

УДК 629.1.032

Т.К. Пильова

**МЕТОДИКА ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ ОПОРНОЇ ЧАСТИНИ
ГУСЕНИЦІ ТРАНСПОРТНОЇ МАШИНИ
НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ
УЗАГАЛЬНЕНОГО КРИТЕРІЮ ЇЇ ЖОРСТКОСТІ**

Постановка проблеми. Гусениці транспортних засобів (ТЗ), що устатковані гумо-металевими шарнірами (ГМШ), мають схильність до втрати стійкості нижньої частини гусеничного обводу (ГО) при наїзді зовнішнім або внутрішнім краєм однієї з них на перешкоду певної висоти. Вказане негативне явище призводить до повної або часткової втрати працездатності машини. Механізм втрати стійкості пов'язують зі втратою напрямної функції гребенів траків, яка порушується при їх силовій взаємодії з прорізом опорного котка (ОК) машини. Критичним в цій взаємодії є вихід ОК на верхівку гребеня трака (траків), що призводить до скидання гусениці.

Одним з найбільш впливових факторів на процес втрати стійкості обводу є жорсткість гусениці на кручення. В той же час остання не може виступати кількісним критерієм оцінки стійкості, бо в свою чергу залежить від ряду параметрів, які неоднозначно впливають на неї. Наведена проблема може бути розв'язана введенням узагальненого критерію оцінки жорсткості з позиції стійкості гусеничного обводу транспортного засобу.

Аналіз літератури. Процес втрати стійкості опорної частини ГО гусеничної машини при її наїзді за наведених умов на перешкоду є недостатньо вивченим. Відомі наступні методики оцінки стійкості:

1. В експериментальній методиці, див. [1], критерієм оцінки втрати стійкості обводу гусеничної машини виступає перешкода, яку вона може здолати. Мірою початку втрати стійкості є факт бокового дотику гребенів гусениці з прорізом ОК, повної втрати стійкості – виходу ОК на верхівки гребенів;

2. Теоретичні методики дослідження стійкості гусеничного обводу будуються на спрощених математичних моделях гусениці або її частин. Так в [2] розглядається гусениця, що по всій своїй довжині опирається на перешкоду. Гусениця представлена у вигляді анізотропної пластинки з розподіленою по довжині жорсткістю, що знаходиться під дією вертикального навантаження та моменту кручення. Взаємодія гусениці з ОК у моделі відсутня.

Методика [1,3] враховує взаємодію гусениці з ОК. Гусениця представлена у вигляді однорідного стрижня, що має жорсткість на згин та кручення. Тут запропоновано оцінювати стійкість опорної частини ГО по відносному положенню гусениці й ОК та проведено аналіз впливу жорсткості гусениці на її стійкість.

Всі запропоновані методики використовують величину жорсткості як дану, що не дає змоги врахувати вплив на її величину конструктивних параметрів гусениці.

Основний розділ. Подальші пошуки методик оцінки стійкості ГО привели до наведеного нижче моделювання цього процесу.

Відомо, що моменту втрати стійкості обводу у випадку, що нами розглядається, передують збільшення кута ψ нахилу гусениці відносно свого початкового положення на рівній поверхні [1]. На рис.1 зображено черговість положень гребеня гусениці і прорізу ОК машини при різних положеннях останнього відносно перешкоди. Тут варіант *a* відповідає початковому положенню гусениці, *b* – відсутності контакту гребеня в прорізі

ОК; ψ – контакту гребеня з ОК; ε – критичному стану, безпосередньо перед втратою стійкості.

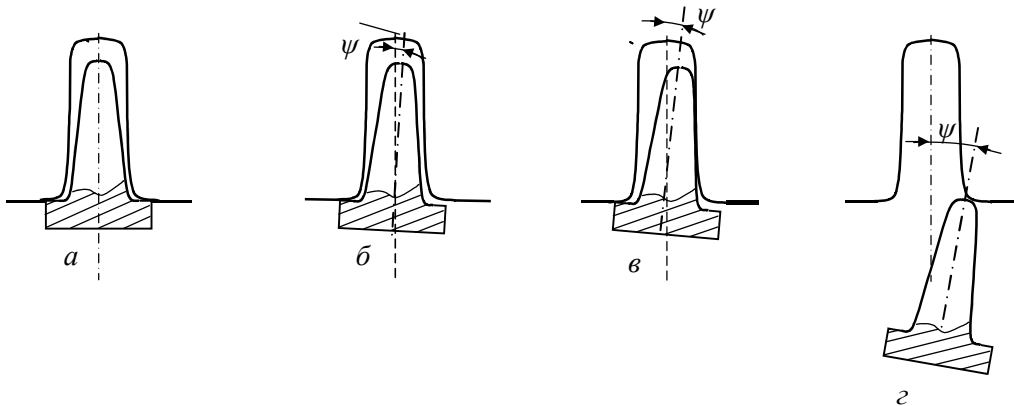


Рис. 1. Можливі положення гребеня гусениці в прорізі ОК:
a – початковий стан на площині; *b* – відсутність контакту гребеня з ОК; *v* – контакт гребеня з ОК; *z* – критичний стан гребеня відносно прорізу ОК

При порівнянні двох гусениць, що опираються одним краєм на перешкоду однієї висоти, гусениця, що має більшу жорсткість на кручення, буде відхилятися на менший кут ψ . Іншими словами, більш жорсткій гусениці відповідає досягнення стану ε на більшій за висотою перешкоди. Останнє дає можливість розглядати кут нахилу гребеня в зоні перешкоди як узагальнений критерій оцінки жорсткості гусениці транспортного засобу з позиції стійкості її опорної поверхні в зоні перешкоди.

Нижче представлена методика визначення цього кута з урахуванням конструктивних параметрів гусениці, яка бере до уваги наступне:

1. Вирішення задачі оцінки стійкості гусениці ТЗ на основі узагальненого критерію її жорсткості будемо здійснювати для різних гусениць, що знаходяться в однакових умовах щодо перешкоди.

Під час наїзду краєм гусениці на перешкоду має місце її деформування не менше ніж під трьома розташованими поряд ОК. За таких умов можливі варіанти її обпирання на ґрунті зображені на рис. 2.

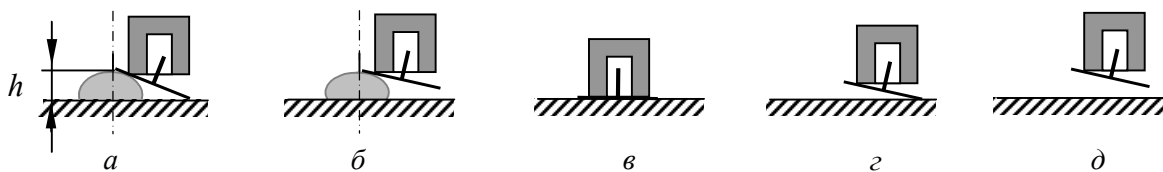


Рис. 2. – Можливі варіанти обпирання гусениці на ґрунті при доланні поодинокій перешкоди: *a* – двобічне обпирання біля верхівки перешкоди; *b* – однобічне обпирання біля верхівки перешкоди; *v* – обпирання по всій ширині гусениці біля основи перешкоди; *z* – однобічне обпирання біля основи перешкоди; *d* – відсутність обпирання біля основи перешкоди

Будемо розглядати випадок, коли гусениця під середнім з цих котків однобічно обпирається зовнішнім краєм на верхівку перешкоди заданої висоти h (рис. 2б), як найбільш складний в порівнянні до випадку на рис. 2а. Для гусениці під двома іншими

котками, що знаходяться за межами перешкоди, виберемо контакт з ґрунтом по всій її ширині (рис. 2в). Розгляду цього варіанту навантаження достатньо для вирішення задачі оцінки жорсткості гусениці ТЗ з позиції її стійкості. Дослідження питання втрати стійкості опорної частини ГО в реальних умовах потребує розгляду майже її всієї, тобто урахування в моделі випадків, зображених на рис. 2г,д під іншими ОК.

Симетричне розташування двох крайніх ОК по відношенню до перешкоди дозволяє виконати перетин по площині симетрії перешкоди і розглядати проміжок гусениці між двома опорними котками (див. рис. 3). Обпирання гусениці на перешкоду здійснюється в точці *I* перетину А-А.

2. Податливість ґрунту відсутня.
3. Моделюються умови знаходження перешкоди під гусеницею та тим ОК машини, що спричиняє найбільше навантаження гусениці N_m (див. рис.3) в даних умовах. Значення N_m встановлюється з моделювання перешкоди під різними ОК.
4. Враховується можливий контакт гребеня і прорізу ОК (рис.1в).
5. Поверхня прорізу ОК вважається жорстким упором.
6. Розрахунковий проміжок гусениці у повздовжньому напрямі навантажений зусиллями розтягу.

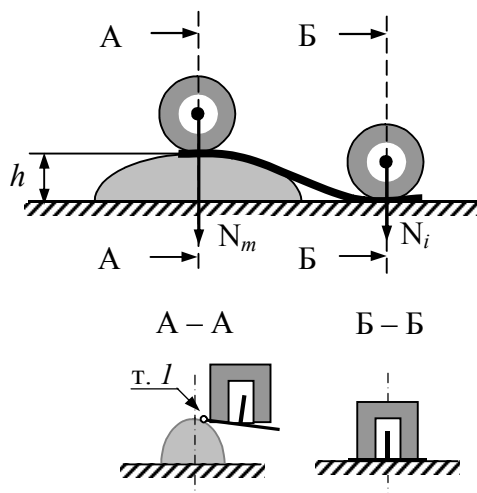


Рис. 3. Умови навантаження гусениці

Виходячи зі складності конструкції гусениці, умов її навантаження та опору, кут нахилу гребеня гусениці в зоні перешкоди визначається з допомогою МКЕ. Модель розрахункової ділянки формується об'єднанням в ланцюжок потрібної кількості траків. Модель одного траку має конструкцію максимально наближену до реальної і відповідає наведеній в [4]. Поперечний перетин розрахункової ділянки гусениці біля верхівки перешкоди, що долається, проходить через вісь пальця і наданий на рис. 4. Зусилля від ОК на гусеницю передається в точці *B* кромки бігової доріжки.

Кут нахилу гребеня гусениці в найвищій точці перешкоди визначається з умов рівноваги між ОК, що знаходиться на верхівці перешкоди, та деформованою гусеницею. Для визначення стану рівноваги застосовується методика розрахунку розподілу зусиль по опорним коткам машини з використанням методу послідовних наближень. Останнє відтворюється наступним чином:

1. Виходячи з відомого положення ОК, яке на початок розрахунку визначається висотою перешкоди h , на основі розв'язання статичної задачі рівноваги машини отримують величину зусилля N_m , що діє на гусеницю від опорного котка.

2. З використанням МКЕ визначаються деформований стан розрахункової ділянки гусениці, кут нахилу гребеня трака гусениці ψ , що перебуває в зоні перешкоди, та величина просідання гусениці під опорним котком (в точці B) Δu_B .

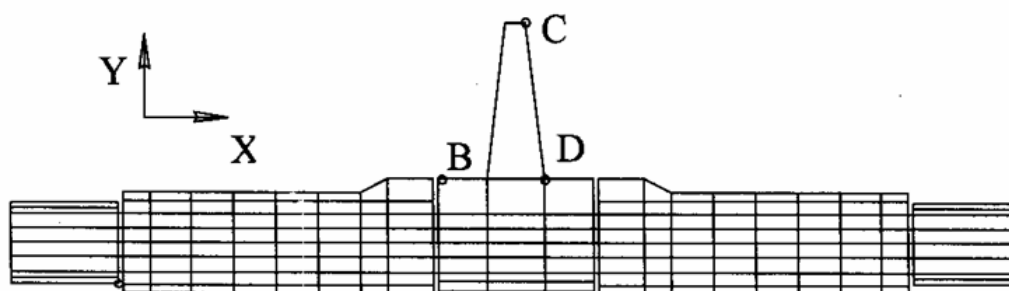


Рис. 4. Поперечний перетин розрахункової ділянки гусениці

Методика визначення кута ψ складається з двох етапів.

На першому етапі здійснюється визначення деформованого стану проміжку гусениці, що розглядається, в припущенні, що контакт між гусеницею та прорізом ОК відсутній. За отриманими результатами перевіряється можливість виходу точок лінії CD поверхні гребеня (рис. 4) за межі поверхні прорізу ОК. Якщо гребень не може вийти за межі прорізу, тобто очікуваного контакту немає, то деформований стан вважається визначеним і розрахунок завершується. В іншому разі (якщо є підтвердження такої можливості) розпочинають другий етап розрахунку – деформований стан ділянки гусениці визначається ще раз за умови урахування контакту гребеня та ОК.

3. Виходячи з визначеної в п. 2 величини просідання гусениці під опорним котком Δu_B , визначається нове положення опорного котка h^* :

$$h^* = h - \Delta u_B.$$

4. Розрахунок повторюється з п.1, де в якості h тепер використовується h^* .

Умовою завершення розрахунку є досягнення рівноваги між гусеницею та ОК, коли різниця між двома значеннями кута нахилу гребеня ψ , отриманими з двох послідовних розрахунків, знаходиться в межах заданої похибки δ .

Висновок. Запропонована методика дозволяє визначити кут нахилу гребеня гусениці біля верхівки долаємої перешкоди з метою використання його в якості узагальненого критерію оцінки жорсткості гусениці ТЗ з позиції стійкості її опорної поверхні в зоні перешкоди.

Література: 1. Писарев В.П. Устойчивость гусеничного движителя быстроходного транспортного средства / В.П. Писарев – Харьков: ХГПУ, 1997. – 174 с. 2. Волков Ю.П., Селивановских В.А. Исследование деформации жестких гусениц транспортных машин // Труды ЛПИ. Л.: ЛПИ, 1970. – №316. – С.188 – 194. 3. Писарев В.П. Устойчивость опорной части гусеничного движителя / В.П. Писарев // Механіка та машинобудування. – 1997. – №1. – С. 89 – 91. 4. Пылева Т.К. Исследование резервов совершенствования конструкции гусеницы ВГМ на основе критериев ее жесткости, устойчивости и массы / Т.К. Пылева // Механіка та машинобудування. – 1997. – №1. – С. 92 – 96.

Т.К. Пылева

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ОПОРНОЙ ЧАСТИ
ГУСЕНИЦЫ ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ
НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ОБОБЩЕННОГО КРИТЕРИЯ ЕЕ ЖЕСТКОСТИ

Предложена методика оценки устойчивости опорной части гусеницы с резино-металлическим шарниром. В качестве обобщенного критерия жесткости использован угол наклона гребня гусеницы у вершины преодолеваемой неровности.

T.K. Pylyova

TECHNIQUE OF THE ESTIMATION OF STABILITY
OF THE BASIC PART OF THE CATERPILLAR
OF THE TRANSPORT VEHICLE ON THE BASIS OF USE
OF THE GENERALIZED CRITERION OF ITS RIGIDITY

The technique of an estimation of stability of a basic part of a caterpillar with the rubber-metallic hinge is offered. As the generalised criterion of rigidity the corner of an inclination of a crest of a caterpillar at top of overcome roughness is used.
