

- Л.: Машиностроение, 1976, - 504 с.
3. Пашков Н.Н. Гидравлика. Основы гидрологии. Учебник для учащихся энергетических и энергостроительных техникумов. [Текст] / Н.Н. Пашков, Ф.М. Долгачев. - М.: Энергия, 1977. – 408 с.
 4. Сборник задач по гидравлике. Учеб. пособие для вузов / Под общ. ред. В.А. Большакова – 4-е изд., перераб. и доп. - К.: Вища школа. Головное изд-во, 1979. – 336 с.
 5. Егоров А.Е. Исследование устройств и систем автоматики методом планирования эксперимента [Текст] / А.Е. Егоров, Г.Н. Азаров, А.В. Коваль Под ред. В.Г. Воронова. – Х.: Вища школа. Изд-во при Харьковском ун-те, 1986. – 240 с.

Аннотация

ПОТЕРИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ В ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДАХ

Шушляпин С., Шевченко І.

Проведен анализ потерь рабочей жидкости в объемных гидроприводах, что позволяет обосновать выбор способа регистрации потерь рабочей жидкости.

Abstract

LOSS OF FLUID VOLUME IN HYDRAULIC ACTUATORS

S. Shushlyapin, I. Shevchenko

The analysis of working fluid losses in volume hydraulic actuators, which enables us to justify the choice of the method of registration of the working fluid losses.

УДК 629.1-43

СТАБІЛЬНІСТЬ ТА КЕРОВАНІСТЬ ОДНОВІСНОГО ПРИЦЕПУ

**Поляшенко С.О., к.т.н., доц., Єсіпов О.В., к.т.н., доц.,
Алексєєнко К.П., студ.**

*Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка*

В статті розглянуто характер коливань одноосного причепа з зазначеними параметрами

Вступ. На тракторах МТЗ може застосовуватися зчіпний пристрій для буксирування причепів з гумовим елементом. Така конструкція зчіпного пристрою дозволяє гаку трактора переміщатися не тільки в поздовжній, але і в горизонтальній і вертикальній площинах. Це призводить до появи у причепа

додаткових ступенів свободи, що може сприяти малим коливанням (вилянню) і галопуванню причепа.

Аналіз публікацій. Грунтуючись на великому експериментальному матеріалі досліджень коливань автомобільних причепів, а також на результатах дослідів з фізичною моделлю причепа, випробуваною на стенді, Я. Х. Закин встановив, що виляння обумовлено наявністю у причепа еластичних шин і поперечного зазору в зчпному пристрої автомобіля. Крім того, їм показано, що виляння причепа виникає не в результаті дії періодичних збурюючих сил від нерівностей дороги, а є процесом автоколивань. Матеріали цих експериментів дозволили розробити розрахункову схему потягу у складі тягача і одноосного причепа.

Мета і постановка задачі. Завданням дослідження є визначення характеру коливань одноосного причепа з зазначеними параметрами.

Вирішення питання. Для дослідження стійкості руху одноосного причепа з урахуванням поперечної податливості зчпного пристрою трактора скористаємося розрахунковою схемою, рис. 1.

Тракторний поїзд рухається по рівній горизонтальній поверхні з постійною швидкістю v . Зчпний пристрій трактора володіє в поперечному напрямку жорсткістю c і опором з коефіцієнтом демпфірування k . На колеса причепа діє бічна сила P_b і сила опору руху $P_f = fG_{пп}$ (тут f - коефіцієнт опору руху; $G_{пп}$ - вага, що доводиться на колеса причепа). Причіп щодо трактора може робити поперечні і кутові коливання.

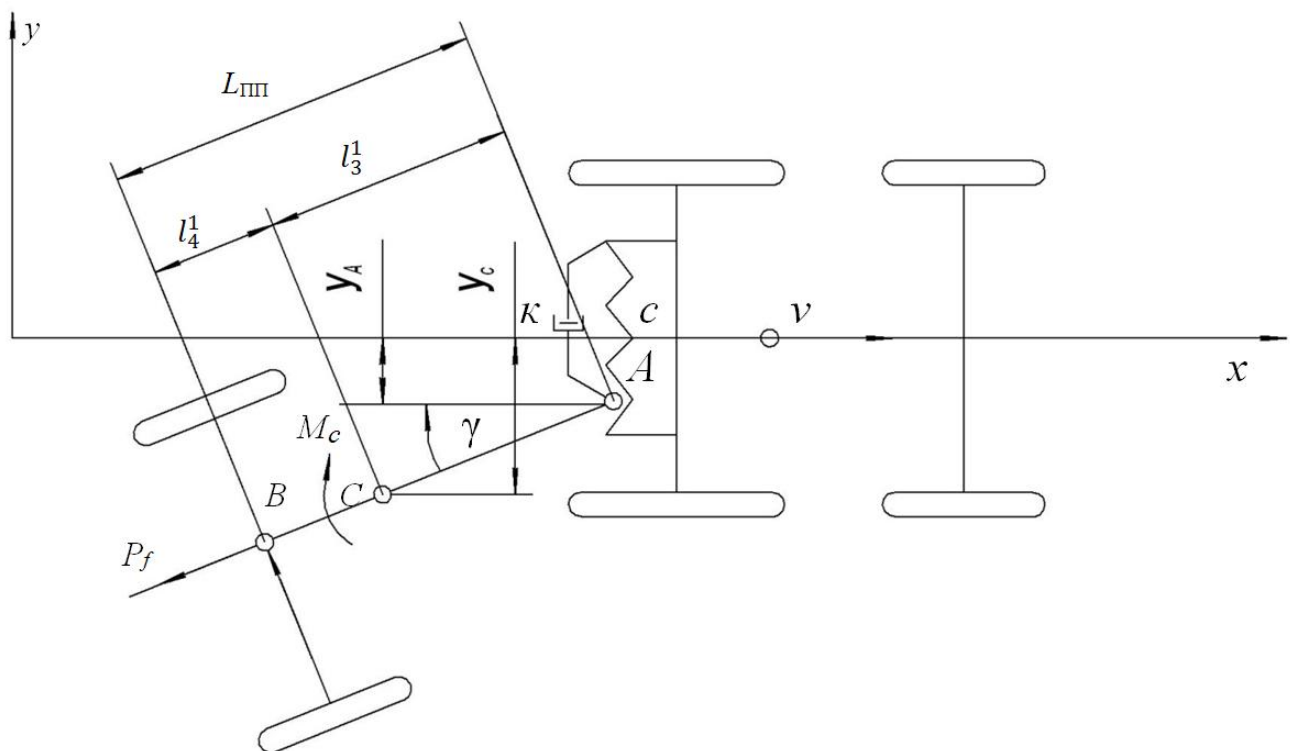


Рис. 1 – Схема для дослідження малих коливань одноосного причепа

Розглядаючи малі кутові коливання (виляння) причепа, можна прийняти, що $\sin \gamma \approx \gamma$, $\cos \gamma = 1$, а приймаючи, що тракторний поїзд рухається по рівній горизонтальній поверхні, тобто відсутні вертикальні поздовжні і поперечні коливання ланок поїзда, можна сили, що діють на колеса причепа в бічному і подовжньому напрямках, замінити сумарною бічною і поздовжньою силами, які прикладені в середині осі причепа.

Диференціальні рівняння руху поїзда будемо складати, використовуючи рівняння Лагранжа другого роду. За узагальнені координати приймемо поперечне переміщення точки зчипки y_A і кутове переміщення поздовжньої осі причепа γ .

Запишемо вирази для визначення складових частин рівнянь Лагранжа:

- кінетичної енергії $T = 0,5 (m_{\text{пп}} \dot{y}_C^2 + J_{\text{пп}} \dot{\gamma}^2)$;

- потенційної енергії $E_p = 0,5 c y_A^2$;

- функції розсіювання $R = 0,5 k y_A^2$;

- узагальненої сили по координаті $y_A Q_{y_A} = P_f \sin \gamma - P_\delta \cos \gamma \approx P_f \gamma - P_\delta$;

- узагальненої сили по координаті $\gamma Q_\gamma = -P_\delta L_{\text{пп}}$

де $m_{\text{пп}}$ — маса навантаженого причепа; $J_{\text{пп}}$ — момент інерції навантаженого причепа щодо вертикальної осі, що проходить через його центр мас; \dot{y}_C — поперечна швидкість зсуву центру мас розколу; $\dot{\gamma}$ — кутова швидкість причепа; $L_{\text{пп}}$ — відстань від точки зчипки до осі причепа.

Знайдемо взаємозв'язок між поперечним зсувом центру мас причепа y_C і узагальненими координатами y_A та γ . З рис. 1 видно, що

$$y_C = y_A + l'_3 \sin \gamma \approx y_A + l'_3 \gamma$$

Диференціюючи цей вираз по часу, отримаємо вираз для поперечної швидкості зсуву центру мас причепа, яка буде визначена через узагальнені швидкості: $\dot{y}_C = \dot{y}_A + l'_3 \dot{\gamma}$.

Підставивши це значення поперечної швидкості зсуву центру мас причепа у вираз для кінетичної енергії системи і взявши відповідні похідні від виразів для кінетичної, потенційної енергій і дисипативної функції, отримаємо систему рівнянь для дослідження малих коливань одноосного причепа

$$\begin{aligned} m_{\text{пп}}(\ddot{y}_A + l'_3 \ddot{\gamma}) &= -c y_A - k y_A - P_\delta + P_f \gamma ; \\ m_{\text{пп}} l'_3 \ddot{y}_A + [m_{\text{пп}} (l'_3)^2 + J_{\text{пп}}] \ddot{\gamma} &= -P_\delta L_{\text{пп}} . \end{aligned} \quad (1)$$

Система рівнянь (1) є невизначеною, так як двум рівнянням відповідають три невідомі: y_A , γ і P_δ . Для виключення третього невідомого - бічної сили, її замінюють виразом $P_\delta = k_y \delta$. Кут відведення осі або колеса визначають через узагальнені швидкості. Для кута відведення середини осі одноосного причепа в роботах отримано вираз

$$\delta = \frac{L_{\text{пп}} \dot{\gamma} + \dot{y}_A}{v} + \gamma . \quad (2)$$

Відзначимо, що отримання виразів для кутів відведення осей або коліс через узагальнені швидкості часто порівняно за витратами часу і труднощів з розробкою рівнянь руху досліджуваної розрахункової моделі. Особливо це відноситься до багатовісним системам, якими є тракторні потяги. Розглянемо вираз (2) докладніше, для чого представимо його у вигляді

$$\dot{y}_A + L_{\text{пп}}\dot{\gamma} + v(\gamma - \delta) = 0. \quad (3)$$

Рівняння являє собою не що інше, як рівняння неголономного зв'язку, отримане за умови відсутності бічного руху осі причепа в напрямку, нормальному до напрямку абсолютної швидкості руху середини осі, і при нехтуванні малими величинами другого порядку.

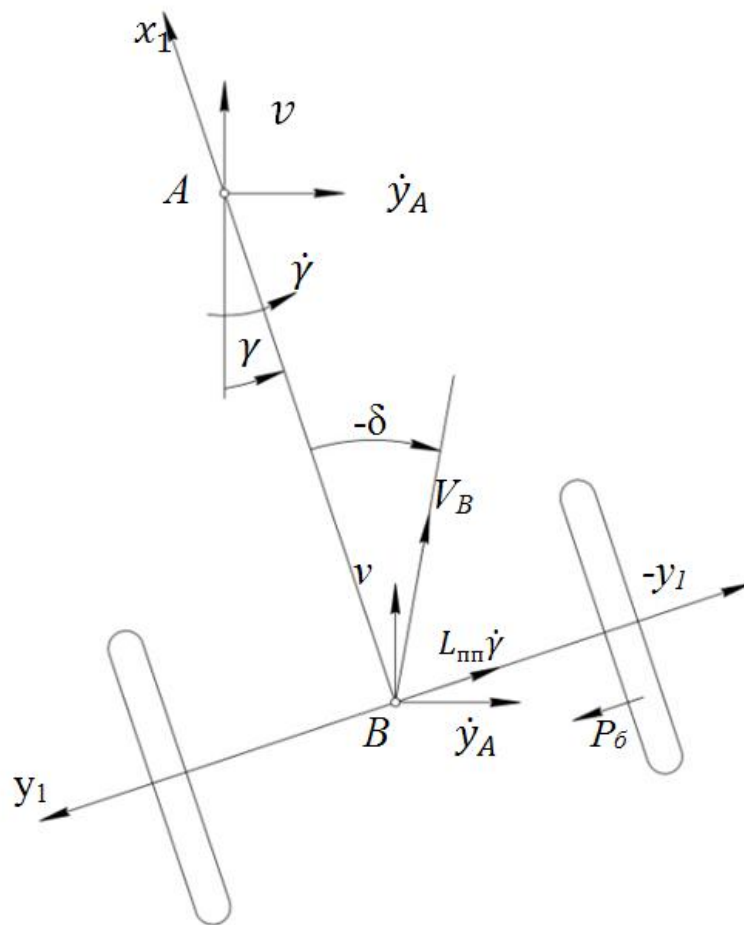


Рис. 2 – Схема для визначення кута відведення осі одноосного причепа через узагальнені швидкості

Кут відведення зазвичай не перевищує 10 ... 12 °; якщо для спрощення викладок і виразів знехтувати їм, то одержимо рівняння неголономних зв'язків з умови відсутності бокового руху в напрямку, нормальному до площини обертання колеса

$$\dot{y}_A + L_{\text{пп}}\dot{\gamma} + v\gamma = 0. \quad (4)$$

Порівнюючи отримане рівняння (4) з виразом (2) , помічаємо , що воно є чисельником виразу (2) , який при прийнятому допущенні завжди дорівнює нулю. Отже, кут відведення і бічна сила при такому допущенні завжди дорівнюють нулю. У результаті в диференціальних рівняннях, що описують рух причепа, а в загальному випадку і тракторного поїзда, зникають члени, відповідні поновлюючим силам. Тому коливання причепа стають неможливими, тобто тракторний поїзд завжди буде рухатися стійко. Зникає і здатність причепа повертатися до прямолінійного руху після обурення.

На рис. 2 зображений причіп і показані швидкості точки B при вилянні причепа і поступальному русі тракторного поїзда. У випадку малих коливань причепа можна прийняти, що швидкість середини його осі в поступальному русі дорівнює швидкості трактора v . При поперечному коливанні точки зчіпки середина осі причепа має додаткову швидкість \dot{y}_A , спрямовану в бік зміщення точки зчіпки нормально поздовжньої осі трактора. При виникненні кутових коливань причепа швидкість точки B стає рівною $L_{пп}\dot{\gamma}$ і спрямована нормально поздовжньої осі причепа в сторону кутової швидкості.

У точці B розташуємо початок допоміжної системи координат $x_1B y_1$. Вісь абсцис сумісна з поздовжньою віссю причепа (площиною обертання колеса) і направимо до точки зчіпки, вісь ординат уздовж осі обертання коліс причепа (нормально до площини обертання колеса). Спроектуємо складові абсолютної швидкості точки B на осі допоміжної системи координат:

$$\begin{aligned} v_y &= -L_{пп}\dot{\gamma} - \dot{y}_A \cos \gamma - v \sin \gamma \approx -(\dot{y}_A + L_{пп}\dot{\gamma} + v\gamma) ; \\ v_x &= v \cos \gamma - \dot{y}_A \sin \gamma \approx v - \dot{y}_A\gamma . \end{aligned}$$

Так як в допоміжній системі координат кут відведення осі причепа негативний (спрямований за годинниковою стрілкою), то вираз для його визначення прийме вид

$$-\delta = \frac{v_y}{v_x} = -\frac{\dot{y}_A + L_{пп}\dot{\gamma} + v\gamma}{v - \dot{y}_A\gamma} \quad \text{або} \quad (5)$$

$$\delta = \frac{\dot{y}_A + L_{пп}\dot{\gamma} + v\gamma}{v - \dot{y}_A\gamma} .$$

Якщо вираз (5) привести до спільного знаменника і перенести всі члени в одну сторону, то одержимо рівняння неголономного зв'язку для осі причепа, виведене з умови відсутності бокового руху в напрямку, нормальному до напрямку абсолютної швидкості осі:

$$\dot{y}_A(1 + \delta\gamma) + v(\gamma - \delta) + L_{пп}\dot{\gamma} = 0 \quad (6)$$

Нехтуючи в рівнянні (6) твором $\dot{y}_A\delta\gamma$ як величиною другого порядку, отримуємо рівняння, яке повністю збігається з рівнянням (3).

Система рівнянь, що описує виляння причепа і складається з рівнянь (1) і

(6), є визначної, так як трьом вказаним вище невідомим відповідають три рівняння, вирішуючи які можна визначити всі цікаві для нас характеристики руху причепа.

Знайдемо умову стійкого руху причепа, для чого вихідну систему рівнянь запишемо у вигляді

$$m_{\text{пп}}\ddot{y}_A + \left(k + \frac{k_y}{v}\right)\dot{y}_A + cy_A + m_{\text{пп}}l'_3\ddot{\gamma} + \left(\frac{k_y L_{\text{пп}}}{v}\right)\dot{\gamma} + G_{\text{пп}}(k_{yy} - f)\gamma = 0; \quad (7)$$

$$m_{\text{пп}}l'_3\ddot{y}_A + \frac{k_y L_{\text{пп}}}{v}\dot{y}_A + [m_{\text{пп}}(l'_3)^2 + J_{\text{пп}}]\ddot{\gamma} + \frac{k_y L_{\text{пп}}^2}{v}\dot{\gamma} + k_y L_{\text{пп}}\gamma = 0,$$

де $G_{\text{пп}}$ — вага причепа;

$k_{yy} = k_y/G_{\text{пп}}$ — питомий коефіцієнт опору відведенню осі причепа.

Для отримання характеристичного рівняння системи (7) складемо її визначник і прирівняємо його нулю:

$$\begin{vmatrix} m_{\text{пп}}\lambda^2 + \left(k + \frac{k_y}{v}\right)\lambda + c & m_{\text{пп}}l'_3\lambda^2 + \frac{k_y L_{\text{пп}}}{v}\lambda + G_{\text{пп}}(k_{yy} - f) \\ m_{\text{пп}}l'_3\lambda^2 + \frac{k_y L_{\text{пп}}}{v}\lambda & [m_{\text{пп}}(l'_3)^2 + J_{\text{пп}}]\lambda^2 + \frac{k_y L_{\text{пп}}^2}{v}\lambda + k_y L_{\text{пп}} \end{vmatrix} = 0$$

Розкривши визначник, отримаємо характеристичне рівняння четвертого ступеня

$$a_0\lambda^4 + a_1\lambda^3 + a_2\lambda^2 + a_3\lambda + a_4 = 0,$$

де $a_0 = m_{\text{пп}}J_{\text{пп}}$;

$$a_1 = J_A \left(k + \frac{k_y}{v}\right) + \frac{m_{\text{пп}}k_y L_{\text{пп}}}{v} (L_{\text{пп}} - 2l'_3);$$

$$a_2 = m_{\text{пп}}k_y(L_{\text{пп}} - l'_3) + m_{\text{пп}}l'_3 P_f + \frac{kk_y L_{\text{пп}}^2}{v} + cJ_A;$$

$$a_3 = (kv + P_f + cL_{\text{пп}}) \frac{k_y L_{\text{пп}}}{v};$$

$$a_4 = ck_y L_{\text{пп}}; \quad J_A = m_{\text{пп}}(l'_3)^2 + J_{\text{пп}}.$$

Умови стійкого руху одноосного причепа при $a_0 > 0$ мають вигляд

$$a_1 > 0; \quad a_2 > 0; \quad a_3 > 0; \quad a_4 > 0;$$

$$a_3(a_1 a_2 - a_3 a_0) - a_1^2 a_4 > 0.$$

Умова $a_1 > 0$ виконується, якщо причіп рухається переднім ходом ($v > 0$) і центр мас навантаженого причепа розташований на відстані $l'_3 \leq 0,5L_{\text{пп}}$ від точки зчипки. Друга умова $a_2 > 0$ також виконується при розташуванні центру мас навантаженого причепа попереду осі його коліс. Третя умова $a_3 > 0$ підтверджує відомий факт, що при русі поїзда заднім ходом ($v < 0$) рух причепа нестійкий. Умова $a_4 > 0$ виконується завжди. П'ята умова стійкого руху причепа не приводить до виразу, зручному для практичного використання.

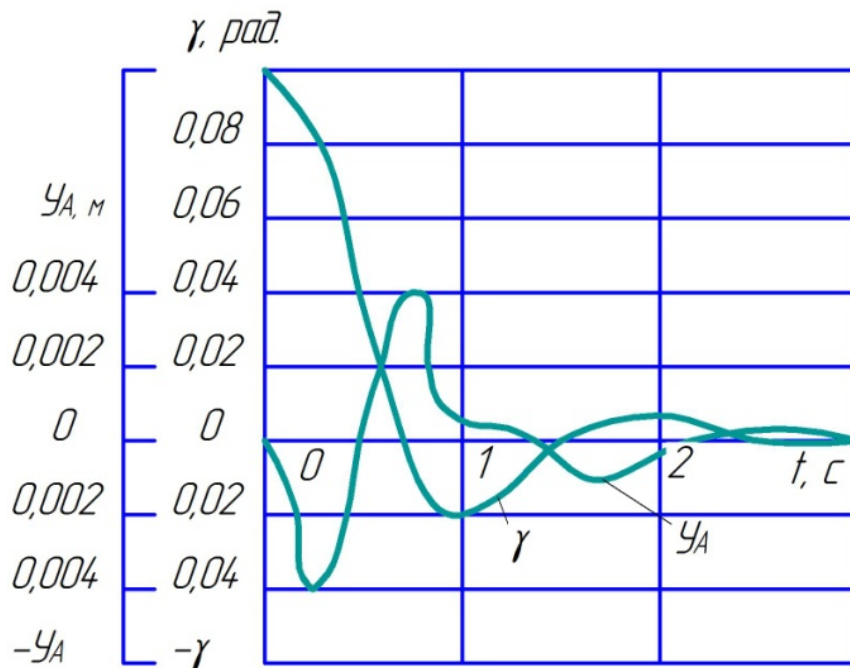


Рис. 3 – Характеристики коливань одноосного причепа

Висновок

Отже, для забезпечення стійкого руху одноосного причепа за трактором необхідно, щоб центр мас навантаженого причепа розташовувався попереду осі коліс. Характер коливального руху одноосного причепа з параметрами: маса навантаженого причепа 3522 кг; момент інерції навантаженого причепа щодо його центру мас 3453 кг м²; відстань від точки зчипки до осі коліс причепа 2,5 м; відстань від точки зчипки до центру мас навантаженого причепа 2,15 м; поперечна жорсткість зчипки 58860 Н/м; коефіцієнт демпфірування в зчепленні 2452 Нс/м; коефіцієнт опору відведенню осі причепа 80000 Н/рад. Тракторний поїзд рухається зі швидкістю 8,6 м/с.

У розглянутому випадку центр мас розташований попереду осі коліс, тобто причіп рухатиметься за трактором стійко. Виниклі коливання його з часом затухнуть.

Список використаних джерел

1. Иванов В.В., Иларионов В.А., Морин М.М. Основы теории автомобиля и трактора.-М.: Высшая школа, 1977.-245с.

2. Подригало М.А., Волков В.П., Кирчатый В.И., Бобошко А.А., Маневренность и тормозные свойства колесных машин./Под редакцией Подригало М.А.- Харьков: Изд-во ХНАДУ.-403с.

Аннотация

СТАБИЛЬНОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ ОДНООСНОГО ПРИЦЕПА

Поляшенко С., Есипов А., Алексеенко К.

В статье рассмотрен характер колебаний одноосного прицепа с указанными параметрами

Abstract

AND STABILTY AND CONTROL OF UNIAXIAL TRAILERS

S. Polyashenko, A. Yesipov, K. Alekseenko

In article rassmotren character uniaxial trailer oscillations with parameters

УДК 631.3.004

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТОСОВАНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЯ ДО ОПЕРАЦІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Гльченко В.Ю., к.т.н., Пономаренко Н.О., аспірант

Дніпропетровський державний аграрний університет

Викладено методику і результат дослідження пристосованості конструкції автомобіля до операцій технічного обслуговування.

Постановка проблеми. Розробка уточнених планів технічного обслуговування забезпечує можливість раціонального використання ресурсів часу, засобів і праці на підтримку автомобілів в працездатному стані з мінімальними витратами. В той же час випадковість багатьох подій, пов'язаних з порушенням працездатності деталей, змушує робити операції технічного обслуговування, особливо позапланового характеру, виділяти ресурси за деякими усередненими нормативними даними, що призначаються в відсотковому співвідношенні до виділеного сукупного ресурсу. Як наслідок спостерігається перевитрата ресурсів або їх дефіцитність, що по-різному, але в цілому негативно позначається на ефективності операцій технічного обслуговування.

Показники затрат часу, праці, коштів на технічне обслуговування є складовою частиною системи ТО, що включають затрати, що зумовлені конструкцією і технічним станом об'єкта технічного обслуговування (так звані оперативні затрати) та такі що зумовлені організацією та технологією виконання технічного обслуговування, матеріально-технічним забезпеченням,