

выработанным пространством. Рекреационное направление рекультивации предусматривает организацию на нарушенных землях зон отдыха (туристические базы, спортивные сооружения, парки). Строительное направление рекультивации подразумевает размещение объектов различного назначения (преимущественно промышленного типа) в выработанном пространстве.

К факторам, влияющим на выбор направления рекультивации, относят:

-природно-климатические (гидрогеология, рельеф местности, характер почвенно-растительного слоя);

-социальные (инфраструктура района, перспективы и направления развития района);

-горно-технологические (уровень и состояние технологии и механизации горных работ, наличие транспортных коммуникаций).

Карьеры карбонатных пород обычно расположены вблизи крупных промышленных центров, имеют относительно небольшую глубину, малые объемы вскрышных пород. Данное обстоятельство не позволяет полностью засыпать выработанное пространство вскрышными породами после отработки месторождения. Это затрудняет последующее их вовлечение в сферу хозяйственной и социальной деятельности. Данная проблема имеет место, практически, на всех карьерах карбонатных пород, в том числе, расположенных вблизи города Красноярска. В пределах которого, расположены три подобных карьера, имеющие значительные выработанные пространства.

В ходе проведения соответствующих исследований предложено при выборе направления рекультивации использовать коэффициент эффективности использования выработанных пространств карьеров, вычисляемый по формуле

$$K_3 = \frac{ЧДД}{V} \cdot I_d \Rightarrow \max \quad (1)$$

где ЧДД - чистый дисконтированный доход, получаемый за оцениваемый промежуток времени при использовании выработанного пространства с учетом затрат, связанных с приведением его в требуемое состояние, руб.; V - объем выработанного пространства, м<sup>3</sup>; I<sub>d</sub> - индекс доходности, получаемый при использовании выработанного пространства за этот же промежуток времени.

Выполненный анализ направлений использования с учетом разнообразных условий свидетельствует о том, что максимум коэффициента эффективности использования выработанных пространств карьеров предопределен своеобразием сочетания факторов, влияющих на выбор направления рекультивации. Чаще всего, строительное направление рекультивации позволяет увеличить эффективность использования выработанного пространства по сравнению с другими направлениями в несколько раз вблизи крупных городов с развитой промышленной инфраструктурой. При этом, использование выработанного пространства для размещения объектов промышленного значения позволит существенно сэкономить земельные ресурсы. Рекреационное направление экономически оправдано в этих же условиях, но при наличии слабопроницае-

мых и слабо пылящих пород, слагающих нерабочие борты и дно карьера. Водохозяйственное направление реализуемо только в условиях равнинной местности и требует серьезных затрат для выполнения работ по гидроизоляции откосов. Обычно эффективность использования выработанного пространства при нем очень низка. Сельскохозяйственное направление рекультивации обеспечивает максимум эффективности использования выработанного пространства в районах с благоприятными климатическими условиями и рельефом местности. Использовать выработанное пространство для лесопосадок предпочтительно в основном в гористой малодоступной местности.

Данная методика позволяет выбрать направление рекультивации нарушенных земель, обеспечивающее более высокие технико-экономические показатели при их последующем использовании выработанных пространств.

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ ВЫСОКОГЛИНИСТЫХ ПЕСКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА

Косолапов А.И., Плотов Ю.А.

*Красноярская государственная академия цветных металлов и золота, Красноярск*

Основной объем золота в России добывают при разработке россыпных месторождений. Это обусловлено тем, что освоение аллювиальных месторождений требует меньших капитальных затрат и более простой технологии, но приводит к истощению сырьевой базы россыпного золота и необходимости вовлечения в разработку месторождений с труднообогатимыми песками. Такие месторождения, как правило, имеют высокое содержание глины в песках. Их доля составляет от 45 до 60%, а в некоторых районах Сибири достигает 80%, разработка которых осложнена неполной дезинтеграцией глинистых минералов перед обогащением и значительным загрязнением оборотной воды за счет накопления в ней тонкодисперсных частиц, представленных глиной. В результате, потери металла при разработке высокоглинистых россыпей нередко достигают более 50%. Интенсифицировать добычу золота при разработке таких россыпей возможно за счет комплексного решения этих взаимосвязанных задач. Для этого, дезинтеграцию глинистых песков предложено осуществлять в низкочастотном акустическом поле, вызывающем ударно-волновое разрушение глинистых пород, которое имеет место при распространении в них упругих волн. Ударно-волновая установка включает в себя дезинтеграционную камеру коробчатого вида с загрузочным и разгрузочным люками, расположенными в противоположных ее концах. Дезинтеграционная камера, жестко закреплена к раме, имеет гибкое дно, к которому крепят упругие пластины, служащие управляемым источником ударно-волновых колебаний. Процесс разрушения в установке является непрерывным. Ударно-волновое разрушение глинистых песков, согласно теоретическим положениям распространения акустических колебаний в трехфазных средах направлено на

переведение породы в кипящее состояние.

В результате промышленных и лабораторных исследований доказано, что оптимальное отношение твердого к жидкому, в разрушаемой массе должно составлять 1:1, а наиболее трудноразрушаемыми являются каолиновые глины, за ними следуют гидрослюда и монтмориллониты. Производительность дезинтеграции возрастает при увеличении содержания гали в дезинтегрируемой глинистой массе.

При содержании глины в песках до 20%, дезинтеграционную камеру монтируют непосредственно в бункере гидровашгерда. При более высоком содержании глины в песках дезинтеграционную установку монтируют на одном шасси с питателем, снабженным грохотом, обеспечивающим удаление из песков валунов. В обоих случаях подачу породы на шлюз осуществляют гидроэлеватором. Мощность и размеры ударно-волновой установки необходимо устанавливать исходя из типоразмера и производительности промприбора.

При ударно-волновом разрушении глин в воде образуются взвеси, устойчивые для осаждения. Для интенсификации их осаждения загрязненную воду предложено подвергать разрядно-импульсной активации (РИА) на установке, использующей эффект Юткина.

Для обеспечения технологической цепочки кондиционированной водой необходим трехсекционный отстойник. Между первой и второй секциями частично-очищенную воду в трубном сливе подвергают разрядно-импульсной активации. Во второй секции происходит осаждение самых тонких и устойчивых взвесей. Дамба между второй и третьей секциями доводит качество технологической воды до требуемого уровня. В целом же, за счет реализации предлагаемой технологии можно интенсифицировать добычу золота в северных районах Красноярского края в 2-2,5 раза.

#### **ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ДОБЫЧИ И ОБРАБОТКИ ОБЛИЦОВОЧНОГО КАМНЯ**

Косолапов А.И., Плютов Ю.А.

*Красноярская государственная академия цветных металлов и золота, Красноярск*

Производство облицовочных изделий из природного камня, главным образом, связано с изготовлением прямоугольных пластин из блоков правильной формы. Для этого используют технологию, основанную на применении специальных способов направленного разрушения камня. Это обуславливает высокую ресурсоемкость производства. В качестве универсального показателя расходования ресурсов используют коэффициент выхода облицовочных изделий из единицы объема погашенных запасов. Его значение предопределено интенсивностью природных трещин, параметрами отделяемых от массива объемов камня, заданной крупностью блоков, потерями камня при выполнении горных работ и техногенными трещинами, возникающими при добыче и обработке.

В результате исследований было установлено, что в равных условиях снижение коэффициента вы-

хода из-за техногенных трещин не соответствует интенсивности воздействия на камень. Для объяснения этого явления, наблюдаемого даже при обработке блоков, добытых без применения взрывных работ, проанализировали изменение коэффициента выхода за 10 лет. В результате было доказано, что в сопоставимых условиях его величина зависит от технологической схемы добычи блоков, скорости работ, места расположения забоев, времени года. В частности было замечено, что выход с ростом скорости фронта работ падает более интенсивно на участках, расположенных ниже основной части месторождения. Кроме того, подобная тенденция замечена при добыче и обработке камня во время года с максимальной суточной амплитудой температур воздуха. В результате было сделано предположение о геомеханической природе образования техногенных трещин и снижения коэффициента выхода. Что предопределяет необходимость обоснования параметров технологии добычи и обработки облицовочного камня с учетом особенностей протекания в массивах геомеханических процессов. Для количественной оценки их влияния на выход из камня готовой продукции выполняли промышленные и лабораторные исследования, которые базировались на общих положениях теории механики горных пород. Согласно которой текущее напряженно-деформированное состояние массива это результат суперпозиции напряжений природного и техногенного происхождения и их релаксации. При этом конечная величина напряжений в камне, несмотря на релаксацию, растет с увеличением скорости добычи и обработки блоков. Отсюда следует, что чем больше нагрузки и скорость производственных процессов, тем выше конечные значения напряжений в массиве и вероятность образования техногенных трещин. Для подтверждения этого вывода с помощью прибора УК-14П исследовали поверхностное и внутреннее состояние образцов и массивов камня различных месторождений. Полученные данные доказали геомеханическое происхождение техногенных трещин, обусловленных ростом напряжений при увеличении интенсивности добычи и обработки. Это позволило установить зависимости, необходимые для расчета интенсивности добычи и обработки камня с учетом выхода облицовочных изделий. На этой основе разработана соответствующая методика для обоснования параметров технологии с учетом особенностей геомеханического состояния массива, климатических особенностей, времени год, особенностей строения и орографии поверхности месторождения. Использование данной технологии позволит снизить потребление природных ресурсов при производстве облицовочных изделий из камня не менее чем на 35-40%. Особенно это актуально при разработке нагорных месторождений, расположенных в суровых климатических условиях.