

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**
Навчально - науковий інститут транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної випускної роботи**


освітній ступінь - магістр
спеціальність - 273 – «Залізничний транспорт»
спеціалізація «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

на тему: «ОРГАНІЗАЦІЯ ШВИДКІСНОГО І ВИСОКОШВИДКІСНОГО
РУХУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ НА МЕРЕЖІ ЗАЛІЗНИЦЬ»

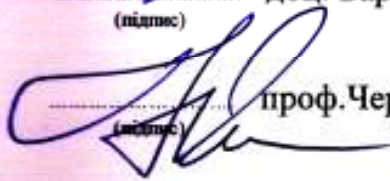
Виконав
Здобувач вищої освіти
групи ІБЗТ-19зм


..... Мішуков Є.О.
(підпис)

Керівник:


..... доц. Баранов І.О.
(підпис)

Завідувач кафедри:


..... проф. Чернецька-Білецька Н.Б.
(підпис)

Рецензент:


..... Вісук Є.В.
(підпис) (ініціали і прізвище)

Севєродонецьк – 2021

1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Практика роботи залізниць щодо підвищення швидкостей руху пасажирських поїздів

Робота по підвищенню швидкостей руху на залізницях в нашій країні велася з моменту їх спорудження та перервалася з початком Великої Вітчизняної Війни. Проте, відразу ж в післявоєнні роки в країні розгорнулося серійне виробництво тепловозів, які змінили паровози. Наймасовіший тепловоз ТЕЗ був вантажним локомотивом, конструкційна швидкість якого дорівнювала всього 100 км / год, максимальна швидкість пасажирського ТЕ7 (створеного на базі ТЕЗ) дорівнювала 140 км / год. У 1947 -1950 рр. Коломенський паровозобудівний завод побудував перший пасажирський паровоз з конструкційною швидкістю 125 км / год. Тоді ж радянська промисловість почала випускати нові суцільнометалеві пасажирські вагони. Старі вагони з дерев'яними кузовами в силу слабкості конструкції перешкождали збільшенню швидкості руху пасажирських поїздів понад 100 км / год. Також зростання швидкостей руху сприяли централізація стрілок, обладнання залізничних ліній диспетчерською централізацією, обладнання локомотивів АЛСН (автоматичною локомотивною сигналізацією безперервного дії) і впровадження поїзного радіозв'язку. Більше уваги організації руху поїздів при підвищених швидкостях стало приділятися в нормативно-конструктивної документації, зокрема у виданій в 1952 р нової «Інструкції по сигналізації на залізницях Союзу РСР».

Але недостатня потужність конструкції колії та численні тимчасові мости (побудовані замість зруйнованих під час війни) були суттєвою перешкодою для збільшення швидкості руху. Найбільш сприятливим напрямком на мережі залізниць для підвищення швидкостей руху поїздів в цей період була магістраль Москва - Ленінград. З 1955 р по 1960 р на лінії була проведена суцільна ревізія штучних споруд і в необхідних випадках посилили мости, шляхопроводи, труби. У шлях були укладені рейки типу Р50, піщаний баласт замінили щебеневим. Проведена на лінії Москва - Ленінград робота щодо посилення шляху дозволила

в літньому графіку 1956 р підняти допустимі швидкості руху по окремих перегонах до 100 км / год, а по ряду станцій до 80 км / год.

У 1962 р Калінінський завод приступив до випуску вагонів на візках нової модифікації - КВЗ-ЦНИИ, що забезпечують безпечний та комфортний рух зі швидкостями до 160 км / год, в той же час до кінця року завершилася електрифікація лінії. Все це дозволило в 1963 р організувати регулярний швидкісний рух (використовувалися електровози ЧС2) денних експресів «Аврора», маршрутна швидкість якого в 1965 р досягла 130,4 км / год.

Після успішного випробування в 1963 р стрілочного переводу марки 7ц шляхові пристрої могли більше не стримувати зростання швидкостей.

У 1967 р було затверджено технічне завдання на 14-вагонний електропоїзд постійного струму напругою 3 кВ типу ЕР200 розраховану на конструкційну швидкістю 200 - 250 км / год. У 1973 р поїзд був виготовлений на Ризькому вагонобудівному заводі. У складі електропоїзда ЕР200 - два головних і дванадцять проміжних моторних вагонів, причому головні вагони не мали тягового обладнання. У 1974 - 1975 рр. поїзд пройшов обкатувальні випробування на швидкісному полігоні ВНИИЖТа Білоріченська - Майкоп. Там же вперше була досягнута швидкість 210 км / год. Випробування на Жовтневій залізниці почалися в 1976 р перші ж рейси виявили недостатню надійність деяких вузлів. Роботи по їх налагодженні тривали 6 років. У 1984 році було прийнято рішення введення швидкісного поїзда в регулярну експлуатацію повітряним потоком при високій швидкості руху поїзда. Після дослідження допустимих швидкостей руху на ділянках з різним ступенем відступів в плані і профілі, був зроблений висновок, що експлуатація електропоїзди на лініях зі змішаним рухом без обмеження швидкості можлива тільки при постійному контролі за рівнем відступів.

Регулярна експлуатація електропоїзди розпочалася 1 березня 1984 роки * (час ходу під час перевезення становило 4год. 59хв., що відповідало маршрутної швидкості руху $V_M = 130,4$ км / год). Початку постійної експлуатації передувала розробка відповідного графіка руху. Для пропуску ЕР200 один раз в тиждень в

світлий час доби на напрямку С-А були виділені вікна графіка по одному головному шляху, а на наступну добу - по другому. Це було виконано без шкоди для інших пасажирських і вантажних поїздів. У наступні 1987 - 1988 рр. був проведений капітальний ремонт ряду ділянок, що дозволило збільшити маршрутну швидкість до $V_M = 150$ км / год. Однак число запізнень в ці роки збільшилася в 20-30 разів у порівнянні з 1986 р Проведений аналіз показав,

У 1989 р почалося виготовлення вагонів для другого поїзда EP200.

3.3. Економіко-математична модель по встановленню раціональних заходів, що забезпечують підвищення швидкостей руху пасажирських поїздів

Прийняті в якості критерію оптимального розвитку пропускної і провізної здатності, наведені сумарні витрати включають в себе капітальні вкладення на і - му етапі - K_j , і експлуатаційні витрати на пересування поїздів на і-му етапі - E_i , які складаються з витрат відносяться до пасажирського і вантажного руху:

$$E_i = E_i^{nc} + E_i^{zp}$$

У свою чергу E^{nc} з визначається за формулою:

$$E_i^{nc} = E_i^{nc.ob.} + E_i^{nc.sk.}$$

де $E_i^{nc.ob.}$ - витрати, пов'язані з рухом звичайних пасажирських і приміських поїздів;

$E_i^{nc.sk.}$ - то ж для швидкісних або високошвидкісних пасажирських поїздів.

Експлуатаційні витрати, пов'язані, перш за все, з майбутнім обсягом перевезень і визначаються за видатковими ставками на одиницю експлуатаційної роботи. Для порівняння різних варіантів організації руху поїздів і станційної роботи експлуатаційні витрати, можна враховувати не все, а лише ту частину, яка змінюється під впливом мінливих в варіантах експлуатаційних

показників [71].

Експлуатаційні витрати в загальному вигляді, визначаються з виразу [41]:

$$E = E_{\delta} + E_{ост} + E_p^e + E_p^r + E_{мех} + E_{пч}$$

де E_{δ} - витрати по пересуванню поїздів, які включають витрати, пов'язані з простоем поїздів на роздільних пунктах;

$E_{ост}$ - витрати, викликані зупинками поїздів;

E_p^e - реноваційні відрахування на вагони;

E_p^r - реноваційні відрахування на вагони;

$E_{мех}$ - витрати на механічну роботу поїзда або енергетичні витрати;

$E_{пч}$ - витрати, пов'язані з витратами часу пасажирів на поїздку де СПП - собівартість пересування одного поїзда на добу;

Річні експлуатаційні витрати на пересування поїздів:

$$E_{\delta} = 365 \cdot C_{пн} \cdot \sum n$$

$C_{пн}$ - кількість поїздів на добу.

$\sum n$ - кількість потягів за добу.

Річні експлуатаційні витрати (в частині енергетичних витрат), що викликаються зупинками поїзді

$$E_{ост} = 365 \cdot C_{ост} \cdot k \cdot \sum n$$

$C_{ост}$ - середня собівартість однієї зупинки поїзда;

k – кількість зупинок, що приходяться на один поїзд.

Реноваційні відрахування на вагони:

$$E_p^e = B_{и} \cdot Ц_{в} \cdot \alpha_{рен}^e$$

$Ц_{в}$ – середня вартість одного вагона;

$B_{и}$ – інвентарний парк вагонів;

$\alpha_{рен}$ – відсоток реноваційних відрахувань.

Реноваційні відрахування на локомотиви:

Цл – середня вартість одного локомотива;

Ми – інвентарний парк локомотивів;

$a_{рем}$ – відсоток реновацій них відрахувань.

Значення $C_{плз}$, $C_{ост}$, $B_{и}$, $M_{и}$ визначаються за загальними формулами [67,69,71], які представлені в [56].

Річні витрати на механічну роботу поїзда або енергетичні витрати [70]:

$$E_{мех} = \frac{2 \cdot 365 \cdot (P + Q) \cdot (w_0 + i_3)}{1000} \cdot L \cdot \sum n \cdot c,$$

де P - вага локомотива брутто, т;

Q - вага поїзда брутто, т;

c_3 - видаткова ставка на 1 ткм механічної роботи, грн;

w_3 - середньозважений питомий опір;

i_3 - еквівалентний ухил на напрямку;

L - загальна протяжність напрямку, км.

Істотний вплив на величину найвигіднішої швидкості руху пасажирських поїздів, а також і на межі найбільш економічно доцільних сфер застосування різних видів транспорту може надати облік ефекту від прискорення перевезень пасажирів [41]. Однак наявні в даний час пропозиції по оцінці пасажиро-години потребують ґрунтовної перевірки. У роботах [3,4] пропонується визначати пасажиро-годину за такою формулою:

$$C_{пч} = \frac{ЧНД_t}{365 \cdot 24 \cdot Ч_t}$$

де $ЧНД_t$ (- чистий національний дохід країни за рік t;

$Ч_t$ - загальна чисельність населення країни за рік i.

Звідси витрати, пов'язані з витратами часу пасажирів в дорозі будуть визначатися:

$$E_{пч} = 2 \cdot 365 \cdot C_{пч} \cdot \sum_{i=1}^m (\lambda_i \cdot N_i \cdot \frac{L_i}{V_{mi}} \cdot \beta_i)$$

де N_i - населеність поїзда i -го призначення, чол;

β_i - коефіцієнт, що характеризує заповнюваність складу i -го призначення;

λ_i - коефіцієнт, що характеризує періодичність звернення поїзда i -го призначення протягом року;

L_i - протяжність маршруту прямування поїзда i -го призначення, км;

V_{Mi} - маршрутна швидкість поїзда i -го призначення, км і год;

m - кількість призначень поїздів на даному залізничному напрямку.

Експлуатаційні витрати пов'язані з вантажним рухом E_i^{sp} розраховуються аналогічно, тільки без урахування витрат пов'язаних з витратами часу пасажирів в дорозі.

Поряд із загальними експлуатаційними витратами необхідно враховувати додаткові, що виникають при зміні організації руху поїздів або технічного оснащення лінії.

Було встановлено, що після введення на існуючій лінії швидкісного пасажирського руху посилити пропускну здатність можна, збільшуючи кількість приймально-відправних колій на станціях і споруджуючи третій головний шлях, спеціалізований під приміський рух. У цьому випадку виникають експлуатаційні витрати на утримання додаткових приймально-відправних шляхів [68]:

$$E_{сод}^{ноп} = 365 \cdot e_{ноп}^{км} \cdot l_{ноп}$$

де $e_{ноп}^{км}$ - видаткова ставка на утримання 1-го км приймально шляху в добу;

$l_{ноп}$ загальна тривалість додаткових приймально відправних колій, км.

А також витрати на утримання додаткової головної колії, спеціалізованої під приміський рух [68]:

$$E_{сод}^{д.гл.} = 365 \cdot e_{гл.п}^{км} \cdot L_{пр}$$

де $e_{гл.п}^{км}$ - видаткова ставка на утримання 1 км головного шляху і засобів СЦБ і зв'язку на добу;

$L_{пр}$ - протяжність головних колій, спеціалізованих під приміський рух.

При організації руху з'єднаних поїздів з'являються додаткові витрати по утриманню подовженою частини приймально-відправних колій. А також витрати, пов'язані з простоем поїздів при з'єднанні та додатковим простоем

одного із з'єднаних поїздів в очікуванні накопичення другого складу. Експлуатаційні витрати на утримання подовженою частини приймально-відправних колій розраховуються за формулою [69]:

$$E_{удл} = 365 \cdot [e_{ноп}^{км} \cdot (l - l_{удл})]$$

де l - загальна довжина (на всіх станціях) приймально-відправних шляхів до подовження, км;

$l_{удл}$ - те ж після подовження, км.

- Час на з'єднання і роз'єднання поїздів (відповідно), визначене в пункті 3.3 цієї роботи, год.

Додаткові простой вантажних поїздів при їх з'єднанні розраховуються наступним чином:

$$E_{соед} = C_n \cdot (T_{ож} + N_{зр}^{об} \cdot \gamma_c \cdot (t_c + t_p))$$

$N_{зр}^{об}$ - загальні розміри вантажного руху;

$T_{ож}$ - загальні простой усіх складів з'єднаних поїздів в очікуванні з'єднання, год.

γ_c - коефіцієнт з'єднання поїздів;

t_c, t_p - час на з'єднання і роз'єднання поїздів відповідно.

Після спорудження третього шляху виникають додаткові витрати на його утримання [80]:

$$E_{тр.п} = 365 \cdot e_{зл.п}^{км} \cdot L$$

В результаті направлення на кружну лінію додаткового вантажопотоку можуть змінитися її основні експлуатаційні показники, і навіть система освоєння вантажопотоку [71]. В цьому випадку необхідно враховувати різницю експлуатаційних витрат до відхилення вантажопотоку і після:

$$E_{кр} = E_{кр}'' - E_{кр}'$$

де $E_{кр}'$ - експлуатаційні витрати на кружну лінію до відхилення на неї вантажопотоку;

$E_{кр}''$ - експлуатаційні витрати на кружну лінію після відхилення на неї вантажопотоку;

Введення в дію ВШМ викликає додаткові експлуатаційні витрати на утримання нової магістралі, проте було встановлено (пункт 2.1), що зміст спеціалізованої магістралі залишиться на рівні витрат на звичайній залізничній лінії:

$$E_{ВШМ} = 2 \cdot 365 \cdot e_{21.п}^{км} \cdot L_{ВШМ}$$

де $L_{ВШМ}$ - протяжність ВШМ, км.

У порівнюваних варіантах експлуатації, особливо пов'язаних зі зміною швидкостей руху поїздів, повинні бути враховані капітальні вкладення в рухомий склад, а також на посилення колійного розвитку залізничної лінії, крім тих, що не залежать від розглянутих факторів.

Для введення на існуючих лініях швидкісного руху необхідні капітальні вкладення на реконструкцію лінії кількісні показники, яких були визначені в пункті 2.1. А також капітальні вкладення в парк швидкісного рухомого складу визначаються для локомотивів [5]:

$$K_{ск.л.} = M_{инв.ск.} \cdot Ц_{ск.л.}$$

Де $M_{инв.ск.}$ - інвентарний парк швидкісних локомотивів.

$Ц_{ск.л.}$ - середня вартість швидкісного локомотива, грн.

для вагонів:

$$K_{ск.в.} = B_{инв.ск.} \cdot Ц_{ск.в.}$$

де $B_{инв.ск.}$ - інвентарний парк швидкісних вагонів.

$Ц_{ск.в.}$ - середня вартість швидкісного вагона, грн.

Аналогічно визначаються капітальні вкладення в рухомий склад при організації руху високошвидкісних поїздів. Слід зазначити, що при організації швидкісного або високошвидкісного пасажирського руху необхідно коригувати капітальні вкладення в рухомий склад на суму повернення вартості вивільняється пасажирського рухомого складу [57]:

$$\Delta K_{\text{вмсв}} = M_{\text{вмсв}} \cdot C_{\text{л}}^{\text{ср.б.}} + B_{\text{вмсв}} \cdot C_{\text{в}}^{\text{ср.б.}}$$

$M_{\text{вмсв}}$ - кількість звільнених з обігу локомотивів, внаслідок заміни їх на локомотиви нового покоління;

$B_{\text{вмсв}}$ - те ж для вагонів;

$C_{\text{л}}^{\text{ср.б.}}, C_{\text{в}}^{\text{ср.б.}}$ - середня балансова вартість відповідно локомотивів і вагонів.

Умовно до капітальних факторів можна віднести і вартість вантажу. Врахування цього фактора дозволяє виразити прискорення або сповільнення доставки вантажів на відповідні заходи:

$$K_{\text{зп}} = \frac{C_{\text{зп}} \cdot L}{365 \cdot 24} \cdot \left(\sum P^{\text{зп}} \cdot \left(\frac{1}{V_{\text{уч}2}^{\text{зп}}} - \frac{1}{V_{\text{уч}1}^{\text{зп}}} \right) + \sum P^{\text{об}} \cdot \left(\frac{1}{V_{\text{уч}2}^{\text{об}}} - \frac{1}{V_{\text{уч}1}^{\text{об}}} \right) \right)$$

Де $\sum P^{\text{зп}}, \sum P^{\text{об}}$ - сумарний вантажопотік відповідно в навантаженому і зворотному напрямку, т;

$V_{\text{уч}1}^{\text{зп}}, V_{\text{уч}1}^{\text{об}}$ - швидкість проходження вантажних поїздів по ділянці до проведення, будь-якого заходу відповідно в навантаженому і зворотному напрямку, км / год;

$V_{\text{уч}2}^{\text{зп}}, V_{\text{уч}2}^{\text{об}}$ - то ж після проведення заходу, км/год;

$C_{\text{зп}}$ - середня вартість вантажу, грн.

Однак за останні 10 років в країні не велося будівництва нових ліній, других і третіх головних шляхів не здійснювався масовий випуск рухомого складу. Тому оцінка вартості та витратних ставок, зазначені вище, в різних економічних джерелах відрізняються на порядок. Вартість споруди ВШМ з багатьох причин сьогодні є величиною невизначеною, без достатньої опрацювання прогнозу окупності проекту. Через це неможливо планувати частку капітальних вкладень, що залучаються за рахунок приватних інвесторів, акціонування і капітальних вкладень з боку держави.

Оскільки величини витратних ставок взяті з різних джерел, а оцінка капітальних вкладень і вартості пасажиро години проведена досить приблизно,

виникла необхідність варіювання цих величин. Такі варіаційні розрахунки допоможуть виявити тенденції раціональних термінів реконструкційних заходів на лінії в різних умовах фінансування і ступеня достовірності рівня цін і витратних ставок.

Для вирішення завдання вибору оптимальних термінів переходу з одного етапу на інший в n-етапної схемою розвитку провізної здатності можна застосовувати відомі математичні методи: модифікації методу локальних варіацій, градієнтні методи, метод ітерацій і ін. [1,10,46,52]. Однак в поставленому завданню крім термінів проведення організаційно-технічних заходів щодо підвищення швидкостей пасажирських поїздів, невідомими є параметри руху $(V_{nc\ i}^{ck}, \gamma_i^c, n_i^{III}, n_{кр}^{зр}, \sigma_i^{BCM})$. При цьому умови рішення задачі перерахованими методами буде утруднено. Тому для знаходження оптимального рішення передбачається застосовувати метод, заснований на принципах умовної оптимізації кожного етапу. Таким способом є метод динамічного програмування запропонований проф. А.М. Макароцьким для вирішення багатовимірних задач [44]. У даній роботі для знаходження мінімуму цільової функції пропонується використовувати модифікований метод динамічного програмування.

Методика розв'язання задачі на прикладі трьохетапного розвитку лінії (і = 3) з підвищенням швидкостей руху пасажирських поїздів по схемі: І - Швидкість - Тр - ВШМ для розрахункового терміну $T = 30$ років зводиться до наступного.

Необхідно знайти оптимальні терміни введення кожного етапу x_1, x_2, x_3 і оптимальні параметри руху $V_{nc\ 1}^{ck}, n_2^{III}, \sigma_3^{BCM}$ з огляду на обмеження (1.2 - 1.5) при заданому числі швидкісних пасажирських поїздів = 12 пар поїздів. Для дотримання обмеження [34] попередньо потрібно визначити для кожного технікотехнологічного стану лінії терміни вичерпання провізної здатності U по загальновідомим формулами розрахунку пропускну здатності. При визначенні E "б найбільш трудомісткою операцією обчислення сумарних наведених перевізних витрат на кожному етапі при відомих терміни дії цього етапу. Залежність перевізних витрат на і-му етапі експлуатації лінії від часу, в умовах монотонного зміни вантажопотоку, являє собою нелінійну зростаючу

функцію. Тому для скорочення розрахунків попередньо були підраховані значення наведених перевізних витрат в декількох точках рівномірно взятих в межах можливого періоду експлуатації лінії при різних техніко-технологічних оснащеннях. Отримані були апроксимовані поліномом другого ступеня: $at^2 + bt + c$. Далі сумарні перевізні витрати при різних допустимих ds / i $x_{i+1} + i$ розраховувалися за формулою

$$\int_{t=x_i}^{x_{i+1}} (at^2 + bt + c) dt = \frac{a}{3} \cdot (x_{i+1}^3 - x_i^3) + \frac{b}{2} \cdot (x_{i+1}^2 - x_i^2) + c \cdot (x_{i+1} - x_i)$$

Для подальших розрахунків складається таблиця наступної форми [34]. Кожен захід щодо підвищення швидкостей пасажирських поїздів представлено в ній одним з i -етапів розвитку лінії, для здійснення якого потрібні капіталовкладення A . Сумарні наведені перевізні витрати на кожному етапі i приведені до розрахункового року капіталовкладення складуть загальні приведені витрати E_{ob} за розрахунковий термін T_r . За методом динамічного програмування, процес розвитку провізної здатності лінії необхідно проводити з останнього етапу при фіксованих параметрах попередніх. Останнім етапом (кроком) розвитку провізної здатності лінії буде експлуатація ВШМ. Так як єдиною відомою величиною є розрахунковий термін $T_r = 30$ років, то можна оптимізувати параметри останнього етапу підвищення швидкостей. Для початку зафіксуємо стан системи на i -м і 2 -м етапі розвитку в допустимих межах (1.2 - 1.5), приймемо $ds, + = 10$ і $JS_j = 15$. Також зафіксуємо стан системи в кінці першого і другого кроку певними максимально можливими значеннями $K_{яс}^{**} = 200$ км / год, $n_{ш} + 2 = 20$ пар поїздів. Тепер критерій E_{ob} залежить тільки від величини $\langle T \rangle$ см, тобто застосовується на даному етапі управління і терміну його проведення - $лс^*$. Змінюючи змінні X_j і $сг3ВШМ$ можна знайти умовно оптимальний термін введення в експлуатацію ВШМ при оптимізованому параметрі $сгfCM$. Для початку приймемо $\langle jfCM = 0,8$ і для цього значення знайдемо оптимальний термін введення 3-го етапу на основі порівняння отриманих значень E_{ob} . Згідно обмеження (1.2) $X_2 \langle X_3 \langle * \rangle$ введення третього заходу повинен настати не пізніше як закінчиться термін вичерпання пропускну

спроможності. Припустимо, що при визначенні технічного терміну вичерпання пропускної спроможності для всіх $p \setminus p$, $ff = 26$ років, значить $16 < x_3 < 26$. Тепер змінюючи термін проведення третього заходу, знайдемо умовний мінімум цільової функції. З розрахунків видно (таблиця 1), технологічного стану лінії на 3-му етапі будуть значення одержувані при меншому $E_{об}$, тобто $j_{с3} = 25$, $af_{CM} = 0,8$. далі при відомих значеннях x_3 і $сf_{CA} / i$ зафіксованих значеннях $лг ^ Ю і До$ "з ;, = 200км / год можна знайти оптимальні значення x_2 , $p [i$. Аналогічним способом знаходяться оптимальні значення x_1 , V^{TM} ,. далі порівнюються мінімальні значення $E_{об}$ для різних схем і вибирається найменше з них, яке відповідає оптимальній схемі підвищення швидкостей руху пасажирських поїздів.

Ставлення ваги нетто вантажного поїзда до ваги бруто у вантажному напрямку становить 0,65. Пасажирські поїзди в основному складаються з 15-18 вагонів. Середня населеність поїзда становить 440 осіб. Для освоєння зростаючих обсягів приміських поїздів на ділянці А-Г необхідно або обмежувати швидкості руху швидкісних пасажирських поїздів, для зниження коефіцієнт знімання; або будувати додатковий головний шлях для пропуску приміських поїздів (в роботі використаний останній варіант).

Для розрахунків прийняті вихідні дані встановлені Гіпротранс ТЕІ на період 2018-2019 рр .:

- вантажопотік в початковий період 22 млн. т нетто в рік, що відповідає 22 парам поїздів / добу;
- темп зростання вантажопотоку 0,25 млн. т нетто в рік або 0,25 поїзда / добу (I варіант);
- розміри пасажирського руху в початковий період 15 пар поїздів на добу;
- темп зростання пасажиропотоку дорівнює 73 тис. чол на рік в одному напрямку, що відповідає щорічному приросту пасажирського руху - 0,5 пар поїздів / добу.

Для визначення впливу обсягів вантажних перевезень на максимальну швидкість руху пасажирських поїздів розглядається I-й варіант темпу зростання вантажопотоку - 1,25 млн. Т нетто в рік (або 1,25 поїзда / добу).

Розрахунки велися за умови, що до 10-му році експлуатації лінії швидкості 12 пар пасажирських поїздів повинні бути не нижче 200 км / год. Підвищення швидкостей може здійснюватися разом до максимального значення або поетапно - 120-160-200 км / год. Згідно з методикою розрахунків (пункт 4.3) на початку необхідно визначити технічний термін вичерпання провізної здатності для всіх можливих варіантів техніко-технологічного стану лінії (рис.5.1-5.4).

Як видно з малюнків найбільшого приросту провізної здатності існуючої лінії можна домогтися при будівництві і введенні в експлуатацію третього головного шляху.

Відповідно до запропонованої методикою були встановлені оптимальні терміни введення кожного етапу і оптимальні параметри руху для кожної схеми. Для виявлення тенденції проведення реконструкційних заходів на лінії в різних умовах, варіювалися величини:

- вартість 1 кВт-год електроенергії - 0,385 і 3,85 руб. / 1 кВт-год;
- вартість пасажиро-години - 10,5 і 105 руб. / 1 пас-годину;
- капітальні вкладення в будівництво третього шляху (А), в організацію руху з'єднаних вантажних поїздів {Кс), будівництво і введення в експлуатацію ВШМ (КВШМ) •

Розрахунки показали, що поетапне підвищення швидкостей (120 160-200км / ч) до 10-му році експлуатації вимагає витрат на 1-2 млрд. Р. більше, ніж у варіанті з разовим підвищенням швидкостей до 200 км / год на 10-му році експлуатації. Таке співвідношення витрат залишається справедливим при будь-якій навантаженості. Однак при вартості пасажиро-години в 10 разів вище встановленого (105 грн./пас-годину) доцільно встановити швидкості швидкісних пасажирських поїздів на рівні 120 км/год вже на початку експлуатації.

Встановлено, що організація на напрямку руху з'єднаних вантажних поїздів дає найменший у порівнянні з експлуатацією третього шляху, приріст провізної здатності, за рахунок чого термін введення в експлуатацію ВШМ наближається. Тому схема І - Швидкість - С - ВШМ не буде ефективною при будь-яких (навіть найнижчих) капітальних вкладеннях.

При темпах зростання вантажопотоку 0,25 млн.т нетто в рік експлуатація третього шляху вигідна на 22 рік (що відповідає $Q_{гр}=27,5$ млн.т нетто і $Ч | C = 4,02$ млн.чол.), Зниження капітальних вкладень в будівництво третього шляху в 5 разів ($K_{тр} / 5$) наближає термін до 17 року ($Q = 26,3$ млн.т нетто і $N_{пс} = 3,65$ млн.чол.), а при вартості в 10 разів нижче ($K_{тр} / 10$) вже на 10 рік при всіх умовах ($G_{гя} = 24,5$ млн.т нетто і $N_{пс} = 3,14$ млн.чол.). Слід зазначити, що зростання вартості електроенергії віддаляє термін введення в експлуатацію третього шляху - при $K_{тр} / 5$ експлуатація третього шляху раціональна на 23 рік ($Q = 27,8$ млн.т нетто і $N_{пс} = 4,09$ млн.чол.).

Підвищення зростання вантажопотоку (до 1,25 млн.т нетто в рік) вимагає введення в експлуатацію третього шляху раніше - на 16 рік ($Q_{гр} = 42$ млн.т нетто і $N_{пс} = 3,58$ млн.чол.), А при $K_{тр} / 5$ вже на 10 рік ($Q = 34,5$ млн.т нетто і $L_{ГІС} = 3,14$ млн.чол.). Однак при $K_{тр} / 5$ зростання вартості електроенергії віддаляє термін введення на 16 рік ($Q_{гр} = 42$ млн.т нетто і $N_{пс} = 3,58$ млн.чол.), А зростання вартості пасажиро-години на 13 рік ($G_{д} = 38,3$ млн.т нетто і $N_{пс} = 3,36$ млн.чол.).

Слід зазначити, що при невеликому темпі зростання вантажопотоку (0,25 млн.т нетто / рік) ефективною стає схема розвитку напрямку I - Швидкість - С - Тр - ВШМ. Однак при вартості пасажиро години 105 руб ./пасс-час розвиток напрямку по цій схемі вимагає витрат в середньому на 700 млн. Руб. більше, ніж в схемі I- Швидкість - Тр - ВШМ.

Вплив на максимальну швидкість руху пасажирських поїздів обсягів пасажирських перевезень. Для визначення впливу на максимальну швидкість руху пасажирських поїздів обсягів пасажирських перевезень було розглянуто варіант з темпом зростання пасажирського руху 1 пара поїздів на добу за рік (146 тис. Чол на рік в одному напрямку). Для початку було визначено технічний термін вичерпання провізної здатності для всіх можливих варіантів техніко-технологічного стану лінії (рис.3.7.).

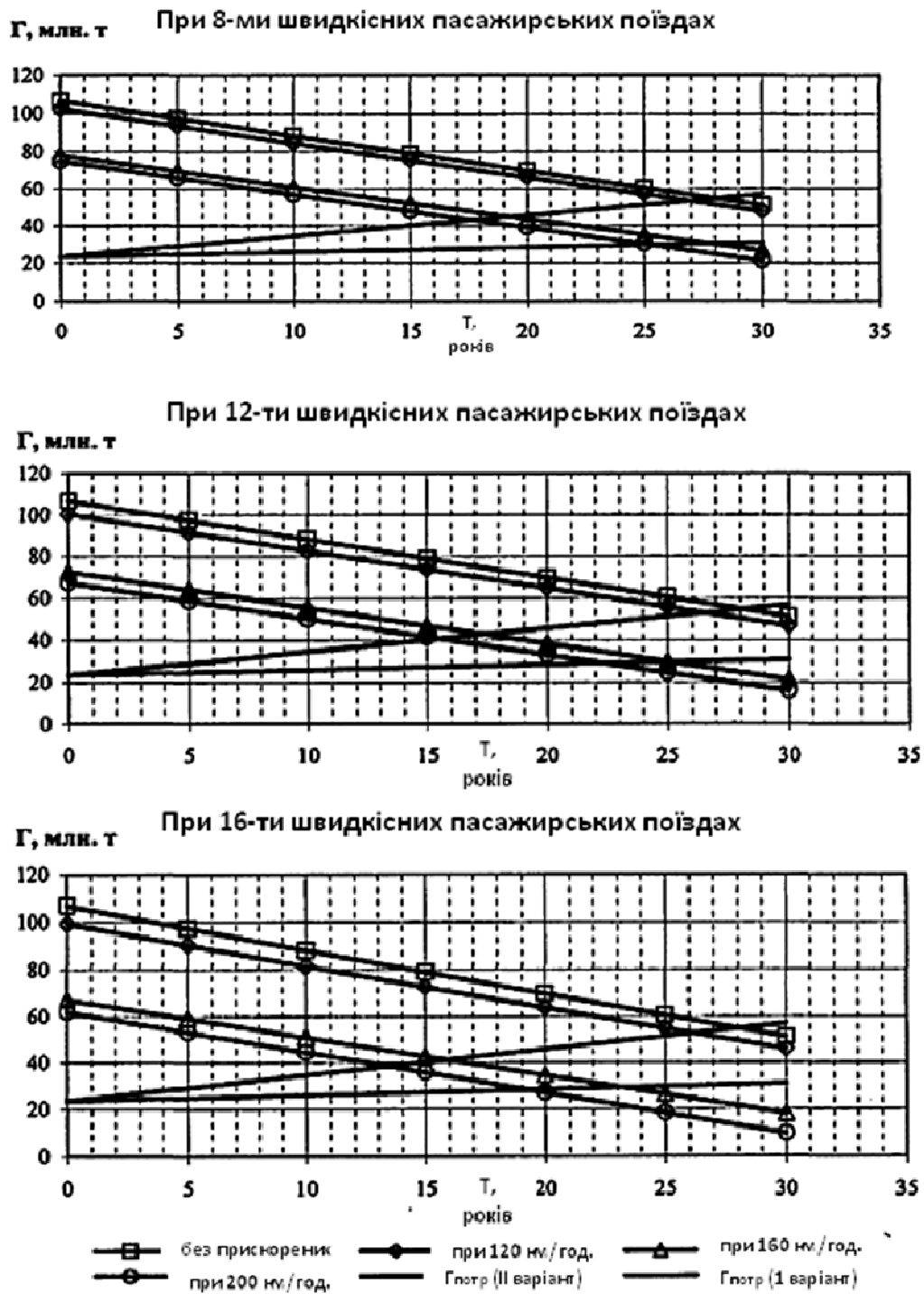


Рис.3.7. Провізна спроможність лінії при щорічному прирості пасажиропотоку 73 тис. чол.

Як видно, при зростанні пасажиропотоку найбільшого приросту провізної здатності існуючої лінії можна домогтися при введенні в дію третього головного шляху. Однак при щорічному прирості вантажопотоку 1,25 млн.т. нетто і пасажиропотоку 146 тис. чол технічний термін вичерпання провізної здатності в

варіанті з організацією руху з'єднаних вантажних поїздів і у варіанті з будівництвом третього шляху (при встановленій організації руху) однаковий. Оптимальні терміни спорудження спеціалізованих магістралей в залежності від темпів зростання вантажних і пасажирських перевезень.

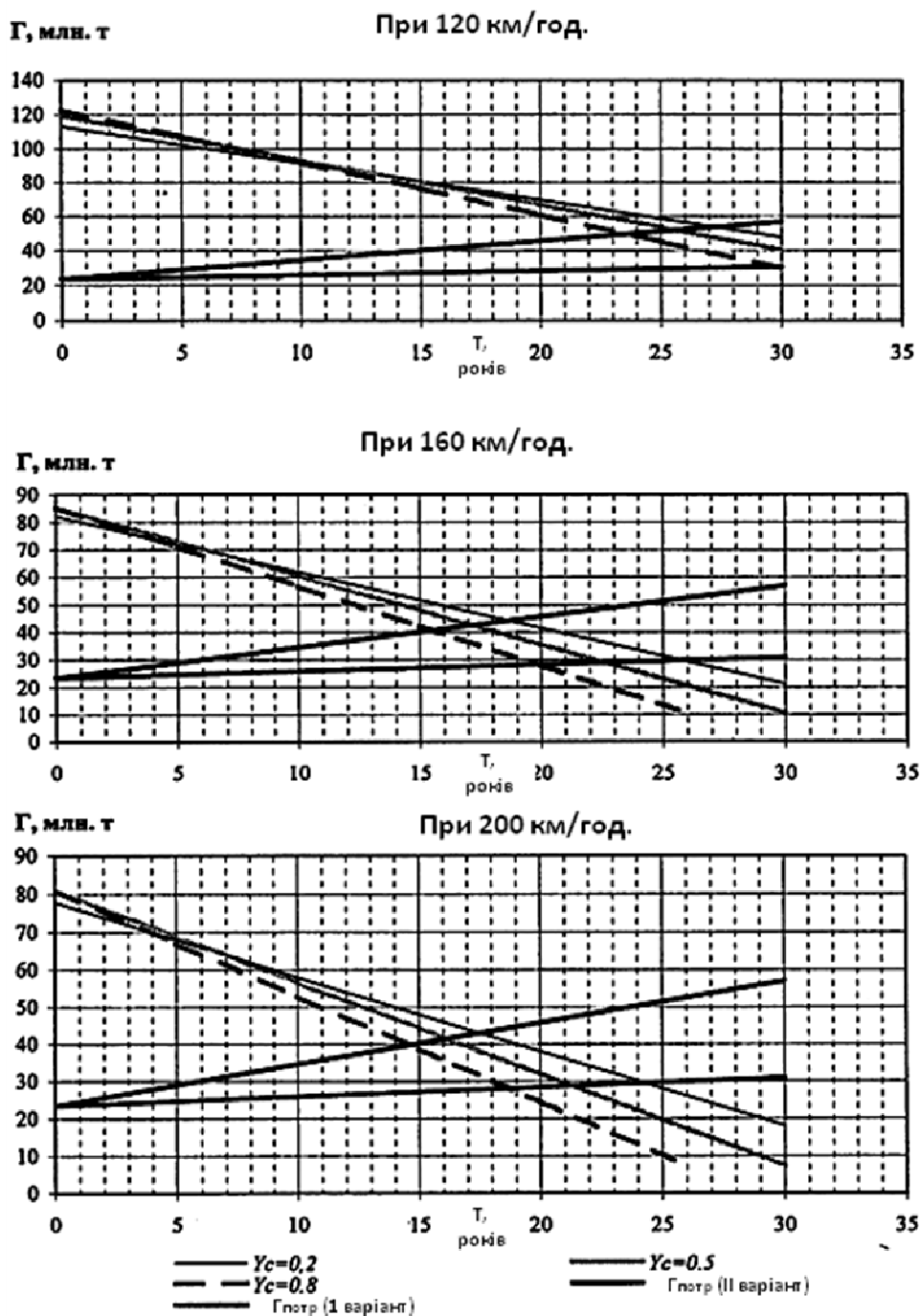


Рис.3.8. Провізна спроможність лінії при обертанні на ній з'єднаних вантажних поїздів

В ході досліджень було визначено, що при встановлених капіталовкладень

в будівництво спеціалізованої магістралі доцільно здійснювати лише після вичерпання резервів пропускної здатності. Однак вартість споруди ВШМ з багатьох причин сьогодні є величиною невизначеною, навіть прогноз окупності проекту досить не опрацьований. Через це неможливо планувати частку капітальних вкладень, що залучаються за рахунок приватних інвесторів, акціонування і капітальних вкладень з боку держави. Достовірно відомо лише, що рівень експлуатаційних витрат на пересування поїздів при експлуатації ВШМ нижче. Тобто при певному рівні капіталовкладень витрати на будівництво спеціалізованої магістралі можуть бути компенсовані більш низькими, у порівнянні з іншими, експлуатаційними витратами.

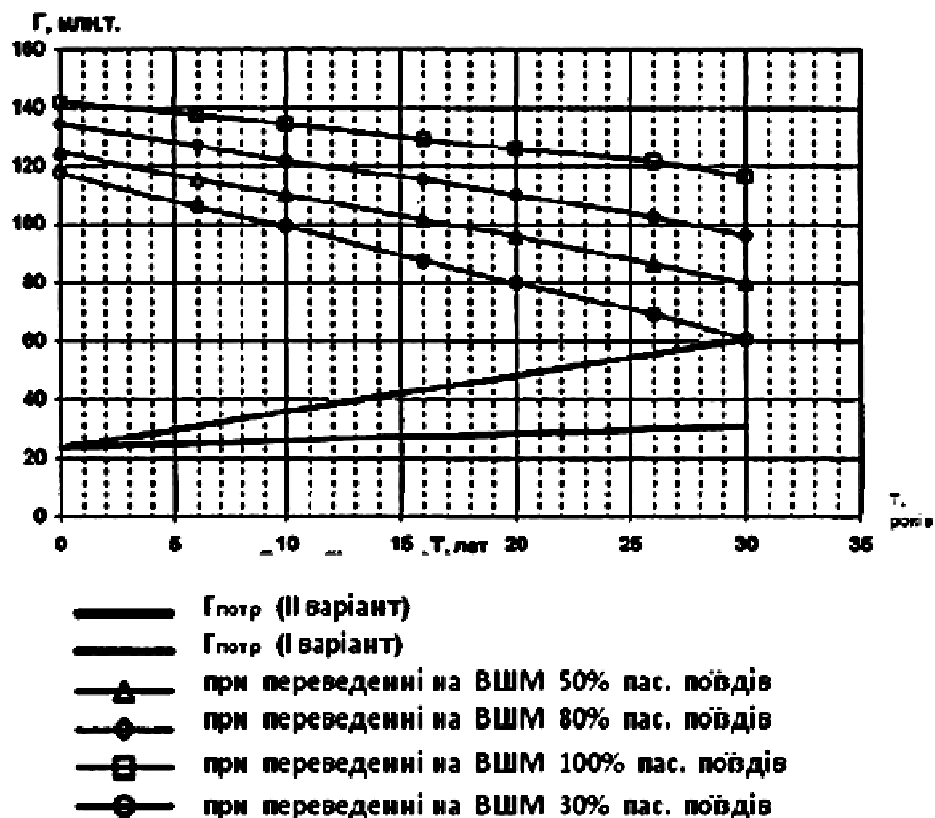


Рис.3.9. Провізна спроможність лінії після введення в дію високошвидкісних магістралей (ВШМ)

У розрахунках було встановлено: При темпах зростання вантажопотоку 0,25 млн. Т нетто в рік наблизити термін введення ВШМ в експлуатацію можна тільки за рахунок зниження капіталовкладень в будівництво. При КВШМ / 5 раціональний термін ВШМ 23 рік експлуатації (що відповідає $\frac{1}{5} = 27,8$ млн.т

нетто і ЛГІС = 4,09 млн.чол.). При тому ж рівні капіталовкладень і найбільш інтенсивному зростанні вантажопотоку - 1,25 млн. Т нетто в рік, термін введення в експлуатацію ВШМ настане на 16 рік експлуатації (7 = 42 млн.т нетто і ЛГІС = 3,58 млн.чол.).

Зростання пасажиропотоку - 146 тис. Чол. в рік призводить до зниження резерву провізної здатності, тому навіть при невеликому темпі зростання вантажопотоку 0,25 термін введення в дію ВШМ, при встановлених капіталовкладень, настане на 24 рік експлуатації (28 млн.т нетто і $N_{nc} = 5,91$ млн .чол.). Однак підвищення вартості пасажиро-години і зниження капіталовкладень КВШМ! 5 сприяє введенню в експлуатацію ВШМ вже на 16 рік (ГГР = 26 млн.т нетто і $N_{nc} = 4,5$ млн.чол.). Також якщо темп зростання вантажопотоку становитиме 1,25 млн. Т нетто, а капіталовкладення - До ВШМ / 5, то експлуатація ВШМ буде ефективна вже на 10 рік (34,5 млн.т нетто і $N_{nc} = 3,87$ млн .чол.).

У [56] наведені оптимальні терміни введення в експлуатацію третього шляху, ВШМ і організації руху з'єднаних вантажних поїздів і відповідний термінів рівень пасажиропотоку і вантажопотоку.

3. РОЗРАХУНОК ВАГОНОПОТОКІВ ТА ВАГОНООБОРОТУ

Перед розрахунком вагонопотоків вибирають найбільш раціональний рухомий склад, опираючись на такі міркування:

- забезпечення збереження вантажів що перевозяться і рухомого складу;
- умовами технологічного процесу;
- характером вантажів що перевозяться (штучні, наливні, насипні);
- умовами навантаження і вивантаження (бункерна, ручна, кранова і т.д.);
- максимальним використанням вантажопід'ємності при перевезеннях легковісних вантажів;
- можливістю використання вагонів з-під вивантаження під навантаження в районі вивантаження;
- економічними.

Рухомий склад для курсового проектування рекомендований у табл. 1.1

Якщо для перевезення конкретного вантажу використовують вагони різної вантажопід'ємності (наприклад, на складах 1 і 4 використовують платформи чотирьохосні вантажопід'ємністю 64 т і шестиосні - 92 т), то розрахункові добові вантажопотоки розраховуються за формулою:

$$n_{доб.i} = \frac{Q_{с.д.i} K_n}{(q_{в.4} \alpha_4 + q_{в.6} \alpha_6) K_{в.i}}; \quad (3.1)$$

де α_4 , α_6 - частка відповідно чотири - і шестиосних вагонів ($\alpha_4 = 0,82$; $\alpha_6 = 0,18$);

$q_{в.4}$, $q_{в.6}$ - вантажопід'ємність відповідно чотири - і шестиосного вагону, т ($q_{в.4} = 64$; $q_{в.6} = 92$);

$K_{в.i}$ - коефіцієнт використання вантажопід'ємності вагонів при завантаженні і-м вантажем ($K_{в.i} = 1$). На складі 4 ($K_{в.i} = 0,85$)

Визначаємо кількість вагонів на складі 1:

$$n_{доб.i} = \frac{3027 \cdot 1,39}{(64 \cdot 0,82 + 92 \cdot 0,18) \cdot 1} = 61 \text{ вагон.}$$

Визначаємо кількість вагонів на складі 4:

$$n_{\text{доб.}i} = \frac{4658 \cdot 1,39}{(64 \cdot 0,82 + 92 \cdot 0,18) \cdot 0,85} = 110 \text{ вагонів.}$$

Для однотипних вагонів (склад 2) формула приймає такий вигляд:

$$n_{\text{доб.}i} = \frac{Q_{c.i} \cdot K_n}{q_v \cdot K_{v.i}} ; (3.2)$$

де q_v - вантажопід'ємність вагона, т ($q_v = 64$ т)

$$n_{\text{доб.}i} = \frac{932 \cdot 1,39}{(64 \cdot 0,61)} = 33 \text{ вагони.}$$

Для вагонів з контейнерами (склад 3) добовий розрахунок вагонопотоку визначається по такій формулі:

$$n_{\text{доб.}i} = \frac{Q_{c.i} K_n}{q_k \cdot n_k \cdot K_{k.i}} ; (3.3)$$

де q_k - вантажопід'ємність контейнера, т ($q_k = 5$ т);

n_k - кількість контейнерів, які вміщуються в один вагон ($n_k = 8$);

$K_{k.i}$ - коефіцієнт використання вантажопід'ємності контейнера при завантаженні і-м вантажем ($K_{k.i} = 0,63$).

$$n_{\text{доб.}i} = \frac{699 \cdot 1,39}{(5 \cdot 8 \cdot 0,63)} = 39 \text{ вагонів.}$$

Результат розрахунків зводиться в відомість вагонообороту (таблиця 3.1 і 3.2)

Таблиця 3.1 - Відомість вагонообороту (прибуття)

Вантаж	Звідки прибуває	Середня кількість тон за добу	Рід вагонів	Розрахунковий добовий вагонопотік
Метал сортовий	Станція примикання	Склад 1 3027	Платформи (пл.)	61

Тарно-пакувальні вантажі	теж	Склад 2 932	Криті (кр.)	33
Контейнери	теж	Склад 3 699	Піввагони	39
Усього, $\sum U_B$				133

Таблиця 3.2 - Відомість вагонообороту (відправлення)

Вантаж	Куди відправляється	Середня кількість тон за добу	Рід вагонів	Добовий вагонопотік
Готова продукція	Станція примикання	Склад 4 4658	Платформи	110
Усього, $\sum U_B$				110

Таблиця 3.3 - Шахова відомість вантажних вагонопотоків

Відправники	Одержувачі				Усього за типами	Усього
	Станція примикання	Склад 1	Склад 2	Склад 3		
Станція примикання	-	61 пл.	33 кр.	39 пв.	61 пл. 33 кр. 39 пв.	133
Склад 4	110 пл.	-	-	-	110 пл.	110
Разом по типах	110 пл.	61 пл.	33 кр.	39 пв.	171 пл. 33 кр. 39 пв.	-
Усього	110 пл.	61 пл.	33 кр.	39 пв.		243

На основі шахової відомості вантажних вагонопотоків по кожному складу, цеху і станції визначають надлишок і недостачу порожніх вагонів (баланс вагонообороту). Робиться це порівнянням об'ємів вивантаження і навантаження.

Якщо вивантаження більш чим навантаження, то в даному пункті надлишок (відправлення) порожніх вагонів, якщо розвантаження менш навантаження - недостачу (прибуття) порожніх вагонів (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 - Баланс вагонообороту

Вантажні	Надлишок	Недостача
----------	----------	-----------

пункти	Платформи	Криті	Піввагони	Усього	Платформи	Криті	Піввагони	Усього
Склад 1	61	-	-	61	-	-	-	-
Склад 2	-	33	-	33	-	-	-	-
Склад 3	-	-	39	39	-	-	-	-
Склад 4	-	-	-	-	110	-	-	110
Разом	61	33	39	139	110	-	-	110

На основі балансу вагонообороту складають таблицю передачі порожніх вагонів із пункту, де вони зайві, в пункт, де їх не вистачає. Таблицю складають з урахуванням мінімального пробігу порожніх вагонів і потокового їх пересування (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 - Передача порожніх вагонів

Пункти, що здають порожні вагони	Пункти, які одержують порожняк	Усього вагонів, шт.	У тому числі за типом, шт.
Склад 1	Склад 4	61	61 пл.
Склад 2	Станція примикання	33	33 кр.
Склад 3	Станція примикання	39	39 пв.
Станція примикання	Склад 4	49	49 пл.
Усього по вагонах		182	110 пл., 33 кр., 39 пв.

На складі 1 надлишок 61 платформа, на складі 4 недостача 110 платформ. Значить, 61 платформ необхідно передати на склад 4, а відсутні $110 - 61 = 49$ платформ взяти на станції примикання. Криті та напіввагони тільки в надлишку, таким чином, вони повинні бути передані на станцію примикання.

На основі табл. 3.3 та 3.5 складають діаграму вагонопотоків (рис. 3.1), що дає наочне уявлення про потужність і напрямок вагонопотоків і є початковим матеріалом для складання плану формування потягів та рішення інших питань з організації перевезень.

Основні правила побудови діаграми вагонопотоків :

- осьові лінії шляхів між станціями та цехами розміщувати у відповідності

із схемою колійного розвитку заводу;

- для кожного великого вагонопотоку діаграми додержуватись поперечного масштабу;

- вагонопотоки розміщувати праворуч осьової лінії шляхів за напрямком їх прямування;

- в діаграмі вагонопотоків умовними позначеннями відображається рід вантажу, який перевозять; тип вагонів позначається літерними скороченнями;

- порожні вагони розміщуються з зовнішньої сторони вагонопотоку в одному струмені із зазначенням типу вагонів;

- по кожному вантажному пункту і по кожній станції дотримуватись рівночисельного обміну вагонопотоків (отримання вагонів повинне дорівнювати відправленню). По перегонах рівночисельний обмін дотримується обов'язково при тупиковій схемі.

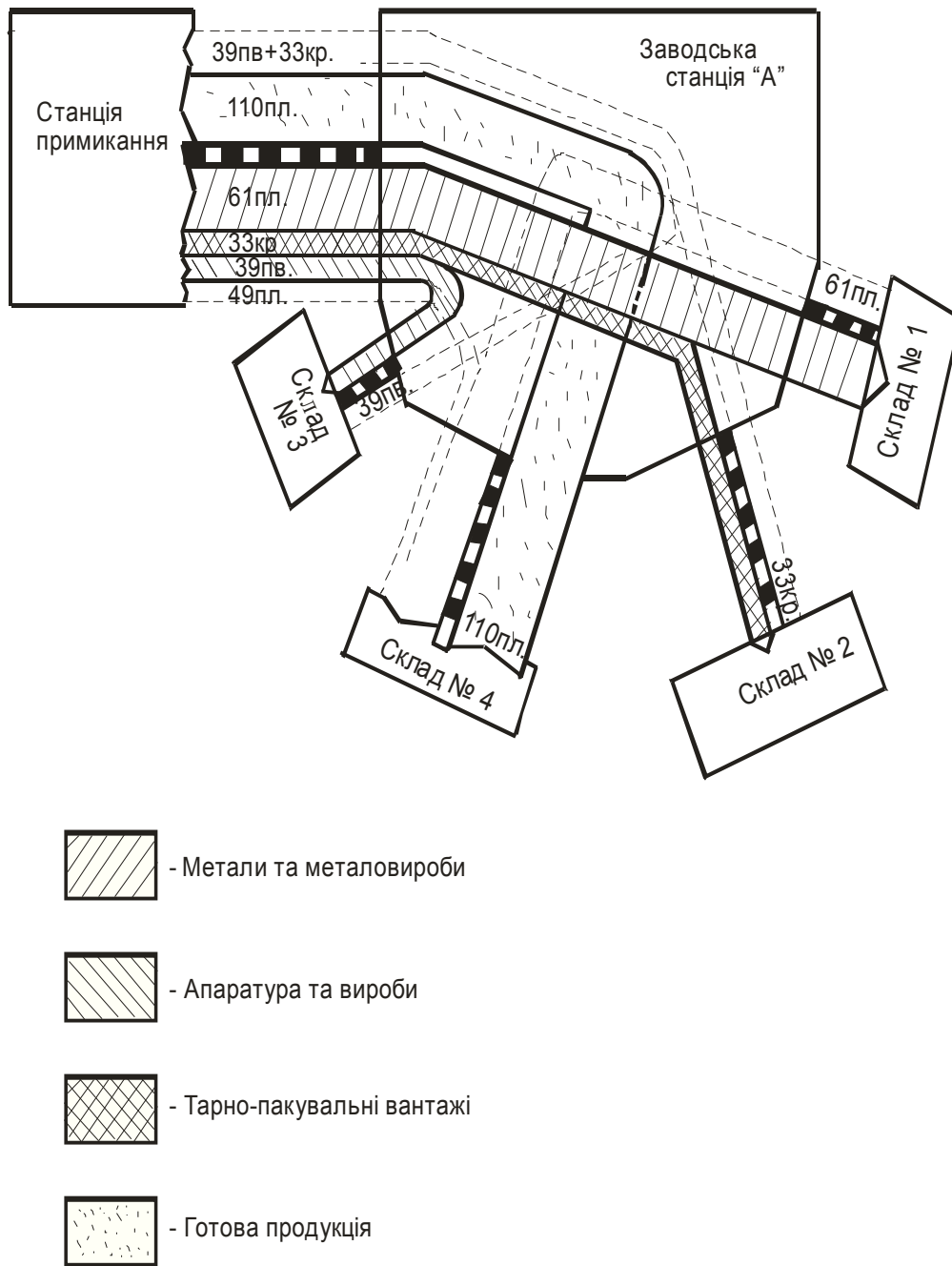


Рисунок 3.1 - Діаграма добових вагонопотоків

4. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ РУХУ І РОЗКЛАДАННЯ ПЕРЕДАТОЧНИХ ПОТЯГІВ

Розміри руху передаточних потягів між станцією примикання і заводською станцією визначають за такими формулами:

$$N_{np} = \frac{\sum n_{\text{доб}}^{np}}{m} ; (4.1)$$

де N_{np} - кількість потягів, які прибувають на заводську станцію;

$\sum n_{\text{доб}}^{np}$ - добова кількість вагонів, що прибувають на заводську станцію;

m - середній склад передаточного потягу в вагонах (по завданню).

$$N_{\text{від}np} = \frac{\sum n_{\text{доб}}^{np}}{m} ; (4.2)$$

де $N_{\text{від}np}$ - кількість передаточних потягів, що відправляються, із заводської станції;

$\sum n_{\text{доб}}^{np}$ - добова кількість вагонів, що відправляються з заводської станції на станцію примикання.

Добова кількість вагонів, що прибувають на заводську станцію:

$$n_{\text{доб}}^{np} = \sum U_{\epsilon} + n_{np}^{nop} ; (4.3)$$

де $\sum U_{\epsilon}$ - кількість вагонів, що прибувають під розвантаження (див. табл. 3.2);

n_{np}^{nop} - кількість порожніх вагонів, що прибувають під навантаження зі станції примикання (див. табл. 3.5)

$$n_{\text{доб}}^{np} = 133 + 49 = 182 \text{ вагони.}$$

Добова кількість вагонів, які відправляються з заводської станції:

$$n_{\text{доб}}^{np} = \sum U_{\epsilon} + n_{\text{від}}^{nop} ; (4.4)$$

де $\sum U_{\epsilon}$ - добове навантаження на заводській станції (див. табл. 3.2);

$n_{від}^{пор}$ - кількість порожніх вагонів, які відправляються з заводської станції (в нашому прикладі зі складів 2,3) на станцію примикання (див. табл. 3.4).

$$n_{доб}^{пр} = \frac{181}{41} = 5 \text{ потягів};$$

$$n_{доб}^{пр} = \frac{181}{41} = 5 \text{ потягів.}$$

При визначенні кількості потягів результат округлюють до цілого числа в більшу сторону і корегують кількість вагонів в поїзді з таким розрахунком, щоб сумарна кількість в усіх поїздах дорівнювала добовому вагонопотоку.

Визначивши кількість прибуваючих на заводську станцію поїздів, слід скласти таблицю розкладу їх складів по вантажним пунктам заводу. Прийняти, що в кожний з прибуваючих передаточних потягів включена приблизно однакова кількість вагонів для кожного вантажного пункту.

Таблиця 4.1 - Розклад потягів, що прибувають на заводську станцію.

Вантаж	Вантажний пункт одержувача	Номери потягів та їх розкладання					Разом
		317	319	321	323	325	
Метал сортовий	Склад 1	12	12	12	12	13	61
Тарно-пакувальні вантажі	Склад 2	6	7	6	7	7	33
Контейнери	Склад 3	8	7	8	8	8	39
Порожні вагони	Склад 4	10	10	10	10	9	49
Усього		36	36	36	37	37	182

5. РОЗРАХУНОК НОРМ ЧАСУ НА РОЗФОРМУВАННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ПОТЯГІВ

Розформування складів потягів проводиться на вільній колії або кінці колій у відповідності до їх призначення.

В умовах промислового залізничного транспорту час розформування вагонів на витяжці рекомендується розраховувати за імперичною формулою:

$$T_c = Ag + Bm ; (5.1)$$

де А і Б - постійні коефіцієнти (А = 0,54 ; Б = 0,21);

g - кількість груп вагонів (відчепів) в складі (по завданню);

m - кількість вагонів у складі (по завданню).

Приймаємо, що приведений нахил колії рівний 4 %, сортування проводиться поштовхами.

$$T^c = 0,54 \cdot 9 + 0,21 \cdot 41 = 13,47 \approx 14 \text{ хв.}$$

При формуванні поїздів вагони сортують на вільні колії з метою підборки в групи за окремим призначенням. Підформовані групи потім збирають у склад. Тому технологічним часом на формування складу буде час збирання їх в склад.

При формуванні поїздів на промислових станціях час збирання вагонів на витяжці рекомендується розраховувати за імперичною формулою:

$$t_{зб} = 2,5p + 0,4m_{зб}; \quad (5.2)$$

де $t_{зб}$ - витрати часу на збирання вагонів;

$m_{зб}$ - кількість вагонів, які переставили з інших колій на колію складення поїзду (прийняти половину складу m);

p - кількість колій, на яких розміщені вагони, що переставляються на колію складання (у нашому випадку $p = 1$).

$$t_{зб} = 2,5 \cdot 1 + 0,4 \cdot 20 = 10,5 \approx 11 \text{ хв.}$$

6. РОЗРАХУНОК ЧАСУ ХОДУ ПОЇЗДІВ ТА МАНЕВРОВИХ ПЕРЕСУВАНЬ

При довжині перегону чи з'єднуючої колії більш 3 км час ходу потягу визначається за формулою:

$$t_x = 60l/V + t_{p.y}; \quad (6.1)$$

де l - довжина перегону, км (по завданню);

V - припустима чи встановлена швидкість руху потягів, км/год (прийняти 40 км/год);

$t_{p.y}$ - час на розгін і уповільнення потягу (в розрахунках дорівнює 2 хвилини).

$$t_x = 60 \cdot 4 / 40 + 2 = 8 \text{ хв.}$$

При русі потягів по перегонах довжиною від 1,5 до 3 км, а також при маневровій роботі на станціях (подача та прибирання вагонів по вантажним пунктам) час ходу приймають в залежності від величини поїзду та відстані пробігу. При виконанні курсового проекту прийняти відстань від заводської станції до складів 1 та 3 – $0,3 l$, до складів 2 і 4 – $0,5 l$.

Відстань від заводської станції до складів 1 та 3 складає:

$$0,3 \cdot 4 = 1,2 \text{ км.}$$

Відстань від заводської станції до складів 2 та 4 складає:

$$0,5 \cdot 4 = 2 \text{ км.}$$

Час ходу потягу по перегону, між заводською станцією та складом 1,3 складає:

$$t_x = 60 \cdot 1,2 / 40 + 2 = 3,8 \text{ хв.}$$

Час ходу потягу по перегону, між заводською станцією та складом 2,4 складає:

$$t_x = 60 \cdot 2 / 40 + 2 = 5 \text{ хв.}$$

При розрахункові часу ходу по з'єднувальній колії між вантажними пунктами та станцією до часу ходу, слід додати :

- час на організацію відправлення чи прибуття (отримання розпорядження, підготовку маршруту, сигналів по забезпеченню безпеки виїзду і в'їзду на вантажний пункт) - 3 хвилини;

- час на переведення не обслугованої стрілки під час руху по з'єднувальній колії - 1 хвилина на стрілку (приймається, що переводити треба половину стрілок по маршруту руху);

- час на кутові заїзди із розрахунку 1 хвилина на один кутовий заїзд для маневрового складу до 10 вагонів і 2 хвилини - для складу більш як з 10 вагонів.

Результати розрахунків часу ходу потягів і маневрових пересувань рекомендується показувати в технологічній карті. Для схеми заводської станції «А» технологічна карта показана у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Технологічна карта поїздних і маневрових пересувань

Операції	Рух		Довжина напіврейса, м	Кількість вагонів, шт	Норма часу, хв
	Від	До			
1	2	3	4	5	6
Рух по перегону	Станція примикання	Станція Заводська	4000	37	8,0
Розформування поїзду				37	14,0
Подача вагонів на склад 1					
1.Отримання завдання					3,0
2. Переведення стрілок					2,0
3. Рух	Станція Заводська	Склад 1	1200	13	3,8
Всього					≈ 9
Виїзд локомотиву зі складу 1					
1.Отримання завдання					3,0
2. Переведення стрілок					2,0
3. Рух	Склад 1	Станція Заводська	1200	-	3,4
4. Кутовий заїзд					1,0
Всього					≈ 10
Подача вагонів на склад 4					
1.Отримання завдання					3,0
2. Переведення стрілок					2,0
3. Кутовий заїзд					1,0
4. Рух	Станція Заводська	Склад 4	2000	10	5,0
Всього					≈ 11,0
Виїзд локомотиву зі складу 4					
1.Отримання завдання					3,0
2. Кутовий заїзд					1,0

3. Рух	Склад 4	Станція Заводська	2000	-	4,3
Всього					≈ 9,0
Перестановка порожніх вагонів зі складу 1 на склад 4					
1.Отримання завдання					3,0
2. Переведення стрілок					2,0
3. Кутовий заїзд				13	2,0
4. Рух	Склад 1 – Станція заводська	Станція заводська – Склад 4	1200 + 2000	3,8 + 5,5	9,3
Всього					≈ 17,0
Подача вагонів на склад 2					
1.Отримання завдання					3,0
2. Переведення стрілок					2,0
3. Кутовий заїзд					1,0
4. Рух	Станція заводська	Склад 2	2000	7	5,0
Всього					= 11,0
Виїзд локомотиву зі складу 2					
1.Отримання завдання					3,0
2. Кутовий заїзд					1,0
3. Рух	Склад 2	Станція заводська	2000	-	4,3
Всього					≈ 9,0
Подача вагонів на склад 3					
1.Отримання завдання					3,0
2. Переведення стрілок					2,0
3. Рух	Станція заводська	Склад 3	1200	8	3,8
Всього					≈ 9,0
Виїзд локомотиву зі складу 3					
1.Отримання завдання					3,0
2. Рух	Склад 3	Станція заводська	1200	-	3,4
Всього					≈ 7,0

7. ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ ПРОСТОЮ ВАГОНІВ НА ВАНТАЖНИХ ФРОНТАХ

Терміни навантаження і розвантаження засобами відправлювачів та отримувачів вантажів для вагонів загальносітьового парку установлені Міністерством транспорту. Ці терміни для тарно-пакувальних вантажів [5,62], а для важковагових вантажів, контейнерів, металів та металовиробів [5,64](з урахуванням примітки).

При завантаженні вагонів понад 60 т. припускається застосування часу, збільшеного не більше ніж на 10% (коефіцієнт 1,1).

Якщо відома загальна кількість фізичних вагонів в одній партії n_{nod} , то кількість чотириосних вагонів в цій партії $n_4 = n_{nod} \cdot \alpha_4$, шестиосних $n_6 = n_{nod} \cdot \alpha_6$.

При визначенні кількості потрібних механізмів і норми простою під навантаженням чи розвантаженням для всієї партії вагонів, яка подається на фронт, у курсовому проекті прийняти, що норма простою однієї партії вагонів не повинна перевищувати 3 год.

На склад 1 подається 13 вагонів $\alpha_4 = 0,82$; $\alpha_6 = 0,18$. Значить чотириосних вагонів $13 \cdot 0,82 = 11$ шт.; шестиосних вагонів $13 \cdot 0,18 = 2$ шт. Знаходимо, що для вагону з металом сортовим при розвантаженні мостовим електрокраном вантажопід'ємністю 10 т встановлена норма часу 0,95 год. У нашому випадку 4-осні і 6-осні вагони завантажені понад 60 т. Таким чином для розвантаження всієї партії вагонів при роботі одного крану буде потрібно

$$T_p = 11 \cdot 0,95 \cdot 1,1 + 2 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 13,58 \text{ год};$$

Так як норма простою всієї партії обмежена 3,0 год., то потрібно залучити на складі № 1 кількість кранів $Z = 13,5 : 3,0 = 4,5 \approx 5$ кранів. Тоді норма простою для партії із 13 вагонів

$$T_p = 13,58 : 5 = 2,71 \text{ год.} = 2 \text{ год.} 42 \text{ хв.}$$

На склад 2 подається 7 вагонів. Знаходимо, що для вагону з тарно-пакувальним вантажем при розвантаженні навантажувачем вантажопід'ємністю 1 т встановлена норма часу 0,73 год. Таким чином, для розвантаження всієї партії вагонів при роботі одного навантажувача буде потрібно

$$T_p = 7 \cdot 0,73 = 5,11 \text{ год};$$

Так як норма простою всієї партії обмежена 3,0 год., то потрібно залучити на складі № 2 кількість навантажувачів $Z = 5,11 : 3,0 = 1,7 \approx$

≈ 2 навантажувача. Тоді норма простою для партії із 7 вагонів

$$T_p = 5,11 : 2 = 2,55 \text{ год} = 2 \text{ год. } 33 \text{ хв.}$$

При визначенні кількості кранів та норми простою вагонів на складі № 3, слід врахувати, що там виконується дві вантажні операції. Спочатку вивантаження вантажних контейнерів, потім завантаження порожніх контейнерів. Таким чином, одну вантажну операцію необхідно виконати не більше чим за $3 : 2 = 1,5$ години. На склад 2 подається 8 вагонів. Знаходимо, що для вагону з контейнерами при розвантаженні двоконсольним козловим краном вантажопід'ємністю 5 т встановлена норма часу 0,36 год. Таким чином, для розвантаження всієї партії вагонів при роботі одного двоконсольного козлового крану буде потрібно

$$T_p = 8 \cdot 0,36 = 2,88 \text{ год};$$

Так як норма простою всієї партії обмежена 3,0 год., то потрібно залучити на складі № 3 кількість двоконсольних козлових кранів $Z = 2,88 : 3,0 = 0,96 \approx 1$ двоконсольний козловий кран. Тоді норма простою для партії із 8 вагонів

$$T_p = 2,88 : 1 = 2,88 \text{ год} = 2 \text{ год. } 52 \text{ хв.}$$

На складі № 4 визначається спочатку кількість кранів і норма простою для вагонів, які переставляються зі складу 1. Потім норма простою для вагонів, які прибули зі станції примикання вже визначеною кількістю кранів. На склад 4 зі складу 1 подається 13 вагонів, а також зі станції примикання - 10 вагонів. Знаходимо, що для вагону, при завантаженні готової продукції в ящиках від 3 до 6 т, мостовим краном вантажопід'ємністю 10 т встановлена норма часу 0,72 год. Таким чином, для завантаження 13 вагонів при роботі одного мостового крану буде потрібно

$$T_p = 11 \cdot 0,72 + 2 \cdot 0,72 = 9,36 \text{ год};$$

Так як норма простою всієї партії обмежена 3,0 год., то потрібно залучити

на складі № 4 кількість мостових кранів $Z = 9,3 : 3,0 = 3,1 \approx$

≈ 3 мостових крани. Тоді норма простою для партії із 13 вагонів

$$T_p = 9,36 : 3 = 3,12 \text{ год} = 3 \text{ год. } 72 \text{ хв.}$$

Визначаємо норму завантаження для 10 вагонів, зі станції прими-кання:

$$T_p = 8 \cdot 0,72 + 2 \cdot 0,72 = 7,2 \text{ год};$$

Тоді норма простою для партії із 10 вагонів

$$T_p = 7,2 : 3 = 2,4 \text{ год} = 2 \text{ год. } 24 \text{ хв.}$$

Результати розрахунку заносимо до таблиці 7.1

Таблиця 7.1 – Результати розрахунків норм простою вагонів

Вантажні фронти	Вантаж	Кількість вантажу	Тип НРМ	Норма часу на вагон, г	Кількість вагонів	Кількість НРМ на фронтах	Норма часу на вантажні операції, г та хв
Склад 1	Метал сортовий у зв'язках по 6 т.	більше 60 т.	Мостовий кран, в.п. 10 т.	0,95	13	5	2,47г. = 2 год. 28 хв.
					12	5	2,28г. = 2 год. 16 хв.
Склад 2	Тарно-пакувальні вантажі на піддонах у ящиках по 50 кг. пакетами	50 т.	Навантажувач, в.п. 1 т.	0,73	7	2	2,55г. = 2 год. 33 хв.
					6	2	2,19г. = 2 год. 11 хв.
Склад 3	Контейнери, бруто 3 т.	10 шт.	Двоконсольний козловий кран, в.п. 5 т.	0,36	8	1	2,88г. = 2 год. 52 хв.
					7	1	2,52г. = 2 год. 31 хв.
Склад 4	Готова продукція в ящиках від 3 до 6 т.	більше 40 т.	Мостовий кран, в.п. 10 т.	0,72	13	3	3,12г. = 3 год. 72 хв.
					12	3	2,88г. = 2 год.

							52 хв.
					10	3	2,4г. = = 2 год. 24 хв.
					9	3	2,16г. = = 2 год. 96 хв.

8. РОЗРОБКА ГРАФІКУ ЄДИНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ (ЄТП) РОБОТИ СТАНЦІЇ ПРИМИКАННЯ ТА ЗАВОДСЬКОЇ СТАНЦІЇ

Основна мета єдиного технологічного процесу - прискорити оборот вагонів виконанням таких заходів:

- організації ритмічної, узгодженої роботи станції примикання і під'їзних колій;
- узгоджування порядку і термінів обробки вагонів з графіком руху потягів і технологією перевезень;
- забезпечення максимальної паралельності виконання операцій, ліквідації їх дублювання;
- раціонального розподілу маневрової роботи по розформуванню та формуванню потягів між станціями примикання та заводською станцією;
- взаємної інформації про підхід потягів та ін.

Студент при виконанні курсового проекту, розробляє два варіанта графіків ЄТП обробки вагонів на станції примикання і промислових коліях, які вміщують комплекс паралельно і послідовно виконуємих операцій з моменту прибуття поїзду або групи вагонів на станцію примикання до моменту операцій на промисловому підприємстві і до моменту відправлення вагонів зі станції примикання на зовнішню мережу.

При розробці у курсовому проекті графіків ЄТП доцільна наступна черга подачі вагонів на склади. Спочатку слід подати завантажені платформи на склад 1, або ці вагони після розвантаження треба переставляти на склад 4 під завантаження готовою продукцією. Потім подати на склад 4 порожні

платформи, під завантаження, які прибули з потягом зі станції примикання. Після цього можливо подавати вагони на склади № 2 і № 3.

Черга збирання вагонів зі складів визначається чергою закінчення на складах вантажних операцій.

Загальний час обробки складу і вагонів одного потягу, який прибуває на заводську станцію, у курсовому проекті не повинен перевищувати середнього інтервалу прибуття потягів $I_{пр}$ на заводську станцію.

$$I_{пр} = 24 / N_{пр} ; \text{ год} \quad (8.1)$$

$$I_{пр} = 24 / 5 = 4,8 \text{ год} \approx 5 \text{ год.}$$

Змінити тривалість загального часу обробки складу і вагонів одного потягу на заводській станції можливо зміною черговості та тривалості вантажних операцій з вагонами шляхом зміни кількості вантажно-розвантажувальних машин (ВРМ) на вантажних пунктах.

При розробці графіків ЄТП, операції на станції примикання, їх послідовність і тривалість прийняти такі, як на рисунках. 9.1 та 9.2.

Варіанти графіків ЄТП на листах 1 і 2 відрізняються тим, що за першим графіком всі вагони, що прибули одним составом, після обробки на заводській станції відправляються тим же составом. При цьому локомотив заводської станції має більший простій в очікуванні закінчення вантажних операцій з вагонами на складах 1 і 4. В результаті час обробки вагонів на заводській станції складає 4,44 години. У заводського локомотиву не буде часу водити потяги. У другому варіанті вагони що переставляються зі складу 1 на склад 4 прибувають в одному составі, а відправляються наступним. Тобто на момент прибуття составу на заводську станцію, вагони на складі 4 вже завантажені і очікують прибирання. Ці вагони прибираються на станції заводським локомотивом, під час очікування ним закінчення розвантаження вагонів на складі 1. Час очікування локомотивом закінчення завантаження вагонів на складі 4 виключено. При цьому час простою групи вагонів на складі 4 збільшується, однак загальний час обробки вагонів одного составу на заводській станції

скорочується до 3,91 години (на 0,53 хв.). В результаті у заводського локомотиву з'явиться час на водіння потягів між станціями примикання та заводською.

9. РОЗРОБКА ДОБОВОГО ПЛАНУ – ГРАФІКУ ЗАВОДСЬКОЇ СТАНЦІЇ

Загальні положення

Добовий план-графік розробляється для кожної великої залізничної станції. Коли до станції примикає під'їзна колія підприємства і робота між ними здійснюється по єдиному технологічному процесу, добовий план-графік розробляють єдиним для станції примикання і під'їзної колії, після чого він є документом, що завершує складання ЄТП. Цей графік необхідний для забезпечення ритмічної вантажної і по тягової роботи, безперервності операцій, а також ліквідації простою вагонів між операціями, раціонального використання локомотивів, вантажно-розвантажних машин і інших засобів станції і під'їзної колії.

Добовий план-графік являє собою графічне зображення всієї роботи станції і вантажних пунктів по обробці потягів та вагонів.


До складення добового плану-графіку заздалегідь розраховують норми на проведення всіх станційних і вантажних операцій (див. розд. 6-8)

На плані-графіку показують всі операції, які виконуються протягом доби зі всіма потягами та вагонами на станції, з указанням колій, витяжок, локомотивів, вантажних пунктів та ін. В плані-графіку передбачають повну узгодженість роботи всіх складових частин станції, що дає можливість виявити і усунути недоліки в роботі.

Добовий план-графік креслять на листі формату А2 креслярського паперу або міліметрівці. Він являє собою сітку, в якій горизонтальні смуги позначають залізничні колії на станції і вантажних пунктах, а вертикальні лінії - годинні та десятихвилинні інтервали часу протягом доби. Сітку слід креслити на листі так, щоб смуги, які позначають залізничні колії, були паралельні довгій стороні листа, а лінії, що відповідають інтервалам часу - паралельні ширині листа. При цьому на добовому плані-графіку повинні бути можливо більш повніше

відображені наявний шляховий розвиток, всі вантажні пункти, та інші споруди.

Прибування потягу на станцію показують похилою лінією на самій верхній горизонтальній смузі перегону добового плану-графіку.

Прибувший потяг зображається на одній із колій прийому прямокутником який заливують чорним кольором - , довжина якого відповідає тривалості операції по прибуванню, а ширина – 3...4 мм. Зліва від цього прямокутника прилягає трикутник, який показує зайнятість даної колії до моменту зупинки потягу, тому що для потягу, який прибуває на станцію, маршрут прийому готують заздалегідь. Горизонтальний катет цього трикутника показує час, протягом якого колія зайнята, хоч потягу фактично на станції немає. В курсовому проекті тривалість цього періоду приймають 5 хвилин.

Після закінчення операцій по прибуванню потяг розформовується. Операція розформування показується умовним прямокутником по лінії, яка відображає витяжну колію.



В результаті розформування потягу прибувши в його складі вагони мають бути розставлені на сортувальні колії у відповідності з встановленою для них спеціалізацією.

Знаходження вагонів на сортувальних коліях зображується таким же прямокутником, як і стоянка потягу на шляху прибуття. Після закінчення розформування вагони з колії сортувального парку повинні бути подані до пунктів навантаження і розвантаження. Це виконують маневрові локомотиви, які також роблять перестановку вагонів з місць вивантаження до місць навантаження, збирання навантажених вагонів на колію накопичення і формування потягів. Після підходу маневрового локомотива до вагонів, які стоять на коліях сортувального парку, необхідно передбачити до початку подання час на отримання завдання, зчеплення і складання вагонів, що стоять на цій колії. Тривалість цієї операції 3 хвилини за рахунок норми часу на подачу.

Необхідно передбачати такий же час на розстановку вагонів на місцях навантаження-розвантаження, відчеплення локомотиву і отримання завдання (3 хвилини за рахунок норми на виїзд).

Рух одиночного локомотиву або з вагонами з колій сортувального парку

до пунктів навантаження-розвантаження й зворотно показують похилою лінією у спеціально виділених для цього смугах на сітці плану-графіку.

З вагонами, поданими до вантажного пункту після розстанови та відчеплення локомотиву, проводиться вантажна операція (що показують умовними трикутниками навантаження - , розвантаження - ,). Методика визначення тривалості вантажної операції викладена в розділі 7. Якщо на вантажному пункті (під'їзній колії) із вагонами проводиться здвоєна операція (розвантаження і навантаження) на різних пунктах, необхідно показати перестановку їх із місця розвантаження до місця навантаження. Вагони, з якими вантажні операції закінчені, убираються на колію накопичення станції. Тривалість забирання вагонів приймається такою ж, як і подача. Після того як на цій колії збереться достатня кількість вагонів, із них формують поїзд. Формування проводиться на витяжці, на колії накопичення з використанням інших вільних колій або їх частини.

З моменту закінчення формування весь поїзд повинен знаходитись на колії відправлення. Тривалість формування може бути прийнята типова.

На колії відправлення з поїздом виконуються операції по відправленню, передбачені технологічним процесом, після яких поїзд відправляється зі станції. Операції по відправленню зображують таким же значком, як операції по прибуттю – прямокутником. Колія, з якої відправляється поїзд, повинна бути показана зайнятою ще протягом 4...5 хвилин після його відправлення. Цей час потрібен на повне висвободження колії всіма вагонами поїзду (показується трикутником, прилягаючим до основного позначення з правої сторони).

На добовому плані-графіку повинні бути точно визначені місця простою маневрових локомотивів при відсутності роботи, а всі їх переміщення та простої вказані тонкими лініями. Робота кожного маневрового локомотиву показується окремо. Добовий робочий цикл локомотивів повинен бути замкненим.

Якщо завантаження проводиться безпосередньо з підприємства, в добовий план-графік включають графіки виходу та накопичення продукції.

В курсовому проекті розробляються 2 варіанти добового плану-графіку. Особливості варіантів узгоджуються з викладачем.

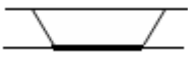
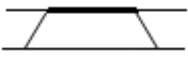
Розробляти добовий план-графік рекомендується в наступній послідовності:

1. Викреслити 2 форми (сітки) графіку, та схему заводської станції по варіанту який задано. Креслити треба чорною тушшю або пастою на листах формату А1 або А2.

2. Намітити час прибуття потягів з урахуванням виробничої необхідності підприємства і середнього інтервалу прибуття потягів $I_{пр}$. Наприклад, прибуття першого потягу можливо передбачити в 7 годин ранку, щоб до початку робочої зміни потяг був розформований, а вагони які прибули, були подані на склади для виконання вантажних робіт.

При добовому прибутті 5-х потягів, $I_{пр} = 24 : 5 = 4,8 \approx 5$ годин. Тоді час прибуття інших потягів буде приблизно у 12, 16, 20 та 24 години.

3. Нанести на сітку графіку олівцем, тонкими лініями у масштабі час руху потягів по перегону та усі операції які виконуються зі складом і вагонами потягу, згідно з графіком ЄТП. Час відправлення потягу визначається після нанесення на сітку графіка операцій формування та обробки по відправленню. Розробка графіків спочатку робиться олівцем, так як при розробці не уникнути коректування часу прибуття і відправлення потягів, або порядку і тривалості виконання операцій.

4. Зробити висновок про те, яким локомотивом буде організовано водіння потягів. Коли на графіку час відправлення потягу здійсниться після часу прибуття, тобто на перегоні буде така схема,  то водіння організовується локомотивом станції примикання (Укрзалізниці). Коли час відправлення здійсниться до часу прибуття, тобто на перегоні буде схема , то водіння потягів організовується заводським локомотивом. Час знаходження поїздного локомотива на станції (довжини горизонтальної жирної лінії) у курсовому проекті передбачити не менше 0,5 години і не більше 1,5 години.

У першому варіанті добового плану-графіку можливо передбачити водіння потягів заводським локомотивом, у другому – локомотивом станції примикання.

Можливо водіння заводським локомотивом тільки частини потягів.

Інші особливості варіантів графіку дає керівник курсового проекту.

5. При розробці добового плану-графіку передбачити для екіпірування локомотиву не менше 0,5 години без урахування часу проїзду у депо.

Час простою локомотиву при відсутності роботи показати на ходовій колії станції.

10 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ТРАНСПОРТУ ПО ДОБОВОМУ ПЛАНУ-ГРАФІКУ

Опираючись на добовий план-графік визначають такі показники :

- загальне навантаження, $\sum U_n$ вагонів/доб;

- загальне розвантаження $\sum U_e$, вагонів/доб;

- загальне прибуття n_{np} , вагонів/доб;

- загальне відправлення n_{np} , вагонів/доб;

- вантажооборот станції: $U_{во} = \sum U_n + \sum U_e$;

- вагонооборот станції: $n_{во} = n_{np} + n_{від}$;

- коефіцієнт подвійних операцій: $K_{здов} = \frac{\sum U_n + \sum U_e}{n_{np}}$,

де n_{np} - кількість вагонів Укрзалізниці, які беруть участь в вантажних операціях (загальне розвантаження плюс підвід порожніх вагонів із станції примикання);

середній простій (оборот) вагонів $t_{сеп}^{np}$.

Добовий план – графік № 1

- загальне навантаження, $\sum U_n = 149$ вагонів/доб;

- загальне розвантаження $\sum U_e = 133$ вагони/доб;

- загальне прибуття $n_{np} = 182$ вагони/доб;

- загальне відправлення $n_{np} = 182$ вагони/доб;
- вантажооборот станції: $U_{во} = 149 + 133 = 282$ вагони/доб;
- вагонооборот станції: $n_{во} = 182 + 182 = 364$ вагони/доб;
- коефіцієнт подвійних операцій:

$$K_{зоб} = \frac{149 + 133}{182} = 1,54.$$

Облік простою вагонів на станціях в теперішній час виконується номерним способом. Однак визначення середнього простою (обороту) вагонів по добовому плану-графіку на заводській станції рекомендується проводити на основі відомості безномерного обліку (табл. 10.1), в якій за кожну годину відмічається кількість вагонів, що прибули та відбули, а також їх надлишок.

Таблиця 10.1 - Відомість безномерного обліку простою вагонів

Години	Прибуло	Відправлено	Залишок вагонів
1	2	3	4
надлишок від попередньої доби	-	-	37
18 - 19	-	37	37
19 - 20	-	-	37
20 - 21	36	-	36
21 - 22	-	-	36
22 - 23	-	-	36
23 - 24	36	-	36
24 - 1	-	37	37
1 - 2	-	-	37
2 - 3	-	-	37
3 - 4	-	36	36
4 - 5	-	-	36
5 - 6	-	-	36
6 - 7	-	36	36
7 - 8	36	-	36
8 - 9	-	-	36
9 - 10	-	-	36
10 - 11	-	-	36
11 - 12	-	-	36
12 - 13	37	-	37
13 - 14	-	36	36

14 - 15	-	-	36
15 - 16	-	-	36
16 - 17	37	-	37
17 - 18	-	-	37
	$\sum_{i=1}^{24} \Pi_i = 182$	$\sum_{i=1}^{24} B_i = 182$	$B = \sum_{i=1}^{24} H_i = 879$

Залишок вагонів на кінець i -ї години

$$H_i = H_{i-1} + \Pi_i - B_i;$$

де H_{i-1} - залишок вагонів на кінець попередньої години ;

Π_i - кількість вагонів, що прибули в i -у годину;

B_i - кількість вагонів, що відправились в i -у годину.

Залишок вагонів за кожну годину являє собою простій вагонів протягом однієї години, тому сума годинних залишків відповідає загальній сумі вагоно-годин простою за добу:

$$B = \sum_{i=1}^{24} H_i$$

Середній простій вагонів при безномерному способі обліку

$$t_{сер}^{np} = \frac{2B}{\sum \Pi + \sum B};$$

де $\sum \Pi$ - сума прибувших за добу вагонів;

$\sum \hat{A}$ - сума вагонів, що відправились за добу.

$$t_{сер}^{np} = \frac{2 \cdot 879}{182 + 182} = 4,82 \text{ год.}$$

- середній простій вагонів на станції під однією вантажною операцією,
год.:

$$t_{\text{ван}}^{\text{од}} = \frac{t_{\text{сеп}}^{\text{од}}}{K_{\text{зодб}}};$$

$$t_{\text{ван}}^{\text{од}} = \frac{4,82}{1,54} = 3,12 \text{ год.}$$

- середній залишок місцевих вагонів на станції (робочий парк):

$$n_{\text{р.п}} = \frac{B}{24};$$

$$n_{\text{р.п}} = \frac{879}{24} = 36,6 \approx 37 \text{ вагонів.}$$

- коефіцієнт використання маневрового локомотива:

$$K_{\text{ЛОК}} = \frac{T}{1440};$$

де T - час роботи маневрового локомотива за добу, хв.;

$$K_{\text{лок}} = \frac{1362}{1440} = 0,94.$$

- кількість навантажно-розвантажувальних машин Z на кожному складі і

коефіцієнт їх використання $K_{\text{НРМ}}$:

$$K_{\text{НРМ}} = \frac{\sum_{j=1}^Z T_j}{1440Z};$$

де T_j - час роботи j-й НРМ за добу, хв.

- коефіцієнт використання НРМ на складі 1:

$$K_{\text{нрм}} = \frac{695,4}{1440 \cdot 5} = 0,096;$$

- коефіцієнт використання НРМ на складі 2:

$$K_{нрм} = \frac{721,8}{1440 \cdot 2} = 0,25;$$

- коефіцієнт використання НРМ на складі 3:

$$K_{нрм} = \frac{842,4}{1440 \cdot 1} = 0,58;$$

- коефіцієнт використання НРМ на складі 4:

$$K_{нрм} = \frac{1584}{1440 \cdot 3} = 0,36.$$

Добовий план – графік № 2

- загальне навантаження, $\sum U_n = 149$ вагонів/доб;

- загальне розвантаження $\sum U_{\epsilon} = 133$ вагони/доб;

- загальне прибуття $n_{np} = 182$ вагони/доб;

- загальне відправлення $n_{np} = 182$ вагони/доб;

- вантажооборот станції: $U_{\epsilon\sigma} = 149 + 133 = 282$ вагони/доб;

- вагонооборот станції: $n_{\epsilon\sigma} = 182 + 182 = 364$ вагони/доб;

- коефіцієнт подвійних операцій:

$$K_{\epsilon\sigma} = \frac{149 + 133}{182} = 1,54.$$

Таблиця 10.2 - Відомість безномерного обліку простою вагонів

Години	Прибуло	Відправлено	Залишок вагонів
1	2	3	4
надлишок від попередньої доби	-	37	37
18 - 19	-	-	37
19 - 20	-	-	37
20 - 21	36	-	36
21 - 22	-	-	36
22 - 23	-	-	36
23 - 24	36	36	36
24 - 1	-	-	36
1 - 2	-	-	36
2 - 3	-	37	37

3 - 4	-	-	37
4 - 5	-	-	37
5 - 6	-	-	37
6 - 7	-	36	36
7 - 8	36	-	36
8 - 9	-	-	36
9 - 10	-	-	36
10 - 11	-	-	36
11 - 12	-	-	36
12 - 13	37	36	37
13 - 14	-	-	37
14 - 15	-	-	37
15 - 16	-	-	37
16 - 17	37	-	37
17 - 18	-	37	37
	$\sum_{i=1}^{24} \Pi_i = 182$	$\sum_{i=1}^{24} B_i = 182$	$B = \sum_{i=1}^{24} H_i = 913$

- середній простій вагонів при безномерному способі обліку:

$$t_{сер}^{np} = \frac{2 \cdot 913}{182 + 182} = 5,01 \text{ год.};$$

- середній простій вагонів на станції під однією вантажною операцією, год.:

$$t_{ван}^{од} = \frac{4,82}{1,54} = 3,25 \text{ год.};$$

- середній залишок місцевих вагонів на станції (робочий парк):

$$n_{р.л} = \frac{913}{24} = 38 \text{ вагонів};$$

- коефіцієнт використання маневрового локомотива:

$$K_{лок} = \frac{1362}{1440} = 0,94;$$

- кількість навантажно-розвантажувальних машин Z на кожному складі і коефіцієнт їх використання $K_{нрм}$:

- коефіцієнт використання НРМ на складі 1:

$$K_{нрм} = \frac{695,4}{1440 \cdot 5} = 0,096;$$

- коефіцієнт використання НРМ на складі 2:

$$K_{нрм} = \frac{721,8}{1440 \cdot 2} = 0,25;$$

- коефіцієнт використання НРМ на складі 3:

$$K_{нрм} = \frac{842,4}{1440 \cdot 1} = 0,58;$$

- коефіцієнт використання НРМ на складі 4:

$$K_{нрм} = \frac{1584}{1440 \cdot 3} = 0,36.$$

Таблиця 10.3 - Показники роботи транспорту по варіантах добового плану-графіку

№ п/п	Показники	Величина показників	
		1 варіант	2 варіант
1	2	3	4
1	Загальне навантаження, вагонів/доб	149	149
2	Загальне розвантаження, вагонів/доб	133	133
3	Загальне прибуття, вагонів/доб	182	182
4	Загальне відправлення, вагонів/доб	182	182
5	Вантажооборот, вагонів/доб	282	282
6	Вагонооборот, вагонів/доб	364	364
7	Коефіцієнт подвійних операцій	1,54	1,54
8	Середній простій (оборот) вагонів УЗ, год	4,82	5,01
9	Середній простій вагонів УЗ під однією вантажною операцією, год.	3,12	3,25
10	Середній залишок вагонів на станції (робочий парк)	37	38
11	Коефіцієнт використання маневрового локомотиву	0,94	0,94
12	Залучення локомотиву станції примикання, год.	1,83	-
13	Кількість НРМ на складі: 1	5	5
	2	2	2
	3	1	1
	4	3	3
14	Коефіцієнт використання НРМ на складі: 1	0,096	0,096
	2	0,25	0,25
	3	0,58	0,58
	4	0,36	0,36

11. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКУ

Вибір найбільш раціонального варіанту добового плану-графіку проводиться за критерієм експлуатаційних витрат по і-му варіанту \mathcal{E}_i на утримання НРМ і залучення локомотиву станції примикання для водіння передаточних потягів, грн.;

$$\mathcal{E}_i = \sum_{j=1}^4 Z_j C_{MГj} \Phi_j + (T_{СП} \cdot C_{ЛГ} + BC_{ВГ}) \cdot 365$$

де Z_j - кількість НРМ на j-м складі (по розрахунках);

$C_{MГj}$ - вартість машино-години НРМ на j-м складі, грн.

Φ_j - річний фонд часу роботи НРМ на j-м складі при цілодобовій роботі, год.

$T_{СП}$ - час залучення локомотиву станції примикання для водіння передаточних потягів, год. (по графіках);

B - сума вагоно-годин простою за добу

$C_{ЛГ}$ - вартість локомотиво-години, грн. ($C_{ЛГ} = 90$ грн.);

$C_{ВГ}$ - вартість вагоно-години ($C_{ВГ} = 2$ грн.).

Графік 1

$$\mathcal{E}_i = 11 \cdot 81 \cdot 22772 + (1,83 \cdot 90 + 879 \cdot 2) \cdot 365 = 20991637,5 \text{ грн.}$$

Графік 2

$$\mathcal{E}_i = 11 \cdot 81 \cdot 22772 + (913 \cdot 2) \cdot 365 = 20956342 \text{ грн.}$$

Найбільш раціональний другий варіант добового плану – графіку.