

тяжелой средой забирая частички выносимые разжижаемой водой как более инерционные. Круглый вид лотка позволяет создать спиралевидный поток пульпы, то есть постоянно отклонять поток в поперечном направлении. Бункер над конусным распределителем позволяет дополнительно отклонять поток обрабатываемой пульпы, хвостосборник в виде короба выполняет роль подвески и дополнительного лотка или контрольного шлюза. Подвеска из стальных полос позволяет создать сложное движение в результате сложения двух и более орбитальных движений. Поток взвешенной тяжелой среды с принудительной дополнительной циркуляцией захватывает более тяжелые частички, так как на них действует прижимающая к потоку сила инерции в результате отклонения потока пульпы в поперечном направлении [4,5].

Механический лотковый шлюз для гравитационного обогащения тяжелых минералов и металлов относится к способам с целью выделения в концентрат мелких частичек с созданием подвижной тяжелой среды [9,10].

Известны следующие способы того же назначения: Способ для сортировки, в частности руд минералов в виде пульпы. В соответствии со способом, в частности для обогащения песчаного материала, содержащего золото, материал подают на движущуюся вперед плоскую профилированную поверхность. Во время транспортировки материала по поверхности к нему непрерывно прикладывают вызывающие, пульсирующие усилия движения в направлении движения подстилающей поверхности. Одновременно предусматривают подачу воды под углом 90 градусов к направлению движения подстилающей поверхности. При этом материал находится под действием составляющей силы тяжести, направленной под углом к направлению движения поверхности, которая создается в результате наклона подстилающей поверхности или ее вращения по круговой траектории [11]. После длительной обработки на подстилающей поверхности концентрат снимают или сбрасывают. Установка для отделения ценных полезных ископаемых от пульпы, в частности для обработки золотоносного песка, содержит перемещающуюся плоскую профилированную платформу, на которую поступает материал и которая осуществляет его перемещение. В процессе перемещения материал непрерывно подвергается действию вибрации, которая обуславливает его пульсирующее движение, главным образом, в направлении перемещения основания. Одновременно перпендикулярно направлению перемещения основания подается поток воды. При этом на материал действует сила тяжести, направленная под углом к направлению платформы, которая также подвергается наклону или вращению. После некоторого времени пребывания материала на столе полученный таким образом концентрат удаляется или сбрасывается. Этот способ является наиболее близким аналогом заявляемому способу и имеет следующие общие признаки: Перемещение

разделяемого материала по наклонной платформе, установленной с возможностью колебательных движений, воздействие на перемещаемый разделяемый материал инерционными силами и силой тяжести. Воздействие на разделяемый материал потоком воды. Придание платформе движения по круговой траектории, разделение под воздействием внешних сил на подстилающей поверхности и периодическое его сбрасывание. Недостаток: нет снижения общей скорости потока, невозможность отделения мелких и тонких частиц на профилированной поверхности, так как они остаются подвижными от сдергивающего воздействия.

Струйный концентратор относится к гравитационному обогащению руд в тонком слое пульпы [12]. Цель изобретения повышение эффективности обогащения. Для этого внутри неподвижной рамы концентратора установлены суживающиеся наклонные желоба, отсекатели продуктов, питающие и разгрузочные приспособления. К раме в подшипниках установлен приводной вал. Каждый желоб посредством кривошипно-шатунных механизмов связан с приводным валом, а в верхней части посредством амортизаторов с рамой. Установлены желоба на расположенных под их разгрузочной частью шарнирах с вертикальной осью. Вал побуждает желоба совершать поворотные колебания вокруг осей шарниров. Совместное действие гидродинамических сил от потока материала и инерционных сил от поворотных вибраций обеспечивает улучшение условий разрыхления слоя частиц над поверхностью желоба, интенсификацию вытеснения легких частиц породы в верхние слои потока и вовлечение в обогащение тонких частиц ценного компонента. Общие признаки: каскад желобов с разрыхленным улавливающим слоем, привод. Недостаток: нет принудительного отбора мелких и тонких частиц.

Камерный концентратор, включающий приемный бункер, лоток-распределитель в виде открытого желоба с люками в днище, под которыми расположены камеры обогащения с разгрузочными отверстиями, установленными с зазором к днищу и разделяющими их на два отсека, один из которых перекрыт решетом, перегородками и днищем овальной формы с уклоном в сторону разгрузки [13]. Отличающийся тем, что он снабжен установленным в торцевой стенке головной части лотка-распределителя, патрубком водоподачи. Также камерный концентратор снабжен установленными над люками трубами нисходящего водоорошения, сообщенного с нижней частью отсека обогащения не перекрытого решето. Патрубком восходящего водопотока, контрольным шлюзом и приводом качания, при этом перегородки в камерах обогащения выполнены вертикальными. Днище лотка-распределителя покрыто линолиумом, решета выполнены с разными размерами ячеек, разгрузочные отверстия в днищах камер обогащения выполнены с запорными приспособлениями, концентратор

отличающийся тем, что снабжен шарнирными стержневыми подвесками лотка-распределителя с регулируемым резьбовым приспособлением. Этот аналог является наиболее близким техническим решением и имеет следующие общие признаки: Наклонную платформу с рабочей поверхностью из каскада камер обогащения с разгрузочными отверстиями, сито перекрывающее камеры обогащения с уклоном в сторону разгрузки, магистраль водоподготовки трубы нисходящего водоорошения, пагрубки для создания восходящего потока, подвеску наклонной платформы с регулированием угла наклона. Недостаток: нет вращения тяжелой среды в камере обогащения для принудительного отбора тонких частиц. В известных технических решениях силы инерции прижимают тонкие частицы к конусной поверхности, при этом частички задерживаются на конусной поверхности, однако остаются подвижными от сдергивающего движения.

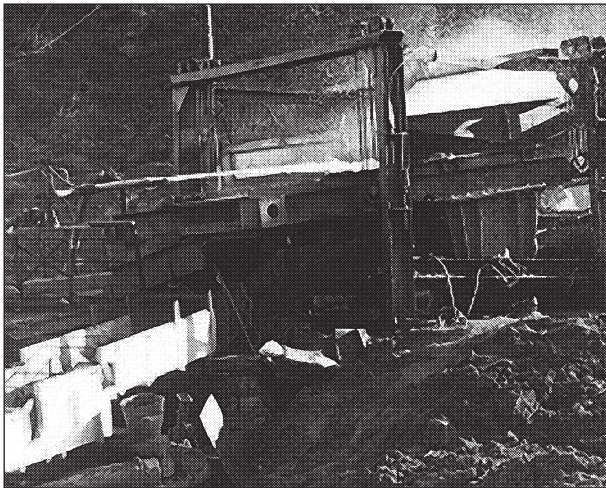


Рис. 2. Работа механического лоткового шлюза

Способ для гравитационного обогащения тяжелых минералов и металлов «Механический лотковый шлюз» в отличие от известных технических решений позволяет отбирать тонкие частицы без сдергивания их основной более подвижной массой разделяемого материала рис. 2 [9,10]. Технический результат; создание направленного движения тонких частиц через взвешенную тяжелую фракцию для образования концентрата при условии их большей удельной плотности или большего момента инерции. Способ для гравитационного обогащения тяжелых минералов и металлов включает перемещение разделяемого материала по наклонной платформе, установленной с возможностью колебательных движений. Воздействии на перемещаемый разделяемый материал инерционными силами и силой тяжести, воздействие на разделяемый материал потоком воды, придание платформе движения по круговой траектории, разделение под воздействием внешних сил на подстилающей поверхности, периодическое сбрасывание концентрата. Особенность заключается в том, что разделяемый

материал перемещают по наклонной платформе состоящей из составных промысловых лотков. Разделяемый материал разгоняют на наклонной поверхности каждого составного лотка и снижают общую скорость потока пульпы в углублении каждого составного лотка. Внешнее воздействие накладывают со стороны подвижной рабочей поверхности платформы подвешенной на четырех тросах. На перемещаемый материал воздействуют в каждом составном лотке как силой тяжести, так и силой всплытия. На разделяемый материал воздействуют в каждом составном лотке потоком воды с получением взвешенной тяжелой фракции с равномерно распределенной восходящей жидкой фазой по всему объему составного лотка, взвешенную тяжелую фракцию раскручивают тангенциальным подводом воды между соосных цилиндрических поверхностей, тяжелую фракцию поддерживают во взвешенном состоянии на конической подстилающей поверхности круговым движением платформы.

Способ для мокрого разделения тонкоизмельченных материалов по плотности с помощью создания сплошной среды относятся к области мокрого разделения тонкоизмельченных руд и предназначены для эффективного извлечения благородных металлов из лежалых хвостов. Получения качественных концентратов как из руд цветных и черных металлов так и из неметаллических руд. Например, для извлечения золота, серебра и платиноидов в схемах действующих обогатительных фабрик.

Известен способ селективного разделения тяжелых минералов и металлов, включающий разделение по разной скорости осадки, воздействие восходящим потоком жидкости, придание движения исходному материалу, отличающийся тем, что разделение по разной скорости осадки осуществляют над разрыхленной тяжелой средой, движение и перемешивание осуществляют на плите подвижной основы в непараллельных плоскостях вокруг вертикальной оси [2,3]. Этот аналог является наиболее близким техническим решением для заявляемого способа. Общими признаками являются: Придание движения исходному материалу, воздействие восходящим потоком жидкости, разделение над разрыхленной тяжелой средой в камере обогащения, установленной с возможностью движения. Известно твердое тело как часть жидкости с большей или меньшей вязкостью. [14]. Известно, что прилагаемое ускорение как бы «укрупняет» зерна минералов, причем чем они тоньше, тем этот эффект выше [15]. Известно уравнение общего случая для сплошных сред [16]. Это уравнение в любом случае имеет тот же физический смысл: сохранение момента импульса для реальной жидкой среды. Известны ниспадающие потоки вертикального массопереноса [17].

Способ мокрого разделения тонкоизмельченных материалов по плотности с помощью создания потока сплошной среды позволяет получить высоко-

качественный концентрат руд цветных и черных металлов, а также из неметаллических руд с достаточной эффективностью. Включает придание движения исходному материалу, воздействие восходящим потоком жидкости, разделение над разрыхленной тяжелой средой в камере обогащения, установленной с возможностью движения. Технический результат: разделение тонкоизмельченных частиц по плотности. Особенность заключается в том, что: осуществляют потопление разделяемого материала в верхних слоях разрыхленной тяжелой среды. Движение камеры обогащения осуществляют в виде совмещенных вращательных колебаний сразу в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Воздействуют восходящим потоком жидкости из нескольких патрубков, направленных на коническую поверхность камеры обогащения и установленных в толще тяжелой среды. Создают в толще разрыхленной тяжелой среды взаимоувязанные ветви потока сплошной среды, где каждая ветвь потока сплошной среды состоит из независимого закрученного потока из взвеси достаточно тяжелых и достаточно мелких частиц и частиц разделяемого твердого материала. При этом частицы разделяемого материала и смешиваемые с ним достаточно тяжелые и достаточно мелкие частицы являются составной частью ветви потока сплошной среды и имеют крупность в потоке зависящую, как от момента импульса, так и от плотности частицы. Разделяют частицы за счет выноса недостаточно тяжелых частиц, попавших в толщу такой ветви потока сплошной среды, на слив из-за невозможности проникновения их через внешний слой более тяжелых и мелких частиц, образующих непроницаемую для недостаточно тяжелых и поэтому крупных частиц оболочку в виде постели из достаточно тяжелых и поэтому мелких частиц. Невозможность удержания такой ветвью потока сплошной среды наиболее тяжелых и поэтому совсем мелких частиц, создают процесс обогащения в виде вовлечения в кругооборот уже разделенных достаточно тяжелых и мелких частиц тяжелой среды и уже разделенных тяжелых частиц разделяемого материала, образуют концентрат за счет накопления и обвала наиболее тяжелой фракции.

Способ мокрого разделения тонкоизмельченных материалов включает разделение над тяжелой средой в камере обогащения. Особенность заключается в том, что в толще тяжелой среды создают хотя бы одну ветвь потока сплошной среды, причем частицы тяжелой среды и достаточно тяжелые частицы разделяемого материала являются частью ветви потока сплошной среды в виде составной части закрученного вокруг собственной оси потока реальной жидкой среды. Процесс обогащения основан на том, что достаточно тяжелые частицы вовлекаются в кругооборот, попадая в ниспадающий поток вертикального массопереноса, оказываются внизу, где захватываются разными ветвями потока сплошной среды. В ре-

зультате чего не могут покинуть области обогащения лотка, при этом тонкие тяжелые частички не могут быть долго удержаны ветвью потока сплошной среды, накапливаются и обваливаются вниз, где вместе с осевшей тяжелой фракцией образуют концентрат.

Понятие «частица является частью ветви потока сплошной среды» означает для конкретной частички то, что чем больше момента импульса у частички и чем она тяжелее, тем она меньше в потоке сплошной среды, и, чем меньше момент импульса частички и чем она легче, тем она в потоке сплошной среды большей крупности. Непроницаемая для менее тяжелых частиц оболочка в виде постели из достаточно тяжелых частиц возникает из-за того, что достаточная крупность менее тяжелых частиц в толще ветви потока сплошной среды не позволяет проникнуть через постель из достаточно мелких и достаточно тяжелых частиц. Под крупностью в потоке сплошной среды понимается размер удерживаемой оболочки из воды смачиваемой частички или соответственно размер отжатия оболочки из воды, не смачиваемой частички. При любом повороте оси вращения ветви потока сплошной среды, по закону сохранения момента импульса предполагается, что частичка начинает вращаться то вокруг одной оси, то вокруг другой и плюс вокруг собственной оси и имеет в таком независимом закрученном потоке реальной жидкой среды траекторию в виде растянутой пружины. При этом более тяжелые частицы образуют внешний слой ветви потока сплошной среды в виде «вращающегося резинового шланга». А недостаточно тяжелые частички находятся в толще такой ветви потока сплошной среды по причине разной вязкости оболочек из воды у легких и тяжелых частиц имеют такую же траекторию движения и выносятся в процессе обогащения на слив по пути наименьшего сопротивления [18,19].

Выше описанные способы [2,5,9,18,19] позволяют извлекать мелкое золото из золотосодержащего минерального сырья с достаточной эффективностью. Применение их при исследованиях в лабораторных условиях, на опытных полигонах Тув.ИКОР СО РАН, а также при промышленной переработки лежалых хвостов ЗИФ и россыпных месторождений убедительно показана и доказана их целесообразность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Способ разделения в пульпе твердых частиц. / Патент № 2039607 БИ 20, 1995 В 03 В 5/32.
2. Бурдин Н.В., Лебедев В.И., Самданчап Т.Х., Меткин В.А. Способ и устройство для селективного разделения тяжелых минералов. / Патент РФ № 2123386. М.: РОСПАТЕНТ ФИПС. – Бюл. № 35, 1998. – 12 с.
3. Лебедев В.И., Бурдин Н.В., Меткин В.А., Самданчап Т.Х. Технология извлечения техногенной руды с попутным извлечением благородных металлов // Горный журнал, № 2, 1997. – С. 41–43.

4. Бурдин Н.В., Лебедев В.И., Чадамба П.В., Артеменков А.П. Способ и устройство для разделения минералов в круглом лотке с использованием взвешенной тяжелой среды. / Патент РФ № 2131300. М.: РОСПАТЕНТ ФИПС. – Бюл. №16, 1999. – 8 с.
5. Бурдин Н.В., Лебедев В.И.. / Косовое золото и возможности его извлечения. /Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества/. (научные труды ТувИКОПР СО РАН).- Кызыл.-2004. 129-131с.
6. Способ обогащения полезных ископаемых. / Патент № 2034662, БИ 13, 1995.
7. Шлюз для обогащения россыпей. / А.с. № 1094183, БИ 18, 1995.
8. Промывочный прибор для обогащения полезных ископаемых. / Патент РФ № 2038158, БИ 18, 1995.
9. Бурдин Н.В., Лебедев В.И., Чадамба П.В. Механический лотковый шлюз и способ обогащения тяжелых минералов и металлов. / Патент РФ № 2147934. М.: РОСПАТЕНТ ФИПС. – Бюл. № 12, 2000. – 14 с.
10. Бурдин Н.В., Лебедев В.И. Новая технология переработки золотосодержащего сырья // Горный журнал, № 11-12, 2000. – С. 70-71.
11. Способ для сортировки материала. / Заявка РСТ 87/03827, В 03 В 5/04; 5/72.
12. Струйный концентратор. / А.с. № 1604482, В 03 В 5/70.
13. Камерный концентратор. / Патент № 2044571, В 03 В 5/70.
14. В.Старовойтов «В зеркале цифр и уравнений». газета “Наука в Сибири”, N 34, 1999.
15. А.В.Богданович «Разделение минеральных частиц в центробежных полях». «Горный журнал», N 4, 1997,
16. Р.Фейнман, Р.Лейтон, М.Сэнде «Фейнмановские лекции по физике», т.7 /Физика сплошных сред/, М: 1977., стр. 259.
17. В.В.Кармазин и др. «Новые методы извлечения мелкого золота при отработке россыпных и техногенных месторождений». Горный журнал, N 5, 1999.
18. Бурдин Н.В., Чадамба П.В. Способ и устройство для мокрого разделения тонкоизмельченных материалов по плотности с помощью создания сплошной среды. / Патент РФ №2182041. М.: РОСПАТЕНТ ФИПС. – Бюл. № 13, 2002.- 14 с.
19. Бурдин Н.В., Чадамба П.В. Способ и устройство для мокрого разделения тонкоизмельченных материалов по плотности с помощью создания сплошной среды. /Междун. заявка, междун. приоритет по публ. № WO 01/37999 А1, 2001. – 12 с.

ABOUT CONCENTRATING METHODS OF GOLD-CONTAINING MINERAL RAW MATERIAL IN TROUGH-TYPE DEVICES

Burdin N.V. and Lebedev V. I.

Tuvian Institute for Exploration of Natural Resources, SB of the RAS, Russia

The article describes methods for gravity extraction of fine gold from gold-containing mineral raw material in trough-type devices and shows mechanism of particles motion and distribution relatively their density in streams of the processed pulp. The work contains background for elaboration of necessary devices for realization of the described methods.