

УДК 622.75

ОЦІНКА ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ТРАКТОРНИХ РАДІАТОРІВ

В. О. Артемов

*Одеський аграрний державний університет**Узагальнені статистичні дані з експлуатаційної завантаженості радіаторів колісних і гусеничних тракторів***Ключові слова:** трактор, завантаженість, радіатор, коливання.

Вступ. Проблеми оптимального проектування машин і устаткування можуть вирішуватися швидше і якісно у випадку, коли теоретичні передумови підтверджуються або коректуються на базі експериментального дослідження машин, а результати досліджень у свою чергу аналізуються і узагальнюються на підставі теоретичних положень. Це дозволяє прискорювати розробку високопродуктивного машинного устаткування, збагачувати і знаходити нове застосування теоретичних досліджень, удосконалювати методи випробувань.

Проблема. Важливою складовою прискорення розробки високопродуктивного машинного устаткування і транспортних засобів, знаходження нових застосувань теоретичних досліджень, удосконалювання методів випробувань є дослідження динамічних навантажень в реальних умовах експлуатації. Але на етапі розробки ці дані відсутні. Тому важливо мати достатню кількість результатів досліджень динамічних навантажень в реальних умовах експлуатації прототипів устаткування і транспортних засобів, що розробляються.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Результати досліджень динамічних навантажень в реальних умовах експлуатації є основою вдосконалення конструкцій деталей, підвищення точності розрахунків і вибору методів прискорених випробувань. При дослідженні коливань транспортних засобів (отже, і змінної завантаженості) включно методами статистичної динаміки машину можливо розглядати як динамічну систему з кількома входами (колеса та причіпний пристрій), на які надходять зовнішні впливи (нерівності мікропрофілю шляху, зусилля на гаку і т.і.) і одним виходом. В якості виходу можуть прийматися прискорення, переміщення підресорених і не підресорених мас, напруги в окремих деталях, зусилля та інші параметри. При такому підході математичний опис зв'язків між параметрами машини на виході і впливом, що збурює виражається формулою:

$$\Phi_{вих}(\omega) = |W(i\omega)|^2 \cdot \Phi_{вх}(\omega) \quad (1)$$

де $\Phi_{вх}(\square)$ і $\Phi_{вих}(\square)$ спектральні густини зовнішнього впливу (процесу на вході) і параметра машини (процесу на виході); $|W(i\omega)|^2$ квадрат модуля передатної функції коливальної системи від шуканого параметру. При дослідженні завантаженості елементів металоконструкцій несучої і ходової систем колісного трактора прийнято припущення, що між зусиллям і деформацією, деформацією та напругою існує лінійна залежність. Це припущення дозволяє розглядати формування змінних зусиль і напруг при коливаннях від впливу нерівностей дороги як формування динамічних деформацій пружного елемента. Для цього необхідно знайти передатну функцію еквівалентної коливальної системи для виходу у вигляді динамічного прогину

пружного елементи підвіски. Отже, з використанням формули (1) можливо отримати оцінки параметрів випадкових процесів навантаження.

Мета досліджень. Дослідження динамічних навантажень в реальних умовах експлуатації прототипів устаткування і транспортних засобів, що розробляються для подальшого прискореного доведення і збільшення довговічності при одночасному зниженні металоємності водяних радіаторів колісних і гусеничних тракторів.

Результати досліджень. Утома матеріалів є однією з основних причин відмовлень деталей машин, підданих дії напруг, що циклічно змінюються в часі. Аналіз експлуатаційних відмовлень тракторних радіаторів показав, що більшість відмовлень обумовлено ушкодженнями трубок серцевини, опорних пластин, баків, підвіски і настановної арматури під утоми матеріалів [1]. Отже, використання прискорених випробувань дає можливість доведення довговічності нових радіаторів у стислий термін. У статті викладений результат вивчення характеру завантаженості радіаторів у найбільш важких умовах прискорених випробувань тракторів на полігоні [2, 3, 4]. Схеми наклейки тензорезисторів і установки перетворювачів прискорень приведені на рис. 1.

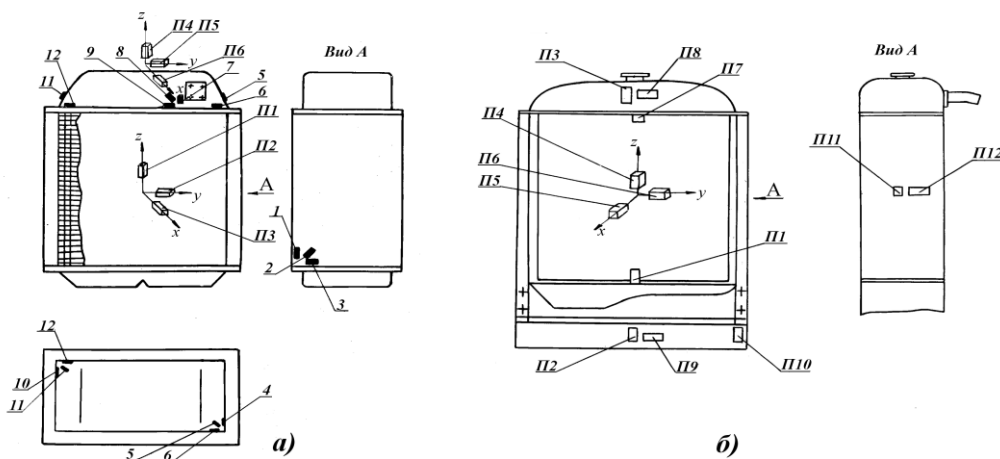


Рис. 1. Схема наклейки тензорезисторів (1, 2, ..., 12) і установки перетворювачів прискорень (П1, П2, ..., П12) на радіатори тракторів Т-150 (а) і ДТ-75 (б).

У процесі дослідження завантаженості радіатора вимірялися напруги в настановній арматурі, баках і стійках радіатора. Загальна завантаженість радіатора оцінювалася величинами прискорень верхнього бака і центра серцевини. Прискорення вимірялися по трьох взаємно перпендикулярних напрямках, що збігається з поздовжньою, поперечною і вертикальною осями трактора. Дослідження завантаженості радіаторів проводили в найбільш важких типових умовах прискорених випробувань трактора на полігоні. Режими дослідження завантаженості радіаторів наведені у табл. 1 Статистичний аналіз процесів зміни напруг і прискорень проводився як методами схематизації, так і методами випадкових функцій. Отримані для прискорень: кореляційні функції (рис. 2) і спектральні щільності (рис. 3), розподіли розмахів, екстремумів і повних циклів (рис. 4). Порівняльний аналіз завантаженості проводився в основному за результатами досліджень на полігоні, взятому як джерело стабільного експлуатаційного навантаження. З графіків кореляційних функцій і спектральних густин видно, що

елементи радіаторів тракторів Т-150К і ДТ-75М мають кілька переважаючих частот коливань в діапазоні 0 ... 100 Гц. Основна потужність процесів прискорень зосереджена в зоні 0 ... 6, 10 ... 17, 28 ... 32, 56 ... 60 Гц.

Таблиця 1. **Режими дослідження завантаженості радіаторів.**

Режим досліджень	Характеристик а режиму	Кількісні показники	
		ДТ-75М	Т-159К
Зміна швидкості обертання колінчастого вала двигуна	об/хв	500 - 2000	800 - 2000
Швидкість переїзду перешкод на треку	м/с	1,75	2,93
Буксирування по треку	м/с	1,75	2,93

На полігоні на трактор діють періодичні імпульси при наїзді на перешкоду. Візуальний перегляд записів прискорень при переїзді перешкод і буксируванні трактора показує, що процес зміни прискорень при переїзді перешкод відрізняється від процесу зміни прискорень при буксируванні високочастотної складовою, зберігаючи при цьому періодичність появи ділянок зі значними амплітудами прискорень і проміжками щодо рівномірної зміни прискорень. Як приклад розглянемо рух по полігону трактора Т-Т50К з причепом. Періодичність різких сплесків, виходячи з рис. 2, складає: $T_1 = 3,43$ - для переднього правого або лівого коліс, для заднього правого або лівого коліс, для коліс причепа. Якщо взяти за точку відліку переднє ліве колесо (рис. 2), то зсув по фазі при швидкостях руху 10,5 км/год становить: для лівого переднього колеса трактора $\square_{лп} = 0$ с для правого переднього колеса причепа $\square_{пп} = 0,81$ с; для лівого заднього колеса трактора $\square_{лз} = 0,98$ с; для правого заднього колеса причепа $\square_{пзп} = 1,32$ с; для переднього правого колеса трактора $\square_{пп} = 1,71$ с; для заднього правого колеса трактора $\square_{зп} = 2,70$ с; для лівого переднього колеса причепа $\square_{лпп} = 2,52$ с; для заднього лівого колеса причепа $\square_{злп} = 3,04$ с. Крім впливів від переїзду перешкод, на трактор діють зусилля в поворотних циліндрах при нишпоренні трактора під час руху. При цьому впливу на колеса трактора змінюються однаково всі три складові прискорень, а вплив на колеса причепа більшою мірою впливають на поздовжні і поперечні коливання. Фактично при візуальному перегляді осцилограми встановлено, що $T_1 = 3,5$ с і виділені впливу для $\square_1 = 0,7$ с, $\square_2 = 1,3$ с, $\square_3 = 1,7$ с, $\square_4 = 3,0$ с. Так як трактор є багатомасовою системою і обурення від перешкод передаються на радіатор через раму, то в спектрі прискорень, вимірюваних на радіаторі, присутні і частоти, що належать елементам несучої системи (рама, ресори, пружини і т. і.). Наприклад, прискорення рами трактора ДТ-75М в зоні кріплення радіатора вдвічі менше прискорень серцевини радіатора (рис. 5). Аналіз результатів досліджень і джерел сил, що збурюють, дає підставу припускати, що причинами коливань радіатора є вплив мікропрофілю шляху і невірноважених мас двигуна. Уточнення ролі кожного з них у створенні сумарного коливального процесу здійснювали шляхом спеціальних досліджень. В результаті проведених досліджень отримані амплітудно-частотні характеристики прискорень елементів радіаторів, з яких випливає, що при зміні частоти обертання колінчастого вала двигуна виникають резонансні явища, причому відносини максимальної амплітуди до мінімальної коливаються від 1,2 (верхній бак і серцевина

радіатора трактора Т-150К, поздовжні прискорення) до 5,4 (серцевина радіатора трактора ДТ-75М, поперечні прискорення).

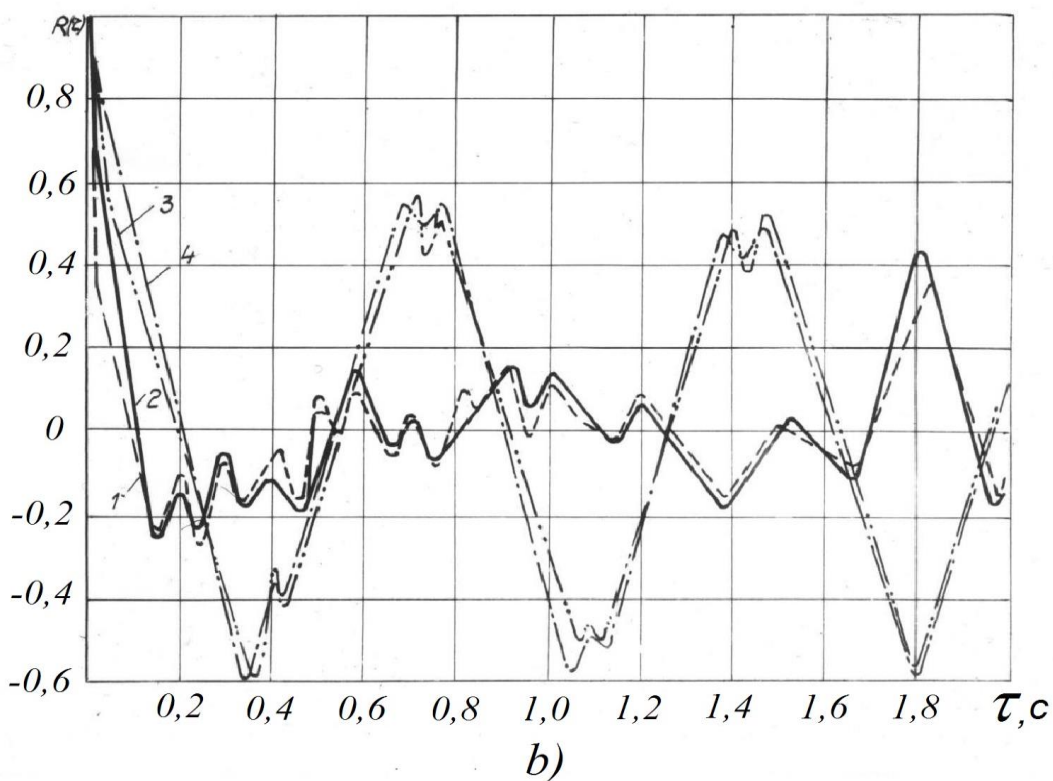
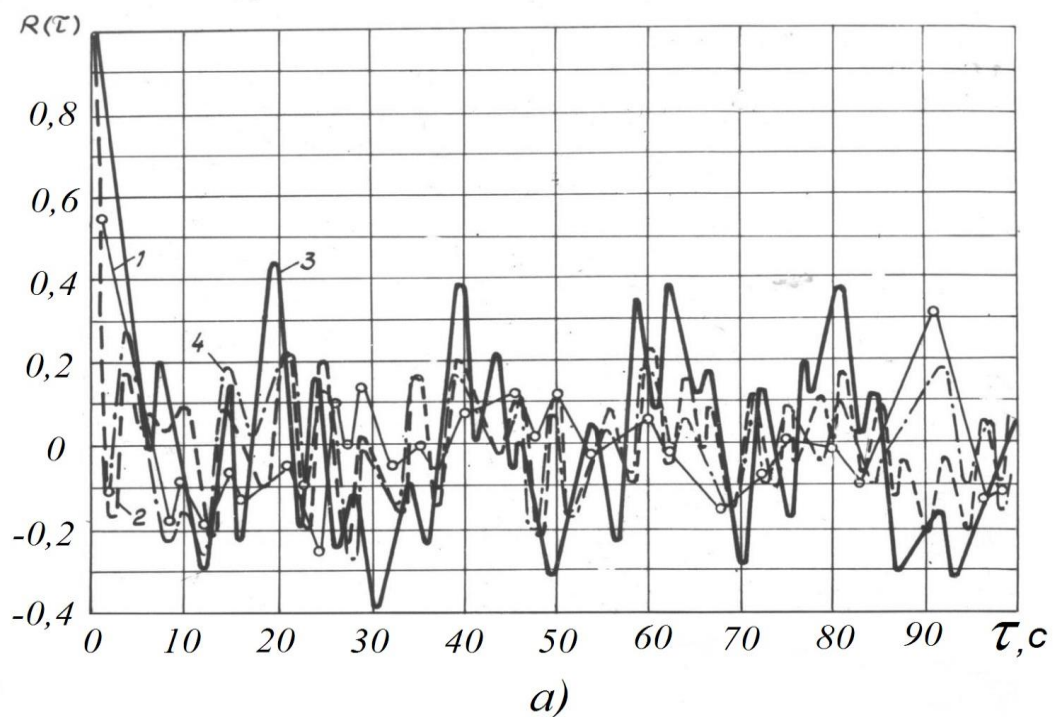
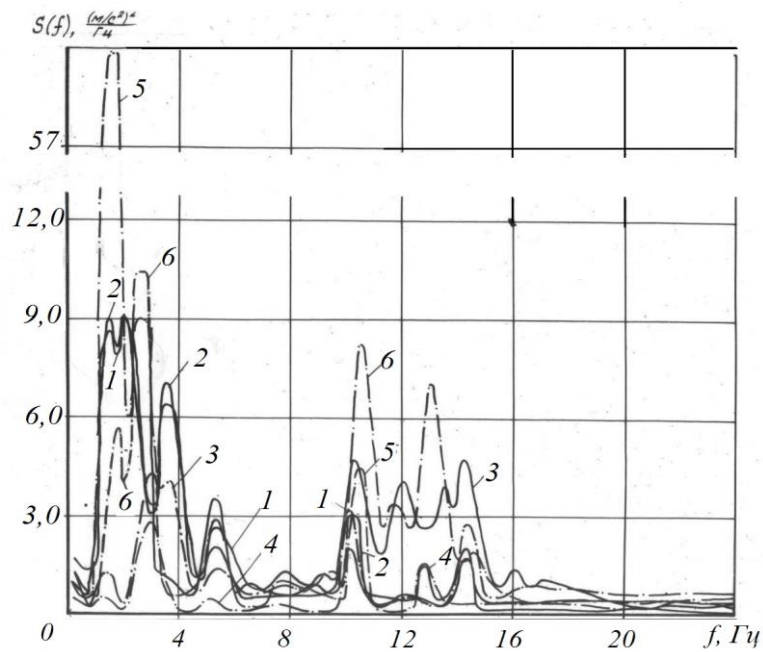
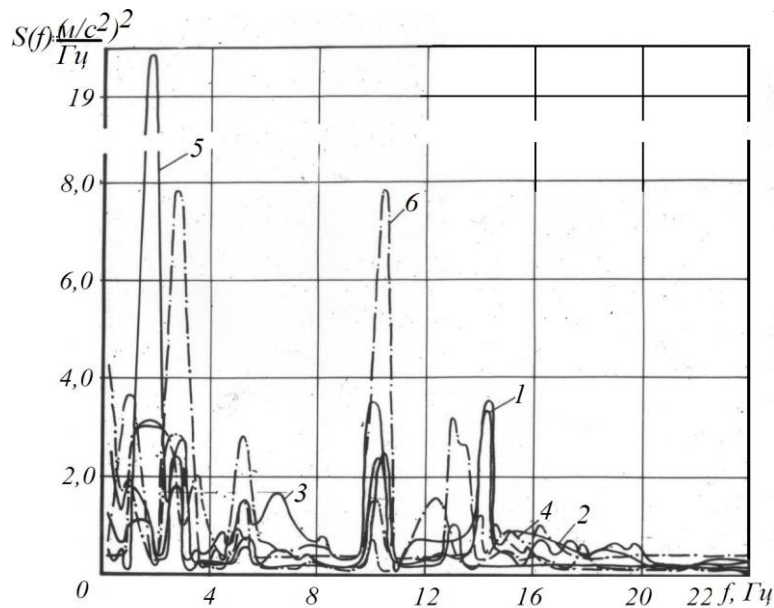


Рис. 2. Кореляційні функції поперечних (а) і поздовжніх (б) прискорень елементів радіаторів трактора Т-150К серцевини (1, 3), верхнього баку (2, 4) при переїзді перешкод (1, 2) і буксируванні (3, 4).



а) вертикальні (1, 4), поздовжні (2, 5) і поперечні (3, 6) прискорення верхнього бака



б) вертикальні (1, 4), поздовжні (2, 5) і поперечні (3, 6) прискорення серцевини

Рис. 3. Спектральні густини прискорень елементів радіаторів трактора Т-150К. Коливання при резонансі носять в основному синусоїдальний характер, а в інших випадках характер зміни прискорень визначається складанням циклічних навантажень з низькими частотами і зрушенням фаз між складовими. Цими складовими є перекидний момент двигуна і сили інерції зворотно-поступально рухомих мас кривошипно-шатунного механізму. Порівняння амплітудно-частотних характеристик і процесів коливань при холостому ході показує, що зміна частоти обертання колінчастого вала двигуна незначно впливає на амплітуду вимушених коливань. Значною мірою збільшення амплітуди прискорень викликається резонансними явищами, що проявляються на різних частотах, не завжди високих.

Наявність декількох резонансних частот пояснюється тим, що застосовуються перетворювачі прискорень які вимірюють абсолютне прискорення в даній точці. Так з рис. 6 видно, що хоча однойменні прискорення елементів радіатора трактора ДТ-75М змінюються синхронно, але при деяких частотах обертання колінчастого валу двигуна проявляється резонанс тільки одного елемента.

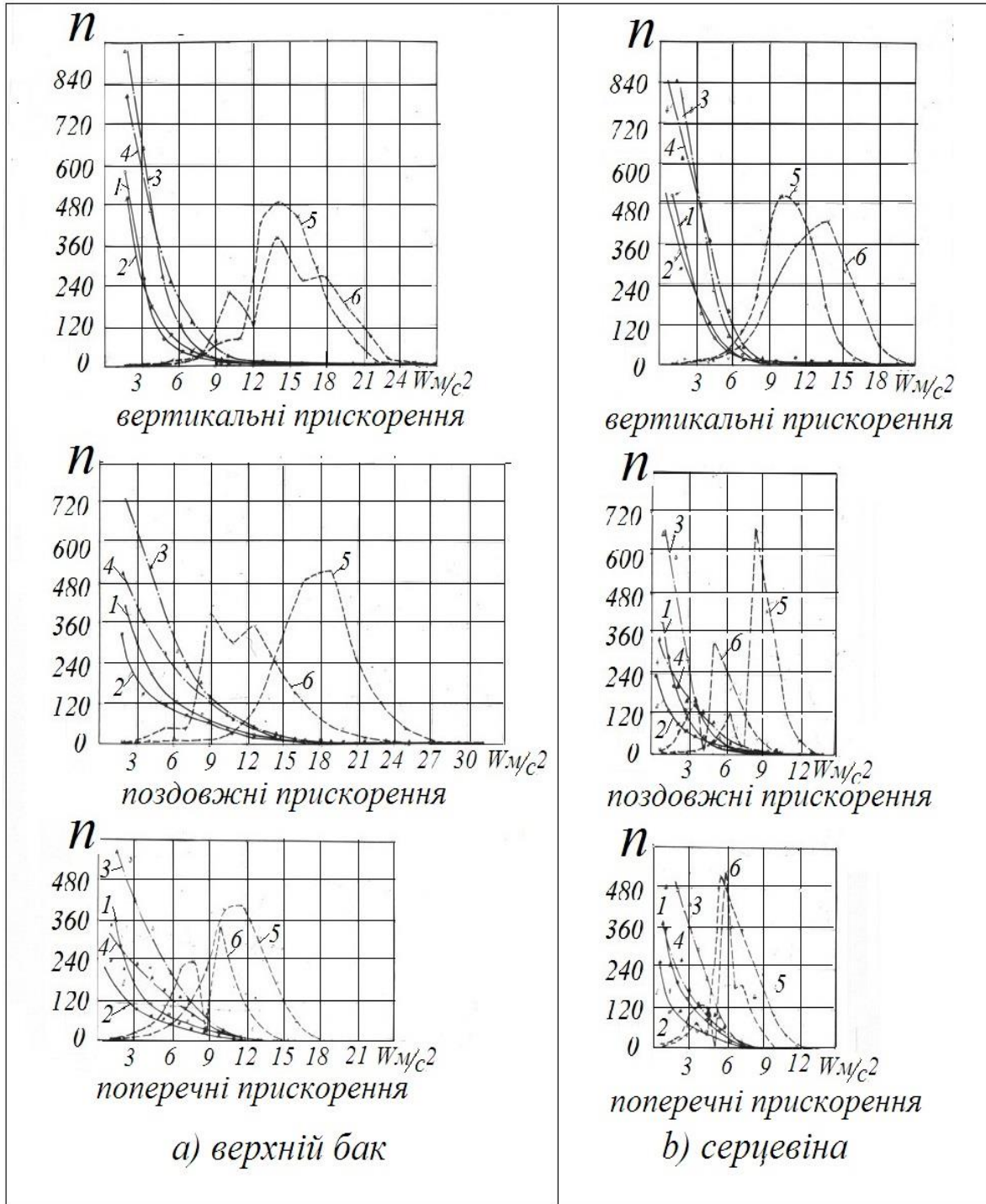


Рис. 4. Розподіл повних циклів (1, 2), розмахів (3,4), екстремумів (5, 6) прискорень елементів радіаторів при переїзді перешкод (1, 3, 5) і буксируванні по треку (2, 4, 6)

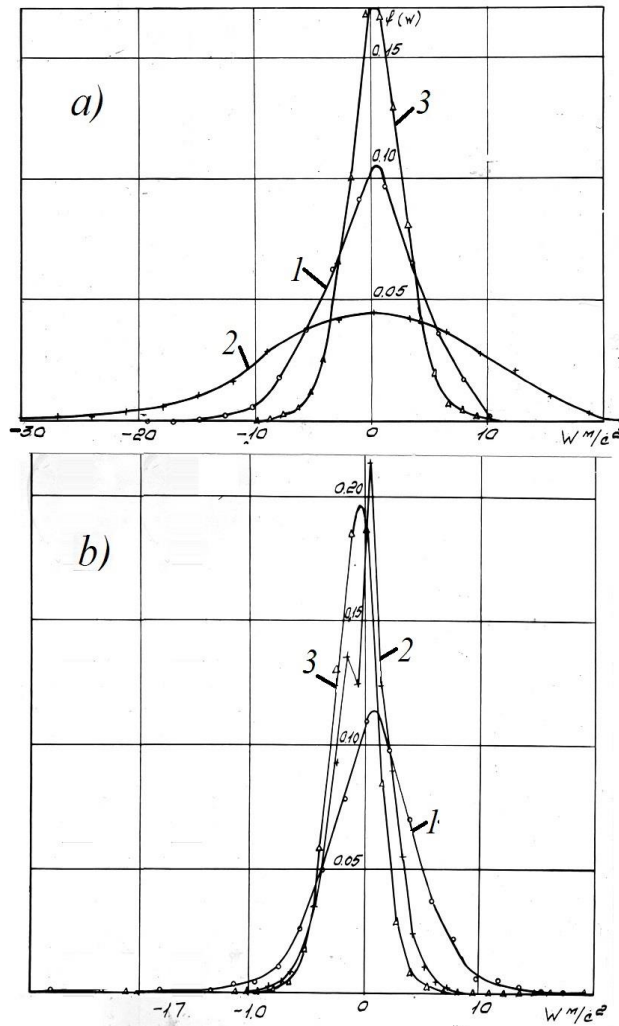


Рис.5. Розподіл випадкових ординат процесу вертикальних (1), поперечних (2), поздовжніх (3) прискорень радіатора (а) і рами (b) трактора ДТ-75М при їзді з плугом поперек борознз швидкістю 6,3 км/год

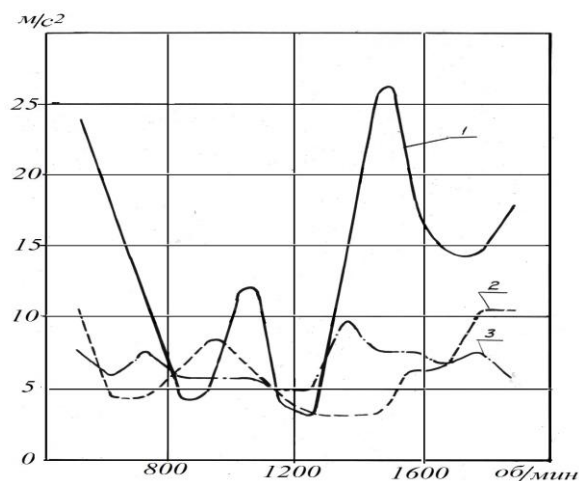


Рис. 6. Амплітудно-частотні характеристики прискорень серцевини -1, верхнього бачка -2, боковини -3 радіатора трактора ДТ-75М.

Висновки. Порівняння амплітудно-частотних характеристик і процесів коливань при холостому ході показує, що зміна частоти обертання колінчастого вала двигуна незначно впливає на амплітуду вимушених коливань. Значною мірою збільшення

амплітуди прискорень викликається резонансними явищами, що проявляються на різних частотах, не завжди високих. Наявність декількох резонансних частот пояснюється тим, що застосовуються перетворювачі прискорень які вимірюють абсолютне прискорення в даній точці.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Артемов В. А., Панкратов Н. М., Седякин М. Н., Тарасов А. Ф., Боровик А. П. Дослідження нагруженности і доведення водяних радіаторів. "Забезпечення надійності тракторної техніки у світлі задач, поставлених XXVI з'їздом КПРС." Тези доповідей Усесоюзної науково-технічної конференції., Челябінськ, 1982 р.
- 2.Артемов В. А., Панкратов Н. М., Дмитриченко С. С. Оцінка надійності тракторних конструкцій при сполученні низьких і підвищених частот нагруження., "Міцність матеріалів і елементів конструкцій при звукових і ультразвукових частотах нагруження". Тези доповідей Міжнародного симпозиуму, Київ, 1984 р.
- 3.Евсюков Ю. В., Авербах Е. М., Ветлугин А. В. Підвищення довговічності водяних радіаторів сільськогосподарських тракторів. "Удосконалювання тракторних конструкцій і вузлів". Тези доповідей У Всесоюзної науково-технічної конференції. М. 1987 р.
- 4.Евсюков Ю. В., Авербах Е. М., Панкратов Н. М., Уніфікація підвісок для підвищення надійності радіаторів тракторів. Держстандарт СРСР, ВНИИМАШ, Збірник доповідей і тез У Всесоюзних нарад по стандартизації й уніфікації в машинобудуванні., М. 1989 р.
- 5.Авторське посвідчення № 1076734, "Стенд для іспитів радіаторів", Артемов В. А., Панкратов Н. М., Аверкиев Л. А., Мазепов Н. Ф., Вронский С. С., 1982 р.
- 6.Авторське посвідчення № 1229392, "Стенд для іспитів радіаторів", Панкратов Н. М., Евсюков Ю. В., Авербах Е. М., Гусев А. С., Артемов В. А., 1984 р.
- 7.Авторське посвідчення № 1413396. "Стенд для іспитів радіаторів", Артемов В. А., Киреев С. М., 1985 р.

ОЦЕНКА НАГРУЖЕННОСТИ ТРАКТОРНЫХ РАДИАТОРОВ

Артемов В.О.

Ключевые слова: трактор, нагруженность, радиатор, колебания.

Резюме

В статье обобщены статистические данные эксплуатационной загруженности радиаторов колесных и гусеничных тракторов

EVALUATION OF LOADING OF TRACTOR RADIATORS

Artemov V.O.

Key words: tractor, load, radiator, vibrations.

Summary

The article summarizes the statistics of the operational load of wheeled and caterpillar tractors.