

## FEATURES OF THE DYNAMIC PROCESSES IN CONTROL SYSTEMS OF EMBEDDED DRIVES OF BELT CONVEYORS WITH VARIABLE LOAD ON THE WORKING SECTION

Vinnitsia National Technical University<sup>1</sup>  
Lublin University of Technology<sup>2</sup>

### **Abstract**

*Modern designs of belt conveyors have been considered. The types of uneven load distribution and its impact on the control system of the built-in drive of the belt conveyor have been analyzed. It is proposed to use a control system for the built-in drive of the belt conveyor equipped with a control device that ensures continuous operation during overload conditions.*

**Keywords:** embedded drive, belt conveyor, dynamic processes, variable load.

Modern belt conveyors are widely used in agriculture (see Fig. 1), construction, mining, and other industries due to their automation level, reliability, controllability, and energy efficiency indicators [1, 2, 3]. Embedded hydraulic drives for belt conveyors are gaining popularity, as they ensure compactness, improved reliability, increased energy efficiency, and reduced maintenance costs compared to other drive types [4, 5]. During operation, belt conveyors are exposed to various types of variable loading, which negatively affect their durability [6, 7]. Dynamic loads (arising during startup, shutdown, or speed change, which may lead to oscillations and vibrations) and unevenly distributed loads (caused by material heterogeneity or uneven belt loading, potentially resulting in local overloads) significantly impact the control system of embedded drives, as shown in Fig. 2 [8, 9, 10].



Fig. 1. Kwik-Belt conveyor by Norwood Sales

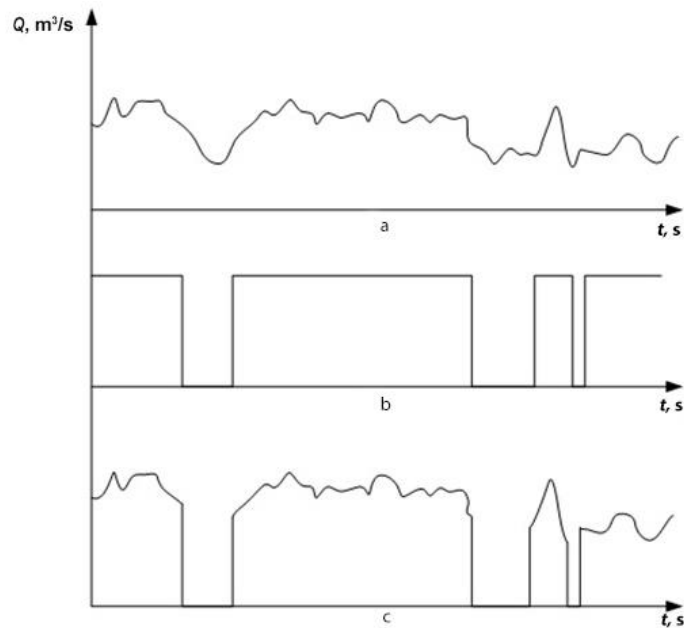


Fig. 2. Uneven load distribution: a – continuous; b – pulse; c – actual

To ensure uninterrupted conveyor operation under overload conditions, the research team proposes using a control system for the embedded hydraulic drive with a control device (see Fig. 3) [11, 12]. The control device is a two-stage valve: the first stage (1) controls the pressure in the pressure line of the control system, and the second stage (2) manages the flow of working fluid to the backup hydraulic motor and activates the backup hydraulic pump. By using the backup hydraulic motor and pump, power shortages during overload conditions are overcome, and constant movement speed of the working strand is ensured.

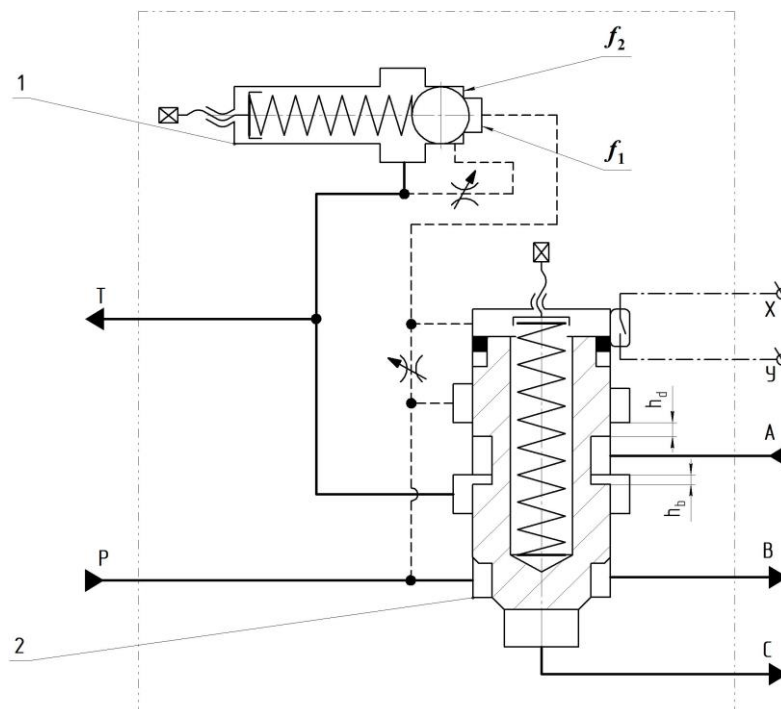
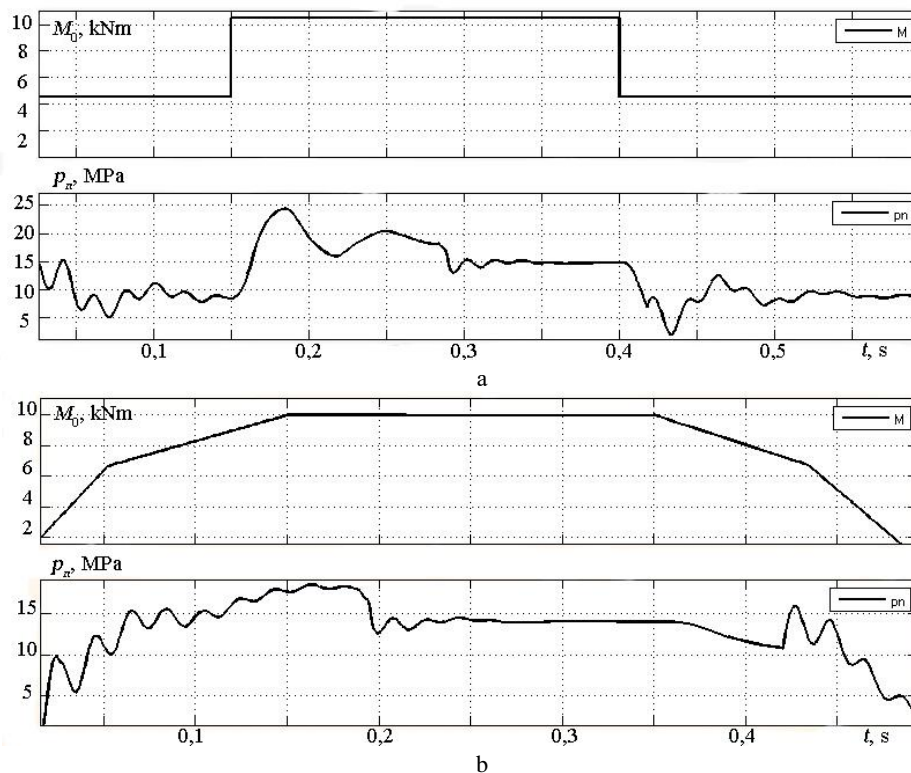


Fig. 3. Control device of the embedded hydraulic drive for the belt conveyor

A comprehensive study was conducted to determine the optimal parameter ratios for the control system of the embedded hydraulic drive of the belt conveyor [13, 14], which ensure efficient operation under uneven load distribution. The response of the control system of the embedded hydraulic drive was examined under two types of loads: step and trapezoidal (see Fig. 4, a and b).



**Fig. 4.** Pressure response  $p_n(t)$  in the pressure line of the control system due to the control device under the influence of load  $M_0(t)$ :  
a – step change in load on the working strand;  
b – trapezoidal change in load on the working strand

An important aspect of modern control systems is their level of automation. Thus, a belt conveyor equipped with a hydraulic drive control system including a control device and monitoring elements can ensure equipment condition monitoring, automatic speed regulation, predictive maintenance, and integration with other systems to optimize equipment operation processes.

## REFERENCES

1. Каталог сайту фірми Norwood Sales. Електронний ресурс: <https://www.norwoodsales.com/manuals#kwikbelt>
2. Polishchuk L., Piontkevych O., Burdeinyi M., Trehubov V. Justification for choosing the type of belt conveyor drive. Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця: ВНТУ, 2024. № 1 (19). С. 115–122. DOI: 10.31649/2413-4503-2024-19-1-115-122
3. Козлов Л. Характеристики мехатронного приводу під час просторового руху маніпулятора / Л. Козлов, С. Репінський, О. Паславська, О. Піонткевич // Наукові праці Вінницького національного технічного університету, 2017. – № 2. – 9 с. Електронний ресурс: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/507>
4. Поліщук Л. К. Динаміка вмонтованого гідроприводу конвеєрів мобільних машин [Текст] : монографія / Л. К. Поліщук. Вінниця : ВНТУ, 2018. 240 с.
5. Yang M. Study on the Digital hydraulic driving system of the belt conveyor. *Machines*, 10(6), 2022. P. 14. DOI: 10.3390/machines10060417
6. Поліщук Л. К. Вмонтовані гідравлічні приводи конвеєрів з гнучким тяговим органом, чутливі до зміни навантаження: монографія / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер. Вінниця : ВНТУ, 2010. 184 с.
7. Feng Y., Zhang M., Li G., Meng G. Dynamic characteristic analysis and startup optimization design of an intermediate drive belt conveyor with non-uniform load. *Science Progress*, 103(1), (2020). pp. 1-20 <https://www.jstor.org/stable/27154949>
8. Polishchuk L. Dynamics of the conveyor speed stabilization system at variable loads / L. Polishchuk, O. Khmara, O. Piontkevych, O. Adler, A. Tungatarova, A. Kozbakova. *Informatyka, Automatyka, Pomiary W Gospodarce i Ochronie Środowiska*, 2022. Vol. 12. No. 2. P. 60-63. DOI: 10.35784/iapgos.2949
9. Khmara L. A. Algorithm to calculate work tools of machines for performance in extreme working conditions / L. A. Khmara, S. V. Shatov, L. K. Polishchuk, V. O. Kravchuk, P. Kisala, Y. Amirgaliyev, M. Junisbekov. In *Mechatronic Systems* 1, 2021. P. 29- 37. Routledge. DOI 10.1201/9781003224136-3
10. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза // Промислова гідравліка і пневматика. 2011. № 34(4). С. 80-83.
11. Polishchuk L. Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor / L. Polishchuk, O. Piontkevych // Proceedings of 22nd International Scientific Conference «MECHANIKA 2017». Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017. P. 307 – 311.

12. Піонткевич О. В. Вплив параметрів системи керування гідروприводом мобільної робочої машини на динамічні характеристики [Текст] / О. В. Піонткевич // Вісник машинобудування та транспорту. 2016. № 2(4). С. 68–76.

13. Поліщук Л. К. Аналіз впливу параметрів системи керування на динамічні процеси гідропривода стрічкового конвеєра [Текст] / Л. К. Поліщук, О. В. Піонткевич, О. О. Коваль // Промислова гідроліка і пневматика, 2016. № 2(52). С. 37-47.

14. Polishchuk L. Application of hydraulic automation equipment for the efficiency enhancement of the operation elements of the mobile machinery / L. Polishchuk, L. Kozlov, Y. Burennikov, V. Strutinskiy, V. Kravchuk, Informatyka, Automatyka, Pomiarы w Gospodarce i Ochronie Srodowisk 9(2), 2019. P. 72–78. DOI: 10.5604/01.3001.0013.2553

**Polishchuk Leonid** — Doctor of Engineering Sciences, Head of Department of Industrial Engineering, Vinnytsya National Technical University, e-mail: leo.polishchuk@gmail.com

**Piontkevych Oleh** — Candidate of Technical Sciences, Associate professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya, e-mail: piontkevych@vntu.edu.ua

**Smolarz Andrzej** — Dr. Hab. Eng., Professor of the Department of Electronics and Information Technology, Lublin University of Technology, Lublin, Poland, e-mail: a.smolarz@pollub.pl

**Svietlov Artem** — postgraduate of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya

### *Особливості перебігу динамічних процесів в системах керування вмонтованих приводів стрічкових конвеєрів із змінним навантаженням на робочій ланці*

#### *Анотація*

*Розглянуто сучасні конструкції стрічкових конвеєрів. Проаналізовано типи нерівномірного розподілення вантажу та вплив його на систему керування вмонтованого приводу стрічкового конвеєра. Запропоновано використовувати систему керування вмонтованого приводу стрічкового конвеєра із пристроєм керування, який забезпечує його безперервну роботу під час режиму перевантаження.*

**Ключові слова:** вмонтований привід, стрічковий конвеєр, динамічні процеси, змінне навантаження.

**Поліщук Леонід** — д.т.н., проф., завідувач кафедри галузеве машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: leo.polishchuk@gmail.com

**Піонткевич Олег** — к.т.н., доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: piontkevych@vntu.edu

**Смолаж Анджей** — доктор хаб. інж., професор кафедри електроніки та інформаційних технологій, Люблінського університету технологій, м. Люблін, Польща, e-mail: a.smolarz@pollub.pl

**Светлов Артем** — аспірант групи 133-24а, Інститут докторантури та аспірантури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця