Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института
им.Г.В.Плеханова, т.ХIX,вып.1, 1975 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОТРАНСПОРТИРОВАНИЯ КАЛИЙНОЙ РУДЫ

Е.С.КУЗНЕЦОВ, И.П.ТИМОФЕЕВ

Исследованиями института ВНИИГалургии определены перспективные комплексы для камерной системы разработок, состоящие из комбайнов для отбойки руды, самоходных погрузочных и транспортных машин для погрузки и доставки руды по камере, скребковых и ленточных конвейеров для транспортирования руды к стволу.

Внедрение новых мощных высокопроизводительных комбайнов потребовало коренным образом изменить транспортные средства, доставляющие руду к конвейеру. Так, скреперная доставка была заменена на доставочный комплекс, состоящий из самоходной вагонетки, бункера-перегружателя и передвижного перегружателя. Такой набор машин обеспечил наилучшую эффективность работы.

В результате исследований в ВНИИГалургии [2] найдена зависимость технической производительности комплекса от расстояния доставки, определяющая предельную длину камеры, при которой комбайн не простаивает из-за доставочных средств. Перспективным является создание и разработка машин непрерывной доставки отбитой руды, производительность которых не зависела бы от длины камеры.

Сотрудники кафедры конструирования горных машин ЛГИ и института ВНИИГалургии разработали схему непрерывной доставки при машинной выемке с использованием вибрационного транспортирования отбитой руды.

Как показал анализ горнотехнических условий и систем разработки, машина, транспортирующая калийную руду при машинной выемке, должна обеспечивать: 1) бесперебойность доставки; 2) непрерывное или периодическое увеличение длины конвейера по мере ухода комбайна в сочетании с простой конструкцией по наращиванию става; 3) изгиб до 90^0 на кривых радиусом 10-15 м; 4) быстрый демонтаж или уход из камеры.

Существующие транспортирующие машины не удовлетворяют всем перечисленным требованиям. Ленточные конвейеры-перегружатели не изгибаются в плане, трудно наращивать их длину и монтировать. Скребковые конвейеры имеют значительные радиусы изгиба и требуют больших затрат времени на изменение длины. Пластинчатые конвейеры металлоемки.

Представляет интерес схема секционированного передвижного изгибающегося конвейера вибрационного типа. Такой конвейер позволяет осуществлять непрерывную доставку; его можно выполнить из отдельных секций, соединенных сцепками и установленных на катки, что дает возможность легко изменять длину конвейера; секционная конструкция обеспечивает изгиб и работу на закруглениях горных выработок; конвейер, установленный на катках, легко перемещается за комбайном и выкатывается из камеры с помощью лебедки. Большим достоинством виброконвейера является возможность бункеризации на нем калийной руды для сглаживания грузопотока [3] .

Очистной комплекс с секционированным передвижным изгибающимся конвейером (рис. 1) разработан в ЛГИ совместно с институтом ВНИИГалургии. Очистной комбайн I отбивает руду и хвостовым конвейером грузит ее на загрузочную секцию виброконвейера 2. Виброконвейер состоит из одинаковых секций с транспортирующими виброжелобами. Отбитая руда транспортируется на скребковый конвейер 5, установленный в панельной транспортной выработке 4. Со скребкового конвейера руда поступает на ленточный конвейер 6. Чтобы обеспечить изгиб конвейера, на сопряжении камеры с транспортной выработкой устанавливается батарея роликов 3, по которой обкатываются рамы секций виброконвейера при движении его в забой и из забоя.

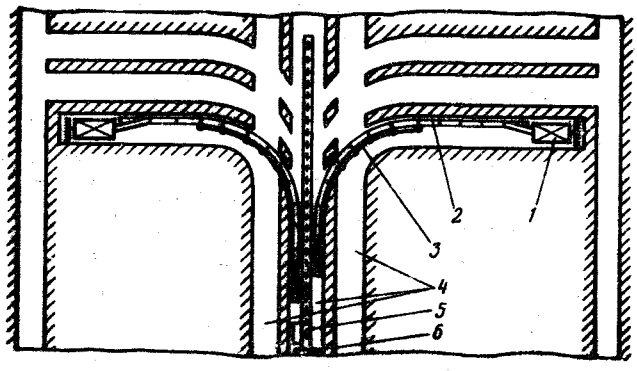


Рис. 1. Очистной комплекс с виброконвейером

Для нахождения оптимальных режимов вибрации желобов виброконвейера необходимо установить влияние частоты ν и амплитуды A колебаний, угла вибрации β, коэффициента режима Γ на скорость транспортирования калийной руды $v_{гр}$. С этой целью проведены исследования, которые предусматривали изменение частоты колебаний желоба в пределах 11,7–20 Гц с дискретными значениями ее в процессе эксперимента, амплитуды колебаний от 1,5 до 15 мм и угла вибрации от 15 до 30°. Эти параметры обеспечили изменение коэффициента режима вибрации в пределах 1–5. Коэффициент режима, характеризующий процесс транспортирования и динамичность машины [1],

$$\Gamma = \frac{A\omega^2 \sin\beta}{g},$$

где A – амплитуда колебаний, м; ω – угловая скорость вращения приводного вала, рад/с; β – угол вибрации, град.; g – ускорение силы тяжести, м/с^2.

При всех экспериментах был принят режим вибротранспортирования с отрывом, при котором $\Gamma > 1$.

Средняя скорость транспортирования калийной руды определялась как отношение пройденного пути по виброжелобу к времени транспортирования, замеренному при различных сочетаниях режима вибрации.

Методика экспериментов предусматривала нахождение коэффициента передачи скорости

$$K_v = \frac{v_{гр}}{v_ж},$$

где $v_{гр}$ – средняя скорость транспортирования груза, полученная экспериментально, м/с; $v_ж$ – максимальная (амплитудная) скорость колебаний желоба в направлении транспортирования, м/с,

$$v_ж = A\omega\cos\beta.$$

При любом режиме вибрации

$$v_{гр} = v_ж K_v.$$

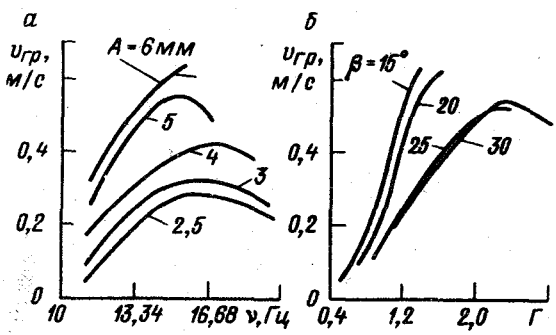


Рис. 2. Зависимости скорости вибротранспортирования: а – от частоты колебаний при угле вибрации 30°; б – от коэффициента режима при амплитуде 5 мм

Эта формула для определения средней скорости транспортирования калийной руды проста для инженерных расчетов, и имеет достаточную точность при установлении экспериментальной зависимости K_v от режима вибрации.

Как видно из графиков на рис. 2,а, увеличения скорости транспортирования калийной руды можно достичь, повышая

частоту и амплитуду. Кривые $v_{тр} = f_1(\nu)$ имеют экстремальный характер, в интервале частот 10–16,7 Гц скорость транспортирования увеличивается, а при дальнейшем повышении частоты вибрации несколько снижается. Для больших амплитуд (5–6 мм) максимум скорости достигается на меньших частотах, для меньших амплитуд (2,5–3,0 мм) – на больших частотах.

Показателем рациональности увеличения частоты и амплитуды колебаний для получения большей скорости вибротранспортирования является уровень ускорения виброжелоба, который характеризуется коэффициентом режима вибрации Γ . Существование оптимального значения коэффициента режима и объясняет экстремальный характер кривых. Все кривые на рис.2,б можно представить некоторой рациональной областью для выбора коэффициента режима в пределах от 1,2 до 2,4; при этом скорость транспортирования изменяется от 0,2 до 0,6 м/с. При работе на повышенных режимах проявлялись паразитные колебания стенда и весьма неустойчивый процесс транспортирования.

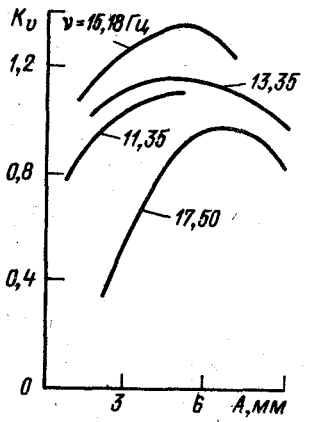


Рис. 3. Зависимость коэффициента передачи скорости от амплитуды колебаний

Анализ кривых на рис. 3 выявил экстремальный характер зависимостей. При повышении частоты вибрации, а также с увеличением амплитуды колебаний коэффициент передачи скорости возрастает. Так, при изменении частоты с 11,6 до 15 Гц он изменяется от 0,4 до 1,35 при амплитудах от 1,5 до 5 мм. Значения частоты колебаний выше 15 Гц и амплитуды более 5 мм приводят к снижению скорости вибротранспортирования. При этих режимах вибрации коэффициент режима принимает максимальное значение 2,2–2,6.

Полученные значения коэффициента передачи скорости выше единицы свидетельствуют о том, что имеются оптимальные режимы вибрации, при которых калийные руды во время транспортирования с подбрасыванием за одно колебание желоба совершают микроброс больший, чем амплитуда вибраций.

Влияние угла вибрации на скорость вибротранспортирования исследовалось при амплитудах колебаний 4 и 5 мм как наиболее рациональных при $\beta = 30^0$. Исследование зависимости скорости вибротранспортирования от частоты колебаний для углов вибрации 15, 20, 25 и 30^0 (см. рис. 2,б) показало, что оптимальным для калийной руды является $\beta = 20^0$ для амплитуд 4 и 5 мм, частота колебаний желоба при этом должна быть 15 Гц. На низких частотах большее влияние на приращение скорости вибротранспортирования оказывают углы вибрации от 15 до 20^0, а на высоких – от 25 до 30^0.

Скорость вибротранспортирования $v_{тр} = 0,55$ м/с достигается при

угле вибрации $\beta = 20^0$ и коэффициенте режима $\Gamma = 1,4$, а также при $\beta = 30^0$ и $\Gamma = 2,3$. Таким образом, снижение угла вибрации с 30 до 20^0 приводит к снижению динамических нагрузок в вибрационной установке.

Выполненные экспериментальные исследования выявили устойчивые вибротранспортирующие свойства калийной руды и дали возможность установить оптимальные параметры вибрации, обеспечивающие наибольшую скорость перемещения груза по виброконвейеру (частота колебаний 15–17 Гц, амплитуда колебаний 4–5 мм, угол вибраций 20^0 и коэффициент режима работы от 1,4 до 2,3). Указанные параметры вибрации положены в основу технического проекта изгибающегося секционированного передвижного виброконвейера для машинной выемки калийной руды в условиях Солигорских рудников.

Литература

1. Дьячков В.К. Исследования и основы расчета и проектирования вибрационных конвейеров. – Тр. ВНИИПТМаш, вып. 3, 1963.

2. Пинский В.Л., Соболь А.В. Отраслевая методика расчета производительности очистных и проходческих комплексов в условиях калийных рудников. Л., изд. ВНИИГалургии, 1972.

3. Тимофеев И.П. Исследования вибробункеризации насыпных грузов. – В кн.: Сборник по виброразгрузке, вибробункеризации и вибровыпуску насыпных грузов. М., изд. ЦНИИТЭИугля, 1963.