*Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г В. Плеханова,*
*т. LIV, вып. 1, 1967 г.*

УДК 622.67

# КОНВЕЙЕРНЫЙ ТРАНСПОРТ ПО ВЕРТИКАЛЬНЫМ ШАХТНЫМ СТВОЛАМ

*А. М. Факторович*

Одним из прогрессивных направлений в развитии механизации и автоматизации рудничного транспорта является полная конвейеризация транспорта от забоя погрузочных до бункеров на поверхности. Однако трудно провести полную конвейеризацию, так как для одного звена транспортной схемы — по вертикальным стволам — пока не разработано достаточно экономичного и надежного способа конвейерного транспорта.

Основным типом подъема по вертикальным стволам на современных отечественных и зарубежных шахтах остается скиповой. Этот вид подъема, являясь транспортной установкой прерывного действия, имеет ряд существенных недостатков [Факторович, 1958, 1959]. В последнее время в СССР и за рубежом ведутся исследования по непрерывному способу транспорта по вертикальным стволам. В английских работах, например, указано [Raising coal ., 1956; The Mitchell system ., 1956], что предложенной фирмой «Митчелл» новой системе шахтного подъема непрерывного действия свойственны технические и экономические преимущества перед существующими подъемами. Предполагается, что эта система даст экономию в 14 млн. фунтов стерлингов в год.

Новая система подъема фирмы «Митчелл» представляет собой двухцепной ковшовый конвейер с промежуточными гусеничными приводами. Принципиальная схема этой установки только некоторыми второстепенными деталями отличается от предложенной ранее в СССР (заявка № 856 от 2 января 1956 г. Отд. изобретательства и рационализации Министерства угольной промышленности СССР). Так как в этой установке использован цепной тяговый орган, скорость подъема не превышает 2 *м/сек*. Поэтому на шахтах с большой производительностью и глубиной потребуется увеличить вес поднимаемого груза и ввести несколько промежуточных приводов. Этот способ транспорта отличается также сложностью загрузки и разгрузки ковшей.

Рассмотрим скребково-ковшовый конвейер с более простым процессом загрузки и разгрузки ковшей. Во избежание указанных выше недостатков, связанных с применением цепного тягового органа, его целесообразно заменить канатным. Канатный тяговый орган обеспечит бóльшую скорость движения ковшей и уменьшит величину одновременно поднимаемого груза. Однако, чтобы использовать преимущества канатного тягового органа, необходимо разработать конструкцию загрузочного устройства, которая обеспечит безударную загрузку ковшей в этих условиях, а также способ крепления ковшей к канату, который позволит использовать гладкие приводные шкивы без специальных устройств для пропуска муфт.

Один из вариантов решения этих вопросов представлен на рис. 1—3. В соответствии с приведенной схемой (рис. 1, *а*) в околоствольном дворе материал поступает в загрузочное устройство, настил которого движется со

скоростью, меньшей скорости движения ковшей *1* на 1—1,5 *м/сек*. Небольшая относительная скорость движения ковшей и настила *2* обеспечивает безударный процесс загрузки ковшей при их значительной скорости. Материал, не попавший при загрузке в ковши, автоматически возвращается вновь в загрузочный желоб. Ковши на всем пути перемещения движутся по направляющим *3* (рис. 1, разрез *А—Б*). В пунктах поворота настила направляющие устанавливаются на такой высоте, чтобы материал, не попавший в ковши, свободно проходил под ними. Разгрузка ковшей осуществляется

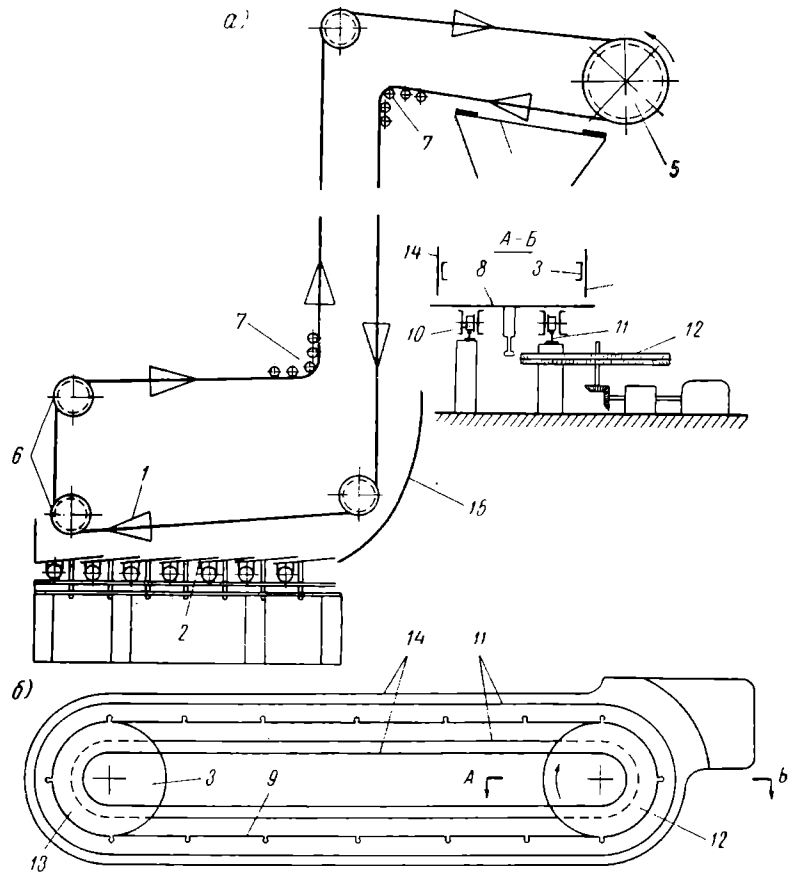



Рис. 1. Схема быстроходного скребково-ковшового конвейера.
*а* — общий вид; *б* — план расположения настила загрузочного устройства.

на наклонном, с отверстием в днище желоба *4*, установленном на поверхности шахты у приводных шкивов *5*. Натяжение канатов осуществляется натяжными шкивами *6*.

На рис. 1, *б* и разрезе *А—Б* представлен план расположения настила загрузочного устройства. Настил состоит из стальных листов *8*, расположенных чешуйчато и прикрепленных к тяговому канату *9* загрузочного устройства. Листы настила снабжены катками с гребнями *10*, которые катятся по рельсовым направляющим *11*.

Настил движется в горизонтальной плоскости при помощи тягового каната, огибающего приводной *12* и натяжной *13* шкивы. Настил почти на всем протяжении имеет неподвижные борта *14*. Для свободного прохода ковшей на участке примыкания направляющего желоба *15* борта не устанавливаются. Материал, не попавший в ковши, движется вместе с настилом

по второй ветви загрузочного устройства и возвращается на первую ветвь в разгрузочный желоб.

Предлагаемое движущееся загрузочное устройство обеспечивает: а) возможность загрузки ковшей при большой скорости их движения и малой относительной скорости процесса зачерпывания ковшом материала; б) автоматическую подачу материала, не попавшего в ковши, в погрузочный желоб.

Применение канатного тягового органа для ковшовой и пластинчатой ленты дает возможность допустить значительные скорости движения и при этом исключить возникновение динамических усилий.

Однако применение канатного тягового органа целесообразно только при конструкции крепления рабочего органа к канату, обеспечивающей

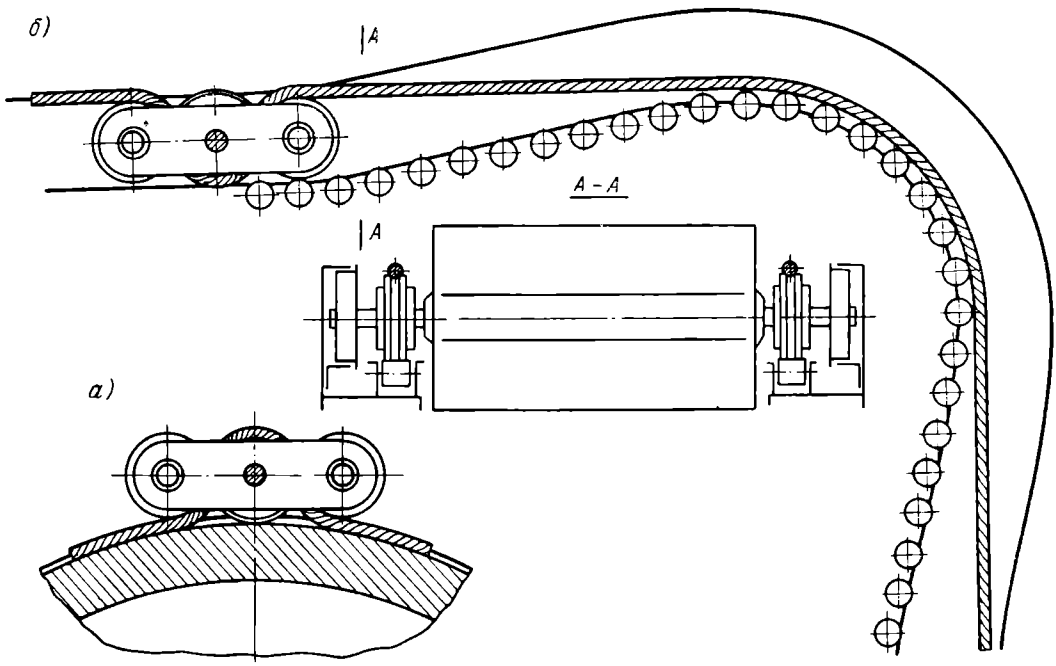



Рис. 2. Зажимное устройство для крепления ковшей и настила к канатам.

безударный режим движения в момент входа крепления в желоб шкива. На рис. 2, *а* дана схема предлагаемого зажимного устройства при положении его на приводном шкиве. Устройство состоит из трех роликов, наглухо укрепленных в обойме. Центральный ролик имеет отверстие для крепления валика ковша. Петля каната охватывает ролики, которые при натяжении каната зажимаются и силой трения удерживаются от скольжения по нему. Так как канаты конвейеров имеют холостое натяжение, ролики всегда зажаты. При этом затяжка увеличивается с возрастанием рабочего натяжения каната. При огибании зажимным устройством приводного шкива канат ложится свободной поверхностью в желоб шкива. В пунктах *7* (рис. 1, *а*) поворота каната устанавливается ряд отклоняющихся роликов (рис. 2, *б*), которые дают возможность зажимному устройству пройти поворот. Условия работы каната в предлагаемом зажимном устройстве аналогичны условиям работы при применении коуша.

Предлагаемая конструкция зажимной муфты для крепления ковшей к тяговому канату дает возможность: а) применить гладкие приводные шкивы без специальных устройств для пропуска муфт; б) обеспечить безударную работу при набегании зажимного устройства на приводной шкив, так как муфта оставляет свободной часть периметра каната; в) исключить

необходимость регулировки шага муфты при вытягивании каната — она может огибать шкив при измененном шаге; г) избежать необходимость систематического контроля надежности крепления, так как оно само зажимается на канате.

Определим для рассмотренного типа транспортного устройства максимальную глубину подъема в зависимости от производительности и прочности тягового органа. По данным проведенных исследований, сопротивление движению горизонтальных участков подъема при глубине свыше 200 *м* составляет меньше 5% от сопротивлений на вертикальных участках. Поэтому для простоты расчетов с достаточной степенью точности можно их не учитывать и принять расчетную схему аналогично схеме вертикального ковшового элеватора. Тогда максимальную глубину подъема, по условию положительной величины натяжения во всех точках тягового органа и условию непроскальзывания каната по приводному шкиву, можно выразить соответственно зависимостями [Факторович, 1959]:

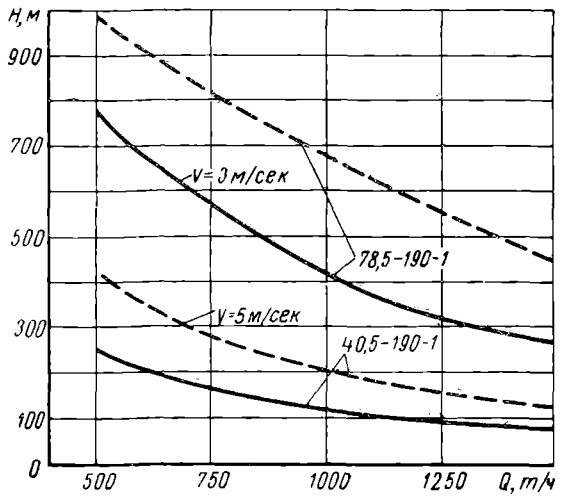



Рис. 3. Изменение высоты подъема $H$ в зависимости от производительности $Q$ при $m = 8$; $k'_з = 1{,}1$; $k''_з = 1{,}1$; $k_н = 0{,}85$; $k_т = 0{,}5 \div 0{,}35$; $k_ш = 1{,}05$; $\mu = 0{,}2$; $\alpha = 3{,}14$; $R$ и $P$ приняты в соответствии с ГОСТ 3070—55 и 3077—55.

$$H' = \frac{Rn_к k_н}{m\left\{\left(n_к P + \frac{k_т Q}{3{,}6v}\right)[1 + k_ш (k'_з - 1)] + \frac{Q}{3{,}6v}\right\}}, \qquad (1)$$

$$H'' = \frac{Rn_к k_н (e^{\mu\alpha} - k''_з k_ш)}{me^{\mu\alpha}\left[\left(n_к P + \frac{k_т Q}{3{,}6v}\right)(1 - k_ш) + \frac{Q}{3{,}6v}\right]}, \qquad (2)$$

где $R$ — разрывное усилие каната, *кГ*; $n_к$ — число канатов на ветви; $k_н$ — коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки на канаты; $e$ — основание натуральных логарифмов; $\mu$ — коэффициент сцепления между канатом и приводным шкивом; $\alpha$ — угол обхвата лентой приводного барабана, *рад*; $k'_з$ — коэффициент, учитывающий запас по условию минимального натяжения; $k''_з$ — коэффициент, учитывающий запас по условию непроскальзывания каната; $k_ш$ — коэффициент, учитывающий сопротивление хвостового шкива; $m$ — запас прочности каната; $P$ — вес 1 *пог. м*, *кг/м*; $k_т$ — коэффициент тары ковшей; $Q$ — производительность подъемной установки; *т/ч*; $v$ — скорость движения ковшей, *м/сек*.

Наименьшее значение высоты подъема, полученное по этим формулам, удовлетворяет условию положительной величины натяжения во всех точках тягового органа и условию непроскальзывания каната по приводному шкиву.

По уравнениям (1) и (2) построены графики максимальной глубины подъема быстроходным двухканатным скребково-ковшовым конвейером в зависимости от производительности, скорости движения ковшей и прочности тягового органа. Как видно из рис. 3, предлагаемая система подъема во многих случаях удовлетворяет необходимым условиям транспорта по вертикальным стволам на современных шахтах. Область применения можно значительно расширить путем использования ковшей из легких сплавов,

приво́дных шкивов с пластмассовой футеровкой или с электромагнитным сцеплением, а также применением многоканатного тягового органа.

По сравнению с существующими шахтными скиповыми подъемниками предлагаемый способ имеет следующие преимущества: 1) автоматичность и непрерывность действия; 2) меньший (на 15—20%) расход энергии вследствие отсутствия потерь в пусковом реостате; 3) меньшие величины установочной мощности (на 15—20%) и максимально потребляемой (пиковой) мощности (в 1,5—1,8 раза) вследствие отсутствия пусковых моментов при каждом цикле подъема; 4) большую простоту сооружений в околоствольном дворе (отсутствие бункера) и на поверхности (меньшая высота надшахтного копра).

## ЛИТЕРАТУРА

Факторович А. М. Применение транспортных установок ковшового типа непрерывного действия для подъема угля по стволам вертикальных шахт. Изв. вузов, Горн. ж., № 8, 1958.

Факторович А. М. Применение канатных ковшовых элеваторов для шахтного подъема. Зап. ЛГИ, т. XXXIX, вып. 1, 1959.

Raising coal from deep mines. Brit. engng., vol. 30, № 3, 1956.

The Mitchell system of coal hoisting. Min. equipm., vol. 7, № 6, 1956.