

УДК 664.723.012.4–027.236 : 725.36

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЕЛЕВАТОРА ДЕРЖКОМРЕЗЕРВУ УКРАЇНИ

Будюк Л.Ф., канд. техн. наук, доц., Станкевич Г.М., д-р техн. наук, проф.,
Страхова Т.В., канд. техн. наук, доц., Кац А.К. канд. техн. наук, доц.
Одеська національна академія харчових технологій

На основі графоаналітичного методу проведено аналіз ефективності технологічного процесу діючого елеватора Держкомрезерву України, уточнені коефіцієнти використання основних норій та надані рекомендації з їх підвищення.

Ключові слова: робоча схема руху зерна і відходів, технологічні лінії, графоаналітичний метод.

Based on graph analysis method analyzes the effectiveness of the process operating elevator State Committee of Ukraine, specified ratios of fixed elevators and recommendations on their improvement.

Keywords: working plan of the grain and waste, production lines, graph-analytic method.

Постановка проблеми. У найближчу перспективу населення земної кулі зросте до 9 млрд. чоловік, що потребує значних обсягів продовольства для запобігання голоду. Маючи багаті чорноземи, Україна може підвищити свій рейтинг у ряді ТОП-менеджерів, що здійснюють експорт зерна. З цієї метою Мінагрополітики України на перспективу ставить завдання довести обсяги його валового збору до 80 млн. тонн, у тому числі для забезпечення продовольчої безпеки України — до 24 млн. тонн. Тому є необхідність дослідити ефективність технологічного процесу підприємств цього призначення з метою її підвищення.

Мета дослідження визначення ефективності технологічного процесу діючого елеватора Держкомрезерву України та шляхів її підвищення.

Методика дослідження. Об'єктом дослідження було обрано діючий елеватор Держкомрезерву України у Миколаївській обл. Для аналізу ефективності схеми його технологічного процесу обрано графоаналітичний метод, який дозволяє оцінити завантаження його основних норій при роботі їх у добу максимальних обсягів приймання зерна з автотранспорту, а також післязбиральної обробки зерна та відпускання на його автотранспорт. Цей метод застосовується як для побудови експлуатаційних графіків роботи елеваторів, які є базою для виявлення диспропорцій технологічного процесу та наукової організації праці на них, так і проектних, які будують при реконструкції підприємств з метою перевірки правильності розрахунків необхідного обладнання [1].

Результати та їх обговорення. Технологічний процес фондового елеватора у вигляді робочої схеми руху зерна і відходів наведено на рис. 1. Її аналіз показує, що схема одноступінчата, вона включає: 4 основні норії НЦ-175 продуктивністю $Q=175$ т/год.; 4 поворотні труби марки ТП-8-1 № 1 – № 4 з можливістю подачі зерна за 8-ма напрямками; 6 надсилосних стрічкових конвеєрів № 13 – № 18 з продуктивністю $Q=175$ т/год., які мають скидальні візки типу ТР-65; сепаратор марки КБС продуктивністю $Q=100$ т/год., відходи після яких подаються в бункери відходів ВБ44–ВБ54; шахтну зерносушарку ДСП-320Т прямої дії продуктивністю $Q=32$ пл.т/год.; підсилосні конвеєри № 5 – № 7, № 9 – № 11 продуктивністю $Q=175$ т/год.; надсепараторні бункери ВБ40, ВБ41, ВБ50, ВБ51 загальною місткістю $E=280$ т; підсепараторні бункери ВБ42, ВБ43 загальною місткістю $E=140$ т; 8 збірних залізобетонних силосних корпусів СКС-3×96 з квадратними силосами розмірами 3×3 м. Місткість силосного корпусу складає 18000 т, а загальна місткість силосних корпусів на елеваторі — 144000 т.

Для приймання зерна з автотранспорту на елеваторі передбачено дві лінії (два приймальних потоки). На першій лінії є два автомобілерозвантажувачі марок У-АРГ та У15-УРАГ. Під кожним розвантажувачем передбачено приймальний бункер ємністю по 32 т ($E=32$ т). Зерно з розвантажувача У-АРГ подається в приймальний бункер № 1, із нього на приймальний ланцюговий конвеєр № 27, далі на приймальну норію НЦ-175 № 5, а зерно з приймального бункера № 2, подається на приймальний ланцюговий конвеєр № 28, далі також на приймальну норію НЦ-175 № 5. Потім воно верхньою галереєю по стрічковому конвеєру №1 ($Q=175$ т/год.) направляється на основну норію НЦ-175 № 2 чи НЦ-175 № 3 робочої будівлі елеватора.

Друга лінія приймання зерна включає в себе два автомобілерозвантажувачі марки ГУАР-30 та У15-УРАГ, під кожним розвантажувачем також передбачено приймальний бункер місткістю по 32 т ($E=32$ т). Зерно з розвантажувача У15-УРАГ подається в приймальний бункер, після чого на приймальний ланцю-

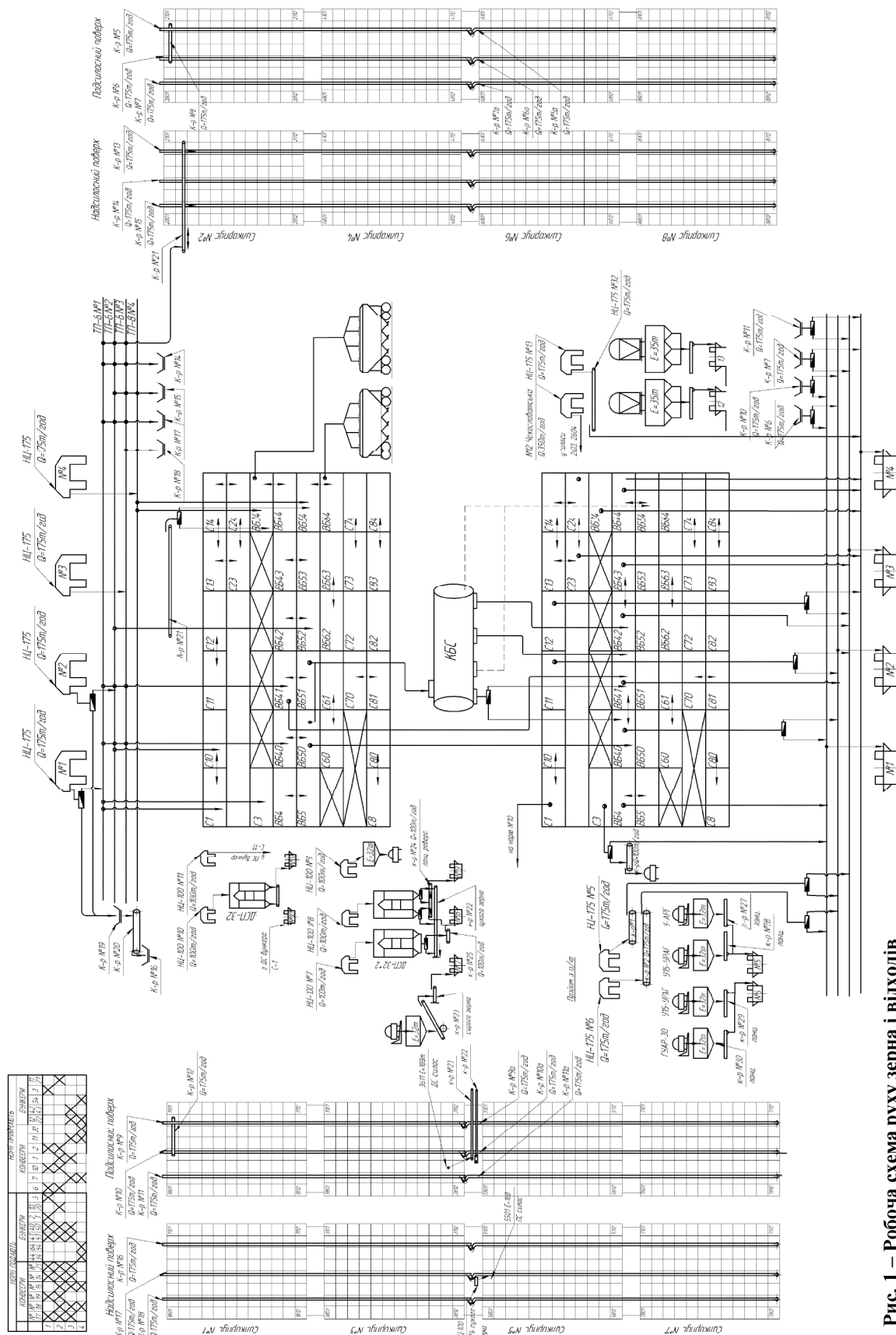


Рис. 1 – Робоча схема руху зерна і відходів

говий конвеєр № 29, далі на приймальну норію НЦ-175 № 6, а зерно з розвантажувача ГУАР-30 після приймального бункера, подається на приймальний ланцюговий конвеєр № 30, далі також на приймальну норію НЦ-175 № 6. З яких воно галереєю по стрічковому конвеєру № 2 ($Q=175$ т/год.) направляється на основні норії НЦ-175 № 1 чи НЦ-175 № 2 робочої будівлі елеватора.

Сучасні вимоги до розвитку підприємств елеваторної промисловості передбачають вивантаження зерна на більш продуктивних автомобілерозвантажувачах, які здатні розвантажувати автомобілі сучасних моделей (автомобілів-напівпричепів, автопоїздів з одним або кількома причепами, довгомірів) та включають в них приймальні накопичувальні бункери [2, 3].

Для приймання зерна із залізничного транспорту передбачені дві лінії, які працюють тільки після закінчення збору врожаю.

На першій лінії зерно з вагона зерновоза надходить в приймальний бункер місткістю $E=35$ т, далі на приймальний ланцюговий конвеєр, та, надалі, приймальною норією № 12 продуктивністю $Q=350$ т/год. передається на надсиловий конвеєр № 14 силосного корпусу № 2 і в силоси 2603 і 2604.

Друга лінія приймання зерна включає приймальний бункер місткістю $E=35$ т, приймальний ланцюговий конвеєр, приймальну норію НЦ-175 № 13 продуктивністю $Q=175$ т/год., стрічковий конвеєр № 32 продуктивністю $Q=175$ т/год., який направляє зерно на основну норію елеватора НЦ-175 № 4.

Лінія очищення зерна на сепараторі КБС-100 включає надсепараторні бункери ВБ40, ВБ41, ВБ50, ВБ51 (об'єднані), в які подають зерно норії № 1 – № 4. З них воно подається в сепаратор і, після очищення, направляється в підсепараторні бункери ВБ40–ВБ43 (об'єднані), а відходи — в бункери відходів ВБ44, ВБ54. З підсепараторних бункерів очищене зерно направляють на основні норії № 1, № 2, № 3 продуктивністю $Q=175$ т/год., а відходи — на норію № 4 продуктивністю $Q=175$ т/год.

Лінія сушіння зерна, яка працює у період приймання ранніх культур, включає морально та фізично застарілу зерносушарку ДСП-320Т продуктивністю $Q=32$ пл.т/год. Вона укомплектована двома норіями: норія № 10 марки НЦ-100 продуктивністю $Q=100$ т/год. для подачі сирого зерна з досушального бункера С1 місткістю $E=540$ т та норія № 11 марки НЦ-100 продуктивністю $Q=100$ т/год. для подачі просушеного зерна в після сушальний бункер С11 місткістю $E=360$ т. Встановлення зерносушарки між робочою будівлею і силосним корпусом порушує вимоги пожежної безпеки.

Для підвищення продуктивності зерносушарки та зменшення питомих витрат палива на сушіння зерна доцільне переведення лінії сушіння зерна на енергоощадні технології, наприклад, «сушіння – вдень, охолодження – вночі» [4].

На схемі (рис. 1) наведена також лінія сушіння зерна на базі спарених зерносушарок ДСП-320Тх2 продуктивністю $Q=64$ пл.т/год., яка використовується лише для сушіння зерна кукурудзи. Просушене зерно перевозиться автотранспортом у склади підлогового зберігання.

Лінія відпускання зерна на залізничний транспорт включає два відпускних бункера (відсіки у верхніх бункерах робочої будівлі елеватора). Відпускання може здійснюватись одразу у два вагона. В один вагон зерно завантажується з бункерів ВБ34–ВБ44 (об'єднані), в інший вагон з бункерів ВБ54–ВБ64 які також об'єднані. Місткість цих бункерів на відпускання в один вагон становить 100 т. Їх завантаження здійснюється норією робочої будівлі № 4 продуктивністю $Q=175$ т/год. Виділення відсіків у силосах погіршує умови зберігання зерна у них.

Лінія відпускання зерна на автомобільний транспорт включає відпускний накопичувальний бункер С3 місткістю $E=180$ т. Залишок зерна у бункері, завдяки перекидному клапану на самопливі, можна направити на норію робочої будівлі № 1 продуктивністю $Q=175$ т/год. і повернути у силос.

Аналіз описаної робочої схеми руху зерна і відходів показав, що схема лінії приймання зерна з автотранспорту на досліджуваному елеваторі є застарілою і незручною, оскільки приймання зерна здійснюється з нижньою подачею на башмаки основних норій. Зовнішня і внутрішня робота елеваторів не розділені, тому при значному завантаженні підприємства різні культури і класи зерна перемищають одразу у силос, що збільшує час внутрішньої роботи, знижує продуктивність розвантажування і можливу кількість приймання різнорідних партій зерна. Для усунення цих недоліків у лінії приймання зерна з автотранспорту доцільно передбачити приймальні-накопичувальні бункери (ПНБ).

Крім того, для забезпечення безперервної роботи обладнання елеватора, доцільно зробити ще один приймальний пристрій (потік) з автомобільного транспорту, що дозволить збільшити пропускну здатність елеватора та приймати зерно роздільно за класами та якістю.

У лінії очищення зерна на елеваторі контроль відходів не передбачений. Відходи, отримані при сепаруванні зерна, об'єднуються і направляються в бункери робочої будівлі, що є порушенням наказу № 661 Міністерства аграрної політики України від 13.10.2008 («Інструкція про ведення обліку й оформлення операцій із зерном і продуктами його переробки на хлібоприймальних та зернопереробних підприємствах», п. 2), оскільки відходи отриманні при сепаруванні повинні розміщатись окремо і передаватись в

окремо розміщені бункера чи склад, для попередження змішування відходів із зерном в процесі транспортування їх основними норіями робочої будівлі.

Зважаючи на те, що приймання зерна сепаратором здійснюється тільки з чотирьох бункерів, які є об'єднаними, то це не дозволяє швидко переходити з очищення однієї партії на іншу.

На сьогоднішній день встановлений на елеваторі сучасний повітряно-решітний сепаратор КБС 1270.3.00 продуктивністю 100 т/год. є ефективним у виробництві, оскільки призначений для очищення всіх видів зернових, у тому числі зерна кукурудзи, бобових та круп'яних культур, насіння олійних культур, що мають різну засміченість та вологість. Він відокремлює домішки, що відрізняються шириною, товщиною і аеродинамічними властивостями від зерна основної культури. Виконує функції скальператора і сепаратора (застосовується для попередньої, первинної та вторинної очистки зернових, зернобобових та олійних культур). У процесі роботи машини вихідний продукт поділяється на шість фракцій. Однак великі габаритні розміри сепаратора не дозволяють раціонально використовувати верхні і нижні бункери робочої будівлі елеватора: сепаратор має один приймальний пристрій, і не всі бункери мають можливість подати зерно у нього.

Для аналізу завантаження основного транспортного обладнання, зерноочисного і зерносушильного устаткування, оцінки роботи приймально-відпускних ліній елеватора і його оперативних бункерів було побудовано експлуатаційний зведений графік. Для цього були проведені розрахунки зовнішньої роботи елеватора з приймання зерна з автотранспорту і відпускання на нього за добу та кожну зміну; оцінена середня продуктивність та час наповнення і випорожнення приймальних і відпускних бункерів, а також внутрішньої роботи елеватора по сушінню і очищенню зерна; визначені: тривалість очищення партій зерна і їх прибирання на зберігання; тривалість заповнення і випорожнення досушарних і післясушарних бункерів; тривалість сушіння партій сирого зерна для об'єму приймання ранніх культур 1260 т/добу, із яких 50 % — сире і вологе та 50 % — сухе зерно.

За отриманими даними побудовано зведений експлуатаційний графік, наведений на рис. 2. Із нього видно, що сепаратор КБС-100, як і основні норії елеватора, працюють протягом доби з простоями, сушарка справляється з запланованими обсягами робіт.

Дані узагальнених показників роботи основних норій, отримані із експлуатаційного зведеного графіку, наведені у табл. 1. Використовуючи ці дані, за відомими формулами [1]

$$K_t = \frac{\Sigma T_{\phi}}{n \cdot \tau \cdot 60}, \quad K_Q = \frac{\Sigma E_{\phi}}{n \cdot \tau \cdot Q}, \quad K_{в.сер.з.} = \frac{K_{\phi 1} E_1 + K_{\phi 2} E_2 + \dots + K_{\phi n} E_n}{E_1 + E_2 + \dots + E_n},$$

де ΣT_{ϕ} – сумарний фактичний час роботи норій, хв;

ΣE_{ϕ} – маса партій зерна, яка переміщена норіям за добу, т;

$E_1, E_2, \dots, E_n, E_1$ – маса партій зерна, що пройшли окремі операції, т;

$K_{\phi 1}, K_{\phi 2}, \dots, K_{\phi n}$ – коефіцієнти використання норій на окремих операціях;

Q – паспортна продуктивність норій, т/год.;

n – кількість основних норій,

були визначені коефіцієнти екстенсивного (за часом) K_t та інтегрального K_Q використання основних норій, а також середньозважений коефіцієнт використання основних норій $K_{в.сер.з.}$

За співвідношенням $K_Q = K_t K_{в.сер.з.}$ проведена перевірка правильності побудови графіка.

Фактичні значення коефіцієнтів склали: $K_t = 0,25$, $K_Q = 0,19$, $K_{в.сер.з.} = 0,84$.

Висновки. Аналіз отриманих даних показує, що коефіцієнти використання основних норій елеватора K_t і K_Q – край низькі, оскільки лінії приймання зерна з автотранспорту не передбачають приймальних накопичувальних бункерів (ПНБ), які дозволяють розділити внутрішню і зовнішню роботу елеватора. Встановлення ПНБ та організація ще одного приймального потоку з автомобільного транспорту дозволить збільшити пропускну здатність елеватора, приймати і формувати у потоці приймання партії зерна за класами та якістю.

Встановлений в лінії очищення сепаратор нового покоління КБС продуктивністю 100 т/год. дозволяє виконувати функцію скальператора та сепаратора для зернових, бобових і олійних культур з високою ефективністю виділення домішок з них. Однак, його велика довжина призводить до нераціонального використання над- і підсепараторних бункерів елеватора, оскільки дозволяє проводити очищення зерна лише з одного приймального пристрою.

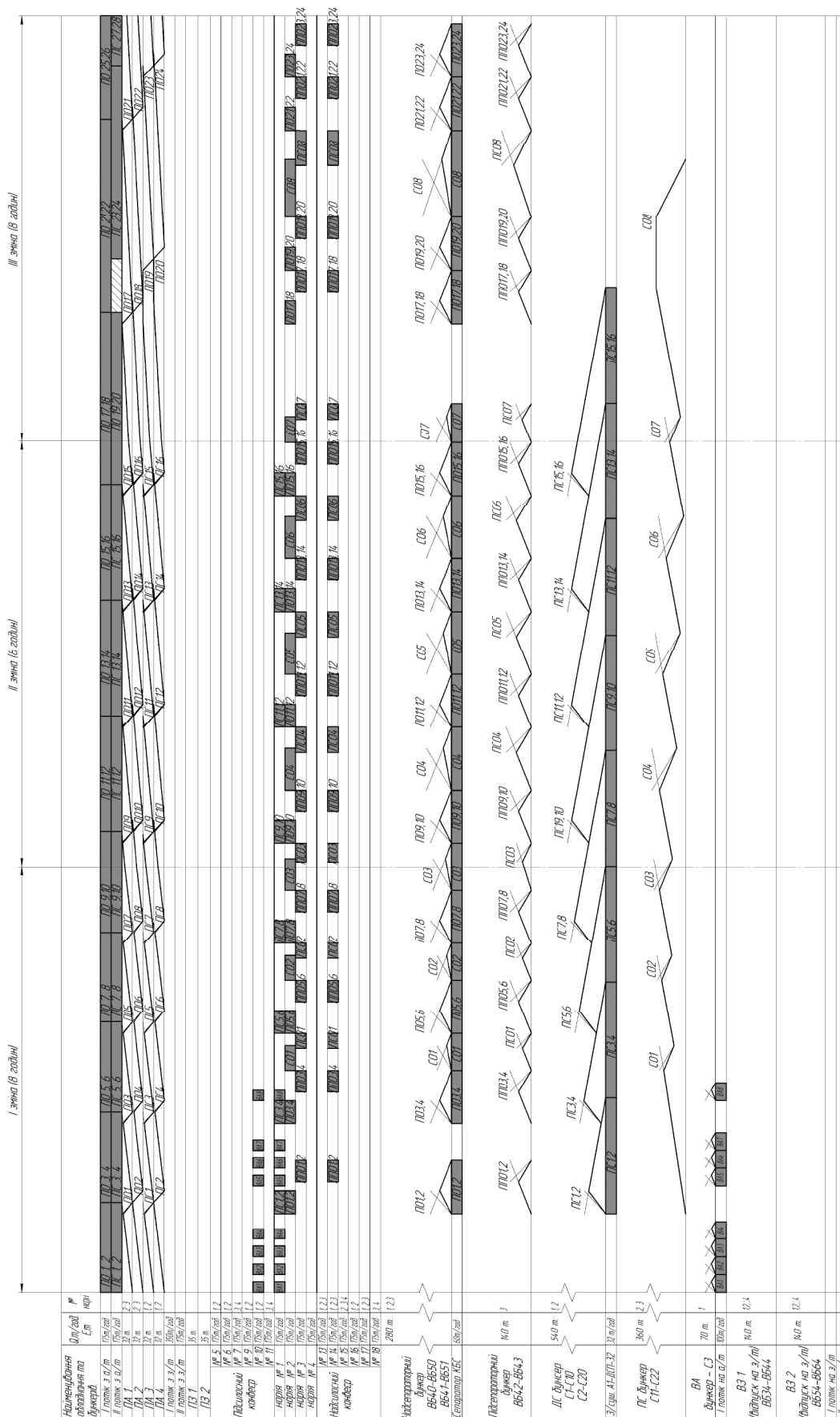


Рис. 2 – Зведений експлуатаційних графік

Таблиця 1 – Зведені показники роботи норій по операціях за зміну максимальної роботи елеватора

Основні норії елеватора	Операції, що виконуються на елеваторі						Всього
	ПО	ПС	СО	ПСО	ППО	ВА	
	Коефіцієнт використання норій на даних операціях, K_{σ}						
	0,8	0,8	0,9	0,85	0,85	0,85	
№ 1	-	$\frac{16 \cdot 30}{16 \cdot 12,86}$	-	-	-	$\frac{8 \cdot 30}{8 \cdot 12,10}$	$\frac{720}{302,56}$
№ 2	$\frac{24 \cdot 30}{24 \cdot 12,86}$	-	$\frac{2 \cdot 41,6 + 53,16 + 3 \cdot 70,6 + 44 + 98,2}{2 \cdot 27,73 + 35,44 + 3 \cdot 47,07 + 29,3 + 65,47}$	-	-	-	$\frac{1210,36}{635,45}$
№ 3	-	-	-	$\frac{2 \cdot 41,6 + 53,16 + 3 \cdot 70,6 + 44 + 98,2}{2 \cdot 16,78 + 21,44 + 3 \cdot 28,48 + 17,75 + 39,61}$	$\frac{24 \cdot 30}{24 \cdot 12,10}$	-	$\frac{1210,36}{488,2}$
№ 4	-	-	-	-	-	-	-
Разом	$\frac{720}{308,64}$	$\frac{480}{208,86}$	$\frac{490,36}{326,81}$	$\frac{490,36}{197,8}$	$\frac{720}{290,4}$	$\frac{240}{96,8}$	$\frac{3140}{1426}$

Умовні позначення:

- ПО – подача прийнятого з автотранспорту сухого зерна на очищення;
- ПС – подача прийнятого з автотранспорту сирого зерна на сушіння;
- ППО – прибирання прийнятого з автотранспорту та очищеного сухого зерна на зберігання;
- СО – прибирання просушеного зерна, прийнятого з автотранспорту, та подача його на очищення;
- ПСО – прибирання просушеного і очищеного зерна, прийнятого з автотранспорту, на зберігання;
- ВА – відпускання партій зерна на автотранспорт.

Література

1. Платонов, П.Н. Элеваторы и склады. – 3-е изд., перераб. и доп. / П.Н. Платонов, С.П. Пунков, В.Б. Фасман – М.: Агропромиздат, 1987. – 319 с.
2. Фейденгольд В.Б. Методы технологического проектирования и научного обеспечения эффективной эксплуатации заготовительных элеваторов: Монография. – М.: Изд. Комплекс МГУПП, 2005. – 370 с.
3. Відомчі норми технологічного проектування хлібоприймальних підприємств та елеваторів (ВНТП–СГП-46-28-96). – Харків: Харківський ПЗП, 1995.
4. Станкевич, Г.М. Сушіння зерна: Підручник / Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова, В.І. Атаназевич. – К.: Либідь, 1997. – 352 с.