

СТВОРЕННЯ НОВІТНІХ КОНСТРУКЦІЙ ПОХИЛИХ КОВШОВИХ ЕЛЕВАТОРІВ ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ ІСНУЮЧИХ

В.М. Михайлов, А.О. Шевченко, С.В. Удовікова, Н.О. Гайдар

Розроблено нові конструкції елеваторів, оснащені ковшами з рухомими днищами різної форми. Для їх віджимання всередину ковшів створені додаткові пристосування. Такі форми ковшів характеризуються підвищеним коефіцієнтом наповнення, що впливає на продуктивність елеваторів. Не відбувається зворотня сипка матеріалу під час руху ковшів як висхідними, так і нисхідними гілками елеватора внаслідок правильно підібраних основних параметрів елеватора, таких як полюсна відстань і радіус привідного барабана. Високу ефективність нових конструкцій обґрунтовано теоретично та підтверджено практично.

Ключові слова: модернізація, елеватор, ковши із рухомих днищем напівкруглої форми (НФ), ковши із рухомих днищем згнutoї форми (ЗФ).

СОЗДАНИЕ НОВЕЙШИХ КОНСТРУКЦИЙ НАКЛОННЫХ КОВШОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ ПУТЁМ МОДЕРНИЗАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ

В.М. Михайлов, А.А. Шевченко, С.В. Удовікова, Н.А. Гайдар

Разработаны новые конструкции наклонных элеваторов, оснащённые ковшами с подвижными днищами разной формы. Для их отжимания всередину ковшей созданы дополнительные приспособления. Такие формы ковшей характеризуются повышенным коэффициентом наполнения, что влияет на производительность элеваторов. Не происходит обратная сипка материала при движении ковшей как по восходящим, так и по нисходящим ветвям элеватора вследствие правильно подобранных основных параметров элеватора, таких как полюсное расстояние и радиус приводного барабана. Высокая эффективность новых конструкций обоснована теоретически и подтверждена практически.

Ключевые слова: модернизация, элеватор, ковши с подвижным днищем полукруглой формы (ПФ), ковши с подвижным днищем изогнутой формы (ИФ).

CREATION OF THE NEWEST STRUCTURES OF THE INCLINED BUCKET ELEVATORS THROUGH THE MODERNIZATION OF THE EXISTING ONES

V. Mykhailov, A. Shevchenko, S. Udovikova, N. Gaydar

New designs of buckets with the inclined bucket elevators, which have buckets with movable bottoms of different shapes, are developed. High efficiency of such structures' work is theoretically justified and practically confirmed.

Elevators are used in metallurgy, machine building, chemical production, in concentrating factories and grain storage facilities, in enterprises of various industries, in bases, stores, warehouses, and in particular, in the form of mobile shelve stand for products' storage and delivery.

Major contribution to the research and creation of means for integrated mechanization of bulk cargo processing was made by Cand of Techn. Sc., prof. B. Stefanova, Doc. of Techn. Sc., prof. V. Stogova, Doc. of Techn. Sc., prof. G. Grinevich, Doc. of Techn. Sc., prof. I. Kravtsova, Doc. of Techn. Sc., prof. P. Grinevich, Doc. of Techn. Sc., prof. D. Bizyukina, Doc. of Techn. Sc., prof. P. Dubinsky, Doc. of Techn. Sc., prof. V. Bauman and others. Many authors supplemented and specified theoretical studies on unloading bucket elevators based on latest experimental studies. Work on improving the designs of buckets of the inclined elevators continues up to this day.

The design of buckets with movable elements in the form of bottoms of various shapes, combined with selected parameters of the elevator, proposed in the article, would significantly improve the quality of material unloading, which would help reduce the energy overexpenditure, improve the quality of transported material, and improve working conditions of maintenance personnel. Therefore, this article, devoted to the improvement of productivity of the inclined bucket elevators, is very relevant.

These investigations can also be used for the improvement of the efficiency of any elevator-type loading and unloading machinery.

Thus, movable element of the ladle is the bottom of a certain shape (abbreviated IF or PF) and additional devices to them are small design changes introduced into the elevator design that will allow the following: increase bucket volume due to depressions in the middle part, which will improve unloading material from the ladle; increase bucket filling ratio; to influence the material from the rotation of its movable bottom, leading the material into motion; increase the unloading path of the recessed part with respect to the additional device; reduce the chance of material sticking in the deepest part of the bucket, without changing the bucket pitch fixed on chains, and thus increase productivity of the elevator plant.

Keywords: *modernization, elevator, bucket with a semicircular movable bottom (SM), bucket with a curved movable bottom (CM).*

Постановка проблемы в общем виде. Элеваторы (от лат. *elevo* – поднимаю) – машины непрерывного действия, предназначенные для перемещения насыпных (реже штучных) грузов по вертикальному или крутонаклонному направлению (более 60° к горизонту).

По виду грузонесущего элемента элеваторы делят на ковшовые, люлечные и полочные, по виду тягового элемента – на ленточные и цепные.

Для транспортировки сыпучих или штучных грузов на необходимую высоту применяют элеваторы, оснащённые ковшами для сыпучих грузов или полочками с гнездами (или штырями) для штучных.

Полочные и люлечные элеваторы служат для вертикального подъема штучных грузов (деталей, мешков, ящиков и т.д.) с промежуточной загрузкой-выгрузкой.

Ковшовые элеваторы предназначены для транспортировки насыпных и сыпучих грузов с вертикальным или крутонаклонным направлением. Их используют в основном для подъема легких, не липких, сыпучих, а не кусковых грузов. Кроме того, они применяются для совмещения транспортировки с технологическими операциями, например сушкой в зерновых элеваторах. Ковшовый рабочий орган позволяет совместить зачерпывание, транспортировку и разгрузку материала.

На предприятиях Украины работает большое количество транспортирующих и погрузочно-разгрузочных машин, в которых одним из рабочих органов является элеватор или элеваторы, используемые, как зернохранилища. Так, например, в пищевой промышленности и сельском хозяйстве они транспортируют зерно, минеральные удобрения, муку и другие продукты помола, в котельных – уголь и торф. Для разгрузки железнодорожного подвижного состава применяются устройства элеваторного типа, отличительной особенностью которых является возможность захвата груза из штабеля и подъема на определенную высоту. В некоторых из них захват груза из штабеля обеспечивают специальные узлы-питатели. Винтовой питатель выполняет роль расширителя захвата груза основным ковшовым элеватором. Такая конструкция захватного органа получила наибольшее распространение.

В горной промышленности осуществляется межэтажная транспортировка мелко- и среднекусовых, зернистых и пылевидных грузов на поверхности шахт и на обогатительных фабриках.

Элеваторы используются в металлургии, машиностроении, химическом производстве, на обогатительных фабриках и в зернохранилищах, на предприятиях различных отраслей промышленности, базах, в магазинах, а также на складах, в частности в виде подвижных стеллажей для хранения и выдачи изделий.

Анализ последних исследований и публикаций. Впервые физическая сторона – механика процессов загрузки и разгрузки ковшей была освещена в книге американского автора Fr. Hetzel'я «Belt

conveyors and belt elevators». В трудах С. Muller'a приводится математическая теория разгрузки ковшей элеваторов.

Большой вклад в исследование и создание средств для комплексной механизации переработки насыпных грузов внесли работы канд. техн. наук, проф. Б.Н. Стефанова, д-ра техн. наук, проф. В.Н. Стогова, д-ра техн. наук, проф. Г.П. Гриневича, д-ра техн. наук, проф. И.Г. Кравцова, д-ра техн. наук, проф. П.С. Гриневича, д-ра техн. наук, проф. Д.Д. Бизюкина, д-ра техн. наук, проф. П.Ф. Дубинского, д-ра техн. наук, проф. В.А. Баумана и др.

Многими авторами теоретические исследования разгрузки ковшей элеваторов дополнялись и уточнялись на основе более поздних экспериментов. Такими вопросами, как движение частиц груза в ковшах элеваторов, улучшение разгрузки ковшей за счёт выбора оптимальных параметров, усовершенствование элементов разгрузочных головок элеваторов и др., занимался ряд учёных. Так, проф. А.О. Спиваковский в книге «Конвейерные установки» привёл практические указания о типах ковшей и их расположении, рабочих скоростях, размерах барабана в зависимости от рода и свойств перемещаемого материала. В 1935 и 1938 гг. проф. П.С. Козьмин исследовал движение частицы материала, скользящей по наружной поверхности плоской стенки ковша. Работы над совершенствованием конструкций ковшей наклонных элеваторов продолжаются и в настоящее время.

Для повышения производительности элеваторов, улучшения условий их работы за последнее время создано большое количество ковшей специальных конструкций, которые нашли применение в различных отраслях промышленности, в том числе и в пищевой.

Эффективность работы элеваторных установок во многом зависит от типа их грузонесущих органов, условий их разгрузки и параметров элеватора [1–5]. Соотношение параметров элеваторов, таких как радиус приводного барабана и полюсное расстояние влияют на эффективность разгрузки материала из ковшей.

Предложенные в статье конструкции ковшей с подвижными элементами в виде днищ различной формы в сочетании с подобранными параметрами элеватора позволяют существенно повысить качество разгрузки материала, что будет способствовать уменьшению расхода электроэнергии, повышению качества транспортируемого материала, улучшению условий работы обслуживающего персонала. Эти исследования также можно использовать для повышения эффективности любой погрузочно-разгрузочной техники элеваторного типа.

Следующей задачей является создание специальных конструкций элеваторов и их ковшей с улучшенной разгрузкой материала,

то есть без обратной сыпи материала при движении ковшей элеватора как по нисходящим так и по восходящим ветвям (цепям) элеватора.

Цель статьи – повышение производительности элеваторов путем их модернизации при минимизации конструктивных изменений.

Изложение основного материала исследования. Известно, что наиболее уязвимым местом элеваторных установок является их разгрузочный узел. То есть элементы этого узла и параметры элеватора требуют дальнейших доработок и исследований.

Для повышения эффективности разгрузки материала из ковшей элеватора авторами предлагаются конструкции с подвижными днищами, так как налипанию транспортируемого материала способствует, в основном, неподвижное дно ковша.

Новые конструкции ковшей с подвижными днищами и дополнительными приспособлениями к ним, имеют больший объём по сравнению с их прототипами, вследствие этого могут перемещать больше материала, улучшают его качество и количество за счёт того, что приводят материал в движение различными видами подвижных днищ от дополнительных приспособлений.

В зависимости от типа подвижного днища ковша такие конструкции имеют названия: ковш с подвижным днищем изогнутой формы – ИФ и ковш с подвижным днищем полукруглой формы – ПФ.

Такие конструкции наклонных элеваторов соответственно имеют и больший коэффициент наполнения ковшей материалом, что в свою очередь влияет на производительность элеватора с установленными на нём новейшими конструкциями ковшей с подвижными днищами разной формы.

Конструкции ковшей имеют различные дополнительные приспособления, служащие для отжимания подвижного днища во внутреннюю часть ковша. Для ковшей с днищами полукруглой формы дополнительное приспособление выполнено в виде шкива, установленного на приводном валу элеватора.

Для ковшей с днищами изогнутой формы известны такие дополнительные приспособления:

- в виде цепи, закреплённой между двумя звёздочками, одна из которых закреплена на приводном валу элеватора, а вторая на дополнительной оси, приваренной к раме элеватора;

- в виде роликов, расположенных по контуру двух пластин, образующих замкнутый контур, закреплённый одной стороной на приводном валу элеватора, а другой – на дополнительной оси, расположенной на раме элеватора.

Как известно, повысить объём ковша можно за счёт увеличения его ширины. Например, если увеличить ширину ковша от 448

до 700 мм, то увеличится и его объём. При увеличении ширины ковша изменяется и вид его дополнительного устройства.

Так, у ковшей с подвижными днищами полукруглой формы, если его ширина 700 мм, на приводном валу элеватора установлено 3 дополнительных приспособления, выполненных в виде шкивов, установленных на приводном валу элеватора, а сам ковш имеет 3 подвижных днища полукруглой формы, которые установлены в его углублённой части. Элеваторы с такими типами ковшей имеют высокую производительность.

На рис. 1 а, б, в показан элеватор с ковшами с подвижным днищем изогнутой формы [6] (приведен общий вид ковшового элеватора; общий вид ковша с подвижным днищем изогнутой формы; ковш – вид сбоку). Основой конструкции ковша с подвижным днищем изогнутой формы (ИФ) является дополнительная емкость ковша – углубленная его часть, где установлено подвижное днище, а для отжимания днища в основную часть ковша применяется дополнительное устройство. Такой элеватор позволяет с помощью дополнительной цепи перемещать подвижное днище внутрь ковша, тем самым способствуя полному высыпанию груза за счет дополнительных сил инерции.

Ковшовый элеватор имеет приводные звездочки, рамы, цепи (на чертеже не показаны), углубленные ковши 1 (рис. 1а), дополнительную цепную передачу, состоящую из звездочки 2, жестко закрепленной на приводном валу 3, звездочки 4, установленной на дополнительной оси 5, которая находится под приводным валом 3, дополнительной цепи 6, которая огибает эти звездочки.

Ковш элеватора состоит из верхней стенки 7 (рис. 1б), на которой расположена гребенка с зубьями 8, двух боковых 9 и нижней стенки 10. В нижней стенке 10 сделано углубление (рис. 1 б, в), состоящее из вертикальных ребер 12 и подвижного днища 13. Подвижное днище 13 шарнирно с помощью петель 14 крепится к верхней стенке 7 ковша и посредством плоской пружины 16, закрепленной в скобах 15, прижимается сверху к упору 11.

При зачерпывании подвижное днище 13 прижимается пружиной 16 к упору 11, и груз заполняет не только ковш 1, но и углубленную его часть. При движении ковша 1 вверх груз, который был в углубленной части, перемещается вместе с днищем. Когда ковш 1 приближается к приводному валу 3, подвижное днище 13 касается дополнительной цепи 6 и этой цепью постепенно отжимается внутрь ковша 1. Полностью подвижное днище 13 будет отжато, когда ковш достигнет приводных звездочек на приводном валу 3 элеватора, при

этом для груза, находящегося в углубленной части, будут созданы наиболее благоприятные условия для разгрузки. После разгрузки и огибания ковшом звездочки 2, установленной на дополнительной оси под приводным валом 3, подвижное днище под действием плоской пружины 16 возвращается в первоначальное положение.

Введение дополнительного устройства в конструкцию заборного органа для плавного отжатия днища ковша показало, что материал перемещается из углубленной части в среднюю и в соседние боковые части ковша при повороте подвижного днища, но в момент захода ковша на приводной барабан днище отжато, и ковш разгружается так же, как и серийный.

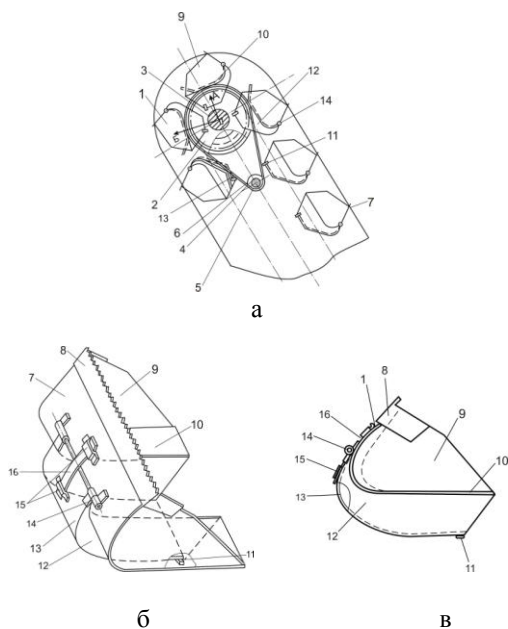


Рис. 1. Ковшовый элеватор с ковшами с подвижными днищами изогнутой формы: 1 – углубленные ковши; 2 – звездочки, жестко закрепленные на приводном валу; 3 – приводной вал; 4 – звездочки, установленные на дополнительной оси; 5 – дополнительная ось; 6 – дополнительная цепь; 7 – верхняя стенка; 8 – гребенка с зубьями; 9 – боковые стенки; 10 – нижняя стенка; 11 – упор; 12 – вертикальные ребра; 13 – подвижное днище; 14 – петли; 15 – скобы; 16 – плоская пружина

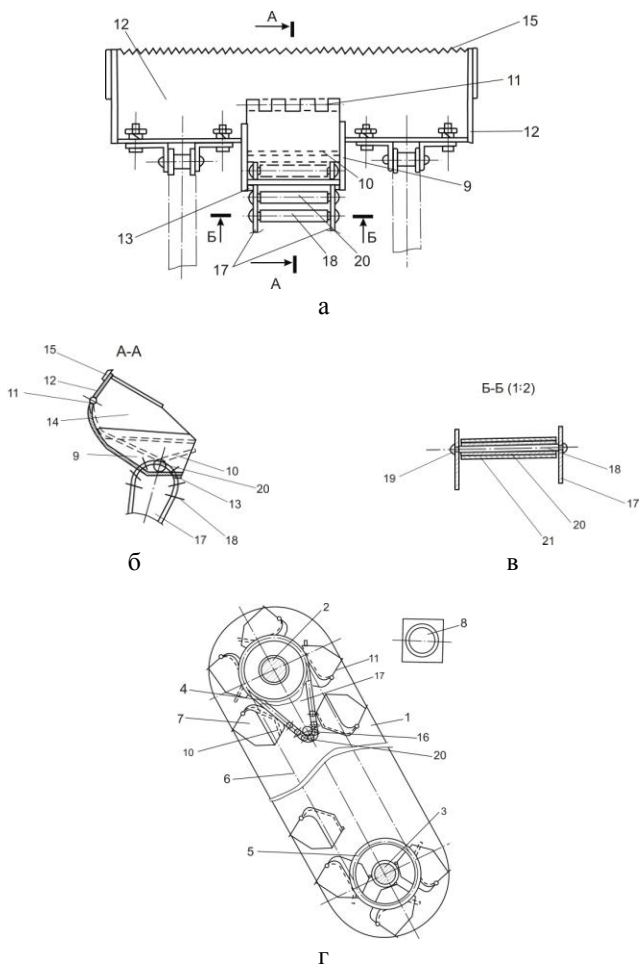


Рис. 2. Элеватор с ковшами с подвижными днищами изогнутой формы с дополнительными устройствами в виде роликов: 1 – рама; 2 – приводной вал; 3 – натяжной вал; 4 – приводная звездочка; 5 – натяжная звездочка; 6 – тяговые цепи; 7 – ковши; 8 – привод; 9 – вертикальные ребра; 10 – подвижное днище; 11 – петли шарнирного соединения; 12 – передняя стенка; 13 – упоры; 14 – боковые стенки; 15 – гребенка с зубьями; 16 – дополнительная ось; 17 – пластины; 18 – оси; 19 – отверстия; 20 – ролики; 21 – резина

Одна из конструкций [7] также имеет подвижное днище изогнутой формы (рис. 2 а, б, в, г), а для отжатия днища в основную часть ковша применяется дополнительное устройство в виде роликов, установленное между цепями элеватора и закрепленное с одной стороны на приводном валу элеватора, а с другой – на оси, приваренной к раме элеватора. Ковш меняет ширину устья (в его углубленной части), что также улучшает разгрузку ковша.

Повысить качество разгрузки ковшей элеватора и коэффициент их наполнения при отсутствии обратной сыпи материала из ковшей элеватора возможно путем использования ковша с 3-мя подвижными днищами полукруглой формы с передней стенкой в виде логарифмической спирали при ширине ковша 700 мм [8].

Поскольку элеватор наклонный, то ковш проходит участок от момента захода ковша на приводной барабан (а днище ковша на дополнительное устройство) через полюс до момента его разгрузки.

При этом на материал уже действуют центробежная сила и сила тяжести, их реакция стремится удержать материал в ковше, то есть материал остается без движения, что влияет на качество разгрузки.

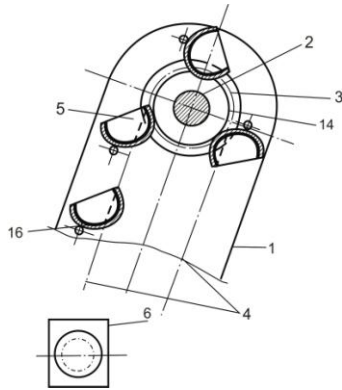
Изменив форму передней стенки, можно повысить коэффициент наполнения ковша, что в свою очередь повысит производительность элеватора, например, выполнив переднюю стенку в форме полусферы, плавно переходящую в дно ковша, и закрепив внутри ковша (по всей криволинейной поверхности) отрезок гибкой ленты [9]. Такая конструкция, обеспечит лучшую разгрузку материала из ковшей элеватора (рис. 3 а, б, в).

Разгрузка материала будет улучшена тем, что гибкая лента вытолкнет материал из ковша на разгрузочном участке элеватора.

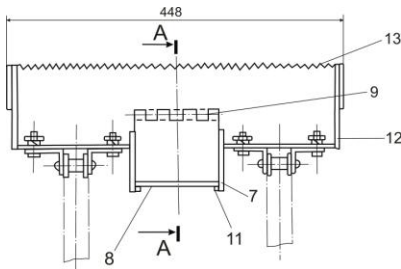
У существующих конструкций ковшей с подвижными днищами полукруглой формы место размещения и закрепления подвижного днища не обеспечивают движение днища таким образом, чтобы оно выталкивало материал из ковша на криволинейном разгрузочном участке элеватора, а лишь приводят материал в движение в момент захода ковша на разгрузочный участок.

Предлагается конструкция ковша с подвижным днищем, в котором изменение крепления днища и формы передней стенки обеспечивает ускорение процесса разгрузки материала из углубленной части ковша элеватора [10].

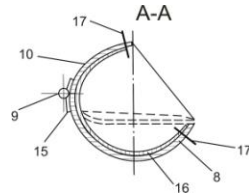
Выполнение подвижного днища в форме полукруга, плавно переходящего в переднюю стенку, с гребенкой, имеющей зубья, и контактирующего с помощью пружин с боковыми частями передней стенки, обеспечивает ускорение процесса разгрузки материала из ковша. Это обеспечивается тем что днище, приводя материал в движение, еще и подталкивает его для разгрузки.



а



б



в

Рис. 3. Ковшовый элеватор: 1 – кожух; 2 – приводной вал; 3 – приводные звездочки; 4 – тяговые цепи; 5 – ковш; 6 – привод; 7 – вертикальные ребра; 8 – подвижное днище; 9 – петли; 10 – передняя стенка; 11 – упоры; 12 – боковые стенки; 13 – гребенка с зубьями; 14 – отжимное приспособление – шкив; 15 – плоская пружина; 16 – отрезок гибкой ленты; 17 – болтовое соединение

Недооценка тех или иных факторов, влияющих на работу элеватора, нередко ведёт к порче перемещаемого материала и к снижению производительности элеваторов вследствие недостаточного заполнения ковшей или неправильной их разгрузки, из-за чего материал, поднятый ковшами наверх, не попадает в отводящие трубы, а сыпается обратно в башмак элеватора.

Расчет экономического эффекта от использования новейших конструкций ковшей элеваторов можно определить по методике, приведенной в [11].

Выводы. Таким образом, подвижный элемент ковша – днище определенной формы (ИФ или ПФ) и дополнительные устройства к ним – те малые конструктивные изменения, внесенные в конструкцию элеватора, которые позволят осуществить следующее: увеличить объём ковша за счёт углублений в средней части, что улучшит разгрузку материала из ковша; повысить коэффициент наполнения ковша; воздействовать на материал от поворота его подвижного днища, приводя материал в движение; увеличить разгрузочный путь углублённой части относительно дополнительного устройства; снизить вероятность налипания материала в самой глубокой части ковша, при этом не изменяя шага ковша, закреплённого на цепях, и соответственно повысить производительность элеваторной установки.

Список источников информации / References

1. Рычков В. А. К расчёту параметров ковшовых элеваторов с центральной разгрузкой ковшей / В. А. Рычков, В. Ю. Зорин // Промышленный транспорт. – 1995. – № 7. – С. 19–20.

Ryichkov, V. (1995), “To the calculation of parameters of bucket elevators with central discharge of buckets” [“K raschyotu parametrov kovshovyih elevatorov s tsentralnoy razgruzkoy kovshey”], *Promyshlennyy transport*, No 7, pp. 19–20.

2. Рычков В. А. Теория процессов разгрузки ковшей тихоходных элеваторов / В. А. Рычков // Исследование машин непрерывного транспорта. – М., 1988. – С. 41–49.

Ryichkov, V. (1988), “Theory of the processes of unloading buckets of low-speed elevators” [“Teoriya protsessov razgruzki kovshey tihohodnyih elevatorov”], Moscow, pp. 41–49.

3. Современное состояние подъемно-транспортного машиностроения / подред. В. И. Плавинского. – М. : Машгиз, 1961. – 90 с.

Plavinskiy, V. (1961), *Modern state of lifting and transport engineering [Sovremennoe sostoyanie pod'Yomno-transportnogo mashinostroeniya]*, Mashgiz, Moscow, 90 p.

4. Спиваковский А. О. Транспортирующие машины : учеб. пособие для машиностроительных вузов / А. О. Спиваковский, В. К. Дьячков. – М. : Машиностроение, 1983. – 487 с.

Spivakovskiy, A. (1983), *Transporting machines [“Transportiruyuschie mashiny”]*, Mashinostroenie, 487 p.

5. Спиваковский А. О. Транспорт в горном деле / А. О. Спиваковский. – М. : Наука, 1985. – 127 с.

Spivakovskiy, A. (1985), *Transportation in mining [Transport v gornom dele]*, Nauka, Moscow, 127 p.

6. Пат. 18900А Україна, МПК 5 В65 G 17/36. Ківшевий елеватор / Стефанов Б. М., Верташов Ф. В., Удовікова С. В., Василенко О. П. ; замовник та патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту – № 93005949 ; заявл. 22.07.93 ; опубл. 25.12.97, Бюл. № 6. – 4 с.

Stefanov B. M. (1997), Bucket elevator [Kivshevyyi elevator], Ukrain. Pat. № 18900A.

7. Заявка 94086604 Україна, МКВ⁵ В65 G 17/36. Ковшовий елеватор / Б. М. Стефанов, С. В. Удовікова, В. С. Шевчук, В. О. Ротін ; заявл. 09.08.94 ; опубл. 29.12.94, Бюл. № 8 – 1 – 1994 р. – 5 с.

Stefanov, B. (1994), Bucket elevator [Kivshevyyi elevator], Request № 94086604.

8. Заявка а 200501343 Україна, МКВ⁵ В65 G 17/36. Ковшовий елеватор / Б. М. Стефанов, С. В. Удовікова ; заявл. 14.02.2005. – 8 с.

Stefanov, B. (2005), Bucket elevator [Kivshevyyi elevator], Request № а 200501343.

9. Заявка а 200503204 Україна, МКВ⁵ В65 G 17/36. Ковшовий елеватор / Б. М. Стефанов, С. В. Удовікова ; заявл. 06.04.2005. – 8 с.

Stefanov, B. (2005), Bucket elevator [Kivshevyyi elevator], Request № а 200503204.

10. Заявка а 200503203 Україна, МКВ⁵ В65 G 17/36. Ковшовий елеватор / Б. М. Стефанов, С. В. Удовікова ; заявл. 06.04.2005. – 8 с.

Stefanov, B. (2005), Bucket elevator [Kivshevyyi elevator], Request № а 200503203.

11. Удовікова С. В. Розрахунок економічного ефекту від упровадження модернізованого обладнання / С. В. Удовікова, Р. М. Бугріменко // Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2016. – Вип. 1 (23). – С. 54–64.

Udovikova, S. (2016), “Calculation of the economic effect of the introduction of upgraded equipment” [“Rozrakhunok ekonomichnoho efektu vid uprovadzhennia modernizovanoho obladnannia”], Kharkiv, Ics. 1 (23), pp. 54–64.

Михайлов Валерій Михайлович, д-р техн. наук, проф., кафедра процесів, апаратів та автоматизації харчових виробництв, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна. Тел.: (057) 349-45-03; e-mail: process229@ukr.net.

Михайлов Валерій Михайлович, д-р техн. наук, проф. кафедра процессов, аппаратов и автоматизации пищевых производств, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина. Тел.: (057) 349-45-03; e-mail: process229@ukr.net.

Mikhaylov Valeriy, Doc. of Tech. Sc., prof., Department of Processes, Apparatus and Automation of Food Productions, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel. (057) 349-45-03; e-mail: process229@ukr.net.

Шевченко Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доц., кафедра процесів, апаратів та автоматизації харчових виробництв, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна. Тел.: (099) 903-84-76; e-mail: process229@ukr.net.

Шевченко Андрей Александрович, канд. техн. наук, доц., кафедра процессов, аппаратов и автоматизации пищевых производств, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина. Тел.: (099) 903-84-76; e-mail: process229@ukr.net.

Shevchenko Andrey, Cand. of Tech. Sc., assistant professor Department of processes, apparatus and automation of food productions, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel. (099) 903-84-76; e-mail: process229@ukr.net.

Удовікова Світлана Володимирівна, канд. техн. наук, оператор ПЕОМ, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 610009. Тел.: 0630440873; e-mail: udovikovasvetlana@gmail.com.

Удовикова Светлана Владимировна, канд. техн. наук, оператор ПЭВМ, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 610009. Тел.: 0630440873; e-mail: udovikovasvetlana@gmail.com.

Udovikova Svetlana, Cand of Tech. Sc., operator, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61047. Tel.: 0630440873; e-mail: udovikovasvetlana@gmail.com.

Гайдар Наталія Олександрівна, канд. екон. наук, мол. наук співроб., Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна. Тел.: (057) 349-45-51; e-mail: process229@ukr.net.

Гайдар Наталия Александровна, канд. екон. наук, мл. науч. сотр., Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина. Тел.: (057) 349-45-51; e-mail: process229@ukr.net.

Gaydar N., Cand. of Econ. Sc., Staff Associate, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel. (057) 349-45-51; e-mail: process229@ukr.net.

Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. Л.В. Кінтелюю.

Отримано 30.09.2017. ХДУХТ, Харків.

DOI: 10.5281/zenodo.1108595