

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт та
контрольної роботи з дисципліни
«Залізничний транспорт промислових підприємств»
для студентів заочної форми навчання
спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)»
спеціалізації 275.02 «Транспортні технології
(на залізничному транспорті)»

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та контрольної роботи з дисципліни «Залізничний транспорт промислових підприємств» для студентів заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» спеціалізації 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)» / Укл.: С. М. Турпак, О. О. Острогляд, О. О. Падченко. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. 16 с.

Укладачі: С.М. Турпак, професор, д-р техн. наук;
О. О. Острогляд, канд. техн. наук;
О.О. Падченко, старший викладач

Рецензент: Л. О. Васильєва, доцент, канд. техн. наук

Відповідальний
за випуск: Т. В. Кальченко, зав. навч. лаб.

Затверджено на засіданні
кафедри «Транспортні технології»
протокол № 2
від 08 серпня 2024 р.

Рекомендовано до видання
НМК Транспортного факультету
протокол № 2
від 22 серпня 2024 р.

ЗМІСТ

Вступ	с.	4
1. Лабораторна робота		5
2. Контрольна робота		14
Перелік рекомендованої літератури		16

ВСТУП

Метою лабораторних робіт та контрольної роботи є придбання навичок у організації перевезень вантажів промислових підприємств за допомогою сучасних підходів, методів та програмного забезпечення, складанні графіків та оптимізації процесів транспортного обслуговування виробничих цехів.

В ході її виконання розробляються графіки транспортного обслуговування виробничих об'єктів промислового підприємства. Для їх створення, аналізу та оптимізації використовується розроблена на кафедрі «Транспортні технології» НУ «Запорізька політехніка» програма TrainGraph. Дана програма дозволяє наочно виявляти проблемні елементи графіків, обирати найбільш доцільні варіанти їх корегування, обґрунтовувати інженерні рішення щодо роботи транспорту та вносити пропозиції щодо функціонування виробничих підрозділів.

Отримані студентами в процесі виконання контрольної роботи навички стануть у нагоді при подальшій роботі за фахом на промислових і транспортних підприємствах. У разі застосування для оптимізації роботи транспорту складних наукових методів дослідження, використання програми TrainGraph, насамперед завдяки візуалізації транспортних процесів, дозволить перевірити правильність проєктних рішень та уникнути можливих прорахунків.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Тема: Перевезення рідкого чавуну.

Організація транспортного обслуговування доменної печі

Мета. Навчитись організовувати транспортне обслуговування доменної печі металургійного підприємства.

Загальні відомості

Виробничий процес у доменних цехах вимагає раціональної організації в часі й просторі, організації робіт ділянок по графіках й оптимальному комбінуванні виробничих потоків. Ця вимога обумовлена тим, що доменні печі й встаткування допоміжних ділянок різні по потужності; крім того, тривалість операцій на окремих ділянках піддається змінам через коливання складу і якості вступників матеріалів, змін технологічних параметрів плавки.

Основна вимога до організації процесів у доменних цехах – забезпечення безперервної безперебійної роботи кожної доменної печі. Робота всіх ділянок цеху будується по графіках. Графіки, що описують порядок виконання операцій у межах однієї ділянки, називаються локальними. Локальні графіки будуються в добовому розрізі й показують взаємозв'язок операцій у часі й просторі. Локальні графіки можуть бути сполученими, тобто зв'язаними за часом і по обсягу з роботою суміжних ділянок (робота вагон-ваг і скіпових підйомників). Графіки можуть бути й самостійними, такі графіки будуються без твердого ув'язування встаткування суміжних ділянок за часом, але з узгодженням їх по обсягу виконуваних робіт (графіки робіт вагоноперекидача й рудно-козлових кранів). Робота по незалежних, самостійних графіках значною мірою знижує вплив неритмічної роботи ділянки на роботу суміжної ділянки. Однак технологічні особливості доменної плавки вимагають твердої регламентації в часі роботи суміжних з доменною піччю ділянок.

Управління виробничим процесом здійснюється обслуговуючим персоналом у рамках окремих ділянок на основі діючих у цеху технологічних інструкцій і затверджених графіків роботи. Координація робіт всіх ділянок цеху здійснюється диспетчерською службою. Злагоджена робота виробничого цеху залежить від раціональної організації

робіт на всіх стадіях виробництва: на ділянках прийому й підготовки сирих матеріалів, доменної плавки й збирання продуктів плавки.

Розглянемо організацію робіт на ділянках доменного цеху.

Рудний двір і бункерна естакада. Рудний двір служить для створення виробничих запасів шихтових матеріалів й їхнього усереднення. Оскільки частка окускованої сировини в шихті доменних печей близька до 100 % і ці матеріали надходять у спеціальних вагонах безпосередньо в бункери доменного цеху, рудні двори перестали відігравати домінуючу роль. У нещодавно побудованих цехах рудні двори відсутні. На тих заводах, де аглофабрики примикають до доменних цехів, на рудних дворах складуються матеріали для аглофабрик. В інших випадках там складуються окатиші. Накопичувати офлюсований агломерат не передбачається можливим, тому що він руйнується при зберіганні.

Рудний двір має розміри, достатні для зберігання матеріалів відповідно до встановлених нормативів виробничих запасів. Довжина рудного двору відповідає фронту доменних печей, ширина – прольоту рудно-козлових кранів. Матеріали, що прибувають на рудний двір, розвантажуються вагоноперекидачем у прийомну траншею. Робота вагоноперекидача будується за графіком, що відповідає графіку прибуття поїздів і незалежна за часом від роботи рудно-козлових кранів.

Із траншеї шихтові матеріали передаються в штабелі рудно-козловими кранами. Крім формування штабелів, рудно-козлові крани виконують також операції по навантаженню матеріалів зі штабелів у трансферкари, які забезпечують завантаження матеріалами бункерів доменних печей. Агломерат розвантажуються в бункери безпосередньо зі спеціальних вагонів-агловозів (минаючи трансферкари). При роботі кранів на завантаженні трансферкара графік роботи крана повинен бути ув'язаний із графіком роботи трансферкара.

Ділянка завантаження матеріалів і палива в доменні печі

З бункерів шихтові матеріали подаються в скіпи вагон-вагами. Вагон-ваги й скіпової підйомник працюють синхронно, тому час стоянки скіпа під навантаженням дорівнює часу розвантаження матеріалу з вагон-ваг. Цикл роботи вагон-ваг залежить від схеми розташування матеріалів у бункерах і состава подачі. Для печей великої потужності застосовують транспортерну подачу матеріалів від бункерів до скіпа. Така система подачі характеризується високою продуктивністю, пов-

ною автоматизацією, зменшенням числа перевантажень, кращими умовами праці. Потреба в трансферкарах і вагон-вагах відпадає.

Доменна піч

Основні роботи з обслуговування доменної печі пов'язані з операціями підготовки й випуску чавуну й шлаків, контролю за параметрами процесу плавки, а також з операціями по підготовці інструмента.

Оскільки завантаження печі матеріалами й процес плавки йдуть безупинно, графіки випуску чавуну й шлаків доцільно робити рівномірними як по одній печі, так й у цілому по цеху. Така побудова графіка випусків забезпечує рівномірний потік чавуну до сталеплавильних печей і розливним машинам, полегшує організацію транспортного обслуговування печей. Кількість випусків чавуну протягом доби залежить від виробничої потужності печі й максимально припустимої кількості чавуну в горні. Основні операції по обслуговуванню горна повторюються з кожним випуском чавуну, тому обсяг робіт по обслуговуванню горна в основному залежить від числа випусків. На сучасних великих доменних печах кількість випусків досягає 21 за добу.

При розробці графіка випуску чавуну доцільно починати його на час закінчення однієї зміни й початку іншої. Випуск верхніх шлаків передбачається між випусками чавуну. На сучасних потужних доменних печах з більшим числом випусків чавуну всі шлаки печі випускають через чавунну лютку; випуск нижніх шлаків при цьому сполучають із кінцем випуску чавуну.

Ділянка збирання продуктів плавки

Збирання чавуну здійснюється ковшами. Більша частина чавуну транспортується в сталеплавильні цехи. Ливарний і товарний передільний чавун подаються на розливні машини. Чавуновозні ковші формуються в состави. Число ковшів в одному составі визначають із розрахунку прийому всього чавуну даного випуску з печі плюс один резервний ківш. При цьому ступінь заповнення ковша приймається рівної 0,85-0,90.

Число составів, що перебувають в оберті, залежить від тривалості одного оберту (циклу оберту). Якщо цикл оберту ковшів збігається або незначно менше інтервалу між випусками на одній печі, то состав закріплюють за піччю. Таке закріплення составів за певними печами здійснюють й у тих випадках, коли чавун, що виплавляється на різних печах, значно розрізняється по хімічному складу. У більшості випадків час оберту ковшів, дорівнює 3-5 годинам, не збігається з інтерва-

лами між суміжними випусками на одній печі, тому ковші не закріплюють за певними печами. При цьому досягається, більш повне використання парку ковшів. Загальна кількість ковшів, що перебувають в оберті протягом доби (24 години) N_k , розраховується в такий спосіб:

$$N_k = N_v t_o N_c / 24, \quad (1.1)$$

де N_k – число випусків чавуну на всіх печах протягом доби, од.;
 t_o – час одного оберту (цикл) ковшів, год.;
 N_c – число ковшів в одному составі.

Загальну кількість ковшів, необхідних цеху, визначають, додаючи до числа ковшів, що перебувають в оберті, резервний парк ковшів (20 % від ковшів в оберті) і число ковшів, що постійно перебувають у ремонті (ще 10 %).

У більшості доменних цехів збирання шлаків також здійснюється в ковшах, які подаються в грануляційний басейн, у цехи шлакопереробки або у відвал. Організація робіт із транспортування шлаків багато в чому аналогічна організації робіт із транспортування чавуну. Існує також безковшева технологія збирання шлаків по спеціальним шлакопроводам на установки грануляції.

Методичні вказівки для роботи з програмою TrainGraph

Для роботи TrainGraph потрібне попереднє встановлення на комп'ютері Microsoft.NET Framework 4.0 (або більш нової версії). Програма TrainGraph не потребує встановлення – достатньо скопіювати файл TrainGraph.exe у робочу папку.

Для введення вихідних даних у програму необхідно спочатку вказати назви станцій (парків, окремих ділянок колій, цехів, вантажних пунктів тощо). Для цього натискаємо кнопку «Редагувати пункти», в новому вікні за допомогою кнопки «Додати» створюємо нові станції та встановлюємо між ними інтервал руху. Одиниці вимірювання часу можна змінити і програма автоматично перерахує їх значення. Інтерфейс вводу станцій показаний на рисунку 1.1.

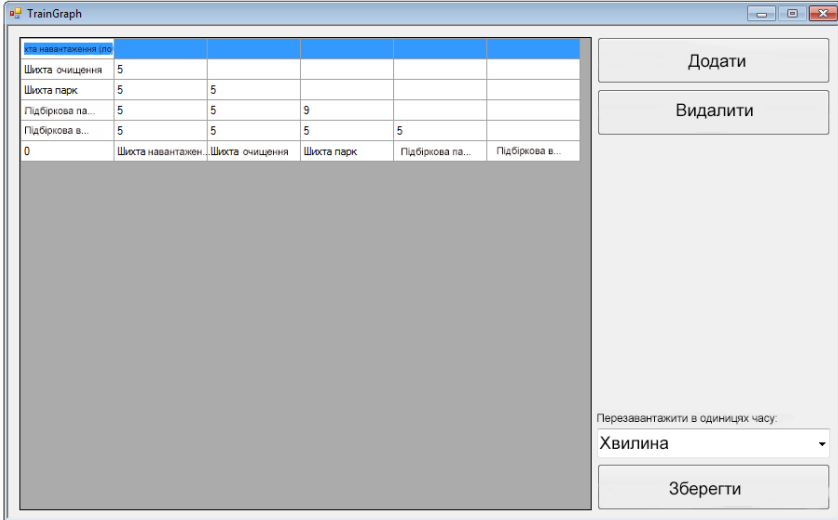


Рисунок 1.1 – Редагування назв станцій

Для створення маршруту натискається кнопка «Добавить маршрут». В новому вікні можна задати маршрут руху поїздів між вказаними раніше станціями.

В полі «Час затримки» можна вказати затримку рухомого складу на станції. Це може бути технологічний простій, навантаження чи розвантаження тощо. В полі «Затримка перед відображенням маршруту» можна задати час перед початком графіка, починаючи від нульової точки (рисунок 1.2). Це дає можливість відображення декількох однакових за періодами маршрутів на одному графіку. Крім того, в правій частині цієї та інших форм введення даних є підказки для користувача.

Після цього натискаємо кнопку «Зберегти», переходимо в головне вікно і бачимо відображення маршруту.

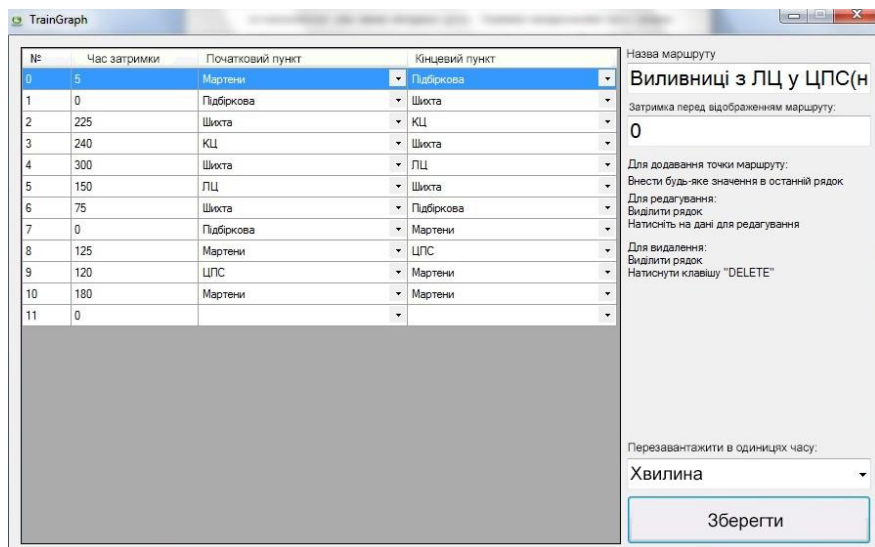


Рисунок 1.2 – Створення маршрутів в програмі TrainGraph

Виведення результатів і побудова графіків. В головному вікні натискаємо кнопку «Побудувати графік руху». Отримуємо нове вікно з графіком руху (рисунок 1.3). При виділенні курсором певної частини графіка змінюється його масштаб. При масштабуванні легше помітити часову шкалу. Біля повзунка прокрутки графіка є кнопка зменшення масштабу.

В програмі передбачена можливість збереження файлу із зображенням графіку в форматах jpg, bmp, emf, gif, tif, png, як в растрових так і векторних зображеннях.

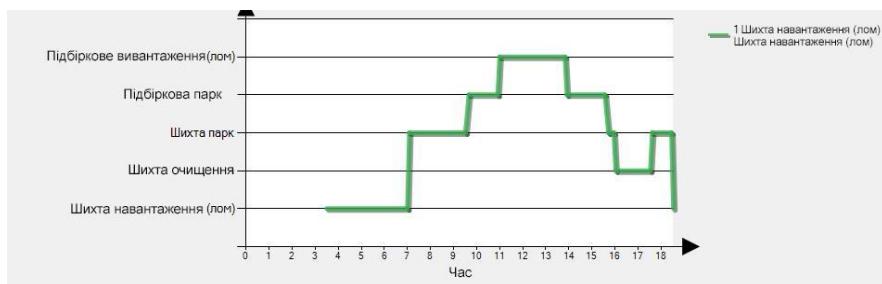


Рисунок 1.3 – Створення графіку руху составів

Програма дозволяє створювати також технологічні графіки. Для цього у полі назв станцій вказуються назви технологічних операцій. В формі (рисунок 1.1) вказуються нульові значення міжопераційного часу (рисунок 1.4).

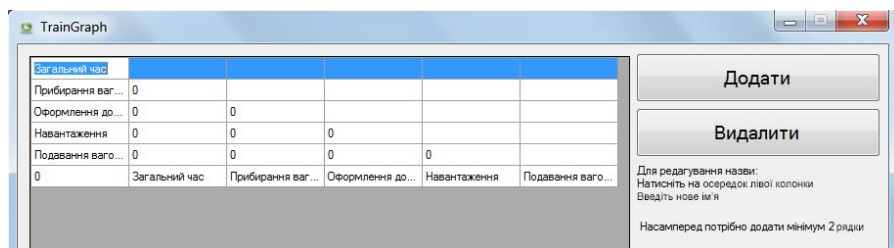


Рисунок 1.4 – Дані для технологічного графіка

Для правильного відображення технологічного графіка необхідно ввести дані для кожної технологічної операції (рисунок 1.5) й окремо – для загального часу їх тривалості (рисунок 1.6).

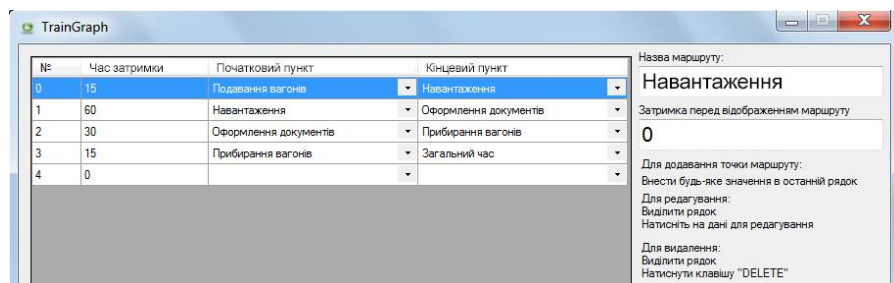


Рисунок 1.5 – Дані щодо тривалості окремих технологічних операцій

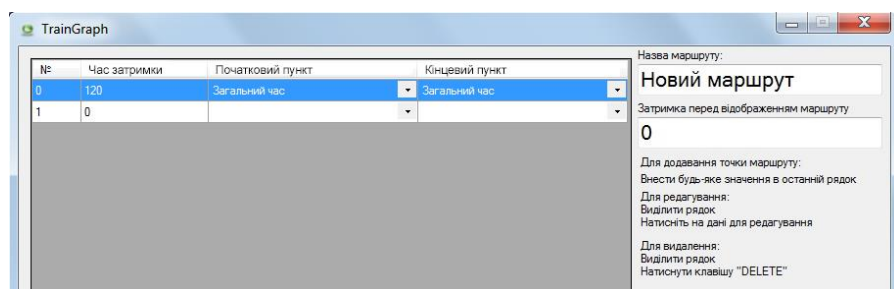


Рисунок 1.6 – Дані щодо загальної тривалості технологічних операцій

Одночасне відображення введених даних (рисунок 1.7), в даному випадку, представляє собою технологічний графік навантаження составу вагонів.

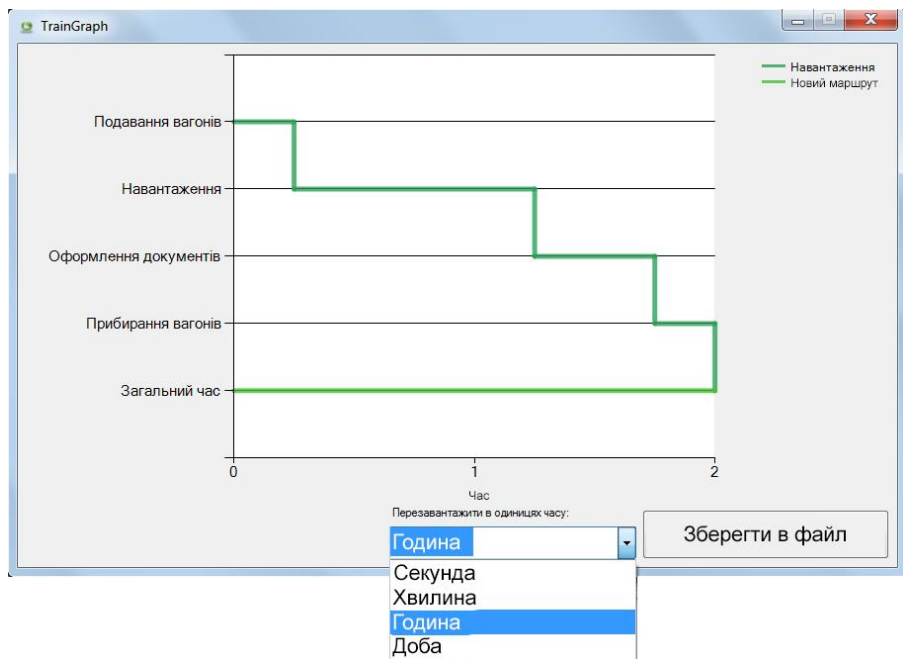


Рисунок 1.7 – Технологічний графік навантаження составу вагонів

Завдання

При виконанні лабораторної роботи на підставі вихідних даних необхідно побудувати графік обслуговування доменної печі.

Вихідними даними для виконання завдання є тривалість виконання технологічних операцій при обслуговуванні доменної печі.

Вихідні дані для виконання лабораторної роботи наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для побудови технологічного графіка обслуговування доменної печі

Технологічна операція	Тривалість операції, хв.														
	Номер варіанту														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Подавання ковшів	5	7	9	11	5	7	9	11	5	7	9	11	5	7	9
Закріплення ковшів, відчеплення та виїзд локомотиву	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4
Очікування випуску чавуну	14	15	20	18	16	14	15	20	18	16	14	15	20	18	16
Випуск чавуну	50	55	60	35	40	45	50	55	60	35	40	50	60	40	45
Одержання дозволу на забирання ковшів	5	7	10	8	6	4	5	7	10	8	6	4	3	5	7
Подавання локомотиву	5	10	15	8	12	5	10	15	8	12	5	10	15	8	12
Причеплення локомотиву до ковшів	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Виїзд составу	7	6	5	4	7	6	5	4	7	6	5	4	8	4	5

2 КОНТРОЛЬНА РОБОТА

Тема: Організація перевезень рідкого чавуну в доменному цеху

Мета. Навчитись організовувати перевезення та виконувати оптимізацію параметрів транспортної системи перевезення рідкого чавуну в доменному цеху металургійного підприємства.

Завдання

За вихідними даними, які наведені на рисунку 1.8 та в таблиці 1.2, необхідно побудувати графік перевезення рідкого чавуну в доменному цеху протягом доби.

Час перекладання стрілок, очікування дозволів та ін. в розрахунках не враховується. Кількість залізничних составів (локомотив та група ковшів) – три одиниці. Состави чавуновозів обертаються між кожною піччю та міксерним відділенням без від'єднання окремих ковшів та/або об'єднання їх з іншими складами (кожна піч обслуговується одним й тим самим составом).

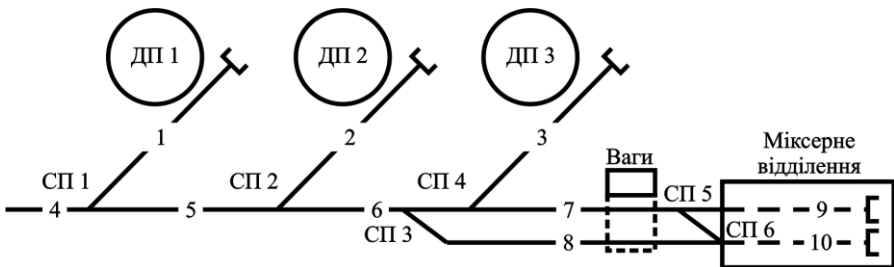


Рисунок 2.1 – Схема розташування доменних печей

Операції одного обороту кожного з трьох составів включають операції з випуску чавуну, руху по коліях до міксерного відділення, злиття чавуну та повернення до доменної печі. Необхідно врахувати неможливість одночасного перебування на окремій колії більше одного составу.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для побудови графіка

Об'єкти, параметри	Час, хв.														
	Варіанти														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Початок першого випуску чавуну, годин доби															
ДП 1	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0
ДП 2	1	1	1,5	1,5	1	1	1,5	1,5	1	1	1,5	1,5	1	1	1,5
ДП 3															
Інтервал випуску чавуну, год.															
ДП 1	3	3	4	3,5	3	4	3,5	3	4	3,5	3	4	3,5	4	3
ДП 2	3,5	4	3	4	3,5	4	3	4	3,5	4	5	5	4	3	4
ДП 3	2	3	3	2	4	2	3	3	2	4	2	3	3	2	4
Тривалість випуску чавуну печами, хв.	20	30	35	40	25	20	30	35	40	25	20	30	35	40	25
Рух по коліях, хв.															
№№ 1, 2, 3	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2
№№ 4, 5, 6	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	4	5
№№ 7, 8, 9, 10	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
Тривалість злиття чавуну з групи ковшів	10	20	15	20	20	10	15	15	20	15	20	15	15	15	20

Розроблений графік перевезення рідкого чавуну необхідно удосконалити за рахунок поєднання та укрупнення составів. Максимальну кількість ковшів, яка може перевозитись одним локомотивом, прийняти в кількості 9 од. Кількість ковшів на один випуск по кожній печі прийняти у кількості 3 од.

Крім того, необхідно показати на графіку роботу локомотивів, шляхом доповнення необхідної кількості об'єктів з назвами «локомотив №_ – робота», «локомотив №_ – простій» з вказівкою їх порядкового номеру.

Оформлення роботи виконується на аркушах формату А4.

Вказується тема роботи, вихідні дані, схема колійного розвитку, скріншоти вікон програми TrainGraph з введеними власними даними, графіки руху до і після оптимізації роботи локомотивів.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Турпак С. М. Методи та моделі управління вагонопотоками на металургійних підприємствах : монографія. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 146 с.
2. Турпак, С.М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств : монографія. Херсон : Грінь Д. С., 2015. 264 с.
3. Томашевський В. М. Моделювання систем. К.: Видавнича група ВНУ, 2005. 352 с.