

Настоящее изобретение относится к обработке минерального материала, в особенности взвесей отходов минеральных веществ. Настоящее изобретение является особенно подходящим для удаления хвостов и других отходов, образующихся при переработке и обогащении минералов, включая совместное удаление крупнозернистых и мелкозернистых твердых веществ в виде однородной смеси.

Обработка минеральных руд для извлечения представляющих промышленную ценность минералов обычно приводит к образованию отходов. Часто отходы представляют собой водную взвесь или отстой, содержащий измельченное минеральное вещество, например глину, сланец, песок, гравий, оксиды металлов и т. п. в смеси с водой.

В некоторых случаях отходы, такие как шахтные хвосты, можно с удобством удалить в шахту с образованием обратной засыпки. Обычно обратная засыпка из отходов содержит значительную долю крупнозернистых частиц совместно с другими частицами меньшего размера и перекачивается в шахту в виде взвеси, где ей предоставляется возможность для обезвоживания и осадившиеся твердые вещества остаются на месте. Для содействия этому процессу путем флокуляции мелкозернистого вещества с целью повышения скорости осаждения обычно применяют флокулянты. Однако в этом случае крупнозернистый материал обычно будет осаждаться с большей скоростью, чем флокулированные мелкие фракции, что приводит к образованию неоднородного осадка крупнозернистых и мелкозернистых твердых веществ.

В других случаях удаление отходов в шахту может оказаться невозможным. В таких случаях широко практикуется удаление этого материала путем перекачки водной взвеси в отстойные бассейны, отвалы или слоистые системы и предоставления ей возможности постепенного обезвоживания путем осаждения, стока и испарения воды.

Экологические нормы требуют сведения к минимуму отведения новых земельных участков для удаления отходов и более эффективного использования существующих участков для удаления отходов. Одним способом является нанесение на участок нескольких слоев отходов с образованием более высокой многослойной структуры отходов. Однако при этом трудно добиться того, чтобы отходы растекались только в разумных границах по поверхности ранее затвердевших отходов, могли затвердевать с образованием наслоения и чтобы отходы уплотнились в степени, достаточной для того, чтобы выдержать множество слоев затвердевшего материала без риска оседания или соскальзывания. Поэтому требование того, чтобы характеристики полученных отходов обеспечивали наслоение, совершенно отличается от требований, предъявляемых при других формах удаления отходов, таких как обратная засыпка на относительно закрытом участке.

При типичной переработке минералов твердые отходы отделяются от твердых веществ, содержащих представляющие промышленную ценность минералы, с помощью водной технологии. Водная суспензия твердых отходов часто содержит глины и другие минералы и обычно ее называют хвостами. Эти твердые вещества часто концентрируют в концентраторе с помощью флотации для получения обладающего большей плотностью шламового осадка и извлечения части технологической воды. Обычно шламовый осадок перекачивают на поверхность участка хранения, часто называемого котлованом для хвостов или хвостохранилищем. После размещения на этой поверхности участка хранения будет продолжаться отделение воды от водной суспензии, что в течение некоторого периода времени будет приводить к дополнительному концентрированию твердых веществ. После того как собран достаточный объем воды, ее обычно перекачивают обратно на предприятие по переработке минералов.

Хвостохранилище часто обладает ограниченным размером с целью уменьшения воздействия на окружающую среду. Кроме того, предоставление большего хвостохранилища может быть дорогостоящим вследствие высокой стоимости землеотвода и строительства ограждающих стенок. У этих хвостохранилищ дно обычно обладает небольшим уклоном, что позволяет отделившейся от твердых веществ воде накапливаться на одном участке и затем ее можно перекачать обратно на предприятие. Часто возникает такое затруднение: при выносе мелкозернистых частиц твердых веществ вместе со сточной водой происходит загрязнение воды и это неблагоприятно влияет на последующее использование такой воды.

При многих операциях переработки минералов, например при обогащении минеральных песков, обычно образуется второй поток отходов, содержащий в основном крупнозернистые (>0,1 мм) частицы минералов. Чрезвычайно желательно удалять крупнозернистые и мелкозернистые частицы отходов в виде однородной смеси, поскольку это улучшает механические характеристики обезвоженных твердых веществ, значительно сокращает время и затраты, в конечном счете необходимые для рекультивации земель. Однако обычно это невозможно, поскольку даже если крупнозернистый материал отходов тщательно перемешан с водной суспензией мелкозернистого материала отходов до осаждения на участке удаления, все же крупнозернистый материал будет осаждаться намного быстрее, чем мелкозернистый материал, что приведет к образованию слоев в обезвоженном твердом веществе. Кроме того, если отношение количества крупнозернистого материала к количеству мелкозернистого является относительно высоким, быстрое осаждение крупнозернистого материала может привести к слишком большому углу конусности, что будет способствовать стеканию сточной воды с большим содержанием мелкозернистых частиц и приводить к дополнительному загрязнению оборотной воды. Вследствие этого часто необходимо обрабатывать потоки крупнозернистых и мелкозернистых отходов по отдельности и после заверше-

ния обезвоживания объединять эти материалы с помощью повторной механической обработки.

Предпринимались попытки преодоления всех указанных выше затруднений путем обработки направляемого в хвостохранилища материала с помощью коагулянта или флокулянта для повышения скорости осаждения и/или чистоты отделяющейся воды. Однако они оказались безуспешными, поскольку такую обработку выполняли с использованием обычных дозровок, и это оказывало незначительное благоприятное воздействие на степень уплотнения мелкозернистого материала отходов и чистоту оборотной воды или не оказывало такого влияния.

Поэтому требуется обработка, которая обеспечивала бы более быстрое отделение воды от суспензии твердых веществ. Кроме того, желательно удобным образом сохранять концентрированные твердые вещества таким образом, чтобы предотвращать разделение каких-либо крупнозернистых и мелкозернистых фракций и загрязнение отделяемой воды при одновременном сведении к минимуму воздействия на окружающую среду.

В способе Байера по извлечению оксида алюминия из боксита боксит обрабатывают водным раствором щелочи с образованием алюмината натрия, который отделяют от нерастворимого остатка. Этот остаток содержит и песок, и мелкозернистые частицы, в основном частицы оксида железа. Водная суспензия последнего известна под названием "красного шлама".

После первичного отделения раствора алюмината натрия от нерастворимого остатка песок (крупнозернистые отходы) отделяют от красного шлама. Надосадочную жидкость дополнительно обрабатывают для извлечения алюмината. Затем красный шлам промывают с помощью множества последовательных стадий промывки, на которых красный шлам обрабатывают промывочным раствором, и затем флокулируют путем прибавления флокулирующего агента. После заключительной стадии промывки взвесь красного шлама загущают, насколько это возможно, и затем удаляют. В контексте настоящего описания загущение означает повышение содержания твердых веществ в красном шламе. Заключительная стадия осаждения может включать только осаждение флокулированной взвеси, а иногда включает и стадию фильтрации. Альтернативно или в дополнение к этому шлам можно подвергнуть длительному осаждению в отстойном бассейне. В любом случае на эту заключительную стадию осаждения налагаются ограничения, связанные с необходимостью перекачки загущенной водной суспензии на участок удаления.

Шлам можно удалить и/или подвергнуть дополнительной сушке для последующего удаления на участок наслаивания шлама. Для того чтобы шлам был пригоден для наслаивания, он должен обладать высоким содержанием твердых веществ и после укладки слоя он не должен стекать, а должен быть относительно жестким, чтобы угол конусности при наслаивании был как можно большим, так чтобы слоистая система при данном объеме занимала как можно меньшую площадь. Требование высокого содержания твердых веществ противоречит требованию того, чтобы материал был пригоден для перекачивания в виде жидкости, так что, несмотря на возможность получения шлама, обладающего желательным для наслаивания высоким содержанием твердых веществ, это может сделать шлам непригодным для перекачивания.

Песчаную фракцию, удаленную из остатка, также промывают и направляют на участок удаления для отдельного обезвоживания и удаления.

В EP-A-388108 описано прибавление поглощающего воду нерастворимого в воде полимера к материалу, представляющему собой содержащую воду жидкость, включающую диспергированные измельченные твердые вещества, такие как красный шлам, проводящееся до перекачки, с последующей перекачкой материала, после чего материал выдерживают и ему дают затвердеть и стать жестким веществом, пригодным для образования слоистых систем. Полимер впитывает содержащую воду жидкость из взвеси, что способствует связыванию измельченных частиц и, тем самым, затвердеванию материала. Однако этот способ обладает тем недостатком, что для обеспечения достаточной степени затвердевания требуются большие дозировки впитывающего полимера. Для получения в достаточной степени затвердевшего материала часто необходимо использовать дозировки, достигающие 10-20 кг/т (шлама). Хотя применение набухающего в воде впитывающего полимера для отверждения материала, видимо, может привести к кажущемуся повышению концентрации твердых веществ, в действительности содержащая воду жидкость удерживается во впитывающем полимере. Это обладает тем недостатком, что содержащая воду жидкость в действительности не удаляется из затвердевшего материала и при некоторых условиях содержащая воду жидкость может затем десорбироваться и при этом может возникнуть опасность повторного оживления отходов с неизбежной опасностью дестабилизации слоистой системы.

В WO-A-96/05146 описан способ наслаивания водной взвеси измельченных твердых веществ, который включает смешивание эмульсии растворимого в воде полимера в сплошной масляной фазе со взвесью. Предпочтение отдается разбавлению эмульгирующегося полимера разбавителем, предпочтительно жидким или газообразным углеводородом, который не обращает эмульсию. Поэтому в способе необходимо, чтобы полимер не прибавлялся во взвесь в виде водного раствора.

В WO-A-0192167 описан способ, в котором материал, являющийся суспензией измельченных твердых веществ, перекачивается в виде жидкости, а затем он выдерживается и ему предоставляется возможность затвердеть. Затвердевание обеспечивается введением в суспензию частиц растворимого в воде полимера, который обладает характеристической вязкостью, составляющей не менее 3 дл/г. Такая обработ-

ка позволяет материалу сохранить свою текучесть при перекачивании, но выдерживание приводит к затвердеванию материала. Этот способ обладает тем преимуществом, что концентрированные твердые вещества можно легко наслаивать, что сводит к минимуму площадь участка, необходимого для удаления. По сравнению со случаем применения впитывающих воду шитых полимеров этот способ обладает тем преимуществом, что содержащаяся в суспензии вода отделяется, а не впитывается и удерживается полимером. Подчеркнута важность применения измельченного растворимого в воде полимера и указано, что применение водных растворов растворенного полимера неэффективно. Этот способ обеспечивает весьма эффективное отделение воды и удобное хранение отходов твердых веществ, в особенности для осадка красного шлама, образующегося при получении оксида алюминия способом Байера.

Однако, несмотря на улучшения, предложенные в WO-A-0192167, в особенности при обработке красного шлама, все же необходимо дальнейшее улучшение затвердевания суспензий материалов и дальнейшее улучшение чистоты отделяемой жидкости. В частности, задачей настоящего изобретения является разработка более подходящего способа обработки отходов крупнозернистого и/или мелкозернистого материала, образующегося при переработке минеральных песков, оксида алюминия и других минералов, для обеспечения лучшего отделения жидкости и более эффективных средств удаления концентрированных твердых веществ. Кроме того, необходимо улучшить обезвоживание суспензий твердых отходов, которые для удаления перекачиваются в виде жидкости на участок отстаивания, и повысить чистоту оборотной воды. В частности, желательно разработать более эффективный способ обработки суспензий отходов, направляемых на участки удаления, например в хвостохранилища, обеспечивая быстрое, эффективное концентрирование и экологически более безопасное хранение твердых веществ и повышение чистоты отделяемой жидкости.

Один вариант выполнения настоящего изобретения относится к способу, в котором материал, представляющий собой содержащую воду жидкость, включающую диспергированные измельченные твердые вещества, в виде жидкости транспортируется на участок удаления, после чего его выдерживают и ему дают затвердеть, и в котором при сохранении текучести материала во время транспортировки затвердевание улучшается путем объединения с материалом эффективно приводящего к затвердеванию количества водного раствора растворимого в воде полимера.

Второй вариант выполнения настоящего изобретения относится к способу, в котором материал, представляющий собой содержащую воду жидкость, включающую диспергированные измельченные твердые вещества, обладающие бимодальным распределением частиц по размерам, после обработки эффективным количеством водного раствора растворимого в воде полимера при выдерживании затвердевает без значительного разделения крупнозернистых и мелкозернистых фракций измельченных твердых веществ.

Прибавление к материалу водного раствора растворимого в воде полимера позволяет ему сохранить достаточную текучесть при транспортировке и затем, после выдерживания, он образует твердую массу, достаточно прочную, чтобы выдержать нагрузку последующих слоев затвердевшего материала. Согласно изобретению авторы изобретения неожиданно обнаружили, что прибавление к материалу водного раствора полимера не приводит к мгновенному затвердеванию и сколько-нибудь существенному осаждению твердых веществ до выдерживания.

Обычно суспендированные твердые вещества концентрируют в концентраторе и этот материал выходит из концентратора в виде шламового осадка, который по каналу перекачивается на участок осаждения. Каналом является любое обычное средство транспортировки материала на участок осаждения, и он может представлять собой, например, трубопровод или траншею. На стадии транспортировки и до выдерживания материал остается текучим и пригодным для перекачивания.

Предпочтительно, чтобы способ, предлагаемый в настоящем изобретении, являлся частью технологии переработки минералов, при которой водную суспензию твердых отходов необязательно флокулируют в резервуаре с образованием надосадочного слоя, включающего содержащую воду жидкость, и слоя шламового осадка, включающего загущенные твердые вещества, образующие материал. Надосадочную жидкость отделяют от твердых отходов в резервуаре и обычно рециркулируют или подвергают последующей обработке. Водную суспензию твердых отходов или, необязательно, загущенный шламовый осадок транспортируют, обычно путем перекачивания, на участок осаждения, которым может быть, например, котлован для хвостов или хвостохранилище. Материал может содержать в основном только мелкозернистые частицы или смесь мелкозернистых и крупнозернистых частиц. В любой момент до сброса на участок осаждения к водной суспензии необязательно можно прибавить дополнительное количество крупнозернистых частиц. Как только материал поступил на участок осаждения, его выдерживают и происходит затвердевание. Водный раствор полимера можно прибавить к материалу в эффективном количестве в любой удобный момент, обычно во время транспортировки. В некоторых случаях до транспортировки на участок осаждения водную суспензию сначала можно транспортировать в резервуар для хранения.

Подходящие дозы полимера находятся в диапазоне от 10 до 10000 г/т (твердых веществ материала). Обычно подходящая доза меняется в зависимости от конкретного материала и содержания твердых веществ в материале. Предпочтительные дозы находятся в диапазоне от 30 до 3000 г/т, а более предпочти-

тельные дозы находятся в диапазоне от 60 до 200 или до 400 г/т.

Частицы материала обычно являются неорганическими частицами и/или частицами минерала. Обычно материал можно получить из указанных ниже продуктов или он содержит эти продукты: фильтровальные осадки, хвосты, загущенные шламовые осадки или незагущенные потоки отходов, поступающие с предприятия, например другие минеральные хвосты или шлам, включая шламы фосфатов, алмазов, золота, минеральные пески, хвосты от переработки цинковых, свинцовых, медных, урановых, никелевых, железных руд, угля или красный шлам. Материал может представлять собой твердые вещества, осажденные на конечной стадии загущения или промывки при переработке минералов. Таким образом, желательно, чтобы материал поступал после переработки минералов. Предпочтительно, чтобы материал представлял собой хвосты.

Мелкозернистые хвосты или другой перекачиваемый материал могут обладать содержанием твердых веществ, находящимся в диапазоне от 10 до 80 мас.%. Взвеси часто обладают содержанием, находящимся в диапазоне от 20 до 70 мас.%, например, от 45 до 65 мас.%. Размер в основном всех частиц в типичном образце мелкозернистых хвостов составляет менее 25 мкм, например, примерно 95 мас.% материала составляют частицы размером менее 20 мкм и примерно 75 мас.% - менее примерно 10 мкм. Размер частиц крупнозернистых хвостов существенно больше 100 мкм, например, примерно 85% - больше 100 мкм, но обычно меньше 10000 мкм. Мелкозернистые хвосты и крупнозернистые хвосты могут содержаться или объединяться друг с другом в любом удобном соотношении при условии, что материал остается пригодным для перекачивания.

Диспергированные измельченные твердые вещества могут обладать бимодальным распределением частиц по размерам. Обычно это бимодальное распределение может включать мелкозернистую фракцию и крупнозернистую фракцию и в нем пик для мелкозернистой фракции соответствует размеру, существенно меньшему, чем 25 мкм, а пик для крупнозернистой фракции соответствует размеру, существенно большему, чем 75 мкм.

Согласно изобретению авторы изобретения обнаружили, что лучшие результаты получаются, если материал является относительно концентрированным и однородным. Также может оказаться желательным совмещать прибавление раствора полимера с прибавлением других добавок. Например, течение материала по каналу может облегчаться при добавлении диспергирующего вещества. Обычно при включении диспергирующего вещества его необходимо включать в обычных количествах. Однако согласно изобретению авторы неожиданно обнаружили, что присутствие диспергирующих веществ или других добавок не ухудшает затвердевание материала при выдерживании. Также может оказаться желательным предварительное нагревание материала, содержащего неорганическое или органическое коагулирующее вещество, чтобы предварительно коагулировать мелкодисперсный материал для облегчения его удерживания в затвердевших твердых веществах.

Таким образом, согласно настоящему изобретению раствор полимера прибавляют непосредственно к указанному выше материалу. Раствор полимера может полностью или частично состоять из растворимого в воде полимера. Таким образом, раствор полимера может содержать смесь сшитого полимера с растворимым в воде полимером при условии, что в растворе находится достаточное количество полимера или раствор ведет себя так, как если бы полимер находился в растворе и обеспечивал затвердевание при выдерживании.

Эта смесь может представлять собой механическую смесь набухающего полимера с растворимым полимером или, альтернативно, слабо сшитый полимер, например, как это описано в EP 202780. Хотя частицы полимера могут включать некоторое количество сшитого полимера, согласно настоящему изобретению важно, чтобы содержалось достаточное количество растворимого в воде полимера. Если частицы полимера включают некоторое количество набухающего полимера, желательно, чтобы не менее 80% полимера составлял растворимый в воде полимер.

Предпочтительно, чтобы водный раствор полимера включал полимер, который полностью или по меньшей мере в значительной степени растворялся в воде. Растворимый в воде полимер может быть разветвленным вследствие наличия разветвляющего реагента, например, как это описано в WO-A-9829604, например, в п.12, или, альтернативно, растворимый в воде полимер может быть в основном линейным.

Предпочтительно, чтобы растворимый в воде полимер обладал молекулярной массой в диапазоне от средней до высокой. Желательно, чтобы он обладал характеристической вязкостью, составляющей не менее 3 дл/г (при измерении в 1 М NaCl при 25°C), и обычно не менее 5 или 6 дл/г, хотя полимер может обладать значительно большей молекулярной массой и характеристической вязкостью, составляющей 25 или 30 дл/г или даже более высокой. Предпочтительно, чтобы полимер обладал характеристической вязкостью, находящейся в диапазоне от 8 до 25 дл/г, более предпочтительно от 11 или 12 дл/г до 18 или 20 дл/г.

Растворимый в воде полимер может представлять собой натуральный полимер, например полисахариды, такие как крахмал, гуаровая камедь или декстран, или полусинтетический полимер, такой как карбоксиметилцеллюлоза или гидроксипропилцеллюлоза. Предпочтительно, чтобы полимер являлся синтетическим и предпочтительно, чтобы он был получен из этиленненасыщенного растворимого в воде мономера или смеси мономеров.

Растворимый в воде полимер может быть катионогенным, неионогенным, амфотерным или анионогенным. Полимеры могут быть получены из любых растворимых в воде мономеров. Обычно растворимые в воде мономеры обладают растворимостью в воде, составляющей не менее 5 г/100 см при 25°C. Особенно предпочтительные анионогенные полимеры получают из мономеров, выбранных из числа мономерных этиленненасыщенных карбоновых кислот и сульфоновых кислот, предпочтительно выбранных из группы, включающей (мет)акриловую кислоту, аллилсульфовую кислоту и 2-акриламидо-2-метилпропансульфовую кислоту (АМПС) и их соли, необязательно в комбинации с неионогенными сомономерами, предпочтительно выбранными из группы, включающей (мет)акриламид, гидроксиалкиловые эфиры (мет)акриловой кислоты и N-винилпирролидон.

Предпочтительные неионогенные полимеры получают из этиленненасыщенных мономеров, выбранных из группы, включающей (мет)акриламид, гидроксиалкиловые эфиры (мет)акриловой кислоты и N-винилпирролидон.

Предпочтительные катионогенные полимеры получают из этиленненасыщенных мономеров, выбранных из группы, включающей диметиламиноэтил(мет)акрилат - метилхлорид, четвертичный (ДМАЭА, MeCl), диаллилдиметиламмонийхлорид (ДАДМАХ), триметиламинопропил(мет)акриламидхлорид (ТАПАХ), необязательно в комбинации с неионогенными сомономерами, предпочтительно выбранными из группы, включающей (мет)акриламид, гидроксиалкиловые эфиры (мет)акриловой кислоты и N-винилпирролидон.

Обнаружено, что в некоторых случаях целесообразно по отдельности прибавлять комбинации типов полимеров. Таким образом, к указанному выше материалу можно сначала прибавить водный раствор анионогенного, катионогенного или неионогенного полимера, а затем прибавить вторую дозу аналогичного или другого растворимого в воде полимера любого типа.

Согласно настоящему изобретению растворимый в воде полимер можно получить с помощью любой удобной методики полимеризации. Эти полимеры можно получить, например, в виде гелеобразных полимеров путем полимеризации в растворе, полимеризации в суспензии типа вода-в-масле или полимеризации в эмульсии типа вода-в-масле. При получении гелеобразных полимеров путем полимеризации в растворе инициаторы обычно вводят в раствор мономера.

Необязательно можно включать систему термического инициатора. Обычно термический инициатор будет включать любое подходящее соединение-инициатор, которое при повышенной температуре образует радикалы, например азосоединения, такие как азобисизобутиронитрил. Во время полимеризации температура должна повышаться не менее чем до 70°C, но предпочтительно, чтобы она была ниже 95°C. Альтернативно, полимеризацию можно осуществлять с помощью облучения (ультрафиолетовым излучением, микроволновым излучением, нагреванием и т. п.), также необязательно с использованием подходящих инициаторов полимеризации с помощью облучения. После завершения полимеризации и предоставления гелю полимера возможности в достаточной степени охладиться гель можно обработать стандартным образом путем проводимого в начале измельчения геля на меньшие куски, сушки до получения в основном дегидратированного полимера и последующего размола в порошок. Альтернативно гели полимеров могут поставляться в виде гелей полимеров, например в виде гелевых полимерных заготовок нейтронного типа (neutron type gel polymer logs).

Такие гели полимеров можно получить с помощью подходящих методик полимеризации, например путем облучения. Гели можно нарезать на куски необходимого размера и затем при использовании смешать с материалом в виде частично гидратированных частиц растворимого в воде полимера.

Полимеры можно получить в виде шариков с помощью суспензионной полимеризации или в виде эмульсии или дисперсии типа вода-в-масле с помощью полимеризации в эмульсии типа вода-в-масле, например способом, описанным в EP-A-150933, EP-A-102760 или EP-A126528.

Альтернативно, растворимый в воде полимер можно получить в виде дисперсии в водной среде. Она может представлять собой, например, дисперсию полимерных частиц размером не менее 20 мкм в водной среде, содержащей реагент для установления равновесия, как это описано в EP-A-170394. Она также может представлять собой водную дисперсию полимерных частиц, полученных полимеризацией растворимых в воде мономеров в присутствии водной среды, содержащей растворенные полимеры, обладающие низкой характеристической вязкостью, таких как полидиаллилдиметиламмонийхлорид, и необязательно другие растворенные вещества, например электролит, и/или полигидроксисоединения, например полиалкиленгликоли, как это описано в WO-A-9831749 или WO-A-9831748.

Водные растворы растворимого в воде полимера обычно получают путем растворения полимера в воде или путем разбавления более концентрированного раствора полимера. Обычно твердый измельченный полимер, например в виде порошка или шариков, диспергируют в воде и при перемешивании дают ему раствориться. Это можно выполнить с помощью обычного технологического оборудования. Предпочтительно получать раствор полимера с помощью оборудования Auto Jet Wet (торговая марка), выпускающего фирмой Ciba Specialty Chemicals. Альтернативно, полимер может поставляться в виде эмульсии или дисперсии с обращенной фазой, которую затем можно обратить в воде.

Водный раствор полимера можно прибавить в любой подходящей концентрации. Может оказаться желательным использование концентрированного раствора, например, обладающего концентрацией, со-

ставляющей до 10% или более в пересчете на массу полимера, чтобы свести к минимуму количество воды, прибавляемой к материалу. Однако обычно предпочтительно прибавлять раствор полимера при меньшей концентрации, чтобы свести к минимуму затруднения, обусловленные высокой вязкостью раствора полимера, и облегчить распределение полимера по материалу. Раствор полимера можно прибавить при относительно низкой концентрации, например, составляющей лишь 0,01 мас.% от массы полимера. Обычно используют раствор полимера, обладающий концентрацией от 0,05 до 5 мас.% от массы полимера. Предпочтительно, чтобы концентрация полимера находилась в диапазоне от 0,1 до 2 или 3 мас.%. Более предпочтительно, чтобы концентрация полимера находилась в диапазоне от 0,25 примерно до 1 или 1,5 мас.%.

При переработке минералов, когда суспензию, содержащую твердые вещества, флокулируют в концентрате для разделения суспензии на надосадочный слой и шламовый осадок, материал обычно можно обработать на любой подходящей стадии после флокуляции в концентрате, но до выдерживания материала. Подходящее и эффективно приводящее к затвердеванию количество раствора растворимого в воде полимера можно смешать с материалом до стадии перекачивания. При таком способе раствор полимера может распределиться по материалу. Альтернативно, раствор полимера можно внести и перемешать с материалом на стадии перекачивания или после нее. Наиболее эффективный момент прибавления будет зависеть от субстрата и расстояния от концентрата до участка осаждения. Если канал является относительно коротким, то может оказаться целесообразным прибавление раствора полимера вблизи от положения, в котором материал вытекает из концентрата. С другой стороны, если участок осаждения значительно удален от концентрата, то может оказаться целесообразным прибавление раствора полимера вблизи от выпускного отверстия. В некоторых случаях может быть удобным введение раствора полимера в материал при его выгрузке из выпускного отверстия.

Когда водные суспензии мелкозернистых и крупнозернистых измельченных материалов объединяют для совместного удаления, эффективно приводящее к затвердеванию количество раствора растворимого в воде полимера обычно будет прибавляться во время или после смешивания разных потоков отходов в однородную взвесь.

Предпочтительно, чтобы к выпускному отверстию на участке осаждения материал перекачивался в виде жидкости и материалу была предоставлена возможность растекаться по поверхности затвердевшего материала. Материал выдерживают и дают ему затвердеть и, тем самым, образовать слой затвердевшего материала. Эту операцию можно повторить несколько раз и получить слоистую систему, содержащую несколько слоев затвердевшего материала. Образование слоистых систем из затвердевшего материала обладает тем преимуществом, что для удаления требуется участок меньшей площади.

Реологические характеристики материала при его протекании по каналу на участок осаждения являются важными, так как сколько-нибудь значительное ухудшение характеристик потока может значительно ухудшить эффективность способа. Важно, чтобы не происходило значительного осаждения твердых веществ, поскольку это может привести к засорению, а это может означать, что предприятие нужно будет остановить для очистки засоренного участка. Кроме того важно, чтобы не происходило значительное ухудшение характеристик потока, поскольку это может резко ухудшить перекачиваемость материала. Такое неблагоприятное воздействие может привести к значительному увеличению затрат на энергию, поскольку перекачивание станет более трудным и вероятен повышенный износ перекачивающего оборудования.

Реологические характеристики материала при его затвердевании являются важными, поскольку к тому моменту, когда материал начнут выдерживать, важно, чтобы течение было сведено к минимуму и быстро произошло затвердевание материала. Если материал является слишком жидким, то он не будет эффективно образовывать слой и также существует опасность того, что он загрязнит воду, выделяющуюся из материала. Также необходимо, чтобы затвердевший материал был достаточно прочным, чтобы остаться неизменным и выдержать нагрузку от последующих слоев нанесенного на него затвердевшего материала.

Предпочтительно, чтобы способ, предлагаемый в настоящем изобретении, приводил к наслоенной структуре удаленного материала, а также к совместному закреплению мелкозернистых и крупнозернистых фракций твердых веществ материала, а также приводил к тому, чтобы вся отделяющаяся вода обладала большей движущей силой ее отделения от материала под воздействием гидравлического гравитационного стока. Наслоенная структура, видимо, приводит к большему давлению уплотнения, направленному вниз и воздействующему на расположенные ниже твердые вещества, что, вероятно, приводит к повышению скорости обезвоживания. Согласно изобретению авторы изобретения обнаружили, что такая структура приводит к большему объему отходов в пересчете на площадь поверхности, что благоприятно и с экологической, и с экономической точки зрения.

Задачи настоящего изобретения невозможно решить путем внесения изменений на стадии флокуляции в концентрате. Например, флокуляция суспензии в концентрате с получением шламового осадка, достаточно концентрированного, чтобы из него можно было образовывать слои, бесполезна, поскольку такой концентрированный шламовый осадок будет невозможно перекачивать. Напротив, было обнаружено, что важно обработать материал, который образовался в концентрате в виде шламового осадка.

Представляется, что отдельная обработка загущенных твердых веществ шламового осадка обеспечивает эффективное затвердевание материала без ухудшения текучести во время перекачивания.

Главной особенностью настоящего изобретения является отделение содержащей воду жидкости, которое часто происходит на стадии затвердевания. Таким образом, в предпочтительном варианте выполнения настоящего изобретения материал обезвоживается во время затвердевания с отделением жидкости, содержащей значительно меньше твердых веществ. Затем эту жидкость возвращают в производство, что уменьшает объем поставляемой воды, и поэтому важно, чтобы жидкость была чистой и в основном не содержала загрязнений, в особенности перемещающихся мелких фракций. Например, жидкость можно рециркулировать в концентратор, из которого материал поступает в виде шламового осадка. Альтернативно, жидкость можно рециркулировать в змеевики или другие технологические блоки того же предприятия.

Еще одним объектом настоящего изобретения является способ, при котором материал, представляющий собой содержащую воду жидкость, включающую диспергированные измельченные твердые вещества, в виде жидкости транспортируется на участок осаждения, затем ему дают возможность обезводиться с выделением жидкости, содержащей представляющие промышленную ценность минералы, и при сохранении текучести материала во время транспортировки это обезвоживание улучшается посредством объединения с материалом эффективно приводящего к обезвоживанию количества водного раствора растворимого в воде полимера.

В этой форме выполнения настоящего изобретения водный раствор полимера вносят в материал способом, аналогичным описанному выше. В этом случае раствор полимера вносят в эффективно приводящем к обезвоживанию количестве и так же, как и в первом объекте настоящего изобретения, важно, чтобы текучесть материала сохранялась при транспортировке. Материал транспортируется на участок осаждения, которым может являться, например, котлован для хвостов или хвостохранилище. Стадия обезвоживания должна протекать как можно быстрее, так, чтобы смогли сконцентрироваться твердые вещества и смогла отделиться жидкость. Важно, чтобы жидкость была чистой и в основном не была загрязнена твердыми веществами, в особенности мелкими фракциями, которые ухудшат последующую обработку.

Обычно при переработке минералов суспензию твердых веществ флокулируют в резервуаре с образованием надосадочного слоя, включающего содержащую воду жидкость, и слоя шламового осадка, включающего загущенные твердые вещества, образующие материал. Суспензию шламового осадка, вытекающую из резервуара, необязательно объединяют с дополнительным крупнозернистым измельченным материалом и затем материал перекачивают на участок осаждения, где ему дают обезводиться. Водный раствор полимера смешивают с материалом после флокуляции суспензии и до того, как материалу дают затвердеть и обезводиться.

Водный раствор полимера может включать любой из полимеров и использоваться аналогично тому, как описано выше.

Приведенные ниже примеры предназначены для иллюстрации настоящего изобретения.

Пример 1. Получение полимера.

Образцы полимеров, представленные в табл. 1, получены по методике полимеризации геля. Полимеры перемешивали с водой с получением водного раствора концентрации 0,25%.

Таблица 1

Образец	Полимер (мас./мас.%)	Характеристическая вязкость (дл/г)
A	100% гомополимер акриламида	16
B	15/85 сополимер акрилат натрия/акриламид	18
C	30/70 сополимер акрилат натрия/акриламид	12
D	30/70 сополимер акрилат натрия/акриламид	24
E	45/55 сополимер акрилат натрия/акриламид	16
F	75/25 сополимер акрилат натрия/акриламид	19

Образец	Полимер (мас./мас.%)	Характеристическая вязкость (дл/г)
G	100% гомополимер акрилата натрия	18
H	10/90 сополимер АМПС натрия/акриламид	16
I	40/60 сополимер АМПС натрия/акриламид	14
J	25/75 сополимер ДМАЭА.МеСl/акриламид	14
K	60/40 сополимер ДМАЭА.МеСl/акриламид	12
L	80/20 сополимер ДМАЭА.МеСl/акриламид	12
M	35/60/5 сополимер ДМАЭА.МеСl/акриламид/акрилат натрия	20

Подробности проведения экспериментов

Исследования выполнены по описанным ниже методикам с использованием взвеси хвостов, полученной при обработке минеральных песков.

Таблица 2

Содержание твердых веществ (мас./мас.%)	53,1
Твердых веществ < 75 мкм (мас./мас.%)	10,9
Удельный вес	1,51

А) Определение подвижности по осадке конуса проведено по следующей методике.

1. Цилиндр, обладающий высотой 50 мм и внутренним диаметром 50 мм, помещали на металлическую поверхность размером примерно 200×200 мм, и отверстия для стока облегчали сбор свободной воды.
2. Этот цилиндр до краев заполняли взвесью минералов и выравнивали.
3. Цилиндр поднимали с лотка в вертикальном направлении, давая взвеси опуститься.
4. Затем регистрировали диаметр и высоту в центре и на краях для образовавшейся массы твердого вещества и рассчитывали выраженное в процентах отношение высоты к радиусу, называемое осадкой конуса

$$\text{Осадка конуса} = \frac{(c-e)}{r} \times 100$$

где:

c = высота конуса в центре

e = высота конуса на краю

r = радиус



5. При возможности собирали воду, выделяющуюся из твердого вещества в течение 1 мин, и измеряли объем и прозрачность или помутнение.

В) Исследование влияния обработки с использованием описанных выше образцов А-М проводили по следующей методике.

1. В пластмассовый стакан объемом 300 мл отбирали образец взвеси хвостов объемом 250 мл.
2. Затем смесь перемешивали при небольшом сдвиговом усилии, переливая образец из одного стакана объемом 300 мл в другой, так, чтобы образец стал однородным.
3. К взвеси хвостов прибавляли водный раствор полимера и перемешивание продолжали до получения однородного материала.
4. Для обработанной взвеси проводили определение подвижности по осадке конуса так, как это описано выше в разделе А.

Таблица 3

Образец	Доза (г/г)	г (мм)	с (мм)	е (мм)	Осадка конуса (%)	Отделившаяся вода	
						Объем (мл)	Помутнение (НЕМ)*
Холостой	0	80	4	3	1	25	> 1000
А	125	24	52	14	158	95	23
	250	33	32	13	58	89	57
В	125	28	41	16	89	43	23
	250	23	52	6	200	46	116
С	62	28	42	17	89	57	23
	125	24	51	22	121	25	24
D	62	30	41	17	80	50	19
	125	25	47	18	116	54	20
E	62	30	38	18	67	27	72
Образец	Доза (г/г)	г (мм)	с (мм)	е (мм)	Осадка конуса (%)	Отделившаяся вода	
						Объем (мл)	Помутнение (НЕМ)*
	125	24	50	13	154	61	179
F	62	38	27	12	39	47	119
	125	23	51	27	104	56	51
G	125	25	50	18	128	57	25
	250	23	51	22	126	47	95
H	125	35	33	12	60	41	119
	250	24	52	19	138	71	69
I	62	48	23	6	35	45	108
	125	24	53	10	179	85	29
J	125	58	13	4	16	45	547
	250	23	53	21	139	80	21
K	125	25	49	19	120	52	14
	250	24	52	19	138	75	14
L	62	40	25	7	45	35	117
	125	23	51	20	135	68	20
M	125	34	33	15	53	51	208
	250	25	51	18	132	60	108

*НЕМ - нефелометрическая единица мутности.

Об усилении затвердевания минеральных хвостов вследствие прибавления растворимого в воде полимера свидетельствовали уменьшение радиуса конуса и увеличение высоты конуса по сравнению с необработанным материалом. Почти во всех исследованиях также наблюдалось увеличение количества и значительное повышение прозрачности отделяющейся жидкости.

Пример 2. Получение полимера.

Образцы полимеров, представленные в табл. 1, получали с помощью целого ряда различных методик полимеризации. Полимеры перемешивали с водой с получением водного раствора, обладающего концентрацией активного полимера, равной 0,25%.

Таблица 4

Образец	Форма	Полимер (мас./мас.%)	Характеристическая вязкость (дл/г)
N	Шарики	30/70 сополимер акрилат натрия/акриламид	12
O	Обращенная эмульсия	30/70 сополимер акрилат натрия/акриламид	17
P	Дисперсия	30/70 сополимер акрилат натрия/акриламид	16
Q	Раствор	100% полученное по Манниху производное полиакриламида	14
R	Обращенная эмульсия	25/75 ДМАЭА.МеСl/акриламид	16
S	Шарики	25/75 ДМАЭА.МеСl/акриламид	8
T	Дисперсия	80/20 ДМАЭА.МеСl/акриламид	8
U	Гель	5/95 АРТАС/акриламид	16
V	Порошок	Полиэтиленоксид	Данных нет
W	Раствор	Полисахарид декстран	Данных нет
X	Порошок	Гуаровая камедь	Данных нет

Подробности проведения экспериментов

Исследования выполнены по методикам и с использованием взвеси хвостов, подробно описанным в примере 1.

Таблица 5

Образец	Доза (г/г)	г (мм)	с (мм)	е (мм)	Осадка конуса (%)	Отделившаяся вода	
						Объем (мл)	Помутнение (НЕМ)
Холостой	0	83	4	2	2	10	> 1000
N	62	28	37	12	89	38	23
	125	23	52	16	157	73	31
O	44	40	28	9	48	38	181
	87	24	54	51	13	60	44
P	62	23	52	7	196	36	124
	125	24	53	51	8	40	48
Q	55	48	22	6	33	52	285
	90	25	49	21	112	76	26
R	175	29	39	17	76	44	32
	350	24	51	23	117	52	158
S	125	48	22	7	31	36	124
	250	26	50	26	92	57	10
T	125	30	38	17	70	38	34
	250	23	52	40	52	44	72
U	250	29	37	19	62	33	24
	375	24	53	23	125	71	18
V	250	29	39	15	83	53	29
	500	28	34	15	68	32	113
W	375	65	10	5	8	35	271

Пример 3.

Образец С из примера 1 исследован по методикам и с использованием взвеси хвостов, подробно описанным в примере 1, и совместно с некоторыми добавками, которые можно прибавить к взвеси для других целей.

Таблица 6

Образец	Добавка
X	Органическое коагулирующее вещество - полимер ДАДМАХ
Y	Неорганическое коагулирующее вещество - полимер хлорида алюминия
Z	Органическое диспергирующее вещество - полиакрилат натрия

Таблица 7

Образец	Доза (г/т)	Образец	Доза (г/т)	г (мм)	с (мм)	е (мм)	Осадка конуса (%)
Холостой	0	Холостой	0	93	7	3	4
X	250	C	94	23	52	29	100
C	94	X	250	24	51	26	104
Y	250	C	94	28	43	11	114
C	94	Y	250	30	45	17	93
Z	250	C	125	23	49	19	130
C	125	Z	250	23	51	21	130
J	62	C	62	28	43	15	100
C	62	J	62	23	51	26	109

Пример 4.

Некоторые образцы, полученные в примере 1, исследованы по методикам, подробно описанным в примере 1, с использованием взвеси хвостов, полученной при кислот выщелачивании латеритового никеля.

Таблица 8

Содержание твердых веществ (мас./мас.%)	26,7
Твердых веществ < 75 мкм (мас./мас.%)	22,5
Удельный вес	1,21

Результаты.

Таблица 9

Образец	Доза (г/т)	г (мм)	с (мм)	е (мм)	Осадка конуса (%)	Отделившаяся вода	
						Объем (мл)	Помутнение (НЕМ)
Холостой	0	> 100	2	Нет данных	< 0,5	44	> 1000
A	330	80	11	3	10,0	59	> 1000
	495	50	17	6	22,0	69	169
	660	30	34	17	56,7	100	49
C	330	68	11	3	11,8	38	369
	495	30	29	15	46,7	70	82
	660	25	47	44	12,0	98	40
E	330	58	11	4	12,1	45	1000
	660	25	43	23	80,0	92	27

Пример 5.

Некоторые образцы, полученные в примере 1, исследованы по методикам, подробно описанным в примере 1, с использованием взвеси хвостов красного шлама, полученной при переработке оксида алюминия.

Таблица 10

Содержание твердых веществ (мас./мас.%)	27,4
Твердых веществ < 75 мкм (мас./мас.%)	26,7
Удельный вес	1,25

Результаты.

Таблица 11

Образец	Доза (г/т)	г (мм)	с (мм)	е (мм)	Осадка конуса (%)	Отделившаяся вода	
						Объем (мл)	Помутнение (НЕМ)
Холостой	0	85	2	Нет данных	< 0,5	240	> 1000
С	874	83	5	4	0,6	10	> 1000
Е	292	45	19	8	24,4	55	800
	438	48	16	7	18,8	19	604
	729	63	12	5	11,1	35	Не определяли
F	584	73	8	3	6,8	19	> 1000
	720	34	31	17	41,2	80	349
	875	31	28	13	48,4	97	233
	1022	31	32	12	64,5	92	222
J	583	68	12	5	10,3	91	> 1000
	874	45	17	8	20,0	79	950
W	874	47	16	3	27,7	29	143

Пример 6.

Некоторые образцы, полученные в примере 1, исследованы по методикам, подробно описанным в примере 1, с использованием взвеси хвостов, полученной при переработке золота по технологии CIL/CIP (выщелачивание с адсорбцией активированным углем).

Таблица 12

Содержание твердых веществ (мас./мас.%)	53,3
Твердых веществ < 75 мкм (мас./мас.%)	35,4
Удельный вес	1,58

Результаты.

Таблица 13

Образец	Доза (г/т)	г (мм)	с (мм)	е (мм)	Осадка конуса (%)	Отделившаяся вода	
						Объем (мл)	Помутнение (НЕМ)
Холостой	0	> 100	2	Нет данных	< 0,5	22	> 1000
A	119	49	14	7	14,3	32	38
						Отделившаяся вода	
	238	52	12	7	9,6	48	95
	356	45	18	7	24,4	20	266
C	238	40	22	8	35,0	20	256
	356	28	38	21	60,7	28	42
F	238	39	22	8	35,9	18	497
	356	25	40	23	68,0	45	22
J	119	39	22	8	35,9	18	497
	238	25	40	23	68,0	45	22
	356	39	22	8	35,9	18	497

Пример 7.

Некоторые образцы, полученные в примере 1, исследованы по методикам, подробно описанным в примере 1, с использованием взвеси хвостов, полученной при переработке свинцово/цинковых минера-

ЛОВ.

Таблица 14

Содержание твердых веществ (мас./мас.%)	53,4
Твердых веществ < 75 мкм (мас./мас.%)	45,8
Удельный вес	1,52

Результаты.

Таблица 15

Образец	Доза (г/т)	г (мм)	с (мм)	е (мм)	Осадка конуса (%)	Отделившаяся вода	
						Объем (мл)	Помутнение (НЕМ)
Холостой	0	104	5	4	1,0	0	Нет данных
А	123	95	6	3	3,2	0	Нет данных
	246	93	6	4	2,2	0	Нет данных
	370	83	7	4	3,6	0	Нет данных
С	62	85	7	4	3,5	0	Нет данных
	123	63	13	7	9,5	0	Нет данных
	246	45	20	9	24,4	0	Нет данных
	370	34	29	24	14,7	0	Нет данных
Е	62	98	6	4	2,0	0	Нет данных
						Отделившаяся вода	
	123	93	6	4	2,2	0	Нет данных
	246	57	9	7	3,5	0	Нет данных
	370	35	29	18	31,4	0	Нет данных

Пример 8.

Некоторые образцы, полученные в примере 1, исследованы по методикам, подробно описанным в примере 1, с использованием взвеси хвостов, полученной на предприятии по обогащению угля. Вследствие низкого содержания твердых веществ в этом образце размер цилиндра для определения подвижности по осадке конуса увеличен до 50 мм (диаметр)×100 мм (высота), и использовали аликвоты субстрата объемом в 500 мл. Для оценки прозрачности отделившейся воды использовали оптический клин.

Таблица 16

Содержание твердых веществ (мас./мас.%)	18,5
Твердых веществ < 75 мкм (мас./мас.%)	10,9
Удельный вес	1,09

Результаты.

Таблица 17

Образец	Доза (г/т)	г (мм)	с (мм)	е (мм)	Осадка конуса (%)	Отделившаяся вода	
						Объем (мл)	Прозрачность (0-48)
Холостой	0	> 100	2	Нет данных	< 0,5	46	0
А	124	> 100	3	Нет данных	< 0,5	163	43
	371	53	16	10	11,3	290	> 48
	494	29	44	36	27,6	300	> 48
С	124	40	22	10	30,0	285	48
	247	34	33	19	41,2	315	47
	371	26	45	40	19,2	300	45
Е	124	33	31	14	51,5	290	> 48
	247	30	40	25	50,0	320	47
	371	29	41	26	51,7	300	47

Пример 9. Исследования в лаборатории.

Продукт 1 представляет собой обращенную эмульсию состава 80/20 сополимер акрилат натрия/акриламида.

Продукт 1 обрашали в воде с получением водного раствора, содержащего 0,35% активного полимера. Продукт оценивали с использованием комбинации мелкозернистых и крупнозернистых хвостов, образующихся при переработке минеральных песков, по методикам, описанным выше в примере 1.

Фракция мелкозернистых твердых веществ: шламовый осадок из концентратора при содержании, равном 27,7 мас./мас.%.

Фракция крупнозернистых твердых веществ: хвосты из циклона при содержании, равном 96,4 мас./мас.%.

При возможности смесь крупнозернистых и мелкозернистых твердых веществ разбавляли водой до заданного содержания твердых веществ, равного 43-47 мас./мас.%.

Результаты.

Таблица 18

Отношение количества мелкозернистых веществ к количеству крупнозернистых	Полное содержание твердых веществ (мас./мас.%)	Доза продукта (г/т)	Радиус "г" (мм)	Высота "с" (мм)	Фотография
1:0	28	0	110	15	Отсутствует
		181	110	11	Отсутствует
		361	85	21	Отсутствует
		542	90	21	Отсутствует
1:1	43	0	105	14	
		181	110	21	
		271	95	23	

		0	> 200	< 5	
1:2	45	120	85	23	
		302	60	47	

Фотографии свидетельствуют о лучшем нашлаивании обработанных хвостов по сравнению с необработанными. Это тем более справедливо для совместного удаления мелкозернистого и крупнозернистого материала с повышенными содержаниями крупнозернистой фракции.

Пример 10.

Продукт 2А представляет собой гелеобразный продукт состава 30/70 сополимер акрилат натрия/акриламид.

Продукт 2А растворяли в воде с получением водного раствора, содержащего 0,25% исходного продукта. Полимер оценивали с использованием комбинации мелкозернистых и крупнозернистых хвостов, образовавшихся при обогащении угля, при полной дозе, равной 740 г/т. Полное содержание твердых веществ в объединенных хвостах составляло примерно 19 мас/мас.% при отношении мелкозернистые/крупнозернистые фракции, равном примерно 1,4:1.

Исследование влияния обработки с использованием раствора продукта 2В проводили по следующей методике.

1. В пластмассовый стакан объемом 600 мл отбирали образец взвеси хвостов объемом 500 мл.
2. Затем смесь перемешивали при небольшом сдвиговом усилии, переливая образец из одного стакана объемом 600 мл в другой, так, чтобы образец стал однородным.
3. К взвеси хвостов прибавляли необходимую дозу водного раствора полимера и перемешивание продолжали до получения однородного материала.
4. Материал помещали в мерный цилиндр объемом в 500 мл и для уплотнения выдерживали в течение нескольких дней, после чего отделившуюся воду сливали и отбрасывали.
5. Из верхней и нижней частей уплотненных твердых веществ отбирали секции и анализировали их для определения распределения частиц по размерам для каждой секции.

Результаты.

Распределения частиц по размерам для каждой секции представлены в графическом виде на фиг. 1 и 2.

На фиг. 1 показано, что в уплотненных твердых веществах наблюдается высокая степень разделения, причем большая часть крупнозернистых частиц содержится только в нижней секции образца. На фиг. 2 показано, что для образца, обработанного с помощью 740 г/т полимера 2А, распределения частиц по размерам в верхней и нижней секциях были очень сходными и во время уплотнения происходило лишь минимальное разделение.

Пример 11.

Продукт 2А оценивали по методикам, подробно описанным в примере 10, с использованием объединенных крупнозернистых и мелкозернистых хвостов, полученной при переработке золота по технологии СІЛ/СІР, при дозе, равной 240 г/т. Полное содержание твердых веществ в объединенных хвостах составляло примерно 53 мас/мас.% при отношении мелкозернистые/крупнозернистые фракции, равном примерно 2:1.

Результаты.

Распределения частиц по размерам для каждой секции представлены в графическом виде на фиг. 3 и 4.

На фиг. 3 показано, что для необработанного материала в нижней секции наблюдается высокая степень разделения, тогда как для материала, обработанного полимером 2А, на фиг. 4 показано, что верхняя и нижняя секции содержат близкие количества крупнозернистых и мелкозернистых частиц.

Пример 12.

Продукт 2В представляет собой обращенную эмульсию состава 30/70 сополимер акрилат натрия/акриламид.

Продукт 2В обращали в воде с получением водного раствора, содержащего 1,0% исходного продук-

та. Полимер оценивали с использованием комбинации мелкозернистых и крупнозернистых хвостов, образующихся при переработке минеральных песков. Полное содержание твердых веществ в объединенных хвостах составляло 53 мас/мас.% при отношении мелкозернистые/крупнозернистые фракции, равном примерно 1:5.

Исследования в лаборатории.

Исследование влияния обработки с использованием раствора продукта 2В проводили по следующей методике.

1. В пластмассовую бутылку объемом 1 л отбирали образец взвеси хвостов, заливая ее до метки.
2. Затем взвесь перемешивали при большом сдвиговом усилии со скоростью ~1500 об/мин с использованием установленного сверху смесителя и соответствующим образом обработанного на станке лопастного колеса, изготовленного из судовых материалов, так чтобы образовывалась вихревая воронка.
3. Необходимое количество раствора полимера вводят в вихревую воронку, образовавшуюся во взвеси при перемешивании при большом сдвиговом усилии.
4. Содержимое пластмассовой бутылки перемешивают в течение 1 мин.
5. По окончании этого периода в пластмассовые бутылки объемом 250 мл отбирали образцы взвеси, заливая их до горлышка, и затем их в течение X минут (время перемешивания указано в табл. 19) переворачивали со скоростью 25 об/мин.
6. Через соответствующие промежутки времени определение подвижности по осадке конуса проводили так же, как в примере 1.

Результаты.

Таблица 19

Продукт	Доза (г/т)	Время перемешивания (мин)	Радиус конуса (мм)	Осадка конуса (%)
Холостой	0	5	146	0
		10	152	0
		15	145	0
Продукт 2В	50	5	80	12,5
		10	85	7,1
		15	130	0,4
	100	5	45	53,3
		10	73	13,8
		15	90	2,8
	150	5	35	97,1
		10	48	50,5
		15	83	8,5

Исследования на предприятии.

Хвосты, образовавшиеся при обработке минеральных песков, из отстойного бассейна, находящегося над участком разработки полезных ископаемых, перекачивают вверх на расположенный на возвышенности участок для удаления отходов. Вследствие низкой вязкости потока отходов и высоких скоростей потока твердые вещества осаждаются на большой территории и вдали от места сброса. Вымывание потоком хвостов также приводит к образованию глубоких каналов на участке для удаления отходов. Вымывание потоком хвостов создает опасность для эксплуатации рудника, поскольку при максимальных потоках хвосты могут возвратиться на участок разработки, затопить отстойный бассейн и помешать эксплуатации рудника.

Применение настоящего изобретения путем внесения 0,5% (поставляемого в таком виде) водного раствора 30% анионогенного полимера, являющегося обращенной эмульсией (продукт 2В), в дозе, составляющей 100 г/т (сухих твердых веществ), в трубопровод приводит к тому, что смешанные мелкозернистые (шламовый осадок из концентратора) и крупнозернистые удаляемые фракции взвеси поступают на участок для удаления отходов со скоростью 20 и 50 л/с соответственно. На основании проведенных в лаборатории исследований для сведения к минимуму сдвига обработанного материала положение прибавления выбрано вблизи от положения выгрузки (20 м или 11 с). Это приводит к укладке материала с углом конусности, равным 8-10° (измерен с помощью геодезического угломера) и отделению чистой воды, а пробы, взятые из слоистой системы, свидетельствуют о большом содержании частиц размером ме-

нее 75 мкм, что подтверждает удерживание мелкозернистого материала при массовом удалении.

На фиг. 5 и фиг. 6 показаны удаленные хвосты минеральных песков, не подвергнутые и подвергнутые обработке. Представленные на фиг. 5 хвосты являются высокоподвижными, и в месте сброса не происходит осаждение твердых веществ. На фиг. 6 показано, что обработанные хвосты наслаиваются под трубой, через которую сбрасывается материал, и на переднем плане происходит отделение чистой воды.

Пример 13.

Продукт 2В представляет собой обращенную эмульсию состава 30/70 сополимер акрилат натрия/акриламид, такую как применяющаяся в приведенном выше примере 12. Продукт 3 представляет собой растворяющийся в воде гомополимер акрилата натрия.

Продукт 2В обрашали в воде с получением водного раствора, содержащего 1,0% исходного продукта. Продукт 3 использовали в таком виде, в котором он поставлялся, и дополнительное разбавление не требовалось. Полимеры оценивали с использованием комбинации мелкозернистых и крупнозернистых хвостов, образующихся при переработке минеральных песков. Содержание твердых веществ в объединенных хвостах составляло 67 мас./мас.% при отношении мелкозернистые/крупнозернистые фракции, равном примерно 1:7.

Исследования в лаборатории.

Исследование влияния обработки с использованием раствора продукта 2В и продукта 3 проводили по следующей методике.

1. В стакан объемом 500 мл отбирали аликвоту однородной объединенной взвеси хвостов объемом 250 мл.
2. Затем смесь перемешивали при скорости ~500 об/мин с использованием установленного сверху смесителя и соответствующим образом обработанного на станке лопастного колеса.
3. К взвеси прибавляли необходимую дозу полимера и перемешивание продолжали в течение 10, 20 или 30 с.
4. Примерно 150 мл обработанной взвеси переносили в стакан объемом 200 мл и с помощью лопастного вискозиметра измеряли предел текучести.

С целью оценки влияния различных отношений мелкозернистые/крупнозернистые хвосты для продуктов 2В и 3 также проводили дополнительные исследования с использованием описанных выше методик и одинакового времени перемешивания, равного 20 с.

Результаты.

Таблица 20

Продукт	Доза (г/т)	Предел текучести (Па) после перемешивания		
		10 с	20 с	30 с
Холостой	0	65	64	63
Продукт 2В	53	109	103	90
	107	217	183	115
	160	356	290	211
Продукт 3	622	97	105	95
	888	181	200	168
	1155	278	351	273

Полученные результаты показывают, что оба продукта приводят к увеличению предела текучести комбинированного материала хвостов обработки минеральных песков. При больших дозах происходил сток свободной воды.

Ниже в графическом виде представлено влияние различных отношений мелкозернистые/крупнозернистые хвосты. При всех исследованных отношениях и продукт 2В, и продукт 3 привели к значительному увеличению предела текучести хвостов минеральных песков.

Исследования на предприятии.

Шламный осадок из концентратора, в котором уплотняют шлам, объединяют с фракцией отходов песка, полученной при переработке минеральных песков. Отношение количества песка к количеству шлама меняется в зависимости от типа руды, и вследствие этого меняются реологические характеристики и скорости стока для осадившейся комбинации.

Разработка полезных ископаемых является изменяющейся и следует контуру рудного тела. Объединенные отходы перекачиваются в группу колодцев, которые последовательно заполняются и после этого рекультивируются. Для горнодобывающей компании важно, чтобы в любой данный момент использовалась территория как можно меньшей площади. Высокие скорости обезвоживания позволяют раньше начать рекультивацию. Дополнительную стекающую воду можно вернуть на перерабатывающее предприятие для повышения эффективности и снижения затрат на приобретение воды.

Применение описанного выше настоящего изобретения на месте осуществляют следующим образом.

Продукт 3 вводят в дозе, равной 1050 г/т, в течение 3 дней, прибавляя его в положении, находящемся после шнекового конвейера и до небольшого центробежного насоса. В результате улучшился угол конусности и происходило намного большее отделение воды от взвеси. На фиг. 9-11 показаны углы конусности для сброса в хвостохранилище необработанных хвостов и хвостов, обработанных при дозах, составляющих 513 и 1050 г/т соответственно.

Положение внесения изменяли и продукт 3 прибавляли в положении, находящемся сразу же после центробежного насоса. В этом альтернативном положении доза была снижена до 726 г/т. При внесении в этом положении консистенция песка оказывалась такой же. Через 24 ч были видны свободный сток жидкости и пористость поверхности материала. На фиг. 12 и 13 представлены характеристики сброса и поверхность материала соответственно.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ осуществления затвердевания материала при сохранении текучести материала во время транспортировки, в котором материал, представляющий собой водную жидкость, включающую диспергированные измельченные твердые вещества, транспортируют на участок осаждения, после чего его выдерживают до затвердевания, причем во время транспортировки материал объединяют с эффективным для затвердевания количеством водного раствора растворимого в воде полимера, обладающего характеристической вязкостью, составляющей не менее 5 дл/г при измерении в 1 М NaCl при 25°C.

2. Способ по п.1, в котором растворимый в воде полимер является анионогенным.

3. Способ по п.2, в котором полимер получают из мономера (мономеров), выбранного (выбранных) из группы, включающей (мет)акриловую кислоту, аллилсульфоновую кислоту и 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновую кислоту, использованных в виде свободных кислот или их солей, необязательно в комбинации с неионогенными сомономерами, предпочтительно выбранными из группы, включающей (мет)акриламид, гидроксиалкиловые эфиры (мет)акриловой кислоты и N-винилпирролидон.

4. Способ по п.1, в котором растворимый в воде полимер является неионогенным.

5. Способ по п.4, в котором полимер получают из мономера (мономеров), выбранного (выбранных) из группы, включающей (мет)акриламид, гидроксиалкиловые эфиры (мет)акриловой кислоты и N-винилпирролидон.

6. Способ по п.1, в котором растворимый в воде полимер является катионогенным.

7. Способ по п.6, в котором полимер получают из мономера (мономеров), выбранного (выбранных) из группы, включающей диметиламиноэтил(мет)акрилат - метилхлорид, четвертичный (ДМАЭА, MeCl), диаллилдиметиламмонийхлорид (ДАДМАХ), триметиламинопропил(мет)акриламидхлорид (ТАПАХ), необязательно в комбинации с неионогенными сомономерами, выбранными из группы, включающей (мет)акриламид, гидроксиалкиловые эфиры (мет)акриловой кислоты и N-винилпирролидон.

8. Способ по любому из пп.1-7, в котором диспергированные измельченные твердые вещества представляют собой минерал.

9. Способ по п.8, дополнительно включающий удаление остатков взвеси минералов, образующейся при переработке минералов.

10. Способ по любому из пп.1-9, в котором материал получают из хвостов, образующихся при обработке минеральных песков.

11. Способ по любому из пп.1-10, в котором диспергированные измельченные твердые вещества обладают размером частиц, составляющим менее 100 мкм, причем предпочтительно не менее 80% частиц обладает размером, составляющим менее 25 мкм.

12. Способ по любому из пп.1-10, в котором диспергированные измельченные твердые вещества обладают бимодальным распределением частиц по размерам, в котором пик для мелкозернистой фракции соответствует размеру, существенно меньшему чем 25 мкм, а пик для крупнозернистой фракции соответствует размеру, существенно большему чем 75 мкм.

13. Способ по любому из пп.1-12, в котором материал обладает содержанием твердых веществ, находящимся в диапазоне от 15 до 80 мас.%, предпочтительно в диапазоне от 40 или 50 до 70 мас.%.

14. Способ по п.1, в котором дополнительно осуществляют флокуляцию водной суспензии твердых веществ в резервуаре с образованием надосадочного слоя, включающего содержащую воду жидкость, и слоя шламового осадка, включающего образующие материал загущенные твердые вещества, и отделение надосадочного слоя от шламового осадка, при этом поступающий из резервуара шламовый осадок, содержащий измельченный материал, перекачивают на участок осаждения, где его выдерживают до затвердевания и обезвоживания с отделением жидкости, при этом эффективное для затвердевания и обезвоживания количество водного раствора растворимого в воде полимера смешивают с материалом после флокуляции суспензии и до выдерживания до затвердевания или обезвоживания материала с отделением жидкости.

15. Способ по п.14, в котором к поступающему из резервуара шламовому осадку прибавляют мок-

рые или сухие крупнозернистые частицы, причем прибавление осуществляют до или во время добавления эффективного для затвердевания количества растворимого в воде полимера.

16. Способ по п.14 или п.15, в котором до перекачки на участок осаждения материал транспортируют в резервуар для хранения.

17. Способ по любому из пп.1-16, в котором материал перекачивают к выпускному отверстию, где ему дают возможность растекаться по поверхности ранее затвердевшего материала, где материал выдерживают до затвердевания с образованием слоистой системы.

18. Способ по любому из пп.1, 14-17, в котором эффективное для затвердевания количество водного раствора растворимого в воде полимера смешивают с материалом до стадии перекачивания на участок осаждения.

19. Способ по любому из пп.1, 14-17, в котором эффективное для затвердевания количество водного раствора растворимого в воде полимера смешивают с материалом во время или после стадии перекачивания на участок осаждения.

20. Способ по п.17, в котором эффективное для затвердевания количество водного раствора растворимого в воде полимера смешивают с материалом при его выгрузке из выпускного отверстия.

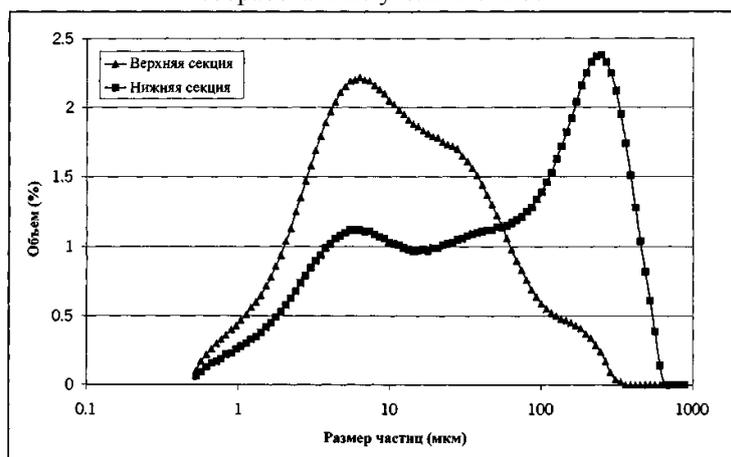
21. Способ по любому из пп.1-20, в котором во время затвердевания материал обезвоживается с отделением жидкости.

22. Способ по п.21, в котором жидкость рециркулируют в систему переработки минералов.

23. Способ по п.21 или 22, в котором дополнительно улучшают прозрачность жидкости посредством прибавления водного раствора растворимого в воде полимера.

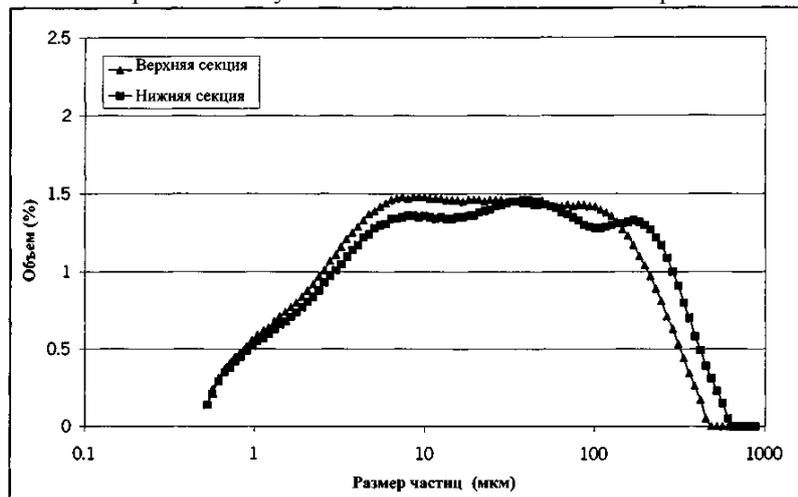
24. Способ по любому из пп.21-23, в котором жидкость подвергают дополнительной обработке для извлечения или повторного использования представляющих промышленную ценность материалов, растворенных в этой жидкости.

Необработанные угольные хвосты



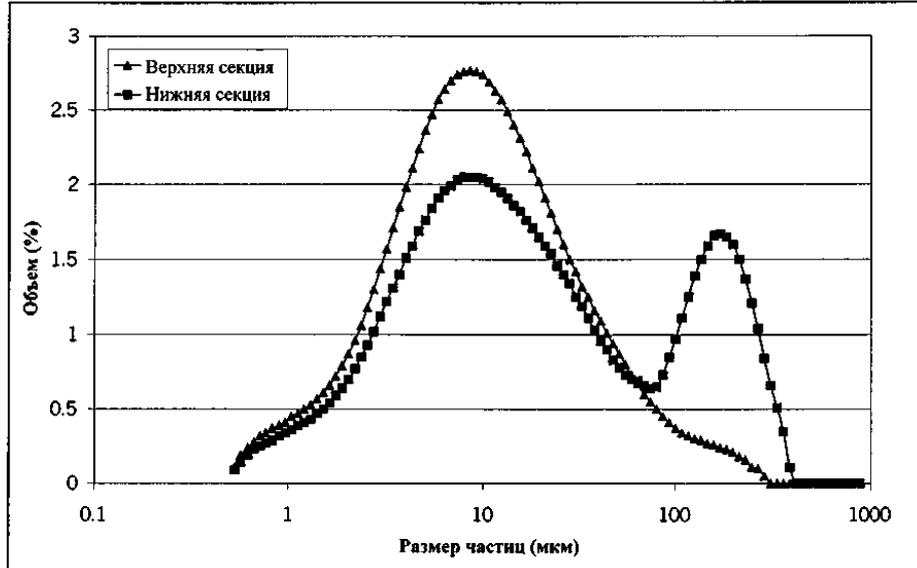
Фиг. 1

Обработанные угольные хвосты - 740 г/т полимера 2А



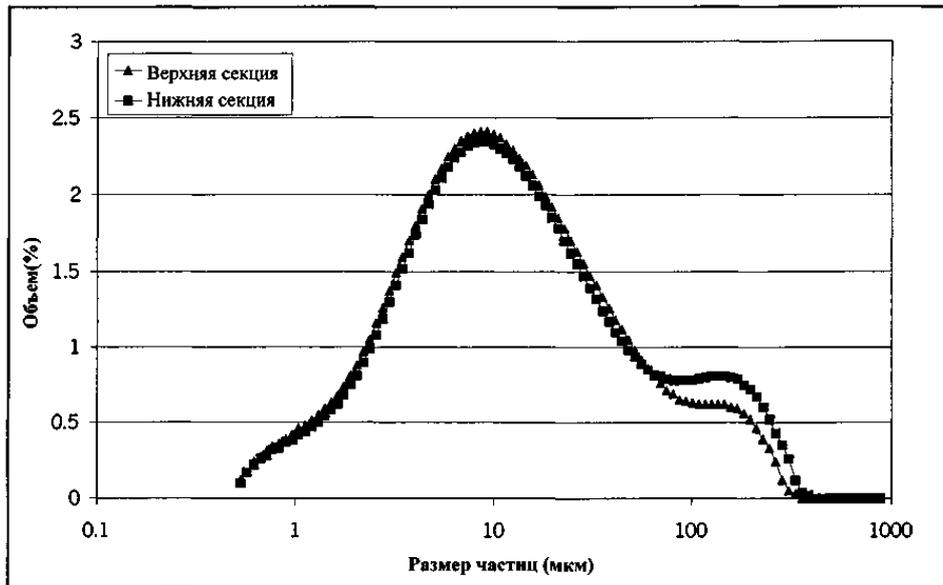
Фиг. 2

Необработанные угольные хвосты



Фиг. 3

Обработанные угольные хвосты - 240 г/т полимера 2А



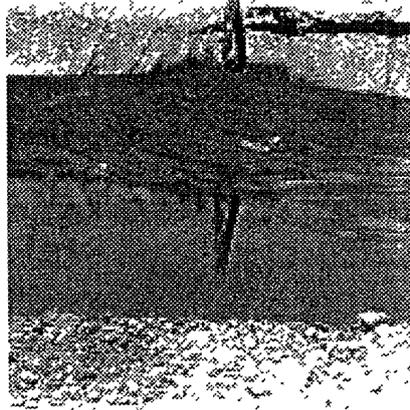
Фиг. 4

Необработанный

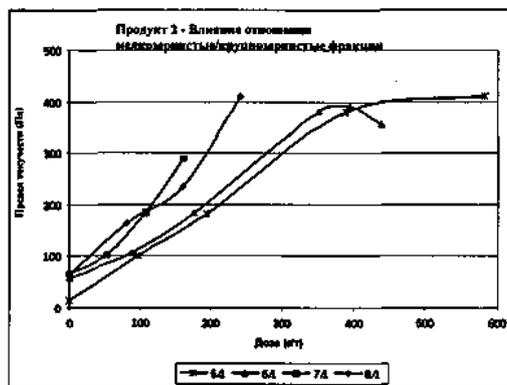


Фиг. 5

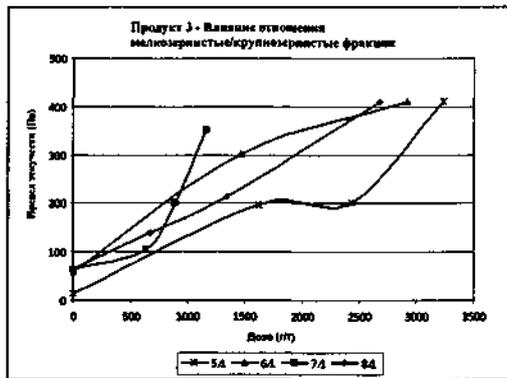
Обработанный при дозе 100г/т (продукт 2В)



Фиг. 6

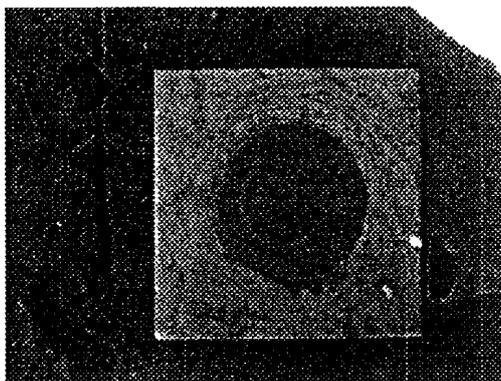


Фиг. 7



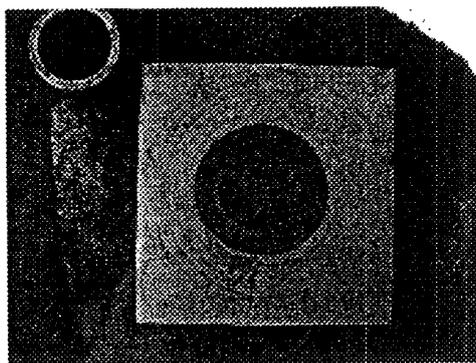
Фиг. 8

Необработанный



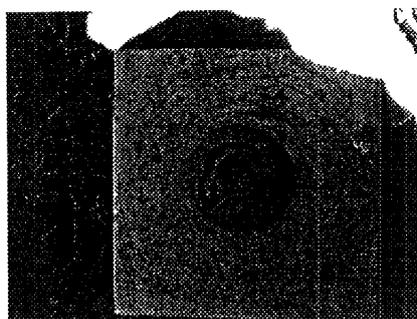
Фиг. 9

Продукт 3 при дозе 513 г/т



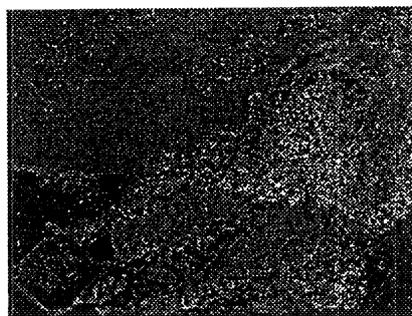
Фиг. 10

Продукт 3 при дозе 1050 г/т



Фиг. 11

Выпускная труба



Фиг. 12

Участок поверхности



Фиг. 13

