

**МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ (131, 132, 133)**

---

УДК 621.867.3

**УДОСКОНАЛЕНІ КОНСТРУКЦІЇ ПОХИЛИХ КІВШОВИХ ЕЛЕВАТОРІВ ДЛЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ З ВІДРІЗКОМ ГНУЧКОЇ СТРИЧКИ**

Кандидати техн. наук С. В. Удовікова, В. О. Акмен, канд. екон. наук С. М. Гайдар, Ю. І. Зайцев

**IMPROVED INCLINED BUCKET ELEVATOR DESIGNS FOR BULK MATERIALS WITH A FLEXIBLE TAPE**

PhD (Tech.) S. Udovikova, PhD (Tech.) V. Akmen, PhD (Econ.) S. Gaidar, Y. Zaitsev

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.187.2019.196352>

---

*Для вирішення проблеми зменшення втрат сипких товарів при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті та у різних галузях промисловості розроблено нові конструкції елеваторів, що оснащені ковшами та мають відрізок гнучкої стрічки. Такі форми ковшів характеризуються відсутністю зворотного висипання матеріалу під час руху ковшів як висхідними, так і нисхідними гілками елеватора, підвищеним коефіцієнтом їх наповнення, що значно впливає на продуктивність елеваторів та сприяє підвищенню економічної ефективності їх роботи.*

**Ключові слова:** елеватор, ківш, рухоме днище, гнучка стрічка, сипкі матеріали.

*The article deals with the issue of solving the problem of transport material storage by improving the discharge process, which occurs with the use of special equipment – bucket elevators.*

*Bucket elevators are indispensable in the transport of bulk materials and are used in the process of loading and unloading at industrial enterprises, in particular at rail transport and its infrastructures. Besides, bucket elevators are used at many industries of the food industry and agriculture, so a number of scientists are working to solve the problem of improving their design. The existing developments of domestic and foreign scientists on the improvement of structural features of ladle with moving elements are considered and a number of new changes in the design are proposed: introduction of elastic plate, change of shape and moving bottom with a flexible tape connection, which preventing cargo spillage, injury to its parts and repeated scraping the material.*

*It is found that in case of changing the shape of the front wall it is possible to increase the coefficient of filling of the bucket, which, in turn, will increase the productivity of the elevator and at the same time will not interfere with the process of filling the bucket with cargo during scooping when the bucket bends the lower tension sprockets.*

*On the basis of the introduced changes, a working body was proposed - a bucket elevator with a conveyor method of transporting material that can be used in various sectors of the food industry. The parameters of increasing the ladle filling coefficient, which will increase the productivity, reliability of the system, decrease of noise and dust during work, and also prevent overrun of electric energy during operation, are established. The algorithm for calculating a ladle with a moving bottom is developed and presented. Structures and operating procedures of the tilted double-chain elevator bucket with buckets and semicircular movable bottoms mounted on it and*

*with a flexible tape are schematically presented; the absence of pouring material from the bucket onto the chain and an additional elevator device, as well as the absence of trauma and re-scooping of material particles is proved. The calculation of the main parameters in accordance with the design and conditions for unloading the material from the ladle showed improvement of the entire elevator work and the economic effect of the introduction of new equipment. Further work will be aimed at researching and improving the unloading area of elevators.*

**Keywords:** *elevator, ladle, movable bottom, flexible tape, friable materials.*

**Вступ.** На сучасному етапі економічного розвитку суспільства світова промисловість перебуває в стані переходу на новий, високотехнологічний, щабель розвитку. Проведені дослідження стосуються промислового транспорту і спрямовані на розробку методів удосконалення процесу вантажно-розвантажувальних робіт на підприємствах різних галузей промисловості, при внутрішніх та міжнародних перевезеннях, зокрема на залізничному транспорті та його структурних підрозділах, де відбувається активна співпраця з ученими щодо впровадження наукових розробок у всіх напрямках.

Залізничним перевезенням відведено основну роль як у внутрішньодержавних транспортуваннях вантажів, так і при здійсненні поставок товару за експортно-імпортними контрактами між контрагентами з України та з країн Європи й Азії. Залізничний транспорт задіяно для транспортування майже 70 % промислової продукції країни, де значну частку має вантажопотік зерна (зерно є єдиним видом масових вантажів, що перевозиться переважно вагонами). Залізничні перевезення тісно пов'язані із різними галузями будівельної промисловості, із сільським господарством, гірничодобувними підприємствами тощо і є основною ланкою операцій з постачання. Організація роботи на залізничному транспорті значною мірою визначається особливостями спеціалізації підприємств України, ступенем їх розвитку та рівнем продуктивності задіяного в них обладнання [1, 2]. Так, на підприємствах машинобудівної, харчової, переробної, легкої промисловості та багатьох інших для

сушіння, завантаження, розвантаження й переміщення різних матеріалів широко застосовуються стаціонарні та нестаціонарні вантажопідіймальні та транспортувальні машини, роторні механізми [3, 4]. У вантажно-розвантажувальних роботах на залізниці працює велика кількість машин, у яких одним із робочих органів є елеватор [5].

Ківшові елеватори з вертикальним або крутопохилим напрямом дії призначені для транспортування сипких та інших вантажів. Вони застосовуються як на транспортних підприємствах так і в багатьох галузях промисловості в усьому світі [6]. У системі підприємств з виробництва будівельних і оздоблювальних матеріалів та гірничого комплексу ківшові елеватори використовуються при завантаженні та розвантаженні залізничних вагонів, автотранспорту, що транспортують сипкі сировинні матеріали, при подачі матеріалу до цехів, внутрішньоскладському переміщенні тощо.

На переробних і харчових виробництвах, а також у системі підприємств агропромислового комплексу ківшові елеватори використовуються на зерноочисних комплексах, у зерносховищах, борошномельному та круп'яному виробництвах, на комбікормових підприємствах та ін. [7, 8].

Слід сказати, що раціональне оновлення конструкції елеваторів в Україні здійснювалось ще за радянських часів, а низка нових елеваторів також будується відповідно до застарілих вимог. На сьогодні такі конструктивні рішення впливають на економічний розвиток підприємств, які потребують застосування продуктивної сучасної техніки. Оскільки

для всіх підприємств, поряд із надійністю конструкції і швидким переміщенням, важливе значення має також і збереження кількості та якості транспортованого матеріалу, тому вдосконалення розвантажувального вузла елеватора впливає на підвищення продуктивності та є одним із пріоритетних напрямів удосконалення конструкцій елеваторних устаткування і надійності їх роботи [9].

Таким чином, робота в напрямі дослідження шляхів модернізації конструкцій елеваторів, які мають підвищену продуктивність за рахунок зміни конструктивних складових, є актуальною.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Огляд і аналіз вітчизняної та іноземної науково-технічної літератури, авторських свідоцтв і патентів щодо конструкцій елеваторів і їх ковшів показав, що для того, щоб усунути той чи інший недолік у роботі елеваторів, необхідно внести конструктивні зміни або в конструкцію ковша, або в конструкцію елеватора, заздалегідь теоретично підібравши конструктивні зміни й напрямі підвищення його продуктивності.

Запропоновано робочий орган ківшового елеватора для розвантажувачів, пристроїв для вантажно-розвантажувальних робіт, який є більш досконалим, за рахунок закладеного найпродуктивнішого способу транспортування матеріалу – конвеєрного, який дає змогу поєднати зачерпування, транспортування та розвантаження матеріалу [9].

У ківшовому похилому ланцюговому елеваторі зі встановленими на ньому ковшами серійного виробництва є такі недоліки: зворотне висипання матеріалу з його ковшів та їх низький коефіцієнт наповнення. Ці недоліки призводять до зниження продуктивності ківшового елеватора.

Низький коефіцієнт наповнення серійних ковшів зумовлює пошук іншої форми ковшів. Наприклад, можна застосовувати ковші з рухомими днищами різної форми та різними додатковими

пристосуваннями до них. У цьому напрямі науковці Німеччини запропонували виготовляти ковші елеватора із гнучкої гумової стрічки, що утворює днище ковша та з'єднується з його жорсткими вертикальними стінками. Під час завантаження центри мас ковшів лежать у одній вертикальній площині з осями траверс, що запобігає появі коливань і просипанню сипких продуктів та інших вантажів [10].

Багато вчених приділяли увагу конструкціям, що давали змогу усунути проблему прилипання продуктів, які транспортуються, до внутрішньої стінки ковша з використанням еластичних сегментів і вкладок [11, 12].

Як відомо, на підвищення продуктивності елеваторів також істотно впливають такі чинники: геометричні розміри ковша та його об'єм; властивості транспортованих матеріалів; швидкість руху ланцюгів елеватора; крок розставляння ковшів; максимальний коефіцієнт наповнення ковша; процеси розвантаження матеріалу з ковшів елеватора, а також такі співвідношення між параметрами елеватора, як радіус привідного «барабана» елеватора та полюсна відстань.

Багато вчених продовжують працювати над удосконаленням конструкцій ковшів із рухомими днищами, які вже мають пріоритет на винахід і можуть бути впроваджені на підприємствах України [13, 17].

Ці конструкції елеваторів мають підвищену продуктивність за рахунок усунення основних недоліків роботи цього елеватора.

Розрахунок їх основних параметрів відповідно до конструкції та умов розвантаження матеріалу з ковшів показав наявність економічного ефекту від упровадження нового обладнання [9, 16–19].

Цей напрям залишається актуальним і перспективним для розробок, оскільки елеватори різних видів можуть бути задіяні в різних галузях промисловості, сприятимуть збереженню сировини та є екологічно чистим обладнанням.

Визначення мети та завдання досліджень. Розробити нові конструкції ковшів похилого дволанцюгового елеватора, що сприяють підвищенню його продуктивності за рахунок зміни форми ковшів та усунення існуючого недоліку – зворотного висипання матеріалу з ковшів. Для досягнення мети необхідно було розробити алгоритм до розрахунку параметрів ковша з рухомим днищем, визначити максимальний коефіцієнт наповнення ковша і далі запропонувати нові конструктивні елементи для похилих ківшових елеваторів із відрізком гнучкої стрічки, які використовуються під час вантажно-розвантажувальних робіт у залізничному транспорті та у різних галузях промисловості.

**Основна частина дослідження.** У роботі застосовано аналітичний метод дослідження з використанням математичного моделювання динамічних процесів у ковшах із рухомими днищами різних форм для підтвердження рухомості як маси матеріалу в ковші, так і окремих частинок матеріалу, які містяться на рухомому днищі ковша. Для складання та вирішення математичної моделі руху маси матеріалу та окремих частинок матеріалу в ковшах із рухомими днищами різних форм, а також для побудови залежностей відстані частинок від часу руху ковша застосовувався числовий метод диференціальних рівнянь.

Під час проведення експериментів використовувалися візуальний метод і методи фото- та відео-фіксації (для можливості фізичного моделювання проведено кінозйомку руху та розвантаження матеріалу в ковші). Для оцінювання адекватності результатів теоретичних розрахунків виконано кінозйомку руху та розвантаження як окремих частинок, так і маси матеріалу в ковші з рухомими днищами різних форм. Для обробки результатів експериментів та оцінювання їх адекватності результатам

теоретичних розрахунків застосовано метод математичної статистики.

За основу розробки взято ківшовий елеватор, що містить привідні зірочки, рами, ланцюги із закріпленими на них ковшами, гнучкі стрічки. Недоліком цього елеватора є те, що в запропонованій конструкції відрізок гнучкої стрічки зберігає вантаж від розсипання лише під час завантаження ковшів, коли ковші, переміщаючись ланцюгами, завантажуються.

Окрім цього, відрізки гнучких стрічок закріплені з двох боків: з одного – жорстко до ковша, а з другого – шарнірно за допомогою шпильки, що ускладнює конструкцію та створює додаткові деформації в гнучких стрічках.

Для зменшення розсипання вантажу під час роботи елеватора, а також зниження шуму та пилоутворення запропоновано вдосконалення конструкції елеватора, що забезпечуватиметься перекриттям проміжку між ковшами, за рахунок цього підвищуватиметься надійність роботи запропонованої конструкції. Такого ефекту можна досягти закріпленням відрізків гнучких стрічок болтами зі сферичною або потайною голівкою на ковшах, під час руху по прямолінійній ділянці зменшується розсипання вантажу, а під час огинання нижніх зірочок, коли відстань між ковшами збільшується, відрізки гнучких стрічок розпрямляються, і, з одного боку, запобігають розсипанню вантажу в збільшений простір між ковшами, а з другого – поверхня відрізка гнучкої стрічки виконує роль напрямної, по якій вантаж висипається з ковша. Таким чином досягається підвищення надійності конструкції та зниження шуму й пилоутворення під час роботи. Також пом'якшуються бічні коливання й удари ковшів об кожух торцями відрізків гнучких стрічок. Так, у похилого ківшового ланцюгового елеватора під час роботи частина вантажу, що висипається з ковша, ударялася в задню стінку ковша, розташованого попереду, створюючи

пилоутворення, а частина зсипалася між ковшами та потрапляла в кожух елеватора, обминаючи розвантажувальний лотік.

З урахуванням описаних недоліків розроблено ківш, схему якого наведено на рис. 1.

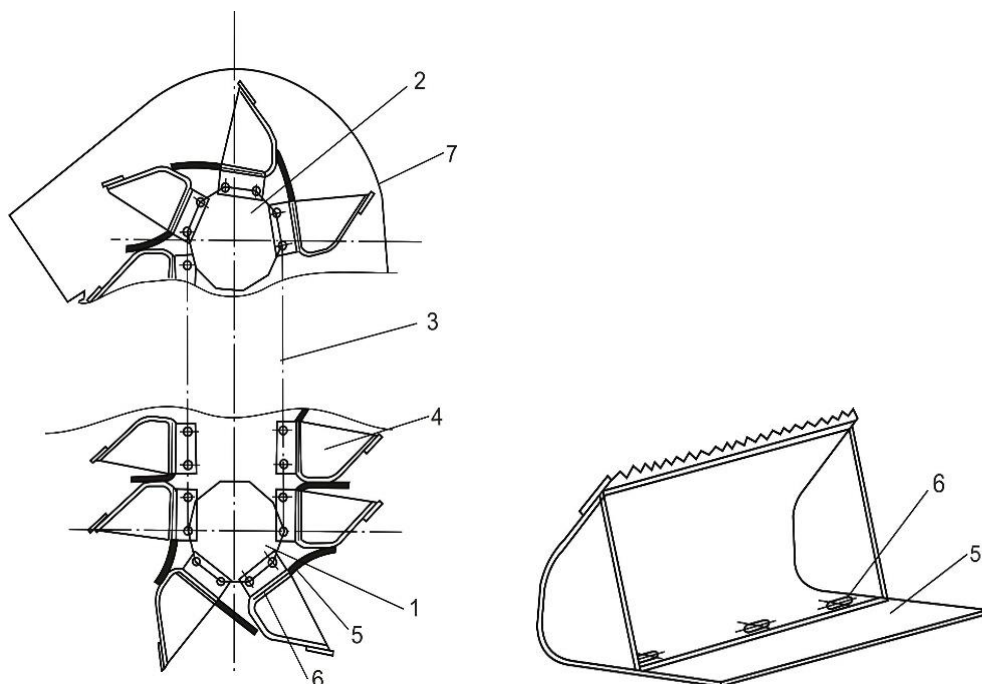


Рис. 1. Елеватор із ковшами з еластичною пластиною:

1 – привідна зірочка; 2 – натяжна зірочка; 3 – тягові ланцюги; 4 – ківш; 5 – відрізки гнучких стрічок – еластичні пластини; 6 – днище ковша; 7 – кожух

Особливістю цієї конструкції є еластична пружна пластина, виготовлена з транспортерної стрічки завтовшки від 6 до 8 мм. Із рисунка бачимо, що пластини призначено для перекриття проміжків між ковшами. Пластини, лягаючи на передню стінку ковша, є напрямним лотком для матеріалу, що розвантажується з ковша.

Із рисунка бачимо, що запропонована пластина не заважає процесу заповнення ковша вантажем під час зачерпування, коли ківш огинає нижні натяжні зірочки. При цьому пластина не допускає розсипання вантажу між ковшами.

У ківшовому похилому дволанцюговому елеваторі наявність вільного простору, обмеженого днищем ковшів, маточинами зірочок і привідним валом було використано для збільшення поперечного перерізу ковшів, що дало

зможу підвищити їх об'єм, жорсткість і міцність.

Основні параметри елеватора, такі як радіус привідного барабана елеватора та полюсна відстань, забезпечуватимуть відцентрове розвантаження матеріалу з ковшів елеватора та усуватимуть зворотне висипання матеріалу через передню стінку кожного з ковшів цього (удосконаленого) елеватора.

Алгоритм розрахунку ковшів із рухомими днищами наведено на рис. 2.

На цій схемі показано: рис. 2,а – діаграма залежності  $\varphi_{ак}, \alpha$  та  $\frac{L}{h}$  за  $\rho_m = 20^\circ \text{C}$ ; рис. 2,б – діаграма для визначення  $\kappa_\alpha$  та  $\kappa'_\alpha$ ; рис. 2,в – діаграма залежності діаметра барабана елеватора від швидкості ланцюгів елеватора.

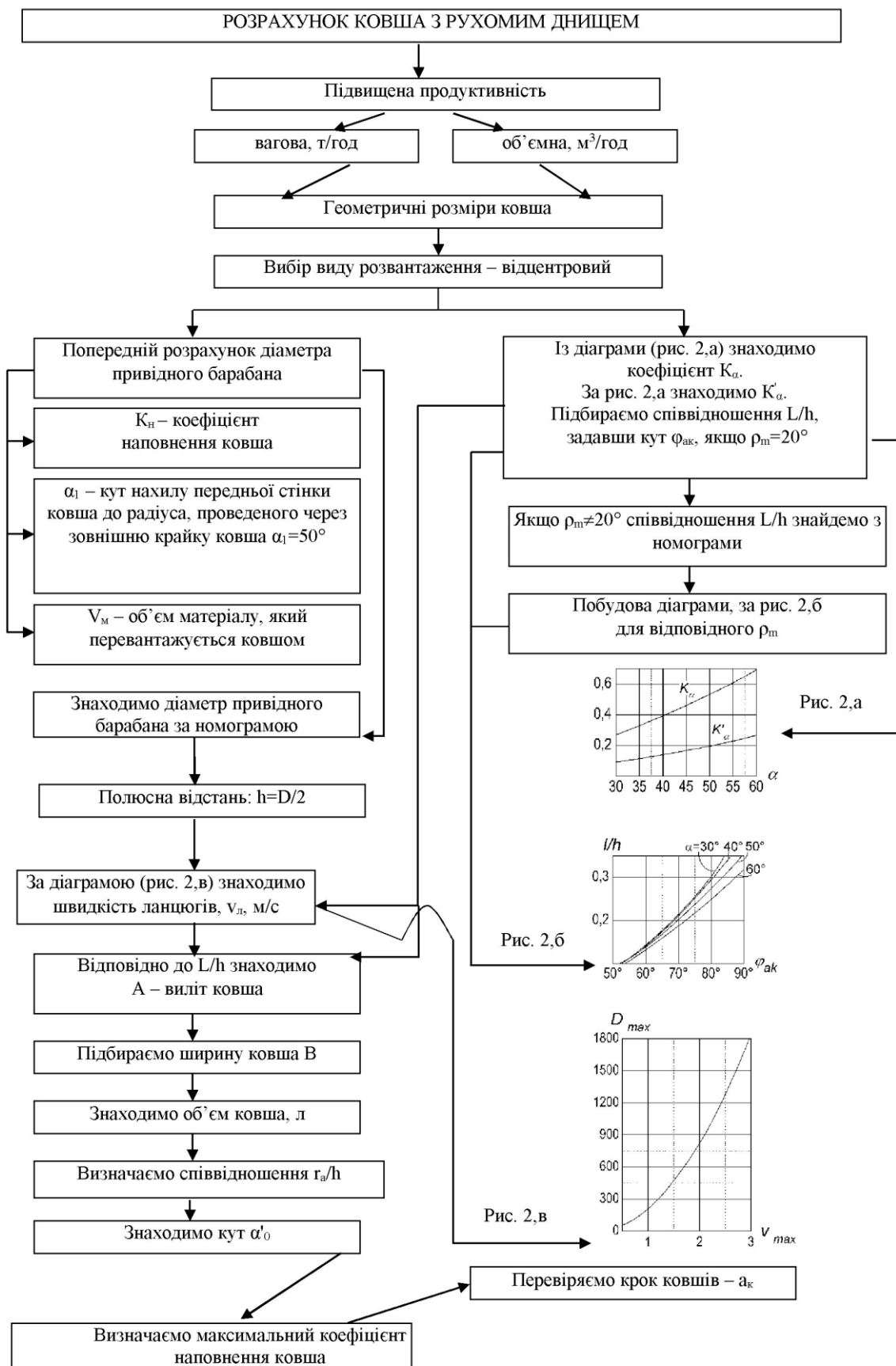


Рис. 2. Алгоритм до розрахунку ковша з рухомим днищем

У разі зміни форми передньої стінки можна підвищити коефіцієнт наповнення ковша, що у свою чергу підвищить продуктивність елеватора. Наприклад, виконавши передню стінку у формі півсфери, яка плавно переходить у дно ковша, та закріпивши всередині ковша (усією криволінійною поверхнею) відрізок гнучкої стрічки, буде забезпечено поліпшене розвантаження матеріалу, оскільки гнучка стрічка виштовхне матеріал, який схильний до злипання, з ковша на розвантажувальній ділянці елеватора.

Недооцінка тих або інших чинників, які впливають на роботу елеватора, нерідко призводить до псування транспортованого матеріалу та зниження продуктивності елеваторів унаслідок недостатнього заповнення ковшів або неправильного їх розвантаження, через що матеріал, піднятий ковшами вгору, не потрапляє у відвідні труби, а зсипається назад у башмак елеватора. Тому розроблено вдосконалений ківшовий похилий дволанцюговий елеватор зі встановленими на ньому ковшами з рухомими днищами півкруглої форми з гнучкою стрічкою, що показано на рис. 3.

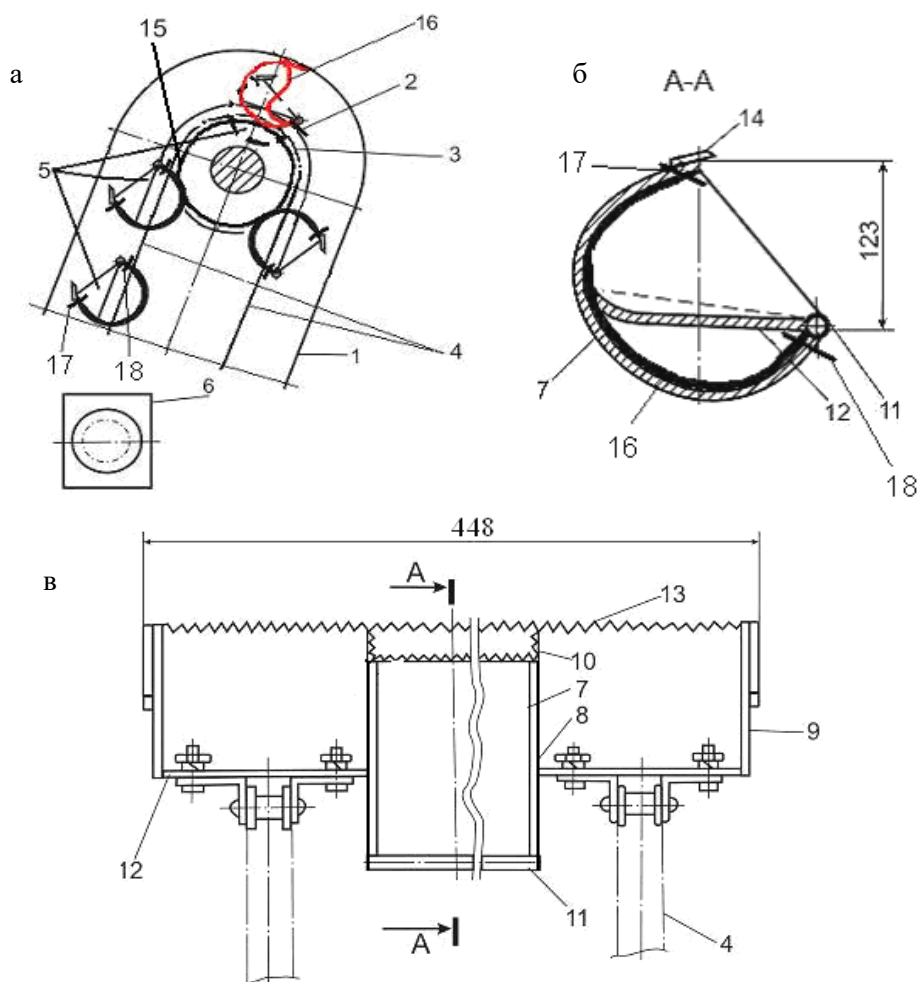


Рис. 3. Ківшовий похилий дволанцюговий елеватор зі встановленими на ньому ковшами з рухомими днищами півкруглої форми з гнучкою стрічкою:

- 1 – кожух; 2 – привідний вал; 3 – привідні зірочки; 4 – тягові ланцюги; 5 – ковші; 6 – привод; 7 – рухоме днище; 8 – вертикальні ребра; 9 – частини передньої стінки; 10 – пружні елементи; 11 – вісь; 12 – нижня стінка; 13 – гребінка із зубами; 14 – гребінка із зубами рухомого днища ковша; 15 – відтискне пристосування (шків); 16 – гнучка стрічка; 17, 18 – болтове з'єднання

Такий ківшовий елеватор містить кожух 1, раму, на якій розташовано привідний вал 2 із привідними зірочками 3, що захоплюються тяговими ланцюгами 4 із ковшами 5, жорстко закріпленими до ланцюгів. Елеватор приводиться в рух приводом 6 і закритий кожухом 1.

На рис. 3,а,б показано загальний вигляд ковша з гнучкою стрічкою та розріз А–А. Кожен ківш 5 із гнучкою стрічкою має боковини й заглиблену частину. Нижньою стінкою 12 ківш прикріплюється до ланцюгів 4 за допомогою болтового з'єднання. Дно кожного ковша 5 виконано із заглибленням, утвореним із вертикальних ребер 8 і рухомого днища 7, яке має в перерізі форму півкола, переходячи в передню стінку, установленого з можливістю шарнірного переміщення всередину, ковша 5. Завдяки закріпленню однієї сторони днища за допомогою пружних елементів 10 на передніх частинах стінки 9, а другої сторони днища за допомогою осі 11, що прикріплена до ребер 8, на рухомому днищі кожного з ковшів закріплено гнучку стрічку 16 за допомогою болтового з'єднання 17 та 18. Днище ковша з гнучкою стрічкою контактує з вертикальними ребрами 8. На передніх частинах стінок 9 ковша розташовано гребінку із зубами 13, на рухомому днищі 7 ковша з гнучкою стрічкою також розташовано гребінку із зубами 14, при цьому ширина кожного з ковшів дорівнює 448 мм. Відтискне пристосування, змонтоване між тяговими ланцюгами 4 на привідному валі 2, виконано у вигляді шківів 15, а діаметр шківів менший від розділювального кола зірок.

Робота елеватора відбувається таким чином: у процесі огинання ковшем із гнучкою стрічкою 5 привідного вала елеватора рухоме днище, притиснуте пружними елементами 10 до частин передньої стінки 9, зачерпує матеріал гребінками із зубами 13 і 14, які розташовані на різних частинах ковша; під час торкання рухомого днища 7 об шківів 15

матеріал, що був у поглибленій частині ковша, приходять у рух і підштовхується днищем до розвантаження, розтягуючи пружні елементи 10; ківш, закріплений на ланцюгах, повертається по ланцюгах, а гнучка стрічка допомагає виштовхувати матеріал з ковша до повного розвантаження матеріалу з останніх.

Рухоме днище 7 стає у початкове положення та повертається по шківу до моменту сходження ковшів з гнучкою стрічкою 5 з привідних зірок 3. Розміри поглибленої частини, яка утворена ребрами 8 та днищем 7, такі, що днище з гнучкою стрічкою не торкається привідного вала 2 елеватора, а ребра не торкаються зірок 3 у процесі зачерпування матеріалу ковшем 5 та огинання ними зірок при зачерпуванні та розвантаженні.

Таким чином, не відбувається зсипання матеріалу з ковша на ланцюги та додаткове пристосування елеватора, пошкодження та повторне зачерпування частинок матеріалу, а відповідно відсутні перевитрати електроенергії.

**Висновки.** Таким чином, внесення додаткових конструктивних змін до елементів елеватора та його ковшів дало змогу усунути їх основний недолік – зворотне висипання матеріалів із ковшів елеваторів, і підвищити продуктивність елеваторних устаткувань, що досягнуто також завдяки усуненню налипання матеріалу в заглибленій частині ковша елеватора, відсутності багатократного перелопачування матеріалу, що призводило до подрібнення його часток; зменшенню додаткового шуму, швидкого зношування вузлів елеватора та перевитрати електроенергії.

Тобто розроблені і запропоновані у роботі конструкції ковшів елеватора сприяють покращенню роботи всього елеватора, але їх розвантажувальна ділянка потребує подальшого дослідження. Одним із подальших напрямів досліджень є виготовлення деталей із сучасних видів матеріалів з подовженим терміном зношування.



Список використаних джерел

1. Юрій С. М. Харчова промисловість в господарському комплексі України. *Advanced technologies of science and education*: мат-ли XIV Міжнар. наук. інтернет-конф. (19–21 квіт. 2018 р.). URL: <http://inkoft.org/yuriy-sm-harchova-promislovist-v-gospodarskomu-kompleksi-ukrayini/> (дата звернення: 20.08.2018).
2. Про соціально-економічне становище України: доповідь Держ. служби статистики України / за ред. І. Є Вернера. Київ. 2018. URL: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua) (дата звернення: 01.09.2018).
3. Кіптела Л. В. Удосконалення теплообміну роторного плівкового апарата. *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*. Slovenia, 2017. Vol. 5. P. 43–45.
4. Improvement of a rotor film device for the production of high-quality multicomponent natural pastes / O. Cherevko, V. Mykhaylov, A. Zagorulko, A. Zahorulko. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2018. Vol. 2. Vol. 11 (92). P. 11–17.
5. Зуев Ф. Г., Лотков Н. А. Подъемно-транспортные установки: учебник / по направлению «Пищевая инженерия». Москва: КолосС, 2007. 465 с.
6. Kokeisl Walter. Schüttgüter optimal zuführen – eine anspruchsvolle Aufgabe. *Wägen, Dossier. + Misch.* 2000. Vol. 3. P. 10–14.
7. Машкін О. М. Мобілізація промисловості в Україні на початку 20 ст. *Енцикл. історії України*. Київ: Наук. думка, 2010. Т. 7. С. 9–10.
8. Рідний Р. Ф., Шерстюк В. С., Стефанов Б. М. Удосконалення та дослідження роботи ковша елеватора для транспортування вантажів, схильних до злежування. *Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв*. Вісник ХНТУСГ. Харків, 2011. Вип. 119. С. 1–5. URL: <http://old.khntusg.com.ua/node/1060> (дата звернення 02.02.2017).
9. Дерев'яно Д. А., Тарасенко О. П., Оробінський В. І. Вплив травмування на якість насіння зернових культур. Житомир, 2012. 439 с.
10. Huang Y. Verwendung eines Becherwerks für den Umschlag von Schüttgütern. Selbstshopfendes Becherwerk. *F+N : Fordern und Heben*. 1996. 46. Vol. 5. P. 334, 400–401.
11. Becherwerke. Bucket Elevators. *Bulk Solids Handling*. 1988. Vol. 3. P. 324–327.
12. Kalicki M. Ottimizzazione delle curve di scarico degli elevatori a fazzo. *Tech. Molit.* 1991. Vol. 42 (12). P. 1049–1050.
13. Створення новітніх конструкцій похилих ковшових елеваторів шляхом модернізації існуючих / В. М. Михайлов, А. О. Шевченко, С. В. Удовікова, Н. О. Гайдар. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*: зб. наук. праць. Харків, 2017. Вип. 2 (26). С. 221–234.
14. Михайлов В. М. Рух частинок у ковші з рухомим днищем півкруглої форми. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*: зб. наук. праць. Харків, 2018. Вип. 1 (27). С. 205–223.
15. Ковшовий елеватор: пат. 77962 Україна: МПК В65G 17/36(2006.01), В65G 47/08(2006.01), В65G 47/244(2006.01). № у 2012 06367; заявл. 28.05.2012; опубл. 11.03.2013, Бюл. № 5. 7 с.
16. Ківшовий елеватор: пат. 124611 Україна: МПК (2018.01) В65 G 17/36 (2006.01), В65 G 65/00 № у 201712430; заявл. 14.12.2017; опубл. 10.04.2018, Бюл. № 7. 9 с.
17. Ловейкін В. С., Боргун В. А. Аналіз динаміки руху стрічкового ковшового елеватора. *Наук. праці ЗДАТУ*. Запоріжжя, 2010. Т. 2. Вип. 11. С. 74–82. URL: [http://nauka.tsatu.edu.ua/print-journals-tdatu/11-2/11\\_2/9.pdf](http://nauka.tsatu.edu.ua/print-journals-tdatu/11-2/11_2/9.pdf).

18. Ковшовый элеватор: а.с. 1221090 СССР: МКИ<sup>5</sup> В65G 17/36. № 3735260/27–03; заявл. 29.04.84; опубл. 1986, Бюл. № 12. 2 с.

19. Нестеров А. П., Удовикова С. В. Наклонный ковшовый элеватор повышенной производительности. *Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп.* Харків: УкрДАЗТ, 2014. Вип. 149. С. 118–124.

---

Удовікова Світлана Володимирівна, канд. техн. наук, оператор ПЕОМ, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Тел.: 0995671209. E-mail: s0963738165@gmail.com.

Акмен Вікторія Олександрівна, канд. техн. наук, старш. викладач, кафедра товарознавства в митній справі Харківського державного університету харчування та торгівлі. Тел.: +380992107806.

E-mail: viktoriakmen@gmail.com.

Гайдар Сергій Михайлович, канд. екон. наук, доцент кафедри бухгалтерського обліку та аудиту Харківського державного університету харчування та торгівлі. Тел.: (057)349-45-18. E-mail: sergeygydar7@gmail.com.

Зайцев Юрій Іванович, аспірант, виконавчий директор ТОВ «Крановий електропривід». Тел.: +380660866319.

E-mail: zaycevy.krel@ukr.net.

Udovikova Svitlana, Cand of Tech. Sc., operator, Kharkiv State University of Food Technology and Trade.

Tel.: 0995671209. E-mail: s0963738165@gmail.com.

Akmen Viktoria, Candidate of Technics, Senior lecturer, Department of Customs Merchandise Expertise, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Tel.: +380992107806. E-mail: viktoriakmen@gmail.com.

Gaidar Sergey Mikhailovich, Cand. of Econ. Sc., Associate Professor of Accounting and Audit. Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Tel.: (057) 349-45-18. E-mail: sergeygydar7@gmail.com.

Zaitsev Yurii Ivanovich, executive director "Kranoviy elektroprivod" LLC. Tel.: +380660866319.

E-mail: zaycevy.krel@ukr.net.

Статтю прийнято 28.10.2019 р.