

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ РІДКОГО ЧАВУНУ ДО РОЗЛИВНИХ
МАШИН ОБСЯГОМ 15 ТИСЯЧ ТОНН НА МІСЯЦЬ

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи Тз-810

Спеціальності 275 Транспортні технології
(за видами)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Організація перевезень і логістичне управління
на залізничному транспорті»

ОКСЕНЬ В.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник

ТУРПАК С.М.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент

ДУДАРЕНКО О.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Транспортний
 Кафедра «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти бакалавр
 Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»
(код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) «Організація перевезень і логістичне управління на залізничному транспорті»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

« 20 » травня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ОКСЕНЯ Володимира Володимировича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація перевезень рідкого чавуну до розливних машин обсягом 15 тисяч тонн на місяць

керівник проєкту (роботи) д.т.н., проф., ТУРПАК Сергій Миколайович,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» травня 2024 року №248

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча транспортна система доставки рідкого чавуну, дані по споживачам, техніко-економічні показники існуючого технологічного процесу перевезень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Визначення розрахункових вантажопотоків чавуну до розливних машин, 2.2 Розробка технологічних графіків доставки чавуну до розливних машин, 2.3 Розробка технологічних графіків доставки порожніх чавуновозів з розливних машин до доменних печей, 2.4 Розробка графіку обороту чавуновозного складу між розливними машинами та доменними печами, 3. Економічна частина.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ТУРПАК С.М., професор		
2	ТУРПАК С.М., професор		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		

7. Дата видачі завдання «20» травня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

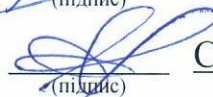
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації та доповіді, перевірка дипломної роботи на плагіат, отримання рецензії та захист роботи	06.06. – 20.06.	

Студент(ка)


(підпис)

Володимир ОКСЕНЬ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Сергій ТУРПАК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 52 с., 22 рис., 6 табл., 9 джерел.

ДОМЕННИЙ ЦЕХ, ЗАЛІЗНИЧНА СТАНЦІЯ, МЕТАЛУРГІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО, ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ТРАНСПОРТ, ЧАВУН.

Об'єкт дослідження – процеси транспортування рідкого чавуну до розливних машин в умовах металургійного підприємства промисловим залізничним транспортом.

Мета роботи – розрахунок технічних показників доставки та визначення витрат на доставку рідкого чавуну до розливних машин в умовах металургійного підприємства промисловим залізничним транспортом.

Методи дослідження – аналітичний, статистичний та графічний аналіз.

В роботі вирішена практична задача та визначені техніко-економічні показники перевезення щебню до підприємства «Запоріжсталь» залізничним транспортом. Виконані техніко-економічні розрахунки, визначено витрати на перевезення, собівартість перевезення тони щебню.

ЗМІСТ

	C.
Завдання на дипломну роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Транспортно-виробнича система Доменного залізничного району та її характеристика	8
1.2 Характеристика примикань Доменного залізничного району	10
1.3 Характеристика колійного розвитку чавунної сторони станції Доменна та ділянки розливних машин	12
1.4 Технологія обслуговування розливних машин	15
1.6 Постановка завдань доставки рідкого чавуну до розливних машин Запоріжсталі	20
2 Розрахункова частина	22
2.1 Визначення розрахункових вантажопотоків чавуну до розливних машин	22
2.2 Розробка технологічних графіків доставки чавуну до розливних машин	24
2.3 Розробка технологічних графіків доставки порожніх чавуновозів з розливних машин до доменних печей	28
2.4 Розробка графіку обороту чавуновозного складу між розливними машинами та доменними печами	36
3 Економічна частина	43
3.1 Технічні параметри доставки чавуну з доменних печей Запоріжсталі до розливних машин	43

3.2 Економічні показники перевезень чавуну до розливних машин комбінату Запоріжсталь	45
Висновки	50
Перелік джерел посилання	51

ВСТУП

Базове підприємство – комбінат «Запоріжсталь» [1] – містить в собі безліч практичних задач, вирішення яких дозволяє отримати потрібні професійні компетентності в сфері організації перевезень і логістичного управління на транспорті.

Першою ланкою виробничого процесу даного підприємства є виробництво чавуну, частина якого одразу може бути реалізована в якості продукції, попит на яку був завжди [2]. Це – чушковий чавун, який виробляється на розливних машинах.

Підприємство має чотири розливні машини, проте двох з них, зазвичай достатньо для забезпечення потреб споживачів. Але зайві резерви продуктивності є важливим фактором стабільності.

Згідно поставленого завдання необхідно організувати перевезення 15 тисяч тонн рідкого чавуну до розливних машин та визначити техніко-економічні показники цього процесу.

.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Транспортно-виробнича система Доменного залізничного району та її характеристика

Доменний залізничний район [3] є одним з ключових в технологічних перевезеннях підприємства, практично не має потоків магістральних вагонів, окрім процесів відвантаження чушкового чавуну.

На досить значній території розташовані потужні доменні печі – їх кількість становить чотири одиниці, проте вони здатні виробляти більше чавуну, ніж ті п'ять печей, які функціонували до сучасного етапу розвитку країни.

До складу району входять [3]:

- станція Ковшева, що забезпечує перевезення рідкого шлаку та ряд допоміжних процесів підготовки шихти для доменних печей, зокрема вивезення коксового дріб'язку;
- безпосередньо станція Доменна, що забезпечує рух потоку рідкого чавуну за трьома напрямками:
 - до міксерного відділення мартенівського цеху та, частково, безпосередньо до мартенівських печей;
 - до ливарного цеху для реалізації потреб власного виробництва виливниць та інших ливарних виробів, зокрема, для зовнішніх споживачів;
 - до розливних машин відокремленого відділення. Саме цей потік спрямований у протилежному від усіх інших потоків напрямку;
- склад холодного чавуну, що продовжує потік рідкого чавуну, трансформуючи його у потік твердого чушкового чавуну, який вже доставляється споживачам в усьому світі.

Розвинений колійний розвиток Доменного залізничного району (рисунок 1.1) характеризується наявністю чисельних колій незначної довжини [4] та значної кількості нецентралізованих стрілочних переводів, значної кількості негабаритних місць.

Крім того, на районі працює значна кількість локомотивів, не враховуючи наявність електричних штовхачів з обох сторін кожної доменної печі.

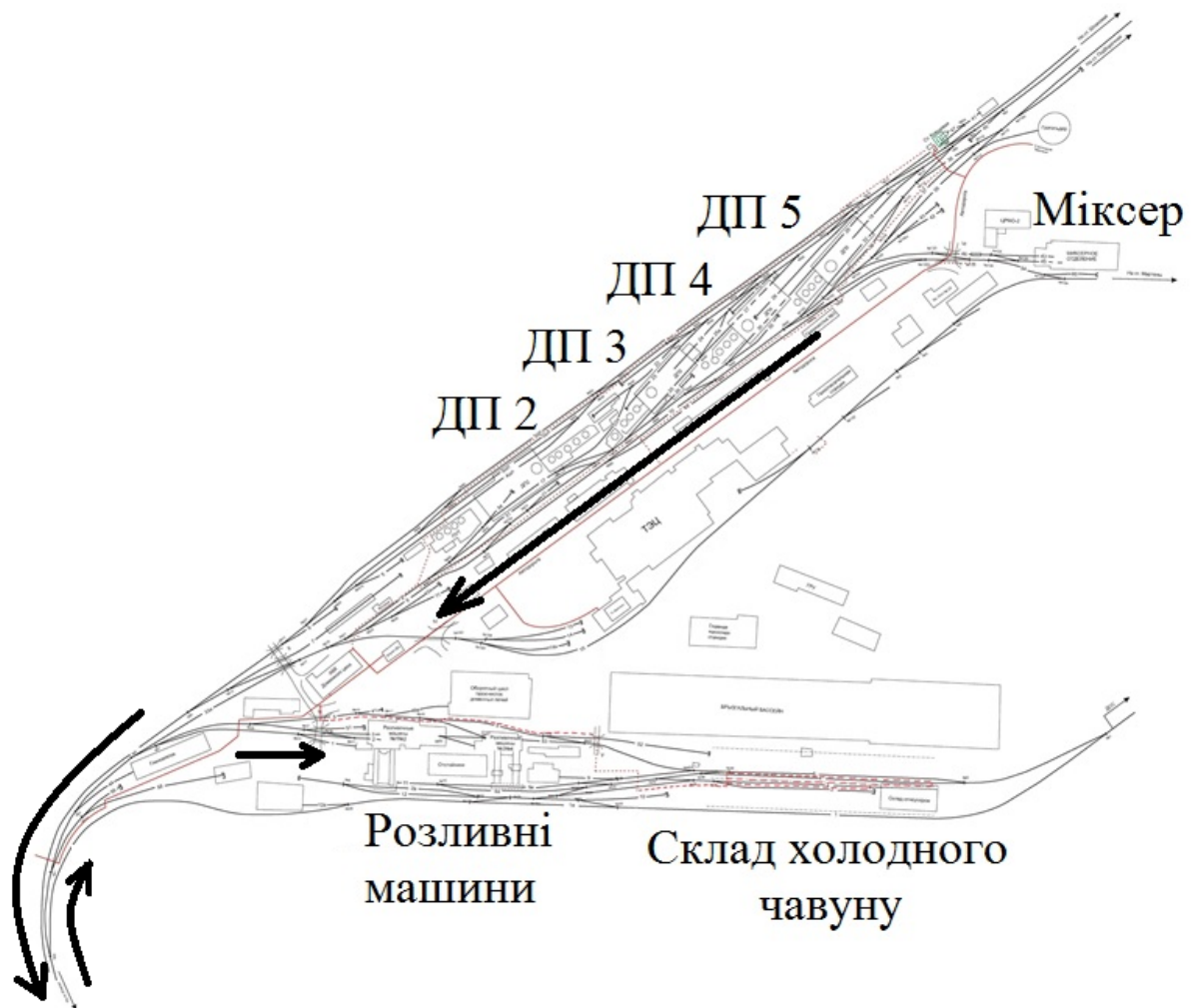


Рисунок 1.1 – Напрямок рух рідкого чавуну з доменних печей до розливних машин

1.2 Характеристика примикань Доменного залізничного району

До Доменного залізничного району примикають такі станції:

- Шлакова;
- Підбіркова;
- Мартени (маневровий порядок руху, перегін відсутній);
- Південна (до станції Доменна та до складу холодного чавуну - СХЧ).

Характеристика перегонів Доменного залізничного району [4] показана у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика перегонів Доменного залізничного району

Назва перегону	Швид- кість руху	Ухил: підйом (+) спуск (-) ‰	Серія тепло- возу	Макс. довж. поїзду, ваг.	Нор- ма вмик. гальм, %	Макс. кіль- кість вагонів з ванта- жем без гальм	Час руху, хв.
Ковшева- Підбіркова	15	-5.9	ТГМ-4	30	не вмик.	5	8
Ковшева- Шлакова	15	4.4	ТГМ-4	14 шв	не вмик.	10, з штов- хачем	7
Шлакова- Ковшева	15	-11.7	ТГМ-4	14 шв	не вмик.	10	7

Кінець таблиці 1.1

Назва перегону	Швид- кість руху	Ухил: підйом (+) спуск (-) 0/00	Серія тепло- возу	Макс. довж. поїзду, ваг.	Нор- ма вмик. гальм, %	Макс. кіль- кість вагонів з ванта- жем без гальм	Час руху, хв.
Доменна- Південна	25	-4.6	ТГМ-4	36	не вмик.	10, до 5км/год.	6
Південна - Доменна	25	11.6	ТГМ-4	17	не вмик.	7 вагон. уперед	6
СХЧ- Південна	15	-7.3	ТЕМ-2	30	50	7	8
			ТГМ-4	30	50	5	8
Південна- СХЧ	15	15.1	ТЕМ-2	10	50	15	8
			ТГМ-4	10	50	10	8

Рух від доменних печей до ділянки розливних машин відбувається за вказівкою диспетчера Доменного залізничного району, який керується в роботі інформацією від диспетчера доменного цеху, яку він отримує безпосередньо від нього, оскільки вони обидва знаходяться в одному приміщенні.

Оскільки при відправленні рідкого чавуну на розливні машини з нього утворюється кінцевий продукт споживання, важливим є інформація про хімічний склад чавуну. Це так само стосується чавуну, який доставляється до ливарного цеху.

Інша, основна частка продукції осереднюється у міксері, а потім її склад суттєво змінюється при додаванні різних компонентів у мартенівському цеху.

Тож відправлення чавуну до розливних машин залежить від таких факторів:

- відповідності хімічного складу вимогам споживачів;
- можливістю відправлення чавуну на розливання у чушки при наявності достатньої кількості чавуну для мартенівського цеху в цей момент часу, тобто відвантаження здійснюється відповідно до оперативної виробничої ситуації.

1.3 Характеристика колійного розвитку чавунної сторони станції Доменна та ділянки розливних машин

Характеристика колійного розвитку чавунної сторони станції Доменна та ділянки розливних машин представлена у таблиці 1.2 [4].

Таблиця 1.2 – Характеристика колійного розвитку чавунної сторони станції Доменна та ділянки розливних машин доменного цеху

№ колії району	Призначення залізничної колії	Межа від стрілки	До	Довжина колії у метрах	Місткість, вагонів
7	Розвантаження	13	Т. уп.	127	9
8	Зважування рухомого складу	21	68	102	9

Продовження таблиці 1.2

№ колії району	Призначення залізничної колії	Межа від стрілки	До	Довжина колії у метрах	Місткість, од.
9	Ходова	23	92	431	30
10а	Відстоювання рухомого складу	25	Т. уп.	14	1
10	Навантаження	72	94	170	12
11	Ремонту рухомого складу	25	Т. уп.	40	3
13	Відстоювання рухомого складу	138	Т. уп.	75	5
14		138	Т. уп.	75	5
14а		140	Т. уп.	75	5
15	Ходова	140	Знак «МС»	108	7
17	Навантаження	70	80	102	7
21	Ремонту рухомого складу	74	Т. уп.	14	1
25	Навантаження	84	Т. уп.	150	11
26	Навантаження	88	Т. уп.	30	1
30	Навантаження	92	Т. уп.	90	6
31	Навантаження	68	76	126	9
32	Навантаження	100	110	133	10
33	Навантаження	102	110	81	6
34	Навантаження й вивантаження	70	Т. уп.	42	2
33а	Ходова	5	17	135	10

Продовження таблиці 1.2

№ колії району	Призначення залізничної колії	Межа від стрілки	До	Довжина колії у метрах	Місткість, од.
35	Навантаження	92	Т. уп.	55	4
43	Вивантаження	128	Т. уп.	101	7
44	Навантаження й вивантаження	3	Т. уп.	83	6
45	Вивантаження	126	Т. уп.	98	7
46	Зважування рухомого складу	120	128	35	2
49	Навантаження	86	122а	345	26
50	Навантаження й вивантаження	96а	122а	101	7
54	Ходова	124	12а	35	2
56	Вивантаження	1а	Т. уп.	22	1
58	Вивантаження	1	Т. уп.	86	6
60	Навантаження й вивантаження	130	Т. уп.	36	2
1	Відстоювання та ремонту ковшів	7	Т. уп.	151	11
Ділянка розливних машин					
2	Вивантаження	41	Т. уп.	43	3
3	Навантаження й вивантаження	39	51	132	10
3а	Відстоювання рухомого складу	53	Т. уп.	20	1

Кінець таблиці 1.2

№ колії району	Призначення залізничної колії	Межа від стрілки	До	Довжина колії у метрах	Місткість, од.
51	Сушіння ківшів	37	Т. уп.	36	3 чв
5	Ходова	49	55	100	7
49а	Навантаження	47	Т. уп.	132	4 по фронту
49	Бутобой	45	Т. уп.	24	2 чв
53	Вивантаження	51	57	135	10
52	Відстоювання рухомого складу	55	Т. уп.	138	10
1	Приймально-відправна	30	Т. уп.	365	28

З огляду на призначення колій, слід відмітити, що більшість з них функціонують задля технологічних та вантажних операцій, на відміну від станцій у традиційному сприйманні, лише одна з колій має пряме призначення для прийому та відправлення поїздів.

1.4 Технологія обслуговування розливних машин

Подавання чавуновозів до розливних машин здійснюється під керівництвом відповідального працівника даної ділянки доменного цеху.

Чавуновоз потрібно встановити так, щоб лапи ковшу (рисунок 1.2) під час його підйому спирались на стенд розливної машини.

На рисунку 1.2 показані опорні частини чавуновозного ковшу.

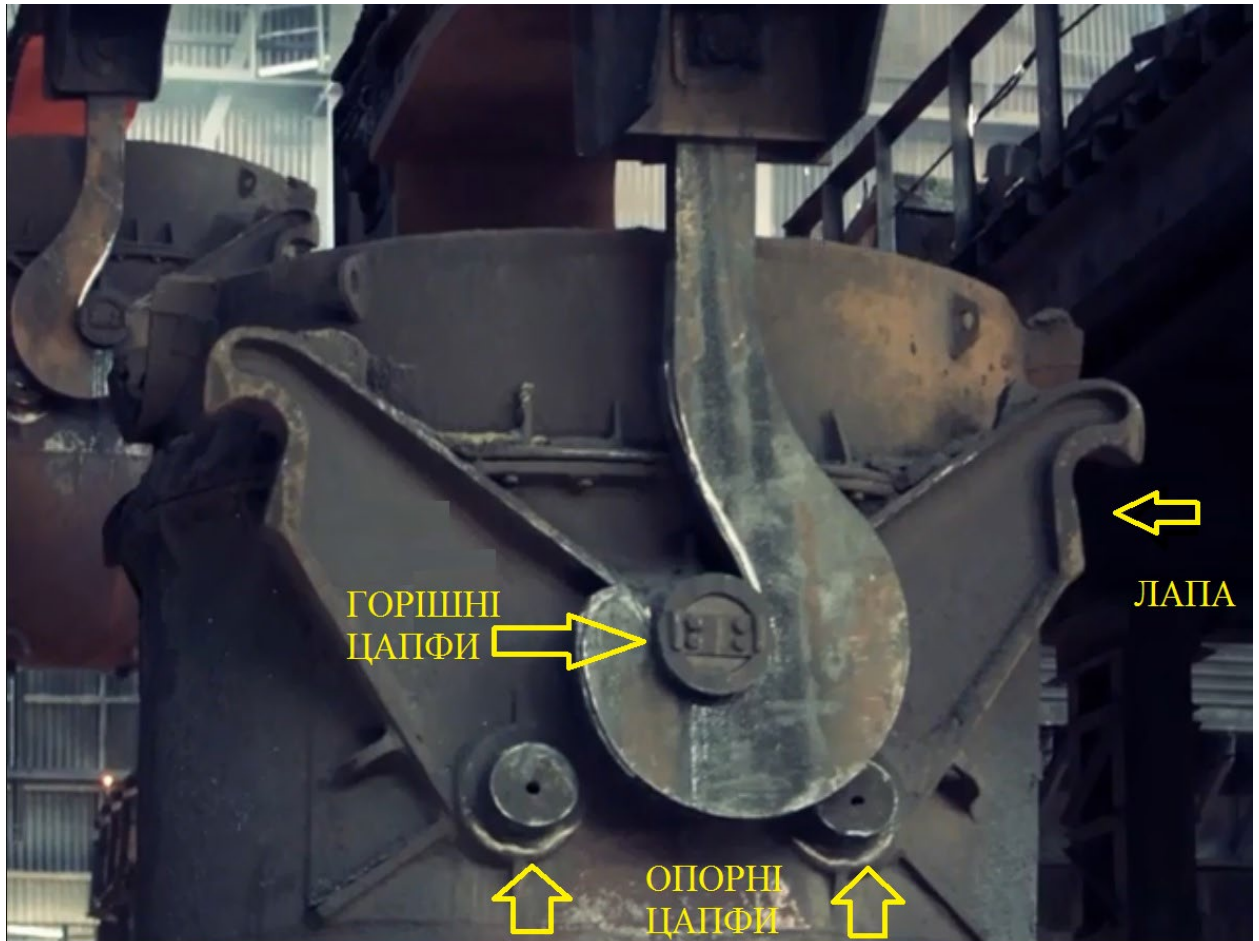


Рисунок 1.2 – Опорні частини чавуновозного ковшу

Відповідно до даного рисунку ківш має:

- чотири нижні опорних цапф, якими він спирається на лафет чавуновозної платформи, завдяки якій він переміщується по залізничних коліях;
- дві горішні цапфи, призначення яких — зачеплення гаками мостового крану для піднімання та переміщення з метою зливання у

міксер або безпосередньо у мартенівську піч. Вони дають можливість обертання ковшу;

- для зливання чавуну на розливних машинах він спочатку спирається двома нижніми цапфами на лафет, а вже потім – лапами на стенд розливної машини.

На початку розливання рідкого чавуну гаком мостового крану зачеплюється ковш знизу, за кантувальний валик. Потім ковш лапами на стенді поступово відокремлюється від лафету чавуновозної платформи.

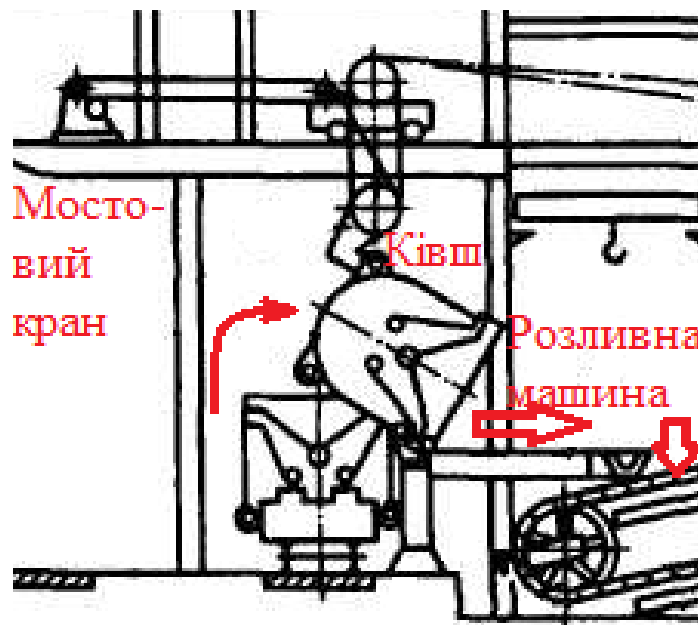


Рисунок 1.3 – Схема зливу чавуну з чавуновозу на розливних машинах

Чавун виливається та розділяється на два жолоби розливних машин (рисунок 1.4), що по-суті є пластинчастими конвеєрами, конструктивно представленими з'єднаними послідовно між собою лотками з бортами, зазори між якими перекриваються, в поперековому відносно лінії транспортування ряду можуть бути три або шість поглиблень чотиригранного усіченого пірамідального обрису.

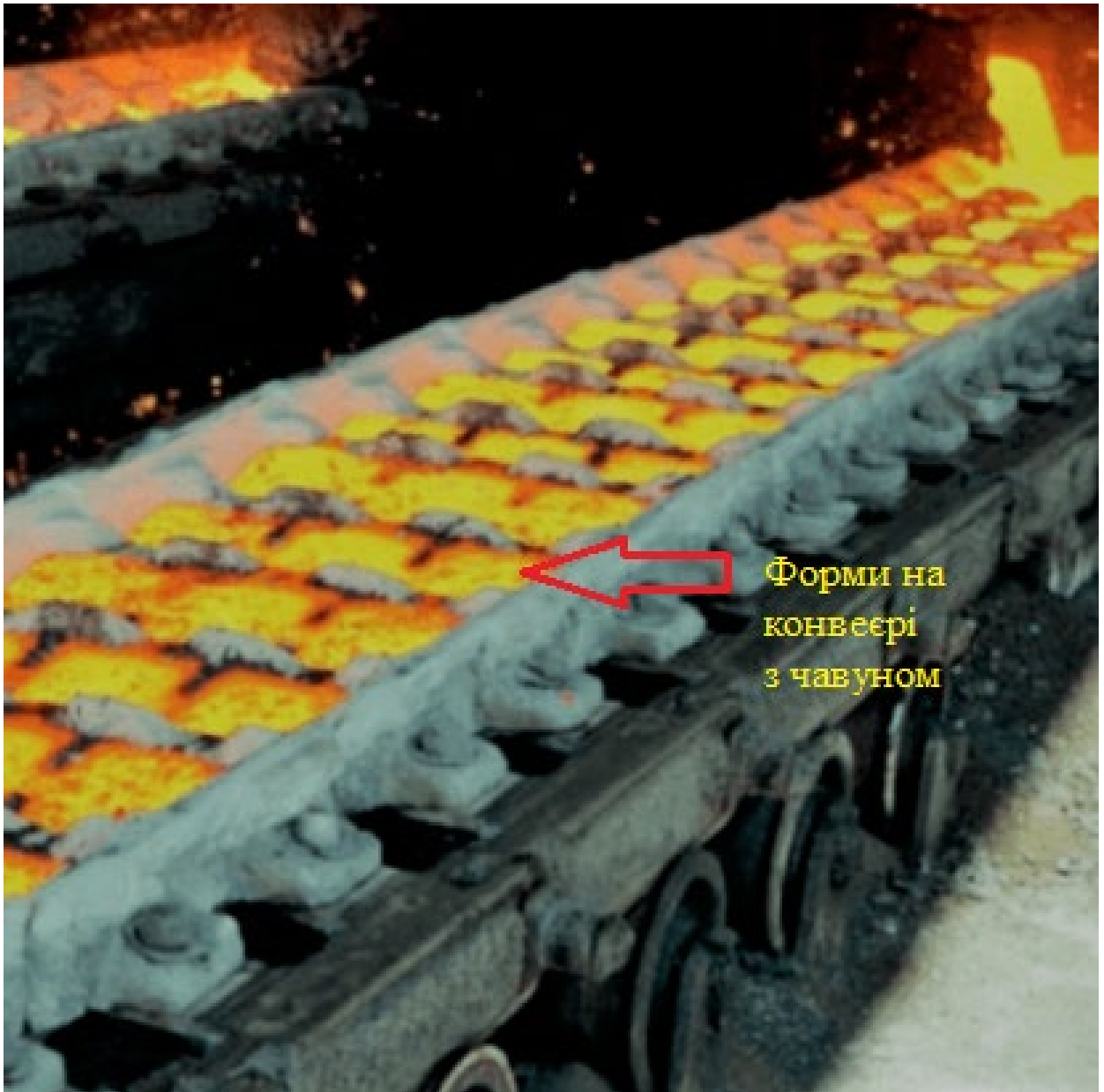


Рисунок 1.4 – Розливні машини з рідким чавуном

Приводний механізм розливної машини розташовується у протилежній розливу чавуну частині.

Швидкість руху розливної машини становить 6...12 м/хв., її рух стаціонарними роликами спрямований під кутом 9° догори, що забезпечує злив чавуну з гладкої поверхні форм у заглиблення, де чавун застигає.

Форми для рідкого чавуну мають максимальне заглиблення у їх середині не більше 10 мм. Це дає можливість інтенсивного охолодження чавуну, що, в свою чергу, дозволяє вже через 10 метрів від місця розливу виконувати охолодження конвеєра за допомогою бризкал - розбризкувачів води.

Такий спосіб охолодження водним розпилом проводиться до кінця руху форм з чавуном – до привідного барабана (рисунок 1.5), з якого чушковий чавун випадає до спеціального чушководного вагону вантажністю 100 т.

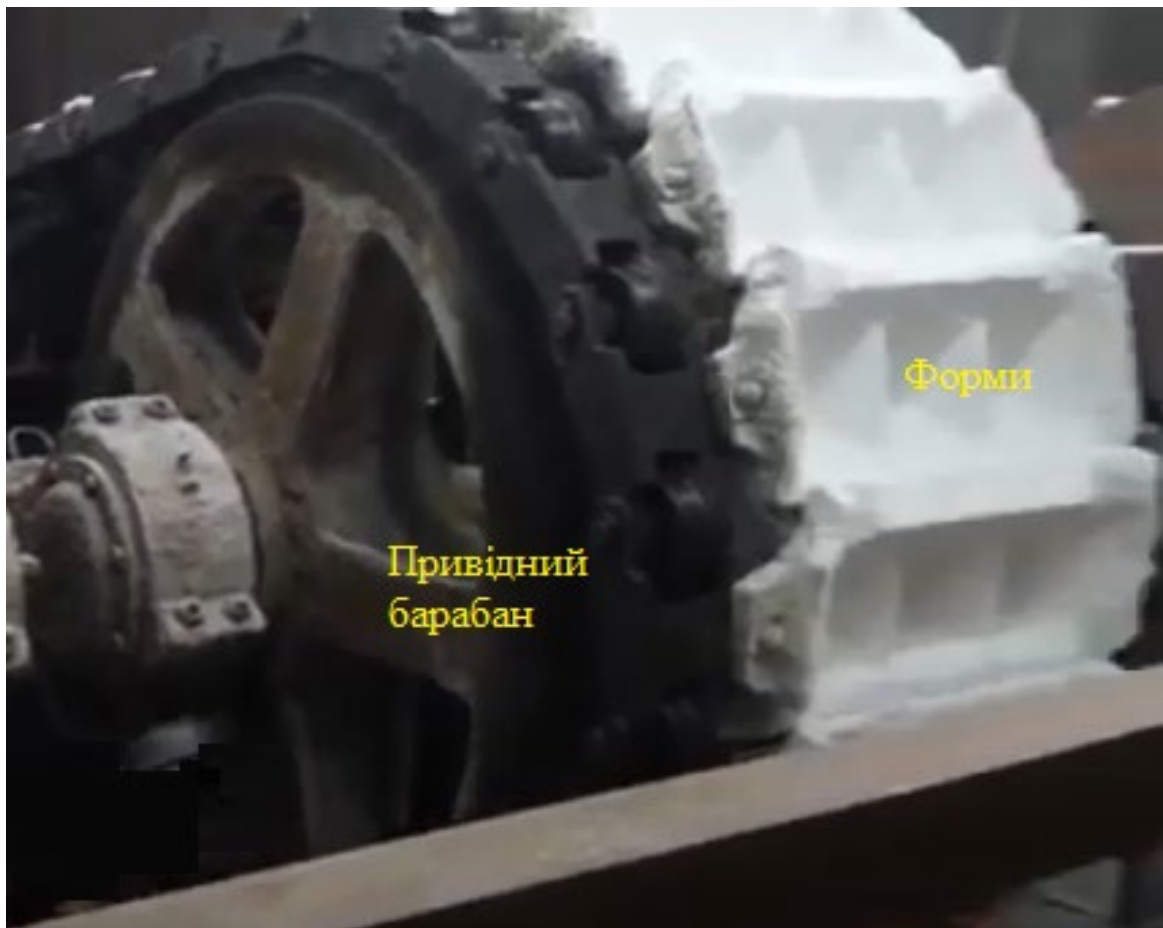


Рисунок 1.5 - Привідний барабан розливної машини

На зворотному холостому русі бризкала змочують форми вапняним розчином, що зменшує приварювання чавуну до цих форм.

Таким чином, для виконання робіт потрібні:

- мостовий кран з кантувальною лебідкою;
- чавуновоз з рідким чавуном;
- розливна машина із функцією регулювання швидкості руху конвеєра;
- бризкала-охолоджувачі;
- бризкала для змащування форм вапняним розчином;
- спеціалізований вагон для приймання чушкового чавуну і подальшої доставки його на склад.

1.6 Постановка завдань доставки рідкого чавуну до розливних машин Запоріжсталі

Відповідно по поставленій задачі організації доставки рідкого чавуну в обсязі 15000 тонн на місяць необхідно виконати наступні етапи дипломної роботи:

- визначити планові добові обсяги перевезень рідкого чавуну у чавуновозах;
- врахувати в розрахунках роботу з видачі чавуну на трьох доменних печах підприємства, які реально працюють в даний час, рівномірно за плановою потужністю;
- визначити потрібну кількість розливних машин для виконання робіт з вивантаження чавуну;
- визначити термін доставки чавуновозів з чавуном від доменних печей ДП 2...ДП 4 [5] до розливних машин;
- розробити технологічні графіки доставки рідкого чавуну на розливні машини;

- визначити час, який витрачається на роботу тягового рухомого складу в процесі перевезень рідкого чавуну;
- визначити потребу у чавуновозних ковшах;
- розрахувати вартісні показники по усіх ланках витрат при переміщенні чавуну;
- встановити собівартість перевезення тонни чавуну.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Визначення розрахункових вантажопотоків чавуну до розливних машин

Вантажність чавуновозного ковшу сягає 100 тонн, проте фактичне заповнення менше даної величини.

Проаналізуємо [6] вибірку 100 значень обсягів завантаження чавуном рухомого складу:

67; 63,6; 68,8; 72,4; 72,1; 73,9; 60,6; 67,2; 71,7; 64,3; 65,6; 62,2; 61,7; 64,7; 65,3; 60,8; 66,1; 66,9; 68,5; 66,8; 66,9; 66,7; 72,6; 67,7; 67,4; 66,2; 74,7; 68,9; 76,1; 65,8; 73,6; 62,5; 69,8; 71,1; 74,5; 67,7; 66,2; 70,3; 66,7; 70,6; 63,1; 65,1; 62,8; 66,8; 67,9; 68,1; 66,9; 75,5; 62,1; 65,5; 59,2; 72,9; 63,6; 65,8; 70,6; 69,6; 71; 70; 63,3; 64,2; 70,4; 69,1; 64,8; 67,2; 68,5; 69,9; 68,5; 64,9; 74,4; 69,6; 68,3; 70,8; 70,9; 65,8; 64,9; 71,8; 63,9; 62,7; 70,4; 70,2; 75,5; 72,9; 72,4; 68,4; 68; 69,6; 67,9; 64,4; 61,9; 70,8; 69,5; 70,1; 68,7; 64,5; 72,2; 66,9; 65,1; 65,2; 66,6; 66,4.

Згідно аналізу:

Мінімальна кількість чавуну становить 59,2 т.

Максимальна кількість чавуну становить 76,1 т.

Середнє значення рівня завантаження 67,84 т.

Стандартне відхилення 3,69 т.

Діаграма щільності розподілу значень завантаженості ковшів рідким чавуном, яка наведена на рисунку 2.1, свідчить про відповідність нормальному закону.

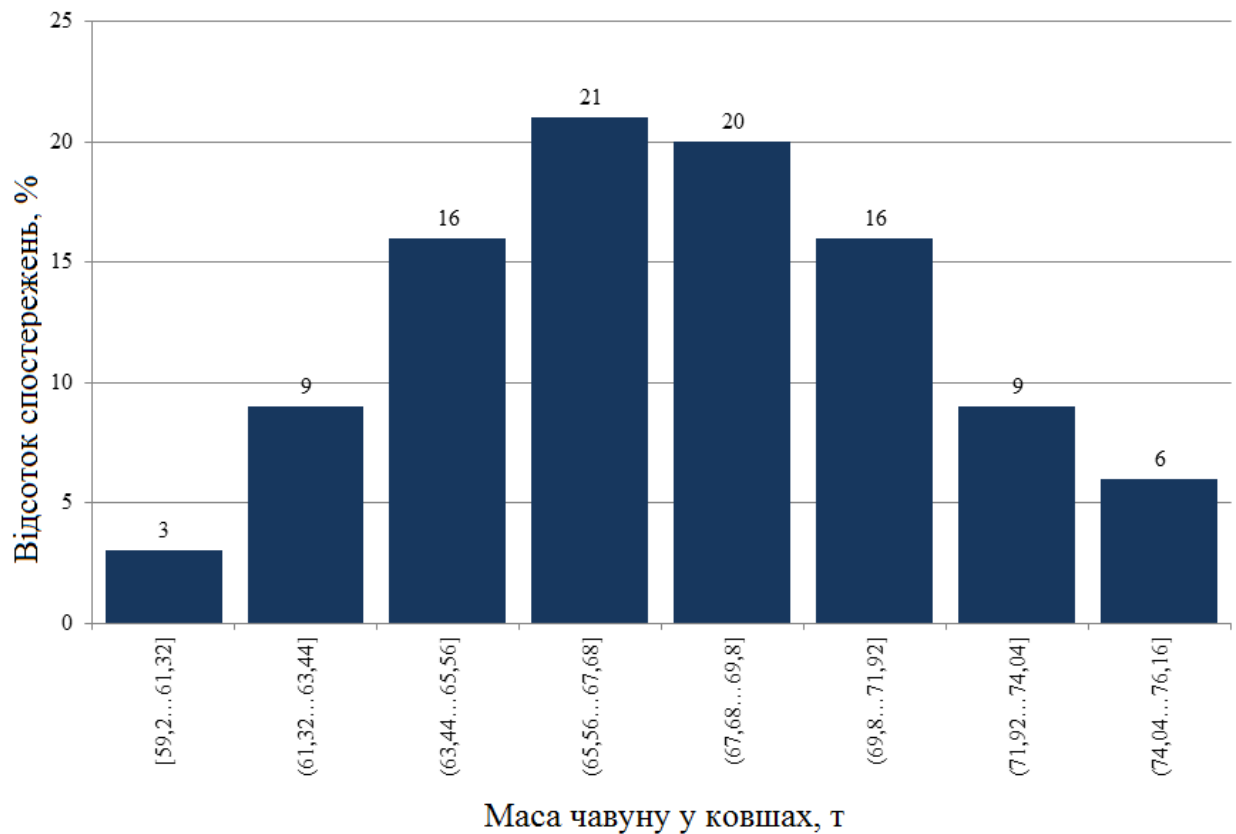


Рисунок 2.1 – Діаграма щільності розподілу значень завантаженості ковшів рідким чавуном

Оскільки поставлена задача доставки 15 тисяч тонн рідкого чавуну на місяць, визначимо розміри руху.

Обсяг перевезень чавуну на місяць у чавуновозах:

$$15000 / 67,84 = 221,1 \text{ од.};$$

Добовий обсяг перевезень у чавуновозах, враховуючи середню тривалість місяця 30,5 діб:

$$221 / 30,5 = 7,25 \text{ од./добу};$$

З урахуванням рекомендованого для залізничного транспорту коефіцієнту нерівномірності $1,1 \dots 1,2$, приймаємо в якості розрахункового обсяг перевезень:

$$7,25 \cdot 1,1 = 8 \text{ чавуновозів.}$$

В дійсний час на підприємстві працюють три доменних печі. Для раціональної організації доставки чавуну до розливних машин – з метою скорочення обсягу транспортної роботи із урахуванням рівномірного навантаження печей – розподіляємо обсяг перевезень у 8 чавуновозів на добу наступним чином:

- ДП 2 – 3 чавуновози;
- ДП 3 – 3 чавуновози;
- ДП 4 – 2 чавуновози.

Тобто менший обсяг відводиться печі, яка розташована якнайдалі від розливних машин.

2.2 Розробка технологічних графіків доставки чавуну до розливних машин

Початок циклу доставки складається з двох технологічних етапів виробництва:

- очікування випуску чавуну, коли ковші простоюють під ванною наливу чавуну в очікуванні наповнення – приймається 30 хвилин за даними підприємства;
- випуск чавуну у ковші чавуновозів – становить у середньому 40 хвилин.

Після цього виконуються операції з доставки чавуновозів з доменних печей до розливочних машин, включаючи їх зважування на вагонних вагах, що показано на рисунку 2.2 для ДП 2.

Найменування операцій	Час, хвилин					Виконавці
	10	20	30	40	50	
Вказівка та заїзд лок. під состав	■					Маневр. дисп., лок. бриг.
Прибирання ковшів з печі		■				Лок. бригада
Рух составу до вагової		■				Лок. бригада
Зважування 3 ковшів		■				Лок. бриг., ЦТВС
Рух составу до розл. машин			■	■		Лок. бригада
Загальний час	■	■	■	■		

Рисунок 2.2 – Графік доставки 3 чавуновозів до розливочних машин з ДП 2

Графік доставки 3 чавуновозів до розливочних машин з ДП 3 показаний на рисунку 2.3.

Найменування операцій	Час, хвилин					Виконавці
	10	20	30	40	50	
Вказівка та заїзд лок. під состав	■					Маневр. дисп., лок. бриг.
Прибирання ковшів з печі		■				Лок. бригада
Рух составу до вагової			■			Лок. бригада
Зважування 3 ковшів			■			Лок. бриг., ЦТВС
Рух составу до розл. машин				■		Лок. бригада
Загальний час	■	■	■	■		

Рисунок 2.3 – Графік доставки 3 чавуновозів до розливочних машин з ДП 3

Графік доставки 2 чавуновозів до розливочних машин з ДП 4 показаний на рисунку 2.4.

Найменування операцій	Час, хвилин										Виконавці
	10		20		30		40		50		
Вказівка та заїзд лок. під состав	■										Маневр. дисп., лок. бриг.
Прибирання ковшів з печі			■								
Рух составу до вагової					■						Лок. бригада
Зважування 3 ковшів							■				
Рух составу до розл. машин							■				Лок. бригада
Загальний час	■		■		■		■				

Рисунок 2.4 – Графік доставки 2 чавуновозів до розливочних машин з ДП 4

В результаті графічного аналізу отримуємо наступні дані тривалості перевезення чавуновозів з чавуном до розливних машин, які наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Тривалість доставки чавуновозів до розливних машин з ДП 2,3,4

№ з/п	Номер печі	Тривалість руху, хв.
1	ДП 2	33
2	ДП 3	34
3	ДП 4	34

Зливання ковшів чавуну на розливних машинах виконується за нормативом 65 хвилин на ковш, відповідно тривалість злиття:

- 3 ковші – 195 хвилин;
- 2 ковші – 130 хвилин.

2.3 Розробка технологічних графіків доставки порожніх чавуновозів з розливних машин до доменних печей

Після злиття чавуну чавуновози доставляються у зворотному напрямку, проте періодично ковші потребують очищення від шлаку, що здійснюється на ділянці поруч із розливними машинами.

На рисунку 2.5 показаний графік доставки ковшів з розливних машин до ДП 2 без очищення.

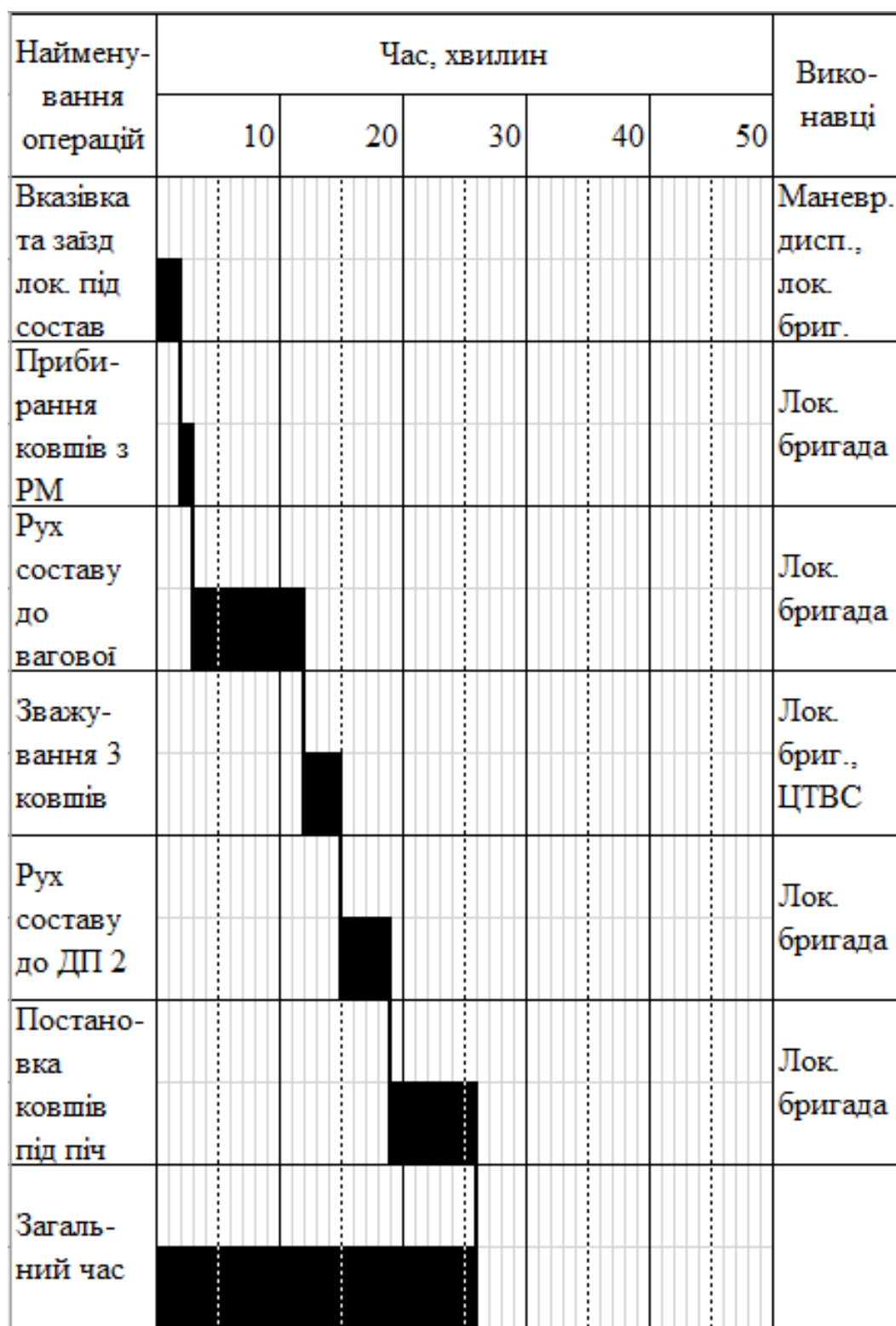


Рисунок 2.5 – Графік доставки ковшів з розливних машин до ДП 2 без очищення.

На рисунку 2.6 показаний графік доставки ковшів з розливних машин до ДП 3 без очищення.

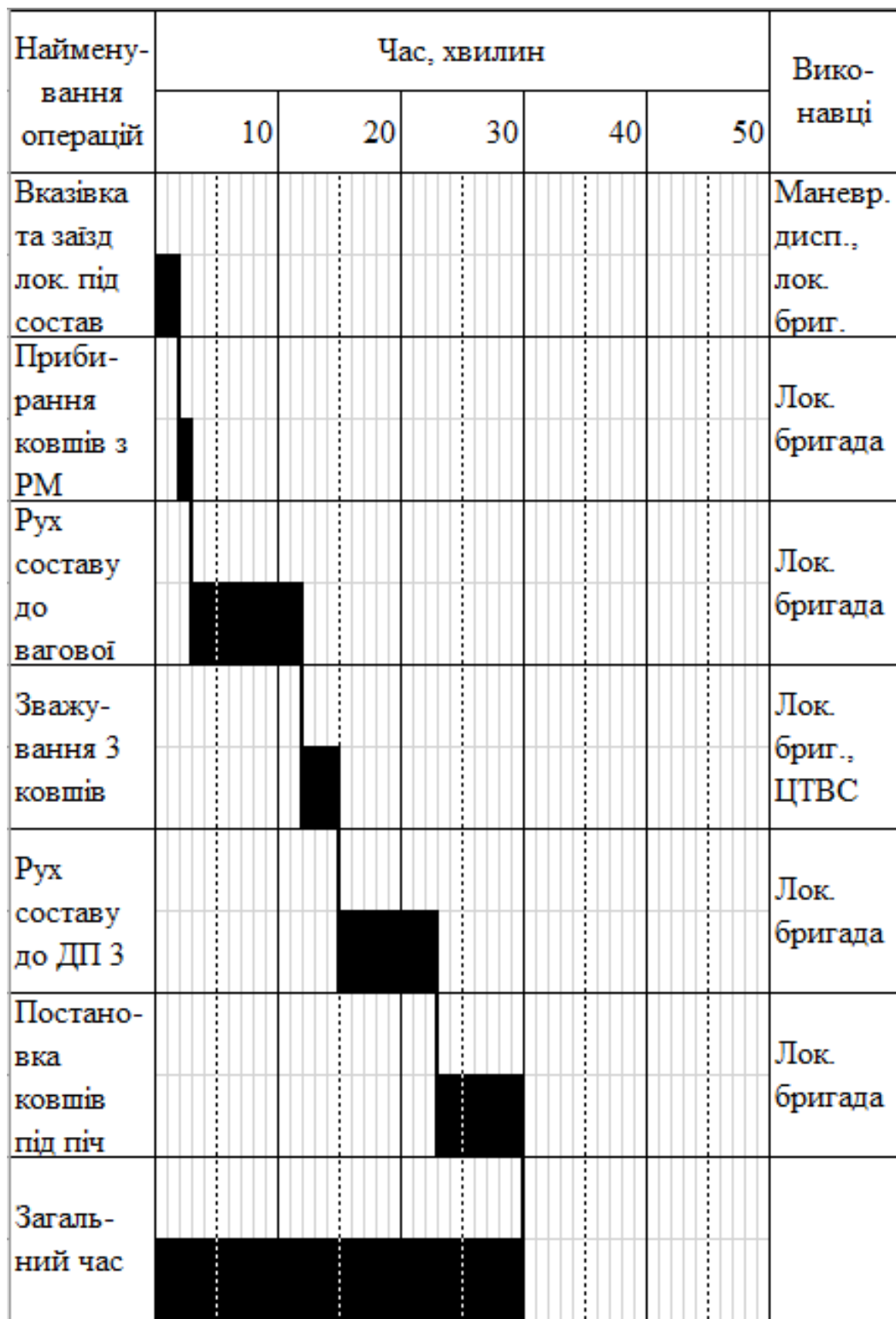


Рисунок 2.6 – Графік доставки ковшів з розливних машин до ДП 3 без очищення

На рисунку 2.7 показаний графік доставки ковшів з розливних машин до ДП 4 без очищення.

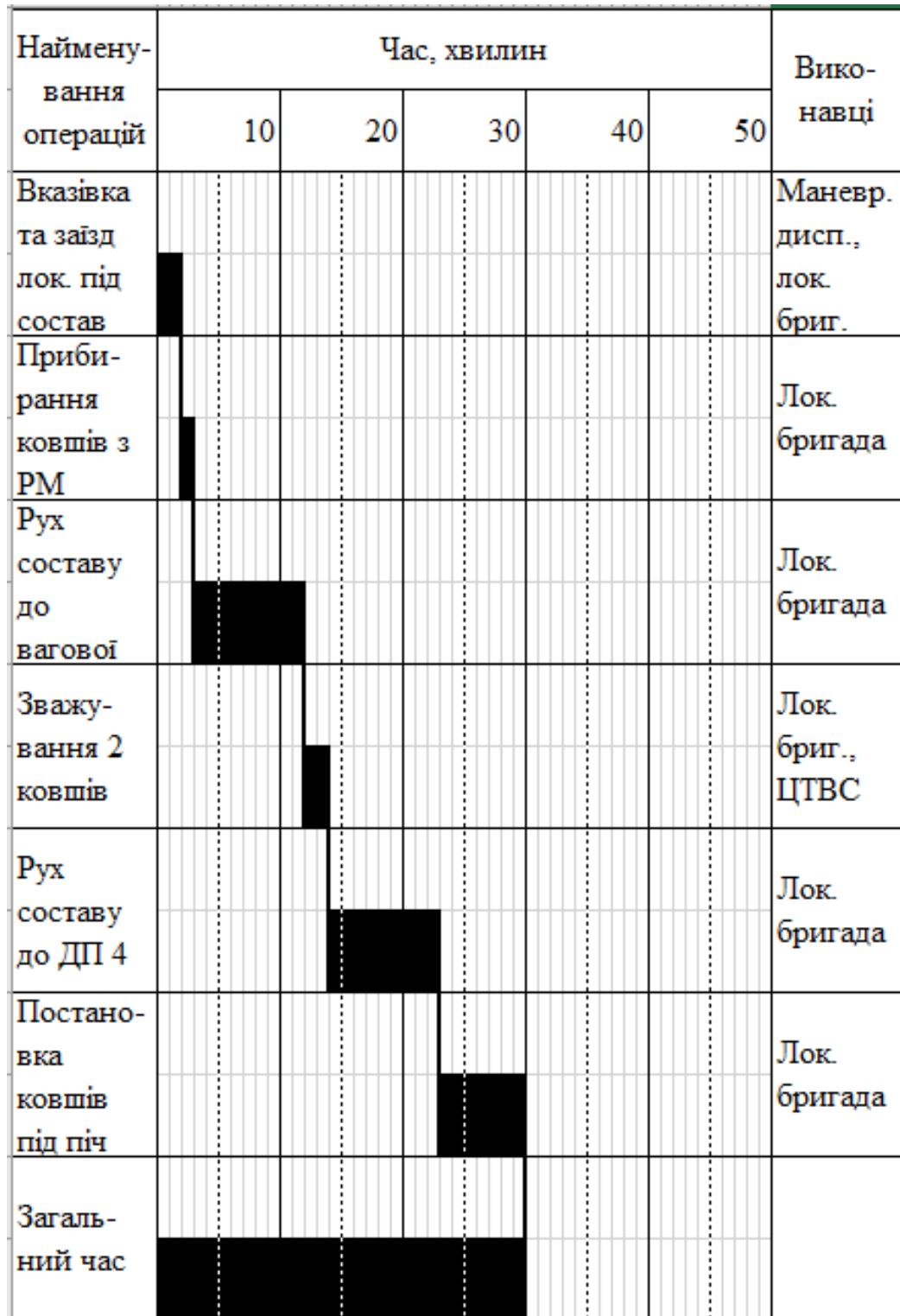


Рисунок 2.7 – Графік доставки ковшів з розливних машин до ДП 4 без очищення

В результаті графічного аналізу отримуємо наступні дані тривалості перевезення чавуновозів з чавуном від розливних машин до доменних печей, які наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Тривалість доставки чавуновозів з розливних машин до ДП 2,3,4

№ з/п	Номер печі	Тривалість руху, хв.
1	ДП 2	26
2	ДП 3	30
3	ДП 4	30

Норматив часу на очищення ковшів становить 21 хв./ківш, тож отримуємо:

- для очищення 2 ковшів потрібно 42 хвилини;
- для очищення 3 ковшів потрібно 63 хвилини.

Розробимо графіки повернення чавуновозних составів із проходженням процедури очищення від шлаку.

На рисунку 2.8 показаний графік доставки ковшів з розливних машин до ДП 2 з очищенням від шлаку.

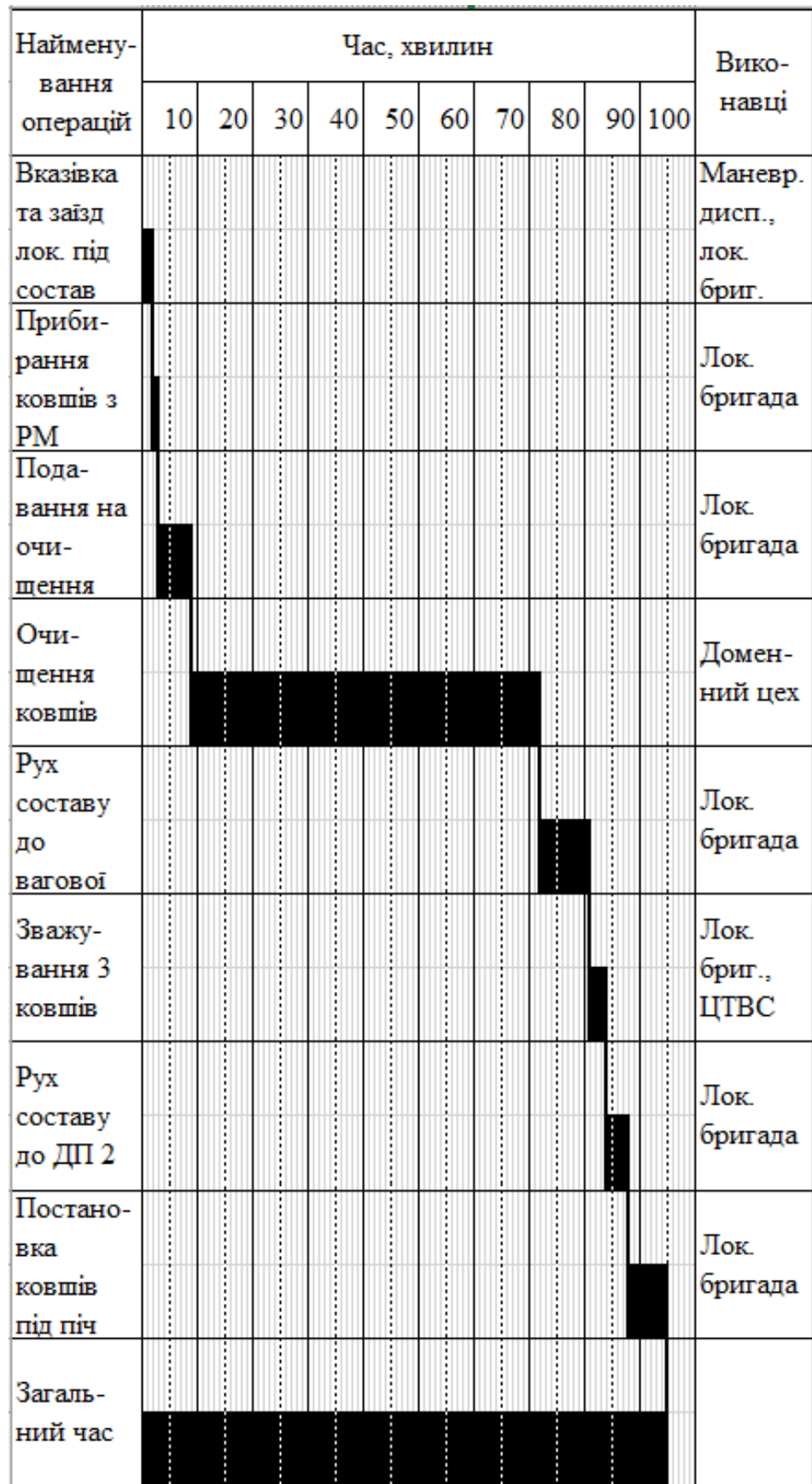


Рисунок 2.8 – Графік доставки ковшів з розливних машин до ДП 2 з очищенням від шлаку

На рисунку 2.9 показаний графік доставки ковшів з розливних машин до ДП 3 з очищенням від шлаку.

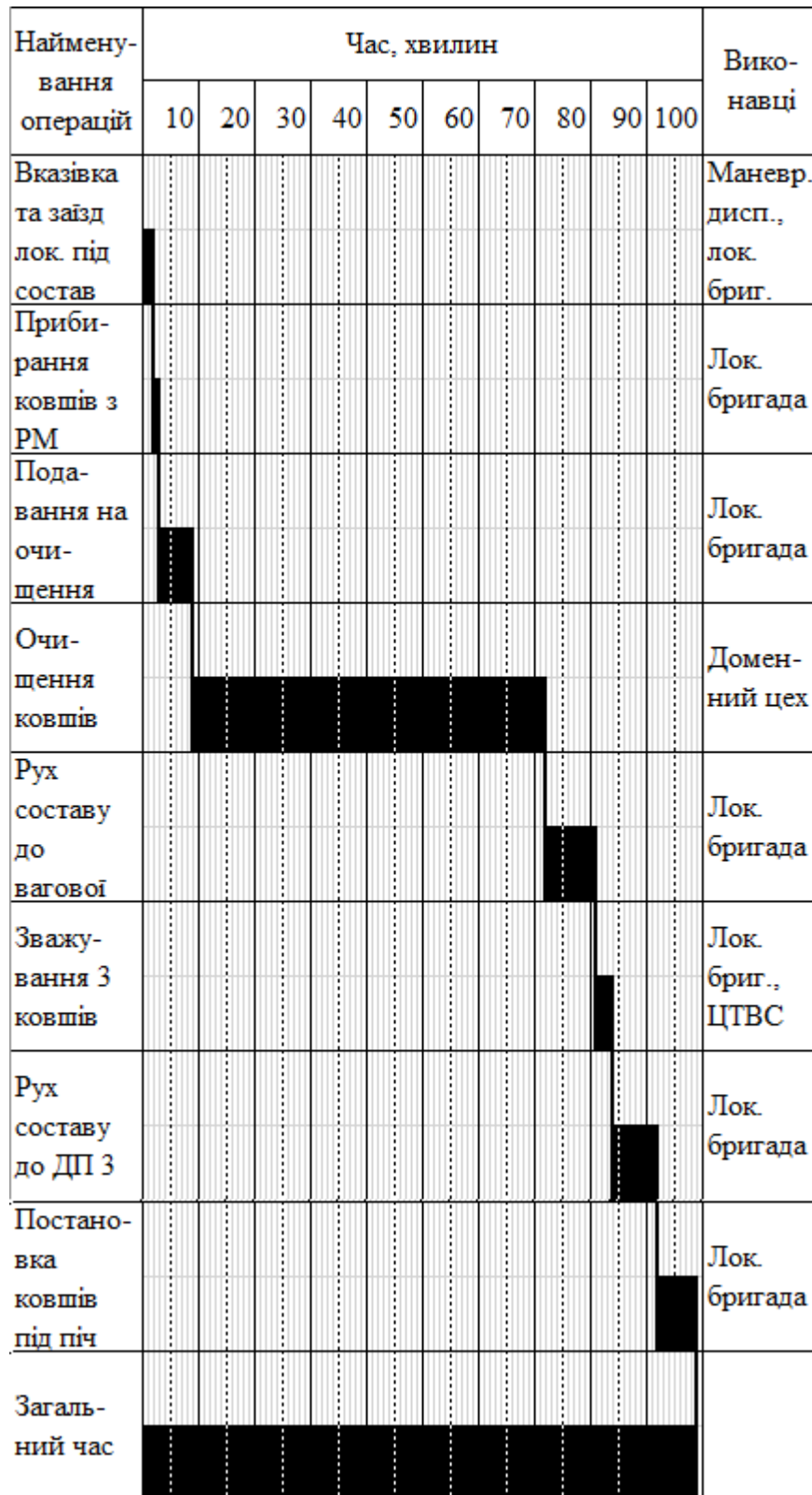


Рисунок 2.9 – Графік доставки ковшів з розливних машин до ДП 3 з очищенням від шлаку

На рисунку 2.10 показаний графік доставки ковшів з розливних машин до ДП 4 з очищенням від шлаку.

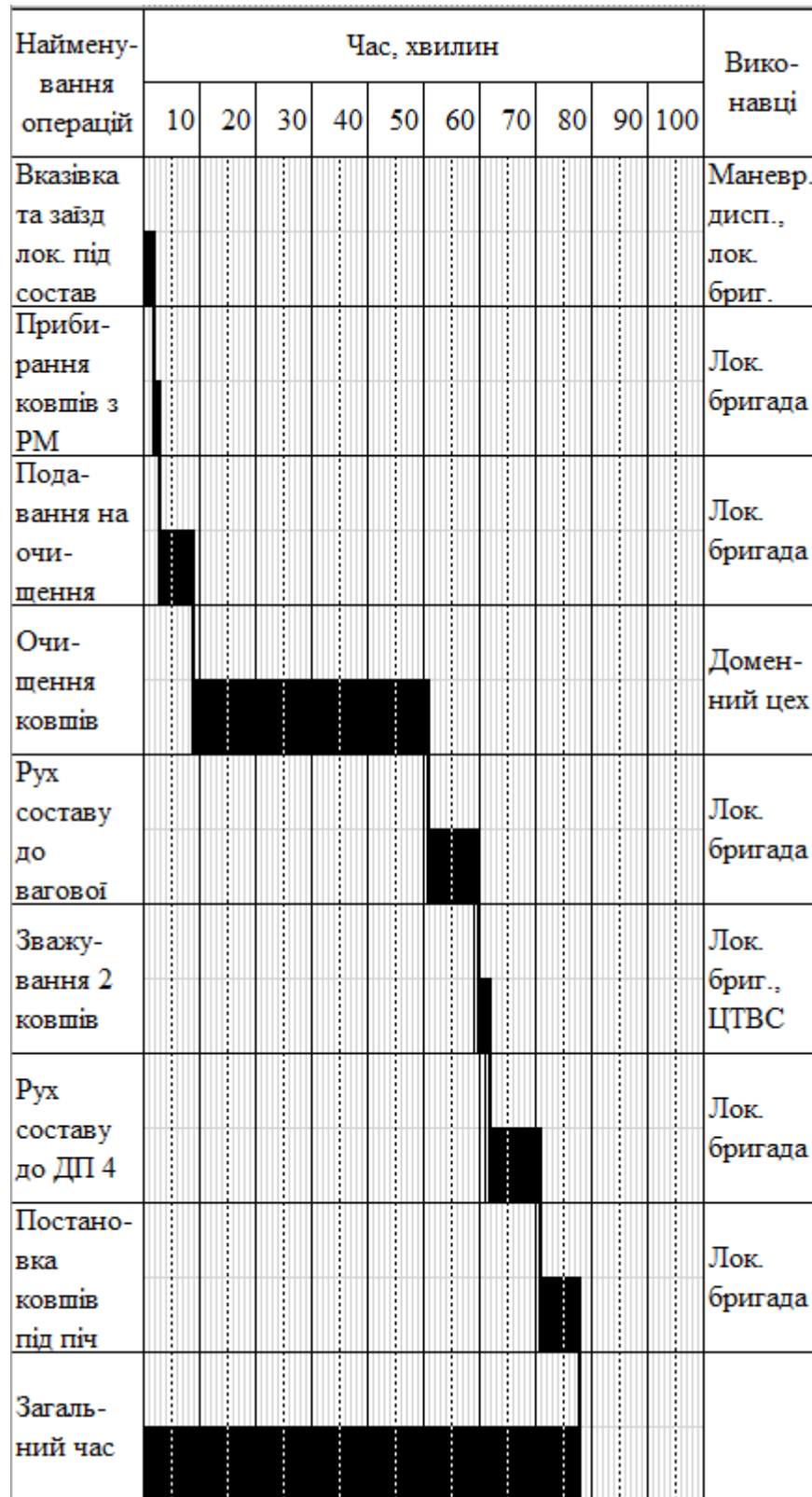


Рисунок 2.10 – Графік доставки ковшів з розливних машин до ДП 3 з очищенням від шлаку

З огляду на графіки 2.8-2.10 можна зробити висновок щодо доцільності такої технології визначення витрат на перевезення чавуну до розливних машин.

Відокремити состав з 3 чавуновозів та здійснювати перевезення наступним чином:

- виконати перевезення від ДП 3 до розливних машин;
- виконати злиття чавуну на розливних машинах;
- повернути порожній чавуновозний состав під налив чавуну на ДП 2;
- виконати перевезення від ДП 2 до розливних машин;
- виконати злиття чавуну на розливних машинах;
- виконати постановку одного чавуновоза на очищення;
- повернути порожній чавуновозний состав з 2 ковшів під налив чавуну на ДП 4;
- виконати перевезення від ДП 4 до розливних машин;
- після злиття ковшів забрати очищений ковш та повернути состав з 3 ковшів до ДП 3.

Після виконання даних етапів отримуємо повний цикл перевезення, який забезпечує доставку чавуну до розливних машин.

Щоб пересвідчитись в правильності використання даної технології розробимо графік за допомогою програми TrainGraph [7].

2.4 Розробка графіку обороту чавуновозного составу між розливними машинами та доменними печами

Прийmemo, що доменні печі випускають чавун кожні три години кожна, відповідно, для забезпечення рівномірності цеху у цілому, випуски здійснюються по чергово – кожну годину одна з печей.

Наприклад, завершення випусків піччю ДП 3 приймаємо о 1:00, 4:00, 7:00 і т.д.; ДП 2 – о 2:00, 5:00 і т.д.; ДП 4 о 3:00, 6:00 і т.д.

Тоді графік обороту составів, складений на підставі наведених раніше технологічних графіків, представлений на рисунку 2.11, потребує удосконалення, оскільки випуск ДП 3 не співпадає з першим варіантом графіку.

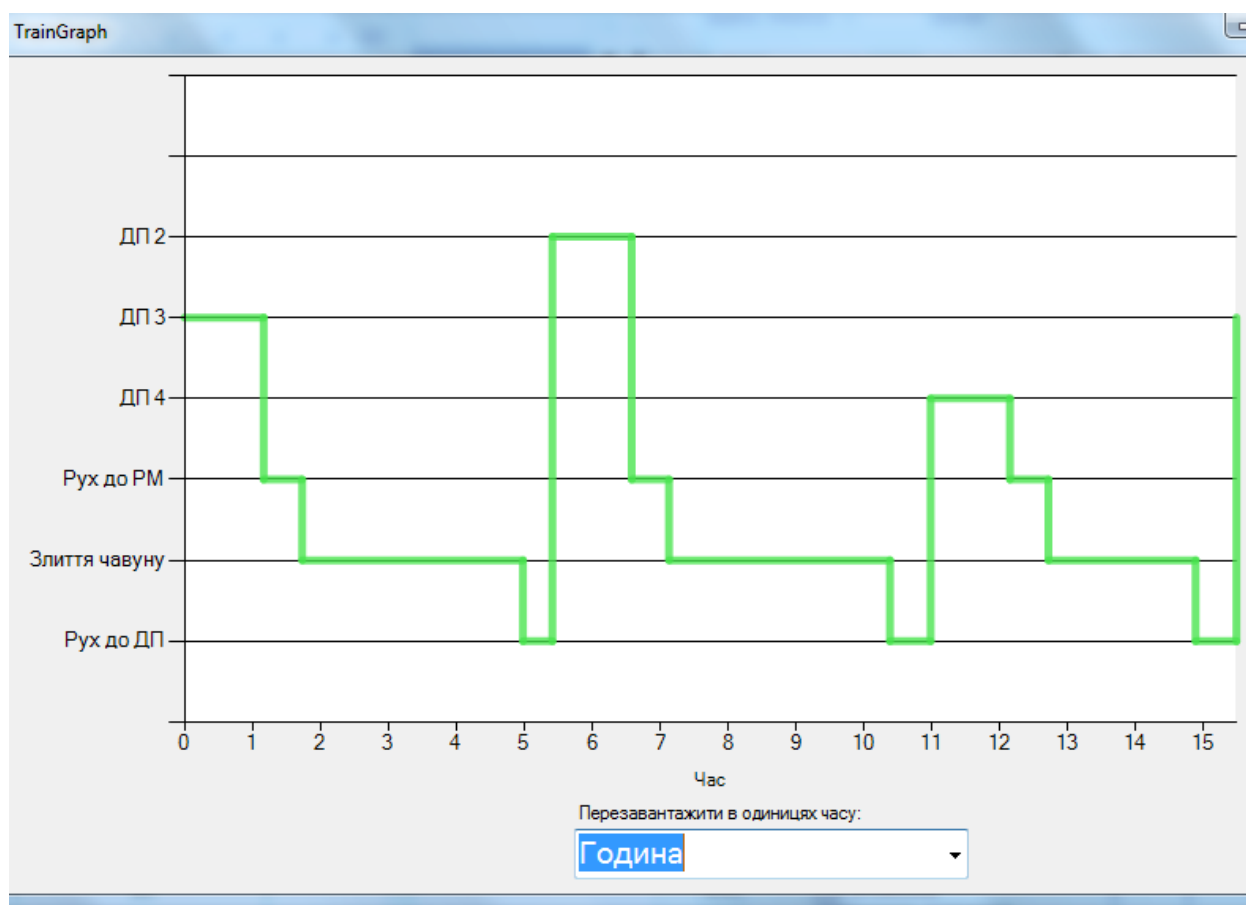


Рисунок 2.11 – Перший варіант графіку обороту составів

Відкоригований графік наведений на рисунку 2.12.

За цим графіком не співпадає закінчення випуску чавуну ДП 2 (цей час – 8:00), що показано на рисунку 2.13.

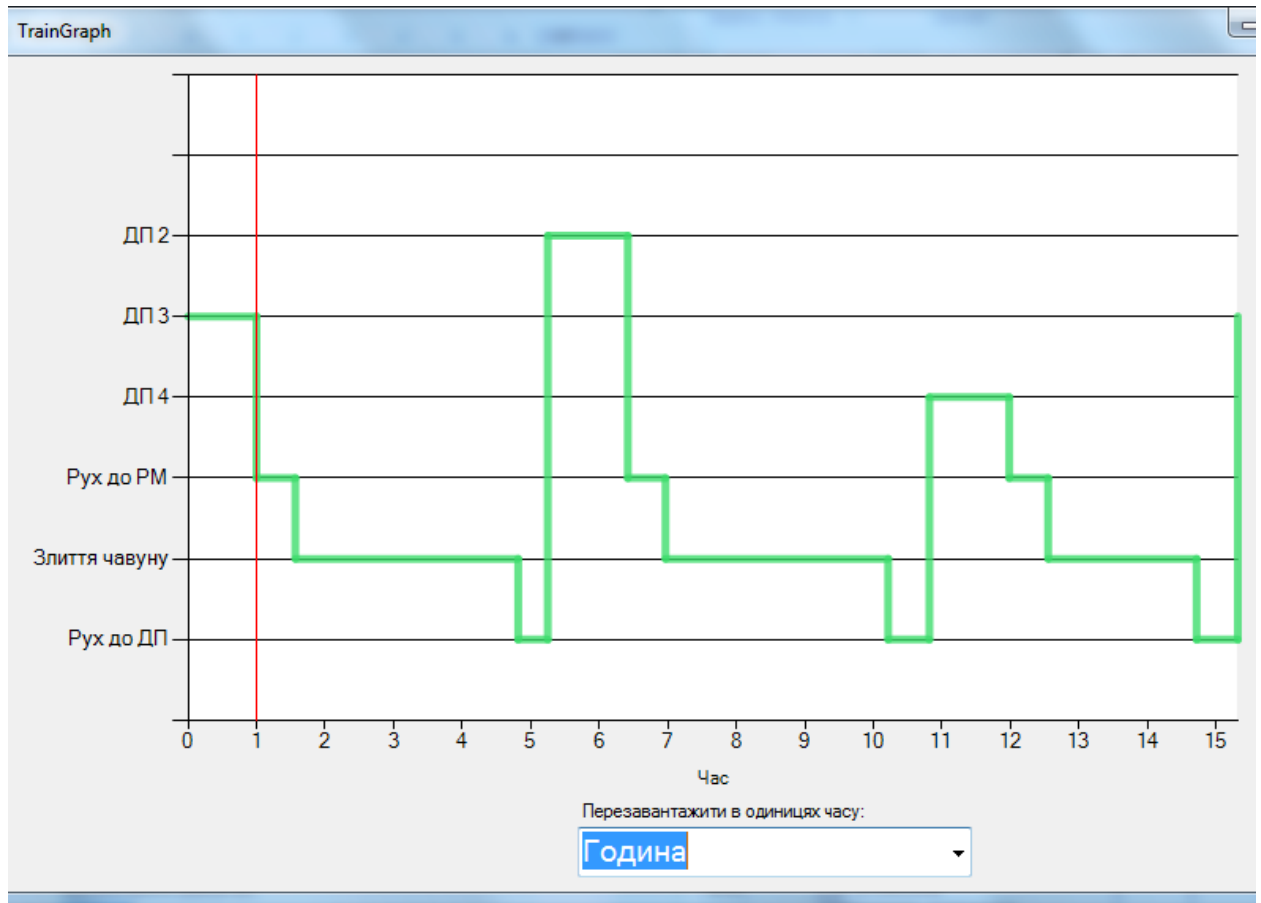


Рисунок 2.12 – Другий варіант графіку обороту составів

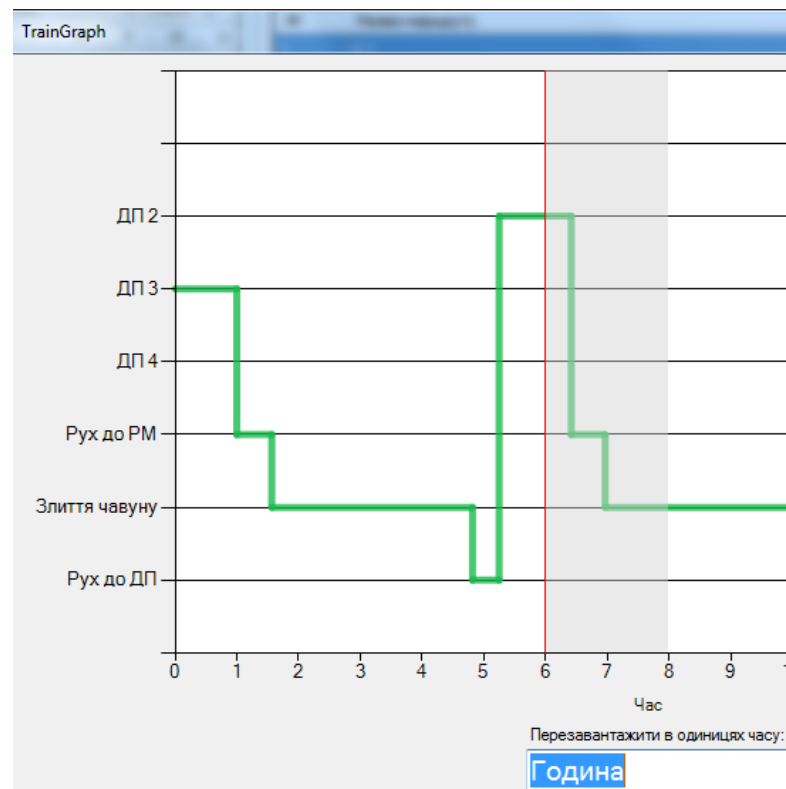


Рисунок 2.13 – Корегування графіку по випуску ДП 2

Виконуємо коригування – фрагмент третього варіанту графіку представлений на рисунку 2.14.

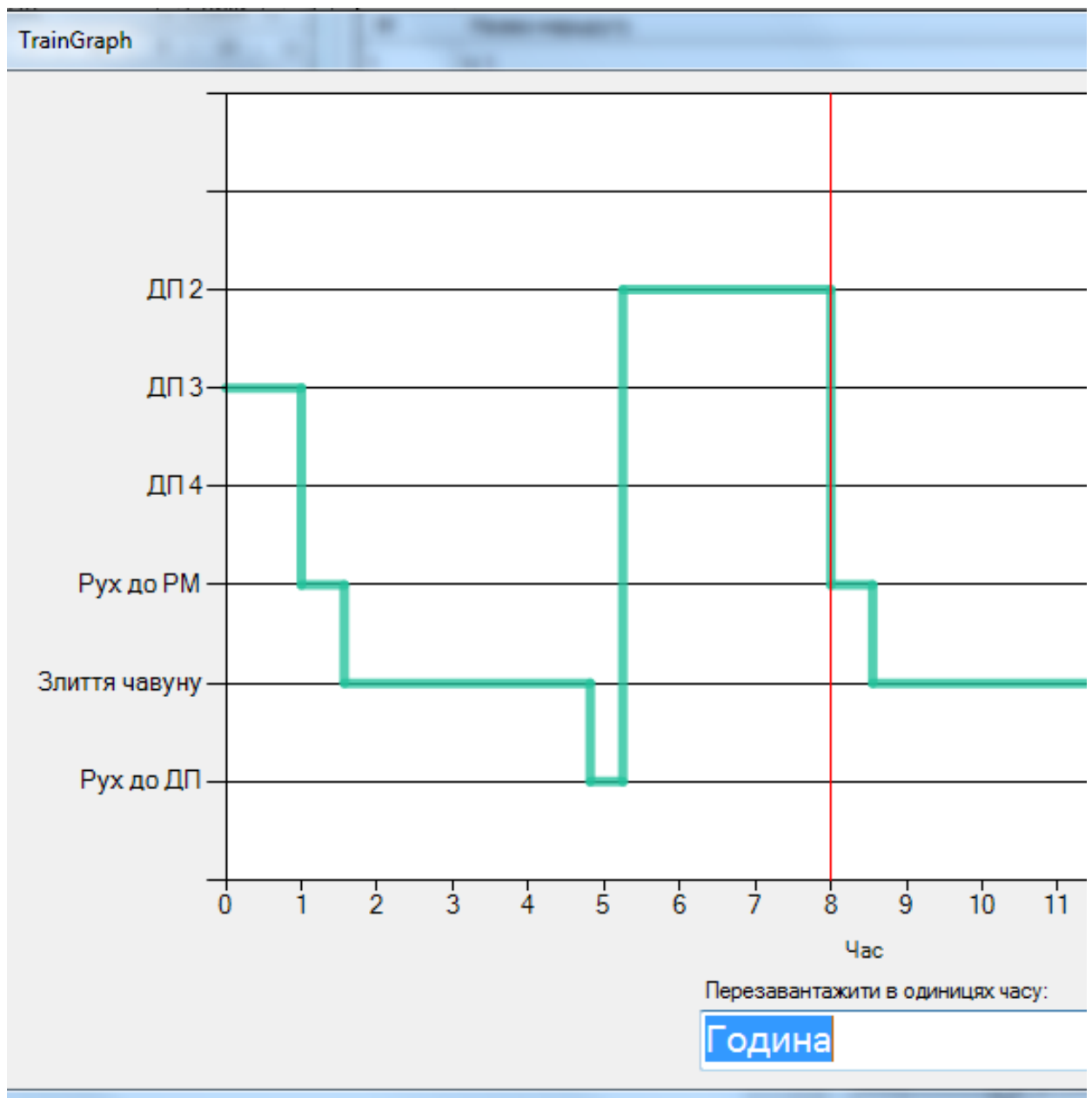


Рисунок 2.14 – Фрагмент третього варіанту графіку обороту составів

Надалі визначаємо необхідність коригування графіку по випуску ДП 4, що демонструє рисунок 2.15.

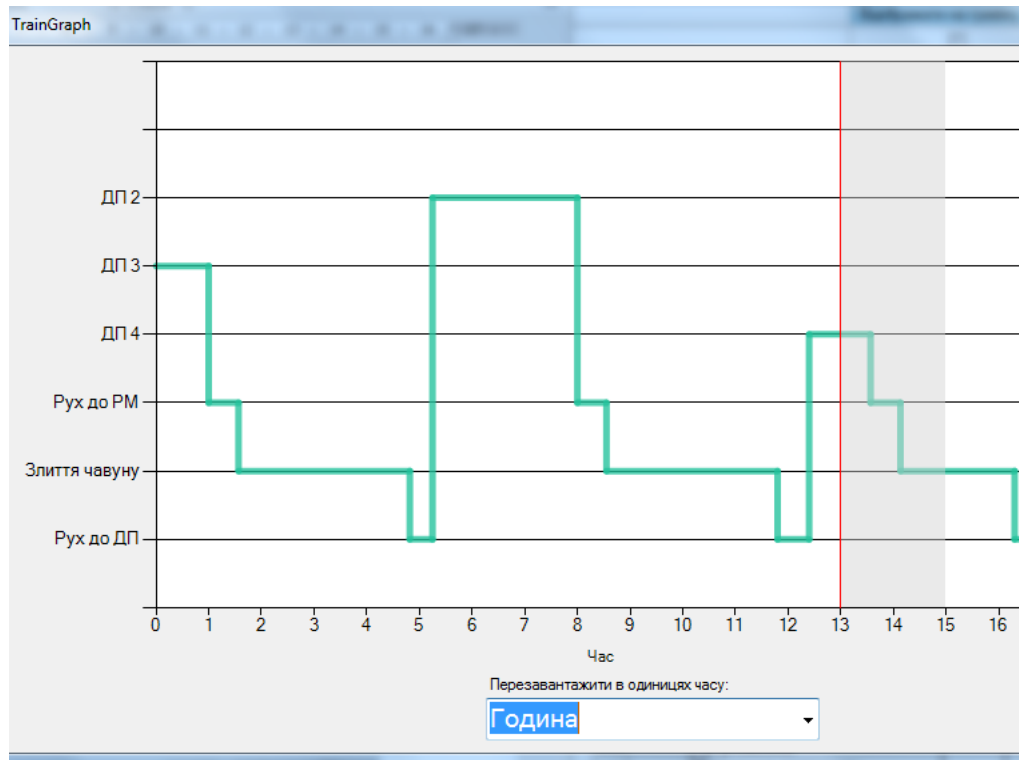


Рисунок 2.15 – Коригування графіку по випуску ДП 4

Відкоригований четвертий варіант графіку показаний на рисунку 2.16.

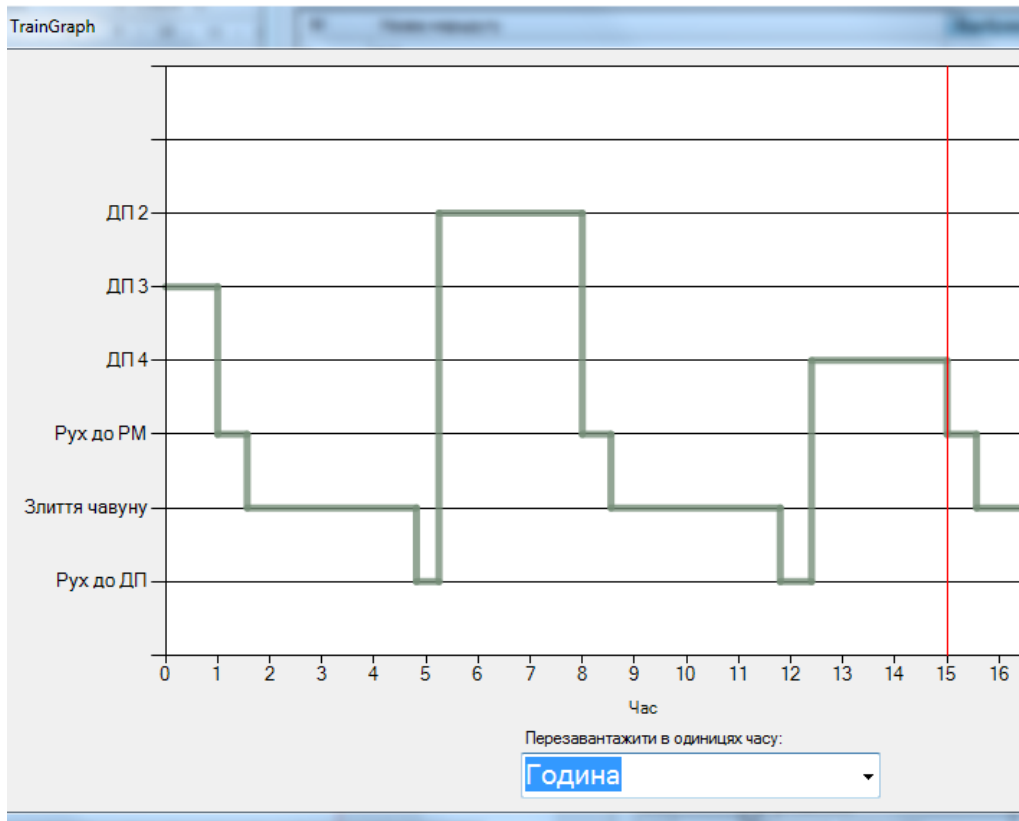


Рисунок 2.16 – Фрагмент четвертого варіанту графіку

Час випуску ДП 4 співпадає з ниткою графіку обороту чавуновозного составу.

Після цього завершуємо цикл повного обороту составу, ув'язуючи графік по ДП 3 (випуск о 21:00).

П'ятий і остаточний варіант графіку обороту чавуновозного составу показаний на рисунку 2.17.

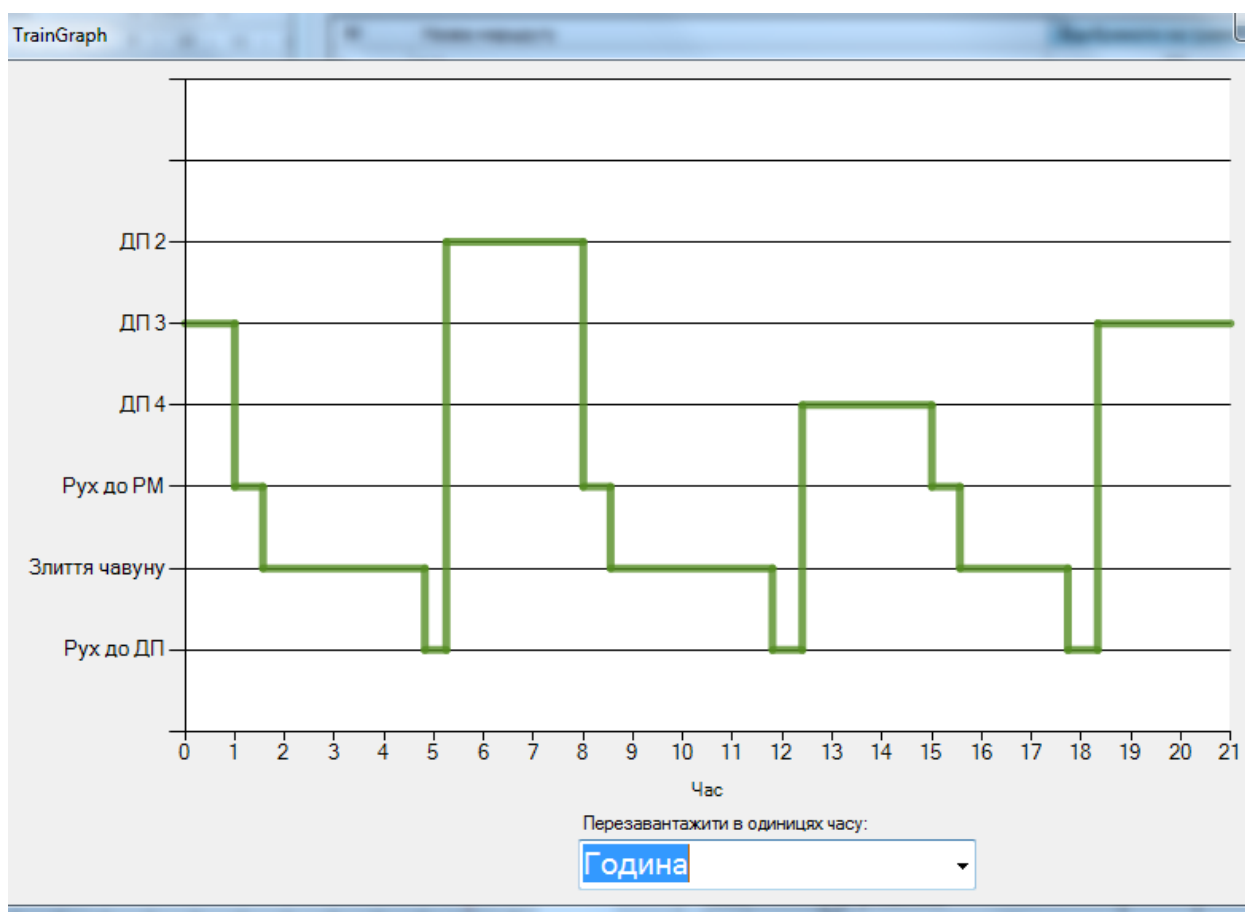


Рисунок 2.17 – Остаточний варіант графіку обороту чавуновозів задіяних на доставці чавуну до розливних машин

Згідно даного графіку, оборот составу складає 20 годин, що повною мірою забезпечує потребу у доставці заданого обсягу вантажу з урахуванням можливих оперативних коригувань в роботі, можливості очищення

додаткової кількості чавуновозних ковшів шляхом зняття їх з маршруту перевезень.

Згідно аналізу, тривалість роботи локомотива на перевезеннях порожніх чавуновозів становить 98 хвилин на добу.

Кількість задіяних чавуновозів – 8 одиниць.

Кількість розливних машин в роботі – 1 та 2.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технічні параметри доставки чавуну з доменних печей Запоріжсталі до розливних машин

Вирішення поставлених в аналітичній частині дипломної роботи завдань організації доставки рідкого чавуну в обсязі 15000 тонн на місяць до розливних машин дозволило встановити:

- розрахункові добові обсяги перевезень рідкого чавуну у чавуновозах;
- потрібну кількість розливних машин для виконання робіт з вивантаження чавуну;
- термін доставки чавуновозів з чавуном від доменних печей ДП 2...ДП 4 до розливних машин;
- час, який витрачається на роботу тягового рухомого складу в процесі перевезень рідкого чавуну;
- потребу у чавуновозних ковшах;

Результати обчислень представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні параметри організації доставки чавуну до розливних машин

№ з/п	Параметр	Значення технічного параметру	Один. виміру
1	Потрібна кількість чавуновозів для реалізації перевезень	8	од.

Продовження таблиці 3.1

№ з/п	Параметр	Значення технічного параметру	Один. виміру
2	Собівартість утримання чавуновозу	1500	грн./добу
3	Загальний обсяг перевезень вантажу	15000 180000	т/місяць т/рік
4	Обсяг маневрової роботи з перевезень порожніх чавуновозів	1,6	години/добу
6	Тривалість роботи мостового крану на ділянці розливних машин	8,7	годин/добу
7	Кількість чавуновозів, що очищаються від шлаку протягом добы	1	од.
8	Вартість очищення чавуновозу	2800	грн/од.

Кінець таблиці 3.1

№ з/п	Параметр	Значення технічного параметру	Один. виміру
9	Вартість краногодини	1230	грн/год.
10	Вартість локомотиво- години	1265	грн/год.
12	Собівартість перевезення тони вантажів на комбінаті	32	грн

3.2 Економічні показники перевезень чавуну до розливних машин комбінату Запоріжсталь

Підсумкові витрати $Z_{чрз}$ з організації перевезень чавуну до розливних машин комбінату Запоріжсталь у чавуновозах в доменному цеху визначимо згідно [8,9] за формулою:

$$Z_{чрз} = V_{утрч} + V_{счав} + V_{мчав} + V_{крм} + V_{очч} , \quad (3.1)$$

де $V_{утрч}$ – витрати на техобслуговування та утримання чавуновозів на комбінаті, грн;

$V_{счав}$ – собівартість перевезень чавуну , грн;

$V_{мчав}$ – витрати на маневрову роботу при поверненні під налив порожніх чавуновозів, грн;

$V_{крм}$ – витрати на роботу мостового крану на ділянці розливних машин з кантування чавуновозних ковшів, грн;

$V_{очч}$ – вартість витрат на очищення чавуновозів від шлаку, грн.

Витрати на техобслуговування та утримання чавуновозів $V_{утрч}$ на комбінаті визначимо за формулою:

$$V_{утрч} = 365 K_{чв} C_{чв}, \quad (3.2)$$

де $K_{чв}$ – кількість чавуновозів, що цілодобово потрібні для здійснення заданого обсягу перевезень, од.;

$C_{чв}$ – собівартість утримання чавуновозу, грн/добу.

Розрахуємо $V_{утрч}$ згідно (3.2):

$$V_{утрч} = 365 \cdot 8 \cdot 1500 = 4380000 = 4,38 \text{ млн грн/рік.}$$

Собівартість перевезень чавуну $V_{счав}$ розрахуємо за:

$$V_{счав} = Ч C_{сч}, \quad (3.3)$$

де $Ч$ – річний обсяг перевезень чавуну до розливних машин, т/рік;

$C_{сч}$ – собівартість перевезень, грн/т.

Визначимо $V_{счав}$ за (3.3):

$$V_{счав} = 180000 \cdot 32 = 5760000 = 5,76 \text{ млн грн/рік.}$$

Витрати на маневрову роботу $V_{\text{мчав}}$ при поверненні під налив порожніх чавуновозів визначимо за формулою:

$$V_{\text{мчав}} = 365 M_{\text{чав}} C_{\text{лчв}}, \quad (3.4)$$

де $M_{\text{чав}}$ – обсяг маневрової роботи з перевезень порожніх чавуновозів, локомотиво-годин/добу;

$C_{\text{лчв}}$ – вартість локомотиво-години, грн.

Визначимо $V_{\text{мчав}}$ за виразом (3.4):

$$V_{\text{мчав}} = 365 \cdot 1,6 \cdot 1265 = 738760 = 0,74 \text{ млн грн/рік.}$$

Витрати на роботу мостового крану $V_{\text{крм}}$ на ділянці розливних машин з кантування чавуновозних ковшів встановлюємо за допомогою наступної формули:

$$V_{\text{крм}} = 365 T_{\text{крм}} C_{\text{крм}}, \quad (3.5)$$

де $T_{\text{крм}}$ – час роботи мостового крану на ділянці розливних машин протягом доби, год./добу;

$C_{\text{крм}}$ – собівартість краногодини, грн/год.

Розраховуємо $C_{\text{дщ}}$ відповідно (3.5):

$$C_{\text{дщ}} = 365 \cdot 8,7 \cdot 1230 = 3905865 = 3,91 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість витрат на очищення чавуновозів $V_{очч}$ від шлаку встановимо за формулою:

$$V_{очч} = 365 N_{очч} C_{очч}, \quad (3.6)$$

де $N_{очч}$ – кількість очищених чавуновозів за добу, од.;
 $C_{очч}$ – вартість очищення чавуновозу від шлаку, грн.

Розрахуємо за (3.6):

$$V_{очч} = 365 \cdot 1 \cdot 2800 = 1022000 = 1,02 \text{ млн грн/рік.}$$

Визначаємо загальні витрати на доставку чавуну до розливних машин в умовах комбінату Запоріжсталь відповідно до формули (3.1):

$$\begin{aligned} Z_{чрз} &= 4380000 + 5760000 + 738760 + 3905865 + 1022000 = \\ &= 15806625 = 15,81 \text{ млн грн на рік.} \end{aligned}$$

Собівартість доставки рідкого чавуну до розливних машин становитиме:

$$15806625 / 180000 = 87,8 \text{ грн/т.}$$

Результати економічних розрахунків доставки рідкого чавуну до розливних машин показані у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати економічних розрахунків доставки рідкого чавуну до розливних машин

№ з/п	Показник	Значення, грн
1	Витрати на техобслуговування та утримання чавуновозів на комбінаті	4380000
2	Собівартість перевезень чавуну	5760000
3	Витрати на маневрову роботу при поверненні під налив порожніх чавуновозів	738760
4	Витрати на роботу мостового крану на ділянці розливних машин з кантування чавуновозних ковшів	3905865
5	Вартість витрат на очищення чавуновозів від шлаку	1022000
6	Загальна вартість	15806625
7	Собівартість перевезень чавуну (на 1 т)	87,8

У підсумку, рівень витрат на доставку чавуну становить близько 16 млн грн на рік, собівартість перевезень тони чавуну до розливних машин – 87,8 грн/т.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі здійснено заходи з організації доставки рідкого чавуну до розливних машин в умовах підприємства Запоріжсталь.

В ході роботи встановлено:

- розрахункові добові обсяги перевезень рідкого чавуну у чавуновозах;
- потрібну кількість розливних машин для виконання робіт з вивантаження чавуну;
- термін доставки чавуновозів з чавуном від доменних печей ДП 2...ДП 4 до розливних машин;
- час, який витрачається на роботу тягового рухомого складу в процесі перевезень рідкого чавуну;
- потребу у чавуновозних ковшах.

На підставі отриманих в розрахунковій частині технічних параметрів, встановлені економічні показники, а також рівень витрат на доставку чавуну у розмірі близько 16 млн грн на рік і собівартість перевезень тони чавуну до розливних машин – 87,8 грн/т.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ПАТ «Запоріжсталь»: Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь». URL: <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення 15.05.2024).
2. GMK Center : Офіційний сайт. URL : <https://gmk.center/> (дата звернення 20.05.2024).
3. Міжцехова інструкція із взаємодії працівників доменного, мартенівського, агломераційного цеха, цеху водопостачання, шлакоперероби, ТЕЦ, ВВО з працівниками Доменного залізничного району ЦЕ УЗТ при обслуговування залізничними перевезеннями. 2020. – 42 с.
4. Техніко-розпорядчий акт стації Доменна. ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 49 с.
5. «Запоріжсталь» Групи Метінвест роздуває доменну піч № 2 після капітального ремонту. URL : <https://zaporizhstal.com/pres-centr/novini/zaporizhstal-grupi-metinvest-rozduvaie-domennu-pich-2-pislja-kapitalnogo-remontu/> (дата звернення 20.05.2024).
6. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грін Д. С., 2015. – 264 с.
7. Середа Б.П. Підвищення експлуатаційної стійкості та ефективності роботи промислового транспорту в умовах металургійного підприємства: монографія / Б.П. Середа, С.М. Турпак, І.В. Кругляк, О.О. Острогляд, Д.Я. Муковська, Д.Б. Середа, Д.О. Кругляк. – Кам'янське: ДДТУ, 2021. – 272 с.
8. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.

9. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: ст. викл. Харченко Т.В. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2020. – 36 с.