



Проців В. В.

Національний  
гірничий  
університет  
України

УДК 625.22

**ОСЛАБЛЕННЯ ГАЛЬМІВНОЇ  
СИЛИ МАГНІТОРЕЙКОВОГО  
ГАЛЬМА НА ОДИНИЧНИХ  
НЕРІВНОСТЯХ РЕЙКОВОЇ КОЛІЇ**

*Определено влияние эквивалентного зазора между наконечником тормоза и рельсом на величину силы примагничивания тормоза к единичным неровностям рельса. Учет ослабления силы магнитного притяжения необходим для определения тормозной силы локомотива при движении по реальному шахтному пути с несовершенствами.*

*Influencing of equivalent gap between the tip of brake and rail on the size of force of magnetic attractive brake to the single burries of rail is found. The account of weakening of magnetic attractive power is needed for determination of brake force of locomotive at motion on the real mine way with imperfections.*

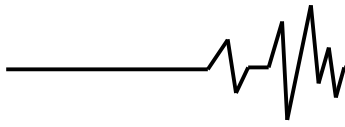
Сучасні шахтні локомотиви оснащені двома основними видами гальмівних систем, – що здійснюють передачу гальмівного моменту через колеса і що створюють гальмівну силу безпосередньою взаємодією гальмівної секції рейкового гальма з рейкою. Найбільш ефективним способом екстреного і службового гальмування шахтного рейкового локомотива є другий спосіб, що використовує магніторейкове гальмо [1], оскільки гальмівна сила, що розвивається їм, не залежить від зчпної маси локомотива і коефіцієнта зчплення коліс з рейками. Гальмівна сила такого гальма визначається силами магнітного тяжіння  $F_{\gamma} ijm$  секцій гальма до рейок, а вона, у свою чергу, залежить від площі контакту полюсних наконечників і рейок, а також величини двох повітряних зазорів [2] в електромагнітному ланцюзі «північний полюс магніту – магнітопровід секції гальма – повітряний зазор – головка рейки – повітряний зазор – магнітопровід секції гальма – південний полюс магніту».

Оскільки стан шахтної рейкової колії найчастіше незадовільний, то рейкові стики мають вертикальні сходинки та просідання. А унаслідок економії рейок використовують навіть короткі їх обрізки, що збільшує загальну кількість рейкових стиків до 45 штук на 100 м колії (на обох рейках), а самі стики часто розташовані поза шпалами. При цьому, із-за незадовільної фіксації кінців рейок щодо один

одного (унаслідок нестачі накладок і болтових з'єднань), вони з часом деформуються під дією ударних навантажень від коліс рухомого складу і набувають вигину профілю радіусом від 10 м до 70 м.

Із-за порушень періодичності укладання шпал і просідання баластного шару колії утворюються порівняно короткі (до 3 м) локальні прогини рейкових ниток, радіус кривизни яких складає від 30 м до 70 м. Це показали результати вимірів стану шахтного рейкового шляху, виконані на шахтах Виробничого об'єднання Павлоградвугілля. Над короткими одиничними нерівностями рейкової колії, якими є рейкові стики, між поверхнею доріжки катання рейки і полюсним наконечником секції магніторейкового гальма виникають локальні ослаблення сили магнітного тяжіння. Тому гальмівна сила шахтного локомотива постійно коливається майже від нуля до максимального її значення на рівній прямій ділянці.

Між новими рейками і полюсними наконечниками гальм нормальний зазор складає приблизно 0,22 мм, а між приробленими – 0,1 мм (0,15 мм за даними [3]). Відстань між полюсними наконечниками секції дорівнює 10 мм. На реально викривлених ділянках шляху збільшуються зазори  $\Delta$  і зменшуються площі контакту  $S_m$  гальмівних наконечників з рейками, тому відповідно зменшуються сили магнітного тяжіння, а



значить і гальмівні сили, вважаючи магнітне поле в повітряному зазорі однорідним. Збільшення  $\Delta$  зменшує силу тяжіння обернено пропорційно до квадрата зазору, а зменшення  $S_m$  – зменшує її прямо пропорційно. При гальмуванні локомотива на ділянках шахтної колії, що мають кривизну профілю (перегини), викривлення в плані (повороти) або при проїзді одиничної нерівності, діюче значення гальмівної сили секції магніторейкового гальма дорівнює

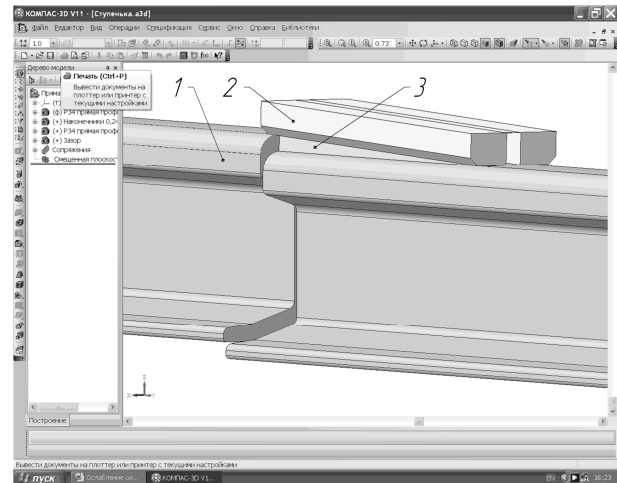
$$F_{ijm} = F_0 \delta_i l_m \varphi_m k_v k_i ijm k_c ijm k_o ijm k_a ijm k_e,$$

де  $F_0 \delta_i$  – питома сила магнітного тяжіння секції магніторейкового гальма до прямої рейки, Н/м;  $l_m$  – довжина полюсних наконечників секції гальма, м;  $\varphi_m$  – коефіцієнт тертя ковзання матеріалу наконечника магніторейкового гальма по рейці для конкретних умов забрудненості рейок;  $k_v$  – коефіцієнт, що враховує вплив швидкості руху локомотива на крайовий ефект, коли вихрові струми створюють магнітне поле, що «розмагнічує» магнітну систему, зменшуючи, тим самим, силу магнітного тяжіння гальма до рейки;  $k_o ijm$  – коефіцієнт використання сили магнітного тяжіння секції магніторейкового гальма до рейки [4] (відношення сили тяжіння гальма над реально викривленою рейкою до її максимально можливої величини над прямою рейкою);  $k_c ijm$  – коефіцієнт використання сили магнітного тяжіння над одиничною нерівністю у вигляді сходинки рейкового стику (відношення сили тяжіння гальма над реальною одиничною нерівністю у вигляді сходинки рейкового стику до її максимально можливої величини над прямою рейкою);  $k_o ijm$  – коефіцієнт використання сили магнітного тяжіння над одиничною нерівністю у вигляді просідання кінців рейок на стику (відношення сили тяжіння гальма над реальною одиничною нерівністю у вигляді просідання рейок на стику до її максимально можливої величини над прямою рейкою);  $k_a ijm$  – коефіцієнт використання сили магнітного тяжіння над одиничною нерівністю у вигляді локального прогину рейкової нитки (відношення сили тяжіння гальма над реальною одиничною нерівністю у вигляді прогину рейкової нитки до її максимально можливої величини над прямою рейкою);  $k_e$  – коефіцієнт зносу, визначає ступінь зносу полюсних наконечників уздовж терміну експлуатації.

Проїзд сходинки рейкового стику секцією магніторейкового гальма знижує силу магнітного тяжіння наконечників гальма до поверхні доріжки катання рейки [3, 5, 6], оскільки при цьому між ними збільшується еквівалентний зазор  $\Delta$ . Зміну гальмівної сили над сходинкою рейкового стику колії можна врахувати за допомогою коефіцієнта використання сили магнітного тяжіння над такою одиничною нерівністю, який визначають як

$$k_{\Delta \tilde{n}} = \frac{1}{k_{\Delta \tilde{n}}^2},$$

де  $k_{\Delta \tilde{n}}$  – коефіцієнт збільшення еквівалентного зазору між поверхнями контакту наконечників і рейок над сходинкою рейкового стику. Визначають як відношення еквівалентного зазору між поверхнею тертя полюсного наконечника секції гальма і поверхнею доріжки катання рейки над сходинкою рейкового стику при її конкретній величині до такого ж зазору над прямою (не викривленою) рейкою. Такий коефіцієнт над конкретним стиком знаходять методом обчислювального експерименту [2], як це видно на рис. 1, в програмі тривимірного моделювання КОМПАС.



**Рис. 1. Розрахункова схема до визначення еквівалентного зазору над сходинкою рейкового стику**

Над сходинкою стику рейок 1 розміщують модель наконечників секції магніторейкового гальма 2, а потім будують модель повітряних зазорів 3 між ними і поверхнями доріжок катання рейок. Визначивши за допомогою програми об'єм зазору і площу його контакту з наконечником, знаходять еквівалентний зазор між поверхнями, що труться, та  $k_{\Delta \tilde{n}}$ . На рис. 2