



- © В.П. Сахно, докт. техн. наук, професор, • © В.М. Поляков, канд. техн. наук, професор,
- © О.М. Тімков, канд. техн. наук, доцент, • © М.І. Файчук, канд. техн. наук (НТУ)

ДО АНАЛІЗУ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ І КОРЕКЦІЇ КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ МОСТІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Анотація. Показано, що мости автотранспортних засобів повинні бути встановлені з мінімально допустимим перекосом. На компенсацію відхилення мостів, що мають перекося, водій змушений повертати передні керовані колеса, щоб зберегти прямолінійний рух автомобіля. Це викликає постійне тертя між кожною з шин автомобіля і поверхнею дороги. В результаті зростає витрата палива, втома водія, виникає передчасний знос шин, погіршується маневреність і стійкість руху. Тому в процесі експлуатації автотранспортних засобів дуже суттєвим є не тільки перевірка кутів встановлення мостів, а та їхня корекція.

Ключові слова: автотранспортний засіб, перекося, стійкість руху, керовані колеса.

Анотация. Показано, что мосты автотранспортных средств должны быть установлены с минимально допустимым перекосям. На компенсации отклонения мостов, которые имеют перекося, водитель вынужден вращать передние управляемые колеса, чтобы сохранить прямолинейное движение автомобиля. Это вызывает постоянное трение между каждой из шин автомобиля и поверхностью дороги. В результате увеличивается расход топлива, усталость водителя, возникает преждевременный износ шин, ухудшается маневренность и устойчивость движения. Поэтому в процессе эксплуатации автотранспортных средств весьма существенным является не только проверка углов установки мостов, но и их коррекция.

Ключевые слова: автотранспортное средство, перекося, устойчивость движения, управляемые колеса.

Annotation. It is rotined that bridges of vehicles must be set with a minimum possible defect. On indemnification of rejection of bridges which have a defect, a driver is forced to revolve the guided forewheels, to save rectilinear motion of car. It causes a permanent friction between each of tires of car and dear a surface. The expense of fuel, fatigue of driver, is increased as a result, there is a premature wear of tires, manoeuvrability and stability of motion is worsened. Therefore in the process of exploitation of vehicles very substantial is not only verification of corners of setting of bridges but also their correction.

Keywords: vehicle, defect, stability of motion, guided forewheels.

Вступ

У попередній публікації (див. "Автошляховик України" № 6, 2014) показано, що експлуатація автопоїздів нерозривно пов'язана зі зміною характеристик їх структурних елементів. Це не може не відбиватися на кінематичних і жорсткісних властивостях ходової частини автомобіля-тягача та напівпричепи і зміні характеру розподілу реакцій в області контакту шин автомобіля з дорогою, внаслідок перекося мостів зокрема. Велика кількість автомобілів і автопоїздів, що перебувають у експлуатації, має різний технічний стан. Очевидно, що навіть при однаковому технічному стані ходової частини автомобіля-тягача і напівпричепи при їх виготовленні, через деякий період експлуатації можна виявити різний ступінь зносу шин, елементів підвіски мостів автомобіля-тягача і напівпричепи, обумовлений зміною кутів встановлення їх мостів. Тому метою роботи є аналіз методів вимірювання і корекції кутів встановлення мостів автотранспортних засобів.

Основна частина

Необхідність постійного контролю за кутами встановлення керованих коліс не викликає сумнівів. Це необхідно для забезпечення тривалого терміну служби шин, низького опору кочення коліс, належних показників стійкості та безпеки руху, а також економії палива. Тим не менш, ще донедавна мало уваги було зосереджено на кутах встановлення некерованих мостів із залежною підвіскою. Неперпендикулярність осей мос-

тів і рами напівпричепи (причепи) обумовлює їх перекося, **рис. 1**.

Непаралельність задніх мостів викликає надмірне тертя шин із поверхнею дороги, підвищений опір коченню коліс і створює небажані бічні сили.

Окрім того, мости встановлені з перекосям призводять до:

- а) скорочення терміну служби шин;
- б) ускладнення керуванням автомобілем, особливо автопоїздом;
- в) зниження стійкості і, як наслідок, безпеки руху;
- г) збільшення витрати палива.

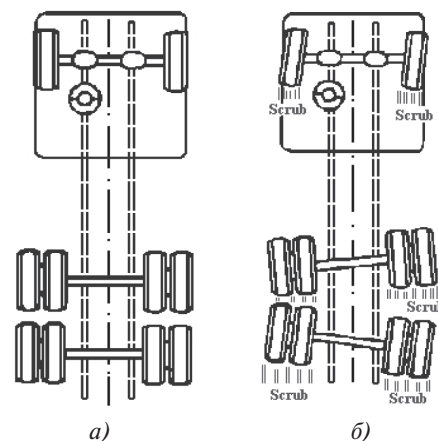


Рис. 1. Схема розташування мостів: а) без перекося мостів; б) з перекосям мостів



За даними досліджень Tom Gelinas [1] встановлено, що 80 % сидельних тягачів і більше 90 % напівпричепів мають проблеми з кутами встановлення мостів.

Навіть новим вантажівкам необхідне регулювання положення некерованих мостів. За результатами інших досліджень, проведених в парку із 100 вантажних автомобілів, до 70 % нових автомобілів потребують корекції встановлення заднього мосту. “Шістдесят відсотків випадків зносу шин керованої осі викликано неправильними кутами встановлення коліс осі” [2].

Для всіх автопоїздів необхідна перевірка правильності встановлення мостів автомобіля-тягача і причіпних ланок як періодично, так і за появи надмірного зносу шин. Встановлення некерованих мостів повинне перевірятися після будь-якого ремонту чи зіткнення. Незначні зміни в рамі або кріпленні підвіски можуть призвести до значних змін у встановленні переднього та заднього мостів. Вирівнювання тільки переднього мосту буде вирішувати тільки половину проблеми.

На рис. 2 та 2.1 показано вплив різних факторів на витрату палива. На опір коченню коліс припадає найбільший сегмент витрати палива – 42,2 %. Будь-які дії, вжиті для зменшення опору коченню коліс, зокрема належне вирівнювання мостів, може знизити витрату палива.

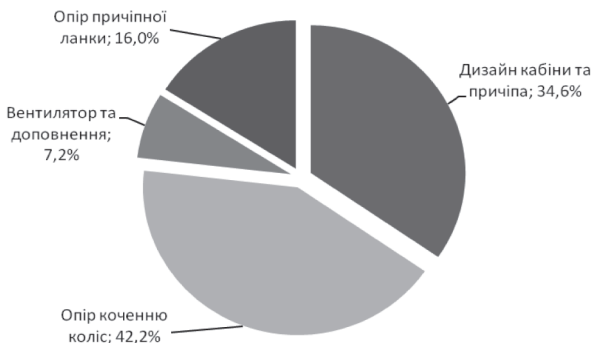


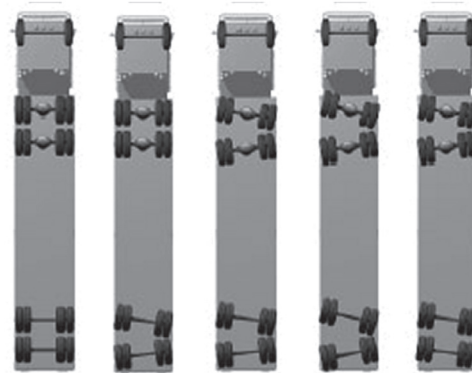
Рис. 2. Вплив на паливну економічність різних факторів

Передусім це стосується багатоланкових транспортних засобів. Рекомендації, щодо кутів встановлення мостів розробляються не тільки виробниками транспортних засобів і причіпної техніки, а й виробниками шин і незалежними організаціями.

За даними світового виробника шин для вантажних автомобілів, фірми Goodyear Truck Tires, будь-яке не встановлене належним чином колесо збільшує загальний опір руху автомобіля. Пояснюється це збільшенням тертя шини по поверхні дороги, а також більшим аеродинамічним опором, коли поздовжні осі тягача та причіпних ланок не дотримуються паралельно напрямку руху [3]. При будь-якому перекосі мостів паливна економічність погіршується, причому найбільше погіршення паливної економічності 2,2 % має місце у випадку перекоосу керованих коліс тягача 3/8" (9,52 мм) та непаральності ведучої осі 1" (25,4 мм) при непаральних осях напівпричепа (рис. 3).

За рекомендаціями фірми Goodyear при встановленні здвоєних осей паралельність повинна бути в межах 1/8" ($\pm 3,18$ мм), яка визначається як різниця між центрами осей із лівого та правого боків автомобіля (рис. 3, а). Мости повинні бути перпендикулярні до

поздовжньої осі автопоїзда в межах 1/8" ($\pm 3,18$ мм), коли вимірюється відстань між осями в кінці автомобіля, або в межах 1/4" ($\pm 6,35$ мм), коли вимірюється зліва направо від кінця мосту (рис. 3, б). Відхилення зчійного шворня допускається в межах: $0" \pm 1/32"$ ($0... \pm 0,79$ мм).



Керовані колеса: сходження:	0	1/4" (6,35)	1/4" (6,35)	3/8" (9,52)	3/8" (9,52)
Ведуча вісь, не паралельність:	0	0"	1/2" (12,7)	1" (25,4)	1" (25,4)
Мости напівпричепа, не паралельність:	0	1/2" (12,7)	1/2" (12,7)	1" (25,4)	0
% погіршення паливної економічності	0	0,6	0,8	1,7	2,2

Рис. 2.1. Вплив перекоосу мостів автомобіля-тягача і напівпричепа на паливну економічність автопоїзда

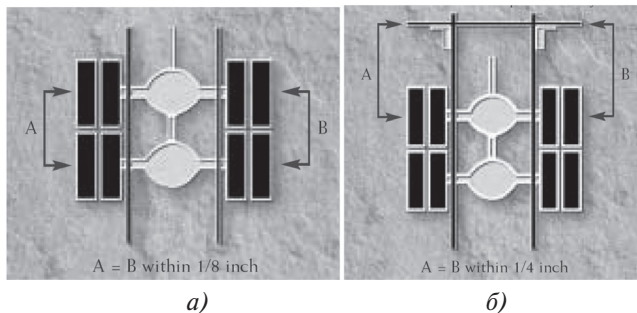


Рис. 3. Схема вимірювання перекоосу мостів автопоїзда

Протягом багатьох років міжнародна організація SAE International досліджувала вплив кутів встановлення коліс і розташування мостів на знос шин. У 1992 році SAE оприлюднила Технічний звіт за номером 922485 під назвою “Camber and Toe Effect on SBFA Heavy Truck Steering Axle Tire Wear” [4], який містить відомості про проведені дослідження з визначення терміну служби шин, що проводилось на 15 вантажних автомобілях, розділених на п’ять груп по три автомобілі, кожна з яких мала певні кути сходження. Дані збирались майже два роки, в результаті отримана функція відносного зносу шин від сходження керованих коліс автомобіля. Проте розповсюдити отримані дані на весь парк вантажних автомобілів, а тим паче причепів і напівпричепів, не є можливим.

Організацією Technology & Maintenance Council (TMC) [5] розроблені рекомендації для транспортних засобів щодо поліпшення їх експлуатаційних властивостей і методів технічного обслуговування їх ходової частини і кутів встановлення мостів, які добровільно



прийняті автомобільними власниками, перевізниками, виробниками і постачальниками комплектуючих. Організація також проводить галузеві огляди і сприяє добровільному співробітництву між дизайнерами і виробниками обладнання, засобів транспорту і споживачами цього обладнання. Вона розробила детальні рекомендації RP 642 [6], що містять інформацію про кути встановлення керованих коліс, паралельності та перпендикулярності мостів вантажних автомобілів і причіпної техніки.

Для тривісних напівпричепів різні виробники осей рекомендують різні допуски на встановлення мостів.

Фірма BPW (Англія) [7] рекомендує при встановленні осей свого виробництва забезпечувати відхилення між відстанню від зчіпного шворня до середньої осі ± 2 мм, а відстані між сусідніми осями ± 1 мм (рис. 4).

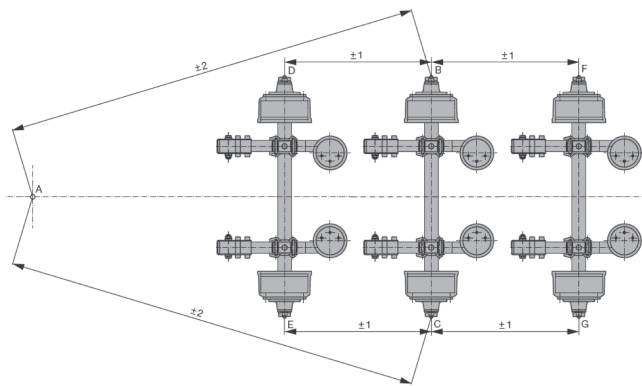


Рис. 4. Схема встановлення осей BPW

Конструкція підвіски передбачає можливість корегування положення осі в діапазоні ± 10 мм. За рахунок ексцентричного пальця опори кріплення напівресори (рис. 5, а) та за рахунок зміни положення стрем'янки на напівресорі (рис. 5, б)

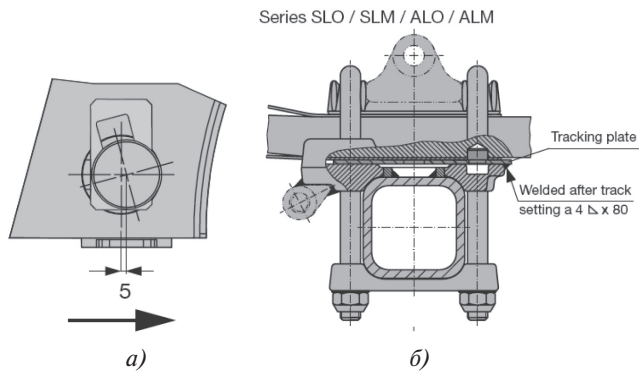


Рис. 5. Пристрої регулювання положення мосту

За рекомендаціями фірми YORK (Австралія) [8], яка є визнаним лідером на ринку причіпної техніки та складових, устаткування для технічного обслуговування та ремонту в усьому Азійсько-Тихоокеанському регіоні і Австралії/Новій Зеландії, відстань від зчіпного шворня напівпричепа 1 (рис. 6) до першої осі не повинна відрізнятися більше ніж на ± 2 мм ($A=B\pm 2$), відстань між першою та наступною віссю повинна бути в межах ± 1 мм ($C=D\pm 1$, $E=F\pm 1$).

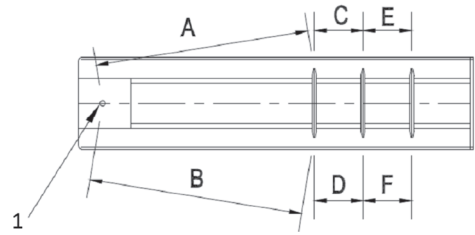


Рис. 6. До встановлення мостів за рекомендаціями фірми YORK

Для даної осі регулювання проводиться шляхом зміни положення балки на ресорі, для чого відпускається стрем'янка (рис. 7). Виробник рекомендує в умовах експлуатації перевіряти момент затяжки болтів стрем'янки через кожні 500 км. А кожні 5000 км перевіряти моменти затяжки всіх болтових з'єднань підвіски.

Фірма Hendrickson (США) [9] рекомендує для своєї причіпної техніки такі допуски на встановлення мостів (рис. 8). Кут перекосу, що становить $\pm 0,1$ градуса і відповідає $\pm 1/8''$, вимірюється від зчіпного шворня до мосту (відстані "А" та "Б", рис. 8). Для здвоєних мостів припустиме відхилення складає $\pm 1/16''$ (1,58 мм) при вимірюванні між осями мостів (відстані "С" та "D"). Схема встановлення осі за рекомендаціями фірми Hendrickson показана на рис. 9.

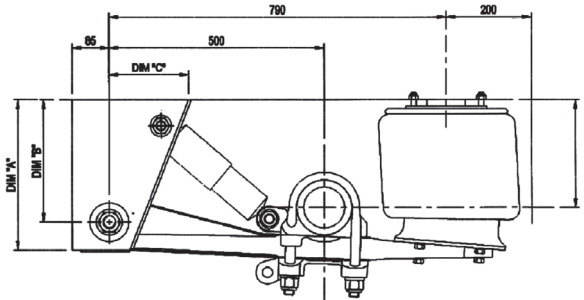


Рис. 7. Вимоги до встановлення осі

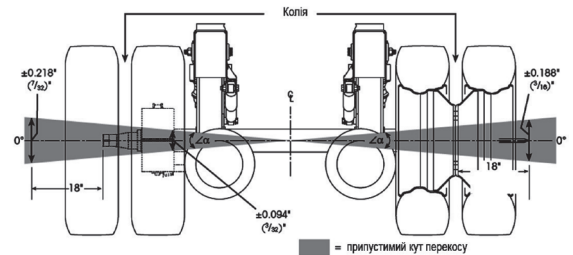


Рис. 8. Схема припустимого кута перекосу мосту за рекомендаціями фірми Hendrickson

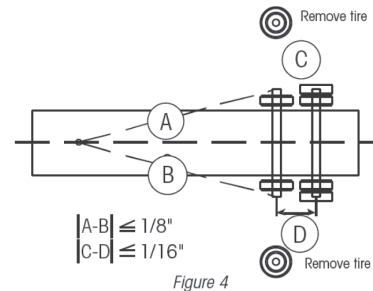


Рис. 9. Схема встановлення осі за рекомендаціями фірми Hendrickson



В Україні положення мостів регламентується ГОСТ 25069–81 [10], який встановлює допуски паралельності, перпендикулярності, биття, нахилу тощо залежно від груп номінальних розмірів і квалітетів точності. У випадку напівпричепа, враховуючи відстань від зчпного шворня до осей від 6,2 до 8,3 м, найбільша точність складатиме від 2 до 8 мм.

Типовим для автомобільної промисловості є припустимий кут перекосу осі мосту, що становить близько $\pm 0,1$ градуса, що відповідає $\pm 1/8$ дюйма, при вимірюванні від зчпного шворня до мосту (відстані “А” та “Б”). Досягти такої точності дуже складно, бо існують обмеження, викликані похибкою вимірювань. Нині не існує методики вимірювання, яка б забезпечила точність в $0,1$ градуса, тому що це гранична помилка вимірювань приладів, **табл. 1**.

Всі вимірювальні прилади й методи мають похибку, яка впливає на їх точність. Дослідження вимірювальних приладів, проведені організацією SAE на можливість використання для вимірювання перекосу мостів, викладені у документі під номером 933046 [11], за назвою “Heavy Truck Axle Alignment Evolution – From the Truck Manufacturer to the User”. Це дослідження

показує як змінюються кути встановлення мостів автопоїздів від моменту їх виготовлення на заводі до моменту пробігу в декілька тисяч кілометрів використання.

Таблиця 1

Методи вимірювань та їх похибки

Метод вимірювання	Відносна точність ± 0.1 град	Відносна точність ± 0.2 град
Рулетка	330 %	165 %
Лазерні пристрої	309 %	155 %
Точність 1/16" вимірювання по колісним подовжувачам	207 %	104 %
Точність 1/16" вимірювання по колісним подовжувачам	148 %	74 %
Екстенсометр	64 %	32 %

Як показано в **табл. 1**, відносна похибка вимірювань залежить від методу вимірювань (за винятком екстенсометрів) і вища ніж $\pm 0,1$ градуса.

Виробники транспортних засобів висувають жорсткі вимоги до точності встановлення осей, розуміючи, що внаслідок помилки вимірювання, фактичний кут перекосу мосту може складати $\pm 0,2$ градуса. Саме такі допуски рекомендує більшість виробників шин. Враховуючи важливе значення процедури та обладнання для вимірювання кута перекосу мосту, існує велика кількість патентів щодо вказаних процедур.

Методики визначення показників геометрії ґрунтуються на різних методах перевірки та корекції перекосу мостів і кутів встановлення коліс автомобілів та автопоїздів. Ці методики включають в себе використання таких пристроїв, як мірні стрічки, нитки, лазери, направляючі лінійки; пристроїв, підключених до коліс; пристроїв, підключених до зчпного шворня, комп'ютерного проектування зображення та електронних датчиків.

Проте, точність багатьох пристроїв залежить від оператора для налаштування і встановлення автомобіля в певне статичне положення і часто з певним розташуванням коліс, щоб компенсувати їх дисбаланс, перш ніж вимірювати перекоп.

Патент US 7165337 [12] описує спосіб і пристрій для вимірювання та вирівнювання мостів на транспортних засобах. Пристрій включає в себе, принаймні, один захват на першу вісь і гвинт для вирівнювання, пов'язаний із хомутом таким

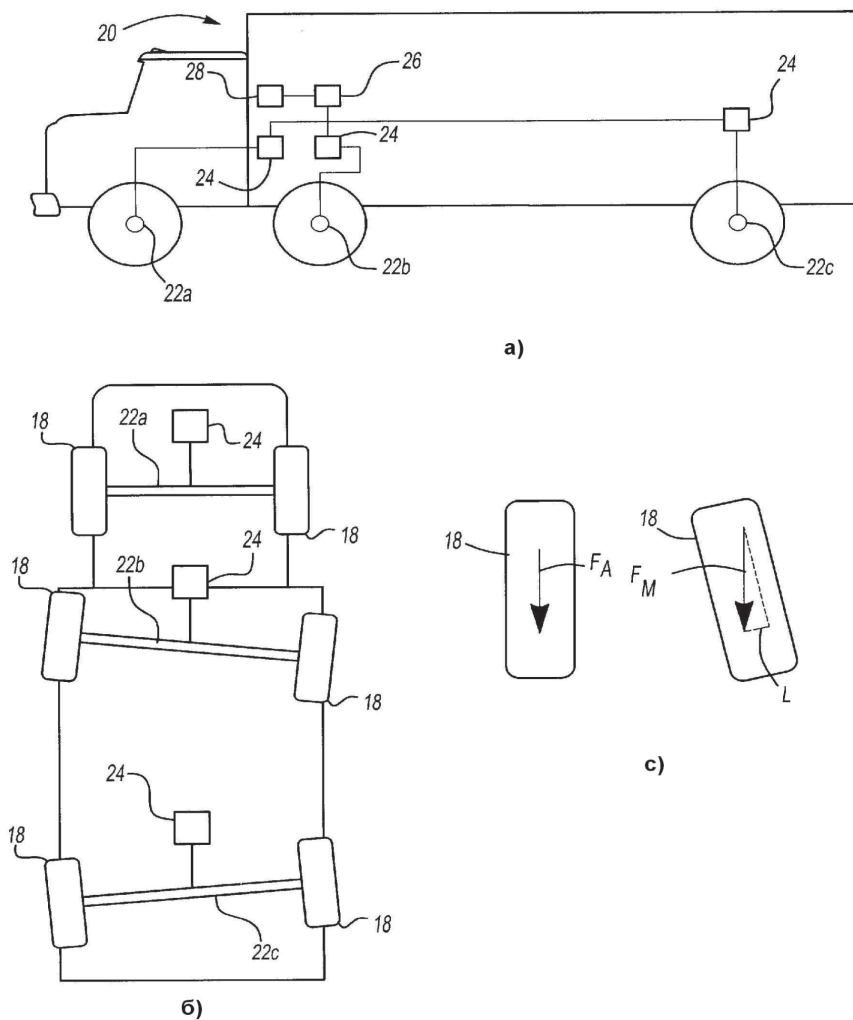


Рис. 10. Схема розташування датчиків для визначення перекопу мостів (патент США № 6405109): а) загальний вигляд схеми; б) випадок при перекопі мостів; с) сили у контакті коліс при перекопі мостів

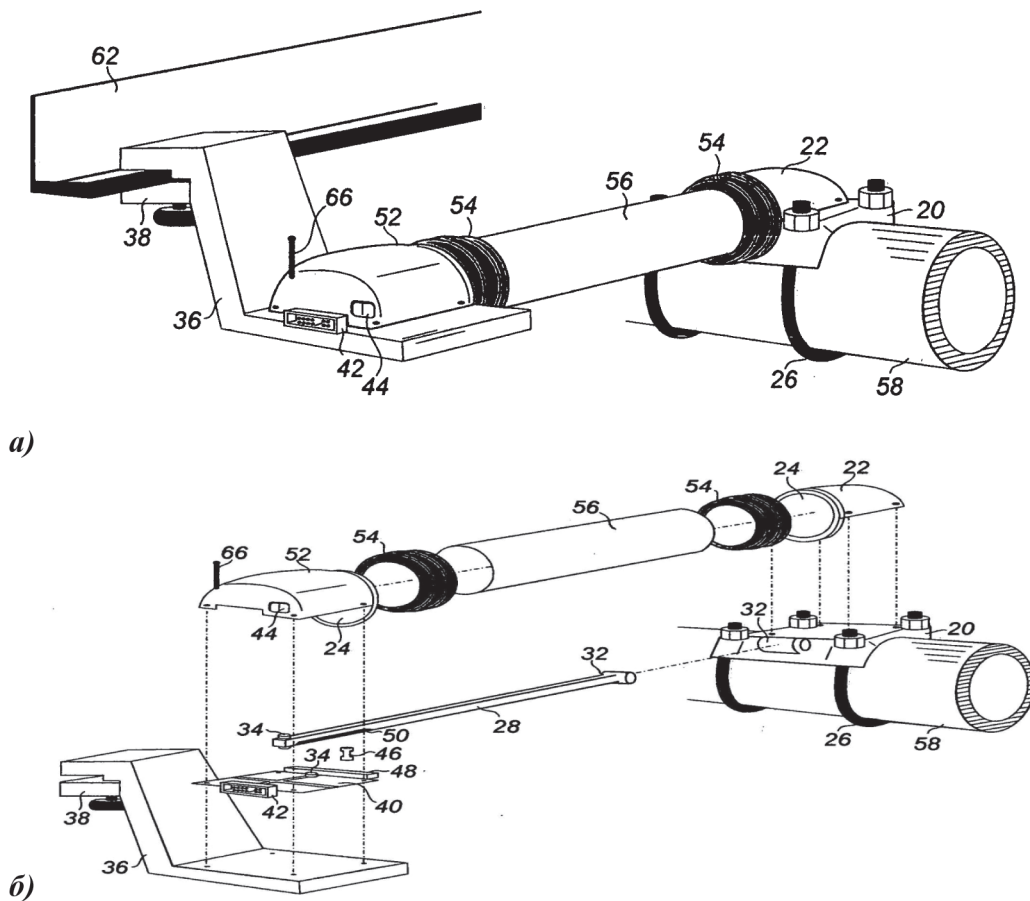


Рис. 11. Прилад для вимірювань перекосу мостів автомобіля

чином, що дає йому змогу рухатись в паралельній площині.

Існує кілька типів пристроїв для вимірювання перекосу мостів: пристрої, що встановлюються та знімаються з коліс; пристрої, по яких треба проїхати; бортові вимірювальні системи.

Пристрої, що встановлюються та знімаються з коліс, описані в патентах США, зокрема в патенті [13] та ін. Однак, зазначені вище пристрої для вимірювання перекосу мостів вимагають значних витрат часу і точності. Отримання результатів вимірювання часто буває проблематичним, коли використовуються різні методики їх проведення.

До пристроїв, якими треба проїхати автомобілем для перевірки кутів встановлення мостів, належать патенти США [14-16]. Ці пристрої мають великі габарити і не транспортабельні, що виключає можливість їх широкого використання для вимірювання.

Патент США № 6 405 109 [17] розкриває метод моніторингу та бортову систему вимірювання, змонтовану на автомобілі, в якому визначається перекося осі та знос шин при експлуатації автомобіля (рис. 10).

На рис. 10 наведено вантажний автомобіль 20, яким може бути автомобіль-тягач або напівпричіп. Особливість постійного моніторингу стану мостів 22а, 22б, 22с показано на рис. 10, б. Транспортний засіб 20 повинен бути в русі, щоб визначити перекося мостів 22а, 22б, 22с. Такий спосіб передбачає використання датчиків або

пристроїв моніторингу 24 (датчики прискорення), встановлені на кожному мосту 22а, 22б, 22с.

Пристрій обробки інформації 26 оброблює сигнали від датчиків прискорення та виводить відповідну інформацію на дисплей 28, встановлений у кабіні автомобіля 20 у полі зору водія транспортного засобу. Два мости 22б, 22с показані з перекосям. Електронний блок 26 шляхом обробки інформації від датчиків прискорення 24 може відстежувати величини бічних та вертикальних прискорень. Блок керування 24 може визначити скільки енергії втрачається у кожному мості. Це можливо внаслідок того, що при вирівнюванні автомобіля керуванням мостом 22а для кочення коліс мостів 22б, 22с буде витрачатися більше енергії та викликати підвищене зношення шин і елементів підвіски. Перекося мосту визначається моніторингом значень поперечного та вертикального прискорення мосту за певний проміжок часу або за відстань, пройдено за довгу поїздку. Ці прискорення є пропорційним по відношенню до маси, що припадає на кожний міст. Потім, шляхом розрахунку і порівняння даних однієї осі з іншими, прогнозується, який може бути перекося мосту і знос шин. Недоліком цього методу є те, що перекося осі визначається досить довго, тобто така важлива інформація затримується у часі й не дає можливості запобігти передчасному зносу шин.

Патент США № 20060107538 [18] розглядає систему бортового контролю за перекосям мостів шляхом вста-



новлення на кожен міст спеціального приладу (рис. 11), що вимірює положення моста і передає данні на прилад, розташований у водія, своєчасно інформуючи його про перекося мостів. Прилад простий в експлуатації й не потребує спеціальних навичок при використанні.

Прилад складається з вимірювального пристрою, блока обробки інформації та дисплея у водія. Вимірювальний пристрій кріпиться пластиною 20 до осі 58 за допомогою U-подібних болтів 26. Датчик опорного кронштейну 36 повинен бути прикріплений тільки до однієї сторони рами направляючої 62 і не більше одного поперечного елемента транспортного засобу. Індикатор 28 одним кінцем прикріплений до шарніра 32, розташованого на монтажній пластині 20. Другим кінцем індикатор 28, підключений до датчика опорного кронштейну 36 і з'єднаний з ним за допомогою спрямовуючого індикатора 46, який вставляється у поздовжню канавку 50, розташовану на кінці індикатора 28 і вставляється в паз 48, розташований поперечно до датчика 40.

На рис. 11, б наведено кришку 22, що має отвір 24, вона з одного боку прикріплена до монтажної пластини 20 кришки датчика 52, що має отвір 24. Кришка датчика 52 розташована над датчиком 40 і прикріплена до нього на опорному кронштейні 36 з накладкою 22 та отвором 24 та з гнучкими гофрами 54 і захисними трубками 56. Захисні трубки 56 та гнучкі гофри 54 призначені для зберігання індикатора 28 у чистоті незалежно від дорожніх і погодних умов.

Підключення проводки до блоку обробки інформації відбувається через роз'єм 42, живлення якого здійснюється автономно. Електроніка містить бездротовий передавач (не показаний) з'єднаний з датчиком положення 34 і датчиком 40. Антена 66 випромінює бездротові сигнали на приймач, який використовується для інструкції щодо вирівнювання осі оператора та надання інформації водієві.

Для напівприцепів і причепів дуже важливим є встановлення мостів із мінімальним перекосям, оскільки вони, внаслідок значної маси, особливо небезпечні та сприяють руйнуванню доріг.

Висновки

Здвоєні мости повинні бути паралельні один одному, щоб звести до мінімуму тертя між шинами і поверхнею дороги. На компенсацію відхилення мостів, що мають перекося, водій змушений повертати передні керовані колеса, щоб зберегти прямолінійний рух автомобіля. Це викликає постійне тертя між кожною з шин автомобіля та поверхнею дороги. В результаті зростає витрата палива, втома водія, виникає передчасний знос шин і зростає їх температура, погіршується маневреність і стійкість руху. Зростання температури шини може бути причиною швидкого розпаду протектора, що є дуже небезпечним. Тому в процесі експлуатації автотранспортних засобів дуже суттєвим є не тільки перевірка кутів встановлення мостів, а й їхня корекція.

ЛІТЕРАТУРА

1. Tom Gelinas. Mis Alignment: The Tire Killer // Fleet Equipment. – 1999. – V.18, N 2. – P.20.

2. Tom Gelinas. Preventative Suspension Maintenance // Fleet Equipment. – 1991. – V. 17, N 12. – P. 9.

3. Service-manual. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: http://www.goodyeartrucktires.com/pdf/resources/service-manual/retread_s6_v.pdf

4. SAE, papers #922485. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <http://papers.sae.org/922485/>

5. Councils TMC. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: http://www.truckline.com/Federation/Councils/TMC/Documents/RP_LIST_2009.pdf

6. RP 642A Total Vehicle Alignment: Recommendations for Maximizing Tire and Alignment-Related Component Life – This RP offers comprehensive alignment guidelines for medium- and heavyduty vehicles.

7. BPW. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <http://www.bpw.co.uk/downloads/technical/Trailer%20Axles%20and%20Suspensions.pdf>

8. Yorktransport. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <http://www.yorktransport.com/index.htm>

9. Hendrickson. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <http://www.hendrickson-intl.com/Auxiliary>

10. Неуказанные допуски формы и расположения поверхностей. Основные нормы взаимозаменяемости. (СТ СЭВ 1911–79): ГОСТ 25069–81. – [Чинний від 01.07.1982]. – Издательство стандартов, 1982. – 16 с.

11. Heavy Truck Axle Alignment Evolution – From the Truck Manufacturer to the User. Paper Number 933046. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <http://papers.sae.org/933046/>

12. Pat. 7165337 United States, MPK G01D21/00; G01D21/00 Alignment device and method for measuring wheel base on vehicles / Fetters, Alan (11725 Garland Rd., Laura, OH, US). – № 10/905918; Publication Date: 01/23/2007 Filing Date: 01/26/2005.

13. Pat. U.S. № 2,479,723. MPK B60D1/00; G01B5/255. Method and means for aligning the rear axles of trailers and the like / Brown, Joseph L. № 2479723. – Publication Date: 08/23/1949.

14. Pat. U.S. 3,137,076, MPK G01B5/255; G01M17/06, Method and apparatus for aligning wheels and axles / Hurst, Charles L. – Publication Date: 06/16/1964.

15. Pat. U.S. 4005899, MPK B60J3/00; B60J3/00; (IPC1-7): B60J3/00, Automobile anti-glare shield / Rigney, John T. – № 05/599515, – Publication Date: 02/01/1977, – Filing Date: 07/28/1975.

16. Pat. U.S. 5,386,639, MPK G01B7/315; G01B7/315; (IPC1-7): G01B7/24; G01B7/30, Multi-axle vehicle sideslip tester / Colarelli III, Nicholas J. (Creve Coeur, MO), Marting, Paul G. (Chesterfield, MO). – № 08/052114, – Publication Date: 02/07/1995, – Filing Date: 04/23/1993.

17. Pat. U.S. 6,405,109, MPK G01P15/18; B60C11/24; B60C19/00; G01M17/02; (IPC1-7): G01M17/10, Axle misalignment method for a vehicle / Kyrtos, Christos (Southfield, MI), Huang, Jane (Troy, MI), – № 09/619734. – Publication Date: 06/11/2002, – Filing Date: 07/19/2000.

18. Pat. U.S. 20060107538, MPK G01B5/24; B62D17/00. Apparatus onboard a vehicle for instructing axle alignment / Harrill, Mitchell Craig (Rossville, GA, US). – № 11/280794; Publication Date: 05/25/2006; Filing Date: 11/16/2005