

М. Б. КУРГАН, М. А. ЗАЯЦ (ДІТ)

ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ОВОЛОДІННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ШВИДКІСНОГО РУХУ ПОЇЗДІВ НА ОДНІЙ З ПАРАЛЕЛЬНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ЛІНІЙ

Розроблена методика формування раціональної схеми етапного оволодіння перевезеннями для паралельних залізничних напрямків, при впровадженні на одному з них швидкісного руху пасажирських поїздів.

Разработана методика формирования рациональной схемы этапного овладения перевозками для параллельных железнодорожных направлений, при введении на одном из них скоростного движения поездов.

The authors have developed a method of forming a rational scheme of stage-by-stage integration of services on parallel-bound railroad directions, when high-speed services are introduced on one of them.

Загальні положення. До 60-х років минулого століття швидкості вантажних поїздів становили 2/3 швидкості пасажирських. За минулий час різниця між максимальною швидкістю вантажних і пасажирських поїздів $V_{\text{пас}} - V_{\text{ван}}$ збільшилась у 1,5–2 рази. При істотній різниці $V_{\text{пас}} - V_{\text{ван}}$ швидкісні поїзди знімають із графіка значну кількість вантажних поїздів, що призводить до зменшення провозоспроможності лінії, на якій впроваджується швидкісний рух.

Щоб забезпечити раціональний швидкісний режим потоку поїздів і оптимальні умови роботи колії, необхідно підвищити швидкості вантажних поїздів до 100...110 км/год. Таке рішення можливе в перспективі після модернізації візків

і гальмових пристроїв вантажних вагонів. Інша можливість вирішення проблеми – це передача частини вантажних поїздів на паралельні (рівнобіжні) ходи. Такий підхід, наприклад, був використаний в Росії при формуванні схеми оволодіння перевезеннями для паралельних залізничних напрямків Інза–Чишми [1].

На рис. 1 зображена ймовірна схема ділянки між станціями, де по одній лінії передбачається обертання більшою частиною швидкісних пасажирських поїздів, а по іншій – вантажних. Як приклад, можна навести варіанти сполучення між Києвом та Львовом: перший – через станцію Жмеринка, а інший – через станцію Шепетівка.

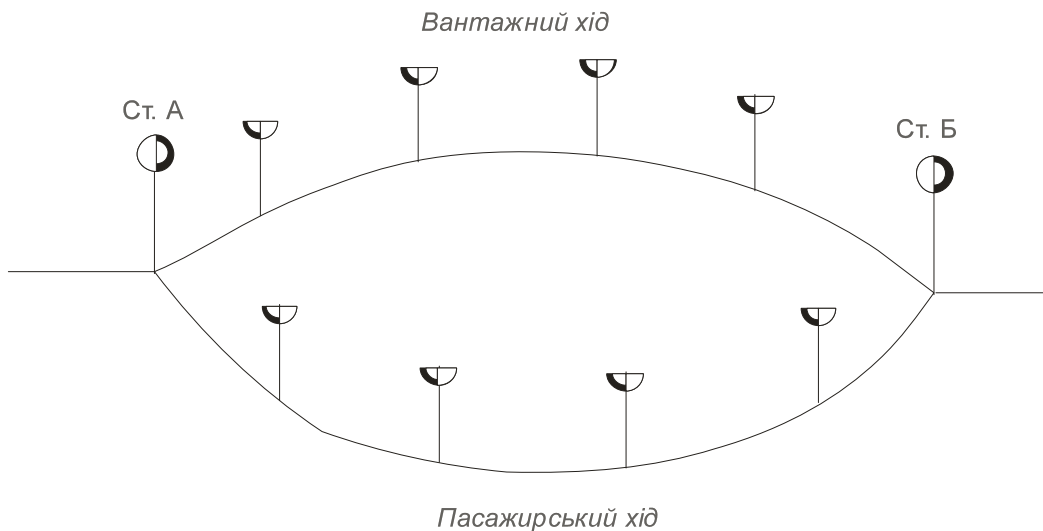


Рис. 1. Схема рівнобіжних ділянок

Під час дослідження паралельних ходів необхідно враховувати технічний стан обох залізничних напрямків. Так, наприклад, пасажирський хід може становити собою одноколійну ділянку або одноколійну з двоколійними вставками чи

двоколійну залізницю. При цьому вантажний (паралельний) хід також може знаходитись в одному з цих технічних станів. Тому виникає щонайменше дев'ять можливих сполучень. На рис. 2 схематично показані ці комбінації.

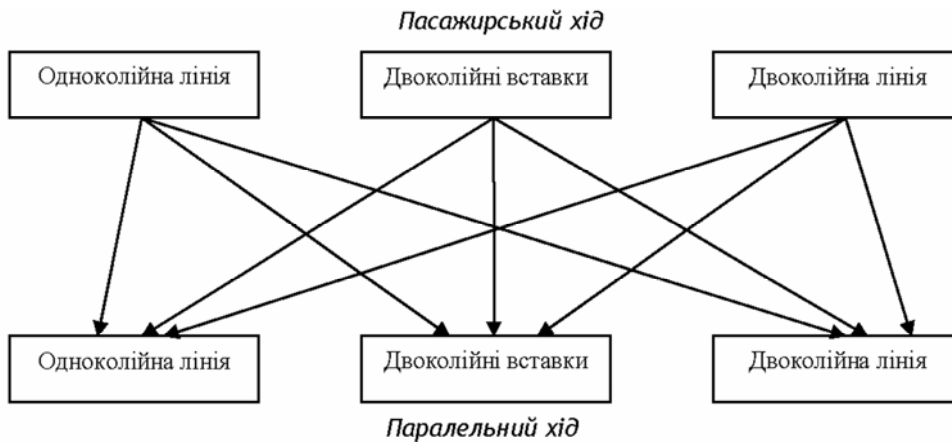


Рис. 2. Варіанти технічного стану на пасажирському та паралельному (вантажному) ходах

Постановка задачі. Дослідити умови, за яких передача частини вантажних перевезень на рівнобіжний хід може бути ефективною. У даній роботі розглянуті рівнобіжні ділянки з двоколійними

вставками довжиною 115 км. Передбачається, що на одній з ділянок впроваджується швидкісний пасажирський рух завдяки передачі частини вантажопотоку на паралельний хід (рис. 3).

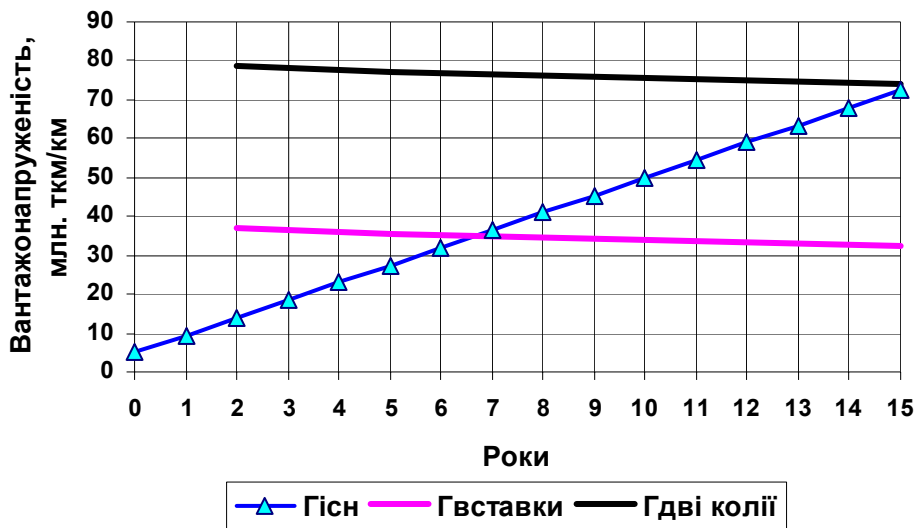


Рис. 3. Графік оволодіння перевезеннями на пасажирському ходу

Вантажонапруженість змінювалась за законом $G_t = 5,0 + 4,5t$. З графіка оволодіння перевезеннями було встановлено, що за наявності технічного оснащення залізнична лінія забезпечить перевезення до 6-го року експлуатації, а далі потребується перехід на більш потужний технічний стан – будівництво другої колії. Якщо ж переключити частину вантажопотоку ΔG_t на паралельний хід, то можна досягти відкладення капіталовкладень.

Термін відкладення будівництва другої колії залежить перш за все від величини ΔG_t . Так, наприклад, у разі передачі на паралельний хід 10 млн т/рік будівництво другої колії відкладається до 9-го року експлуатації, у разі передачі 20 млн т/рік відстрочка будівництва можливо до 11-го року (рис. 4).

Встановлено, що під час впровадження швидкісного руху рівнобіжні ходи повинні розглядатись з позиції єдиної схеми оволодіння перевезеннями, де критерієм може бути чистий дисконтний дохід. Було прийнято, що паралельний хід має такий же технічний стан, що й пасажирський. При цьому розглядалися три варіанти, коли на паралельному ходу ріст вантажопотоку відбувався з різними темпами, а саме $\Delta G_t = 2t, 3t, 3,5t$.

У разі зростання вантажонапруженості за законом $\Delta G_t = 5,0 + 2t$ (1-й варіант) паралельний хід може впоратися з перевезеннями до 13-го року. При передачі вантажів в 6-й рік в об'ємі 10 млн т/рік підсилення лінії необхідно буде виконати вже у 9-й рік, при передачі 20 млн т/рік – лінія вже у рік передачі повинна бути двоколіійною (рис. 5).

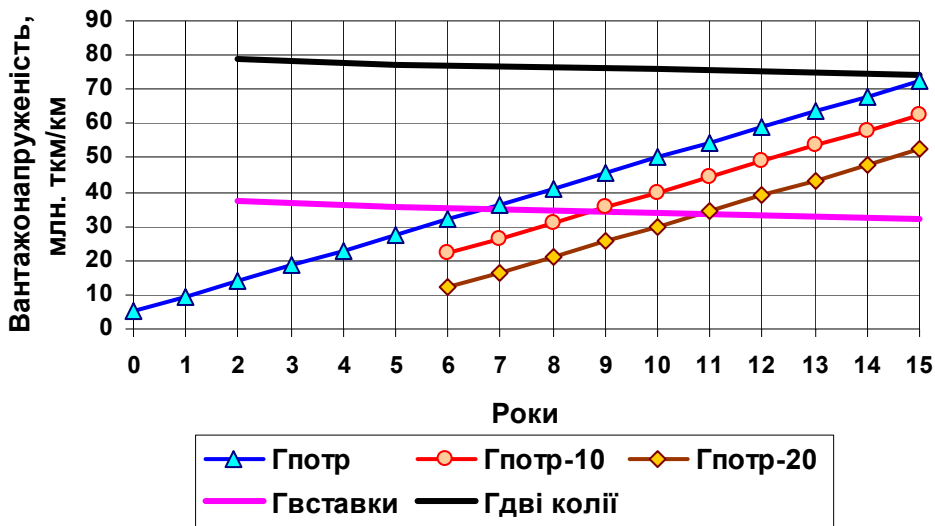


Рис. 4. Графік оволодіння перевезеннями на пасажирському напрямку при передачі 10 та 20 млн т/рік на паралельний хід

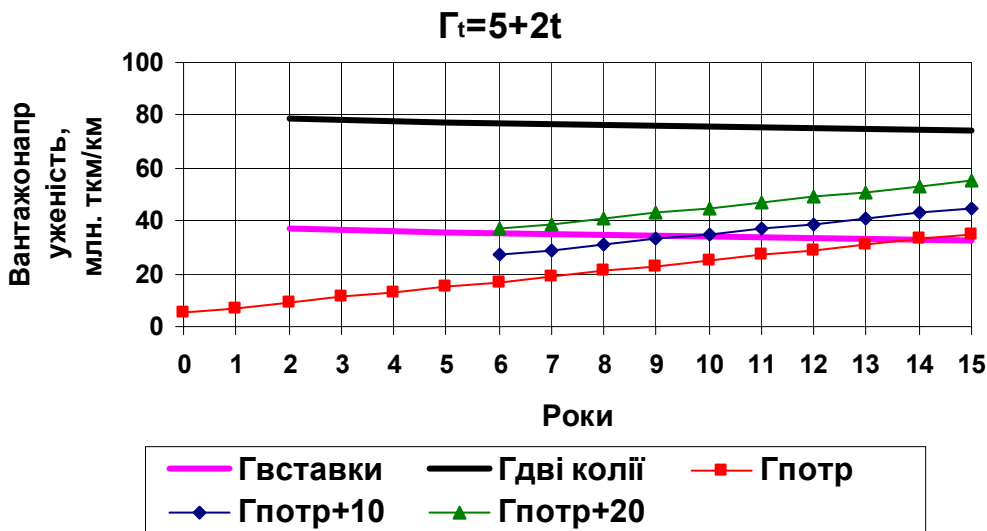


Рис. 5. Графік оволодіння перевезеннями на паралельному ході $\Gamma_t = 5,0 + 2t$

При інших темпах зростання вантажонапруженості (2-й і 3-й варіанти) потужності паралельного ходу недостатньо, і тому вже в 6-й рік лінія потребує підсилення шляхом побудови другої колії.

Методика дослідження. Для проведення дослідження і порівняння можливих варіантів була розроблена програма «Оволодіння перевезеннями», що враховує потрібні капітальні вкладення в локомотивний і вагонний парки, вартість вантажної маси, що знаходиться в перевезеннях, експлуатаційні витрати і інвестиції при зміні технічного стану залізниці. Алгоритм програми зображено на рис. 6.

За наявності паралельних напрямків, розподілом транзитних вантажопотоків можна варіювати. За критерій схеми розвитку паралельних

ліній можна прийняти у першому наближенні експлуатаційні витрати

$$(C_I + C_{II}) \rightarrow \min ,$$

за умови

$$\Gamma_I(t) + \Gamma_{II}(t) = \Gamma(t) .$$

На рис.7 наведені сумарні експлуатаційні витрати, які з передачею частини вантажопотоку зменшуються приблизно на 2–3 %. При цьому, чим більший темп зростання вантажопотоку, тим більш істотний ефект від переключення частки вантажних перевезень на паралельний хід. Це пояснюється насамперед зменшенням числа зупинок та обгонів вантажних поїздів пасажирськими на першому напрямку, який перебудовується під швидкісний рух.

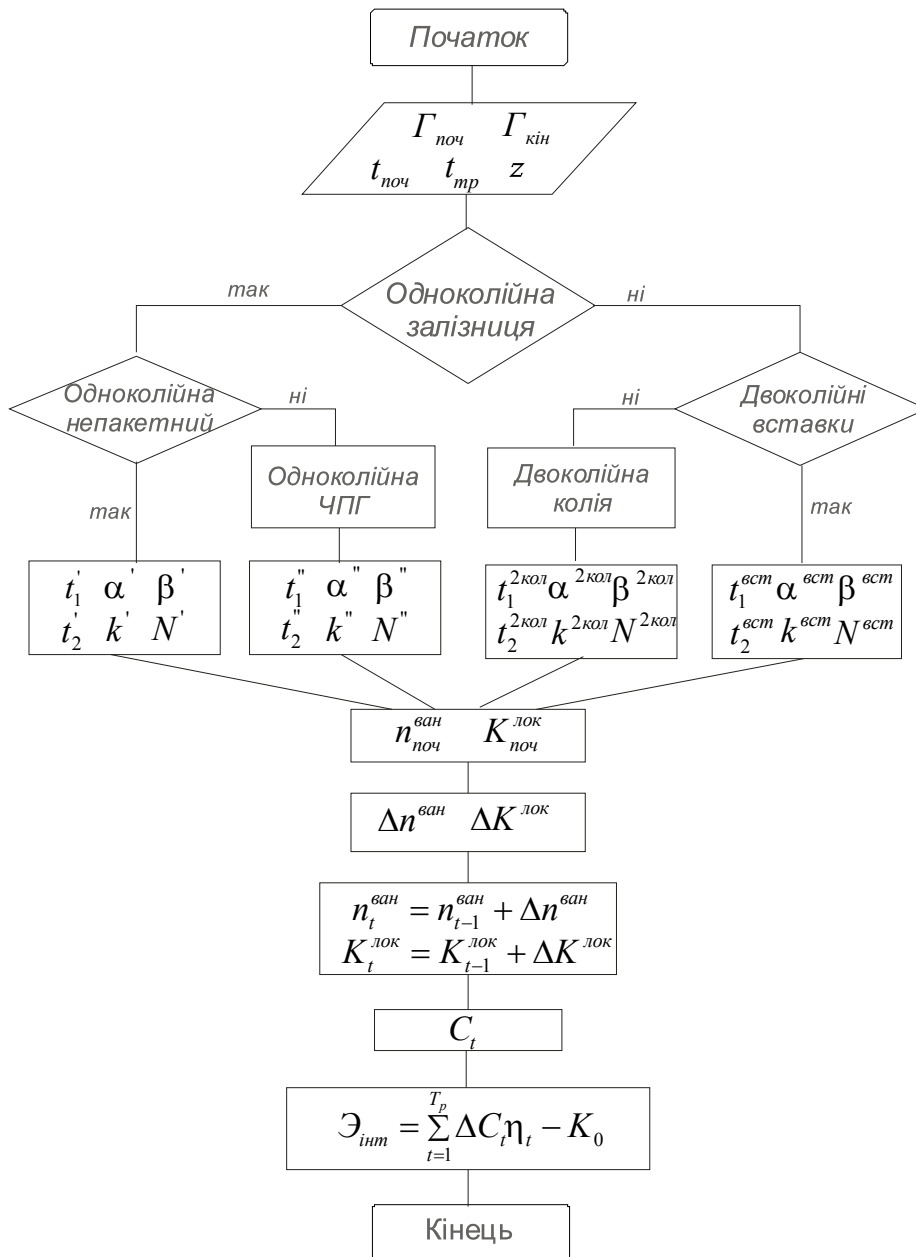


Рис. 6 Алгоритм програми «Оволодіння перевезеннями»:

$\Gamma_{\text{поч}}$ та $\Gamma_{\text{кін}}$ – початкова та кінцева вантажна напруженість; $t_{\text{поч}}$, $t_{\text{тр}}$ – рік початку дії заходу та його тривалість; z – тип графіка руху; $t'_1, t''_1, t_1^{\text{вст}}, t_1^{2\text{кол}}$ – тривалість стоянок під схрещенням та обгоном при непакетному, частково-пакетному, двоколіїних вставках та другій колії; $t'_2, t''_2, t_2^{\text{вст}}, t_2^{2\text{кол}}$ – середній час руху поїзда по перегону чи по вставці; $\alpha', \alpha'', \alpha^{\text{вст}}, \alpha^{2\text{кол}}$ – середній коефіцієнт пакетності на ділянці та частка беззупинного схрещення вантажних поїздів з пасажирськими від загальної кількості схрещення цих поїздів відповідно; $\beta', \beta'', \beta^{\text{вст}}, \beta^{2\text{кол}}$ – коефіцієнт дільничної швидкості при непакетному, частково-пакетному, двоколіїних вставках та другій колії; $k', k'', k^{\text{вст}}, k^{2\text{кол}}$ – кількість зупинок при непакетному, частково-пакетному, двоколіїних вставках та другій колії; $N', N'', N^{\text{вст}}, N^{2\text{кол}}$ – наявна пропускна здатність при непакетному, частково-пакетному, двоколіїних вставках та другій колії; $n_{\text{поч}}^{\text{ван}}$ – кількість вантажних поїздів у рік початку дії заходу; $K_{\text{поч}}^{\text{лок}}$ – вартість локомотивного та вагонного парку, а також вартість вантажної маси у рік початку дії заходу; $\Delta n^{\text{ван}}$ – річний приріст вантажних поїздів; $\Delta K^{\text{лок}}$ – річний приріст вартості локомотивного та вагонного парку, а також вартості вантажної маси; C_t – експлуатаційні витрати; ΔC_t – різниця експлуатаційних витрат до та після проведення заходів; η_t – коефіцієнт дисконтування різночасових витрат та результатів; K_0 – сумарні капітальні вкладення у захід; $\mathcal{E}_{\text{инт}}$ – інтегральний ефект (чистий дисконтний дохід)

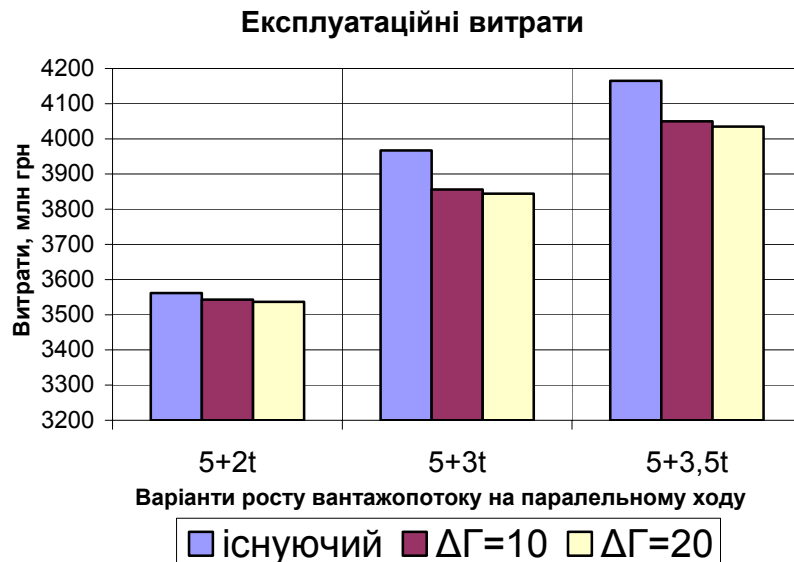


Рис. 7. Експлуатаційні витрати за варіантами

Зменшення обсягів вантажних перевезень на лінії, де буде впроваджуватись швидкісний рух, має позитивний вплив як на скорочення часу руху пасажирських поїздів за рахунок підвищення допустимої швидкості в кривих, так і на роботу колії в цілому. Надмірність підвищення зовнішньої рейки в кривих, що встановлена для швидкісного руху, визиває перевантаження внутрішньої рейки вантажними поїздами, а при вході їх у криві утруднює розворот візків, що в свою чергу призведе до росту горизонтальних сил на верхню будову колії. Із-за розвантаження зовнішнього колеса зменшується стійкість від сходу з рейок вантажних вагонів і в першу чергу цистерн, із-за підвищеного у порівнянні із звичайними вагонами центра ваги.

Для дослідження можливості підвищення допустимої швидкості руху поїздів в кривих ділянках колії було виконано такі:

1. Виконані тягові розрахунки для пасажирських і вантажних поїздів на досліджуваній ділянці. Було встановлено, що незалежно від абриса поздовжнього профілю перегонів співвідношення

$$\Delta = \frac{V_{\text{ван}}}{V_{\text{пс}}}$$

знаходиться в інтервалі 0,4...0,6.

2. Розрахована середньозважена швидкість поїздопотоку для прийнятих раніше трьох варіантів $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$.

3. Допускаючи, що таке співвідношення швидкостей руху матиме місце в кривих різних радіусів, розташованих на перегонах, за методикою [2] визначені допустимі швидкості руху (рис. 8).

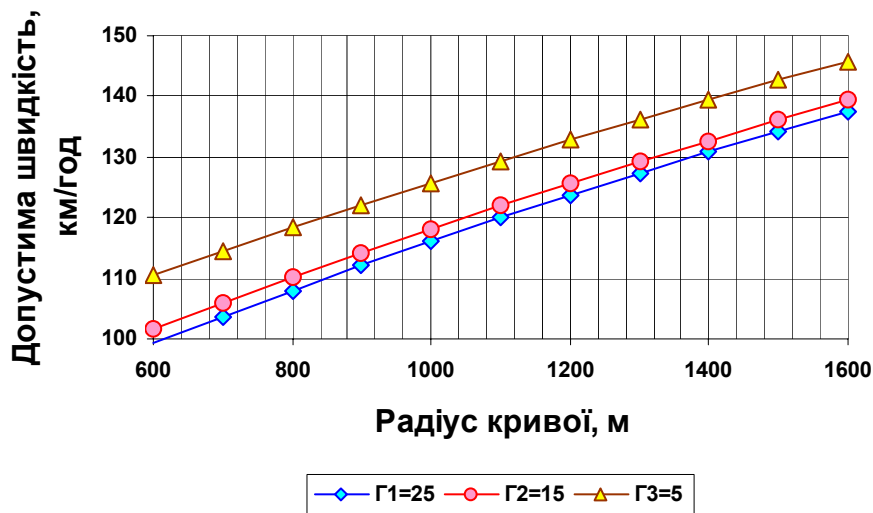


Рис. 8. Залежність допустимої швидкості від радіусу кривої

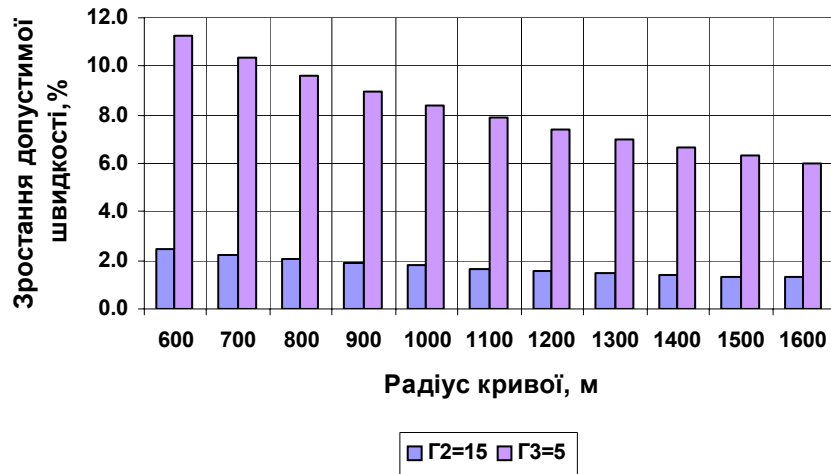


Рис. 9. Зростання допустимої швидкості при передачі 10 млн т (варіант Г2) та 20 млн т (варіант Г3)

Як видно з рис. 8 і 9 при передачі вантажопотоку на паралельний хід в розмірі 10 млн т ($G_2 = G_1 - 10$) допустимі швидкості руху зростають на 1,3...2,6 %, при передачі 20 млн т ($G_3 = G_1 - 20$) допустимі швидкості збільшуються на 6,0...11,3 %, причому більші значення мають місце в кривих малих радіусів.

Викладена методика дозволяє використовувати різні критерії при порівнянні варіантів, в тому числі чистий дисконтований дохід [3].

Висновки

1. У роботі запропоновано розглядати розвиток паралельних залізничних ліній з позиції єдиної схеми оволодіння перевезеннями. Такий підхід є особливо актуальним під час впровадження на одному з напрямків швидкісного руху поїздів.

2. Сумісне формування раціональної схеми оволодіння перевезеннями для рівнобіжних залізничних ліній дає змогу підвищити швидкість пасажирських поїздів у разі переключення частки вантажопотоку на паралельний хід.

3. Залежно від наявного технічного оснащення, темпів росту вантажонапруженості та інших факторів зменшуються капітальні вкладення на перебудову ліній та експлуатаційні витрати, пов'язані з рухом поїздів, що вказує на техніко-економічний ефект подібних заходів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Турбин И. В. Реконструкция параллельных железных дорог при вводе скоростного движения пассажирских поездов / И. В. Турбин, А. В. Березкин // Повышение эффективности работы железнодорожного транспорта: Межвуз. сб. науч. тр. – Самара: СамИИТ, 2000. – Вып. 20, ч. 1. – С. 179–183.
2. Орловський А. М. Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих / А. М. Орловський, О. М. Патласов, В. В. Циганенко та ін. ЦП/0056: Затв. наказом Укрзалізниці від 27.04.99 № 124-Ц. – Д.: Арт-Прес, 1999. – 44 с.
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: (Вторая редакция) / М-во экон. РФ, М-во фин. РФ, ГК по стр-ву, архит. и жил. политике; рук. авт. кол.: В. В. Коссов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров. – М.: ОАО НПО «Изд-во Экономика», 2000. – 421 с.

Надійшла до редколегії 05.04.2006.