

Д. М. КУРГАН, І. О. БОНДАРЕНКО (ДІТ)

## ВПЛИВ СТАНУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ДІЛЯНКИ І СТРУКТУРИ ПОЇЗДОПОТОКУ НА ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ КОЛІЇ

Запропоновано критерій оцінки впливу на колію рухомого складу, що приводить до вичерпання ресурсу підрейкової основи і, з часом, необхідності заміни верхньої будови, з урахуванням стану колії і структури поїздопотоків, що обертається.

Предложен критерий оценки воздействия подвижного состава на железнодорожный путь, приводящего к исчерпанию ресурса подрельсового основания и необходимости замены верхнего строения с учетом состояния пути и структуры поездопотока на участке.

Основним критерієм призначення модернізації є пропущений тоннаж [1]. Дійсно, основна робота, яку виконує колія, і від якої відбувається її поступове зношування є сприйняття навантаження від рухомого складу. Звичайно на процес вичерпання ресурсу колії буде впливати не тільки загальний обсяг сприйнятого навантаження, а і його структура, а також стан колії і система ремонтів по відновленню її працездатного стану. Тому необхідно мати критерій, що враховує наведені чинники і надає змогу визначити ступень зношування колії, і як наслідок величину витрат на її ремонт та термін роботи.

Для перерізу колії пропущений тоннаж можна представити як суму ваги, яка передається на нього від кожного колеса, що проїхало. Доцільно розглядати не статичне, а динамічне навантаження з урахуванням ступеня вірогідності.

Механічна робота, яку буде виконувати діюча на переріз колії сила можна визначити як добуток цієї сили на переміщення, яке вона спричиняє. Для колії таким переміщенням буде вертикальний прогин.

Дію від колеса на переріз рейки і відповідний прогин можна визначити за практичними розрахунками колії на міцність [2].

Таким чином пропонується кількісний критерій дії на колію – механічна робота вертикальної сили на переріз колії. Такий показник можна вважати більш розкритою формою пропущеного тоннажу і

використовувати для оцінки поступового зношування колії і строків призначення ремонтів, але з урахуванням характеристик рухомого складу і стану колії.

Метою даної роботи є спроба дати порівняльну оцінку впливу структури поїздопотоків і стану ділянки на величину дії на колію і відповідно на швидкість її поступового зношування.

Робота вертикальної сили від одиниці рухомого складу (одного вагона або локомотива) для перерізу колії буде визначатися за формулою

$$R = n_k \cdot P_{\text{екв}}'' \cdot \alpha \cdot z_{\text{max}}, \quad (1)$$

де  $P_{\text{екв}}''$  – вертикальна сила, діюча від візка на рейку, від значення якої обчислюється вертикальний прогин рейко-шпальної решітки;

$z_{\text{max}}$  – максимальний прогин рейко-шпальної решітки в точці прикладення сили;

$\alpha$  – коефіцієнт вигину шпали, для переходу від максимального значення прогину до середнього [3];

$n_k$  – кількість коліс.

Значення вертикальної сили ( $P_{\text{екв}}''$ ) і прогину ( $z_{\text{max}}$ ) обчислюються за методикою інженерного розрахунку на міцність, яка затверджена інструкцією ЦП-0117 [2].

Відповідно до запропонованої методики було розраховано роботу вертикальних сил при проходженні по колії різних одиниць рухомого складу в залежності від швидкості руху. Результати розрахунку для ділянки, що має

стандартну конструкцію верхньої будови колії (рейки Р65, шпали залізобетонні, баласт щебеновий, безстикова колія) і знаходиться у справному стані (відхилення від норм

утримання у межах I...II ступеня, модуль пружності підрейкової основи 50 МПа) показані у вигляді графіків залежності вертикальної сили від швидкості руху, рис. 1-2.

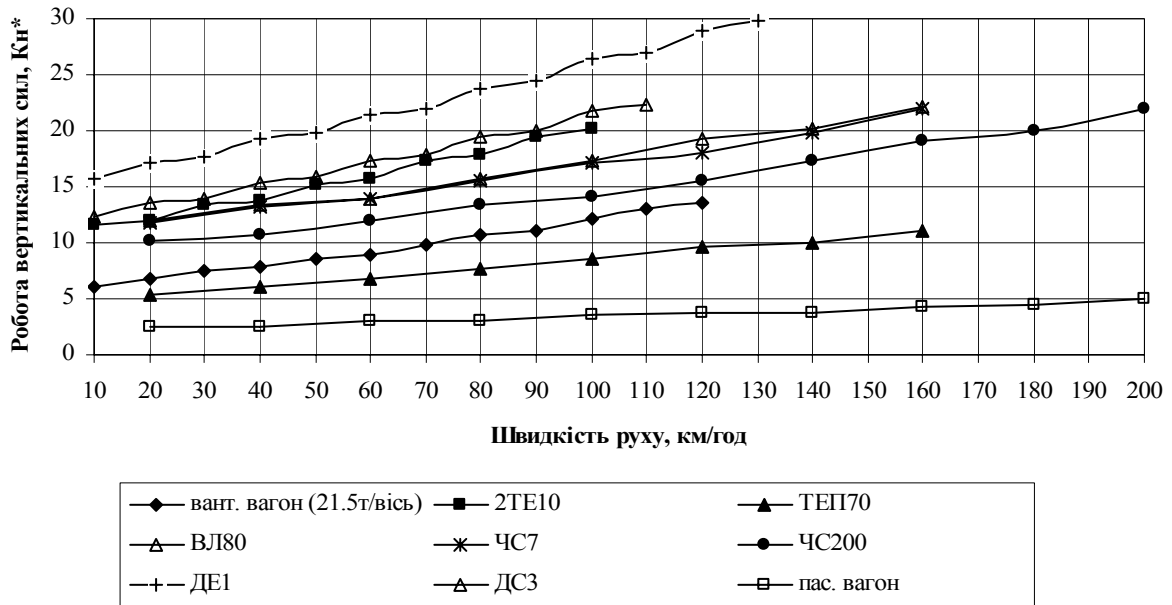


Рис. 1. Залежність роботи вертикальних сил від швидкості руху одиниці рухомого складу

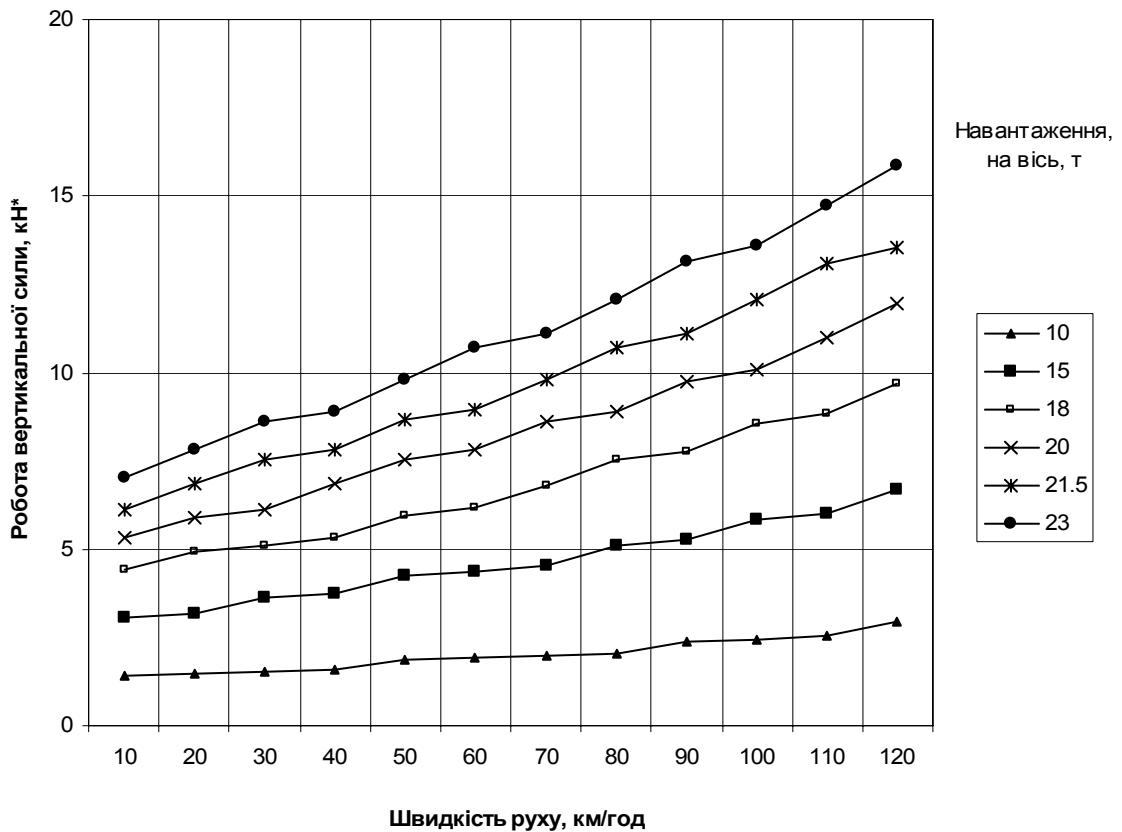


Рис. 2. Залежність роботи вертикальних сил від швидкості руху для одиночного вантажного вагона

На значення вертикальної сили, яка виконує роботу по прогину рейко-шпальної решітки, суттєво впливає стан залізничної колії. В роботі запропоновано три стани:

1 – Працездатний стан (наявність відхилень I...II ступеня, модуль пружності підрейкової основи 50 МПа).

2 – Частково працездатний стан (відхилення III ступеня, модуль пружності підрейкової основи 30 МПа).

3 – Стан, що наблизився до непрацездатного (відхилення IV ступеня, модуль пружності підрейкової основи 15 МПа).

Залежності вертикальної роботи від швидкості руху у відповідності до стану колії наведені на рис. 3 для пасажирського вагона і на рис. 4 для вантажного вагона з навантаженням 21,5 т/вісь.

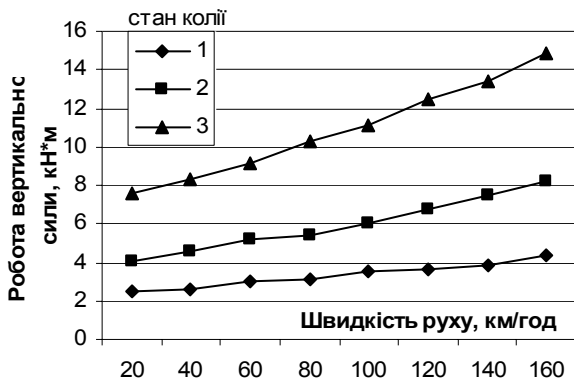


Рис. 3. Залежність вертикальної роботи від швидкості руху для пасажирського вагона з урахуванням стану колії

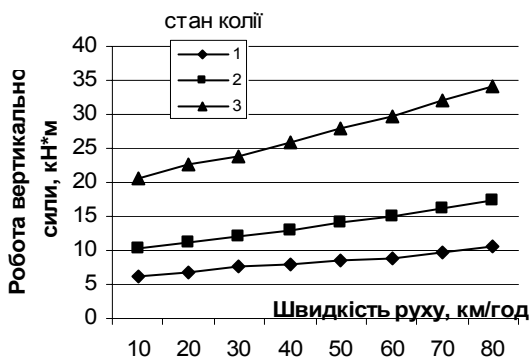


Рис. 4. Залежність вертикальної роботи від швидкості руху для вантажного вагона (21,5 т/вісь) з урахуванням стану колії

Аналіз отриманих результатів розрахунків виконаних для різних одиниць рухомого складу, показав, що зростання роботи вертикальної сили відносно працездатного стану колії (1) майже не залежить від типу рухомого складу і швидкості руху. На рисунках

5-6 наведено зміни обсягу роботи вертикальної сили для 2 та 3 станів відносно працездатного стану (1) для пасажирського та вантажного вагонів.

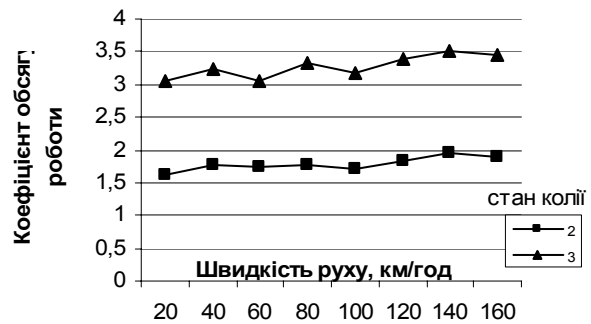


Рис. 5. Зміна обсягу роботи вертикальної сили при погіршенні стану колії для пасажирського вагона

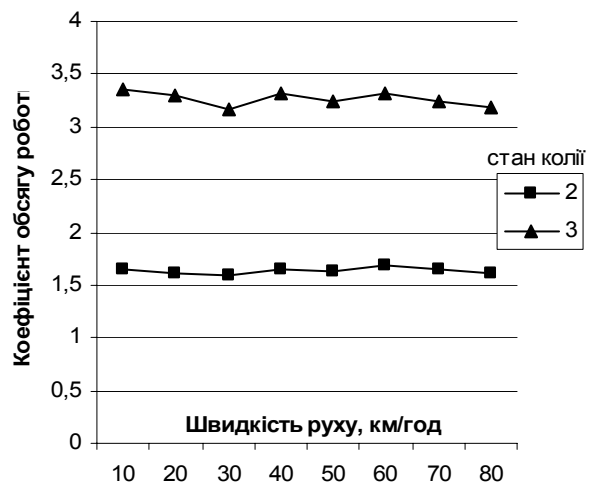


Рис. 6. Зміна обсягу роботи вертикальної сили при погіршенні стану колії для вантажного вагона (21,5 т/вісь)

На основі виконаних розрахунків і проведеного аналізу були встановлені коефіцієнти, за допомогою яких можна оцінити стан залізничної колії при визначенні роботи вертикальної сили. Так для переходу колії в частково працездатний стан необхідно щоб обсяг роботи вертикальних сил збільшився в 1,7 разів; а щоб колія перейшла у непрацездатний стан – в 3,2 рази.

Для виконання розрахунку з урахування поїздопотоків у якості вихідних даних була прийнята ділянка Придніпровської залізниці Дніпропетровськ – П'ятихатки. Конструкція верхньої будови колії: рейки Р65, шпали залізобетонні, баласт щебеневий. Рухомий склад: пасажирські вагони на візках КВ3-ЦНИИ, вантажні на візках ЦНИИ-Х3-0, локомотиви ЧС7 і ВЛ8.

Для аналізу впливу стану колії на роботу вертикальної сили, у проведених розрахунках варіювався модуль пружності підрейкової основи від 10 до 70 МПа і наявність просядок від I до IV ступеня відхилення. Модуль пружності підрейкової основи безпосередньо входить до багатьох формул розрахунку колії на міцність. За ступенем просядок визначалися параметри вертикальної нерівності колії, значення яких впливають на розрахунок відповідного середньоквадратичного відхилення однієї зі складових сили, що діє від колеса на рейку за методикою, запропонованою в [2].

Аналіз отриманих напружень в елементах верхньої будови колії показує, що вони не перевищують допустимі значення для всіх розглянутих станів колії і швидкостей руху. Як і передбачалося відхилення у значеннях модуля пружності підрейкової основи та наявність просядок у дозволених межах [2, 4] не приводять до порушення умов міцності колії. Але тривале збільшення дії на колію (як показано раніше у числовому вигляді буде оцінюватися роботою вертикальної сили) прискорює зношування всіх елементів колії і наближати строк проведення ремонтів.

Для обраної ділянки були проведені розрахунки за формулою (1). Отримана залежність обсягу роботи від модуля пружності підрейкової основи і ступеня просядок. Далі прийняли, що експлуатація ділянки в режимі, для якого визначені строки проведення ремонтів [1], буде відповідати розрахунковому варіанту з модулем пружності 50 МПа і наявністю просядок до I ступеня відхилення (1 стан колії). Тоді можна порівняти дії на колію у вигляді вертикальної роботи від різних одиниць рухомого складу. Відповідні графіки приведені на рисунках 7...14.

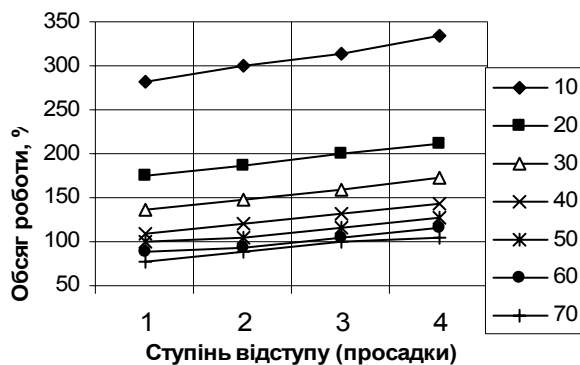


Рис. 7. Зміна обсягу роботи вертикальної сили від ступеня просядок для різних модулів пружності підрейкової основи (локомотив ВЛ8)

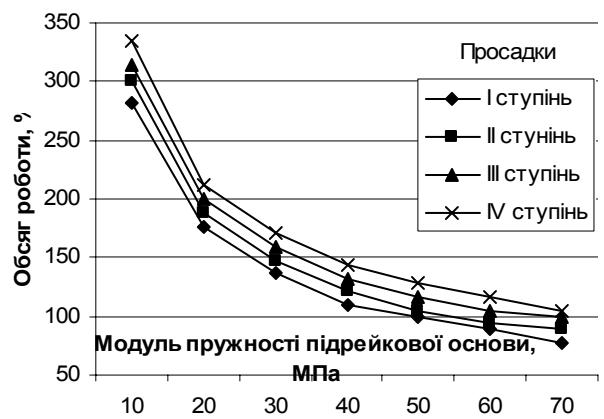


Рис. 8. Зміна обсягу роботи вертикальної сили від модуля пружності підрейкової основи для різних ступенів просядок (локомотив ВЛ8)

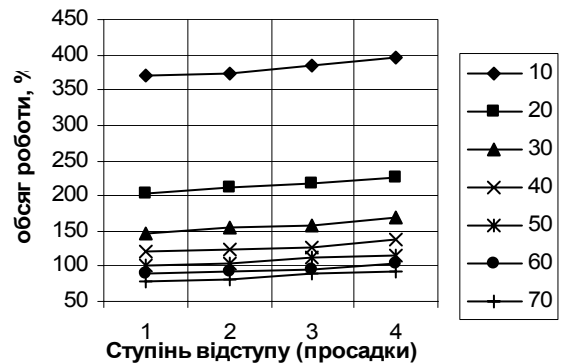


Рис. 9. Зміна обсягу роботи вертикальної сили від ступеня просядок для різних модулів пружності підрейкової основи (вантажний вагон)

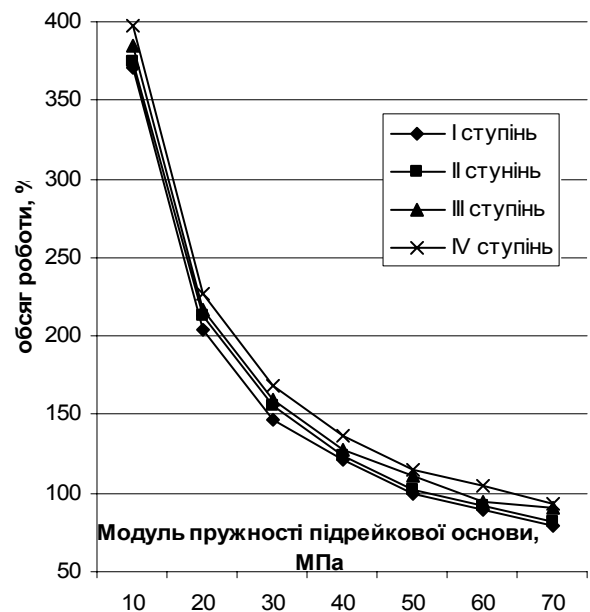


Рис. 10. Зміна обсягу роботи вертикальної сили від модуля пружності підрейкової основи для різних ступенів просядок (вантажний вагон)

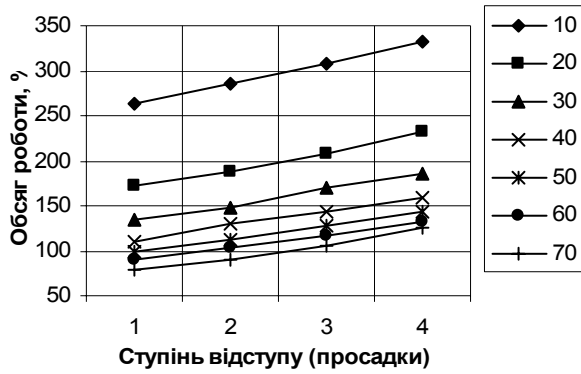


Рис. 11. Зміна обсягу роботи вертикальної сили від ступеня просадок для різних модулів пружності підрейкової основи (локомотив ЧС7)

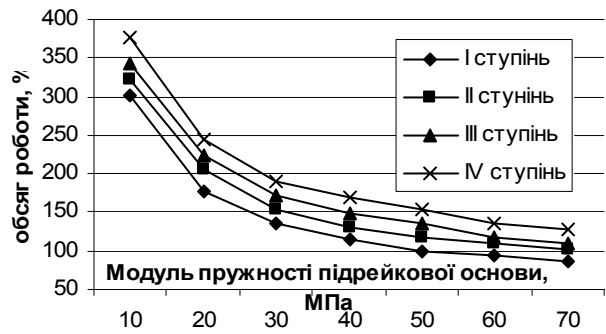


Рис. 14. Зміна обсягу роботи вертикальної сили від модуля пружності підрейкової основи для різних ступенів просадок (пасажирський вагон)

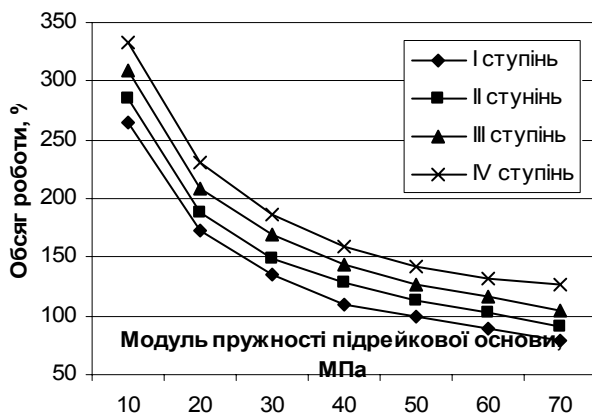


Рис. 12. Зміна обсягу роботи вертикальної сили від модуля пружності підрейкової основи для різних ступенів просадок (локомотив ЧС7)

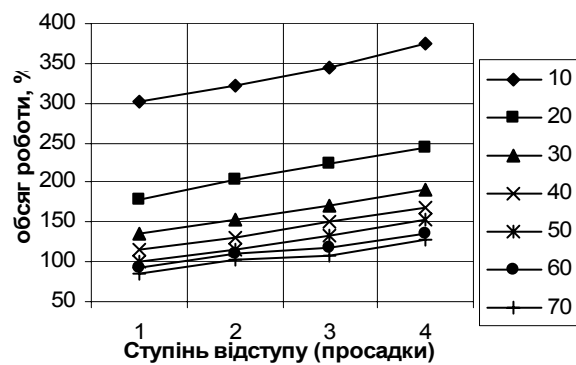


Рис. 13. Зміна обсягу роботи вертикальної сили від ступеня просадок для різних модулів пружності підрейкової основи (пасажирський вагон)

З наведених графіків, для різних одиниць рухомого складу маємо дещо різні залежності роботи вертикальної сили від модуля пружності підрейкової основи і наявності просадок. Більш об'єктивну оцінку можна отримати, якщо розглянути потік поїздів, який проходить через розрахунковий переріз колії. Згідно даних стосовно ділянки Дніпропетровськ – П'ятихатки, в середньому вантажний поїзд складається з 2 локомотивів і 36 вагонів, а пасажирський поїзд – з 1 локомотива і 18 вагонів, кількість вантажних поїздів за добу – 45, пасажирських – 35. Були отримані результати розрахунків роботи вертикальної сили від такого потоку. Далі прийнято, що строк між ремонтами при роботі вертикальної сили над колією, яка знаходиться у 1 стані – модуль пружності 50 МПа і наявність просадок до I ступеня відхилення – становить 100%, і оцінено вплив зміни модуля пружності підрейкової основи і ступеня просадок у процентному відношенні обсяг роботи вертикальної сил. Результати такого порівняння приведено на рисунку 15.

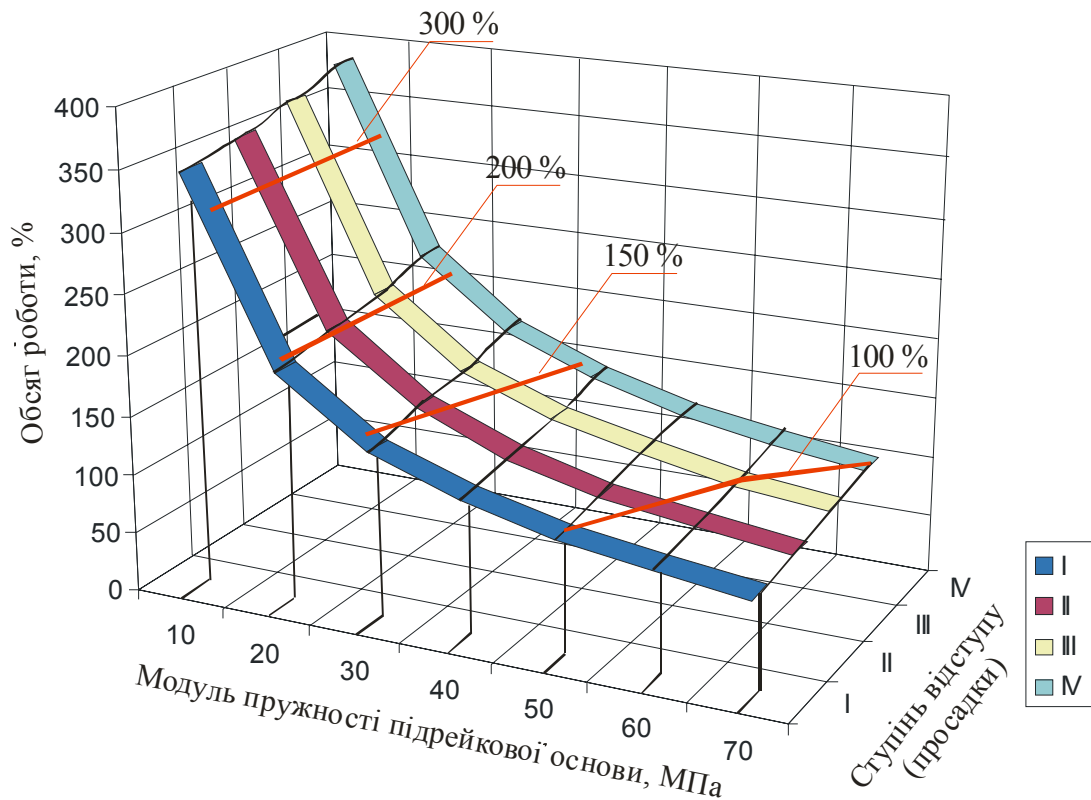


Рис. 15. Залежність обсягу роботи вертикальних сил від значень модуля пружності підрейкової основи і наявності просадок

Аналіз результатів розрахунків (див. рисунок 15) приводить до наступних висновків:

- дія роботи вертикальних сил на колію лінійно залежить від ступеня просадок, збільшення величини просадок на один ступень [5] збільшує дію роботи вертикальних сил на колію приблизно на 5...10 %;

- при зменшенні модуля пружності підрейкової основи від 50 до 30 МПа, дія роботи вертикальних сил на колію збільшується в 1,4...1,7 разів, далі йде більш різке погіршення процесу – при модулі пружності 20 МПа вплив дії на колію збільшується приблизно в 2 рази, а при 10 МПа – в 3,4...3,8 разів.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1 Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях

України. ЦП0113 от 10.08.2004, №630-ЦЗ – К., 2004. – 32 с.

2 Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість. ЦП0117 от 13.12.2004, №960-ЦЗ – К., 2004. – с.170.

3 Чернышев М.А. Практические методы расчета пути. // М: Транспорт. 1967. – 236 с.

4 Інструкція по устрою та утриманню колій залізниць України /Е.І. Даниленко, А.М. Орловський, А.П. Татуревич та інш.: ЦП-0138. – К.: Транспорт України, 2006. – 248 с.

5 Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колієвимірювальних вагонів та забезпечення безпеки руху поїздів при відступах від норм утримання рейкової колії. ЦП-0020. – К., 1997 – 36 с.

**В. І. Харлан, Д. М. Курган, І. А. Бондаренко. Вплив стану залізничної ділянки і структури поїздопотоку на життєвий цикл колії. Вісник ДНУЗТу № 19. – Д. 2007 р. С. 78-83.**