

УДК 625.144.5

**НАКЛОННЫЙ КОВШОВЫЙ ЭЛЕВАТОР ПОВЫШЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ**

Д-р техн. наук А.П.Нестеров, инж. С.В.Удовикова

**КОВШОВІ ЕЛЕВАТОРИ НАХИЛУ ПІДВИЩЕНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ**

Д-р техн. наук А.П.Нестеров, інж. С.В. Удовікова

**TILT BUCKET ELEVATOR HIGH PERFORMANCE**

**Doct. of techn. sciences A. P. Nesterov, en. S.V.Udovikova**

*Предложена конструкция ковша с подвижным днищем полукруглой формы, а для отжимания днища в основную часть ковша введено дополнительное устройство, в виде шкива на приводном валу элеватора, а диаметр шкива меньше диаметра делительной окружности звездочек. Верхняя стенка – прямая линия – под углом  $110^{\circ}$  к отрезку (ai). Получен патент – Патент 53776, В65G17/36, Украина, (аналог 1 - Патент 10729 А, В65G17/36, Украина; аналог 2 – Патент № а 200702573, В65G17/36, Украина).*

*Предположено теоретически, что при повороте подвижного днища материал приходит в движение, образуя "квазишлейф" в средней части ковша ПФ элеватора, что устраняет налипание материала в ковше. Были рассмотрены вопросы повышения производительности ковшового элеватора.*

**Ключевые слова:** ковшовый элеватор, ковш с подвижным днищем полукруглой формы

*Запропоновано конструкцію ковша з рухомим днищем півкруглої форми - ПФ, а для віджимання днища в основну частину ковша введено додатковий пристрій. Верхня стінка – пряма лінія під кутом  $110^{\circ}$  до відрізка (ai). Отримано патент – Патент 53776, В65G17/36, Україна, (аналог 1 - Патент 10729 А, В65G17/36, Україна; аналог 2 – Патент № а 200702573, В65G17/36, Україна).*

*Запропоновано теоретично, що при повороті рухомого днища матеріал приходить у рух, утворюючи в середній частині ковшу ПФ "квазішлейф", що усуває налипання матеріалу в ковші елеватора. Були розглянуті питання підвищення продуктивності ковшового елеватора.*

**Ключові слова:** ковшовий елеватор, ковш з рухомим днищем півкруглої форми.

*The construction of a bucket with a movable bottom is offered, and for release of the bottom in the main part of a scoop the additional device is introduced.*

*It is put on the driving shaft of the elevator, and the diameter of the pulley is less than a external circle of asterisks.*

*Out side – straight line – at an angle of  $110^{\circ}$  to segment (ai). A patentee take out a patent - Patent 53776, B65G17/36, Ukraine, (analogue 1 - Patent 10729 A, B65G17/36, Ukraine; analogue 2 – Patent № a 200702573, B65G17/36, Ukraine).*

*It is assumed theoretically, that at a turn of the movable bottom sliding on a pulley, the material comes in to driving, forming "quasitail" inside the lower part of elevator a bucket eliminates striking material in the lower part of a bucket.*

*It has been considered problems of higher efficiency of a bucket elevator.*

*It has been examined the placement of stuff in the scoop of inclined elevator trough passing ascending and descending branches of inclined elevator olne to privent bask skilling of the staff.*

*The article deals with the motion conditions of the masses material in the bucket with a moving bottom of half-round shape. As a result we can fix the absense of reverse of the masses material out from the bucket (by the means of filming ) while removing or unloading it.*

*Theoretical calculations elevator case with some scoops with mobile bottoms mounted on it are presented in the article.*

*A model of materials movement in a bucket with moving bottom of half-round shape. As a result we can fix the presense (or absense) of reverse rash of the material from the bucket while removing or unloading it.*

**The key words:** *bucket elevator, bucket with a movable bottom of semicilcular shape.*

**Введение.** Для решения задачи освобождения людей от тяжелого физического труда необходимо повышение механовооруженности народного хозяйства средствами механизации и автоматизации подъёмно–транспортных, погрузочно–разгрузочных, и складских работ за счёт увеличения объёма и темпов роста производства подъёмно–транспортных машин и погрузочно–разгрузочного оборудования. В настоящее время особенно остро ощущается необходимость в таких методах и способах улучшения работы элеваторов, которые бы, без существенной переделки всей конструкции элеватора, повышали бы, его производительность [2, 3, 6, 10].

**Актуальность темы.** Задачами дальнейших исследований является создание конструкций элеваторов, с повышенным коэффициентом наполнения ковшей, без отсутствия обратной сыпи материала при движении ковшей элеватора, как по нисходящим ветвям (цепям), так и по восходящим ветвям (цепям) элеватора.

Если изменить форму ковшей и увеличить их объём, правильно подобрать соотношения основных параметров

элеватора, таких как радиус приводного «барабана» и полюсное расстояние, а также предусмотреть определённое расположение ковшей на криволинейном разгрузочном участке элеватора, то можно значительно повысить производительность данного элеватора [5, 7, 8].

**Цель статьи.** На примере предлагаемой новейшей конструкции ковша с подвижным днищем полукруглой формы (ковш ПФ\*) для двухцепного наклонного ковшового элеватора показать, что можно повысить производительность данной элеваторной установки за счёт повышения коэффициента его наполнения.

\*ПФ – ковш с подвижным днищем полукруглой формы

**Изложение основного материала.** Прототипом предлагаемой конструкции наклонного элеватора является ковшовый элеватор с ковшами, с подвижными днищами - заявка № а 200702573 [1].

Ковши этого элеватора имеют переднюю стенку в форме отрезка логарифмической спирали, которая зависит от угла естественного откоса перемещаемого им материала.

Можно ещё значительно повысить производительность элеватора увеличив коэффициент наполнения ковшей.

Предлагаемый элеватор (см. рис. 1-4) имеет кожух - 1, раму, на которой расположен приводной вал - 2 с приводными звёздочками - 3, которые огибаются тяговыми цепями - 4 с ковшами ПФ - 5. Тяговые цепи наклонного двухцепного элеватора приводятся в движение от привода - 6.

Каждый из ковшей имеет нижнюю стенку - 7, с помощью которой он крепится к цепям болтовыми соединениями.

Верхняя стенка – прямая линия – под углом  $110^{\circ}$  к отрезку (ai).

В середине нижней стенки сделан паз, который частично переходит на переднюю стенку - 8, имеющую гребёнку с зубьями - 9.

Паз каждого ковша ПФ имеет вертикальные рёбра - 11 с упорами - 12, приваренные с правой и левой стороны паза.

Рёбра частично выходят внутрь ковша ПФ, укрепляя таким образом его жёсткость и препятствуя просыпанию материала в щели между нижней стенкой ковша и подвижным днищем.

На наружной стороне передней стенки каждого ковша ПФ приварены проушины - 15.

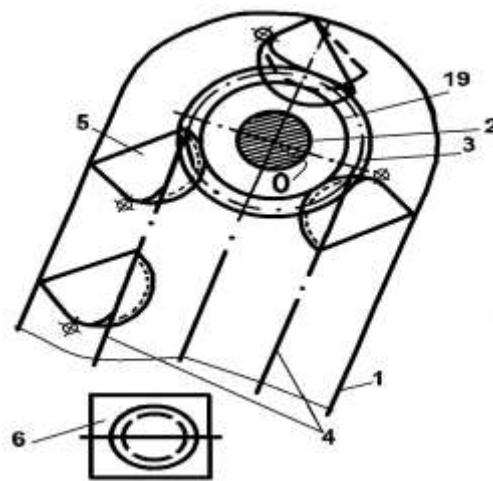


Рис. 1. Наклонный ковшовый элеватор с ковшами ПФ

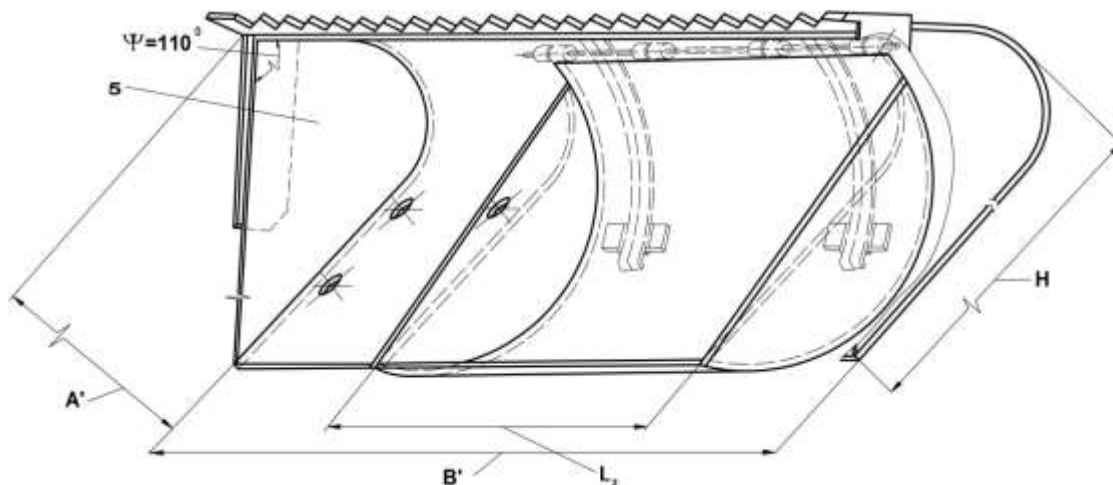


Рис. 2. Ковш с подвижным днищем полукруглой формы – ПФ

Подвижное днище имеет форму полукруга - 3 на одной из его сторон приварены проушины - 14, расположенные с

правого и левого бока. С помощью оси - 16, проходящей через проушины днища и проушины передней стенки - 15 подвижное

днище каждого из ковшей имеет возможность отжиматься во внутреннюю часть этого ковша, относительно дополнительного устройства - 19, выполненного в виде ролика, которое установлено на приводном валу элеватора, в центре, между приводными звёздочками (правая и левая сторона проволоочной оси загнута и расположена на соответственной проушине передней стенки). Делительный диаметр окружности звёздочек составляет 164, 39 мм. Плавность перемещения подвижного днища обеспечивает плоская пружина - 17.

Плоская пружина закреплена планками - 18, которые приварены как к передней стенке (с наружной её стороны) ковша ПФ, так и к подвижному днищу ковша ПФ, с наружной его стороны. А правая и левая сторона этой пружины загнута за соответствующую ей планку (см. рис. 3 - а, б, в, г).

Углублённая часть ковша состоит из вертикальных рёбер и подвижного днища ковша, которое расположено на упорах. Размеры этой углублённой части таковы, что ковши не касаются натяжного вала элеватора при зачерпывании материала. Каждый ковш имеет также 2 боковые стенки - 10.

Позиции, указанные на рисунках 1 - 4: 1 - кожух - 1 шт.; 2 - приводной вал элеватора - 1 шт.; 3 - приводные звёздочки - 2 шт.; 4 - тяговые цепи - 2 шт.; 5 - ковш с подвижным днищем полукруглой формы - 1 шт.; 6 - привод - 1 шт.; 7 - нижняя стенка - 1 шт.; 8 - передняя стенка в форме отрезка прямой, который составляет с отрезком (Pa) угол  $90^0$  - 1 шт.; 9 - гребёнка с зубьями - 1 шт.; 10 - боковые стенки - 2 шт.; 11 - вертикальные рёбра - 2 шт.; 12 - упоры - 2 шт.; 13 - подвижное днище полукруглой формы - 1 шт.; 14 - проушины подвижного днища полукруглой формы - 4 шт.; 15 - проушины передней стенки - 4 шт.; 16 - ось; 17 - плоская пружина - 2 шт.; 18 - планка - 4 шт.; 19 - дополнительное устройство - 1 шт.

Максимальное наполнение ковша с подвижным днищем полукруглой формы зависит от угла естественного откоса перемещаемого им груза и выполнения равенства  $(90 - \rho) = (\varepsilon + \alpha_0)$ , где  $90^0$  - угол, который образован передней стенкой

в форме отрезка прямой и отрезком (Pa);  $\rho$  - угол естественного откоса транспортируемого ковшем материала;  $\varepsilon$  - угол между отрезками (OP) и (OA);  $\alpha_0$  - угол между отрезком (OA) и касательной к кривой естественного откоса транспортируемого ковшем ПФ материала (см. рис. 4).

Это равенство обеспечено параметрами данного элеватора, которые составляют: полюсное расстояние  $h$  и радиус приводного барабана элеватора -  $r_6$ :

$$h = r_6 = (OP) = 96 \text{ мм}.$$

Соотношение этих параметров обеспечивает центробежную разгрузку материала из ковша ПФ.

При этом некоторые геометрические размеры данного ковша ПФ составляют:

$\delta'$  - толщина подвижного днища ковша ПФ,  $\delta' = 4 \text{ мм}$ ;

$R_1$  - радиус закругления подвижного днища ковша ПФ;  $R_1 = 96 \text{ мм}$ ;

$R$  - радиус закругления дна ковша ПФ;  $R = 45 \text{ мм}$ ;

$B'$  - ширина ковша ПФ;  $B' = 700 \text{ мм}$ ;

$H$  - высота ковша ПФ;  $H = 225 \text{ мм}$ ;

$\delta$  - толщина стенок ковша ПФ;  $\delta = 4 \text{ мм}$ ;

$L_2$  - ширина подвижного днища ковша ПФ,  $L_2 = 377 \text{ мм}$ ;

$R_{д.п.}$  - радиус дополнительного (отжимного) устройства;  $R_{д.п.} = 70 \text{ мм}$ ;

$\xi$  - угол среза ковша ПФ - угол между краем передней стенки и краем нижней стенки,  $\xi = 40^0$ ;

$\alpha_1$  - угол наклона передней стенки к радиусу (Oa);  $\alpha_1 = 60^0$ ;

$\alpha'$  - угол наклона передней стенки к вылету ковша -  $A'$ ;  $\alpha' = 55^0$ ;

$\Psi$  - угол, между отрезком прямой стенки ковша ПФ и отрезком (ai);  $\Psi = 110^0$ ;

$A'$  - вылет ковша, без учёта толщины нижней стенки ковша ПФ,  $A' = 114 \text{ мм}$ .

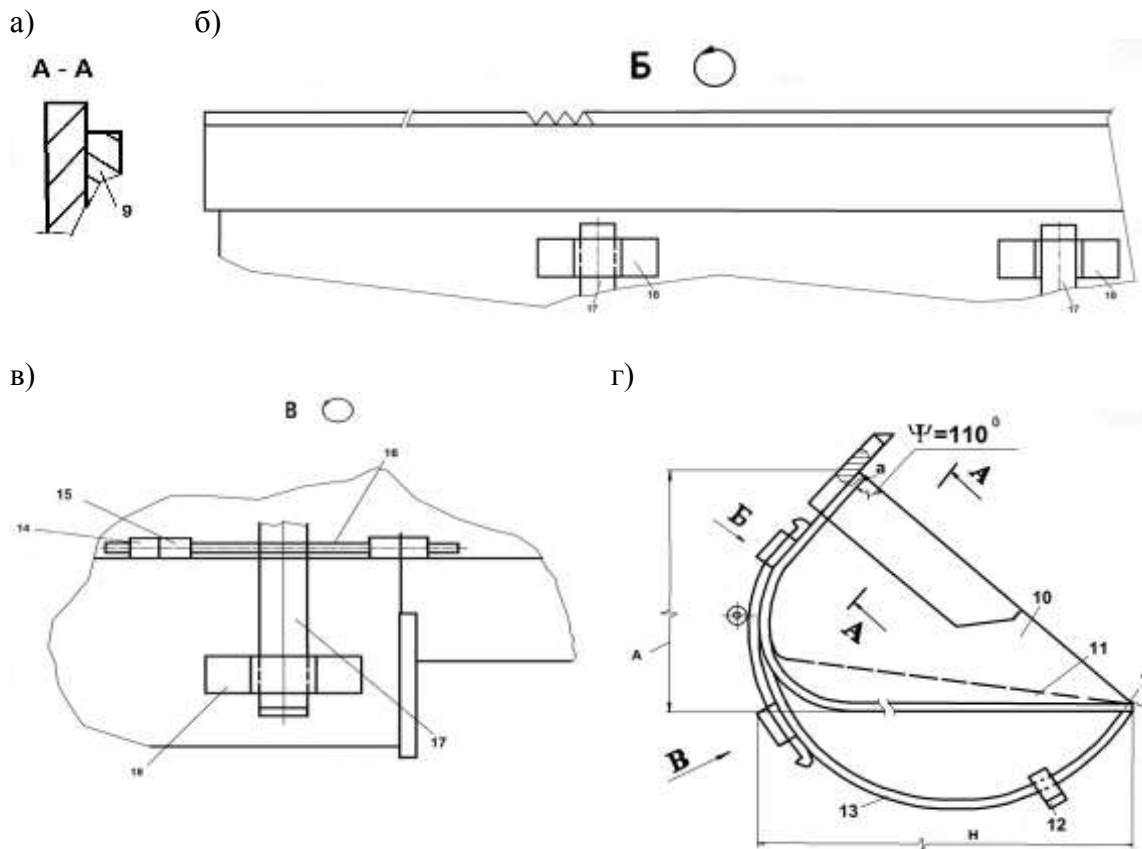


Рис. 3 – Основные элементы ковша ПФ.

Ширина ковша предложенной формы увеличена от 448 мм до 700 мм, ширина подвижного днища ковша увеличена от 116 мм до 377 мм, высота ковша увеличена от 190 мм до 225 мм, радиус закругления дна ковша увеличился от 45 мм до 48 мм ковша ПФ, радиус закругления подвижного днища ковша уменьшен от 102 мм до 96 мм, вылет уменьшен от 119 мм до 114 мм ковша ПФ, угол между передней стенкой ковша и вылетом ковша увеличен от 40 мм до 55 мм, что необходимо для увеличения производительности данного элеватора.

Заявленный ковшовый наклонный элеватор работает так.

В процессе зачерпывания ковшем ПФ 5 материала, подвижное днище этого ковша 13 расположено на упорах 12. Во время движения ковша ПФ 5 с грузом по восходящим ветвям элеватора подвижное днище 13 отжимается во внутреннюю часть ковша 5, заходя на дополнительное (отжимное) устройство 19 и груз перемещается вместе с днищем 13 в середину ковша 5, образуя там «квазишлейф» материала.

Это явление позволяет устранить возможность налипания материала в самых

удалённых от передней стенки частях ковша ПФ. Подвижное днище 13 отжимается о дополнительное устройство 19 до момента захождения самого ковша 5 на приводные звёздочки 3 элеватора.

Далее ковш вращается вместе со звёздочками 3, а подвижное днище 13 опирается на дополнительное устройство 19 и вращается вместе с ним.

Плавность отжатия подвижного днища обеспечивают плоские пружины 17, закреплённые планками 18.

В момент схождения ковша ПФ 5 с приводных звёздочек 3 наклонного элеватора на его холостую ветвь, подвижное днище 13 плавно возвращается в исходное положение, скользя по отжимному устройству 19, ложась на упоры 12.

Далее происходит зачерпывание материала ковшем ПФ - 5.

Предложенная конструкция наклонного элеватора подтверждена патентом Украины – Патент 53776, В65G17/36, Украина [9] (аналог 1 - Патент 10729 А, В65G17/36 [4, 7], Украина; аналог 2 – заявка № а 200702573, В65G17/36, Украина [1]).

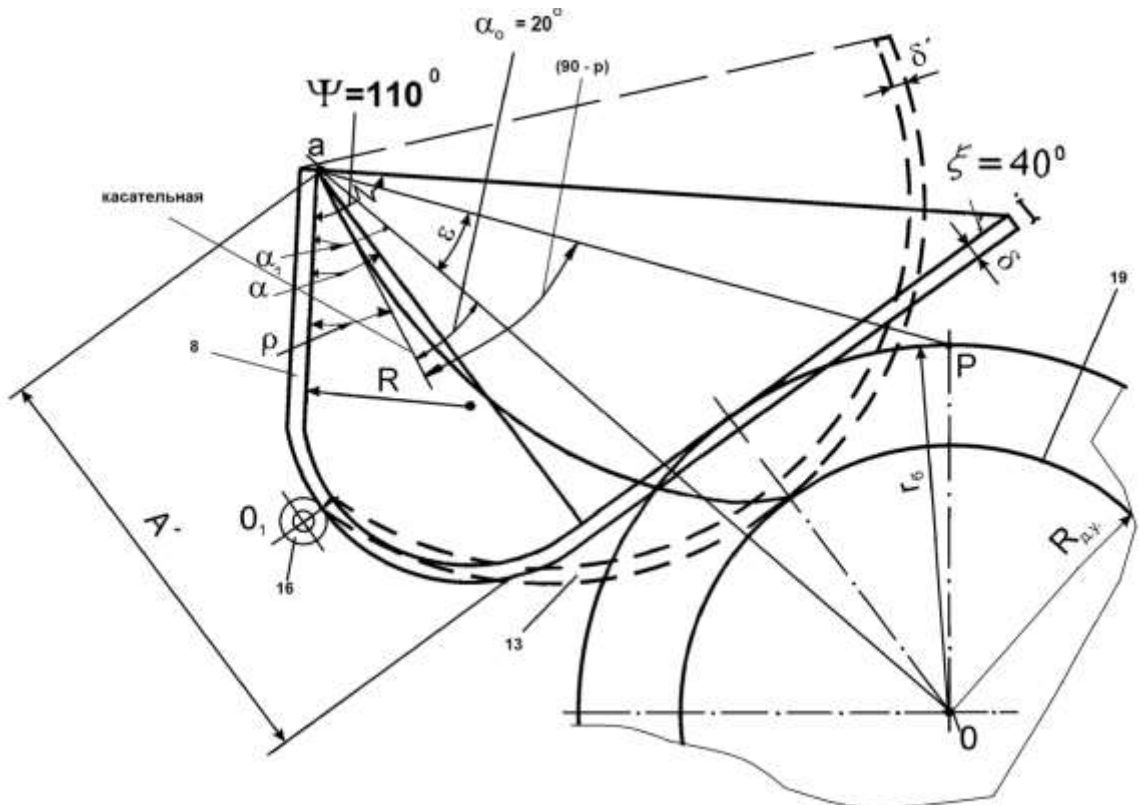


Рис. 4. Углы, характеризующие положение метериала в ковше ПФ

**Вывод.** Использование такого технического решения позволяет обеспечить повышение производительности двухцепного наклонного ковшового элеватора за счёт максимального коэффициента наполнения ковша ПФ, что достигнуто за счёт выполнения передней стенки в виде отрезка прямой, которая образует с отрезком (Pa) угол  $90^{\circ}$ , а также

выполнения равенства  $(90 - \rho) = (\varepsilon + \alpha_0)$  и некоторыми увеличенными размерами ковша ПФ, при основных параметрах элеватора, таких как  $h = r_0 = (OP) = 96\text{мм}$ , обеспечивающих отсутствие обратной сыпи материала из ковшей ПФ элеватора.

**Список использованных источников**

1. Заявка а 200702573, МКИ<sup>5</sup>В65G17/36. Ковшовый елеватор [Текст] / Б. М. Стефанов, С. В. Удовікова (Україна); заявл. 12.03.2007 - 18с.
2. Іванченко Ф. К. Підійомно - транспортні машини [Текст] : підручник / Ф. К. Іванченко. – К. : Вища школа, 1993. – 416 с.
3. Мачульский И. И. Подъёмно - транспортные и погрузочно - разгрузочные машины на ж. д. транспорте [Текст] : учеб. для студ. вузов ж. д. тр - та. / И. И. Мачульский, В. С. Киреев. – М. : Транспорт, 1989. – 319 с.
4. Машина МВС-4М для выгрузки сильнослеживающихся грузов из крытых ж. д. вагонов [Текст] : техн. описание и инструкция по эксплуатации. – К., 1980. – 61 с.
5. Нестеров А.П., Удовікова С. Повышение производительности элеватора с косшами с подвижными днищами полукруглой формы [Текст] / А.П. Нестеров, С. В. Удовікова // Зб. наук. пр. – Х.: УкрДАЗТ. – 2013. – Вип. 138 – С. 287 - 292 .
6. Падня В. А. Погрузочно - разгрузочные машины [Текст] : справочник / В. А. Падня. - 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1981. – 448 с.

## **Будівельні матеріали, конструкції та споруди**

---

7. Пат. 10729А, МКИ<sup>5</sup>В65G17/36. Ковшовий елеватор [Текст] / Б. М. Стефанов, С. В. Удовікова (Україна) - № 95010320; заявл. 23.01.95; опубл. 25.12.96, Бюл. № 4. - с. 3.1.227 – 4 с.

8. Пат. 69537А, МКИ<sup>5</sup>В65G17/36. Ковшовий елеватор [Текст] / С. В. Удовікова, Б. М. Стефанов (Україна) - № 2003076336; заявл. 08.07.2003; опубл. 15.09.2004, Бюл. № 9.- с. 3.2.224 – 4 с.

9. Пат. 53776, МКИ<sup>5</sup>В65G17/36. Ківшовий елеватор підвищеної продуктивності [Текст] / С. В. Удовікова (Україна) - № u 200907416; заявл. 15.07.2009; опубл. 25.10.2010, Бюл. № 20 – 9 с.

10. Расчёт и конструирование подъёмно транспортных машин [Текст] : сб. науч. тр. / ред. Н. И. Харитонов. – Тула. : Тул. политехн. ин – т, 1989. – 112 с.

---

Нестеров Артем Павлович, доктор технических наук, профессор Украинской инженерно-педагогической академии кафедры «Металлорежущие станки и оборудование». Тел. 0987832355.

Удовікова Светлана Владимировна, инженер Украинской инженерно-педагогической академии кафедры «Металлорежущие станки и оборудование». Тел. 0630440873.

Artem Pavlovich Nesterov, Ph.D., professor of Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy of the Department "Machine tools and equipment." Tel. 0987832355.

Udovikova Svetlana engineer Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy of the Department "Machine tools and equipment." Tel. 0630440873.