

УДК 629.35:629.4.03:539.3

Скальський В.Р., Дубицький О.С.

Луцький національний технічний університет

ДЕЯКІ АСПЕКТИ УМОВ ЕКСПЛУАТУВАННЯ СИЛОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ШАСІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Проаналізовано будову та особливості функціонування силових елементів вантажних автомобілів. Показано специфіку їх експлуатування. Розглянуто найважливіші види напружень та деформацій, які виникають під час дії на силові елементи підвіски різних робочих навантажень. Проаналізовано вплив корозійно-механічних середовищ на зародження і розвиток руйнування у елементах ресор.

Ключові слова: шасі автомобіля, ресора, силові елементи, рама, підвіска.

Транспорт – одна з найважливіших галузей, що виконує функцію своєрідної кровоносної системи в складному організмі господарства країни. Він не тільки забезпечує його і населення потреби в перевезеннях, але є й однією найбільших складових частин інфраструктури, служить матеріально-технічною базою формування і розвитку територіального поділу праці, має істотний вплив на динамічність і ефективність соціально-економічного розвитку окремих регіонів і країни в цілому [1]. Повні транспортні витрати народного господарства у сфері виробництва та обігу становлять 10% від валового суспільного продукту країни.

В Україні розвинуті всі основні види транспорту: залізничний; морський; внутрішній водний; автомобільний; повітряний; трубопровідний. Але характерною особливістю розвитку транспортного комплексу України є підвищення питомої ваги автомобільного транспорту як у вантажообігу, так і в обсягах перевезень. Це обумовлено тим, що автомобільний транспорт найефективніший для перевезень на короткі відстані, в результаті чого скорочується кількість перевалок, зменшується обсяг вантажно-розвантажувальних робіт, значно підвищується ступінь збереженості перевезених вантажів тощо [2].

На території України проходить 221,2 тис. км автомобільних доріг, із них: державного значення 22,5 тис. км, доріг місцевого значення 158,9 тис. км, а ґрунтові дороги становлять 3,8 тис. км. Тобто дороги з твердим покриттям у загальній довжині автомобільних доріг становлять 97,8% [3]. Тому вантажний автомобільний транспорт на сьогоднішній день є наймасовішим в нашій країні [4].

Основні силові елементи вантажного автомобіля

Не дивлячись на велику кількість моделей, конструкція кожного автомобіля складається з наступних частин: кузов, двигун, шасі, оснастка.

Шасі будь-якого автомобіля – це одна з найголовніших його частин, тому що від нього залежить поведінка автомобіля на низьких і високих швидкостях, на прямих і на криволінійних ділянках автошляхів, на добрих, якісних асфальтних покриттях доріг і на поганих – “розбитих” дорогах. Якщо необхідно, щоб вантажний автомобіль прослужив довго, його шасі має витримувати усі навантаження, яким воно піддається кожного дня як через потужність самого вантажного автомобіля, що потребується для доставки великих вантажів, так і через важкі умови місцевості, на якій здійснюється робота. Основна функція високотехнологічного шасі полягає у встановленні оптимального зв'язку між водієм і дорогою. Система шасі має бути точно відрегульована для забезпечення всіх переваг у динаміці. До найважливіших елементів шасі автомобілів відносяться: трансмісія (зчеплення, коробка передач, карданна передача, головна передача, диференціал і півосі); ходова частина (рама, передній і задній міст, підвіска, колеса); механізми керування (рульове керування, гальмівна система) [5].

Рама шасі. У залежності від силової схеми транспортного засобу основним її несучим елементом у вантажних автомобілів є рама або кузов. У відповідності до цього автомобілі, автобуси і причеми класифікують на рамні та безрамні (несучі). Рами також поділяють за конструкційною будовою (див. рис. 1)

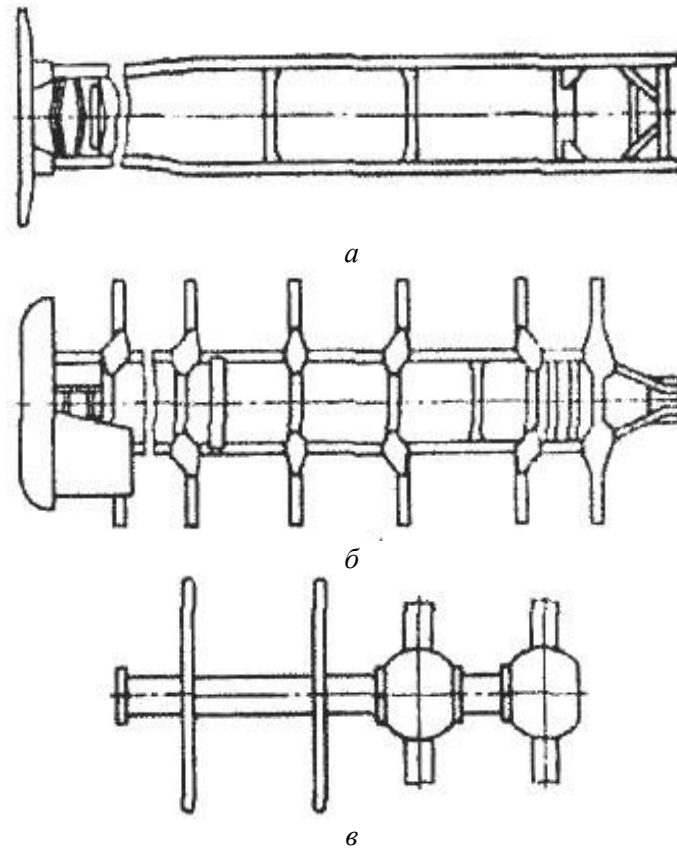


Рис. 1. Схеми рам вантажних автомобілів: *а* – драбинна ; *б* – об'єднана драбинна; *в* – хребтова

Для вантажних автомобілів і автобусів найчастіше застосовують рами драбинного типу.

Лонжерони. Висота лонжеронів завжди дорівнює 270 мм. Незалежно від типу рами, виключаючи колісні формули 4X2EB і 6X2/4LB, лонжерони на всьому протязі рами мають одну і ту ж висоту. Спереду рама має розширення. Ширина передніх і задніх компонентів на всіх типах рам однакова, завдяки чому їх можна використовувати в якості компонентів, які кріпляться із зовнішнього боку лонжеронів. Зміна товщини матеріалу лонжерона компенсується зміною довжини поперечок.

Поперечини. Поперечини можуть бути як одинарними, так і подвійними, зазвичай вони мають по дві боковини. Деталі однакові для поперечок всіх розмірів. Загальна довжина поперечини визначається кількістю зварених деталей. Для різних типів рам передбачені поперечини різної товщини та здвоєні (рис. 2 – 4). Поперечини пронумеровані відповідно до їх становища на рамі. Нумерація починається з передньої сторони рами.

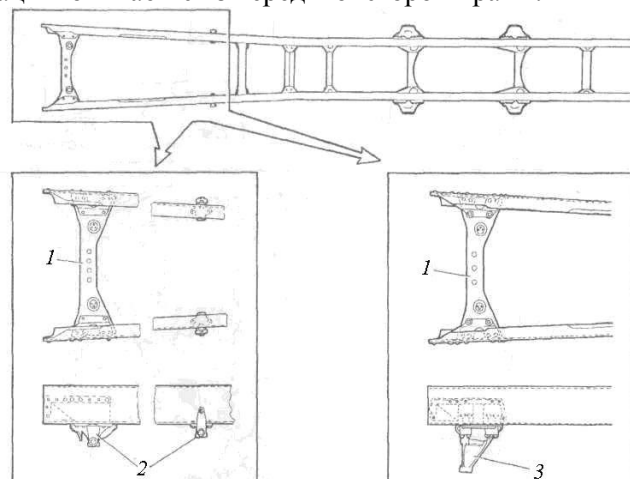


Рис. 2. Передня частина рами: *1* – передня поперечина (для рам з ресорною підвіскою або

повністю пневматичною підвіскою), 2 – кронштейни кріплення ресор; 3 – кронштейни для кріплення реактивної тяги (для вантажівок з повністю пневматичною підвіскою)

До передньої поперечини кріплять опори двигуна.

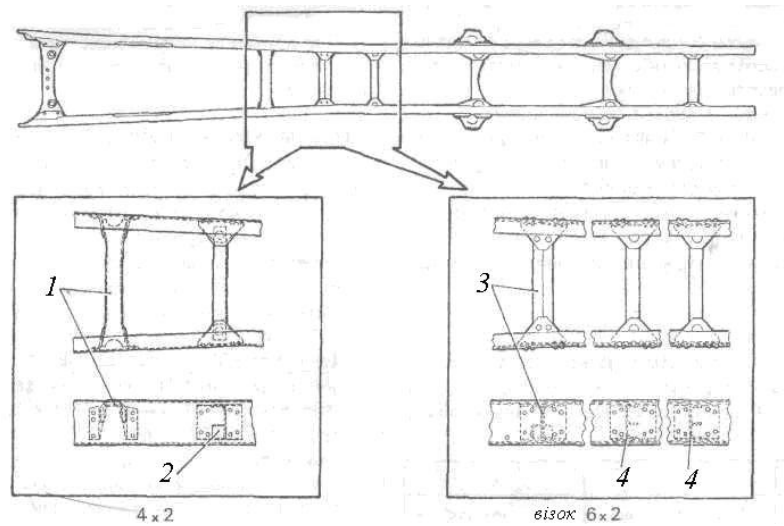


Рис. 3. Центральна частина рами: 1 – друга поперечина (для всіх типів рам, виключаючи колісні формули 4×4 і 6×6); 2 – конструкція поперечки центральної частини (тільки для рам колісної формули 4×2); 3 – третя поперечина (одинарна і здвосна); 4 – четверта поперечина (завжди одинарна),

Поперечина 1 відрізняється від інших тим, що її форма у вигляді літери П, яка розгорнутою стороною повернута вниз. Вона не виступає за верхню площину лонжерона, забезпечуючи таким чином можливість установки надбудови. До поперечини 4 кріпиться підвісний підшипник проміжного валу.

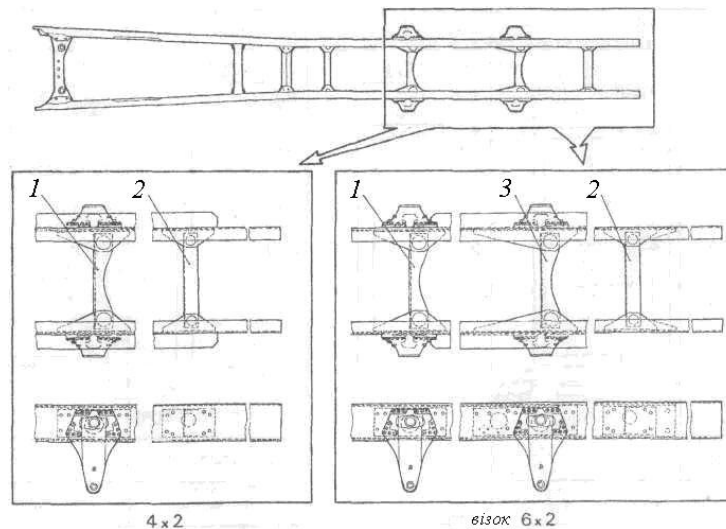


Рис. 4. Задня частина рами: 1 – поперечина між кронштейнами ресор на рамі колісної формули 4×2; 2 – задні поперечини на рамах колісної формули 4×2; 3 – задня поперечина для рам візків.

Рами шасі поділяються на два різних типи, відповідно до товщини матеріалу і податливості лонжеронів. Типи позначаються комбінацією з трьох цифр, з буквою F на початку. Перші дві цифри позначають товщину матеріалу основного профілю в десятих частках міліметра. Третя цифра позначає товщину матеріалу внутрішнього профілю в міліметрах. Рами без внутрішнього профілю мають в позначенні на місці третьої цифри 0.

Навантаження рам.

Під час руху автомобіля рама шасі і кузов піддаються статичним, статично-змінним, циклічним і динамічним навантаженням.

Статичні навантаження. Статичні і статично-змінні навантаження викликані масою вантажівки і вантажу. Якщо вантажівка нерухома, на раму впливають тільки статичні навантаження. Призначенням рами є протистояння згинальним зусиллям. Вплив статичних навантажень можна порохувати для будь-якого типу вантажівки і кузова (рис. 5).

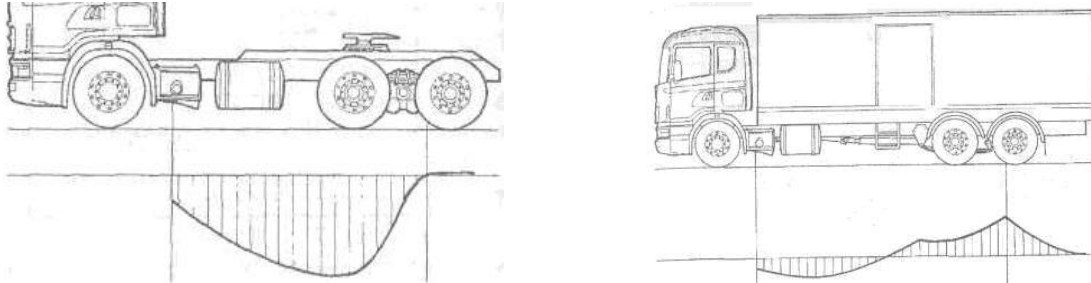


Рис. 5. Згинальні зусилля, що виникають вздовж рами

Як бачимо, там, де зусилля більше, там сильніший його вплив на раму.

Динамічні навантаження. Під час руху вантажного автомобіля дуже часто виникають динамічні навантаження. Їх, в основному, викликають нерівномірності дорожнього покриття. Величина сил динамічного навантаження і їхній вплив на шасі залежить від таких факторів, як швидкість руху автомобіля і стан дорожнього покриття. Вони також у великій мірі залежать від типу шасі і надбудови на рамі. Зміна будь-якого з цих факторів може означати повну зміну умов динамічного навантаження. Втомна міцність шасі повинна відповідати сприйнятним максимальним динамічним навантаженням.

Поперечні навантаження. Рама шасі часто сприймає потужні поперечні навантаження (рис. 6). Вони суттєво впливають на вантажівки з великою колісною базою, вантажівки з причепами і трейлерами. Потужні поперечні навантаження відчуває вантажівка, що проходить повороти, особливо круті, на дорогах з твердим покриттям і під час руху з великим вантажем по дорогах з накатаною колією. Ці навантаження з'являються тоді, коли причіп намагається продовжувати прямолінійний рух, незважаючи на те, що керовані передні колеса повернені з метою змінити напрям руху – "мости їдуть у різні боки".

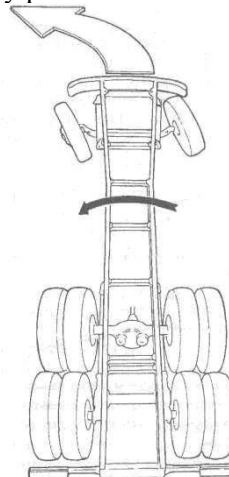


Рис. 6. Поперечні навантаження за проходження поворотів

Якщо вантажівка тягне трейлер, то під час проходження поворотів поперечне навантаження прикладається до заднього звису. Причіп також може викликати навантаження скруту. Трейлер є причиною вертикальних згинаючих навантажень, особливо під час гальмування.

Навантаження скруту. На нерівних дорогах рама піддається значним скручувальним навантаженням (рис. 7). Передня частина рами виконана еластичнішою, вона зроблена жорсткіше

до задньої частини.

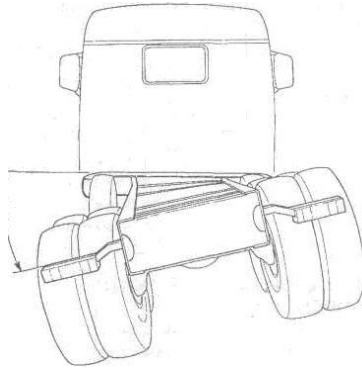


Рис. 7. Скручування рами шасі під час руху.

Еластичність рами досягається шляхом надання лонжеронам і поперечинам профілю перерізу у вигляді літери U (рис.8). Лонжерони і поперечини кріпляться один до одного способом, який не знижує еластичність U-профілю.

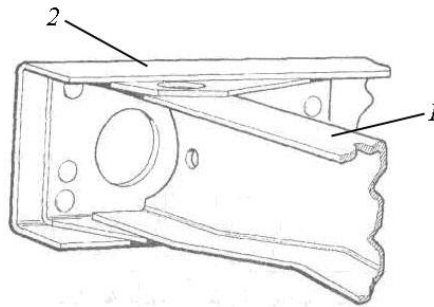


Рис. 8. Кріплення поперечини 1 до лонжеронів 2 рами

Така конструкція дозволяє рамі зберігати високу поперечну пружність та інші міцнісні та деформаційні властивості. Якщо автомобіль має рознесену підвіску, рама приймає на себе частину її роботи. Важкі компоненти, такі як паливні баки і компресори, закріплені на лонжеронах рами, викликають значні локальні скручувальні навантаження (рис. 9). Їх вплив запобігають шляхом установки додаткових поперечин або стійок. Різниця в навантаженнях між лівим і правим колесом для кожного моста не повинна перевищувати 3% від загального навантаження на вісь. Навантаження на раму викликають згинальні і стискаючі напруження в окремих її компонентах.

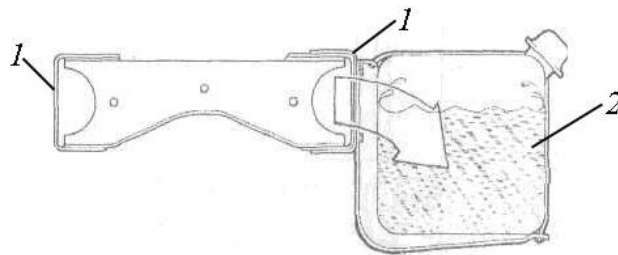


Рис. 9. Навантаження скруту на лонжерон рами 1 з паливним баком 2

Розподіл навантаження на компонентах рами. Стрілки, нанесені на елемент, показують величину і напрям сили стиску за вертикального згину (рис. 10, а). На бічних ребрах стиснення найбільше і знижується до нуля на лінії симетрії. Вище лінії симетрії профілю елемент відчуває розтягання, нижче лінії симетрії – стиснення.

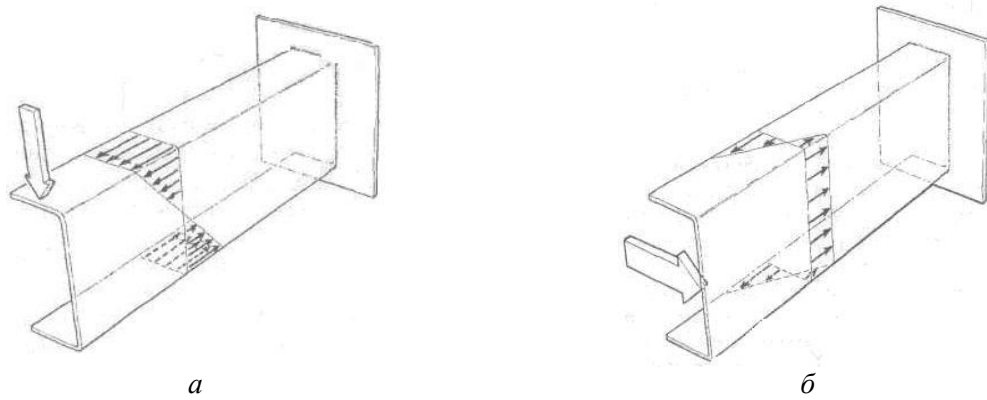


Рис.10. Розподілення навантаження за вертикального (а) та горизонтального (б) згинів

За горизонтального згину навантаження найбільше біля відкритої сторони профілю і знижуються до нуля на лінії симетрії (рис. 10, б). З ближньої боку цієї лінії елемент випробовує стиснення, з відкритої сторони елемент зазнає розтягу.

Елементи рами одночасно піддаються як вертикальним, так і горизонтальним згинам. При цьому вони також зазнають і навантажень скруту. На рис. 10 показано, як профіль, особливо його ребра, сприймають навантаження. З цього випливає, що ребра профілю ні в якому разі не можна послаблювати.

Деформації рами шасі.

Причини деформації. Всі компоненти і конструкції, які піддаються навантаженню, схильні до деформації. Якщо навантаження не дуже високе, то під час його зняття навантажені деталі й конструкції знову приймають свою форму. Тобто виникають пружні деформації. Якщо ж навантаження більше, ніж межа пружної деформаційної стійкості матеріалу, форма деталі зміниться – виникає пластична деформація. Навіть якщо автомобіль нерухомий і ненавантажений, рама його шасі зазнає дії сил навантаження від кабіни і кузова. Ці сили викликають пружну деформацію компонентів рами і її викривлення. Рама шасі дуже стійка до вертикальних деформацій. Тому її просідання за таких навантажень незначне, навіть якщо вантажівка навантажена. Тим не менш, рама шасі сконструйована з урахуванням можливих викривлень. Асиметричне навантаження, наприклад, за повністю заправлених паливних баках, може призвести до начебто викривлення рами, хоча, насправді, несправністю це не є. Різні ступені прогину ресор також можуть стати причиною уявного викривлення рами.

Всі основні типи пластичної (залишкової) деформації можуть виникати незалежно одна від одної. Тим не менше, зазвичай, пошкодження складаються з декількох типів деформацій.

Бічна деформація. Бічна деформація – зустрічається найчастіше. Зазвичай вона викликана бічними силами, але може бути також і наслідком дії діагонально прикладених сил. Якщо лонжерон деформований вертикально, ймовірно, він також має і бічну деформацію. Бічна деформація зазвичай викликає зміщення частини поперечок. Кріплення поперечок деформуються так само, як і за діагонального зміщення (рис. 11).

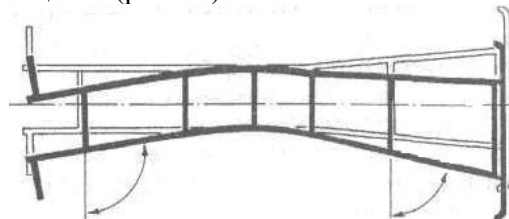


Рис. 11. Бічна деформація

Вертикальна деформація. Вертикальна деформація, зазвичай, викликана вертикально діючими силами, але також може бути наслідком скручування. Рама з вертикальною деформацією зазвичай ще й скручена "гвинтом" (рис. 12).

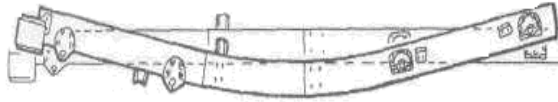


Рис. 12. Вертикальна деформація рами.

Скручування (гвинтова деформація) рами. Рама вважається скрученою, якщо її лонжерони прямі, але їх осі не паралельні одна одній (рис. 13). Частини лонжеронів, що виходять за межі бази автомобіля, найбільше схильні до деформацій скруту.

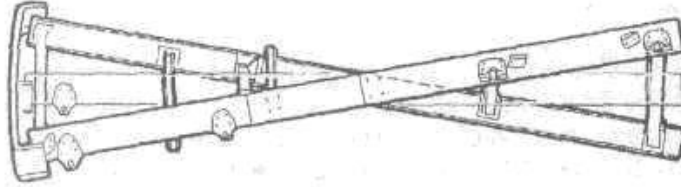


Рис.13. Скручування (гвинтова деформація)

Деформацій скруту найчастіше також зазнають і поперечини, що знаходяться ближче до мостів (рис. 14). Вони, як і лонжерони рам, зазвичай виготовляються з профілю розкритого перерізу (швелерів у вигляді літери U).

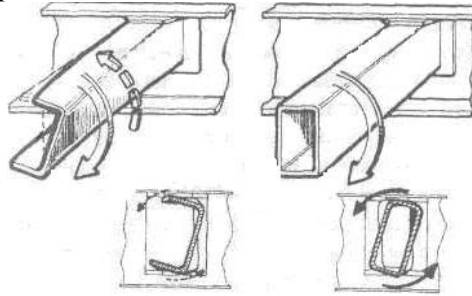


Рис. 14. Деформація скруту поперечок шасі

У той же час використовуються і поперечки закритого перерізу (коробчаті), наприклад, для візків (причепів). Такий тип перерізів не чинить опір скручуванню і не дає залишкової деформації. У кузові також застосовуються коробчаті деталі, які чинять опір скручуванню і залишаються недеформованими.

Діагональне зміщення. Діагональне зміщення може виникати під час перевертання самоскида за відкинутого кузова. Тоді всі поперечини зміщуються і викривляються їхні кріплення (рис. 15). На вантажівках з діагонально жорстким кузовом і вантажівках з двома задніми мостами діагональна деформація зустрічається рідко. Відповідні сили можуть викликати замість цього бічну деформацію.

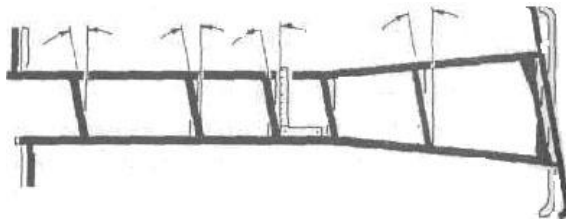


Рис. 15. Діагональне зміщення лонжеронів шасі.

Локальна деформація. Може виникнути, якщо якийсь устаткування прикріплене до елемента рами з перевищенням допустимого навантаження (рис. 16) [6].



Рис. 16. Вид локальної деформації.

Призначення і види підвісок вантажних автомобілів.

Підвіска автомобіля забезпечує пружний зв'язок рами або кузова з мостами й колесами, пом'якшує удари, що сприймаються ними, а також поштовхи під час їзди по нерівностях дороги. Пружні властивості підвіски зумовлені застосуванням типу пружного елемента. Робота підвіски побудована на перетворенні енергії удару в разі наїзду колеса на нерівність дороги в переміщення пружного елемента підвіски, внаслідок чого сила удару, що передається на кузов, зменшується й підвищується плавність ходу автомобіля. За характером взаємодії коліс і кузова під час руху автомобіля всі підвіски поділяють на залежні і незалежні.

Залежна підвіска (рис. 17, а) забезпечує жорсткий зв'язок між лівим і правим колесом, у результаті чого переміщення одного з них у поперечній площині передається іншому й спричинює нахил кузова.



Рис. 17. Схеми підвісок автомобілів [5]: а – залежна; б – незалежна.

Незалежна підвіска (рис. 17, б) характеризується відсутністю жорсткого зв'язку між колесами одного моста. Кожне колесо підвішене до кузова незалежно від іншого. У результаті під час наїзду одним колесом на нерівності дороги коливання його не передаються іншому колесу, зменшується нахил кузова й підвищується в цілому стійкість автомобіля під час руху.

Підвіска автомобіля складається з таких пристроїв: пружного елемента; напрямного пристрою; гасильного елемента. Як пружний елемент у підвісках використовують металеві листові ресори, циліндричні пружини, торсіони (стрижні, що працюють на скручування). Неметалеві пружні елементи забезпечують пружні властивості підвіски за рахунок пружності гуми, стисненого повітря або рідини; вони менш поширені, ніж металеві. Іноді в підвісках застосовують комбіновані пружні елементи, які складаються з металевих і неметалевих елементів.

Напрямний пристрій підвіски передає штовхальні, гальмівні й бокові зусилля від коліс на раму або корпус автомобіля. У разі пружинної підвіски за напрямний пристрій слугують важелі й штанги підвіски. У ресорній підвісці сама листовая ресора передає поздовжні й бокові зусилля, завдяки чому конструкція підвіски спрощується.

Гасильний елемент підвіски призначається для гасіння коливань кузова й коліс у разі наїзду на перешкоди й називається амортизатором. На автомобілях застосовують рідинні амортизатори. Принцип їхньої дії полягає в перетворенні енергії коливань унаслідок рідинного тертя на теплову енергію з наступним її розсіюванням.

Як відомо, вантажні автомобілі працюють на дорогах різних категорій: від магістральних автострад до ґрунтових доріг в будівельних кар'єрах, не говорячи вже про бездоріжжя. Залежно від конкретних умов під час конструювання автомобіля вибирають величину дорожнього просвіту машини між поверхнею дороги і нижніми точками ходової частини та її органів. Чим гірші умови, в яких належить працювати машині, тим просвіт повинен бути більшим, не дивлячись на деякі негативні наслідки, а саме: підвищення центру тяжіння, зниження стійкості тощо. На сучасних вантажних автомобілях можна зустріти як залежні, так і незалежні підвіски коліс. При цьому через економічність найбільшого поширення набули ресорні підвіски жорстких балок мостів і лише на магістральних тягачах як пружні елементи прижилися пневмобалони.

Більша різноманітність конструктивних схем спостерігається на спеціальних військових машинах, до вартості яких не пред'являються такі жорсткі вимоги, як у звичайних комерційних вантажівок. На військових машинах можна зустріти пружини і торсіони, гідропневматичні елементи і склопластикові ресори.

Особливості експлуатації ресорної підвіски.

Ресорна підвіска наймасовіша. Ресора в підвісці відіграє відразу чи не всі ролі. Вона і пружний елемент, і направляючий апарат. Її використання полегшує збірку і ремонт машини. Ресора проста за конструкцією і в ремонті, але не позбавлена і цілої низки серйозних недоліків. До головних з них відносять: високе міжлистова тертя, здатне сильно погіршити плавність ходу на хорошій дорозі, а також велика матеріаломісткість у поєднанні з технологічною складністю під час виготовлення листів. У ресор можуть бути такі дефекти: руйнування листів, втрата пружності, зрізання центрального болта, зношення пальців і втулок у вушках ресор і кронштейнах, а також і самих кронштейнів під торцями вушок ресори.

Для усунення дефектів зняту ресору розбирають, листи промивають в лужному розчині і піддають контролю та сортуванню. Розбирання і збірку ресор здійснюють на спеціальних пристосуваннях або в лещатах. Зламані листи і листи з тріщинами замінюють новими. Прогинання ресор встановлюється шаблонами. Якщо є невелике зменшення стріли прогину порівняно з номінальним значенням, то здійснюють правку листів в холодному стані. За зменшення стріли прогину більше половини її значення проводять правку листів, заздалегідь нагріваючи їх до температури 700-800°C. Потім листи піддають гартуванню в маслі і відпуску до необхідної твердості. Перед збиранням листи ресори змащують графітовим мастилом або сумішшю, що складається з 30% універсального консистентного мастила ВУС, 30% графіту «П» і 40 % трансформаторного масла. Після збирання перевіряють стрілу прогину ресори. Величини її значення і навантаження повинні відповідати нормативним даним. Зношені втулки у вушках ресор і кронштейнах випресовують і замінюють. Гладкі ресорні пальці за незначного зношування шліфують під ремонтний розмір. За зношення більше 1,5 мм пальці замінюють новими. Зношення кронштейнів під торцями вушок ресори усувається шайбами, які встановлюють на палець кріплення ресори.

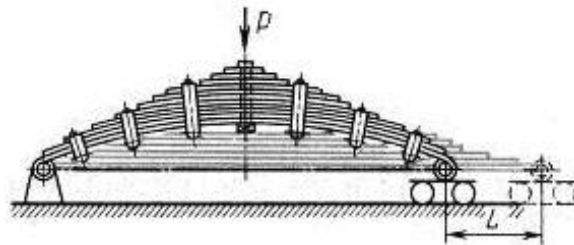


Рис.18. Схема випробування зібраної ресори.

Зібрані ресори повинні бути випробувані на стенді. Перед випробуванням здійснюють прогинання ресори під певним навантаженням. Зібрану ресору встановлюють на пресі і шпінделем натискають зусиллям P на її середину до повного випрямлення ресори – стріла прогинання дорівнює нулю (рис. 18). Потім ресору поступово звільняють, вимірюють відстань L або стрілу прогину і ще раз навантажують до випрямлення. Повторне просідання ресори тим же навантаженням не повинно змінити стрілу прогину. За зменшення її значення ресора непридатна до експлуатації. Навантаження стріли прогину вказане в технічних умовах на ремонт, збірку і випробування агрегатів і автомобілів.

Листи для ресор виготовляють з дорогої, високоміцної сталі, що легована кремнієм і марганцем (55ГС, 55С2, 60С2), а також хромом і нікелем (50ХГ). Щоб ресори могли витримувати високі, багатоциклові напруження, на поверхні листів після термообробки не повинно бути знеуглечених ділянок, тріщин і інших дефектів. Цього можна досягнути тільки під час дотримання всіх вимог досить дорогого технологічного процесу. Межа текучості сталі ресори, що йде для виготовлення ресорних листів, повинна бути дуже високою, а звідси – і висока вартість ресор.

Ресори прагнуть робити якомога довшими, оскільки напруження, що виникають в них, обернено пропорційні квадратів довжини. При недостатній довжині в корінному листі може виникнути великі напруження, для зменшення яких кривину решти листів роблять такою, щоб вони сприймали частину навантаження корінного і декількох наступних за ним листів, розвантажуючи їх.

Не дивлячись на те, що ресори відомі вже декілька сторіч, їх довговічність, обумовлена початковими напруженнями, складним напруженим станом, динамічною дією різноманітних

циклічних навантажень, залишається невисокою. Порівняно з торсіонами і пружинами, ресора працює в менш сприятливих умовах; її втомна міцність в 4 рази менша, ніж у торсіона. В даний час за експлуатування в хороших дорожніх умовах (асфальтове покриття) довговічність ресор магістральних вантажівок складає 100-150 тис. км. пробігу, але в поганих умовах (грунтові дороги, робота на будівництвах тощо) вона падає удвічі і доходить до 10-15 тис. км. Листи ресори мають у вільному стані різну кривину, тому вже під час збирання в них з'являються початкові напруження (найбільші в коротких листах).

Ресора, що є пружним і направляючим елементом підвіски, зазнає вигину у вертикальній площині, прогинання від вертикальних сил, сприймає поздовжні сили і їх моменти, а також осьове стискання від поздовжніх сил, вигин в горизонтальній площині від бічних сил і кручення від їх моментів. Самим напруженим є корінний лист, тому його роблять або товстішим за інші, або для посилення ставлять два-три корінні листи.

Леговані сталі марок 60С2А, 55С2, 50ХГ, 50ХГА і ін., із яких виготовляються автомобільні ресори, відзначаються високою тривкістю переохолодженого аустеніту. На заключному етапі виготовлення листових ресор здійснюють дрібноструйний наклеп листів у вільному і напруженому станах. Основний ефект поверхневого зміцнення отримується в результаті залишкових напружень стискання поверхні обробки і підвищення пластичної деформації тонкого поверхневого шару. Ця деформація дещо локалізує розвиток мікро- і макроконцентраторів, що наявні у приповерхневих шарах прокату [7,8]. Після виготовлення, вальцювання і кінцевої термомеханічної обробки у перерізі ресорного листа отримується різна зернистість матеріалу. Робочими корозійними середовищами ресор є вологе повітря і вода. Саме вода, а також водні розчини солей, кислот і лугів створюють сильне електролітичне середовище. Поверхня сталі в електроліті виступає в ролі короткозамкнутого багатоелектродного гальванічного елемента, який складається із великої кількості таких мікроелементів [9]. Їх виникнення пов'язане із неоднорідностями металічної фази, що сформувалася внаслідок термічної і механічної обробки, плівок окислів та забруднення поверхні металу і рідкої фази, що зумовлено різницею концентрацій як власних іонів металу в електроліті, так і іонів розчиненої речовини і газів. Електролітичні процеси сприяють адсорбції гідратованих іонів водню на катодних поверхнях сталі, де вони звільняються від молекул води. При цьому частина іонів розряджається і, молізуючись, виділяється у вигляді бульбашок газу у електроліт, частина у вигляді протонів H^+ проникає в кристалічну ґратку сталі. Тоді проходить низькотемпературне наводнення [10,11]. Під впливом деформації появляються додаткові умови, що сприяють протіканню всіх фізико-хімічних процесів, в тому числі і корозійно-дифузійних (пластична деформація сильно активізує вплив середовища на метал), а також спостерігається значне зниження опору деформуванню та руйнуванню – адсорбційний ефект зниження міцності (ефект Ребіндера) [12].

Дуже небезпечними з точки зору міцності є наявні на поверхні ресор ультрамікротріщини, які стають центрами зародження і розвитку мікротріщин, що мають форму клиноподібних дефектів. Рідке середовище проникає в середину цих тріщин під впливом капілярного тиску, а іони водню із високими швидкостями мігрують далі всередину тріщин по їх стінках. Причому швидкість такого проникання значно вища, ніж швидкість поступання рідкого середовища. При досягненні в локальних зонах максимальних розтягуючих напружень у вершині тріщини водень швидко дифундує туди і знижує міцність матеріалу [13,14].

Для збільшення довговічності ресор застосовують деякі прийоми, до яких відносяться:

а) розвантаження ресори від деяких діючих сил. Для зменшення скручування ресори кінці її закладають в гумові опорні подушки, а введенням додаткового упору обмежують момент, що вигинає, діє на ресору під час гальмування. Додаткова тяга (з'єднуючий міст і рама) в даний час встановлюється на більшості ресорних передніх підвісок, кінці ресор при цьому кріплять до кузова двома елементами;

б) зменшення напруження в ресорі. Це досягається обмеженням середніх амплітуд коливань колеса щодо кузова введенням додаткових пружних елементів (наприклад, гумових, що працюють на старті) і достатнього збільшення опору амортизаторів. Напруження може бути зменшене зміною форми поперечного перерізу листів, що викликає перерозподіл нормальних напружень. Полумки ресор найчастіше бувають втомного походження. За змінних напружень межі витривалості сталі стають різними: меншими за розтягу і більшими за стиску. У зв'язку з цим були запропоновані перерізи листів, за яких найбільше напруження розтягу менше, ніж найбільше напруження стиску. Якщо переріз має кромки або одну канавку, то нейтральна лінія зміщується

вгору, відстань до найбільш видалених точок перерізу зменшується, відповідно з відстанню падає напруження;

в) зміцнення ресори. Втомні руйнування ресорного листа розпочинаються з місць на поверхні, які зазнають розтягуючи напружень, або у кутових точках перерізу. У зв'язку з цим широке застосування отримало поверхнєве зміцнення дробеструйною обробкою часто одного корінного листа з боку, де виникає розтяг. Ефект від зміцнення значно підвищується за використання міжлистових прокладок. Міжлистова тертя призводить до появи зон з високою контактною напругою, що в умовах коливань викликає задири на поверхні листів і появу осередків загального руйнування. Це явище ослабляється за введення міжлистових прокладок.

Корозія в процесі експлуатації автомобіля значно ослабляє ефект поверхнєвого зміцнення. Термін служби ресорної підвіски обмежується у великій мірі зносом шарнірів. Застосування гумових і пластмасових втулок, що встановлюються в шарнірах, здатне цю проблему зняти, але тільки для не важкої техніки (зазвичай до 6 т повної маси).

Недоліком ресор є їх лінійна характеристика жорсткості (тобто прогинання пропорційне зусиллю, що прикладається), тоді як бажано мати прогресивне збільшення жорсткості у міру прогинання. Деякої зміни жорсткості ресори можна досягти установкою сережки з нахилом (на легких і середніх вантажівках) або за рахунок циліндрової задньої опори (на важких вантажівках). Але обидва способи дозволяють реалізувати не лінійність лише в дуже малих межах. Зміна жорсткості ресорної підвіски найчастіше досягають введенням підресорника або нижньої додаткової (іноді однолистової) ресори, що робить характеристику підвіски прогресивної (жорсткість ступінчасто збільшується під час ходу колеса вгору).

Тертя в ресорі у минулому дозволяло обходитися без спеціальних амортизаторів в підвісці вантажних автомобілів, що здешевлювало машину і спрощувало догляд за нею. В даний час швидкості руху вантажівок вирости настільки, що для забезпечення безпеки руху і плавності ходу установка амортизаторів стала необхідна, так само, як і боротьба з тертям в листах ресор. Причин дві: із-за несприятливого закону зміни тертя і нестабільності його величини при експлуатації. За малих поштовхів, коли сила, що передається через ресору, менша сили тертя між листами, ресора «блокується», нерівності компенсуються тільки шинами, і плавність ходу значно погіршується. Ті ж сили тертя при коливаннях великої амплітуди не сприяють достатньому їх гасінню.

У ресор, що працюють без змащування, сила тертя може досягати 25% від пружної сили ресори. Для забезпечення хорошої плавності ходу автомобіля сила тертя не повинна перевищувати 5-8%. Відмічено, що у вантажних автомобілях з високою посадкою водія сили міжлистового тертя викликають край неприємні коливання голови водія уздовж подовжньої осі машини. Для зменшення міжлистового тертя виробники застосовують малолистові ресори (зокрема однолистові змінної товщини і ширини), листи спеціальної форми, вводять мастило і вставки між листами [15].

Висновки.

Під час експлуатування силові елементи шасі зазнають різних видів навантаження, що призводить до виникнення у них складного деформованого стану, де величина деформацій та напружень і їх знак стохастично змінюються.

Основними дефектами, що призводять до швидкого вичерпання ресурсу силових елементів шасі вантажних автомобілів є тріщини. Методики розрахунку цього показника очевидно знаходяться на стадії свого становлення, оскільки у літературних джерелах таких даних не знайдено.

Актуальними науковими дослідженнями у цьому аспекті є оцінка статичної, циклічної й динамічної тріщиноотривкості конструкційних матеріалів, з яких виготовляються згадані конструкційні елементи.

Література

1. Ванчукевич В.Ф., Седюкевич В.Н. Автомобильные перевозки. – Мн.: Выш. шк., 1988. – 129 с.
2. Конвенция о договоре международной перевозки грузов (КДПГ) / Женева, 19 мая 1956 года. – Минск: БАМАП, 1993. – 12 с.
3. Державна служба автомобільних доріг України – Укравтодор/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://www.ukravtodor.gov.ua/clients/ukrautodor.nsf>.

4. Ходош М. С. Грузовые автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1980. – 15-37 с.
5. Раймпель Й. Шасси автомобиля и конструкции подвесок. – М.: Машиностроение, 1987. – 284 с.
6. Сизов М.П., Евсеев Д.И. Грузовые автомобили Scania 4. Том 3. Карданная передача. Пневматическая подвеска. Электрооборудование. Рама, кабина. – Санкт-Петербург: Диез, 2005. – 140-173 с.
7. Паршиловский И.Г. Автомобильные рессоры. – М.: Машиностроение, 1978. – 225 с.
8. Упрочнения рессорных листов в предварительно напряженном состоянии / В кн. Пути улучшения качества и увеличения долговечности автомобильных рессор / Гомульчик П.М., Шитов А.П., Курчатов В.И. и др. – М.: Машиностроение, 1976. – С. 89–94.
9. Карпенко Г.В. Прочность стали в коррозионной среде. – Москва-Киев: Машгиз, 1963. – 188 с.
10. Скальський В.Р. Акустично-емісійне дослідження чутливості до водневої деградації рессорної сталі // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 1999. – №4. – С. 113–119.
11. Скальський В.Р. Влияние водорода на растрескивание металлов и контроль таких процессов методом АЭ // Технич. диагностика и неразруш. контроль – 1995 – №1. – С. 52-65.
12. Карпенко Г.В. Вплив водню на механічні властивості сталі. – Київ: Вид-во АН УРСР, 1960. – 72 с.
13. Панасюк В.В., Андрейкив А.Е., Харин В.С. Теоретический анализ роста трещин в металлах при воздействии водорода // Физ.-хим. механика матер. – 1981. – №4. – С. 61–75.
14. Фишгойт А.В., Колачев Б.А. Распространение трещины в наводороженном металле при плоской деформации // Там же. – 1981. – №4 – С. 76–81.
15. Ресори і півресори / [Електронний ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://prushinsky.com.ua> .