

періоду експлуатації, а це вплине на ефективність системи в цілому та зменшить термін окупності. Аналогічно визначаємо ефективність геліосистеми за кількістю енергії, закумульованої баком-акумулятором $Q_{отр}$, нехтуючи при цьому температурною стратифікацією теплоносія у баці-акумуляторі.

Ефективність геліосистеми визначають за формулою:

$$\eta_{ГС} = Q_{отр} / Q_{прот}, \quad (3)$$

де $Q_{отр}$ – кількість тепла, що отримав бак-акумулятор.

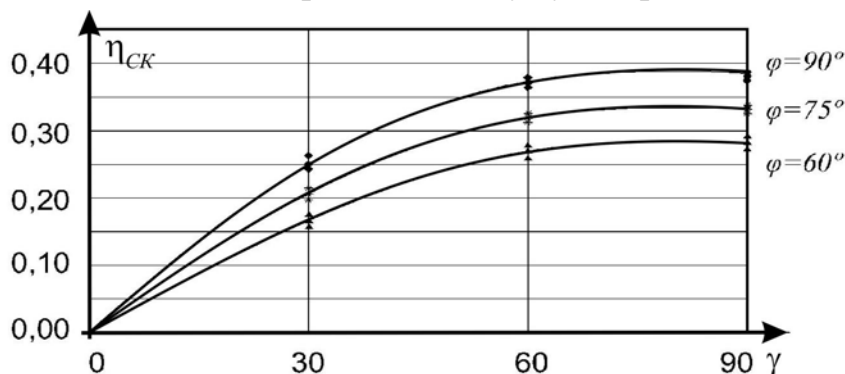


Рис. 3. Ефективність геліосистеми $\eta_{ГС}$ у разі зміни кутів γ та ϕ

Висновки. Оптимальна тривалість роботи сонячного плоского колектора становить приблизно 4 години. Але на практиці намагаються досягти 6-годинної тривалості роботи, що призводить до збільшення площі колекторів і, відповідно, до погіршення економічних показників.

Для того, щоб не збільшувати площу геліоколекторів, можна зробити систему відстежувальною або нерухомою певної форми, що враховує зміну кута падіння сонячного потоку протягом дня.

Література

1. Хрустов Б.В. Энергетически оптимальный угол наклона плоских коллекторов / Хрустов Б.В., Аvezов Р.Р., Шафеев А.И. // Гелиотехника. – 1986. – № 5. – С. 51-55.
2. Касперські Я., Лєвковіч М., Петровіч С. Компактний даховий кондиціонер на сонячній енергії – оптимізація кута нахилу колекторів // Ринок інсталяцій. – 2008. – № 5. – С. 8-11.
3. Brugues P.M. Utilizacion de la energia solar a baja temperatura por medio de captadores planos // Instalador. – 1986. – № 21 – P. 33-41.
4. Даффи Дж. А., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии : пер. с англ. – М. : Изд-во "Мир", 1977. – 420 с.
5. Wiśniewski G., Gołębiowski S., Grycik M. i in. Kolektory słoneczne: energia słoneczna w mieszkalnictwie, hotelarstwie i drobnym przemyśle. – Warszawa: "Medium", 2008. – 201 s.

УДК 629.114.5.011.5.071.53.24

Аспір. К.Е. Голенко; доц. О.З. Горбай –
НУ "Львівська політехніка"

АНАЛІЗ ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОБУСІВ ПІД ЧАС ПЕРЕКИДАНЬ

Здійснено аналіз існуючих досліджень пасивної безпеки в умовах перекидань, а також імітаційних краш-тестів, встановлено закономірності статистичного розподілу ДТП, а також чинники впливу на підвищення рівня захищеності пасажирів в салоні.

*Post-graduate K.E. Golenko; assoc. prof. O.Z. Gorbay –
NU "L'vivs'ka Politekhnik"*

Analysis of the bus rollovers passive safety

It was made the existing passive safety researches analysis in conditions of rollovers and the imitating crash-tests; found out the regularity of accident statistical distribution and the influence factors on increasing degree of the passenger's salon protection.

Більшість типів та класів автобусів створюється з метою комерційного перевезення пасажирів і термін їх використання є значно триваліший порівняно з легковими автомобілями чи позашляховиками. З огляду на існуючу тенденцію зростання обсягів автобусних пасажироперевезень, збільшення щільності трафіку на автошляхах і підвищення середньої швидкості руху транспортних засобів, що виявляється насамперед у державах з динамічним ростом економіки, орієнтованих на сферу обслуговування (туризм та відпочинок), дослідженням пасивної безпеки та аналізу випадків ДТП за участю автобусів приділяють недостатньо уваги. Особливо актуальною ця проблематика є для вітчизняного автобусобудування, у котрому питання оцінки пасивної безпеки у разі бокових перекидань майже не досліджене. Оскільки в автобусних аваріях кількість травмованих та загиблих пасажирів є достатньо високою, потрібно здійснити порівняльний аналіз стану вивчення цього питання в різних країнах.

Найвищий рівень безпеки характерний для автобусних перевезень у Канаді. Згідно зі статистичними даними, лише 0,3 % від всіх дорожньо-транспортних пригод, що супроводжуються втратою життя пасажирів, припадає на автобусні аварії, а загальний відсоток ДТП з отриманими травмами та пошкодженнями становить лише 0,6 % [1]. У 2002 р. транспортне управління країни ініціювало програму досліджень, спрямованих на зростання показників безпеки транспортних засобів шляхом ґрунтовних досліджень існуючої наукової бази та пошуку інноваційних шляхів спільно з державами-партнерами [2].

Згідно з Національною статистикою перевезень (National Transportation Statistics) актуальним це питання є і для сусідніх Сполучених Штатів Америки, де протягом 1990-2008 рр. зафіксовано зростання обсягу пасажирських автобусних перевезень на 37 % [3]. Водночас, згідно з доповіддю Traffic Safety Facts 2006 США [4], зафіксовано скорочення смертельних випадків внаслідок ДТП до рекордного рівня 1,41 на кожні 100 мільйонів миль пробігу дорожніх ТЗ, а відносна кількість травм у США вперше з 1988 р. (початку ведення статистики) становила лише 85. При цьому, на пасажирські перевезення, здійснені за допомогою автобусів, припадає лише 0,5 % всіх аварій за участю дорожніх транспортних засобів (рис. 1), що з урахуванням значення питомої пасажиромісткості, визначає автобус як один з найбезпечніших засобів пересування.

Відповідно до Traffic Safety Facts 2006 США [4], якщо прийняти за 100 % значення випадків ДТП за участю шкільних автобусів, які найчастіше потрапляють у аварії, то статистичний розподіл типів автобусів за їх призначенням можемо зобразити у вигляді діаграми (рис. 2). Як бачимо, міжміські автобуси та далекого прямування майже в 2,5 раза рідше потрапляють у ДТП

порівняно з транзитними (міськими) та шкільними, проте середні швидкості їхнього руху значно вищі (рис. 3), а час експлуатації може припадати на години-пік та темну пору доби (рис. 4), що ускладнює наслідки ДТП.



Рис. 1. Статистичний розподіл типів транспортних засобів, які потрапили у ДТП

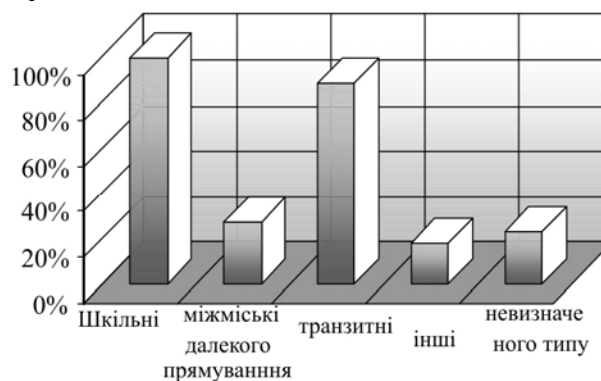


Рис. 2. Статистичний розподіл типів автобусів за призначенням, які потрапили у ДТП

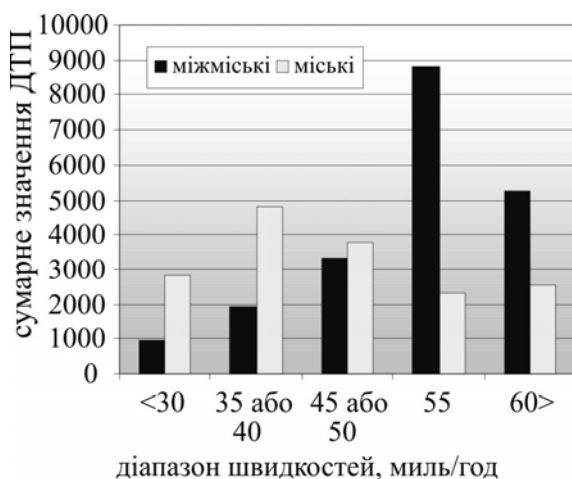


Рис. 3. Розподіл міських та міжміських ДТП залежно від швидкості

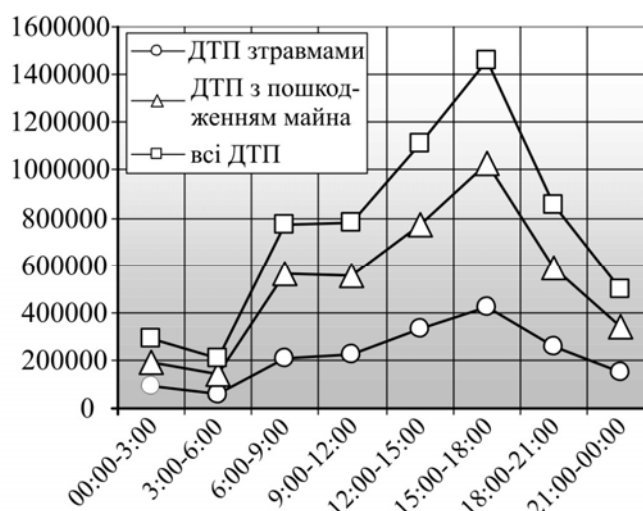


Рис. 4. Розподіл середньої кількості ДТП залежно від часу доби

Найнебезпечнішими з погляду результатів ДТП серед всіх типів аварій виступають перекидання. Згідно з нормативним визначенням асоціації NHTSA (Rollover Mitigation) [5], явищем "перекидання" (Rollover) вважається вид аварії, за якого транспортний засіб обертається відносно його поздовжньої вісі щонайменше на 1/4 повороту (бокове перекидання), незалежно від того, чи він опиниться у лежачому стані на одній з його боковин або даху, чи повернеться до початкового стану, зупинившись на чотирьох колесах.

На основі звіту NHTSA даних асоціації National Automotive Sampling System (NASS) Crashworthiness Data System (CDS), за період з 1997 по 2001 рр. [6] статистична вибірка випадків ДТП продемонструвала чітку тенденцію зростання відсоткової частки аварій з перекиданням у міру ускладнення їх наслідків для пасажирів (рис. 5). Так, займаючи лише 8 % від всіх можливих видів ДТП, тип аварії "перекидання" збільшує частку свого існування до 21 % у випадках, що супроводжуються значними травмами, та посідає друге місце (після лобових зіткнень) у статистиці смертельних випадків.

У наш час застосовують два основних регулятивні правила США щодо перевірки безпеки ТЗ у разі перекидання, які являють собою краш-тести зминання каркасу даху: FMVSS 208 та FMVSS 216 [7,8]. Незважаючи на практичну корисність проведення експериментів за методикою даних стандартів безпеки, як показали дослідження Великобританського університету (UK University of Bolton) [9], результати для двох структурно ідентичними автобусами можуть кардинально відрізнятись через особливості умов проведення випробувань згідно зі зазначеними стандартами.

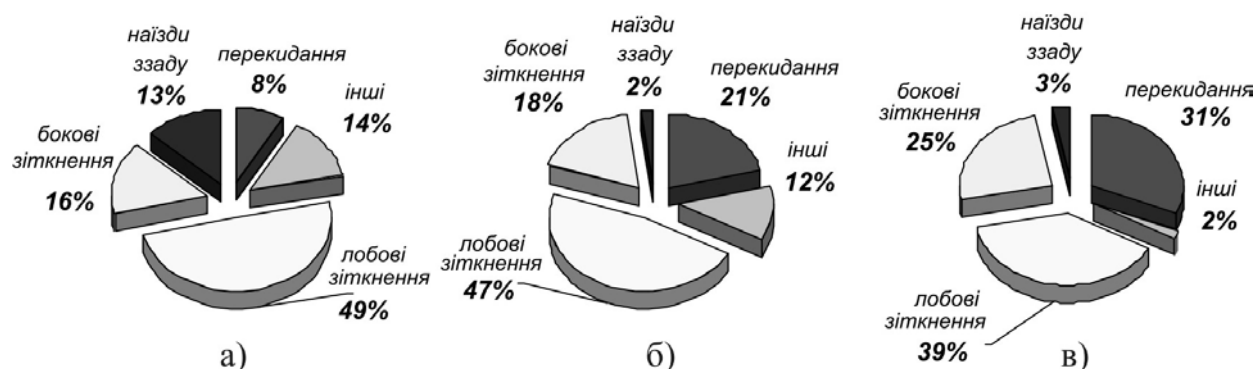


Рис. 5. Статистичний розподіл випадків ДТП:

а) загальна кількість; б) зі значними травмами; в) зі смертельними наслідками

Своєю чергою, подібні вимоги щодо забезпечення достатнього рівня безпеки автобусів увійшли також у відповідний стандарт транспортної асоціації American Public Transit Association (APTA) – Standard Bus Procurement Guidelines (SBPG), відповідно до якого каркас кузова та ферма даху автобуса не повинні допустити виникнення деформацій об'єму салону, більших за 6 дюймів, за рівномірно розподіленого по площі даху навантаження, еквівалентного 150 % спорядженої маси [10].

Незважаючи на існування стрімких тенденцій зростання рівня пасивної безпеки, в Євросоюзі щорічно фіксують близько 45 тис. смертей та 1,5 млн травм внаслідок ДТП [11]. Понад 30 тис. пасажирів отримують ушкодження, будучи втягнутими в аварії з автобусами спорядженою масою більше 5000 кг, сумарна частка котрих становить щонайменше 20 тис. машин від всіх дорожніх ТЗ [12, 13]. Питання пасивної безпеки та поведінки каркасів кузовів в умовах реальних аварій та штучних краш-тестів досліджують також на глибокому рівні, причому не лише заводи-виробники [14], але й державні наукові інститути, наприклад, аналітично-сертифікаційна організація Німеччини – TÜV [15-18] або проект ECBOS (Enhanced Coach and Bus Occupant Safety) з дослідження автобусів міського класу М2 (до 5000 кг) та М3 (більше 5000 кг) [12].

Після того, як у 1973 р. сталася жахлива за своїми наслідками ДТП з перекиданням автобуса [19], на саміті країн-учасниць Європейської Економічної Комісії в Женеві (*Economic Commission for Europe – ECE*) Угорщина поставила питання про створення вимог щодо забезпечення належного рівня пасивної безпеки пасажирських транспортних засобів в умовах такого типу аварій [19]. На створення відповідних нормативних вимог було затрачено 12 років, доки офіційно з'явилися Правила №66 ЄЕК ООН [20]. Основна проблема була пов'язана зі створенням адекватного методу досліджень про-

цесу реального перекидання, який був би легким в організації та проведенні, доступним для повторювання, та давав змогу визначати міцну просторову структуру кузова від слабкої [21], що своєю чергою веде до зниження показників пасажирської безпеки [22]. Насамперед здійснювали перекидання з трьох різних рівнів висоти (рис. 6) [19].

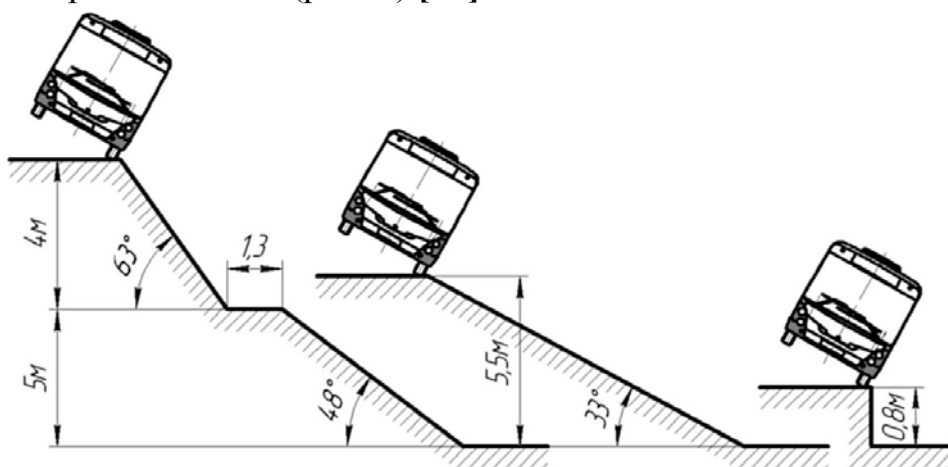


Рис. 6. Різномірні випробувальні стенди оцінки пасивної безпеки при перекиданні

Один із найдавніших статистичних звітів Європи підготували представники Угорщини [23], він нараховує 19 інцидентів за період 1973-1976 рр. (табл. 1) Цікавим статистичним фактом є швидкість, на якій відбулась ДТП: у 5-ти з наведених випадків вона не перевищувала 10 км/год, в інших 4-х – процес перекидання був зафіксований за 40 км/год. Переважна більшість проаналізованих автобусів була в основному довжиною 11 м, проте новоутворений середній клас машин "midi" також почав з'являтися у дорожньо-транспортних звітах та наукових джерелах [24-26].

Табл. 1. Вибіркова статистика випадків ДТП за період 1973-1976 років

Тип перекидання	Великобританія [27]	США (GRSA) [28]	Угорщина [29] [30]
Бокове перекидання на рівній дорозі (1/4 оберту)	2	11	6
Перекидання на дах на рівній дорозі (1/2 оберту)	3	6	5
Перекидання вниз з косягу (3/4-1,5 оберту)	2	17	6
Перекидання вниз з дорожнього полотна	1	-	-
Складний комбінований інцидент	-	-	2
Разом	8	33	19

На основі промислово розвиненої бази автобусобудування Угорщини аналітичні дослідження поведінки транспортних засобів в умовах аварій-перекидань досліджують вже протягом тривалого часу. Так, за 5-річний період (1978-1982) серед всіх 1803 зареєстрованих ДТП за участю автобусів (окрім машин малого класу), зафіксовано 22 випадки з перекиданнями, що становить лише 1,2 % від загальної кількості [31], проте цей показник зріс до 8 % у 2004 р. [32, 33].

У 1985 р. була видано публікацію [34], що започаткувала основи сучасних імітаційних розрахунків визначення необхідного залишкового простору з умов Правил №66 ЄЕК ООН, та базувалась на трьох основних методах: "CRASH-D", стандартний метод розбиття моделі на кінцеві елементи (FEA)

та стриженево-профільна оптимізація каркасу кузова у середовищі "WEST". Автор довів, що розрахунковий метод характеризується вищою ефективністю за низкою ключових показників за натурні випробування. Крім цього, ґрунтовні дослідження в напрямку оцінки параметрів пасивної безпеки та чинників впливу на її рівень представлені в роботах, що становлять практичний інтерес для вітчизняного автобусобудування [35-51].

Насторожує з точки зору контролю за рівнем пасивної безпеки той статистичний факт, що 2/3 нещасних випадків внаслідок автомобільних аварій-перекидань супроводжуються викиданням пасажирів за межі салону [52], що за значно більшої посадкової місткості автобусів та застеленій площі їхніх боковин, змушує заводи-виробники здійснювати високовартісні дослідження зі збереження рівня пасивної безпеки [53]. Варто зауважити, що найлегші за кінематикою руху перекидання на 1/4 оберту та в діапазоні 1/4-1/2 насамперед виконують демонстративну роль для формування та підтримки суспільної думки про високий рівень пасивної безпеки сучасних автобусів, вигідної для заводів-виробників [54], та належать до так званих "захищених перекидань" [55].

Згідно з детально розглянутими 51 випадками ДТП, угорські науковці дослідили ступінь "тяжкості" наслідків ДТП [56], [57], серед котрих 70 % від всіх аварій-перекидань займають два основних види: перекидання на бік (рис. 6 а, б) та перекидання з рівня дороги (рис. 7).



Рис. 7. Інциденти з перекиданням автобусів з рівня дороги у кювет

Перший тип аварії залежить від дорожніх обставин, але не від конструктивних особливостей машини, та в більшості випадків розвивається за таким сценарієм: автобус ковзає по дорозі, причому одна зі сторін коліс гальмується (блокується) м'яким глибоким ґрунтом, снігом або придорожнім камінням (гравієм), бордюром (рис. 8) з подальшим утворенням кутового обертального прискорення сили F відносно заблокованих коліс (реакція R), що виводить транспортний засіб зі стану рівноваги. Так, шкільні автобуси, будучи найрозповсюдженішими у США, найчастіше потрапляють у ДТП саме такого типу, а тому такі випадки проходять подальшу оцінку не тільки за мінімальним з точки зору вимог стандартом FMVSS 571.216, але й за спеціально розробленими ґрунтовними тестами [58].

З точки зору впливу зміни висоти положення центру мас між крайніми початковим та кінцевим положеннями на величину результуючої енергії удару, цей тип перекидання найлегший серед класифікованих. Варто заува-

жити, що туристські автобуси традиційно характеризуються підвищеним положенням центру мас, що спричиняє абсорбцію додаткової порції енергії порівняно з машинами загального призначення [59].

Причинами виникнення другого, значно важчого за своїми наслідками, типу ДТП найчастіше стають різкі несподівані маневри рульовим колесом на великих швидкостях з подальшим перекосом-розворотом автобуса та виникненням сили інерції [60], діючої поперечно на поздовжню вісь машини, що призводить до її неминучого ковзання та можливого багаторазового перекидання (рис. 9). Глибокі дослідження природи бокових перекидань/обертань виконані також в автомобільній індустрії (рис. 10). Імітаційні тести випадків ДТП проведено з початковим прискоренням (імпульсом) та подальшим обертанням на горизонтальній площині [61] і складаються з таких етапів: 1) встановлюється пересувний візок під кутом 23° , що прискорюється до 23 миль/год; 2) візок різко сповільнюється до його повної зупинки; 3) досліджуваний ТЗ вдаряється об блок висотою 4 дюйми та починає обертальний рух під дією сили інерції; 4) контроль та оцінка травм/пошкоджень манекенів, присутніх в салоні під час краш-тесту; 5) ТЗ становить тест, якщо розміщені в ньому манекени не покинули (повністю або частково) салон машини.

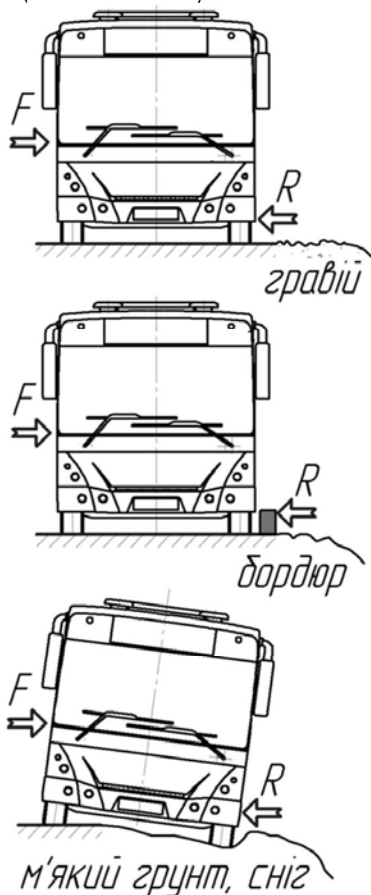


Рис. 8. Придорожні збудники перекидання

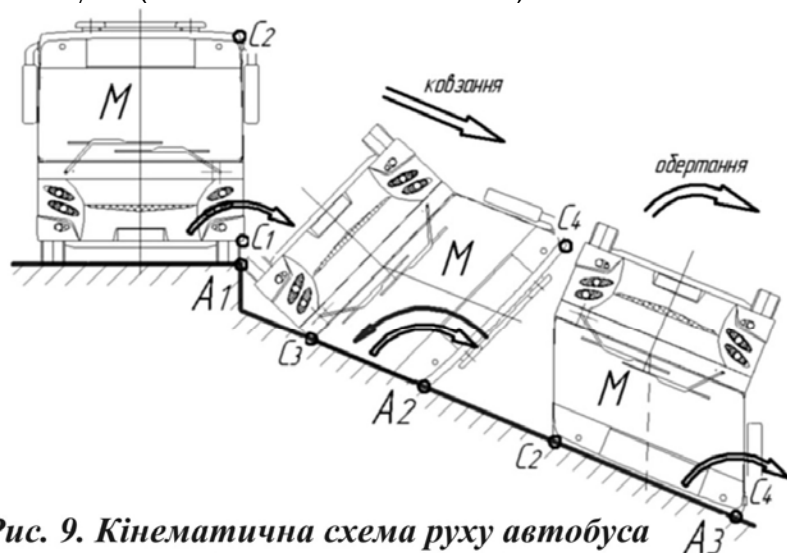


Рис. 9. Кінематична схема руху автобуса при перекиданні його з рівня дороги



Рис. 10. Тотожність кінематики перекидання автомобілів автобусам [61]

Декілька трагічних за своїми наслідками інцидентів останнього виду перекидань були науково досліджені не тільки відповідними компетентними державними органами, але й заводами-виробниками:

- сковзання за межі траси з подальшим ударом по сталевій придорожній огорожі, котра буквально перерізала та зруйнувала каркас кузова; 20 загиблих [62];

- сковзання у кювет з недопустимою деформацією структури кузова; 20 загиблих [63];
- сковзання з підвищеного рівня дороги в узбіччя з перевертанням; 46 загиблих [24].

Суть представленого на рис. 9 процесу перекидання полягає у неоднорідному сприйнятті потенціальної енергії удару [64], значення котрої змінюється у міру обертання автобуса з косогуру з відповідною кінетичною енергією. Додаткову небезпеку становить послідовність прикладання реакцій удару до всіх крайніх габаритних ребер C_1 - C_4 :

- першим інерційні навантаження перекидання сприймає поріг C_1 через систему затисненої до упору підвіски відносно т. A_1 ; далі C_2 , отримавши контакт з поверхнею кювету;
- ребро C_2 у міру ковзання-перекидання самостійно виступає точкою обертання A_2 для зосередженої маси M автобуса, внаслідок чого виникають значні пластичні деформації міжвіконних стійок, – підвіконний брус C_3 прогинається до контакту з поверхнею кювету;
- отримавши додаткову порцію кінетичної енергії від дії власної ваги, автобус перекидається на дах та продовжує рух відносно ребра C_4 , яке є наступним центром обертання.

Третій тип аварій-перекидань визначається як найважчий серед представлених у класифікації та трапляється значно рідше, проте його результати, зазвичай, характеризуються тяжкими наслідками для пасажирів. Відповідно до європейської класифікації захищеності під час перекидання (Protectable Rollover Accidents – PRA) [19], яка охоплює всі випадки ДТП з максимально 2-ма обертаннями та перепадом рівня висоти до 10 м, третій тип аварій-перекидань не введено до складу так званої PRA-групи. На сьогодні всі унікальні аварії цього типу пройшли ретельні наукові дослідження, а їх аналіз поповнює світову бібліотеку відомостей про особливості кожного конкретного, індивідуального за своєю динамікою та кінематикою, випадку.

На основі детального аналізу зазначених ДТП-перекидань випробувально-сертифікаційні центри спільно з заводами-виробниками займаються доводкою каркасів кузовів серійних моделей автобусів. Так, будучи двічі посиленою після перевірки на відповідність Правилам №66 ЄЕК ООН, багато машин IKARUS 250/255/256 було піддано третьому типу випробувань-перекидань. При цьому, перепад рівнів висоти між дорогою та кюветом знаходився в межах 9-10 м з кутом нахилу косогуру 30 - 35° , що в кінцевому рахунку забезпечило $2\frac{1}{4}$ обертання автобуса, каркас котрого, на жаль, отримав недопустимі деформації [65]

Поодинокі випадки тяжких аварій-перекидань при їх подальшому комп'ютерному моделюванні показали значення результуючих сповільнень, що діють на підконтрольні точки структурних елементів каркасу кузова на момент удару, рівні 10 g, в той час, як для більшості імітаційних аналізів приймається в середньому значення 0,4-0,5 g [66]. При цьому, для тривалих трас перекидання автобуса в умовах ДТП величина поглинутої енергії удару значною мірою залежить від його габаритних параметрів, особливостей форми та розподілу ваги, що представлено у роботі [67].

Таким чином, виконані аналітичні дослідження особливостей міжнародних норм контролю пасивної безпеки автобусів під час їх бокових перекидань свідчать про однозначну актуальність проведення подальшої наукової роботи в напрямку збагачення бази знань цієї проблематики, особливо в умовах вітчизняного автобусобудування.

Література

1. **Evaluation of occupant protection** in buses. RONA Kinetics and Associates Ltd., North Vancouver, B.C. Report RK02-06, 4 June 2002.
2. **Hinch, J., McCray, L., Prasad, A., Sullivan, L., Willke, D., Hott, C., and Elias, J.** School Bus Safety: Crashworthiness Research. NHTSA Report to Congress, April 2002.
3. **U.S. Department of Transportation**; Research and Innovative Technology Administration; Bureau of Transportation Statistics/ National Transportation Statistics. http://www.bts.gov/publications/national_transportation_statistics/ (NTS is a web-only report).
4. **Traffic Safety Facts 2006.** A Compilation of Motor Vehicle Crash Data from the Fatality Analysis Reporting System and the General Estimates System. National Highway Traffic Safety Administration. National Center for Statistics and Analysis. U.S. Department of Transportation Washington, DC 20590 // DOT HS 810 818.
5. **Initiatives to Address** the Mitigation of Vehicle Rollover. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) – 2003 (U.S. Department of Transportation – DOT) Electronic non-printed versions: <http://www.nhtsa.dot.gov/people/ipreports.html>
6. **National automotive sampling SYSTEM (NASS).** CRASHWORTHINESS DATA SYSTEM. Analytical User's Manual. 2005 File. National Center for Statistics and Analysis/ National Highway Traffic Safety Administration U.S. Department of Transportation Washington, D.C. 20590.
7. **Department of transportation** National Highway Traffic Safety Administration 49 CFR Part 571 Docket No. NHTSA-2008-0015 RIN 2127-AG51 Federal Motor Vehicle Safety Standards; Roof Crush Resistance <http://www.regulations.gov>.
8. **ECE Regulation** No. 66, Agreement, E/ECE/TRANS/505, Rev. 1/Add. 65/Rev.1, United Nations, 22 Feb 2006.
9. **M Mao, E.C. Chirwa, W. Wang,** "Assessment of vehicle roof crush test protocols using FE models: inverted drop tests versus updated FMVSS No. 216," The University of Bolton, UK, 2006.
10. **Standard Bus Procurement** Guidelines Commercial Terms and Conditions, APTA, 31 March 1997.
11. **ECBOS – Enhanced Coach and Bus Occupant Safety** 2003 Project N°: 1999-RD.11130 European Commission 5th Framework PROJECT CO-ORDINATOR: Technical University Graz.
12. **Auwärter, C.; Otte, D.; Hackenberg, N.; Lenz, W.; Sarnes, J.; Woschei, K.:** Preliminary Investigations of the Level of Active and Passive Security in Touring Coaches – SMARAKD.
13. **Technical Final Report.** NEOPLAN/SNV/TÜV Rheinland e. V., Cologne, 1990 13. Scheper, A.: On the Security of Touring Coaches, Accident Data Evaluation. Reports of the Federal Traffic Institution. People and Safety, Issue M 17, 1992, 52 pages.
14. **Stangl, G.; Hummel, H.:** Possibilities for Increasing the Safety of Coaches from the Perspective of the Manufacturer. VDI-Reports 1188 1995, 261 274.
15. **Langwieder, Kl.:** Safety in Touring Coaches – Requirements for People and Technology from the Perspective of Accident Research. 5th Coach Forum of the TÜV Southwest, 1994, 9-14.
16. **Hammer, G.:** Technical Requirements for Coach Safety from the Perspective of the EU and the ECE. 5th Coach Forum of the TÜV Southwest, 1994, 35-40.
17. **Hamsten, B.:** Are Safety Criteria for Structure Stability, Seat Construction and Restraint Systems Still Sufficient for Today? 5th Coach Forum of the TÜV Southwest, 1994, 41-45.
18. **Breitling, U.:** Combined Effect of Construction, Computation and Testing in the Development of Coach Structures with Increased Passive Safety. 5th Coach Forum of the TÜV Southwest, 1994, 46-54.
19. **The severity of bus rollover accidents.** Mátyás Matolcsy. Scientific Society of Mechanical Engineers. Hungary Paper Number: 07 0989 www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/esv/esv20/07-0152-O.pdf.
20. **ДСТУ UN/ ECE R 66-00:2002** Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження великогабаритних пасажирських дорожніх транспортних засобів стосовно міцності верхньої частини їхньої конструкції (Правила ЕЭК ООН № 66-00: 1987, IDT).
21. **European Commission Council** Regulation (EC) No 2135/98 of 24 September 1998 amending Regulation (EEC) No 3821/85 on recording equipment in road transport and Directi-

ve 88/599/EEC concerning the application of Regulations (EEC) No 3820/84 and (EEC) No 3821/85 Official Journal L 274, 09/10/1998 P. 0001-0021.

22. Matolcsy M. Standard accident as the basis of vehicle approval test. Intern. EAEC Congress 2001 Bratislava, Section BO1, Safety P. 9.

23. Matolcsy M. Bus research and development at AUTÓKUT Research Institute, Hungary Conf. On Design, Construction and Operation of PSV-s. Cranfield (1977) ImechE, UK. Paper No. C145/77 P. 113-138.

24. Apparicio, F. – Garcia, A. Coaches in traffic accidents. A study of the Spanish situation during the years 1984-88. Proc. of XXI Meeting of Bus and Coach Experts, (1990) Budapest, GTE Vol. II. – P. 3-14.

25. Perea, A. – Apparicio, F. – Garcia, A. Passive safety improvements of buses and coaches. Proc. of XXIV. Meeting of Bus and Coach Experts (1993) Budapest, GTE Vol.2. – P. 314-323.

26. Langwieder, K. – Gwehenbreger, J. – Bende, J. Coaches and buses in the accident scene – Result of a study regarding passenger protection. Proc. of XXXIII Meeting of Bus and Coach Experts (2002) Keszthely Hungary, GTE P. 1-28.

27. The investigation of 8 bus rollover accidents in Great Britain 1976-77. Report of School of Automotive Studies, Cranfield, manuscript, P. 46.

28. Matolcsy M. – Batiz Z. Constructional analysis of accidents and accident statistics. Proc. of XVIII. Meeting of Bus and Coach Experts (1987) Budapest, GTE Vol.1. – P. 251-258.

29. Autókut Report: Technical analysis of real bus accidents. Reference No. JA-243/80 (1980) Unpublished manuscript in Hungarian.

30. Autókut Report: Accidents happened to IKARUS buses. Reference No. 88.547 (1988) Unpublished manuscript in Hungarian.

31. Matolcsy, M. Crashworthiness of bus structures and rollover protection. Crashworthiness of Transportation Systems (1997) Kluwer Academic Publisher. Edited by J.A. Ambrósio et al. – P. 321-360.

32. Matolcsy, M. Lessons learned from the frontal collision tests of buses. FISITA Congress, Barcelona, 2004 Paper No. 2004 V 286.

33. Matolcsy, M. In depth analysis of a severe roll-over accident. (Was it really a severe one?) 11. EAEC Congress, Budapest, 2007 Proc. on CD P. 11.

34. Kecman, D., and Tidbury, G.H. Optimisation of a Bus Superstructure from the Rollover Safety Point of View. Tenth International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, Oxford, England, 1985.

35. Langwieder, K., Danner, M., and Hummel, Th. Collision Types and Characteristics of Bus Accidents – Their Consequences for the Bus Passengers and the Accident Opponent. Tenth International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, Oxford, England, 1985.

36. Stansifer, R.L. and Romberg, R.A. An Analysis of Accidents Involving Buses and an Assessment of the Need for Safety Belt Requirements in Such Vehicles. Proceedings of the 22nd Conference of the American Association for Automotive Medicine, 1978.

37. National Research Council, (January 2002). Effectiveness and Impact of Corporate Average Fuel Economy (CAFE) Standards. Washington, DC; National Academy Press.

38. U.S. Department of Energy, Energy Information Administration. 1994. Accuracy of Petroleum Supply Data. Tammy G. Heppner and Carol L. French, eds. Washington, DC.

39. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Mobile Sources. 1998. MOBILE5 Information. Sheet #7: NOx Benefits of Reformulated Gasoline Using MOBILE5 a. Ann Arbor, MI. September 30.

40. U.S. Department of Energy, Energy Information Administration. 1990. Energy Consumption by End-Use Sector, A Comparison of Measures by Consumption and Supply Surveys, DOE/EIA-0533. Washington, DC.

41. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality and Standards, Emission Factor and Inventory Group. 1995. Compilation of Air Pollutant Emission Factors AP-42, Volume II: Mobile Sources. Appendix H. Fifth ed. June 30.

42. Thomas, C., Hartemann, F., Tarrière, C., Botto, P., Got, C. and Patel, A. Severe Coach Accident Survey. Tenth International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, Oxford, England, 1985.

43. Botto, P., Caillieret, M.C., Patel, A., Got, C., and Tarrière, C. Passenger Protection in Single and Double-Decker Coaches in Tipping Over. Thirteenth International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, Paris, France, 1991.

44. **Macdonald, D.** An Overview of the Vehicle Inspectorate's Database on Bus, Coach and Goods Vehicle Examinations Following Major Accidents. Thirteenth International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, Paris, France, 1991.
45. **Botto, P., Caillieret, M.C., Tarrière, C., Got, C., and Patel, A.** Evaluation of Restraint System for Coach Passengers. Fourteenth International Technical Conference on Enhanced Safety of Vehicles, Munich, Germany, 1994.
46. **Rasenack, W., Appel, H., Rau, H., and Rietz, C.** Belt Systems in Passenger Coaches. Fifteenth International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Melbourne, Australia, 1996.
47. **Ferrer, I., and Miguel, J.L.** Assessment of the Use of Seat Belts in Buses Based on Recent Road Traffic Accidents in Spain. Seventeenth International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Amsterdam, The Netherlands, 2001.
48. **Krüger, H.J.** The Development of Coach Seats as a Restraint System. Proceedings of the International IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impacts, Zurich, Switzerland, 1986.
49. **Krüger, H.J.** Transfer of Lessons Learned from the Analysis of Bus Accidents. Presented at a Conference of Railway Engineers at the Technical University of Berlin, 2002.
50. **LaBelle, D.J.** Barrier Collision and Related Impact Sled Tests on Buses in Intercity Service. Proceedings of the 7th Conference of the American Association for Automotive Medicine, San Diego, California, U.S.A., 1963.
51. **White, D.M.** P.S.V. Rollover Stability. Tenth International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, Oxford, England, 1985.
52. **An Evaluation** of Door Locks and Roof Crush Resistance of Passenger Cars, Charles J. Kahane, DOT HS 807 489, November, 1989.
53. **A Comparison** of the Controlled Rollover Impact system (CRIS) with the J2114 Rollover Dolly, Jarrod W. Carter, John L. Habberstad, Jeffrey Croteau, SAE 2002-01- 0694.
54. **Andres Garcia, Angel Martin, Javier Paez** "Analysis of the driver's workplace in coaches related to passive safety" International Journal of Vehicle Design Volume 42, Number 1-2/ 2006 P134-153.
55. **"Rollover safety increase** and adequacy for buses due to laboratory tests and simulations" Sandor Vincze-Pap, research & marketing, JAFI-AUTOKUT Engineering Ltd., Hungary D119 – Workshop on test procedures for passive safety of heavy vehicles. http://www.passivesafety.com/06_publications/docs/D119.pdf.
56. **Unusual statistics about** rollover accident of buses – III (Presented by Hungary) Informal doc. No. 7 83rd GRSG Meeting October, 2002.
57. **Lessons and conclusions** – learned from the analysis of bus rollover accidents Dr MATOLCSY, Mátyá Informal Document No. 4 (84th GRSG 5-9 May 2003, agenda item 4.).
58. **Crashworthiness of Large** Poststandard Schoolbuses, NTSB/SS-87/01.
59. **Färber, B.; Heinrich, H.C.; Hundhausen, G.; Hütter, G.; Kamm, H.; Mörl G.; Winkler, W.:** Safety in Tourist Coach Transportation. Reports of the Federal Traffic Institution. People and Safety, Issue M 40, 1995, 124 pages.
60. **Kazuhiro Fukamachi, Shuji Miyamoto, Hiroshi Nagasawa, Shinji Uchino,** "Study of. Crash Worthiness of Super High-Decker Large-sized Bus by CAE approach," Seoul 2000. FISITA World Automotive Congress, Seoul, Korea, June 2000.
61. **Danger Overhead:** Crushed Roofs Safety test ignores real-life conditions By Jeff Plungis, and Bill Vlasic/ The Detroit News April 11, 2004 <http://isacae.com/media/DETNEWS4-11B-2004.pdf>.
62. **Krüger, J.** Entwicklungsmöglichkeiten der Bussicherheit auf der Basis Ausgewählter schwerer Busunfälle in Deutschland. Proc. pf XXIV. Meeting of Bus and Coach Experts (1993) Budapest, GTE Vol.II.P. 303-313.
63. **Matolcsy, M.** A grave bus rollover accident and its lessons. IAT03, Conference on Innovative Automotive Technology, (2003) Koper, Slovenia.
64. **Kirk, A., Grant, R., and Bird, R.** Bus and Coach Passenger Casualties in Non-Collision Incidents. 12th Conference Traffic Safety on Three Continents, Moscow, Russia, 2001.
65. **Matolcsy, M.** Rollover accident with ejection of occupants. Informal working document of GRSG, No. GRSG-91-7. Website: www.unece.org.trans/main/welcWP.29.htm 07-0152-O.pdf.
66. **A Comparison of the Controlled** Rollover Impact system (CRIS) with the J2114 Rollover Dolly, Jarrod W. Carter, John L. Habberstad, Jeffrey Croteau, SAE 2002-01- 0694.
67. **Improved Vehicle Design** for the Prevention of Severe Head and Neck Injuries to.
68. **Restrained Occupants** in Rollover Accidents, Keith Friedman, Donald Friedman, "United States Paper Number 96-S5-0-14".