

ПРОЈЕКАТ ЕЛЕВАТОРА ЗА ЖИТАРИЦЕ КАПАЦИТЕТА 90 Т/Н THE PROJECT OF A GRAIN ELEVATOR WITH A CAPACITY OF 90 T/H

Жарко Јеловац, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај – Елеватори представљају уређаје за вертикални транспорт материјала. Као такви, користе се у различитим гранама индустрије, с тим што се често срећу у силосној индустрији. Како су уређаји специфичног карактера, неопходно је водити рачуна о елементима безбедности и заштите на раду током њиховог пројектовања. Погодни су за примену аутоматике чиме се постиже знатно повећање капацитета и смањује се вероватноћа повреде на раду. На крају рада, дате су карактеристике пројектованог елеватора.

Кључне речи: елеватор, силос, аутоматика

Abstract – Bucket elevators are devices for vertical transport of materials. As such, they are used in various branches of industry, with the fact that they are often found in the silo industry. Since the devices are of a specific character, it is necessary to take into account the elements of safety and protection at work during their design. They are suitable for the application of automation, which achieves a significant increase in capacity and reduces the probability of injury at work. At the end of the paper, the characteristics of the designed elevator are given.

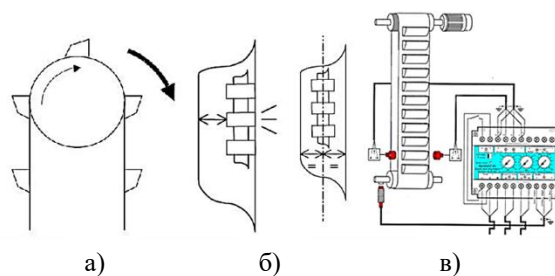
Keywords: bucket elevator, silo, automation

1. УВОД

Елеватори се широко користе за вертикални транспорт зрнастих и прашкастих расутих материјала. Њихова употреба је широка и присутни су у индустрији више од једног века. Већина делова елеватора смештена је у окна у којима се обавља сав транспорт материјала. Опасна места у кофичастим елеваторима су утоварно и истоварно месту. На улазу у утоварни отвор, морају се применити заштитне мере како би се спречило да страни предмети уђу у елеватор, укључујући удове руковаоца, а при истовару постоји могућност удара материјала. Постоје две врсте пражњења материјала – центрифугално и гравитационо. Када је у питању центрифугално пражњење, мора се постићи велика брзина траке са кофицама како би се произвела довољна центрифугална сила за истовар материјала из кофица. У том случају постоји велика могућност да се елементи елеватора откину и испадну из истоварног отвора, слика 1. а).

НАПОМЕНА:

Овај рад је произтекао из мастер рада чији ментор је др Драган Живанић, ред. проф.



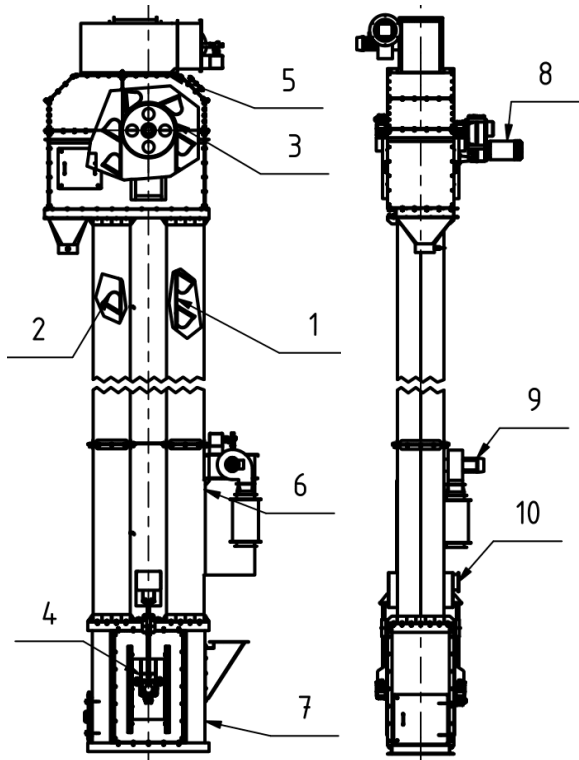
Слика 1. Опасна места а), бочно померање траке б), управљање елеватором в)

Често се траке користе као вучни елементи и због тога постоји могућност да се трака са кофицама помери у односу на централну осу транспортера на леву или десну страну што може изазвати озбиљна оштећења елемената која могу довести до опасних опасности где се оператери у близини могу повредити, слика 1. б). Током рада елеватора, велике количине прашине се концентришу у окну. Када се критичне количине прашине и ваздуха помешају, једна искра је довољна да изазове избијање пожара. Варницу може произвести кофица која удари у конструкцијске елементе због лошег поравнања траке [1]. Да би се спречиле наведене незгоде, потребно је поставити контролне уређаје на елеватор да би на време пратили и упозоравали да ли постоје неправилности у транспорту материјала, слика 1. в).

2. ЕЛЕМЕНТИ ЕЛЕВАТОРА

Елементи елеватора се могу видети на слици 2. Вучни елементи овог транспортера су траке или ланци (1) на које се постављају носећи елементи – кофице (2). Погон елеватора се врши преко погонског бубња или ланчаника (3) који је повезан са погонским механизмом постављеним на врху елеватора који се зове глава елеватора (5). Глава је подељена и зглобна ради лакшег сервисирања унутрашњих компоненти. Транспорт материјала се врши у окну (6) који херметички штити материјал. Окна се често конструишу као конструкција са двоструком кутијом. Има елементе за преглед који омогућавају приступ вучном елементу и кофицама кроз отвор за преглед. Погонски механизам (8) се састоји од мотора на наизменичну струју, спојнице, редуктора и кочионог система који се такође може поставити између редуктора и мотора на наизменичну струју. Да би се обезбедили добри услови за погонски бубањ или ланчаник да добију пријањање на траку/ланцима довољно за покретање

елеватора, одређена количина почетне затегнутости се примењује на траку/ланце преко завртња за затезање који су повезани са затезним бубњем/ланчаником (4). У доњем делу елеватора који се зове стопа (7) налази се механизам за затезање. Системи за аспирацију (9) морају бити постављени на елеватор како би се спречило накупљање прашине. На савременим елеваторима монитори опасности (10) су постављени на видном месту како би се оператерима пружио потпуни увид у рад елеватора [2].



Слика 2. Елементи елеватора

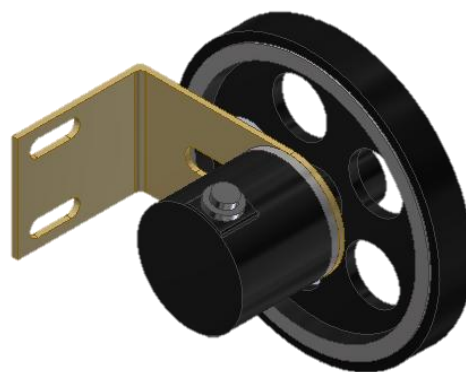
3. МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ И ЗАШТИТЕ НА РАДУ ПРИ ОПЕРАЦИЈИ ЕЛЕВАТОРА

Предмет овог рада је елеватор капацитета 90 t/h који се користи за транспорт житарица. Трака се користи као вучни елемент. Да би се постигли оптимални услови рада, потребно је применити следеће мере безбедности:

- мерење и контрола брзине траке и броја обртаја погонских и затезних бубњева;
- контрола положаја траке;
- контрола протока на истоварном месту;
- аспирација елеватора.

3.1. Мерење и контрола брзине траке и броја обртаја погонских и затезних бубњева

Током транспорта материјала, трака се издужује због своје еластичности. Због тога је потребно мерити и контролисати брзину траке и упоредити је са бројем обртаја бубњева како би се одржала константна затегнутост траке за правилан пренос погона са погонског бубња на траку. За мерење брзине траке користи се ротациони енкодер, слика 3. Енкодер се наслања на траку и трансформише вертикално кретање траке (брзину траке) у дигиталне импULSE које контролни систем може препознати.



Слика 3. Ротациони енкодер

Број обртаја бубњева се мери помоћу ласерског сензора, слика 4. Да би се користио ласер, на бочну страну бубњева се ставља комад беле траке. Док се бубањ ротира, ласер детектује један обрт када се снап рефлектује од беле траке назад до сензора. Сензор шаље дигитални сигнал контролном систему који затим израчунава број обртаја бубња.



Слика 4. Ласерски сензор

Постоје два начина да контролни систем открије проклизавање траке. Први је ако постоји разлика у сигналу од ласерског сензора који надгледа ротацију погонског бубња и од ласерског сензора који прати ротацију затезног бубња. Затезни бубањ се погони траком и ако трака проклизава, број обртаја затезног бубња би био мањи од броја обртаја погонског бубња. Други начин јесте када контролни систем упореди сигнале са ласерског сензора који надгледа погонски бубањ и енкодера који мери брзину траке. Једноставним прорачуном, контролни систем може препознати да трака проклизава. Разлог за примену оба типа мерења и контроле је елиминисање ризика од грешака. Када се открије проклизавање траке, контролни систем зауставља погон елеватора и сигнализира оператеру да постоји проблем.

3.2. Контрола положаја траке

Једна од најважнијих безбедносних мера у вези са елеваторима је контрола положаја траке. Као што је већ речено, током транспорта материјала, трака може да се бочно помери. То представља ризик јер узрокује неправилан рад елеватора и ако ништа не открије неусклађеност траке, може да се помери на један крај бубња, а затим може доћи у контакт са структурним елементима елеватора стварајући варнице које могу запалити мешавину прашине и ваздуха у окну

елеватора. Да би се контролисао положај траке, користи се пар индуктивних сензора за детекцију положаја траке, слика 5.

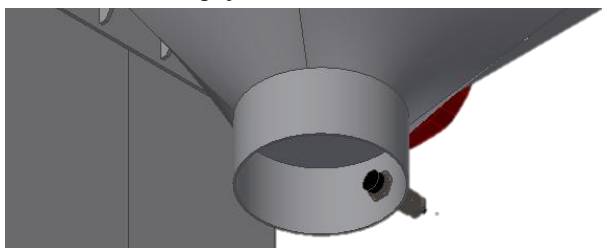


Слика 5. Индуктивни сензор положаја траке

Сензори детектују положај траке детекцијом вијака који повезују кофицу са траком или детекцијом саме кофице ако је направљена од метала. Ако сензор не детектује ниједан метални предмет, престаје да емитује сигнал контролном систему, затим контролни систем зауставља погон елеватора након одређеног времена током којег не прима сигнале од сензора. Када се елеватор заустави, оператер се обавештава и мора визуелно да провери траку и да примени одговарајуће одржавање како би траку поставио у исправан положај.

3.3. Контрола протока на истоварном месту

Сензор протока се користи за праћење присуства материјала у истоварном отвору који се користи за транспорт материјала након што материјал изађе из кофице у глави елеватора. Ако отвор напуни материјалом и заглави, сензор детектује заглављивање и шаље сигнал контролном систему. Сензори капацитета се користе као сензори протока, слика 6. Када управљачки систем прими сигнал, зауставља погон елеватора јер би се материјал прво акумулирао у глави елеватора, а касније у другим деловима, што би довело до хаварије. Контролни систем обавештава оператера и задатак му је да ослободи отвор од заглављеног материјала.

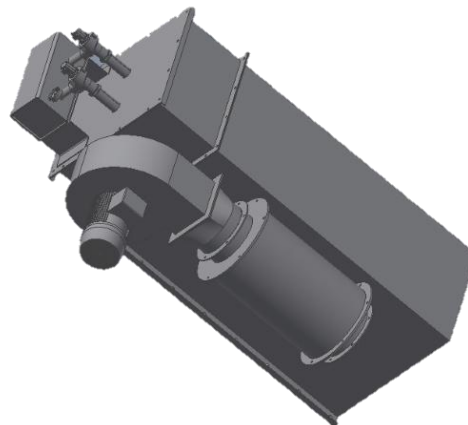


Слика 6. Индуктивни сензор протока

3.4. Аспирација елеватора

Елеватори су направљени као затворене конструкције које обезбеђују херметичност, али због накупљања прашине у њима, елеватори представљају транспортере који имају висок ризик од експлозије и избијања пожара. Прашина се примарно налази у стопи и глави елеватора као резултат пуњења и пражњења кофице. Прашина се меша са ваздухом и када мешавина достигне критичне нивое, потребна је једна мала искра да би настала експлозија. Као што је раније поменуто, варница се може створити током

неправилног поравнања траке и контакта између кофице и конструкцијских елемената. Основни принципи и упутства за спречавање експлозије и пожара у елеваторима описани су у стандарду SRPS CEN/TR 16829:2017 – Превенција и заштита од пожара и експлозије за елеваторе [3]. Превенција се заснива на избегавању извора паљења и на елиминисању или откривању извора паљења ако постоје. Заштита од експлозија заснива се на примени водича за уклањање, ограничавање и изоловање експлозија. Последице експлозија могу бити огромне и чак могу довести до потпуног уништења индустријских комплекса. Да би се спречиле експлозије, аспирациони системи се постављају у критичним подручјима, слика 7.



Слика 7. Аспирациони систем

4. АУТОМАТИКА ЕЛЕВАТОРА

Аутоматизација елеватора укључује интеграцију напредних технологија као што су сензори, програмабилни логички контролери (ПЛЦ), фреквентни претварачи (фреквентни регулатор) и контролни системи за праћење, контролу и оптимизацију функционисања елеватора. Ови системи обезбеђују податке у реалном времену о перформансама елеватора, помажу у спречавању кварова кроз предвидљиво одржавање и обезбеђују да су операције поједностављене за максималну ефикасност.

4.1. Компоненте аутоматизованих елеватора

Аутоматизација елеватора захтева интеграцију неколико кључних компоненти. Ови системи раде заједно да надгледају, контролишу и прилагођавају операције елеватора на основу података у реалном времену. Примарне компоненте аутоматизованог система елеватора су:

- програмабилни логички контролери (ПЛЦ) – ови компјутеризовани уређаји су програмирани да контролишу рад елеватора на основу унапред дефинисаних параметара;
- погони са променљивом фреквенцијом (фреквентни регулатор) – фреквентни регулатори су критичне компоненте које контролишу брзину и обртни момент мотора елеватора;
- сензори и уређаји за надзор – аутоматизација се у великој мери ослања на сензоре за пружање података у реалном времену о перформансама и стању елеватора;

- интерфејс човек-машина (ХМИ) – ХМИ је визуелни интерфејс који омогућава оператерима интеракцију са аутоматизованим системом;
- аутоматизовани сигурносни системи – безбедност је примарна брига у операцијама руковања материјалом, а аутоматизација омогућава интеграцију различитих безбедносних функција.

4.2. Бенефити аутоматизације елеватора

Аутоматизација смањује трошкове рада минимизирајући потребу за ручним радом и надзором. Поред тога, оптимизована контрола мотора и других компоненти преко фреквентног регулатора и сензора смањује потрошњу енергије, што доводи до нижих оперативних трошкова. Спречавањем кварова и смањењем хабања компоненти, аутоматизација такође смањује трошкове одржавања. Проактивно одржавање обезбеђује да се компоненте замене пре него што покваре, смањујући потребу за скупим хитним поправкама и продужавајући век трајања елеватора.

5. ПРОЈЕКАТ ЕЛЕВАТОРА КАПАЦИТЕТА 90 Т/Н

За потребе мастер рада урађен је машинско – технолошки пројекат за грађевинску дозволу за нову градњу објекта Силос за житарице $V=4 \times 1514 \text{ m}^3$ са пратећим објектима, при $\rho=0,75 \text{ t/m}^3$. У оквиру будућег силосног комплекса је предвиђена изградња усипног коша са надстрешницом, четири силоса са пратећом опремом, аспиратерска кућа са финим аспиратером, сушара за зрно капацитета $Q=8 \text{ t/h}$, две тампон ћелије $Q=2 \times 325 \text{ m}^3$, редлери и елеватор капацитета 90 t/h , Силос је пројектован са транспортном опремом капацитета $Q=90 \text{ t/h}$ при $\gamma=0,78 \text{ t/m}^3$.

Силос је намењен за пријем зрнастих пољопривредних култура различите чистоће и влажности обзиром да поседује линију чишћења и сушару. Пражњење силоса се обавља системом за бочно пражњење у возило, затим се гравитационим путем силос празни кроз централни отвор у закошени ланчани транспортер смештен у редлерски канал у темељу силоса. Тек кад се силос испразни кроз централни отвор, отварају се симетрични помоћни отвори и на тај начин се празни у ланчани транспортер. Потпуно пражњење се обавља кроз централни и помоћне отворе уз коришћење планетарног пужног изузимаача. Зато је пре почетка пуњења силоса потребно довести пужни изузимаач у осу сабирног ланчаног транспортера. За отварање - затварање испод ћелије користи се на централном отвору електромоторни ћелијски затварач са ручним шибером, а за помоћне отворе ручни ћелијски затварач. За чишћење прихваћене робе користи се опрема која је смештена у аспиратерској кућици где је предвиђен простор за фини пречистач (аспиратер) са пратећом опремом. За сушење влажне робе користи се сушара за житарице.

О свим радовима предвиђеним овим пројектом, извођач радова је дужан да води прописана документа (грађевински дневник и књига) у којој ће поред овере надзорног органа и пројектанта у склопу директног надзора ставити своје евентуалне примедбе, односно потврдити исправност извођења по пројекту и одобреним изменама.

Извођач је обавезан:

- да постројење изради по одобреном пројекту;
- да постројење изради сагласно прописима, упутствима и стандардима;
- да предузме све мере за осигурање радника, пролазника и саобраћаја, као и за осигурање постројења које се гради и суседних објеката.

Пројектован је елеватор следећих карактеристика:

- погонска снага $P=11,75 \text{ kW}$;
- висина подизања 21 m ;
- број носећих слојева траке $z=4$;
- центрифугални начин пражњења;
- преносни однос редуктора $i=9,49$;
- прорачунски момент спојнице $M=554 \text{ Nm}$.

За крај, даће се процена инвестиционе вредности опреме и радова, табела 1.

Табела 1. Процена

Бр.	ВРСТА РАДОВА	ЦЕНА
1.	Израда елемената елеватора	1.328.000,00
2.	Монтажа	332.000,00
3.	Пробни рад	20.000,00
УКУПНО РСД (без ПДВ-а):		1.680.000,00

6. ЗАКЉУЧАК

Елеватори су уређаји за транспорт материјала који су једноставне конструкције, али уз примену аутоматике омогућавају велике капацитета транспорта материјала чиме подстичу ефикасност тока материјала. С обзиром на присуство оператера у његовој близини, неопходно је водити рачуна о аспектима безбедности и заштите на раду током процеса пројектовања како би се могућност повреде на раду свела на минимум. На крају рада је дат пројекат елеватора, његове основне прорачунате карактеристике и процена вредности опреме и радова.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Živanić, D., Gajić, A., Đokić, R., Zelić, A.: The Control and Safety Devices at Bucket Elevators, 4. Scientific conference Politehnika 2017, Belgrade, Republic of Serbia, (2017), 347-353.
- [2] Živanić, D., Gajić, A., Zelić, A.: Control of the work, elements and modelling of the bucket elevators in modern software packages, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 393 (2018) 012077 doi:10.1088/1757-899X/393/1/012077
- [3] Standard SRPS CEN/TR 16829:2017 - Fire and explosion prevention and protection for bucket elevators

Кратка биографија:



Жарко Јеловац рођен је у Новом Саду, Република Србија, 1994. године. Дипломирао је 2019. год. на Факултету техничких наука, смер Механизација и конструкционо машинство, на којем исте године уписује мастер академске студије.

UDK: 621

DOI:

<https://doi.org/10.24867/31AM08Jelovac>