

Науменко М.О., канд. техн. наук
(ДВНЗ «УДХТУ»),

Науменко О.П., д-р техн. наук, професор
(ПрАТ «ІнтерМікро Дельта, Інк»)

**БІГОВА ЧАСТИНА КОЛІСНОГО РУШІЯ З АВАРІЙНОЮ
ОПОРОЮ ПРИ СТАТИЧНОМУ РАДІАЛЬНОМУ
НАВАНТАЖЕННІ СИСТЕМИ «ОПОРА-ШИНА-ПЛОЩИНА»**

Науменко М.А., канд. техн. наук
(ГВУЗ «УГХТУ»),

Науменко А.П., д-р техн. наук, професор
(ЧАО «ІнтерМікро Дельта, Інк»)

**БЕГОВАЯ ЧАСТЬ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ С АВАРИЙНОЙ
ОПОРОЙ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ РАДИАЛЬНОМ НАГРУЖЕНИИ
СИСТЕМЫ «ОПОРА-ШИНА-ПЛОСКОСТЬ»**

Naumenko M.O., Ph.D.
(SHEE "USCTU"),

Naumenko O.P., D. Sc. (Tech.), Professor
(PrJSC "InterMikro Delta, Inc")

**TREAD CAP OF THE VEHICLE WHEEL WITH EMERGENCY
FRAME AT STATIC RADIAL LOADING OF SYSTEM "SUPPORT-
TIRE-PLANE"**

Анотація. Грунтовно наведена доцільність дооснащення спеціальною аварійною опорою звичайного колісного рушія, що не тільки наближає його за екологічністю та прохідністю до властивостей гусеничного рушія, а й надає безпечності пересуванню при пошкодженні. При статичному радіальному навантаженні моделі колісного рушія з аварійною опорою встановлено, що за однакових габаритів та тиску на конструкційні залежності суттєво впливає об'єм порожнини шини, а її бігова частина потребує пошуку захисту для використання після аварії.

Складний характер конструкційних залежностей колісного рушія є наслідком прояву взаємодії його складових, для аналізу яких запропонована система «опора-шина-площина». Спільним для системи є те, що статичне радіальне навантаження здійснюється стисненням, а об'єкти складових непневматичні. За встановленими експериментально-конструкційними залежностями здійснено прогноз зміни показника статичний радіус для кожного з об'єктів та моделі колісного рушія з аварійною опорою в цілому за умовними обмеженнями системи.

При пошуку прийнятної для створення аварійної опори матеріалу доцільно спиратися на встановлені конструкційні залежності статичного стиснення. Однак сприймати їх необхідно як первинні дані для проведення подальших досліджень пружно-жорстких властивостей, враховуючи поступову зміну під впливом багатьох одночасно діючих факторів.

Ключові слова: колісний рушій, аварійна опора, бігова частина, статичне навантаження

Перспектива поширення використання рушія колісного, як на думку авторів, пов'язана з наближенням його функціональних властивостей за екологічністю та прохідністю до гусеничного, що пов'язано з зменшенням руйнівного впливу на площину опору пересування та підвищенням реалізації тягової спроможності. Доволі відомим є засіб примусового варіювання тиском повітря

у внутрішній порожнині пневматичної шини колісного рушія, який а цими показниками дозволяє наблизитись до бажаних властивостей. Тим самим транспортний засіб зберігає можливість швидкого пересування на твердій поверхні площини опору, для чого дотримується високий рівень тиску у порожнині шини, та надає можливість пересування на слабконесучому ґрунті площини опору, за умови підтримування достатньо низького рівня тиску. Але переваги реалізації цього засобу збігають нанівець при втраті тиску повітря у внутрішній порожнині пневматичної шини колісного рушія при пошкодженні, яке може призвести до руйнування як транспортного засобу, інколи навіть з смородом і займанням, так і стану поверхні опору. Проблемою залишається безпечність колісного рушія.

Система примусової зміни тиску, якою оснащено транспортний засіб, надає змогу не тільки забезпечити його різний рівень, але й підтримувати прийнятний для пересування рівень у разі незначної втрати герметичності пневматичної шин. Однак при значному механічному пошкодженні або взагалі руйнуванні колеса чи/та шини, коли у наслідок порушення балансу повітря «надано-втрачено» унеможлиблює створення прийнятного рівня внутрішнього тиску, виникає аварійна ситуація з важко прогнозованими наслідками.

Тому, як на думку авторів, вирішальне значення для набуття безумовної конкурентоспроможності колісного рушія сприяло б, зберігаючи означену екологічність та прохідність, вирішення проблеми прийнятної безпечності. З цього приводу пропонується дооснастити традиційний колісний рушій, який складено з жорсткого колеса та еластичної шини, додатковим елементом – еластичною аварійною опорою. Порушення балансу повітря «надано-втрачено» незалежно від причини збою, як-то у колісному рушії чи навіть у системі примусової зміни тиску транспортного засобу, не призводить до аварії. Тому як при недостатньому рівні або відсутності внутрішнього тиску у порожнині пневматичної шини навантаження на колісний рушій призначена сприймати спеціальна непневматична аварійна опора. Універсальний за властивостями і комбінований за виконанням колісний рушій з аварійною опорою при наявності на відповідному рівні внутрішнього тиску забезпечує прийнятну екологічність та прохідність, а при втраті тиску – прийнятну безпечність [1].

Зрозуміло, що досліджувати та відпрацьовувати безпосередньо на готових виробках є занадто тривалий та вкрай затратний процес, однак без цього неможливо достовірно вважати прийнятними будь-які розрахункові моделі. Наведені в роботі результати статичних досліджень доцільно розглядати як експериментально-розрахункову модель колісного рушія в цілому [2], що має не тільки загальнопізнавальний зміст, а й актуальну науково-прикладну спрямованість для певних умов використання (рисунки 1).

Незалежно від стаціонарного чи аварійного стану експлуатації (рис. 1,а) принциповий вигляд моделі колісного рушія не змінюється, а її реалізація не потребує, окрім створення спеціальної аварійної опори, зусиль з переробки звичайного розбірного колеса та звичайної пневматичної безкамерної шини.

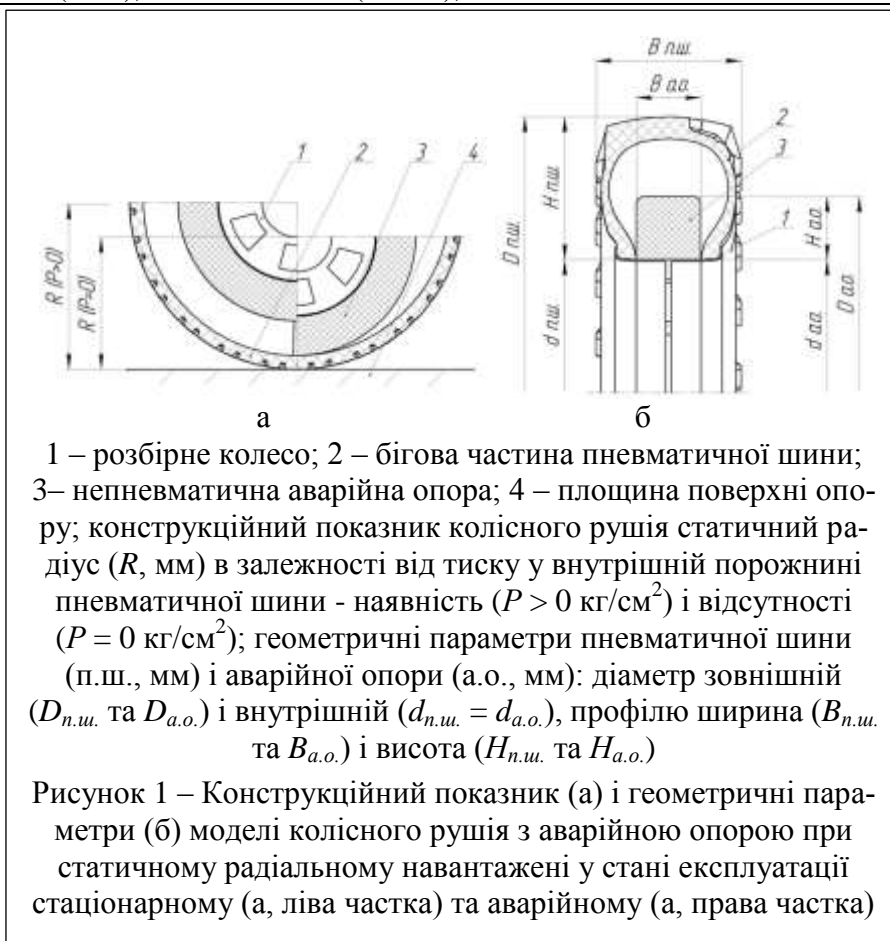
Потреба використання розбірного колеса (рис. 1,а – поз. 1) обумовлена, певно лише на початковому етапі виконання досліджень, прагненням спростити проведення експериментів та здійснення монтажу/демонтажу колісного рушія.

Використання безкамерної пневматичної шини (рис. 1,а – поз. 2) обумовлено принциповою особливістю запропонованої моделі колісного рушія. Присутність у складі моделі додаткового елемента не

дозволить розмістити звичайну їздову камеру без небажаних витягів та складок, які призводять до її швидкого перетирання і руйнування незалежно від пошкодження шини. До того ж добре відомо, що звичайної конструкції колісний рушій у разі проколу їздової камери миттєво втрачає здатність до подальшої експлуатації. Навіть принципово, наявність у складі одночасно їздової камери та аварійної опори може надати можливість хіба що прогнозованої зупинки транспортного засобу. Виключено тривале пересування, тому як непередбачене розташування залишків руйнування їздової камери, що попадають у контакт між зовнішньою поверхнею аварійною опорою та внутрішньою поверхнею пневматичної шини, призводить до утворення смороду та здійснення займання. Тому розглядається можливість використання у складі моделі колісного рушія з аварійною опорою виключно безкамерної пневматичної шини.

Основним конструкційним показником (рис. 1,а) моделі колісного рушія з аварійною опорою є статичний радіус (R , мм), який значно змінюється залежно від тиску у внутрішній порожнині пневматичної шини – наявності ($P > 0$ кг/см²) і відсутності ($P = 0$ кг/см²). Незалежно від стану експлуатації він надає уявлення відносно властивостей колісного рушія в цілому, але відносно наданої моделі його доцільно розглянути як інтегральний показник властивостей шини і опори.

Деформування шини при статичному радіальному навантаженні обумовлено переважно властивостями оболонки у стані стаціонарному ($P > 0$ кг/см²) та властивостями біговою частини у стані аварійному ($P = 0$ кг/см²). При цьому незалежно від стану експлуатації бігова частина пневматичної шини сприймає



навантаження, але якщо у першому випадку його дію обумовлює внутрішній тиск, то у другому випадку аварійна опора. Експериментально-розрахункове дослідження бігової частини пневматичної шини (рис. 1,а – поз. 2) здійснено означивши її у вигляді тонкостінного циліндру з прямокутним профілем.

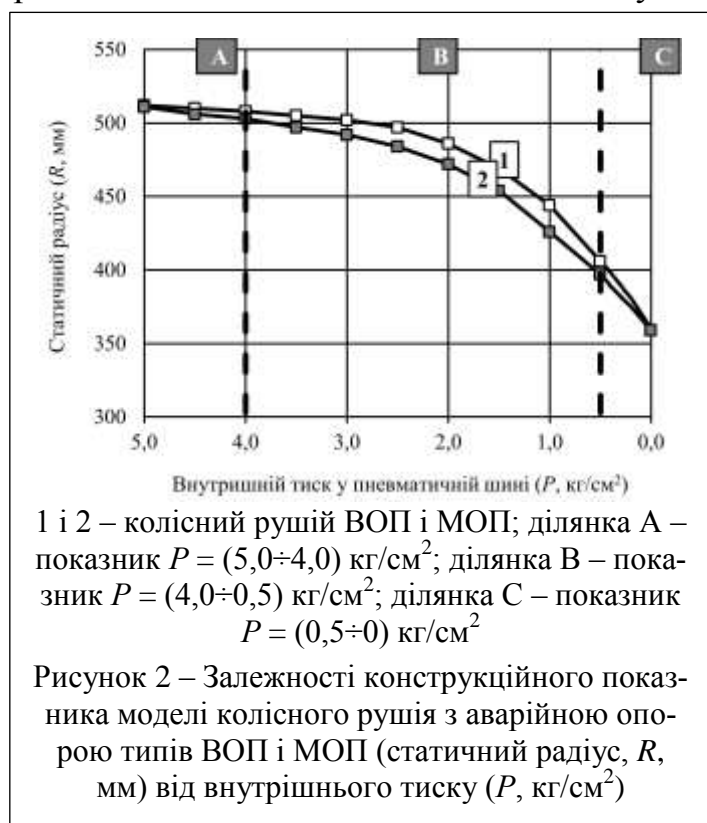
Застосування аварійної опори (рис. 1,а – поз. 3) у вигляді товстостінного циліндру з прямокутним профілем дозволяє уникнути, на цьому етапі, необхідності відпрацювання додаткового елемента конструкції. Використання розбірного колеса дозволяє розширити межі варіювання пружно-жорсткими властивостями при виборі еластичного матеріалу для аварійної опори.

Площина поверхні опору (рис. 1,а – поз. 4), яка розглядається як жорсткий елемент, не здатний до деформації за наведених умов статичного радіального навантаження, що не входить до складу колісного рушія з аварійною опорою. У даному випадку стіл випробувального пресу марки «EVERY» (Великобританія).

Модель колісного рушія з аварійною опорою при статичному радіальному навантаженні достатньо повно характеризують наступні основні геометричні параметри (рис. 1,б) пневматичної шини (п.ш., мм) і аварійної опори (а.о., мм) – діаметр зовнішній ($D_{п.ш.}$ та $D_{а.о.}$) і внутрішній ($d_{п.ш.} = d_{а.о.}$), поперечного профілю ширина ($B_{п.ш.}$ та $B_{а.о.}$) і висота ($H_{п.ш.}$ та $H_{а.о.}$).

Наведено приклад дооснащення спеціальною аварійною опорою звичайного колісного рушія, укомплектованого пневматичною радіальною безкамерною шиною регульованого тиску з рисунком протектору підвищеної прохідності. При дотриманні однакових габаритних параметрів $D = 1114$ мм і $B \leq 365$ мм та рівня показнику статичного радіального навантаження $Q = 2500$ кг, досліджено вплив об'єму внутрішньої порожнини пневматичної шини на експлуатаційні властивості моделі колісного рушія з аварійною опорою. Для чого були створені спеціальні комплекти шина-опора розмірів 365/90R18 TL 144K та 365/80R20 TL 144K, які при однакових габаритах мають суттєво різний діаметр (індекс) посадки на обід розбірного колеса, відповідно, 18" та 20". Зрозуміло, що колісний рушій з показником 18" має значно більший об'єм порожнини ніж з показником 20". Спрощенню проведення порівняльних досліджень сприятиме означення моделі з об'ємом порожнини великим, як ВОП, та малим, як МОП.

Розглянемо (рис. 2) показник статичний радіус (R , мм) в



межах зміни тиску ($P = 5,0 \rightarrow 0 \text{ кг/см}^2$) моделі колісного рушія з аварійною опорою ВОП та МОП.

За однаковим рівнем тиску повітря у внутрішній порожнині шини більший рівень показника R очікувано має модель колісного рушія ВОП (рис. 3, зал. 1) ніж МОП (рис. 3, зал. 2). Практично значима різниця існує в межах середнього рівня тиску, тоді як при зависокому чи занизькому майже відсутня.

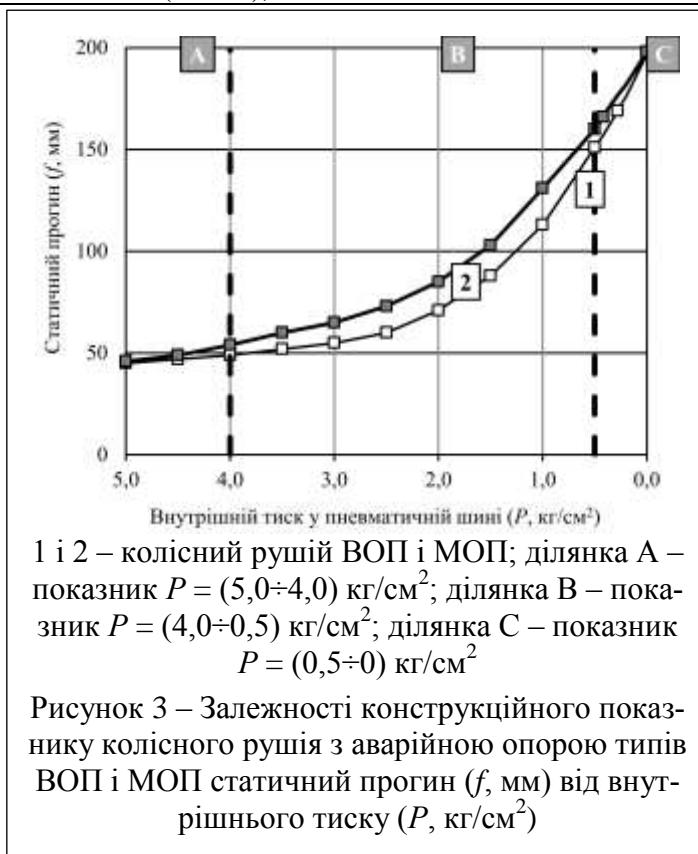
Спільний розгляд залежностей $R(P)$ для різного типу моделей дозволяє означити три характерні ділянки, які доцільно умовно позначити таким чином:

- ділянка А обмежена рівнем внутрішнього тиску $P = (5,0 \div 4,0) \text{ кг/см}^2$ демонструє майже незмінність рівня залежності $R(P)$, навіть незалежно від типу моделі колісного рушія;
- ділянка В обмежена рівнем внутрішнього тиску $P = (4,0 \div 0,5) \text{ кг/см}^2$ демонструє значну зміну рівня залежності $R(P)$, яка суттєво залежить від типу моделі колісного рушія;
- ділянка С, обмежена рівнем внутрішнього тиску $P = (0,5 \div 0) \text{ кг/см}^2$, демонструє суттєву зміну рівня залежності $R(P)$, але майже не залежить від типу моделі колісного рушія.

Майже незмінний рівень залежності $R(P)$ в межах ділянки А, що відповідає показнику $P = (5,0 \rightarrow 4,0) \text{ кг/см}^2$, вочевидь наслідок завеликого рівня тиску для обраних типів пневматичної шини моделі колісного рушія з аварійною опорою.

В межах ділянки В, що відповідає показнику $P = (4,0 \rightarrow 0,5) \text{ кг/см}^2$, наявність значної різниці рівня залежності $R(P)$ від типу моделей демонструє більшу здатність до супротиву статичному радіальному навантаженню шини з меншим об'ємом порожнини. На практиці слід очікувати переваги моделі типу МОП за зменшенням супротиву коченню при покращенні керованості, а за збільшенням прохідності та комфортності пересування можлива перевага моделі типу ВОП.

На ділянці С, де показник $P = (0,5 \rightarrow 0) \text{ кг/см}^2$, незалежно від типу моделей значна і майже однакова зміна рівня залежності $R(P)$, що при суттєво різному індексі посадочного діаметра (18" та 20") і однакового діаметра зовнішнього аварійної опори ($D_{a.o.} = 701 \text{ мм}$) вказує на саме її вирішальний вплив.



За особливостями розподілу на умовні ділянки розглянемо (рис. 3) показник статичний прогин (f , мм) в межах зміни тиску ($P = (5,0 \rightarrow 0)$ кг/см²) моделей.

Вочевидь має місце прояв протилежної тенденції до послідовного зростання рівня показника f моделі колісного рушія з аварійною опорою при поступовій втраті внутрішнього тиску у порожнині пневматичної шини, особливо для типу МОП (рис. 3 – зал. 2). В межах ділянок А, В та С має місце збереження майже однакових тенденції зміни залежності $f(P)$, але з протилежним знаком. Необхідно звернути увагу, що за однакових умов навантаження для моделей з меншим рівнем показнику R відповідає більший рівень показнику f . Суттєва різниця індексу посадочного діаметра (18" та 20") при однаковому діаметрі зовнішньому пневматичної шини, тобто колісного рушія, ($D_{n.ш.} = 1114$ мм) вказує на очікування більшої деформуємості моделі типу МОП. З практичної точки зору це позначає, що можливо очікувати потребу пошуку матеріалів з більш високими пружно-жорсткими властивостями при створенні моделей типу МОП.

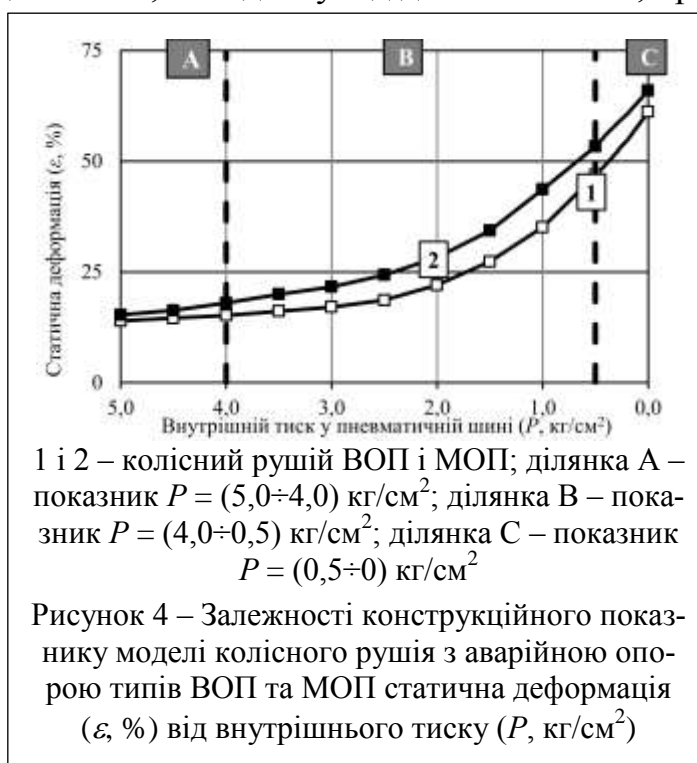
Відповідно розрахованого параметру моделей колісного рушія з аварійною опорою висота профілю типів ВОП ($H_{n.ш.} = 322$ мм) і МОП ($H_{n.ш.} = 300$ мм), як половина різниці між діаметрами зовнішнім і внутрішнім ненавантаженої пневматичної шини, та експериментально встановленої залежності $f(P)$ для них знайдено показник статична деформація ($\varepsilon = f/H$, %). Відносно умовних ділянок розглянемо (рис. 4) показник статична деформація (ε , %) в межах зміни тиску ($P = 5,0 \rightarrow 0$ кг/см²) моделі колісного рушія з аварійною опорою ВОП та МОП.

Загалом очікуваним є прояв тенденції до послідовного зростання рівня показника ε продовж поступової втрати тиску у порожнині пневматичної шини, особливо інтенсивно для моделі колісного рушія типу МОП. Порівняння залежності $\varepsilon(P)$ для різних типів моделей дозволило виявити характерну особливість – рівень показника ε в межах ділянки С, на відміну від ділянок А та В, при практично значимій різниці змінюється майже однаково.

З цього приводу допустиме припущення, що виявлена в межах ділянки С особливість залежності $\varepsilon(P)$ є наслідком прояву взаємодії складових рушія. Для їх дослідження запропоновано систему «опора-шина-площина» (рис. 5).

Система «опора-шина-площина» налічує наступні модельні об'єкти:

– «опора» – аварійна опора на ободі колеса (рис. 5,а), яку надано як еластичний непневматичний товстостінний циліндр з



1 і 2 – колісний рушія ВОП і МОП; ділянка А – показник $P = (5,0 \div 4,0)$ кг/см²; ділянка В – показник $P = (4,0 \div 0,5)$ кг/см²; ділянка С – показник $P = (0,5 \div 0)$ кг/см²

Рисунок 4 – Залежності конструкційного показнику моделі колісного рушія з аварійною опорою типів ВОП та МОП статична деформація (ε , %) від внутрішнього тиску (P , кг/см²)

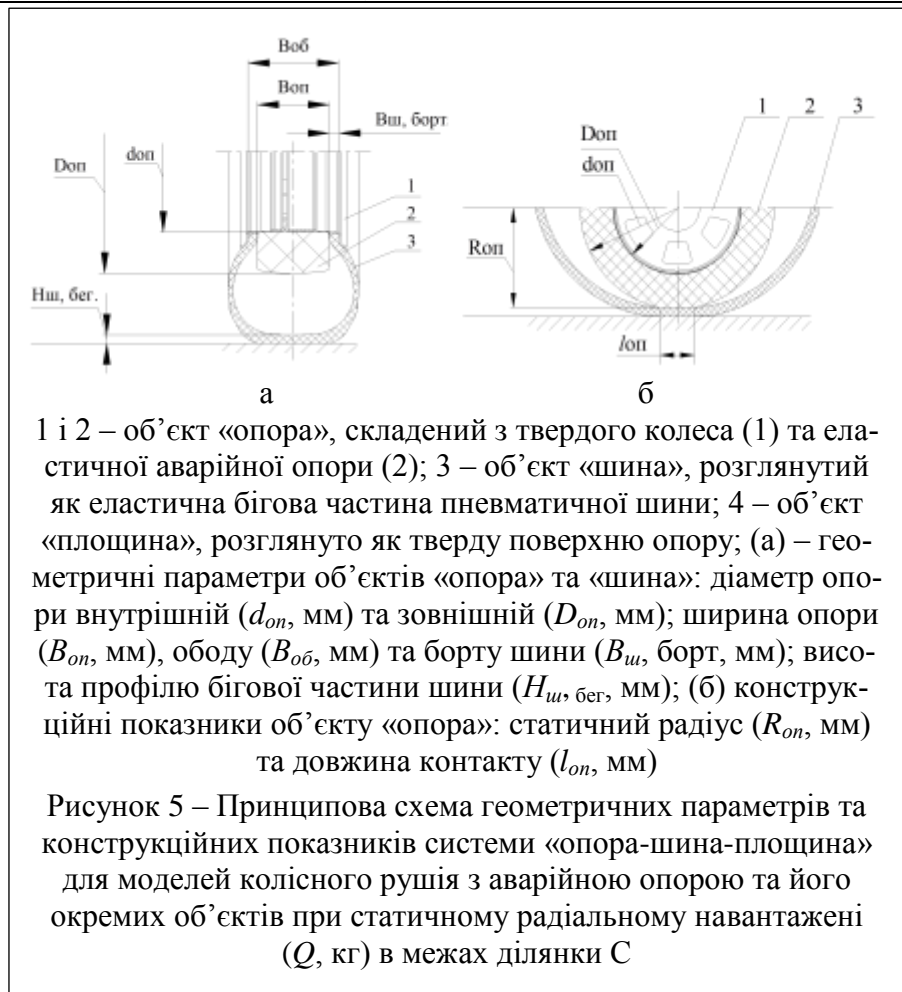
діаметром зовнішнім (D_{on} , мм) і внутрішнім (d_{on} , мм) та шириною (B_{on} , мм) на жорсткому ободі колеса шириною ($B_{об}$, мм). Спеціальну модель для навантаження аварійної опори створено шляхом її монтажу на обід колеса без пневматичної шини;

– «шина» – пневматична шина на ободі колеса розглянуто як окремий фрагмент оболонки, тобто її бігова частина (рис. 5,а), у вигляді еластичного неопневматичного тонкостінного циліндру з висотою профілю ($H_{ш, бер}$, мм), та її борти, кожний з яких достатньо охарактеризувати шириною ($B_{ш, борт}$, мм);

– «площина» – здійснення експериментально-розрахункових дій передбачає його достатньо жорстким, тобто не здатним до деформування в умовах наведеного статичного радіального навантаження. Він служить поверхнею опору моделі колісного рушія в цілому чи його окремих об'єктів. Доцільно додатково застосувати конструкційні показники окремо для аварійної опори (рис. 5,б): статичний радіус (R_{on} , мм) та довжина контакту (L_{on} , мм).

Виникає унікальна можливість експериментально-розрахунково здійснити, відповідно запропонованої системи «опора-шина-площина», аналіз характеру залежностей конструкційних показників для моделі та об'єктів колісного рушія. Коаксіальне розташування циліндрів – тонкостінного та товстостінного, відповідно, бігова частина шини та аварійна опора моделює з окремих об'єктів колісний рушій в цілому. Звертає увагу, що спільним для обраних об'єктів системи є те, що в умовах статичного радіального навантаження стисненням вони виглядають як виключно неопневматичні.

На відміну від звичайного колісного рушія без аварійної опори, який може бути розглянуто як окремий випадок системи «опора-шина-площина», саме її наявність призводить до надання практично значимого вмісту для експлуатації характеру прояву залежностей в межах умовної ділянки С.

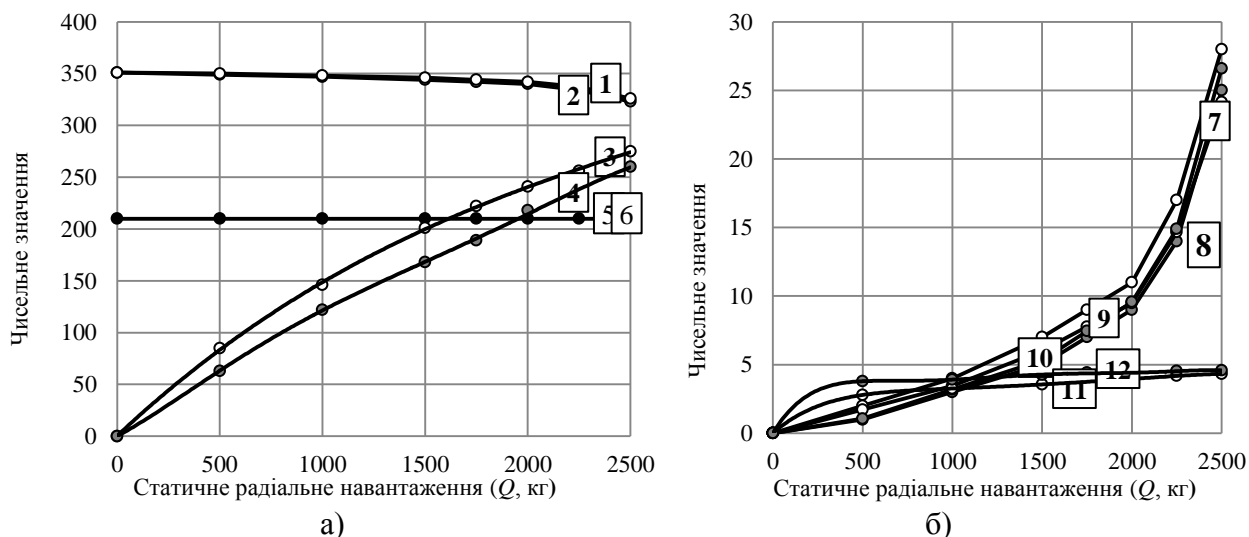


На ділянці С об'єкт «шина», коли за недостатністю чи навіть відсутністю внутрішнього тиску у внутрішній порожнині оболонки пневматичної шини несуча здатність стає неспроможною, загальну деформацію колісного рушія починає обумовлювати спільно її бігова частина та аварійна опора, тобто спільно з об'єктом «опора». За умови дотримання достатньої жорсткості об'єкту «площина», який виглядає як «ідеальне тверде тіло» без ознак деформування, спробуємо дослідити модельні об'єкти «опора» та «шина» при статичному одноосному стисненні.

Моделюється поступовий перехід від самостійного сприйняття статичного радіального навантаження пневматичною шиною до спільного його сприйняття непневматичною біговою частиною шини та непневматичною аварійною опорою, що відтворює стан рушія на ділянці С. З цього приводу доцільно дослідити, по можливості, об'єкти окремо.

Дослідження зміни конструкційних показників на об'єкті «опора» саме при поступовому зростанні рівня показника навантаження (Q , кг) обумовлено прагненням відтворити умови статичного радіального навантаження аварійної опори в процесі втрати внутрішнього тиску у порожнині пневматичній шини колісного рушія. Для чого на розглянуті вище звичайні ободи колеса з різним показником індексу посадочного діаметру змонтовані відповідні за розміром аварійні опори без пневматичних шин. Завдяки чому з'являється змога безпосередньо означити, уникаючи будь-який впливу з боку пневматичної шини, конструкційні показники саме аварійної опори.

Для об'єкту «опора» очікуваним (рис. 6) є прояв тенденції до поступового зростання рівня залежностей $f(Q)$, $\varepsilon(Q)$, $L(Q)$ та $q(Q)$ при зменшенні рівня залежності $R(Q)$, але привертає увагу незмінність рівня залежності $B(Q)$.



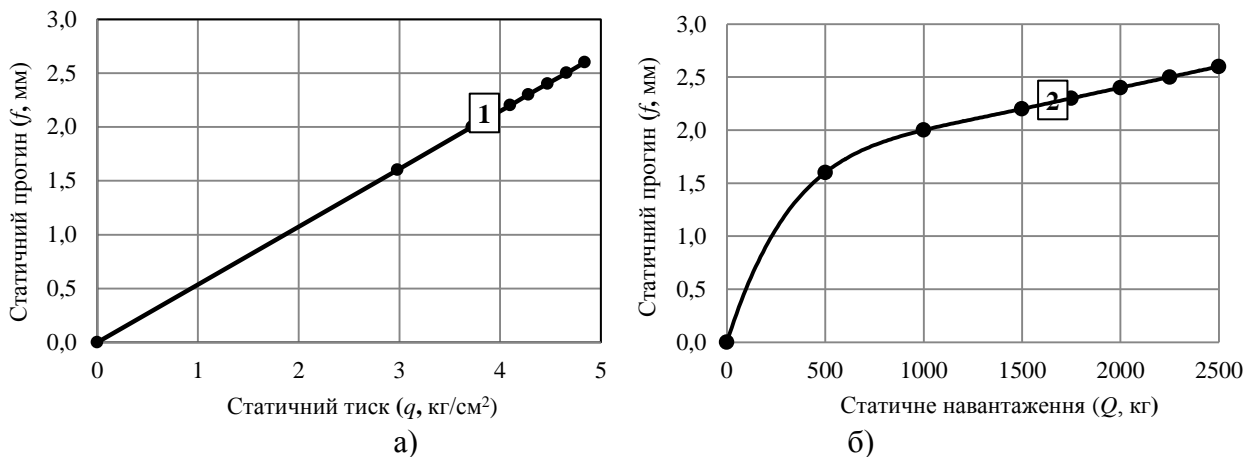
1 і 2 – статичний радіус ВОП і МОП; 3 і 4 – статична довжина контакту ВОП і МОП; 5 і 6 – статична ширина контакту ВОП і МОП; 7 і 8 – статичний прогин ВОП і МОП; 9 і 10 – статична деформація ВОП і МОП; 11 і 12 – статичний тиск стиснення ВОП і МОП

Рисунок 6 – Залежності конструкційних показників об'єкту «опора» моделі колісного рушія типів ВОП і МОП статичний радіус (R_{on} , мм), статичний прогин (f , мм), статична деформація (ε , %), статична довжина контакту (L , мм), статична ширина контакту (B , мм) та статичний тиск стиснення (q , кг/см²) від статичного радіального навантаження (Q , кг)

Майже однаковий рівень залежності $B(Q)$ у поєднанні з суттєво меншим рівнем залежностей $f(Q)$ та $L(Q)$ для аварійної опори типу МОП, тобто демонструючи більший супротив статичному радіальному навантаженню, є характерним проявом непневматичного виконання об'єкту «опора» з меншим рівнем показнику висота профіль ($H_{a.o.}$, мм). Важливість цих результатів потребує спеціального дослідження, які виходить за межі даної роботи.

Враховуючи відсутність можливості звичайними методами та засобами, як-то за «ДСТУ 26000-83 Пневматичні шини. Метод знаходження зовнішнього діаметру та ширини профілю», безпосередньо у складі колісного рушія оцінити пружно-жорсткі властивості, а, відповідно, конструкційні показники бігової частини пневматичної шини пропонується [3] відносно об'єкту дослідження «шина» реалізувати наступний розрахунково-експериментальний підхід, який передбачає:

- експериментально встановити при одноосному стисненні об'єкту «шина», на фрагменті бігової частини пневматичної шини, кількісну зміну залежності «тиск – прогин» (рис. 7,а – зал. 1) та здійснити її трансформацію у залежність «навантаження – прогин» (рис. 7,б – зал. 2);
- порівнявши між собою рівень показників тиску при стисненні та тиск внутрішній, який створено у порожнині пневматичної шини, розрахувати для бігової частини рівень показнику прогин при $P \rightarrow 0,5 \text{ кг/см}^2$ (рис. 7,б – зал. 2), що виникає в межах дії умовних ділянок А і В;
- порівнявши між собою рівень показнику тиску (напруження) контакту на зовнішній поверхні аварійної опори та внутрішній поверхні бігової частини пневматичної шини розрахувати прогин при $P \rightarrow 0 \text{ кг/см}^2$ (рис. 7,б – зал. 2), що виникає в межах дії умовної ділянки С.



1 – статичний прогин від тиску; 2 – статичний прогин від радіального навантаження

Рисунок 7 – Залежності конструкційного показника окремого об'єкту «шина» статичний прогин (f , мм) від (а) статичного тиску (q , кг/см^2) та (б) статичного навантаження (Q , кг)

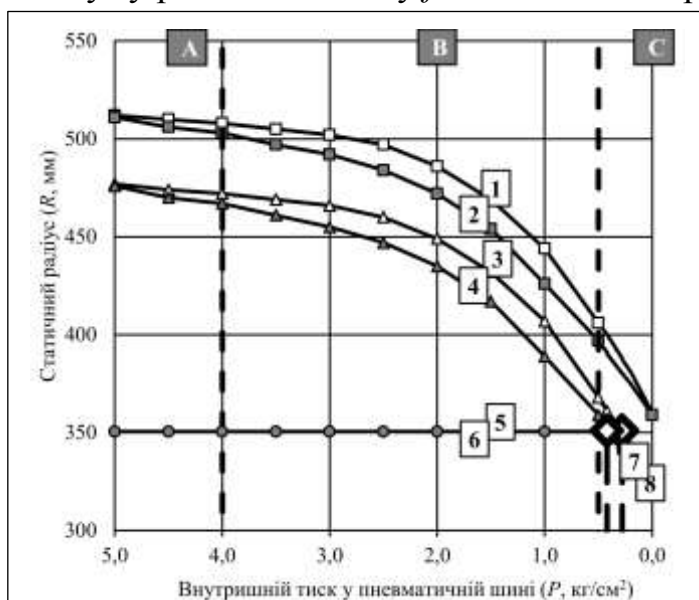
Очікуваною є тенденція до збільшення рівня залежностей $f(P)$ та $f(Q)$ при відсутності потреби здійснювати експериментально-розрахункові дослідження різних типів пневматичних шин, оскільки конструкційне виконання їх бігової частини ідентично. Тому має місце однаковий супротив об'єкту «шина».

Наявність внутрішнього тиску на достатньому рівні, що забезпечує прийнятну несучу здатність колісного рушія в цілому, достатньо добре досліджено і представлено у відповідній літературі. Тоді як в умовах недостатнього рівня або взагалі його відсутності, коли несуча здатність обумовлена спільним навантаженням біговою частиною шини та аварійною опорою, все ще не має потрібно для практичного використання відображення.

На підставі означених експериментально-конструкційних залежностей до розгляду пропонується прогноз зміни показника R для кожного з об'єктів та моделі колісного рушія з аварійною опорою в цілому (рис. 8) за умовними обмеженнями запропонованої системи «опора-шина-площина».

Вочевидь наявності складного характеру залежності $R(P)$ для внутрішньої поверхні бігової частини пневматичної шини (рис. 8, поз. 3 і 4), при чому її рівень залежить від її типу ВОП чи МОП. Це обумовлено тим, що при однаковому первинному рівні показнику бігової частини шини ($H_{ш, без}$, мм) рівень показнику f суттєво залежить від тиску (рис. 7). Поступове зменшення внутрішнього тиску у порожнині пневматичної шини (рис. 8, ділянки А та В) супроводжується і зменшенням від максимуму до мінімуму рівня показнику f . Необхідно звернути увагу, що подальше зменшення до нуля внутрішнього тиску у порожнині пневматичної шини вже не впливає на формування рівня показнику f (рис. 8, ділянка С), який навпаки зростає від точки здійснення контакту внутрішньої поверхні бігової частини шини з зовнішньою поверхнею опори (рис. 8, поз. 7 і 8).

Тому тиск на внутрішній поверхні бігової частини шини переважно обумовлюють пружно-жорсткі властивості матеріалу, обраного для виготовлення аварійної опори. Дослідження показують, що показник f саме відносно об'єкту «шина» сприяє виявленню механізму деформації колісного рушія з аварійною опорою в цілому та окремо його складових. Створення умов для мінімізації деформаційно-напруженого стану априорі сприяє покращенню працездатності будь-яких виробів, а тим більш коли питання конкурентоспроможності значно залежить від збереження для повторного викорис-



1 і 2 – зовнішня поверхня колісного рушія з аварійною опорою ВОП і МОП; 3 і 4 – внутрішня поверхня бігової частини пневматичної шини ВОП і МОП; 5 і 6 – зовнішня поверхня аварійної опори; 7 і 8 – проекція точки здійснення контакту шини та опори ВОП і МОП; ділянка А – показник $P = 5,0 \div 4,0$ кг/см²; ділянка В – показник $P = 4,0 \div 0,5$ кг/см²; ділянка С – показник $P = 0,5 \div 0$ кг/см²

Рисунок 8 – Залежність конструкційного показника колісного рушія з аварійною опорою типів ВОП і МОП статичний радіус (R , мм) від внутрішнього тиску (P , кг/см²) за системою «опора-шина-площина»

тання після аварії найбільш затратної складової колісного рушія – безкамерної пневматичної шини.

Припускаємо, що при переході з пневматичного у непневматичний стан шини і у непневматичному стані аварійної опори пружно-жорсткі властивості їх матеріалів, особливо створених на полімерній основі, поступово змінюються. Закономірності зміни властивостей для кожного з використаних матеріалів суттєво залежать від багатьох одночасно діючих факторів, як-то вплив у часі температури, вологості, навантаження, деформації, частоти і т.інш. Тому наведені вище залежності конструкційних показників для складових колісного рушія з аварійною опорою при статичному радіальному навантаженні пропонується сприймати як первинні данні для проведення подальших досліджень [4].

Отже, враховуючи прагнення надати більшу практичну привабливість науково-технічним дослідженням з забезпечення конкурентоспроможності означеної концепції колісного рушія з аварійною опорою, доцільно зосередити увагу на пошуку умов збереження від залишкового руйнування існуючих пневматичних шин для подальшої експлуатації за первинним призначенням.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Науменко, О.П. Еластична шина колісного рушія та безпека руху транспортних засобів / О.П.Науменко // Вопросы химии и химической технологии. – 2000. – №4. – С. 26-29.
2. Naumenko, Maria. Technological Aspect of Influence on Long-Term Constructional Properties under Compression of Thermoplastic Polymer Composites / Maria Naumenko, Petro Bashtanyk, Mikhail Burmistr // Chemistry & Chemical Technology. – 2013. – Vol. 7, №2. – P. 227-234.
3. Науменко, М.А. Влияние геометрического фактора на конструкционные свойства при сжатии полимерных композиционных материалов / М.А. Науменко, П.И. Баштаник, М.В. Бурмистр, В.Г. Макарова // Вопросы химии и химической технологии. – 2011. – №1. – С. 66-70.
4. Naumenko, M.O. The emergency support made of thermoplastic polymer compo-site for safe operation of pneumatic-tired wheel of cargo vehicle / M.O. Науменко // Scientific Bulletin of National Mining University. – 2013. – №2. – С. 52-59.

REFERENCES

1. Naumenko, O.P. (2000), «Elastic tire wheel propulsion and safety of vehicular traffic», *Voprosy khymyy u khymycheskoy tekhnolohyy*, no. 4, pp. 26-29.
2. Naumenko, M., Bashtanyk, P. and Burmistr, M. (2013), «Technological Aspect of Influence on Long-Term Constructional Properties under Compression of Thermoplastic Polymer Composites», *Chemistry & Chemical Technology*, vol. 7, no. 2, pp. 227-234.
3. Naumenko, M.A., Bashtanyk, P.Y., Burmystr, M.V. and Makarova, V.H. (2011), «Influence of geometric factor on the compressive properties of structural polymer composites», *Voprosy khymyy u khymycheskoy tekhnolohyy*, no. 1, pp. 66-70.
4. Naumenko, M.O. (2013), «The emergency support made of thermoplastic polymer compo-site for safe operation of pneumatic-tired wheel of cargo vehicle», *Scientific Bulletin of National Mining University*, no. 2, pp. 52-59.

Про авторів

Науменко Марія Олександрівна, кандидат технічних наук, асистент, Український державний хіміко-технологічний університет (УДХТУ), Дніпропетровськ, Україна, maria_naumenko@mail.ru

Науменко Олександр Петрович, доктор технічних наук, професор, директор з якості та стратегічного розвитку, ІнтерМікро Дельта, Інк (ІМД), Дніпропетровськ, Україна, o.naumenko@imdtires.com

About the authors

Naumenko Maria, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), SHEE «USCTU», Dnipropetrovsk, Ukraine, maria_naumenko@mail.ru

Naumenko Oleksandr, Doctor of Technical Sciences (D. Sc.), Professor, PrJSC «InterMikro Delta, Inc», Dnipropetrovsk, Ukraine, o.naumenko@imdtires.com

Аннотация. Обоснована целесообразность дооснащения специальной аварийной опорой обычного колесного движителя, что не только приближает его по экологичности и проходимости к характеристикам гусеничных движителей, а и обеспечивает безопасность перемещения при повреждении. При статическом радиальном нагружении модели колесного движителя с аварийной опорой определено, что при одинаковых габаритах и давлении на конструкционные зависимости значительно влияет объем полости шины, а ее беговая часть требует поиска средств защиты для использования после аварии.

Сложный характер конструкционных зависимостей колесного движителя есть следствием проявления взаимодействия его составляющих, для анализа которых предложена система «опора-шина-плоскость». Общим для системы есть то, что статическое радиальное нагружение осуществляется сжатием, а объекты составляющих непневматические. По установленным экспериментально-конструкционным зависимостям осуществлен прогноз изменения показателя статический радиус для каждого из объектов и модели колесного движителя с аварийной опорой в целом при условных ограничениях системы.

При поиске приемлемого для создания аварийной опоры материала целесообразно опираться на установленные конструкционные зависимости статического сжатия. Однако воспринимать их необходимо лишь как исходные данные для проведения дальнейших исследований упруго-жесткостных свойств, учитывая постепенное изменение под воздействием многих одновременно действующих факторов.

Ключевые слова: колесный движитель, аварийная опора, беговая часть, статическое нагружение.

Abstract. Feasibility of equipping a conventional wheel vehicle with a special emergency frame is grounded as it brings the wheel vehicle closer to the caterpillar by ecological parameters and cross-country ability and ensures safety driving in case of any damage. It is stated that at static radial loading of the vehicle with emergency frame and at the same dimensions and pressure structural dependences are greatly under the impact of air volume in the tire, and, besides, the wheel track cap needs some protection in order to be used after an accident. A complex nature of structural dependences of the wheel vehicle is a result of interaction between its components for analyzing of which a “support-tire-plane” system was proposed. Common for the system feature is that static radial loading is performed by compression, and objects of the components are non-pneumatic. Basing on the established experimental-and-structural dependences it is forecasted that static radius of each object and the wheel vehicle with emergency frame as a whole will be changed under effect of the system conditional limitations.

While choosing suitable material for the emergency frame it is expedient to use the established structural dependences of the static compression. However, the structural dependences can not be used as basic data for further studying of elasto-rigid properties as they can gradually changed under the effect of many factors acting simultaneously.

Keywords: wheel vehicle, emergency frame, tread cap, static loading

Стаття поступила в редакцію 14.04.2015

Рекомендовано до друку д-ром техн. наук, проф. В.І. Дирдою

Курносів С.А., д-р техн. наук, ст. научн. сотр.,

Задерій В.В., магістр

(ИГТМ НАН України),

Пілюгін В.И., д-р техн. наук,

Демиденко А.Г., магістр

(ООО «ДТЭК Энерго»),

Цикра А.А., канд. техн. наук,

Аверкин Д.И., магістр

(ООО «Минова Украина»),

Силищев А.Г., магістр

(ООО «ДТЭК Ровенькиантрацит»)

**ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОСТИ ОКОЛОШТРЕКОВЫХ ПОЛОС НА
КОНВЕРГЕНЦИЮ КОНТУРА ВЫЕМОЧНОГО ШТРЕКА И
СОСТОЯНИЕ ВМЕЩАЮЩЕГО МАССИВА**

Курносів С.А., д-р техн. наук, ст. наук. співр.,

Задерій В.В., магістр

(ИГТМ НАН України),

Пілюгін В.И., д-р техн. наук,

Демиденко О.Г., магістр

(ТОВ «ДТЕК Енерго»,

Цікра О.А., канд. техн. наук,

Аверкін Д.И., магістр

(ТОВ «Мінова Україна»),

Балдін В.В., магістр,

Силищев О.Г., магістр

(ТОВ «ДТЕК Ровенькиантрацит»)

**ВПЛИВ ЖОРСТКОСТІ НАВКОЛОШТРЕКОВИХ ПОЛОС НА
КОНВЕРГЕНЦІЮ КОНТУРУ ВИЙМКОВИХ ШТРЕКІВ І СТАН
ВМІЩУЮЧОГО МАСИВУ**

Kurnosov S.A., D.Sc. (Tech.), Senior Researcher,

Zaderiy V.V., M.S (Tech.)

(IGTM NAS of Ukraine),

Pilyugin V.I., D.Sc. (Tech.),

Demidenko A.G., Master of Science

(«DTEK Energo» OJSC),

Tsikra A.A., Ph. D. (Tech.),

Averkin D.I., Master of Science

(«Minova Ukraine» LTD),

Baldin V.V., M.S (Tech.),

Silishchev A.G., M.S (Tech.)

(«Rovenkiantracit» OJSC)