

УДК 622.4

Д.В. Поповичев

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СКЛАДОВ СИЛЬВИНИТОВОЙ РУДЫ

Проведен анализ различных конструкций подземных складов руды. Обосновано применение конструкции склада с принудительной разгрузкой при помощи погружно-доставочных машин в условиях калийных месторождений.

Ключевые слова: рудник, месторождение, добыча, бункер, геомеханика, подвешенной конвейер.

В настоящее время на рудниках Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей происходит увеличение мощностей по добыче калийной руды. Рудники с большой производительностью включают множество разнотипного добычного, транспортного и другого оборудования, увязанного в единую технологическую схему. Это обуславливает значительную протяженность и разветвленность транспортных сетей рудника, сложности в согласовании работы участков, неравномерность качества выдаваемой на поверхность руды. Эксплуатация рудников с малой емкостью околоствольных бункеров при исчерпанном резерве скипового подъема приводит к неритмичной работе предприятия, простоям добычного и транспортного оборудования, а также обогатительных фабрик. Колебания качества выдаваемой руды вызывает ухудшение показателей работы обогатительных фабрик, выражающееся в снижении извлечения готового продукта. Инерционность процессов затрудняет перестройку режима обогащения в соответствии с качеством поступающей на переработку руды и требует его стабилизации до обогащения.

Анализ работы очистных забоев калийных рудников ОАО «Уралка-

лий», ОАО «Сильвинит» показал, что коэффициент использования оборудования в течение смены составляет для добычных комплексов $k=0,4—0,5$, панельных и магистральных конвейеров $k=0,3-0,6$. Простой добычных участков из-за нестабильной работы конвейерного транспорта в среднем составляют 18-20 % от времени смены.

Проблемы в согласовании работы различных участков рудника и неравномерности качества добываемой руды возможно решить с помощью подземного склада руды большой емкости. Такие склады имеют многоцелевое назначение и создаются для стабилизации грузопотоков из-за аварий добычного, транспортного и подъемного оборудования, усреднения качества руды, более эффективного использования добычного оборудования, а также перевода режима работы рудника на пятидневную рабочую неделю.

В настоящее время некоторыми горными предприятиями совместно с ОАО «Галургия» рассматривается возможность строительства подземных складов руды различных типов.

Тип и параметры склада определяются геологической характеристикой участка строительства, геомеханическими и технологическими фак-

торами, условиями эксплуатации, физико-механическими свойствами складываемого материала.

Вопросы геомеханики при проектировании подземных складов, особенно на соляных и калийных месторождениях, требуют отдельного рассмотрения.

Среди подземных складов различают проходные склады (непрерывного действия), когда загрузка и разгрузка осуществляется одновременно, и обходные (циклического действия), когда загрузка и разгрузка не совмещены во времени [1].

Способы загрузки складов не отличаются разнообразием. В основном для загрузки используются скребковые и ленточные конвейеры, передвижные разгрузочные тележки и плужковые сбрасыватели.

С помощью разгрузочных тележек или плужковых сбрасывателей формируются насыпные конусы посредством сброса материала с загрузочного конвейера, установленного под кровлей склада либо в загрузочной выработке [2].

Достоинством первого варианта является большее время устойчивого состояния кровли камер, по сравнению со вторым вариантом. Недостатками являются сложности в обслуживании подвесного конвейера, большой объем металлоконструкций (подвесных балок), нарушение прямолинейности профиля загрузочного конвейера при деформациях камеры, сложность замены деформированных балок в результате оседаний, высокая запыленность загрузочных конвейеров под кровлей камер. Достоинствами второго варианта являются простота в обслуживании загрузочных конвейеров и меньшая запыленность, а недостатком – больший объем горно-проходческих работ.

По способу разгрузки выделяют склады с самотечной или принудительной разгрузкой.

Самотечная разгрузка используется в крутонаклонных складах. При этом учитывая сыпучие свойства руды необходимо объединить геометрию бункера и разгрузочный орган в единую систему. Для вертикальных крутонаклонных складов характерны три типа разгрузки: одноточечная, многоточечная и шелевая.

Из складов с самотечной разгрузкой наиболее распространены склады с разгрузкой через шель на скребковые конвейеры либо с помощью лопастных передвижных питателей на ленточные конвейеры. Разгрузка через шель на скребковые конвейеры имеет свои особенности. Сыпучий материал из бункера течет лишь в начале и конце разгрузочной щели. Скорость течения руды в середине существенно замедляется. Причиной этого является то, что пустое звено скребкового конвейера в конце развала руды затягивается под этот развал и заполняется до верхней кромки скребков. На освободившееся место в конце разгрузочной щели насыпается следующий объем руды. Принятая руда протягивается под развалом, не захватывая при этом вышележащую руду. После выхода скребка из под развала в начале разгрузочной щели руда осыпается и наслаивается поверх слоя. При увеличении скорости скребкового конвейера весь прирост производительности происходит за счет увеличения принятия материала впереди разгрузочной щели.

Применение лопастного питателя позволяет производить разгрузку склада в двух режимах: путем непрерывного возвратно-поступательного перемещения питателя вдоль склада и понижения уровня руды во всем складе, а также путем периодического

перемещения питателя вдоль склада с одновременной разгрузкой руды участками сразу на всю высоту. Производительность разгрузки изменяется путем перемещения лопастного колеса относительно сыпучего материала в щели бункера.

На наш взгляд эффективность эксплуатации подземных складов сильвинитовой руды во многом определяется надежностью процессов их разгрузки. Сложность решения данной проблемы связана со склонностью калийных руд к слеживанию и неблагоприятной для отбитой руды воздушной средой в рудниках.

Изучение комплекса вопросов, связанных с определением механических характеристик отбитой калийной руды как объекта складирования в подземных условиях, приводит к следующим основным выводам [3].

Из существующих методик определения механических характеристик сыпучего материала для отбитой сильвинитовой руды наиболее приемлемой является методика, применяемая в строительной промышленности для получения исходных данных для проектирования бункеров [4]. Она отвечает требованиям, предъявляемым к материалам, представленным отбитой калийной рудой, имеющей изменяющийся гранулометрический состав и неоднородность структуры материала, позволяет учитывать факторы, влияющие на механические характеристики, обусловленные особенностями складирования.

Основные факторы, влияющие на механические свойства отбитой сильвинитовой руды для условий подземного складирования – уплотняющее давление, время его действия, влажность руды. Рост значений каждого из факторов в исследуемом интервале (уплотняющее давление от 0,2 до 1,8 МПа; влажность руды от 0,6 до

1,5 %; время уплотнения до 4-х суток) в разной степени приводят к изменению механических характеристик. При отсутствии фактора времени изменение сыпучести калийной руды в основном определяется сцеплением частиц материала, значение собственно сил трения незначительны. При таких условиях можно обеспечить гравитационное истечение калийной руды из бункера путем выбора рациональных геометрических параметров бункера и формы выпускного отверстия.

Однако воздействие фактора времени приводит к многократному росту сил сопротивления и изменяет соотношение сил трения и сцепления. В таких условиях гравитационный выпуск калийной руды путем подбора параметров бункера и формы выпускного отверстия обеспечить невозможно.

На калийных рудниках Верхнекамья в летний период года (самый неблагоприятный с точки зрения слеживаемости) в среднем в горные выработки поступает воздух с относительной влажностью 85-95 %, влагосодержанием $8-12 \cdot 10^{-3}$ кг/кг и температурой 15-23 °С. По мере удаления от воздухоподающих стволов происходит охлаждение воздуха. Наиболее интенсивно снижение температуры наблюдается на расстоянии до 1,5 км. При охлаждении воздуха резко возрастает его относительная влажность, вследствие конденсации происходит выделение влаги и, соответственно, снижение влагосодержания рудничного воздуха до $4-8 \cdot 10^{-3}$ кг/кг.

Предварительные расчеты конденсационно-гигроскопических расщеплений в горных выработках рудников ОАО «Уралкалий» [1] показали, что сооружение подземных складов большой емкости в районах околоствольных дворов целесообразно.

но осуществлять с применением механических принудительных способов их разгрузки из-за значительной слеживаемости складированной руды.

Так, при эксплуатации склада емкостью 35 тыс. т, расположенного на расстоянии 1200 м от воздухоподающего ствола, в течении суток конденсационно-гигроскопической влаги может выделиться от 456 до 968 кг.

Таким образом, преимущество имеют склады с принудительной разгрузкой. В таких складах для разгрузки часто используют кратцер-краны, роторные экскаваторы, ленточные отвалообразователи с поднимающейся и опускающейся стрелой, а также погрузочно-доставочные машины (ПДМ).

Преимуществом применения кратцер-крана являются возможность его использования для трудносыпучих слеживающихся материалов, низкое энергопотребление, непрерывность доставки, возможность полной автоматизации. К недостаткам следует отнести малое использование объема (по нашим наблюдениям 35-40 %), трудности использования в горных выработках, подверженных деформациям.

Использование ПДМ позволяет уменьшить горно-капитальные затраты по сравнению со складами, где применяются кратцер-краны, роторные экскаваторы и ленточные отвалообразователи.

Однако применение на разгрузке ПДМ с электроприводом затрудняет маневрирование в складе, тем самым уменьшается производительность. А применение ПДМ с ДВС связано с существенным расходом количества воздуха, необходимого для проветривания рабочих зон склада. Этот недостаток особенно остро проявляется на больших рудниках при исчерпанном резерве производительности главных вентиляторных установок.

В 2007 году Уральским научно-исследовательским и проектным институтом галургии выполнена предпроектная проработка строительства подземного склада руды в условиях БКПРУ-2 ОАО «Уралкалий». Склад рассчитан на емкость 50 тыс. тонн с производительностью разгрузки 1200 т/час. Для принудительной разгрузки используются две ПДМ с дизельными двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

В проекте одним из путей снижения количества воздуха, необходимого для проветривания рабочих зон склада при использовании ПДМ с ДВС является технология загрузки.

Загрузка руды в камеру осуществляется с загрузочного конвейера плужковыми сбрасывателями, установленными у каждой точки загрузки склада. Создание конусных насыпей в камере происходит путем поочередного съема руды плужковыми сбрасывателями. Высота конусной насыпи в складе ограничивается применением типа погрузочно-доставочной машины с различной высотой подъема ковша. Количество точек одновременного съема руды (точек загрузки склада) ограничивается увеличением местных сопротивлений движению ленты конвейера и требуемой мощности привода. Принимая во внимание опыт эксплуатации подобных устройств, оптимальна одновременная загрузка склада не более чем из двух точек съема при различной высоте установки плужков.

При данном способе загрузки руды в склад происходит эффективное перемешивание сильвинитовой руды с разными качественными показателями.

Параметры склада, технология загрузки, количество плужковых сбрасывателей и рассчитанное расстояние между точками образования ко-

нусных насыпей позволяют заполнять склад без дополнительного применения погрузочно-доставочных машин для формирования насыпи. Возможна загрузка склада в автоматическом режиме при помощи датчиков уровня загрузки с поочередным включением и выключением плужковых сбрасывателей.

Применение данной технологии загрузки склада в течение пяти дней без участия ПДМ не требует увеличения количества воздуха, необходимого для проветривания. А оставка добычных участков рудника

во время двух выходных дней позволит не только обеспечивать камеры склада необходимым количеством воздуха для проветривания рабочих зон при работе ПДМ на разгрузке склада, но и позволит уменьшить его общий расход.

После детального анализа различных конструкций подземных складов руды, необходимо отметить, что в условиях калийных месторождений именно конструкция склада с принудительной разгрузкой при помощи ПДМ имеет ряд преимуществ перед другими типами складов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Подземное складирование калийной руды.* – М.: НИИТЭХИМ, 1987.

2. *Информационный бюллетень «Новости науки и техники (галургическая промышленность)».* Выпуск №18. «Грузопереработка сыпучих материалов». – СПб.: ОАО ВНИИГ, 2005.

3. *Проскураков Н.М., Трофимов А.Ю.* Отчет по НИР «Исследование свойств ка-

лийной руды как объекта складирования в подземных условиях на калийных рудниках». ЛПИ, 1987.

4. *Руководство по определению характеристик материала заполнения и геометрических параметров бункеров.* – М.: Стройиздат, 1978 — 28 с. **ИЛАС**

Коротко об авторе

Поповичев Д.В. — Уральский научно-исследовательский и проектный институт галургии, ОАО «Галургия», mail@gallurgy.ru



РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Волошиновский К.И., соискатель ученой степени кандидата технических наук, ассистент кафедры АТ, Московский государственный горный университет, e-mail: volkir@mail.ru,

Электронные корректоры учета объемного расхода и рабочих параметров метана и природного газа (799/03-11 от 13.12.2010) 5 с.

Приводится сравнительный анализ, классификация и перечень применяемых в текущее время в государственный реестр средств измерений. Предложен электронный корректор учета газа WINSTAR с первичным преобразователем, предназначенный как для коммерческого так и для технического учета.

Ключевые слова: электронный корректор, погрешности измерений, объемный расход газа.

Voloshinovskiy K.I. ELECTRONIC PROOF-READERS OF THE ACCOUNT OF THE VOLUME EXPENSE AND RABO-CHIH PARAMETERS OF METHANE AND NATURAL GAZA

The comparative analysis, classification and the list applied in current time in state blow-stvennyj the register of measuring apparatuses is resulted. The electronic proof-reader of the account of gas WINSTAR with the primary converter, intended both for commercial and for the technical account is offered.

Keywords: the electronic proof-reader, errors of measurements, the volume expense of gas.