

10. Пат. 2634148 РФ, МПК В03В 5/00. Способ кавитационно-гидродинамической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси / Хрунина Н.П.; заявитель и патентообладатель ИГД ДВО РАН. - № 2016139082; заявл. 04.10.2016; опубл. 24.10.2017. – Бюл. № 30.

11. Пат. 2506128 РФ, МПК В03В5/00. Способ дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси в условиях резонансных акустических явлений в гидротоке и геотехнологический комплекс для его осуществления / Н.П. Хрунина; заявитель и патентообладатель ИГД ДВО РАН. № 2012140887/03; заявл. 24.09.2012; опубл. 10.02.2014. – Бюл. № 4.

12. Пат. 2506127 РФ, МПК В03В5/00. Способ струйно-акустической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси и гидродинамический генератор акустических колебаний / Н.П. Хрунина; заявитель и патентообладатель ИГД ДВО РАН. № 2012140610/03; заявл. 21.09.2012; опубл. 10.02.2014. – Бюл. № 4.

УДК 622.271.1:236.73

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ВОПРОСАМ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ МЕЛКОГО И ТОНКОГО ЗОЛОТА

Н.П. Хрунина

кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории разработки россыпных месторождений, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: npetx@mail.ru

Аннотация. Отмечено недостаточное развитие технических средств по переработке высокоглинистых песков золотоносных россыпей с преобладанием мелкого золота. Представлен анализ новых систем, в основе которых лежат гидродинамические и кавитационные процессы. Предложены разработки, обеспечивающие повышение технологической, экономической и экологической эффективности.

Ключевые слова: высокоглинистые пески, золото, микродезинтеграция, кавитация.

NEW APPROACHES TO THE DISINTEGRATION OF MINERALS WITH HIGH CONTENT OF SMALL AND FINE GOLD

Natalya Khrunina

Ph.D., researcher at the laboratory of placer deposits, Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: npetx@mail.ru

Abstract. Noted insufficient development of technical means for processing highly clay sands goldfields, with a predominance of small gold. An analysis of new systems, based on

hydrodynamic and cavitation processes. Proposed development, providing increase of technological, economic and environmental efficiency.

Ключевые слова: highly clay sands, gold, micro disintegration, cavitation.

Введение. Анализ технологических возможностей золотодобывающих предприятий показал, что применяемые технические средства не обеспечат эффективную дезинтеграцию высокоглинистых песков для последующего извлечения частиц золота мелких и тонких классов. Известно, что колебания в природе и технике весьма разнообразны. Вызванные в среде тем или иным источником, они обуславливают возникновение волн. Упругие механические колебания, колебания атомов и молекул, вызванные тепловыми флуктуациями, электромагнитные и другие виды колебаний широко используются в современной технике. Умение управлять колебаниями и волновыми процессами позволяет решать ряд важных научных и технических задач [1-6]. К интенсифицирующим гидродинамические процессы факторам можно отнести высокие сдвиговые напряжения в потоке гидросмеси, интенсивную кавитацию, развитую турбулентность, гидравлические удары и др.

В способе первичного обогащения россыпного золота мелких классов, включающего дезинтеграцию и промывку исходного материала в скруббер-бутаре, классификацию на виброгрохотах по классу - 2 мм, обработку материала в дезинтеграторе роторного типа и обогащение на винтовых шлюзах [7], основу процесса глубокой дезинтеграции составляет использование аппарата роторного типа, который эффективно работает в узком размерном диапазоне компонентов твердого в пульпе за счет очень малых зазоров между ротором и статором, а также щелей, обеспечивающих пульсации в гидротоке. Но дезинтегратор имеет недостаточный уровень надежности, требуемую долговечность эксплуатации и энергозатратен.

В способе кавитационной обработки потока жидкости с использованием реактора [8] поток жидкости пропускают сквозь резонансную ячейку реактора, где в жидкости устанавливают стоячую акустическую волну с заданным средним значением объемной плотности мощности, вызывающую возникновение в ней кавитации в виде одной или нескольких стационарных кавитационных областей. Плотность потенциальной энергии, выделяющейся за период акустической волны, в любой точке периметра любого сечения потока внутри реактора устанавливают не превышающей ее максимального значения на стенках резонансной ячейки. Реактор содержит резонансную ячейку и корпус, диафрагму с отверстием, размещенную в плоскости, параллельной колебательным смещениям стенок резонансной ячейки. Известен также другой способ кавитационно-акустического

разупрочнения и дезинтеграции глинистых песков золотоносных россыпей [9], основанный на использовании энергозатратных ультразвуковых систем, потребляющих электрическую энергию и имеющих ограничение по максимальной развиваемой мощности и производительности при изменении влияния обрабатываемых сред даже при наличии системы автоматической подстройки рабочей частоты. Недостатком данных технологий является использование энергозатратных ультразвуковых систем, потребляющих электрическую энергию и имеющих ограничение по максимальной развиваемой мощности и производительности.

Цель работы. Создать концептуальную модель развития технологий и технических средств для обеспечения глубокой дезинтеграции частиц минеральной составляющей гидросмеси глинистых песков россыпей путем использования первичной гидродинамической и вторичной акустической кавитации в гидротоке посредством стационарных элементов гидродинамического излучателя и дополнительных кавитационных элементов.

Методы и результаты исследований. На основе феноменологического подхода к процессу создания технологии для достижения поставленной цели, решалась задача создания средств, способных инициировать кавитационные эффекты для дезинтеграции микрочастиц. Условием также являлось обеспечение высокой производительности переработки горной массы и экологической безопасности.

В основе процесса, обеспечивающего необходимые параметры кавитации, должна лежать зависимость интенсивности воздействия кавитирующих процессов, разрушающих минеральную составляющую гидросмеси, и скорости водного потока. Установлено, что эта зависимость [10]

$$I=(V-V_{кр})^n,$$

где V - начальная скорость потока при входе в конфузор; $V_{кр}$ - критическая скорость, соответствующая моменту начала кавитационных разрушений; n – показатель степени, равный (по экспериментальным данным) от 5 до 6.

В разработанном в ИГД ДВО РАН способе дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси в условиях резонансных акустических явлений в гидротоке [11] осуществляется предварительный размыв и классификация песков, а также - отделение пустой породы, напорное гидротранспортирование между операциями, скоростная подача струи в кавитационный реактор, обработка материала в условиях активных гидродинамических воздействий, разделение в тонкослойных потоках на винтовых шлюзах, классификация песков, которую производят по классу – 60 мм. Глубокую дезинтеграцию минеральной составляющей гидросмеси до микроуровня (1-2 мкм) осуществляют посредством преобразования кине-

тической энергии потока жидкости в энергию акустических колебаний в кавитационном реакторе. Схема добычного гидромеханизированного комплекса изображена на рисунке 1.

Работа кавитационного реактора [11] осуществляется следующим образом. На входе реактора, который изображен на рисунке 2, создают высокоскоростную струю, формирующую посредством отражательной сферической поверхности гидродинамического излучателя тороидальную кавитационную зону с возникновением полей первичной гидродинамической и вторичной акустической кавитации.

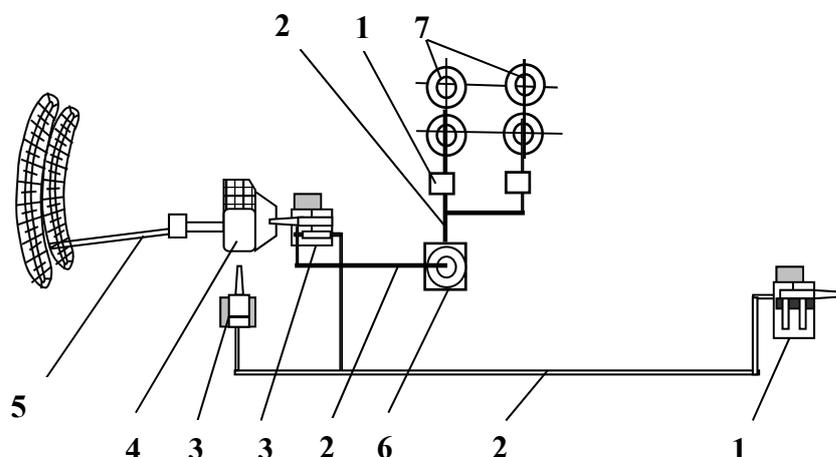


Рисунок 1 - Добычной гидромеханизированный комплекс [11]:
 1 - насосные установки; 2 - системы напорного гидротранспортирования;
 3 – гидромонитор; 4 – гидровашгерд; 5 – отвалообразователь;
 6 - кавитационный реактор; 7 - винтовые шлюзы

С помощью стенок кавитационного реактора, образующих зоны расширения - диффузор и сужения - конфузор, пластинчатых кавитационных элементов, распределенных по контуру цилиндрической части верхнего корпуса в два ряда, щелевых отверстий гидродинамического излучателя, отражательной стенки и соединительного элемента нижнего корпуса с гидродинамическим излучателем осуществляются последующие мощные гидродинамические возмущения в виде импульсов сжатия и разряжения, которые производят вторичные акустические микротоки с заданным средним значением объемной плотности мощности для обеспечения градиента давления с превышением предела прочности микрочастиц.

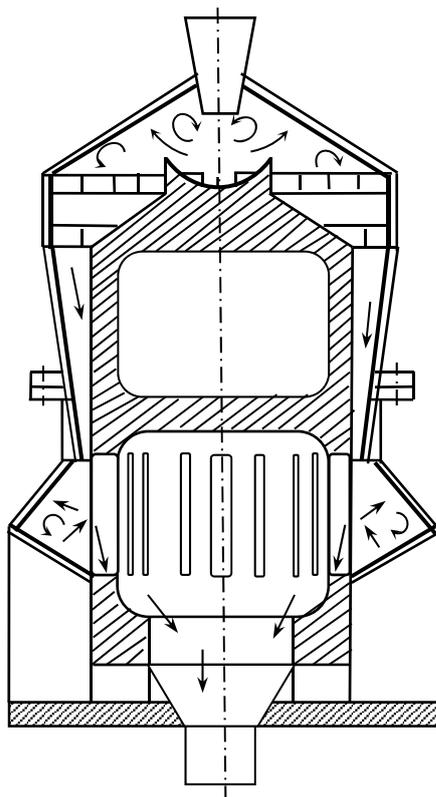


Рисунок 2 - Кавитационный реактор [11]

Для решения вопроса микродезинтеграции, с целью извлечения мелкого и тонкого золота более экологически и технологически эффективными средствами, авторами разработаны и предлагаются системы, моделирующие процессы многоступенчатой струйно-акустической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси [12 –13].

Воздействие на пески и гидросмеси волновых и колебательных процессов способно существенно снизить эксплуатационные и технологические потери золота, повысить рентабельность, технологическую эффективность производства и экологическую безопасность.

Вывод. Для решения вопроса микродезинтеграции высокоглинистых песков с целью извлечения золота, редких металлов и других ценных минералов более экологически и технологически эффективными средствами может стать технология, включающая менее энергозатратное гидродинамическое воздействие, инициируемое акустическими эффектами, а также технологии, основанные на многоступенчатом гидродинамическом воздействии. Развиваемое направление совершенствования процессов на основе гидроакустического и многоступенчатого гидродинамического эффектов обладает значительными технологическими, экономическими и экологическими преимуществами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хрунина Н.П., Чебан А.Ю. Совершенствование процессов микродезинтеграции песков комплексного месторождения благородных металлов с высокими прочностными характеристиками // Изв. вузов. Цвет. металлургия. - 2017. - № 3. - С. 4-10. DOI: dx.doi.org/10.17073/0021-3438-2017-3-4-10.
2. [N. P. Khrunina, A. Yu. Cheban](#), Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova. - 20154, 50-55. ().
3. Мамаев Ю. А., Хрунина Н. П. Перспективы освоения глинистых россыпей Приамурья // [Горный информационно-аналитический бюллетень \(научно-технический журнал\)](#). – 2009. – № 5. – С. 47– 57.
4. [Хрунина Н. П., Чебан А. Ю.](#) Обоснование гидродинамической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси высокоглинистых песков россыпей благородных металлов // [Георесурсы](#). - 2018. - Т. 20. - № 1. С. 51-56.
5. Кисляков В.Е., Никитин А.В. [Подготовка глинистых песков россыпных месторождений к дезинтеграции управляемым водонасыщением](#) // Горный журнал. - 2010. - № 2. - С. 28-30.
6. Хрунина Н.П., Чебан А.Ю. Концептуальный подход к теоретическому обоснованию гидродинамической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси на примере предлагаемой установки // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта. Украина, Днепрпетровск, - 2015. - № 1 (2). - С. 49-56.
7. Патент № 2024318 РФ, МПК В03В7/00. Способ первичного обогащения россыпного золота мелких классов / Усков Н.Н., Остащенко Б.А. – опубл. 15.12.1994.
8. Патент № 2246347 РФ, МПК В01J19/10. Способ кавитационной обработки потока жидкости и реактор для его осуществления / Шестаков С.Д. – опубл. 20.02.2005. Бюл. № 5.
9. Патент № 2426595 РФ, МПК В03В 5/00, Е21С 41/30. Способ кавитационно-акустического разупрочнения и дезинтеграции глинистых песков золотоносных россыпей / Хрунина Н.П., Рассказов И.Ю. – опубл. 20.08.2011. Бюл. №2.
10. Кулагин В.А. Суперкавитация в энергетике и гидротехнике: Монография. Красноярск: КГТУ, 2000. - 157 с.
11. Пат. 2506128 РФ, МПК В03В5/00. Способ дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси в условиях резонансных акустических явлений в гидротоке и геотехнологический комплекс для его осуществления / Н.П. Хрунина. - опубл. 10.02.2014. – Бюл. № 4.
12. Пат. 2634148 РФ, МПК В03В 5/00. Способ кавитационно-гидродинамической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси / Хрунина Н.П. - опубл. 24.10.2017. – Бюл. № 30.
13. Пат. 2506127 РФ, МПК В03В5/00. Способ струйно-акустической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси и гидродинамический генератор акустических колебаний / Н.П. Хрунина. - опубл. 10.02.2014. – Бюл. № 4.