International periodic scientific journal
ONLINE
www.moderntechno.de

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 70.62)

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Issue №42
Part 1
December 2025

Published by:
Sergeieva&Co
Karlsruhe, Germany

ISSN 2567-5273
DOI 10.30890/2567-5273

Editor: Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*
Scientific Secretary: Kuprienko Sergey, *PhD in technical sciences*

Editorial board: More than 450 doctors of science. Full list on page:
https://www.moderntechno.de/index.php/swj/about/editorialTeam

Expert Board of the journal: Full list on page:
https://www.moderntechno.de/index.php/swj/expertteam

The International Scientific Periodical Journal **"Modern engineering and innovative technologies"** has been published since 2017 and has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.
Periodicity of publication: 6 times a year
The journal activity is driven by the following objectives:
Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
Fostering knowledge exchange in scientific community
Promotion of the unification in scientific approach
Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains
The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.
Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.
Each article in the journal includes general information in English.
The journal is registered in IndexCopernicus, GoogleScholar.

DOI: 10.30890/2567-5273.2025-42-01

Published by:
Sergeieva&Co
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe, Germany
e-mail: editor@moderntechno.de
site: www.moderntechno.de

Copyright
© Authors, scientific texts 2025

http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit42-01-010
DOI: 10.30890/2567-5273.2025-42-01-010

UDC: 664-4: 62-97

DESIGNING OPERATING PARAMETERS FOR PACKAGING MACHINES FOR PACKAGING BEER

ПРОЄКТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ПАКЕТОФОРМУВАЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ ПАКУВАННЯ ПИВА

Pidlisnyj V.V. / Підлісний В.В.
c.t.s., as. prof. / к.т.н.,доц.
ORCID: 0000-0002-4718-7787
Semenov A.M. / Семенов О.М.
c.t.s., as. prof. / к.т.н.,доц.
ORCID: 0000-0002-9990-2658
Higher Educational Institution «Podillia State University»,
12, Shevchenko Str., Kamianets-Podilskyi, 32316
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
вул. Шевченка, 12, м. Кам'янець-Подільський, 32316
Fedoriv V.M. / Федорів В.М.
c.t.s., as. prof. / к.т.н.,доц.
ORCID: 0000-0002-4499-0910
Liukhovets V.V. / Люховець В.В.
c.t.s. / к.т.н.
ORCID: 0000-0002-6978-7820
Manita I. M. / Маніта І. М.
master / магістр
Khmelnytskyi National University,
11 Instytutska St., Khmelnytskyi, 29016
Хмельницький національний університет,
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016

Abstract. *The article discusses the issues of designing and improving the performance of case packers in beer packaging lines, in particular using the example of the LSK-30F model, which operates as part of beer filling lines into aluminum cans. It reveals the key technical and technological factors that affect the stability of equipment operation, productivity, energy efficiency, and the quality of group transport packaging. The input data, operating modes, design features, and working loads of the machine are analyzed, and methods for assessing operational reliability are presented. The main results are the establishment of patterns of influence of container feed parameters, heat shrinkage temperature regime, and conveyor synchronization on package formation. Recommendations are formulated for optimizing operating modes that contribute to increased reliability and reduced equipment downtime.*

Key words: *design, packaging machine, beer packaging, group packaging, heat shrinkage, line productivity, equipment reliability, equipment repair and operation, performance indicators.*

Introduction.

In the brewing industry, group packaging in the form of heat-shrinkable bags has become the standard for transporting aluminum cans, as it provides convenience, reliability, and cost-effectiveness.

The bag forming machine is the final and one of the most critical links in thepackaging line. Its stoppage leads to downtime of the entire productionsystem, which places high demands on reliability and accuracy of operation.The LSK-30F machine is widely used in beer bottling lines due toits productivity of up to 30 bags/min, versatility in forming various bag configurations(3×2, 4×3, 6×4, etc.) and the presence of a heat tunnel to ensure compactheat-shrinkable packaging.The purpose of this article is to justify approaches to the design and evaluation ofthe operational performance of bag forming machines, to identify influencing factorsand ways to optimize operating modes using the LSK-30F as an example [1-4].

Research methodology.

Nowadays, many breweries package beverages in tin cans, which are placed on cardboard trays and wrapped in heat-shrink film, and the products are sold in this form. This is convenient because there is no returnable packaging.

In order to increase consumer demand, improve customer service, and improve product hygiene standards, it would be advisable to install powerful devices for packaging beer and non-alcoholic products in cardboard trays at all factories.

However, there are some problems with using such devices. These include sensitivity to film quality, sensitivity to cardboard blank quality, difficulties with adjusting the glue feed system, and frequent film roll changes (at high capacity).

When modernizing the machine, namely replacing the disc washers on the clamping screws with springs, we reduce the sensitivity of the rollers to the thickness of the film. By installing an additional roll holder, we will reduce the time lost when changing the film roll. The third stage of modernization is the replacement of the glue feed system with a more advanced one. This will eliminate machine malfunctions related to glue feed [5-7].

Food packaging is of great importance to the national economy, as it reduces unproductive losses, preserves quality, and increases the consumer value of products. It also increases sales of manufactured products to a certain extent.

The efficiency of a package forming machine is determined not only by its design, but also by external factors, namely:

Market requirements and product characteristics: beer requires a stable cold chain, which places demands on the speed of package forming; there is a growing demand for small packages (6–12 cans), which increases the load on the can feeding unit; aluminum cans deform under axial load, so the machine must ensure delicate grouping.

Requirements for packaging equipment: high reliability during continuous 24/7 operation; modularity and quick changeover; compatibility with different types of cans (0,33; 0,5 l); energy efficiency of the heat tunnel, which accounts for up to 40% of total energy consumption.

Interaction with other machines in the line. The LSK-30F package forming machine works as part of the following units: filling and capping machine; can washing machine; labeling machine (if necessary); transport conveyors; palletizer.

Synchronization of conveyors and coordination of speeds is one of the most important indicators of operational stability [8-11].

Research results.

The LSK-30F bag forming machine is part of a production line for filling beer into tin cans. The machine's task is to form twenty-four cans in a 6×4 arrangement and place them on a tray, followed by wrapping with heat-shrink film and hot air treatment.

The LSK-30F package forming machine is a linear type machine in which all working parts are driven by a single servo drive via a main chain transmission and a system of sprockets and couplings.

The product is transported by a chain conveyor. Movement takes place along the machine. During this movement, the packages approach the working parts, i.e., a full cycle of operation takes place during the passage of the product.

Beer cans, moving along a plate conveyor, approach the moving guides, where six separate rows of cans are formed, which then move parallel to each other.

The next step is to separate from these rows a part of cans with a width corresponding to four cans. Thus, parts of the product in a 4x6 format are formed.

At the same time, in the lower part of the machine, a lever with suction cups attached to its end feeds cardboard blanks, from which a semi-tray is subsequently formed and cans are installed. After that, molten glue is applied to the corresponding

parts of the blank and the tray is finally formed [12-14].

Moving further, the tray with the installed cans enters the area where it is wrapped with heat-shrinkable film. This area is a belt conveyor around which two chains with crossbars move, directly wrapping the tray with film.

The film is cut off with a serrated knife and fed by a belt conveyor to the wrapping zone.

Next, the packages enter the oven, where heating elements and fans are located, with the help of which the film is tightened and the finished package is formed.

A fan is installed at the outlet to cool the film.

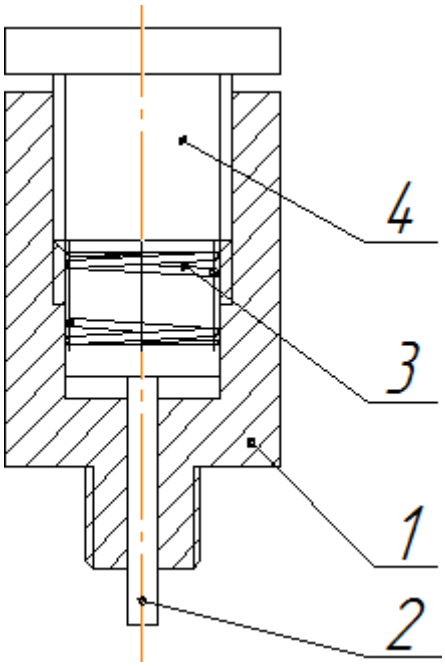

Figure 1 - Clamping screw

The clamping screw is designed to press the rollers between which the film is stretched before cutting. The body 1 is screwed directly into the machine body. The output end of the rod 2 presses against the roller axis. The degree of pressure is adjusted by the nut 4 via the spring 3.

The modernization of the machine consists of the following stages:

1. Replacement of disc washers with springs with a specified elasticity.

2. Replacement of the glue feed device. This need arose as a result of malfunctions in the nozzles and other elements of the device, and malfunctions cause micro-stops of the entire machine, which is undesirable.

3. Installation of an additional roll holder.

This is done in order to reduce downtime when replacing the film roll. This should make it possible to pack the entire flow of beverage cans without using an accumulation table and to pre-set the roll in the desired position, which prevents the occurrence of defective products [15-19].

During the study, detailed data was obtained on the operation of the LSK-30F bag forming machine as part of a beer bottling line. The analysis was conducted based on the following key parameters: can feed rate, grouping stability, heat-shrink packaging quality, heat tunnel temperature conditions, film thickness and type, energy consumption, downtime and failure frequency, and mechanical component wear [20-22].

Study of the effect of can feed speed on grouping quality. A series of experimental observations were conducted at feed speeds of 0,6–1,2 m/s. The results showed that:

Feed rate (m/s)	Grouping error frequency (%)	Deviation from group geometry (mm)
0,60–0,75	1,5–2,0	1,0–1,5
0,75–0,85	2,0–3,2	1,5–2,5
0,90–1,00	5,0–7,0	3,0–4,0
>1,00	10–14	4,0–6,0

Main patterns:

- at speeds above 0,9 m/s, the probability of cans overturning when leaving the accumulation conveyor increases significantly;
- the «push effect» increases, causing the front row to break;
- the pushing mechanism operates with increased inertial loads.

Therefore, the optimal speed for stable package formation is 0,7–0,85 m/s.

Study of the temperature regime of the heat tunnel.

The experiment was conducted in the temperature range of 150–210°C and with an exposure time of 3–8 seconds.

Main results:

✓ at 150–165 °C, under-sealing was observed – the film does not fit tightly to the

cans, «air pockets» remain, and tear strength decreases by 20–30%;

✓ at 165–175 °C, the quality improved, but the film remained insufficiently stretched at the overlap points;

✓ the optimal mode – 175–185 °C, exposure time 4,5–6,0 s – ensures uniform shrinkage and packaging strength up to 65–75 N;

✓ at temperatures above 195–200 °C, defects began to appear: sticking, excessive film fusion, local charring.

It was also found that the temperature field unevenness across the tunnel width can reach ±8–12 °C, which leads to local under-shrinkage.

The purpose of the computational studies is to determine the optimal operating parameters of the LSK-30F can forming machine and to assess its impact on the overall efficiency of the beer can filling line [23-26].

Identification of major losses and their sources.

During the analysis of operational data, it was established that the most frequent failures and stoppages of the LSK-30F occur due to:

Source of losses	Share in total downtime, %	Nature of impact
Grouping mechanism	35–40 %	Instability of cans, collisions, skewing at high speeds
Cardboard blank storage	20–25 %	Stops for reloading, asynchronous feeding
Heat shrink tunnel	10–12 %	Temperature unevenness, insufficient heating
Transport conveyors	8–12 %	Belt jerks, «jams», unstable flow
Other reasons	10–15 %	Regulation, technical settings, human factor

Readiness indicator (technical readiness coefficient) K_R

The key operational indicator is the readiness coefficient:

$$K_R = \frac{T_W \quad W}{T_{WW}+T_D} \tag{1}$$

where: T_W – actual operating time, hours; T_D – technical downtime, hours.

With a daily operating time of 22 hours and an average daily downtime of 0,45 hours:

$$K_R = \frac{22}{22 + 0{,}45} = 0{,}98$$

Failure-free operating time T_F

We use the formula based on failure rate:

$$T_F = \frac{1}{\lambda} \quad (2)$$

where λ is the failure rate, 1/hour.

For the LSK-30F bag forming machine, the average failure rate is calculated as 1 failure per 120 hours of operation.

$$\text{Then: } \lambda = \frac{1}{120}, \; T_F = 120 \text{ hours} \quad (3)$$

The analysis showed that the grouping module causes the greatest loss of productivity: up to 40% of the total downtime.

Reasons:

– instability of can movement at speeds exceeding 1,3 m/s;

– chaotic fluctuations at the entrance to the slots;

– desynchronization of the feed due to uneven flow.

Proposed design solution.

1. Installation of a servo drive with individual control of each track. This allows:

– matching the speed of the cans to the grouping rate;

– avoiding collisions;

– reducing scatter and skew.

2. Dynamic can position tracking system (light or laser sensors). Function: real-time adjustment of conveyor speed.

After optimization, the LSK-30F case packer provides the necessary performance for operation with a high-speed beer filling line.

3. The design changes made have an economic effect in the form of a reduction in downtime by 5–10 hours/year, which is equivalent to an additional output of 30–45 thousand cans of beer per year.

4. The results obtained confirm the feasibility of modernizing and structurally optimizing the LSK-30F machine [27-30].

Conclusions.

The article presents a comprehensive approach to the design and evaluation of the operational performance of package forming machines for beer packaging using the LSK-30F model as an example. The key parameters that determine the stability of the machine's operation have been established: can feed rate, shrinkage temperature regime, heat-shrinkable film thickness, and transport conveyor synchronization. The research conducted made it possible to determine the optimal operating modes and the causes of the most common failures.

The proposed recommendations for optimizing design and operating parameters contribute to an increase in the technical readiness coefficient to 0,97, a reduction in downtime by 12–15%, and an improvement in the quality of finished group packaging. The results can be used in the design of new machines, the modernization of existing models, and the improvement of the efficiency of beer packaging lines.

References:

1. ISO 12100:2010. Safety of Machinery – General Principles for Design – Risk Assessment and Risk Reduction.

2. ISO 9001:2015.Quality Management Systems – Requirements.

3. Realini C., Marcos B. Active and intelligent packaging systems for a modern society. Packaging Technology and Science.

4. Piddubnyy V., Kahanets-Havrylko L., Fedoriv V., Senchishin V., Stadnyk I. Peculiarities of heat exchange in dough under rotary rollers action. Scientific Journal of TNTU (Tern.). –Vol 109, № 1.).–2023– P. 43-53.

5. Prylipko T.M., Fedoriv V.M., Kostash V.B. Упаковка свіжого м’яса у модифікуваній атмосфері. Modern Engineering and Innovative Technologies. Issue №23, Part 1,– Karlsruhe.–2022.–P.26-35.

6. Stadnyk, I., Piddubnyi, V., Kolomiiets, O., Chahaida, A., Kravets, O., Fedoriv, V., Ieremeieva, O., Mihailik, V., Kravcheniuk, R., Radchenko, I. (2025). Determining

the influence of drum mixer parameters on the change in dough components concentration at the initial mixing stage. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (134)), 6–15.

7. Fedoriv V.M., Stechyshyn M.S., Martynyuk A.V., Liukhovets V.V., Honcharuk V., Matsiuk I. Проєктування впливу експлуатаційних параметрів на деформацію тіста при нагнітанні. Modern Engineering and Innovative Technologies. Issue №37, Part 1,– Karlsruhe.–2025.–P.36-46.

8. Fedoriv, V., Stechyshyn, M., Martynyuk, A., Liukhovets, V., Lysenko, I., Trofymchuk, M. Design and construction of operational performance of modern flour mixers. SWorld-Ger Conference Proceedings.The current stage of development of scientific and technological progress '2025 . –No. gec37-00(2025). – С. 7–11.

9. Fedoriv V.M., Liukhovets V.V., Lisevych D.V., Manita I.M. Substantiation of structural and mechanical characteristics of baking bakery products. SWorld-Ger Conference Proceedings. Technique and technology of the future '2024. –No. gec35-00(2024). – С. 9–13.

10. Fedoriv V.M., Stechyshyn M.S., Martynyuk A.V., Kurskoi V.S., Pereima A.R. Determination of the relative speed for screening bulk materials. SWorld-Ger Conference Proceedings. Scientific and technological revolution of the XXI century '2024. –No. gec32-00(2024). – С. 5–9.

11. Артеменко, О. В. Тенденції розвитку екологічного пакування у харчовій промисловості. Харчова промисловість, 2021, №4, с. 15–21.

12. ДСТУ 4970:2008 «Банки алюмінієві цілісні циліндричні для консервів. Технічні умови».

13. Гавва О. В., Іскра І. В. Обладнання для пакування харчових продуктів. – К.: НУХТ, 2019. — 384 с.

14. Експлуатація та обслуговування обладнання. Лабораторний практикум: навчальний посібник. / В.М. Федорів, В.П. Олександренко, А.В. Мартинюк, В.В. Люховець. – Київ: Видавництво «Центр учбової літератури», 2025. – 198с.

15. Каплун П. В. Енергозберігаючі технології підвищення довговічності та надійності деталей машин. / П. В. Каплун, В. А. Гончар, В. В. Люховець. //

Підвищення надійності машин і обладнання. 1-а Міжнародна науково-практична конференція. – Кропивницький. 2019. – С. 113-114.

16. Ковальов О.В., Бабко Є.М., Місечко М.О., Федорів В.М. Zeovac вакуумне охолодження – технологія майбутнього //Хлебопекарное и кондитерское дело. – 2010. –№2. – С.28-30.

17. Логвінський Р.В., Доломакін Ю.Ю., Ковальов О.В., Федорів В.М. Теоретичні розрахунки і практичні вимірювання параметрів теплообміну в конвективних хлібопекарських печах // Ukrainian Food Journal. – 2012. – № 1. – С. 86-90.

18. Мельник, І. А., Романюк, Ю. В. Інноваційні рішення у пакуванні харчових продуктів. Вісник НУХТ, 2020, Т. 26, №2, с. 142–150.

19. Приліпко Т.М., Федорів В.М., Косташ В.Б. Амінокислотний склад м’ясної сировини за тривалого холодильного зберігання. Таврійський науковий вісник. Технічні науки. Харчові технології. – 2022. – № 4. – С. 82–88.

20. Приліпко Т. М., Косташ В. Б., Федорів В. М. Вплив режимів стерилізації на динаміку окислення жиру при виробництві і зберіганні консервів. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки.– 2022.– № 31. – С. 126–131.

21. Приліпко Т. М., Косташ В. Б., Федорів В. М. Розробка технології напівфабрикатів рублених м’ясних збагачених виробів з пролонгованими термінами придатності для харчування в дитячих закладах. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки.– 2023.– № 33. – С. 60– 65.

22. Приліпко Т.М., Косташ В.Б., Федорів В.М., Семенов О.М., Підлісний В.В. Аналіз методів експертизи якості, ідентифікаціїї та виявлення фальсифікації харчової продукції і сировини: монографія – Кам’янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. – 406 с.

23. Семенов О.М., Підлісний В.В., Федорів В. М., Горбатюк М. Дослідження фізико-хімічних методів підготовки споживчої тари, матеріалів і продукції до фасування // Наука XXI ст.: виклики та перспективи : колективна монографія в 2

томах / за заг. ред. : В.В. Іванишина. – Тернопіль : Крок, 2021. Т.2. Природничі науки.– с. 20-30. https://surl.li/yyfzbw

24. Семенов О.М., Піддубний В.А., Соколенко А.І. Вибір геометрії упаковок // Упаковка. – 2006. – № 5. – С. 30-33.

25. Соколенко А.І., Хоменко М.Д., Піддубний В.А., Семенов О.М. Масообмін в процесах змішування рідинних і газових потоків // Цукор України – 2006 – № 6 – С. 19-21.

26. Стадник І., Деркач А., Кравченюк Х., Федорів В. Вплив технологічного середовища на механічне зношування робочих органів машини. SWorldJournal. –2024. –№ 1(23-01). –С. 31–38.

27. Стечишин М. С. Технологія азотування в тліючому розряді сталей різального комплекту м'ясоподрібнювальних машин / М. С. Стечишин, В. П. Олександренко, М. В. Лук'янюк, В. В. Люховець, М. М. Лук'янюк // Проблеми трибології. – Хмельницький: ХНУ. 2017. – № 2. – С.50-55.

28. Федорів В.М., Олександренко В.П., Мартинюк А.В. Експлуатація та обслуговування обладнання: навч.посіб. Хмельницький: ХНУ, 2024. 335 с.

29. Федорів В. М., Підлісний В. В., Семенов О. М. Обґрунтування впливу фізіологічних процесів на якість зберігання зернової маси. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2020. № 33. С. 47–53.

30. Федорів В.М., Підлісний В.В., Семенов О.М., Єрменчук О.О. Обґрунтування впливу інтенсифікації процесу просіювання на адгезійні властивості сипких матеріалів. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки.– 2022.– № 29. – С. 70-76.

31. Проєктування підприємств харчової промисловості: навчальний посібник / В.М. Федорів, М.С. Стечишин, А.В. Мартинюк, Н.К. Медведчук – Київ: Видавництво «Центр учбової літератури», 2025. –394 с.

Анотація. *У статті розглянуто проблематику проєктування та підвищення експлуатаційних показників пакетоформувальних машин у потокових лініях пакування пива, зокрема на прикладі моделі LSK-30F, що працює в складі ліній розливу пива в алюмінієві банки. Розкрито ключові технічні та технологічні фактори, які впливають на стабільність роботи обладнання, продуктивність, енергетичну ефективність та якість формування групових транспортних пакувань. Проаналізовано вхідні дані, режими роботи, конструктивні*

особливості та робочі навантаження машини, наведено методи оцінювання експлуатаційної надійності. Основні результати полягають у встановленні закономірностей впливу параметрів подачі тари, температурного режиму термоусадки та синхронізації конвеєрів на формування пакета. Сформульовано рекомендації з оптимізації режимів роботи, що сприяють підвищенню надійності та зменшенню простоїв обладнання.

Ключові слова: *проєктування, пакетоформувальна машина, пакування пива, групова упаковка, термоусадка, продуктивність лінії, надійність обладнання, ремонт та експлуатація обладнання, експлуатаційні показники.*

Article sent: 30.11.2025

© Pidlisnyj V.V., Semenov A.M. , Fedoriv V.M.,

Liukhovets V.V., Manita I. M.

International periodic scientific journal

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und innovative Technologien

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
high impact factor (ICV: 70.62)

Issue №42
Part 1
December 2025

Development of the original layout - Sergeieva&Co

Signed: December 30, 2025

Sergeieva&Co
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe
e-mail: editor@moderntechno.de
site: www.moderntechno.de

Articles published in the author's edition

ISSN 2567-5273