

2. Уколов А.А. Моделирование сегрегации при сдвиговом течении гранул и разработка конструкции сепаратора минеральных удобрений. Дис. канд. техн. наук. Тамбов, 1989.- 170с.

3. Долгунин В.Н., Борщев В.Я. Быстрые гравитационные течения зернистых материалов: техника измерения закономерности, технологическое применение. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2005.- 112с.

4. Чемпен С., Каулинг Т. Математическая теория неоднородности газов. М.: Мир, 1980.- 415с.

5. Dolgunin V.N., Ukolov A.A., Segregation Modeling of particle rapid gravity flow// Powder Technology. 1995. Vol. 83. p.95.

6. Борщев В.Я., Долгунин В.Н., Иванов О.О. Компьютерная обработка рентгенограмм при исследовании динамики быстрых гравитационных течений зернистых сред. Математические методы в технике и технологиях. Сб. тр. XV. Международ. Научн. конф., Тамбов, 2002.- Т.7.-С.34-37.

7. Долгунин В.Н., Уколов А.А., Классен П.В. Модель механизма сегрегации при быстром гравитационном течении частиц// Теор. основы хим. технологии, 1992. Т.26, №5.- С.100-109.

УДК 621.867

А.В. ГАВРЮКОВ канд. техн. наук, А.В. ТРЕТЬЯК инж.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ, РАБОТАЮЩИХ ПРИ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ДЛИНЕ

Постановка проблемы. В существующих конструкциях и технологических схемах (многоковшовые экскаваторы, грейдер-элеваторы, передвижные дробильные установки и т. д.) ленточный конвейер рассматривается как установка с неизменяемой длиной во время транспортирования. Разработка новых технологических схем на основе рабочих процессов учитывающих использование ленточных конвейеров способных изменять длину транспортирования во время работы, в том числе и трубчатых, позволит повысить производительность, снизить энергоемкость производства.

Анализ последних исследований и публикаций. Разработкам новых технологиче-

ских схем на основе рабочих процессов учитывающих использование ленточных конвейеров способных изменять длину транспортирования во время работы много внимания было уделено в работах А.В.Гаврюкова [1, 2, 3, 4, 5]. В последнее время на данную проблему обращено внимание ученых из Германии [6] в котором отмечается, что при проведении горных выработок для конвейерных штреков требуются надежные в эксплуатации, простые ленточные конвейеры, длину которых можно было бы быстро изменять. Это достигается с помощью передвигающегося на гусеничном ходу натяжного барабана, быстро демонтируемой опорной рамы без резьбовых соединений и лентонакопителя. Благодаря малой системной длине и ориентированному на горную промышленность исполнению создана система, одобренная персоналом и подтвердившая свою экономичность.

Анализ последних исследований и публикаций показал:

- ленточные конвейеры работающие при изменяющейся длине могут быть использованы при добыче полезных ископаемых в карьерах, в промышленном и гражданском строительстве;

- для количественной оценки эффективности использования ленточных конвейеров работающих при изменяющейся длине в новых технологически схемах возможно применение критерия приведенного в работе [7].

Цель работы. Показать перспективность применения ленточных конвейеров работающих при изменяющейся длиной в новых технологических схемах.

Основной материал. При карьерной разработке мягких пород, внедрение поточного конвейерного транспорта осуществляется легко и просто, однако при разработке скальных пород, последние всегда необходимо дробить до транспортабельной крупности, которая диктуется ограниченной шириной применяемой конвейерной ленты. Самоходные дробильные агрегаты обеспечивают внедрение циклично-поточной технологии на карьерах в наиболее законченном виде, поскольку весь карьерный транспорт при их применении представлен ленточными конвейерами [1].

На рис. 1. приведена традиционная технологическая схема работы карьерного экскаватора, самоходной дробильной установки и ленточного конвейера (рис.1, а), а также нетрадиционная, с применением ленточного конвейера работающего при изменяющейся длине, где ходовое устройство самоходной дробильной установки является базой для концевой станции конвейера (рис. 1, б).

Анализируя обе схемы, не трудно заметить, что работая по схеме а) при удлинении конвейера по схеме а) возникает необходимость в остановке работы забоя связанного с раскреплением концевой станции, ее перетягивании и закреплении. При использовании ленточного конвейера работающего при изменяющейся длине удлинять и сокращать дли-

ну транспортирования конвейера можно во время работы, что может увеличить машинное время карьерного экскаватора. Следует отметить, что в технологической цепочке забой - рабочий орган – транспортное средство (рис.1, б) отсутствует перегружатель, находящийся между самоходной дробильной установкой и ленточным конвейером (рис.1, а).

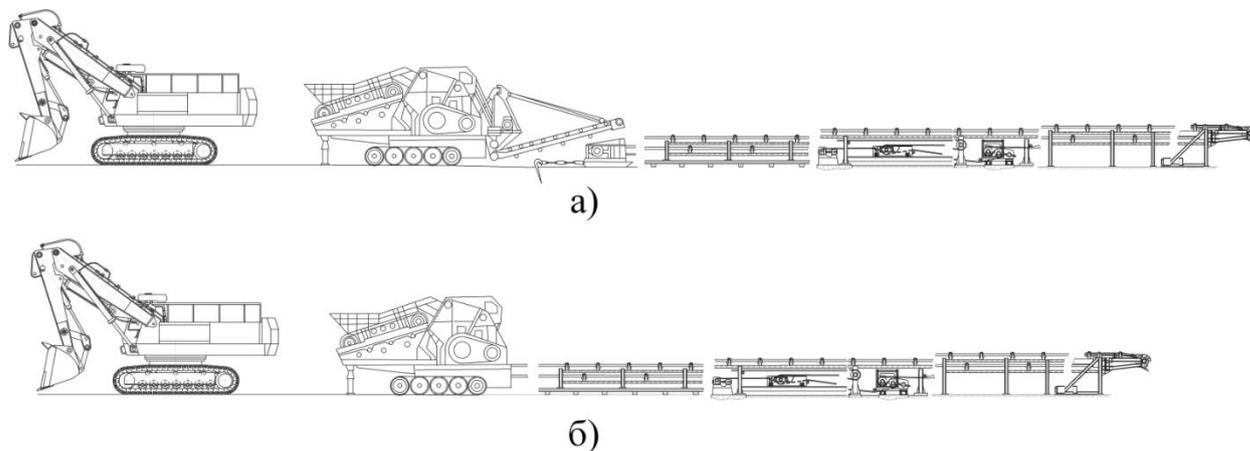


Рис. 1. Технологическая схема рабочего процесса карьерной разработки породы с использованием карьерного экскаватора, дробильной самоходной установки и ленточного конвейера.

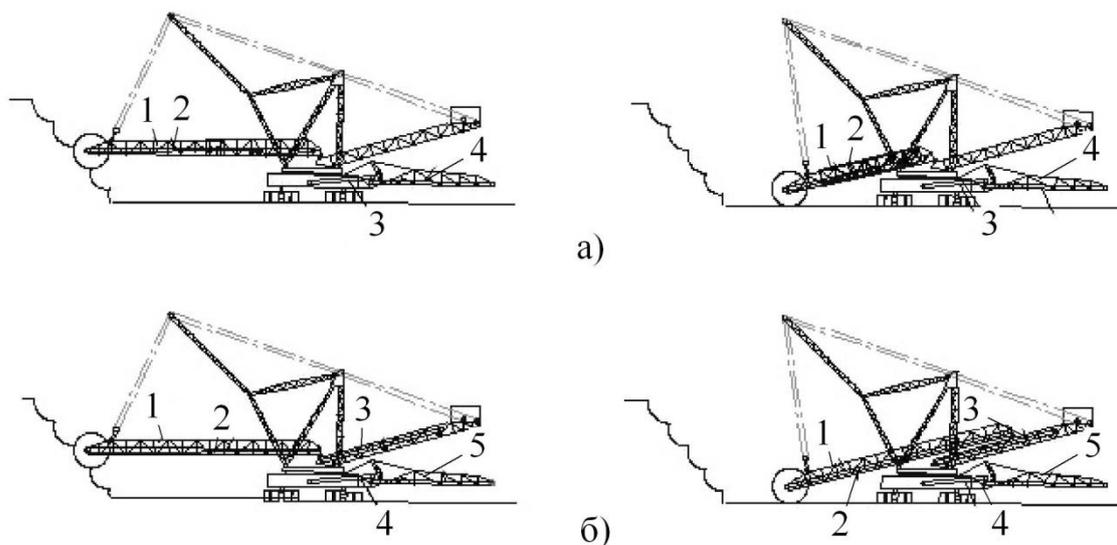


Рис. 2. Конструктивно-технологические схемы работы роторного экскаватора поперечного копания: а) с телескопической стрелой; б) с выдвижной стрелой.

Рассмотрим технологические схемы рабочего процесса роторного экскаватора поперечного копания. В настоящее время известны роторные экскаватора поперечного копания с выдвижной и не выдвижной стрелой [9]. Одним из эксплуатационных удобств роторного экскаватора с выдвижной стрелой является возможность разработки забоя стружкой равной толщины по окружности забоя с постоянной скоростью поворота. На рисунке 2 приведены конструктивно-технологические схемы: известного роторного экскаватора с выдвижной стрелой (рис.2, б) и предлагаемого, с телескопической стрелой (рис.2, а). Успешное внедрение в производство ленточного конвейера работающего при изменяю-

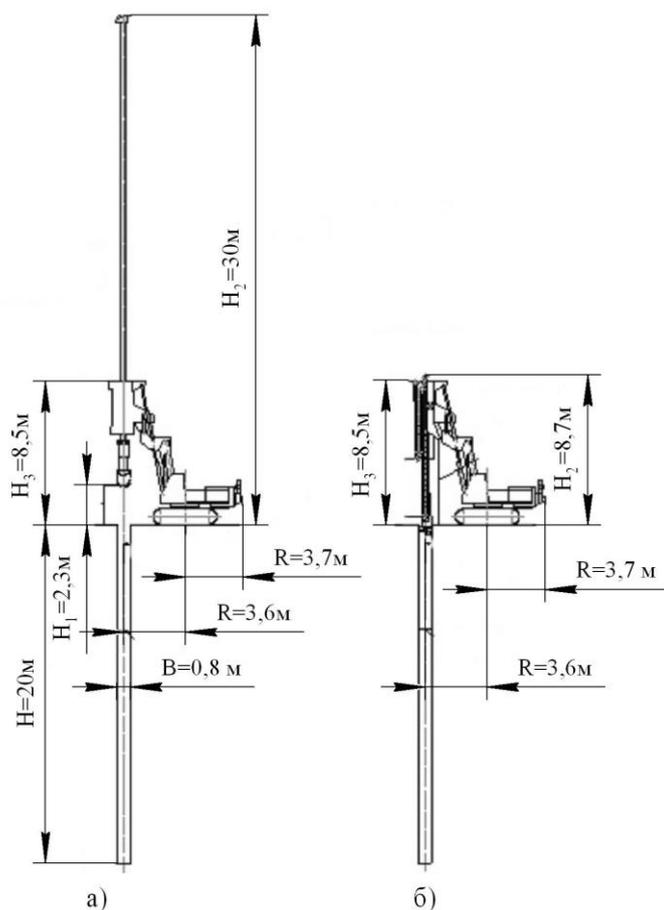


Рис. 3. Конструктивно-параметрические схемы землеройных машин: а) ЭО-5122А ; б) с трубчатым конвейером, работающим при изменяющейся длине.

мое на конвейер консоли противовеса 3 и далее на промежуточный конвейер 4 и конвейер разгрузочной консоли 5. Экскаватор на рис. 2.а выгодно отличается от экскаватора на рис. 2, б отсутствием конвейера консоли противовеса. Ко всему прочему роторный экскаватор с телескопической стрелой более устойчивый, чем роторный экскаватор с выдвижной стрелой того же класса [11].

На рис. 3 представлены конструктивно-параметрические схемы экскаватора ЭО-5122А и землеройной машины с трубчатым конвейером. Перспективность применения землеройной машины с трубчатым конвейером, работающим при изменяющейся длине [13] обусловлена снижением энергоемкости процесса транспортирования грунта из забоя, возможностью выемки полезного объема грунта с достаточно большой глубины в стесненных условиях. При работе одноковшового экскаватора ЭО-5122А: с грейферным оборудованием на напорной штанге наибольшая глубина копания $H=20\text{ м}$, наибольшая высота выгрузки $H_1=2,3\text{ м}$, радиус копания $R=3,6\text{ м}$, ширина ковша $B=0,8\text{ м}$, высота экскаватора с оголовком $H_2 =30\text{ м}$, радиус описываемые хвостовой частью экскаватора $R_1=3,7\text{ м}$, наибольшая высота экскаватора без оголовка $H_3=8,5\text{ м}$. [14].

щейся длине позволяет решить задачу создания экскаватора с телескопической стрелой [10] который по своим эксплуатационным возможностям способен подменить роторный экскаватор с выдвижной стрелой [11].

В первом случае (рис. 2, а) радиус захвата экскаватора изменяется за счет телескопичности стрелы 1 и ленточного конвейера работающего при изменяющейся длине 2 перегружающего полезное ископаемое на промежуточный конвейер 3 и далее на конвейер разгрузочной консоли 4. Во втором случае (рис. 2, б) за счет втягивания стрелы 1 с конвейером 2 перегружающего полезное ископаемое

При работе землеройной машины на базе экскаватора V размерной группы с буровым оборудованием и удлиняющимся во время работы трубчатым ленточным конвейером наибольшая глубина копания определяется исходя из прочности конвейерной ленты, наибольшая высота выгрузки $H_1=5$ м, радиус копания $R=3,6$ м, наибольшая высота экскаватора с приводным барабаном ленточного конвейера $H_2=8,7$ м, радиус описываемые хвостовой частью экскаватора $R_1=3,7$ м, наибольшая высота экскаватора без приводного барабана ленточного конвейера $H_3=8,5$ м.

Анализируя работу землеройной машины с трубчатым конвейером и экскаватора ЭО-5122А можно предположить, что первая будет более производительная и менее энергоемкая так как является машиной непрерывного действия.

Современный крупный завод железобетонных изделий или домостроительный комбинат — высокомеханизированное предприятие, включающее механизированные склады заполнителей, вяжущих материалов и готовой продукции, бетоносмесительные, арматурные, формовочные и вспомогательные цехи, хозяйственные и административные службы. От бетонно-растворного узла полученная смесь подается к формам линией подачи. На рис. 4 приведена конструктивно-технологическая схема линии подачи бетона бетоновозными тележками (рис.4, б) и ленточным конвейером, работающим при изменяющейся длине (рис.4, а). Не трудно заметить, что при использовании бетоновозных тележек имеет место циклическая подача бетона.

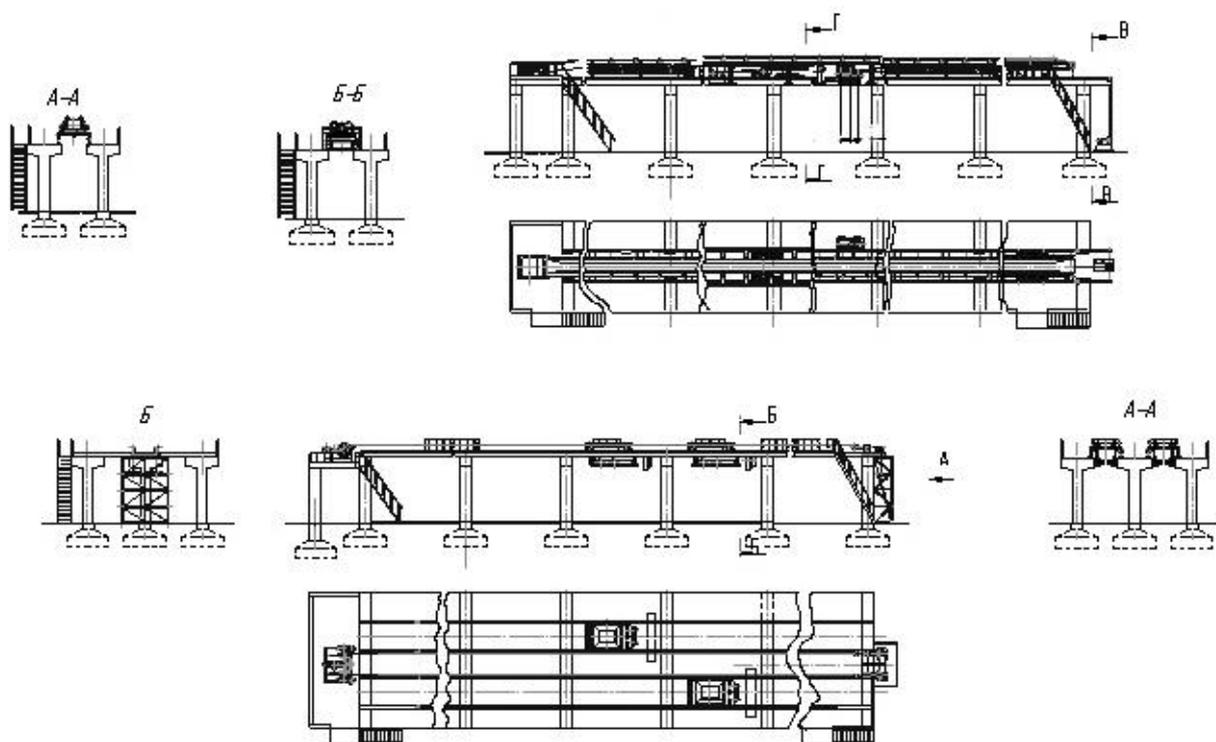


Рис. 4. Конструктивно-технологическая схема линии подачи бетона на заводах ЖБИ.

Для увеличения производительности линии доставки (рис.4, б) применяют большее число тележек, что требует дополнительного ряда колон. Известно, что конвейерный транспорт достаточно производителен, а использование ленточного конвейера, работающего при изменяющейся длине обеспечивает выгрузку бетона на постах расположенных вдоль линии подачи.

Сравнивая (рис.4, б) и (рис.4, а) отметим, что в первом случае транспортирующее устройство расположено между двумя рядами колон, во втором случае между тремя.

В настоящее время наиболее широкое применение получает возведение сооружений в монолитном бетоне. По трудоемкости выполнения бетонные работы, например, при строительстве бетонных копров в скользящей опалубке составляет примерно 60%, а армирование конструкций 40%. Затраты труда на вертикальное транспортирование бетонной смеси составляет примерно 80% и 20% приходится на подъем арматуры и других штучных грузов.

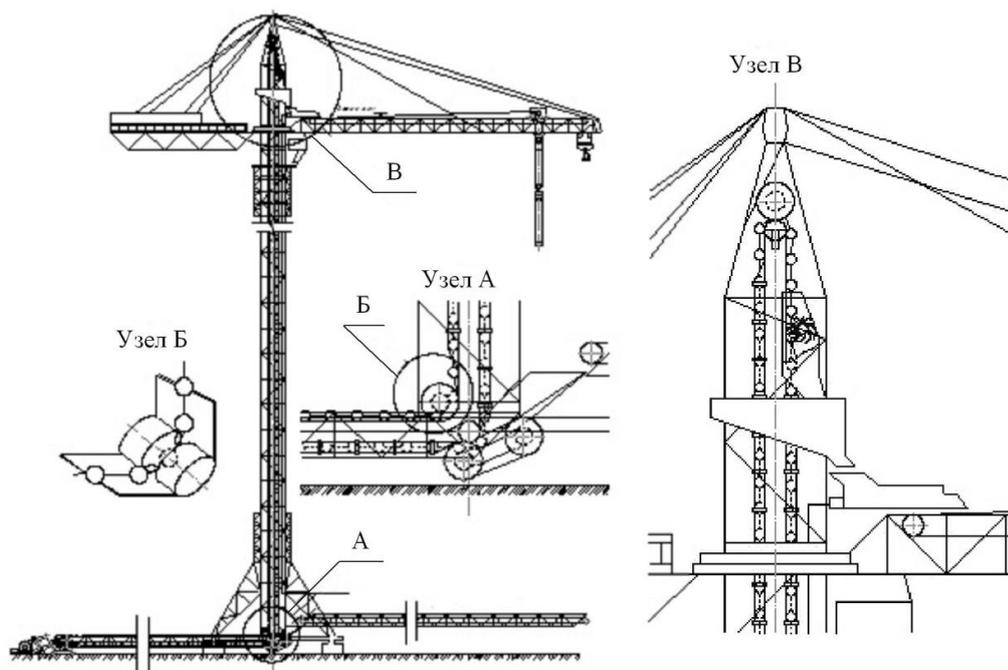


Рис. 5. Конструктивная схема конвейер-крана для подачи бетона оборудованного ленточным конвейером с изменяющейся длиной при строительстве высотных сооружений.

Одним из перспективных направлений, обеспечивающих механизацию процесса транспортирования и укладки бетонных смесей на базе высокопроизводительных машин непрерывного действия, является использование вертикальных конвейеров. Грузонесущим органом трубчатого конвейера является огнестойкая и морозостойкая конвейерная лента с мелкими рифлениями. В качестве поддерживающих опор грузонесущего органа служат опоры скольжения, выполненные из капрона или тифлона. Грузонесущий орган выполняется с объемными перегородками в виде шаров. Проведенные на кафедре “Подъ-

емно-транспортные строительные, дорожные машины и оборудование” Донбасской академии строительства и архитектуры исследования, показали возможность применения вертикального конвейера, обеспечивающего транспортирование смесей любой пластичности на высоту 100 и более метров [14]. На рис. 5 приведена конструктивная схема конвейер-крана для подачи бетона при строительстве высотных сооружений. Конструкция конвейер-крана предусматривает также изменения высоты транспортирования бетона во время работы конвейера. При сравнительной оценке механизмов и машин определенного назначения должны быть использованы критерии, которые достаточно хорошо ощущаются проектировщиком и которые подтвердили предшествующим опытом свою практическую пригодность. Важно оценить основными показателями эффективность способов и средств механизации. Такими критериями может быть критерии определяющие технологическую эффективность той или иной конструкции машины в данной технологической схеме [15].

Основными показателями при тоннелировании в проходческих забоях может быть скорость проведения выработки, при выполнении землеройных работ объем вынутого грунта, при выполнении бетонных работ количество бетона поданного в течении исследуемого промежутка времени. При оценке средств механизации и способов ведения работ можно применить так называемую ожидаемую скорость проведения выработки, или ожидаемый объем грунта разрабатываемого в результате применения рациональных технологических схем обусловленных применением новых средств механизации. Вследствие применения рациональных конструктивных и технологических схем сокращается время необходимое для выполнения технологических операций которое можно выразить числом смен в течении месяца n_1 , где n_1 - число смен в технологическом цикле высвободившихся в результате применения новой техники и технологии ведения работ за месяц. Предполагаемое увеличение скорости проведения выработки V_{np} (объема разработанного грунта W_{np}) при применении новых средств механизации можно выразить следующим уравнением

$$V_{np} = \frac{n_1 \cdot V}{n_2} ; \quad (1)$$

$$n_2 = n - n_{рем} - n_1 , \quad (2)$$

где n - число смен в месяце; V - скорость проведения выработки за месяц (объема разработанного грунта W); n_2 - число смен в месяце на технологические операции не связанные с работой новой техники, по которой оценивается эффективность применения; $n_{рем}$ -

число ремонтных смен. Ожидаемая скорость проведения выработки V_0 (объем разработанного грунта W_0) составит

$$V_0 = V + V_{np} \quad (3)$$

Раскроем что такое n_1 .

Для примера возьмем случай:

1) когда за счет применения нового типа роторного экскаватора поперечного копания работа стала осуществляться на большую ширину захвата рабочим органом. Сокращено время на концевые операции связанными с переездами машины к новому уступу

$$n_1 = \frac{W}{w} \cdot \frac{t_{кон}}{t_{см}}, \quad (4)$$

где $t_{см}$ - продолжительность рабочей смены; $\omega = L \cdot a \cdot h$ - объем добытого полезного ископаемого (с одной стружки) с одного технологического цикла; a - ширина захвата; h - высота захвата; L - длина захвата.

2) когда за счет применения крана сокращено время на погрузочно-разгрузочные работы

$$t_{n.p.} = t_1 - t_2, \quad (5)$$

где t_1 - время на разгрузку одной единицы оборудования бес использования крана; t_2 - время на разгрузку одной единицы оборудования с использованием крана.

$$n_1 = \frac{R}{r} \cdot \frac{t_{n.p.}}{t_{см}}, \quad (6)$$

где R - число единиц оборудования поданных в течении месяца; r - число единиц оборудования выгружаемых за один раз.

3) когда за счет применения новой породопогрузочной машины в забое с буровзрывным способом ведения работ сокращается время на технологический цикл, отгрузку горной массы

$$n_1 = \frac{W}{w} \cdot \frac{t_{омз}}{t_{см}}, \quad (7)$$

где $W = V \cdot F$ - объем горной массы отгруженной в течении месяца; V - скорость проведения выработки; F - площадь сечения выработки в черне; $\omega = l_u \cdot F$ - объем горной массы отгружаемой да технологический цикл; l_u - длина пройденной выработки, обуслов-

ленная величиной цикла; $t_{омз} = t_1 - t_2$ - время, на которое сокращена отгрузка горной массы при использовании новой техники и технологии; t_1 - время для отгрузки горной массы при использовании старой техники и технологии; t_2 - время для отгрузки горной массы при использовании новой техники и технологии.

$$n_1 = \frac{V}{l_u} \cdot \frac{t_{омз}}{t_{см}} \quad (8)$$

Подставим уравнение (2), (4) в уравнение (1) и уравнение (1) в уравнение (3) получим

$$V_0 = \frac{V \cdot k}{k - V} \quad (9)$$

где $k = \frac{(n - n_{пем}) \cdot l_u \cdot t_{см}}{t_{омз}}$ (6) - коэффициент технологической эффективности применя-

емой техники.

Уравнения (8) и (9) позволяют количественно оценить эффективность применения той или иной новой техники по сравнению с применяемой и сделать правильный выбор для конкретных технологических условий и способов ведения работ.

Выводы.

1. Применение ленточных конвейеров работающих при изменяющейся длине позволяет повысить производительность труда и увеличить машинное время землеройно-строительных машин за счет сокращения технологических операций связанных с удлинением конвейера. В некоторых случаях использование ленточного конвейера работающего при изменяющейся длине (роторный экскаватор с телескопической стрелой) улучшает устойчивость землеройной машины.
2. Применение трубчатого ленточного конвейера, работающего при изменяющейся длине (землеройная машина для проведения скважин, по методу «стена в грунте») позволяет разработать мало энергоемкую, высоко производительную землеройную машину.
3. Использование трубчатых ленточных конвейеров с пневмоперегородками позволяет создать высокопроизводительные машины для транспортирования как сыпучих так и мелкодисперсных материалов повышенной влажности.
4. Эффективность рабочих процессов с использованием ленточных конвейеров работающих при изменяющейся длине можно оценить при помощи критерия учитывающего сокращение времени необходимого для выполнения технологических операций при использовании ленточных конвейеров длина которых не может изменяться во время работы выражаемое числом смен в течении месяца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврюков А.В. Совершенствование технологии работ при использовании ленточных конвейеров с изменяющейся длиной. // Уголь Украины. -1992- № 8. - С. 40-46.
2. Гаврюков В.А. Пути повышения скорости проведения горных выработок. //Уголь. 1995. -№ 12. С. 11-12.
3. Гаврюков А. В. Резервы повышения машинного времени комбайна в скоростных проходческих забоях. // Уголь. Украины. 1998.- № 6.- С. 18.
4. Гаврюков А.В. Применение ленточного конвейера, работающего при изменяющейся длине. //Механизация строительства. 2001. - №6. С. 15.
5. Гаврюков А.В. Теория и практика использования ленточных конвейеров, работающих при изменяющейся длине. – Макеевка: ДонНАСА, 2007. – 119с.
6. Клаус Аллекотте, Хайнц Шмидт Разработка ленточных конвейеров переменной длины. // Глюкауфф. – 2002, июнь № 1(2). – С. 39-43.
7. Гаврюков А.В. Об эффективности новых способов и технических средств при ведении горных работ. // Уголь Украины. - 1993. - № 7. С. 23-24.
8. Аникеев А. В., Фаддеев Б. В., Чапурин Н. А. Самоходный дробильно-конвейерный комплекс в Комсомольском рудоуправлении. — Горный журнал, 1972, № 10, С.12—14.
9. Домбровский Н.Г. Многоковшовые экскаваторы. М.: Машиностроение, 1972. 432 с.
10. Патент на винахід. №88392 МПК (2009) E02F 5/16 (2009.01), E02F 9/14, E02F 3/18 E21C 47/00, E21C 49/00 Роторний экскаватор поперечного копання з телескопічною стрілою, / Гаврюков О.В. № а 2008 01569; Заявл. 07.02.08., Опубл. 12.10.09., Бюл. № 19. (Україна). -3 с.
11. А.В. Гаврюков. Роторний экскаватор поперечного копання с телескопической стрелой. Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сборник научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2006. Вып.32. С. 69-74
12. Гаврюков А.В. Теория и практика использования ленточных конвейеров, работающих при изменяющейся длине. – Макеевка: ДонНАСА, 2007. – 119 с.
13. Патент на винахід. №90424 МПК (2009) E21B 7/00 E02F 5/20 (2006.01), E02D 17/06 Землерийна машина для буріння свердловин, / Гаврюков О.В., Семенченко А.К., Трет'як А.В. № а 2009 07663; Заявл. 21.07.09., Опубл. 10.02.10., Бюл. № 8. (Україна). -4 с.
14. Разработка и внедрение конвейер-крана и технологии возведения из монолитного железобетона в скользящей опалубке // Отчет по научно-исследовательской работе. Научный руководитель д.т.н., проф. В.А. Пономаренко. – Макеевка., 1980, - 263 с.
15. Гаврюков А.В. Об эффективности новых способов и технических средств при ведении горных работ. // Уголь Украины. - 1993. - № 7. С. 23-24.