с 16 000 отверстий на 1 см^2 , так как только в этом случае частицы наполнителя в красочной пленке не будут возвышаться над частицами пигмента. В принципе же измельчение должно быть еще более тонким, а размеры частиц 3—5 мк, чтобы упаковка их в красочной пленке была плотнее. Это может быть достигнуто окон-

чательным помолом наполнителя на мельницах микроайзер, атомайзер, струйных и др.

Наполнители, используемые в настоящее время лакокрасочной промышленностью СССР, этим элементарным и обязательным требованиям не удовлетворяют. Наиболее широко применяемый наполнитель — барит — поступает на лакокрасочные заводы в виде темно-серых концентратов грубого помола, являющихся отходами обогащения полиметаллических руд. Остальные наполнители — мел, тальк, легкий шпат и другие — поставляются на лакокрасочные предприятия случайными поставщиками, не учитывающими специфических требований лакокрасочной промышленности.

Одной из ближайших задач, решение которой должно способствовать выполнению семилетнего плана, является организация добычи в достаточном количестве нерудных ископаемых, используемых лакокрасочной промышленностью в качестве наполнителей, и переработка их с целью получения вполне удовлетворительных продуктов.

Выше уже указывалось, что и в СССР, и за рубежом производились многочисленные исследования влияния различных наполнителей на свойства лакокрасочной пленки и продолжительность ее жизни. Результаты исследований показали, что качество красочных пленок во многом зависит от формы частиц наполнителя. Особенно показательны в этом отношении тальк и слюда. Частицы этих наполнителей, имеющие форму чешуек, располагаются горизонтальными слоями, параллельно поверхности пленки и препятствуют проникновению в нее влаги, в результате чего влагоатмосферостойкость ее повышается. Тальк, асбест и другие наполнители с частицами чешуйчатой или волокнистой формы повышают атмосферостойкость масляных покрытий на литопоне. Применяемый с другими пигментами тальк тоже сильно замедляет наступление коррозии.

Аналогичным эффектом обладает, судя по литературным данным, и измельченная слюда. Срок службы содержащих ее красок вдвое больше, чем тех, в которых ее нет. Кроме того, слюда в несколько раз повышает жаростойкость покрытия.

Испытание покрытий на стойкость их к действию 3%-ного раствора поваренной соли показало, что за время, в течение которого покрытие, не содержащее слюды, разрушилось в этом растворе на 50%, покрытие со слюдой не изменилось, а к моменту, когда первое разрушилось полностью, на втором появились лишь мелкие пузыри. Повышенная атмосферостойкость покрытий, содержащих в качестве наполнителей тальк и слюду, подтвердилась также результатами экспозиции красок на атмосферных станциях.

Изучение влияния соотношений пигмента и слюды на коррозионную стойкость покрытия показало, что присутствие в пигменте до 25% слюды мокрого помола, проходящей через сито с 16 000 отверстиями на 1 см^2 , не снижает защитных свойств покрытия.

Следует также указать, что введение таких наполнителей, как тальк и слюда, в двуокись титана (в форме анатаза) заметно снижает меление покрытий, содержащих этот пигмент.

За рубежом в качестве наполнителей используются также различные карбонаты кальция: известняк, мел и др. Наряду с ними широко применяется и осажденный мел, который для придания ему гидрофобности обрабатывают натриевыми солями пальмитиновой, рецинолевой, сленновой и других кислот.

Испытания покрытий с такими наполнителями, произведенные зарубежными и советскими исследователями (Давыдовская, Грозовская, Великославинская и другие), изучавшими мел Шебекинского месторождения и мраморную муку, показали, что мел является полноценным

наполнителем. Атмосферостойкость покрытий, содержащих смесь рутила с мелом, оказалась не ниже, чем при использовании других наполнителей.

Упомянутые выше наполнители, не исчерпывают всего разнообразия материалов, пригодных для применения в лакокрасочной промышленности.

Для выявления новых видов пигментов Ленинградский филиал ГИПИ исследовал в качестве наполнителя минерал кольскит, присланный работниками Кольского филиала АН СССР. Залежи кольскита известны на Кольском полуострове. Минерал этот внешне несколько сходен с тальком; образцы его представляют собою жирные на ощупь куски сероватого цвета. По данным анализов кольскит является гидросиликатом магния¹. Судить о возможности использования кольскита как наполнителя несколько преждевременно, так как изучение его начато совсем недавно и для суждения о его влиянии на атмосферостойкость покрытий нет достаточного количества данных. Первые ориентировочные опыты над ним показали, что кольскит, по-видимому, можно будет отбеливать фосфорной кислотой.

Несомненно, что в ближайшие годы будут разведаны месторождения новых полезных ископаемых, которые обеспечат промышленность наполнителями вполне доброкачественным сырьем.

В приведенной ниже таблице исчислена потребность в наполнителях на 1965 г. Эта потребность составляет 190 тыс. т. различных наполнителей.

Таблица

Предполагаемая потребность в наполнителях для лакокрасочной продукции на 1965 г.
(в т)

Наполнитель	Тертые масляные краски		Эмалевые белильные краски	Перхлорвиниловые лаки и эмали	Нитроцеллюлозные лаки и эмали	Водорастворимые краски и силикаты	Всего
	белые	колерные					
Барит	8550	2750	16 000	506	—	—	28 000
Тальк	8550	2750	16 000	2960	2382	2052	35 000
Легкий шпат тонкоизмельченный	29 700	13 000	—	—	—	—	42 700
Осажденный сернокислый кальций и микроизмельченный легкий шпат			14 000				14 000
Слюда						1500	1 500
Мел*					500	57 000	57 500
Микроасбест*						13 000	13 000
Всего							191 700**

* Для шпаклевки под водоземulsionные краски.

** Это количество наполнителей (в %) будет израсходовано в следующих районах:

РСФСР	—66,5
Центральный район	—30,6
Урал, Сибирь, ДВК	—13,0
Прочие	—56,4
УССР	—19,0
Прочие районы	—14,5

¹ Кольскит (сунгулит) — псевдоморфоза антигорита по слюде — имеет чешуйчатый характер и является структурной разновидностью серпентина.

Приведенная в этой же таблице потребность в наполнителях лакокрасочной промышленности в 1965 г. не исключает необходимости предусматривать дальнейшее развитие их добычи и производства, так как к концу семилетки намечается значительное увеличение работ по проектированию и строительству заводов двуокиси титана, являющейся основным потребителем наполнителей.

Несмотря на многочисленные работы, посвященные исследованию влияния наполнителей на качество покрытий, в настоящее время все же нет достаточного количества данных для создания государственных ОСТ на наполнители. Этот вопрос должен быть предметом особого исследования. В качестве первых показателей для будущего ГОСТ нужно принять: чисто белый цвет, полное прохождение измельченного продукта через сито с 16 000 отверстиями на 1 см^2 , отсутствие водорастворимых солей.

А. С. Антонова

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НАПОЛНИТЕЛЯМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРАФИТНЫХ КАРАНДАШЕЙ

В СССР имеются четыре карандашные фабрики. Из них в РСФСР — три: в Москве — две и в Томске — одна и в УССР одна — в г. Славянске. Три карандашные фабрики РСФСР выпускают 87% общего объема производства карандашей. С 1953 г. карандашная промышленность Москвы специализирована. Фабрика им. Красина выпускает карандаши графитные (школьные, канцелярские, чертежные) и химические. Фабрика имени Сакко и Ванцетти выпускает цветные рисовальные карандаши. Здесь мы остановимся только на наполнителях для графитных карандашей.

Сырьем для производства карандашных стержней служат графит, красители и др.; в качестве наполнителей используются глина, тальк, каолин.

В год требуется: графита — 600 т, глины — 400 т, каолина — 300 т, талька — 600 т.

Назначение графита в карандашных стержнях — оставлять черту при письме на бумаге. Глина является связкой, определяющей механические свойства стержней — их твердость и прочность. Графиты применяются кристаллические — крупночешуйчатые. Добываются они на Тайгинском, Завальевском и Ботогольском месторождениях. Из глин, испытанных в производстве карандашных стержней, лучшими считаются с Часов-Ярского месторождения — марка Ч-О (часов-ярская особая).

Графит и глина, поступающие на фабрику, подвергаются предварительной обработке. Глина очищается от механических примесей и от крупных неразмокающих частиц, а графит измельчается в вибро-мельницах. Затем графит и очищенная глина смешиваются вначале в вибро-мельницах, а затем в пропеллерном смесителе.

Приготовленная таким образом масса фильтруется, сушится и поступает на подготовку к формованию, которое производится в лопастных мешателях с добавкой воды и связующего материала (препарированный крахмал или пектиновый клей). Формование стержней осуществляется на гидравлических прессах при влажности 13—15%. Сформованные стержни поступают на сушку, а затем на обжиг. Обжиг производится в тоннельных печах, обогреваемых мазутом или газом, при температуре 900—1050° (в зависимости от твердости стержней).

Обожженные стержни пропитываются жирами (стеарин, саломас, воск, монтан). После этого проверяются их пишущие свойства. Проверка производится по следующим показателям:

1) размер стержней (длина, диаметр и др.); 2) прочность на изгиб и устойчивость в заточенном виде; 3) твердость стержней по эталонным

пластинкам и методам шлифования на аппарате Амслера; 4) скольжение стержней и др.

Технология изготовления карандашных стержней на основе графит — глина — сложный технологический процесс, который зависит как от характеристики сырья, идущего на их изготовление, так и от технологических параметров производственного процесса.

Графит. В применении к карандашам графит можно рассматривать как краситель, накладываемый на бумагу. Карандаш должен оставлять на ней темную черту, легко двигаться, быть устойчивым при нажиме. Способность графита оставлять на бумаге черту связана с его структурой — мягкостью и легкостью отрыва частиц по спайности. Такие свойства графита, как поглощение воды и прессуемость тоже влияют на технологию изготовления стержней, что, в свою очередь, сказывается на качестве пишущих свойств стержней.

Хорошо ложится на бумагу лишь измельченный графит. В результате измельчения первоначальная структура частиц графита нарушается и свойства его значительно меняются. Чем тоньше размол минерала, тем интенсивнее его окрашивающая способность. Сравнительные испытания кристаллических графитов показали, что графиты Ботокольского и Завальевского месторождений имеют большую окрашивающую способность, чем Тайгинский.

Из технологических свойств графита особо выделяется его прессуемость, т. е. способность порошка под давлением приобретать и сохранять определенную форму и размеры. Крупнокристаллические чешуйчатые графиты прессуются с «отлипом» и иногда дают трещины. Размолотые, они имеют гладкую плотную поверхность. Прессуемость графита и его скольжение по бумаге определяются также его структурой. Кристаллические скользят лучше, чем скрытокристаллические.

Исходя из повышенных требований к качеству пишущих свойств карандашей, особенно к группе чертежных, выработались и соответствующие требования на карандашный графит. Они заключаются в следующем:

1) графит должен быть кристаллическим и иметь пластинчатую структуру;

2) содержание минералогических примесей в нем не должно превышать 5%;

3) частицы первоначального графита не должны быть крупнее 60 мк;

4) после помола графит должен сохранить пластинчатую структуру, с возможно малым размером частиц, интенсивно окрашивать черту и быть однородным по гранулометрическому составу;

5) графит должен хорошо прессоваться в условиях оптимальной влажности массы для формования;

6) измельченный графит должен обладать достаточным жиропоглощением, чтобы быть интенсивным в письме.

Зарубежная карандашная промышленность (например в Чехословакии) ставит следующие требования к графитам:

1) для высококачественных чертежных карандашей должен употребляться графит Цейлонского месторождения, с содержанием углерода не менее 99%;

2) графит немецкий, идущий на изготовление школьной группы карандашей, должен содержать 95—96% углерода, а минералогический состав золы выглядеть таким образом: SiO_2 — (44—46%); CaO — (4—6%); MgO — (8—10%); R_2O_3 — (38—40%).

Глина. Специальных утвержденных технических условий на глину для карандашного производства нет.

Хорошо изучена в производстве карандашных стержней глина Часов-Ярского месторождения, марка которой Экстра № 6, использовавшаяся

карандашной промышленностью до 1941 г. Эта глина имеет следующую техническую характеристику.

1. Внешний вид: светло-серые, серые и иногда белые куски, без железистых включений, жирные на ощупь;
2. Гранулометрический состав: частиц размером 0,01—0,05 мм — не более 0,8%; частиц мельче 0,001 мм — 70—90%;
3. Потери при прокаливании — 8—12%;
4. Содержание влаги — не более 18%;
5. Химический состав: $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ (32—38%), SiO_2 (47—54%), Fe_2O_3 (до 0,5%).

Специфические требования предъявляет карандашная промышленность к вязкопластичным свойствам глин, а именно: числу пластичности, прочности на разрыв, связующим свойствам, пределу текучести и др.

Не менее важными факторами, характеризующими качества глины для карандашной промышленности, являются ее дисперсность (гранулометрический состав) и температура спекания. От всех вышеуказанных свойств зависит как технология изготовления карандашей, так и их качество.

На основании работ, проведенных на фабрике им. Красина и в Научно-исследовательском институте химической промышленности, были составлены ведомственные технические условия на глину — карандашную особую, основную, Часов-Ярского месторождения (Ч—О).

Эти требования следующие:

- 1) содержание $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ — не ниже 25%;
- 2) содержание Fe_2O_3 — не более 1,3%;
- 3) потери при прокаливании — 8—10%;
- 4) влажность — не более 15%;
- 5) содержание механических примесей — не более 1%, полное отсутствие угля и левегита;
- 6) гранулометрический состав: частиц меньше 10 мк — 100%, частиц меньше 0,2 мк — 53%;
- 7) число пластичности — не ниже 18;
- 8) прочность на разрыв — не менее 380 $\text{гp}/\text{см}^2$;
- 9) спекаемость — не выше 980—1000°;
- 10) огнеупорность — не ниже 1730°;
- 11) внешний вид — однородные куски без включений солей железа, цвет — от светло-серого до серого.

С. М. Шогам, В. И. Орлов, Е. И. Фенькова

**МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА,
ПРИМЕНЯЕМЫЕ В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ
ДЛЯ ПОРОШКООБРАЗНЫХ ИНСЕКТИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ**

Исследование некоторых минеральных веществ, проводившееся нами с целью проверки их пригодности в качестве наполнителей для дустов органических инсектицидов, состояло из следующих этапов: 1) разработка лабораторной методики исследования и установление важнейших факторов, характеризующих новые наполнители; 2) лабораторная проверка различных видов сырья по разработанным методикам и выдача рекомендаций о возможности использования их в качестве наполнителя; 3) технологическая проверка в заводских условиях сырья, получившего положительную оценку при лабораторных испытаниях. Последнее проводилось на предприятиях, производящих дусты ДДТ, и сопровождалось большей частью выпуском опытных партий дустов для определения их эффективности в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур в разных полевых условиях.

Сопоставление результатов лабораторных и заводских исследований по подбору различных наполнителей для органических инсектицидов позволило установить важнейшие факторы, характеризующие новые наполнители (см. также Шогам и др., 1959).

Этими факторами являются: химический состав наполнителя, способность наполнителя подвергаться измельчению, свойство наполнителя способствовать измельчению инсектицида, физические свойства наполнителя, микроструктура наполнителя, влияние наполнителя на термическую устойчивость инсектицида:

Химический состав. Так как в качестве наполнителей инсектицидов обычно применяют полученные из различных месторождений тальки, пирофиллиты и другие алюмо- и магниевые силикаты, то основным показателем чистоты наполнителя является содержание в нем прокаленного нерастворимого в соляной кислоте остатка. Кроме того, дополнительными показателями служат: содержание соединений железа, растворимых в соляной кислоте, потеря при прокаливании и рН водной вытяжки из исследуемого образца или содержание щелочей, титруемых соляной кислотой. Что касается минимально допустимого содержания в наполнителе соединений железа, то оно зависит от степени диспергирования этих соединений на поверхности частиц наполнителя и должно в каждом конкретном случае, как это будет показано далее, устанавливаться экспериментально.

Способность наполнителя подвергаться измельчению в отсутствие инсектицида характеризует твердость материала, с которой связана спо-

способность его в размолотом состоянии собираться в комки или образовывать агломераты. Этот фактор устанавливается путем изучения кинетики измельчения породы в стандартной лабораторной фарфоровой шаровой мельнице при соотношении веса фарфоровых шаров к весу размалываемого вещества, равном 3:1. Дисперсность материала характеризуется тремя показателями: 1) величиной диаметров частиц, определяемой методом воздушной сепарации; 2) удельной поверхностью, устанавливаемой методом измерения сопротивления при прохождении воздушной струи; 3) остатком на сите № 0090, определяемым мокрым или сухим просевом.

Свойство наполнителя способствовать измельчению инсектицида или способность инсектицида диспергироваться в присутствии исследуемого образца наполнителя. Весьма важным фактором при технологической оценке новых наполнителей является способность инсектицида измельчаться при его совместном размоле с наполнителем, так как в конечном счете этот фактор характеризует ожидаемую производительность промышленного размольно-смесительного агрегата. Лабораторная методика оценки этого свойства заключается в определении количества инсектицида, например ДДТ, измельчаемого в единицу времени при совместном размоле его с исследуемым наполнителем в специально разработанных для этого стандартных условиях. При этом в расчет берется то количество ДДТ, которое содержится во фракции дуста, состоящей из частиц диаметром меньше 22 мк, т. е. то, от чего зависит общая токсичность продукта в целом. Определение производится методом воздушной сепарации образца дуста на две фракции с последующим анализом каждой из них, на содержание в ней действующего начала ДДТ (Шогам, 1951).

Физические свойства наполнителей влияют как на производительность размольно-смесительной аппаратуры, так и на качество получаемых дустов. К числу важнейших физических свойств наполнителей следует отнести следующие.

Абсорбционная способность наполнителя. Это свойство порошка во многом зависит от пористости вещества. Высокая абсорбционная способность наполнителя желательна при получении дустов из жидких инсектицидов. С пористостью вещества связана и его гигроскопичность. Повышенная гигроскопичность, сопровождающаяся агломерацией порошка или собиранием его в комки, является отрицательным свойством наполнителя.

Для исследования гигроскопичности наполнителей применяется метод, описанный Н. Е. Пестовым (1947). Сущность метода заключается в следующем: точную навеску исследуемого вещества помещают в эксикатор над раствором серной кислоты определенной концентрации, которой соответствует относительная влажность воздуха при данной температуре, и выдерживают образец до тех пор, пока его вес перестанет изменяться.

Смачиваемость. Гидрофобность поверхности частиц наполнителя служит косвенной характеристикой «удерживаемости» распыленного порошка на поверхности листьев (Безуглый, Шогам, 1955). Исследование показало, что удерживаемость дустов, изготовленных на гидрофобных наполнителях, выше, чем дустов, полученных с применением гидрофильных наполнителей. Поэтому проверка роли добавок, вводимых в состав последних, может быть оценена по изменению смачиваемости готового продукта. Изучение краевого угла смачивания наполнителей и дустов производится на приборе конструкции П. А. Ребиндера (ардометр). Принцип действия этого прибора заключается в том, что капля жидкости, нанесенная на исследуемую поверхность, проектируется с помощью системы линз на матовый экран. Угол смачивания замеряется по шкале с помощью подвижного радиуса.

В изучении краевого угла смачивания важнейшим моментом является получение хорошей поверхности исследуемого материала, на которую наносится капля жидкости. Исследуя твердые тела, этого достигают методом простого шлифования, а при исследовании порошков — наклеиванием слоя порошка на стеклянную пластинку. Нанесение порошка на стеклянную пластинку осуществлялось способом, разработанным П. А. Ребиндером (1937). На стеклянную пластинку с помощью слабого раствора канадского бальзама в летучем растворителе наклеивают одночастичный слой порошка, высыпая его из пробирки, слегка постукивая, просеивая через сито, или припудривая с помощью ваты. Избыток порошка после улетучивания растворителя удаляют легким постукиванием пластинки. На полученную таким образом поверхность наносится капля дистиллированной воды. Наблюдения производятся через определенные интервалы времени до тех пор, пока значение краевого угла смачивания не достигнет постоянной величины.

Слеживаемость, или «усадка» порошков («плавность», или «текучесть» материала). Под этим понимается способность материала легко и плавно транспортироваться по шнекам, элеваторам, трубам, а также легко высыпаться из течек бункеров. Плавность материала зависит от внутренней структуры частиц, от способности их сцепляться друг с другом, образуя агломераты.

Явление агломерации в процессе изготовления дуста отрицательно влияет на скорость измельчения инсектицида, а также на работу сепараторов. Следует отметить, что методы проверки способности порошков к слеживанию разработаны главным образом для удобрений и их смесей (Пестов, 1947). В основу этих методов положено изменение твердости материала после выдержки его под определенным грузом. Оценка изменения твердости материала производят различными методами, в частности, измельчением в шаровой мельнице плотных агломератов, образующихся в результате слеживания, и др. Это не подходит, однако, для оценки слеживаемости наполнителей, так как они не образуют плотных агломератов под воздействием тяжести, а слеживаются лишь до степени плотных комочков, легко рассылающихся при небольшом усилии. Ситовой метод определения остатка для характеристики изменения свойств порошка не всегда применим, так как отдельные образовавшиеся комочки легко разбиваются во время проведения самого анализа.

Методика, разработанная нами для оценки слеживаемости порошкообразных препаратов, заключается в проверке изменения насыпного веса порошка (определяется при свободном падении его) до выдержки и после выдержки под определенным грузом. При этом во внимание принимается степень «обратимости» явления. В нашей методике она характеризуется кратностью определений насыпного веса образца, т. е. количеством определений, необходимых для достижения постоянного его значения.

Удерживаемость слоя распыленного порошка под воздействием искусственного дождя и ветра. Как известно, удерживаемость порошка на поверхности растений при воздействии на него различных природных условий — важный фактор, влияющий на эффективность того или иного препарата. Она зависит в известной степени от гидрофобности частиц дуста, от внутреннего сцепления частиц и других факторов, в том числе от дисперсности и формы частиц.

Метод лабораторной оценки удерживаемости при так называемом искусственном дождевании был разработан токсикологической лабораторией отдела инсектофунгицидов НИУИФ и в дальнейшем уточнен и стандартизован лабораторией неорганических инсектофунгицидов. Кроме того, он был приспособлен нами для определения удерживаемости распыленного порошка при воздействии искусственного ветра.

В основу проверки удерживаемости положено определение остатка исследуемого порошка, распыленного на целлюлозные пластинки после того, как он был подвергнут искусственному дождеванию или воздействию струи воздуха (искусственный ветер). Целлюлозные пластинки предварительно закрепляются на кругах, которые во время дождевания вращаются вокруг своей оси с помощью привода от мотора. Опыты могут производиться с предварительно увлажненными (до напыления порошка) или не увлажненными пластинками. Методика дает лишь качественную сравнительную характеристику и требует проведения нескольких параллельных определений с обязательным одновременным испытанием стандартного образца, принятого за эталон.

Микроструктура наполнителей. Изучение микроструктуры наполнителей и дутов, изготовленных на их основе, производилось с помощью как обычного микроскопа, так и электронного. Последним пользовался в своих исследованиях сотрудник Центральной аналитической лаборатории НИУИФ М. Е. Куперман.

В лаборатории НИУИФ под обычным микроскопом были исследованы предварительно размолотые образцы наполнителей, а также отдельные фракции, полученные путем воздушной сепарации изучавшихся материалов.

Методика исследования при этом была принята следующая (Шогам, 1951): измельченный наполнитель сепарировался воздушной струей на несколько фракций; первая — с диаметром частиц < 10 мк, вторая — $< 10-15$ мк, третья — $< 15-22$ мк и четвертая — $< 22-37$ мк. Исследование производилось при увеличении в 80 раз.

Все взятые образцы тальков оказались идентичными и представляли собой частицы с ярко выраженной слоистой структурой. Изучение отдельных фракций дутов, полученных из различных наполнителей, позволило сделать интересные выводы о характере распределения ДДТ на частицах наполнителя и дополнило полученные нами ранее сведения о механизме процесса образования дутов.

Микроструктура наполнителя, по всей вероятности, влияет на эффективность дуста. Из практики, например, известно, что волокнистая структура талька является фактором, неблагоприятно влияющим на эффективность дуста и производительность аппаратуры.

Термическая устойчивость ДДТ в дусте. Как известно (Вольфсон, Мельников, 1955), содержание в дустах соединений железа, растворимых в соляной кислоте, способствует термическому разложению содержащегося в них ДДТ. Происходит реакция дегидрохлорирования ДДТ с переходом его в нетоксичное соединение дихлордифенилдиэтилен. Однако наши исследования показали, что не всегда абсолютное содержание соединений железа в дусте является показателем устойчивости в нем ДДТ. Было показано, что важнее в этом отношении степень распределения таких соединений на поверхности частиц наполнителя, т. е. степень их дисперсности, а не абсолютное количество. Следовательно, установить какой-то оптимальный показатель содержания соединений железа, растворимых в соляной кислоте, нельзя. Пригодность того или иного вида местного сырья в качестве наполнителя для дуста ДДТ должна поэтому в каждом отдельном случае проверяться экспериментально. Методика этой проверки заключается в следующем.

Предварительно в лабораторных условиях из исследуемого наполнителя изготавливаются два образца дуста: один — из технического и другой — из чистого 4,4'-изомера ДДТ. Количество ДДТ берется из расчета получения в дусте 6% суммы изомеров ДДТ. Затем навески дуста, помещенные в стеклянные колбочки, выдерживаются в специальной бане при температуре 120° в течение двух часов. Во время проведения опыта через системы пропускается равномерная струя воздуха. После охлаждения

содержимое колб растворяется в этиловом спирте при нагревании, и производится количественное определение иона хлора по методу Фольгарда с обязательным применением 0,01 N растворов азотнокислого серебра и роданистого аммония.

* * *

В связи с расширением производства дустов ДДТ и ГХЦЧ были изучены различные минеральные вещества, чтобы выяснить пригодность их использования в качестве наполнителей. Все исследованные породы можно разделить на следующие группы:

Гидрофобные наполнители. К ним относятся: тальки, талько-магнезиты, талько-карбонатные и талько-хлоритовые породы и пиррофиллиты.

Гидрофильные наполнители — каолины сухого обогащения, глины и известняки.

Наполнители, промежуточные между гидрофобными и гидрофильными, — зола, улавливаемая в электрофилтрах различных ГРЭС, а также торфяная и сланцевая мука.

Наполнители с высокими абсорбционными свойствами. Сюда относятся диатомиты — трепела, опока.

Ввиду большого количества экспериментального материала, ниже приведены лишь основные выводы, которые можно сделать на основании полученных результатов.

1. Технические свойства талька, такие как жирность, скользкость, мягкость и гидрофобность, проявляются тем сильнее, чем больше содержание минерала в породе. На практике за меру чистоты породы принимается содержание прокаленного нерастворимого в соляной кислоте остатка, величина которого зависит в известной мере от содержания в нем талька. Проверка краевого угла смачивания всех исследованных образцов минералов показал, что гидрофобность породы тем выше, чем больше прокаленный остаток. Удерживаемость порошка заметно растет с увеличением гидрофобности. Поэтому содержание талька в породе определяет собой основные свойства дустов: удерживаемость, текучесть, или плавность, распыляемость и т. д. Однако содержание в тальковой породе углекислых солей кальция или магния до определенного предела вполне допустимо. Снижение величины прокаленного, нерастворимого в HCl остатка в породах типа талько-магнезитов, обусловленное присутствием углекислых солей магния или кальция, не может считаться отрицательным показателем и не вызывает сомнений в возможности использования изучаемой породы.

Пониженное содержание прокаленного остатка в других случаях свидетельствует о загрязненности породы большим количеством примесей, в том числе соединений железа, вредно влияющих на стабильность ДДТ в дустах при повышенных температурах. Поэтому, говоря о величине прокаленного нерастворимого в HCl остатка, следует иметь в виду и другой показатель — содержание углекислого магния (или кальция). Этот показатель может быть рассчитан по содержанию в тальковой породе связанной углекислоты или окиси магния, растворимой в HCl, в отличие от окиси магния, входящей в состав талька и не переходящей в раствор. Поэтому в ГОСТ на талько-магнезиты введены требования к содержанию связанной CO₂, а также к количеству окиси магния, растворимой в HCl.

2. «Слеживаемость» различных наполнителей меньше всего свойственна наполнителям гидрофобным. Они могут быть расположены по степени ее увеличения в следующем порядке: шабровский, миасский и ильменский талько-магнезиты и зола с электрофилтров электростанций. Конечный процент степени слеживания образцов колеблется от 0 до 6%,

хотя начальный процент достигает значительной величины. Наибольшую склонность к слеживанию показали гидрофильные наполнители: каолин и глины. Установлено, что добавка талька к каолину уменьшает усадку смеси.

3. Наиболее гидрофобен из исследованных материалов импортный тальк, содержащий около 93% прокаленного нерастворимого в HCl остатка. Близок к нему пирофиллит Спасского месторождения. Несколько менее гидрофобен шабровский нефлотированный тальк и еще менее шабровские флотационные отходы. Порошок, состоящий из каолина или глины, быстро впитывает нанесенную на него каплю воды. Введение в dust, изготовляющийся на кувасайской глине, 2% парафина, заметно гидрофобизует поверхность частиц глины. Dust, изготовленный на Вурнарском химическом заводе из миасского талька с добавкой парафина, наиболее гидрофобен из всех исследованных dustов, в том числе и того, который изготовлен с применением импортного образца талька, содержащего 93% прокаленного нерастворимого в соляной кислоте остатка.

4. Наименьшей гигроскопичностью обладают, как и следовало ожидать, гидрофобные наполнители — тальки различных месторождений. Сланцевая мука и зола с электростанций занимают промежуточное положение, но более близки к талькам.

5. Наименьшая термическая устойчивость характерна для ДДТ в dustах, изготовленных на кувасайской глине, хотя содержание в ней Fe_2O_3 не превышало 4%. Предварительное прокалывание этой глины при температуре 1000° инактивирует влияние железа на реакцию термического разложения ДДТ. Это подтверждает правильность сделанного нами вывода о значении степени диспергирования соединений железа в наполнителе.

6. Скорость измельчения инсектицида зависит, помимо прочих факторов, от исходной дисперсности наполнителя. Поэтому для каждого нового вида наполнителя должна быть установлена своя оптимальная дисперсность, которая обеспечит в будущем максимальную производительность размольно-смесительного агрегата.

7. Для гидрофобных наполнителей нет необходимости изыскивать добавки, увеличивающие их удерживаемость. Гидрофильные же наполнители могут быть с успехом гидрофобизированы введением 2% веретенного масла марки ЗВ или смеси парафина с веретенным маслом в соотношении 3:1. Если же в производстве dustов будет применяться новая технология, достаточно 1% смеси парафина с веретенным маслом.

8. Из исследованных образцов минеральных веществ рекомендуются в качестве наполнителей для dustов органических инсектицидов следующие:

Гидрофобные наполнители

Тальк Киргитейского месторождения (Красноярский край), миасский низкосортный и грузинский.

Талько-магнезиты — ильменский (Челябинская область, ст. Миасс), шабровский нефлотированный (Свердловская область), сыростанский, веселянский (Запорожская область).

Талько-хлоритовые сланцы Турган-Кайван-Аллушта (Карельская ССР), Урал-Дача (Челябинская область) — желательны только для dustов ГХЦГ.

Пирофиллиты — спасский, суранский (Казахская ССР).

Гидрофильные наполнители

Каолин — еленинский (Свердловская область) сухого обогащения, прыанский, глуховецкий (Украинская ССР).

Глины бурые — каганские.

Для гранулированных порошков

Бентонит — грузинский, туркменский и *вспученный перлит* Арагацко-го месторождения.

Прочие

Зола Новомосковской ГРЭС, с электрофильтров ГРЭС-18 и ГРЭС-19, Горьковского канифольного завода.

Сланцевая мука Инцобского месторождения (Грузинская ССР).

Трепел Алатырского месторождения (как местное сырье) Чувашская АССР, *опока вольская*.

Торфяная зола (Горьковская область).

Некоторые из указанных наполнителей прошли производственные испытания.

9. Рекомендованы наполнители для новых органических инсектицидов (хлориндан, гептахлор и др.) и для комбинированных дустов ДДТ и полихлорпинена, ДДТ и обогащенного гамма-изомером ГХЦГ. Предлагаются новые методы получения комбинированных дустов, позволяющие снизить содержание действующего начала и, кроме того, сохранить его (например, смесь ДДТ с хлортепом) в виде жидкой пленки на частицах наполнителя.

ЛИТЕРАТУРА

- Безуглый С. Ф., Шогам С. М. Некоторые физико-химические свойства инсектицидных эмульсий и порошкообразных препаратов.— Химическая промышленность, 1954, № 5.
- Вольфсон Л. Г. Мельников Н. Н. Дусты, эмульсии и суспензии ДДТ и ГХЦГ.— Сб. работ НИУИФ, 1955, выпуск 156, № 6.
- Пестов Н. Е. Физико-химические свойства зернистых порошкообразных химических продуктов. Изд-во АН СССР, 1947.
- Ребиндер П. А. Измерения смачивания, как новый физико-химический метод анализа и характеристики материалов и процессов.— Заводская лаборатория, 1937, № 11.
- Шогам С. М. Фракционный состав наполнителей дустов ДДТ и гексахлорана и распределение действующего начала в них как фактор, определяющий качество этих дустов.— Химическая промышленность, 1951, № 10.
- Шогам С. М., Орлов В. И., Эпштейн Т. Б., Сидорова С. В., Фенькова Е. И. Дусты, эмульсии и смачивающиеся порошки органических инсектоfungицидов.— Сб. работ НИУИФ, 1959, вып. 165.

РЕШЕНИЕ ПЕРВОГО МЕЖДУВЕДОМСТВЕННОГО СОВЕЩАНИЯ ПО МИНЕРАЛЬНЫМ НАПОЛНИТЕЛЯМ

Первое совещание по минеральным наполнителям отмечает большую своевременность постановки вопроса о дальнейшем ускорении развития химической промышленности и важную роль в этой проблеме вопросов, связанных с улучшением использования в целом ряде производств различных минеральных наполнителей.

Междуведомственный характер совещания позволяет представить довольно полно существующее положение с использованием минеральных наполнителей в части освоения сырьевой базы, научно-исследовательских технологических работ, проблем и трудностей производства, а также выявить важнейшие направления дальнейших исследований.

В последнее время промышленные исследовательские организации усилили работу по изучению новых минеральных наполнителей и улучшению использования уже известных и используемых их видов. Вместе с тем следует отметить, что в ряде случаев исследования ведутся чисто эмпирически без глубокого проникновения в природу явлений, обуславливающих то или иное поведение наполнителей в материалах. Усилия исследовательских организаций в деле изучения минеральных наполнителей сталкиваются со следующими трудностями:

- 1) отсутствием исчерпывающего освещения сырьевой базы минеральных наполнителей, что объясняется незнанием требований к наполнителям в геологоразведочных и горнорудных организациях;
- 2) недостаточной дифференцированностью и устарелостью некоторых существующих стандартов на сырье и полупродукты для минеральных наполнителей;
- 3) несвоевременным направлением представительных проб сырья или поступлением их в состоянии, затрудняющее изучение в ведомственных институтах и лабораториях;
- 4) отсутствием координации и параллелизмом в работе отдельных отраслевых исследовательских организаций.

Промышленность, использующая минеральные наполнители, испытывает серьезные затруднения в связи с их недостатком и поставкой неоднородного и не соответствующего стандартам сырья как в части содержания вредных примесей, так и тонины помола, а кроме того, в связи с отсутствием предварительной активации или других видов предварительной обработки и облагораживания сырья. Это приводит к частому возникновению брака на производстве и к огромным непроизводительным затратам на дополнительную проверку качества сырья и дополнительную его обработку на предприятиях-потребителях, а также непомерно затрудняет введение механизации и автоматизации, повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции.

Намечающийся существующими планами колоссальный рост промышленности, использующей минеральные наполнители, с значительным

сдвигом ее географического размещения в сторону восточных районов страны, находится в серьезной зависимости от количества, разнообразия и стандартности качества выпускаемых минеральных наполнителей и расширения районов их производства. Существующая сырьевая база минеральных наполнителей в СССР и возможности ее расширения вполне позволяют решить эту задачу при устранении отмеченных недостатков.

Констатируя существующее положение в целом, совещание постановило:

1. Просить планирующие органы проанализировать состояние исследовательских работ по минеральным наполнителям, обратив внимание, в частности, на следующие вопросы: изучение технологических свойств руд, их обогатимости и возможностей предания им необходимых свойств; изучение новых видов минеральных наполнителей, систематизация материалов по использованию минеральных наполнителей и их сырьевой базе в СССР и за рубежом, координация исследований по минеральным наполнителям в отраслевых организациях и систематическая работа над соответствием стандартов и технических условий уровню развития промышленности и сырьевой базы, а также вопросы доведения сырья до промышленного использования.

2. Просить Комитет стандартов с привлечением отраслевых институтов, поставщиков и потребителей минеральных наполнителей, Министерство геологии и Академию наук СССР приступить к пересмотру некоторых действующих стандартов на сырье и полупродукты в свете новых требований промышленности и возросших возможностей сырьевой базы, в частности, разработать ГОСТ для наполнителей пластических масс различного назначения, электроизоляционных полимеров и каучуков, подлежащих широкому внедрению.

3. Просить Госплан СССР и Комитет по координации научных работ обязать институты ВНИИТИСМ, Ленмеханобр и ВИМС включиться в систематические исследования обогатимости минеральных наполнителей и в разработку схем их измельчения с целью организации квалифицированного изучения сырья для минеральных наполнителей. Одновременно просить Президиум Академии наук СССР обязать Институт физической химии углубить и расширить исследование по активации различных минеральных наполнителей. Все эти работы должны проводиться в тесной увязке с деятельностью институтов промышленности, потребляющей наполнители. Эти институты, в свою очередь, должны более углубленно проводить свои исследования.

4. Учитывая положительный опыт работы Первого совещания по наполнителям, впредь периодически созывать подобные совещания с обсуждением особо актуальных проблем и с привлечением более широкого круга организаций, в частности, недостаточно представленных на Первом совещании поставщиков наполнителей и специалистов из геологоразведочных организаций.

5. Указать геологоразведочным организациям на необходимость при разведке полезных ископаемых, имеющих широкий диапазон использования, в обязательном порядке изучать их с точки зрения возможностей применения в качестве наполнителей в различных отраслях промышленности, а также предусмотреть в свете размещения промышленности, потребляющей минеральные наполнители, дополнительные геологоразведочные и ревизионные специализированные работы в соответствующих районах.

6. Просить Госплан СССР предусмотреть специализацию предприятий по выпуску минеральных наполнителей гарантированного качества с введением на этих предприятиях современной технологии активации и облагораживания сырья, т. е. по существу создать специальную промышленность минеральных наполнителей.

По отдельным видам минеральных наполнителей совещание сделало следующие выводы.

Каолин. Выявленная сырьевая база каолина на Украине и Урале позволяет удовлетворить все существующие потребности страны в этом полезном ископаемом, в том числе и отрасли промышленности, предъявляющие к нему наиболее высокие требования. В восточных районах имеются месторождения каолина новых типов (каолинсодержащие пески), использование которых задерживается из-за отсутствия или недостаточной изученности технологии их переработки, что вызывает дальние нерациональные его перевозки.

Для обеспечения нужд различных отраслей промышленности, потребляющей каолин в качестве наполнителя, следует внедрить на обогатительных фабриках новые прогрессивные методы обогащения, обогащения и специальной обработки с целью получения стандартных дифференцированных марок каолинового наполнителя. В частности, необходимо ввести гидроциклоны, организовать производство чистого каолина высокой белизны (не ниже 90%), отбеленных каолинов, каолинов средней (10—20 мк) и высокой тонины для быстро растущего производства мелованной бумаги, организовать выпуск высокодисперсных каолиновых концентратов, свободных от примесей электролитов, и специальных дегидратированных каолинов с гидрофобными добавками и активаторами и без них для нужд резиновой и кабельной промышленности.

Тальк. Балансовые запасы тальковых руд различных типов позволяют удовлетворить возрастающие потребности всех отраслей промышленности на длительный период. Распределение месторождений этого полезного ископаемого, однако, неблагоприятно для центральных районов, являющихся основными его потребителями. При этом возможности обнаружения новых месторождений, особенно высококачественного талькового сырья, вблизи основных районов современного потребления мало вероятны. Тальковая промышленность выпускает молотый тальк в недостаточном количестве и совершенно неудовлетворительного почти для всех потребителей качества.

В связи с этим до сих пор в СССР не получили развития многие важные отрасли потребления талька, развитые в США. Следовательно, необходимо предусмотреть более значительное увеличение выпуска высококачественного талька. Предполагаемое развитие тальковой промышленности на Урале и Кавказе не сможет ликвидировать дефицит высококачественного талька, необходимого всем остальным потребляющим его отраслям, помимо промышленности инсектофунгицидов. В связи с этим крайне необходимо предусмотреть крупное производство талька на уникальных месторождениях Восточной Сибири, где уже имеются крупные потребители бумажной промышленности и планируется строительство ряда крупнейших предприятий резиновой промышленности и промышленности пластмасс.

Наиболее рациональными направлениями развития тальковой промышленности представляются:

организация крупного современного производства флотированного талька на базе Шабровского месторождения на Урале и Веселянского на Украине, обеспечивающих промышленность молотым тальком гарантированного состава средних сортов с одновременным использованием магнезитовых концентратов и тальково-магнезитовых хвостов;

строительство крупных предприятий на базе Оютского месторождения в Иркутской области и Киргитейского в Красноярском крае. Особенно большое значение будет иметь эксплуатация Киргитейского месторождения, имеющего по оперативным подсчетам наиболее крупные в СССР запасы талька, пригодного к открытой механизированной добыче, с исключительно однородными по составу рудами лучшего в СССР, а воз-

можно и в мире, качества, большей частью не нуждающимися ни в по-моле, ни в обогащении.

Учитывая вышеизложенное, совещание просит Госплан СССР предусмотреть быстрое и резкое увеличение выпуска талька средних и высоких сортов гарантированного качества на базе новой технологии, в том числе и прежде всего — высококачественного безжелезистого талька Оротского и Киргитейского месторождений, для чего необходимо ускорить разведку последнего, проектирование и строительство крупных предприятий тальковой промышленности на базе этих месторождений.

Совещание считает необходимым в кратчайшие сроки завершить полную оценку возможностей использования киргитейского талька в известных материалах и разработать особо ценные новые материалы с максимальным использованием уникального качества и однородности киргитейских руд.

Совещание считает необходимым пересмотреть действующие стандарты и ТУ на тальк и тальковый камень с большой дифференциацией и учетом новых требований промышленности, в частности, разработать стандарты на безжелезистый тальк, специфические разновидности тальковых руд (тремолитсодержащих), а также на тальково-магнезитовый камень (для нужд промышленности инсектофунгицидов).

Асбест. Асбестовая промышленность СССР располагает крупнейшей в мире сырьевой базой, но ассортимент выпускаемой продукции недостаточен прежде всего для удовлетворения потребностей промышленности, использующей минеральные наполнители. Это обуславливается, во-первых, отсутствием выпуска специальных сортов безжелезистого асбеста, потребность в которых установлена исследователями пластмасс, и, во-вторых, отсутствием выпуска VII сорта асбеста (коротковолокнистого) и поставкой VI сорта с большим количеством серпентиновой пыли. При существующей практике в асбестовой промышленности весь VII сорт, составляющий обычно не менее половины запасов асбеста, идет в отвал, между тем как именно этот сорт представляет наибольший интерес как наполнитель.

Сырьевая база асбеста в СССР представлена главным образом хризотил-асбестом, тогда как до сих пор не выявлены сколько-нибудь значительные месторождения амфибол-асбеста, широко используемого за рубежом в качестве наполнителей.

Создавшееся положение требует безотлагательного проведения следующих мероприятий:

изучения возможностей получения и внедрения в промышленное использование коротковолокнистого асбеста и микроасбеста, свободного от примесей пыли;

быстрейшего вовлечения в эксплуатацию месторождений безжелезистого асбеста с целью выпуска в опытном порядке хотя бы ограниченного количества высококачественного маложелезистого асбеста и выявление его преимуществ перед обычным как наполнителя специальных электротехнических пластмасс;

широкого исследования хризотил- и амфибол-асбестов как специальных наполнителей с целью установления в ряде случаев необходимости именно амфибол-асбеста.

Новые и не используемые в СССР минеральные наполнители. Разнообразие минерального сырья, которое может быть использовано в качестве наполнителей, далеко не ограничивается известными в СССР полезными ископаемыми. Практика зарубежной промышленности и общие соображения позволяют рекомендовать новые виды сырья. В связи с этим совещание рекомендует отраслевым институтам приступить к согласованным исследованиям новых наполнителей, и прежде всего волластонита, вермикулита, перлита, цеолитов, графита специальных сортов и др.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие. В. П. Петров	3
-------------------------------------	---

ЧАСТЬ I

СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ И ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ВАЖНЕЙШИХ ВИДОВ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

В. П. Петров. Естественные минеральные наполнители (ресурсы, возможные виды и задачи геологических исследовательских работ)	7
П. П. Смолин. Вопросы развития гальковой сырьевой базы и гальковой промышленности в СССР	29
В. И. Финько. Сырьевые ресурсы каолиновой промышленности СССР	49
Л. А. Соколова. Ресурсы хризотил-асбеста в СССР	56
Ю. К. Андреев. Сырьевая база амфиболовых асбестов и возможности их использования в качестве наполнителей	61
П. П. Токмаков. Сырьевые ресурсы вермикулита в СССР	71

ЧАСТЬ II

ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ И СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К НИМ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. С. Новиков, М. В. Колоскова. Применение природных минеральных наполнителей в резиновой промышленности	79
Б. А. Мурашев. Наполнители для кабельных поливинилхлоридных пластикатов и кабельных резиновых смесей из новых видов электроизоляционных каучуков	88
Л. В. Певзнер. Наполнители для пластических масс	93
С. Н. Иванов. Минеральные наполнители в бумажном производстве и предъявляемые к ним требования	98
<u>Е. Ф. Беленький.</u> Применение наполнителей в лакокрасочной промышленности	104
А. С. Антонова. Технические требования к наполнителям для производства графитных карандашей	110
С. М. Шогам, В. И. Орлов, Е. И. Фенькова. Минеральные вещества, применяемые в качестве наполнителей для порошкообразных инсектицидных препаратов	113
Решение Первого Междуведомственного совещания по минеральным наполнителям	120

Природные минеральные наполнители Труды ИГЕМ, вып. 95

*Утверждено к печати Институтом геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР*

Редактор издательства В. М. Стригин
Технический редактор Г. А. Астафьева

РИСО АН СССР № 52—57В. Сдано в набор 17/V 1963 г.
Подписано к печати 2/IX 1963 г. Т-10867
Формат 70×108¹/₁₆. Печ. л. 7,75+1 вкл. Усл. печ. л. 10,61+1 вкл.
Уч.-изд. л. 10 (9,8+0,2 вкл.). Изд. № 1754. Тип. зак. 2251. Тираж 1 000 экз.
Цена 70 коп.

Издательство Академии наук СССР. Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я тип. Изд-ва АН СССР. Москва, Г-99 Шубинский пер., 40

Цена 70 коп.

10962