



**УСТЯК**  
**Наталія Володимирівна,**  
кандидат історичних наук,  
доцент кафедри міжнародного  
туризму, Київський міжнародний  
університет  
[ledistar@ukr.net](mailto:ledistar@ukr.net)  
(м. Київ)

### **ПРОФЕСОР М.В. ВІНОКУРОВ (1890–1955) ПРО СТВОРЕННЯ КОМФОРТНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ**

*У статті висвітлюється внесок професора М.В. Винокурова в модернізацію пасажирського вагонобудування. Він активно керував дослідженнями щодо винайдення найкращого типу візка вагона, зменшення шуму і вібрації від ходових частин вагона для задоволення потреб комфортного перевезення пасажирів. Основні вимоги для пасажирських вагонів М.В. Винокуров вважав наступними: безпека руху, плавність ходу, мінімальна вага вагону, максимальний комфорт для пасажирів, мінімальні витрати на виготовлення, експлуатацію, утримання та ремонт. Особливу наукову діяльність М.В. Винокурова ми відмічаємо під час його роботи завідувачем кафедри «Вагони» Дніпропетровського інституту інженерів залізничного транспорту (ДІІТ) (1934–1939), коли був членом Міськради в м. Дніпропетровськ (1934–1939). Тому він запропонував власне бачення досягнення поставлених завдань: забезпечення безпеки руху, удосконалення існуючих конструкцій візків і ходових частин, що цілком забезпечували стійкість рухомого складу при русі по колії в діапазоні допустимих швидкостей.*

*М.В. Винокуров постійно звертався до зарубіжного досвіду і порівнював власні результати з дослідженнями в країнах Західної Європи та США. Окрім зниження тари, професор М.В. Винокуров вказував на необхідність зниження опору в нових вагонах, насамперед для високих швидкостей руху. На залізницях колишнього СРСР у зв'язку зі створенням обтічної форми кузова, зменшенням відстані між вагонами та усуненням виступаючих частин, а також заглибленням вікон і дверей досягнуто зменшення опору повітря, порівняно зі звичайною формою кузова вагона, на 26% при швидкості 140 км/год і 23,6%*

при швидкості 120 км/год. Основними причинами масового переходу на суцільнометалеву конструкцію були: міцність металевого вагона, зниження ваги, підвищення безпеки, збільшення терміну придатності, зменшення об'єму ремонтних робіт, значна економія у витратах на експлуатацію і нестача деревини, що необхідна для будівництва дерев'яних кузовів. Наступною умовою для пасажирських вагонів, на думку М.В. Винокурова, було забезпечення плавності руху.

Професор М.В. Винокуров вважав, що основною умовою для створення плавності руху було встановлення ресорного підвішування з жорсткістю, прямо пропорційній навантаженню, що розподілялася на кожен комплект ресор. Значна величина вертикальних прискорень, вимірюваних у середині вагона, створювалась не лише коливаннями ресорного підвішування, а й вібрацією кузова внаслідок недостатнього затиску шпренгелів і впливу ексцентричності колісних пар.

При підготовці даної статті було застосовано хронологічний, типологічний, порівняльний методи історичного пізнання, класифікації та систематизації історичних джерел і бібліографічного матеріалу, які дозволили систематизувати та критично оцінити використані джерела стосовно питання етапів створення комфортних пасажирських вагонів.

**Ключові слова:** М.В. Винокуров, пасажирські вагони, плавність руху, ресори, коливання вагона, вагонний візок.

## **PROFESOR M.V. VYNOKUROV (1890–1955) ON CREATION OF COMFORTABLE PASSENGER WAGONS**

*The article highlights the contribution of Professor M.V. Vinokurov for the modernization of passenger wagonriages. He actively led research into the invention of the best type of trolley wagon, reducing noise and vibration from the chassis of the wagon to meet the needs of comfortable passenger transportation. The basic requirements for passenger wagons M.V. Vinokurov considered the following: traffic safety, smoothness, minimum weight of the wagon, maximum comfort for passengers, minimal expenses for manufacturing, operation, maintenance and repair. Special scientific activity M.V. Vinokurov we celebrate when he worked as the head of the «Wagonriages» department of the Dnepropetrovsk Institute of Railway Engineers (DIIT) (1934–1939), was a member of the City Council in Dnipropetrovsk (1934–1939). Therefore, he proposed his vision of how to achieve the task: to ensure the safety of the movement, to improve the existing designs of trolleys and running gear, which fully ensured the stability of the rolling stock when driving on the track in the range of permissible speeds.*

*M.V. Vinokurov constantly turned to foreign experience and compared his results with research in the countries of Western Europe and the United States. In addition to reducing the packaging, Professor M.V. Vinokurov pointed out the need to reduce the resistance in new wagons, especially for high speeds. On the railways of the former USSR in connection with the creation of a streamlined body, reducing*

*the distance between wagons and removing the protruding parts, as well as the depths of windows and doors, reduced air resistance, compared with the usual form of the body of the wagon, 26% at a speed of 140 km/h and 23.6% at a speed of 120 km/h. The main reasons for the mass transition to the all-metal structure were: the strength of a metal wagon, weight reduction, increased safety, increased shelf life, reduced maintenance, considerable savings in operating costs and the lack of wood required for the construction of wooden bodies. The next condition for passenger wagons, according to M.V. Vinokurov was a guarantee of smoothness of motion.*

*Professor M.V. Vinokurov believed that the basic condition for the creation of smoothness of motion was the statement of spring hanging with a rigidity, directly proportional to the load, which was allocated to each set of springs. A significant amount of vertical accelerations measured in the middle of the wagon was created not only by the fluctuations of the spring suspension, but also the vibration of the body due to the lack of spurge clamps and the influence of the eccentricity of the wheel pairs.*

*In the preparation of this article, chronological, typological, comparative methods of historical knowledge, classification and systematization of historical sources and bibliographic material were used that allowed to systematize and critically evaluate the sources used in relation to the stages of the creation of comfortable passenger wagons.*

**Key words:** *M.V. Vinokurov, passenger, smoothness, springs, vibration of a wagon, trolley wagons.*

## **ПРОФЕССОР М.В. ВИНОКУРОВ (1890–1955) О СОЗДАНИИ КОМФОРТНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ**

*В статье освещается вклад профессора М.В. Винокурова в модернизацию пассажирского вагоностроения. Он активно руководил исследованиями относительно изобретения лучшего типа тележки вагона, уменьшение шума и вибрации от ходовых частей вагона для удовлетворения потребностей комфортной перевозки пассажиров. Основные требования для пассажирских вагонов М.В. Винокуров считал следующими: безопасность движения, плавность хода, минимальный вес вагона, максимальный комфорт для пассажиров, минимальные затраты на изготовление, эксплуатацию, содержание и ремонт. Особую научную деятельность М.В. Винокурова мы отмечаем во время работы заведующим кафедрой «Вагоны» Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта (ДИИТ) (1934–1939), когда был членом горсовета в г. Днепропетровск (1934–1939). Поэтому он излагал свое видение достижения поставленной задачи: обеспечение безопасности движения, совершенствование существующих конструкций тележек и ходовых частей, которые вполне обеспечивали устойчивость подвижного состава при движении по пути в диапазоне допустимых скоростей.*

*М.В. Винокуров постоянно обращался к зарубежному опыту и сравнивал свои результаты с исследованиями в странах Западной Европы и США. Кроме снижения тары, профессор М.В. Винокуров указывал на необходимость снижения сопротивления в новых вагонах, особенно для высоких скоростей движения. На железных дорогах бывшего СССР в связи с созданием обтекаемой формы кузова, уменьшением расстояния между вагонами и устранением выступающих частей, а также углублением окон и дверей достигнуто уменьшение сопротивления воздуха, по сравнению с обычной формой кузова вагона, на 26% при скорости 140 км/ч и 23,6% при скорости 120 км/ч. Основными причинами массового перехода на цельнометаллическую конструкцию были: прочность металлического вагона, снижение веса, повышение безопасности, увеличение срока годности, уменьшение объема ремонтных работ, значительная экономия в расходах на эксплуатацию и нехватка древесины, необходимой для строительства деревянных кузовов. Следующим условием для пассажирских вагонов, по мнению М.В. Винокурова, было обеспечение плавности движения.*

*Профессор М.В. Винокуров считает, что основным условием для создания плавности движения было установление рессорного подвешивания с жесткостью, прямо пропорциональной нагрузке, распределялась на каждый комплект рессор. Значительная величина вертикальных ускорений, измеряемых в середине вагона, создавалась не только колебаниями рессорного подвешивания, но и вибрацией кузова вследствие недостаточного зажима шпренгелей и влияния эксцентricности колесных пар.*

*При подготовке данной статьи были использованы хронологический, типологический, сравнительный методы исторического познания, классификации и систематизации исторических источников и библиографического материала, которые позволили систематизировать и критически оценить использованные источники по вопросу этапов создания комфортных пассажирских вагонов.*

**Ключевые слова:** *М.В. Винокуров, пассажирские вагоны, плавность движения, рессоры, колебания вагона, вагонная тележка.*

Професор М.В. Винокуров – завідувач кафедри «Вагони і вагоно-ливарне господарство» в Московському електромеханічному інституті інженерів залізничного транспорту (МІІТ) (1946–1955) і начальник відділення паровозовагонного господарства та енергетики у Всесоюзному науково-дослідному інституті залізничного транспорту (ВНДІЗТ) активно керував дослідженнями на винайдення найкращого типу візка вагона, зменшення шуму і вібрації від ходових частин вагону для задоволення потреб комфортного проїзду пасажирів [1–2].

Багато випробувань і нових впроваджень для українських залізниць і рухомого складу професор М.В. Винокуров здійснив, працюючи на території сучасної України завідувачем кафедри «Вагони» Дніпропетровського інституту інженерів залізничного транспорту (ДІТ) (1934–1939), був членом Міськради в м. Дніпропетровськ (1934–1939) [3].

Для виконання урядових вимог щодо збільшення пасажирських перевезень на вітчизняних залізницях у післявоєнні роки виникала потреба в якісних змінах пасажирського вагонного парку. Перед керівниками залізничного господарства поставало завдання перевищити довоєнний рівень перевезень і поліпшити парк пасажирських вагонів. Основні вимоги до пасажирських вагонів були наступні: безпека руху, плавність ходу, мінімальна вага вагона, максимальний комфорт для пасажирів, мінімальні витрати на виготовлення, експлуатацію, утримання та ремонт.

М.В. Винокуров вважав, що радянському транспорту потрібні такі вагони, які будувалися б на рівні найкращих зразків сучасної техніки і повністю задовольняли б експлуатаційні вимоги залізниць. Тому він запропонував власне бачення досягнення поставленого завдання. Щодо безпеки руху, то існуючі конструкції візків і ходових частин цілком забезпечували стійкість рухомого складу при русі по колії в діапазоні допустимих швидкостей.

На його думку, найактуальнішим питанням була заміна дерев'яних кузовів у вітчизняних вагонах. Незважаючи на значну вагу, такі вагони мали низку недоліків, серед них і низьку міцність. Унаслідок цього при аваріях вагони з дерев'яними кузовами дуже пошкоджувалися, піддавалися телескопіюванню, від сильних поштовхів при аваріях один вагон проникав в інший руйнуючи все на своєму шляху. Наявність автозчепу в повній мірі не запобігала від руйнування дерев'яних кузовів при аваріях. Швидкому загниванню піддавались усі дерев'яні частини кузова, а передусім віконні рами і нижні обв'язувальні бруси. А це призводило до дорожчання вартості ремонту і скорочувало термін придатності вагона. Усе це вплинуло на відмову від дерев'яних конструкцій кузовів і перехід до випуску суцільнометалевих пасажирських вагонів.

Випуск суцільнометалевих вагонів набув великого поширення на залізницях Західної Європи і США після Першої світової війни. Декілька суцільнометалевих вагонів напередодні Другої світової війни збудував завод ім. М.І. Калініна.

Основними причинами масового переходу на суцільнометалеву конструкцію були: міцність металевого вагона, зниження ваги, підвищення безпеки, збільшення терміну придатності, зменшення об'єму ремонтних робіт, значна економія у витратах на експлуатацію і нестача деревини, яка необхідна для будівництва дерев'яних кузовів.

Наступною основною умовою для пасажирських вагонів, на думку М.В. Винокурова, було забезпечення плавності руху. На залізницях США і Західної Європи до питання створення нових типів вагонних візків підходили через проведення експериментів, хоча і були широкі можливості аналітично з'ясувати багато питань плавності руху вагонів.

Якість ходу пасажирських вагонів зазвичай оцінюється величиною вертикальних і горизонтальних прискорень, що виникали при русі поїзда. Головною причиною стомлення пасажирів у поїзді є прискорення в русі, викликані зміною щодо положення частин тіла людини. Дослідження фізіологічного впливу поштовхів і коливань на організм людини проводилось в умовах близьких до реальних. Насамперед, вивчалися коливання з частотою від 3 до 100 Гц та амплітудами від 0,001 до 1 мм, а пізніше коливання з частотою від 1 до 10 Гц та амплітудами від 0,001 до 100 мм [4].

М.В. Винокуров зауважував, що цікавою особливістю був характер сприйняття коливань, що спостерігався під час випробування. У людей, які проходили випробування у вертикальному і горизонтальному положенні при частотах коливань вище 8 Гц, відчувалося неприємне відчуття у вигляді головного болю. Коливання з частотами від 4 до 8 Гц викликали неприємні відчуття у шлунку (частоту коливань від 4 до 6 Гц мали великогабаритні криті вантажні вагони вітчизняних залізниць).

Досліджуючи пасажирський вагонний парк вітчизняних залізниць, професор М.В. Винокуров аналізував досліди проведеної роботи закордонних колег – Дегбі і Сенкей, Маллока, Рейхера і Мейстера [5–7]. На основі їхніх робіт у таблиці 1 наведено результати дослідження та характеристики відчуттів під час синусоїдальних коливань.

За даними Г. Мар'є [8], величина вертикально допустимого прискорення, яке не викликало швидкі стомлення пасажирів, визначали  $0,27 \text{ м/с}^2$ . Г. Гізлінген приймає максимально допустиме прискорення поперечних горизонтальних коливань не вище  $0,98 \text{ м/сек}^2$  [9].

Таблиця 1

Характеристика відчуттів	За Рейхером і Мейстером		За Дегбі і Сенкей	За Маллоком
	швидкість коливань, см/сек	прискорення, см/сек <sup>2</sup>	швидкість коливань, см/сек	прискорення, долі g
Невідчутні струси	0,035	1,2	-	-
Ледь відчутні	0,035	1,2	0,005	0,005
Цілком відчутні	0,1–0,2	4–12	0,01	0,01
Сильно відчутні	0,2–0,3	12–60	0,05	0,05
Неприємні і шкідливі струси	0,3–0,4	200	0,1	0,1

Інженер Дж. Гендерсон рекомендував створити період власних коливань у вертикальному напрямку в межах від 0,6 до 1,0 сек., що відповідало статичному прогину ресор від 160 до 250 мм. У вітчизняних пасажирських вагонах вертикальні і горизонтальні прискорення, що виникали при швидкостях 80–90 км/ч, значно більші вказаних вище норм [10].

1937 р. Всесоюзним науково-дослідним інститутом залізничного транспорту на експериментальному Бутовському кільці під керівництвом професора М.В. Винокурова проводилися випробовування пасажирських

жорстких вагонів, обладнаних візками з потрійним ресорним підвішуванням, систем Фетте, Пульмана, Ханіна, безбалансирним візком заводу ім. І.Є. Єгорова (нині ЗАТ «ВАГОНМАШ»).

З огляду на результати цих дослідів, вертикальне прискорення із середини кузова пасажирських вагонів змінювалося від 2,2 до 4 м/сек<sup>2</sup>, а горизонтальне – від 2,5 до 5 м/сек<sup>2</sup>. Основні характеристики, отримані в результаті дослідження візків при швидкостях 90 км/год, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Типи візків	Період вертикальних коливань в с	Максимальне динамічне перевантаження шийки для візків, %		Максимальні вертикальні прискорення від коливань ресор для візків, м/с <sup>2</sup>		Максимальні прискорення, м/с <sup>2</sup>	
		котловий бік вагона	не котловий бік вагона	котловий бік вагона	не котловий бік вагона	вертикальні в середині вагона	горизонтальні
візок з потрійним ресорним підвішуванням	0,87	10,0	7,0	0,98	0,69	3,05	5,03
безбалансирний візок заводу імені І.Є. Єгорова	0,70	13,0	7,5	1,25	0,74	2,20	3,85
системи «Фетте»	0,75	16,0	9,0	1,55	0,88	2,20	2,50
системи «Ханіна»	0,67	15,5	6,8	1,50	0,67	4,08	3,60
системи «Пульмана»	0,65	26,0	16,0	2,55	1,57	4,00	2,90

Аналізуючи проведені дослідів, М.В. Винокуров вказував, що при швидкостях поїзда близько 90 км/год прискорення від коливань ресор у всіх візках перевищували 0,1 g, а прискорення, замірюванні із середини вагона, змінювалися для різних систем візків від 2,2 до 4,08 м/сек<sup>2</sup>. Відповідно, при



високих швидкостях жодна з існуючих систем візків пасажирських вагонів не відповідала умовам, що рекомендували Г. Мар'є, Гізм Гізлінгем, Дігбі, Маллок та інші.

У найсприятливіших умовах перебували пасажирів, що займали місця у вагоні з боку котлового відділення. Там прискорення майже вдвічі перевищували прискорення, що виникали на протилежному боці вагона. Головною причиною різниці величини прискорень була невідповідність між навантаженням і жорсткістю ресорного підвішування візків.

Професор М.В. Винокуров вважав, що основною умовою для створення плавності руху було встановлення ресорного підвішування з жорсткістю прямо пропорційній до навантаження, що розподілялась на кожен комплект ресор. Значна величина вертикальних прискорень, вимірюваних у середині вагона, створювалась не лише коливаннями ресорного підвішування, а й вібрацією кузова внаслідок недостатнього затиску шпренгелів і впливу ексцентричності колісних пар. Шкідливий вплив на плавність руху ексцентричних колісних пар спостерігався і під час дослідів, проведених на випробувальній станції в Грюнвальді (Німеччина).

Професор М.В. Винокуров також спирався на дослідження прискорення інженера Люттерота [11], у яких при швидкостях 110–120 км/год на підлозі в середині чотиривісного вагона німецьких залізниць, що становила приблизно  $4,5 \text{ м/с}^2$ , а відповідні амплітуди прогину – приблизно 1,07 мм. Спостереження, що проводилися на швидкості 55–60 км/год, довели, що при половинній критичній швидкості руху в досить тісних межах (від 58 до 59 км/год) настає резонанс. Дослідні поїздки, що проводились після заміни ексцентричних колісних пар точно обточеними, дали позитивні результати, і при критичних швидкостях явища резонансу не спостерігалось.

Підсумовуючи вищепроведений аналіз, М.В. Винокуров твердив, що у вітчизняних вагонах при існуючих типах візків була можливість значно поліпшити плавність руху завдяки ретельній обробці колісних пар і вибору належної жорсткості ресор. У візках системи «Пульман» значні вертикальні

прискорення утворювалися під впливом великих необресорених мас (балансирів) і наслідком невдалого вибору бази вагона, яка дорівнювала довжині рейки – 12,5 м. При проектуванні нових вагонів професор М.В. Винокуров завжди враховував досвід експлуатації вітчизняних візків, а також аналізував використовувані зразки на закордонних залізницях.

У Західній Європі простежувався період переходу від пульманівських до пруських візків і візків системи «Герлиць». Усі три перераховані системи візків мали подвійне і потрійне ресорне підвішування з поступовим уведенням листових і гвинтових ресор.

Використання довгої поздовжньої ресори між осями візків системи «Герлиць» змусило довести базу цього візка до 3600 мм, унаслідок чого її тара збільшилася до 7,25 т і вага комплекту візків досягала 14,5 т, або 31–35% від тари всього вагона, що негативно впливало на плавність руху. У візках системи «Герлиць» з потрійним ресорним підвішуванням для поліпшення плавності руху у вертикальному напрямку потрібно було додаткове встановлення м'яких гвинтових ресор, розміщених між рамою візка і довгою поздовжньою ресорою. Наявність довгої поздовжньої листової ресори виключала можливість здійснення бази візка менше 3 м.

Виходячи з принципів автомобілебудування, на залізницях Німеччини, у вагонних візках використовувалися гідравлічні амортизатори. Дворічні випробовування з гідравлічними амортизаторами систем «Грюнвальд» і «Фіхтель і Закс» показали позитивні результати, тому ними було обладнано серію з 50 вагонів. Вагони з потрійним ресорним підвішуванням і гідравлічними амортизаторами мали переваги за плавністю руху над візками з чотирикратним ресорним підвішуванням.

Вагони залізниць Франції обладнувалися гідравлічними амортизаторами системи «Бруйє», які також мали позитивні результати при дослідженнях плавності руху. Головною вимогою гідравлічних амортизаторів була потреба в досконалішому догляді за листовими ресорами. Досвід залізниці Чикаго-Мільуоки в США, а також залізниць Німеччини, які проводили дослідження щодо

проблеми сильних бокових коливань кузова, довів про значно менше виляння тих візків, які мають бандажі з конічністю 1:40.

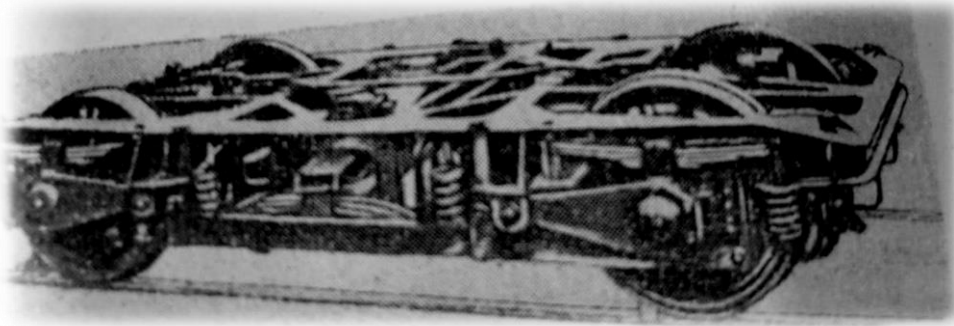
Серед чинників, що впливають на плавність руху більшість фахівців виокремлювали величину бази візка і контур бандажа коліс. Професор М.В. Винокуров наводив приклади у висновках своїх досліджень, що на деяких закордонних залізницях надавали перевагу довшій базі для двовісних візків, вважаючи, що при заданій конічності бандажу довга база зменшує частоту коливань звивистого шляху. Однак після проведення експериментів такі припущені були спростовані. На залізницях Західної Європи ретельно проведені досліді вказали, що повне знищення зазорів між буксовими направляючими і буксами, а також точне паралельне встановлення обох осей візка зупиняли «виляння» навіть при наявності великої конічності і зносу бандажів.

Михайло Васильович вказував, що дослідники, які випробовували візки з жорсткими рамами із литої сталі точної механічної обробки, довели що циліндричні бандажі не давали ніякого поліпшення. А для вітчизняного вагонобудування такий результат мав велике значення. Після цього перестали випускати візки з довгою базою і, відповідно, збільшеною вагою, обмежувалися базою, довжина якої лише усувала надмірні коливання, що виникали під дією гальмівних зусиль. На думку М.В. Винокурова, створення такого візка вимагало усунення з нього буксових щелеп, що швидко зношувались і заміни пристосуваннями, які забезпечували б постійне правильне положення осей візка. Для прикладу наводилися візки типу «Герлиц» з гідравлічними амортизаторами залізниць Швейцарії.

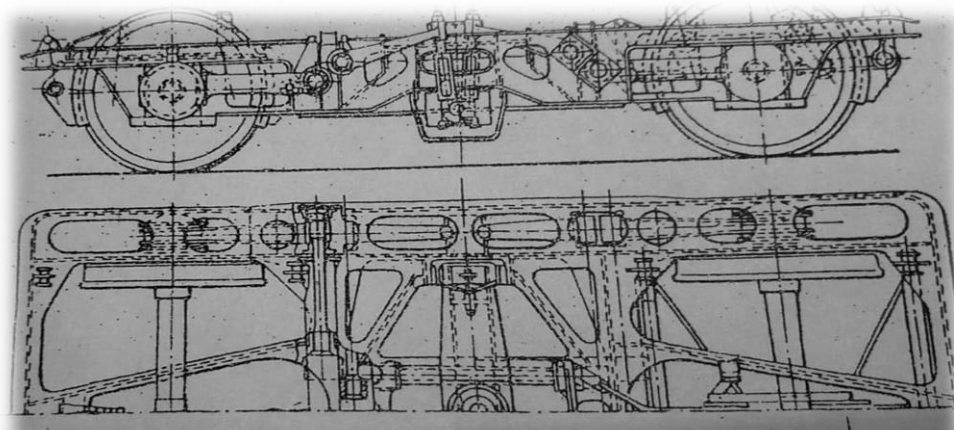
Залізниці Німеччини, які надавали перевагу довгій базі до 3,6 м, а також надто довгим жорстким ресорам з потрійним чи четвертним підвішуванням, з 1937 р. почали використовувати візки з балансирами, які розміщувалися паралельно до рейок і скріплювалися з одного боку буксами, а другого – з рамою візка (рис. 1). Використання таких балансирів забезпечувало досконале положення осей. Направляючі букс сприймали лише буксові зусилля.

Випробовування довели, що такі пристрої давали можливість збільшити пробіг між обточуванням бандажів до 125 тис. км. Рама такого візка пов'язана з буксами та комбінованим ресорним підвішуванням, яке складалось з листових і гвинтових ресор, а шкворневі балки спиралися на листові ресори.

1939 р. на залізницях Німеччини випробовувалися візки (рис. 2), у яких стандартні види ресор замінені торсіонними ресорами відповідно до принципів



**Рис. 1. Візок з балансирами**



**Рис. 2. Візок з торсіонними ресорами**

проективання, прийнятих при виготовленні автомобілів, танків і літаків того часу. Буксові направляючі в цих візках замінювались балансирами, які і сприймали всі бокові зусилля.

Наступним основним питанням при проектуванні візків є вибір ресорного підвішування, що обмежувався до мінімуму шкідливим впливом нерівностей колії та ударами на стиках. Майже всі спроби поліпшити роботу ресор приводили до подвійного чи потрійного ресорного підвішування з послідовним розміщенням ресор. Професор М.В. Винокуров експериментальним шляхом встановив, що найкраще всього комбінувати гвинтові і фрикційні ресори

(наприклад, еліптичні й листові). Гвинтові ресори реагують на легкі поштовхи, а фрикційні реагують на більш різкі, одночасно амортизуючи коливання кузова. Такі системи ресорного підвішування набули широкого використання в стандартних пасажирських візках США і багатьох країнах Європи.

Комбінування фрикційних і гвинтових ресор давало завжди позитивні результати щодо плавності руху вагонів, але фрикційні ресори вимагали більшого простору і значно важчі від гвинтових ресор тієї ж міцності. У суцільнометалевих вагонах заміна всіх листових ресор гвинтовими давала економію до 800 кг.

Низка країн європейських країн і деякі залізниці США використовували потрійне підвішування ресор. А в Англії і Німеччині в стандартних візках досить часто використовували і четвертне ресорне підвішування. У правильній конструкції потрійне ресорне підвішування давало дуже високі результати, які оцінювалися за осцилограмами горизонтальних і вертикальних рухів кузова у вагонах «City of Denver» при швидкості 135 км/год.

Четвертне ресорне підвішування не таке чутливе до стану колії, але необхідність використання при цьому важкої рами було найбільшим недоліком конструкції цього візка. Багаторічний досвід експлуатації і випробовування таких візків привів професора М.В. Винокурова до висновків, що дуже неприємні резонансні коливання виникають тоді, коли важкі візки оснащуються жорсткими буксовими ресорами. Легка рама візка з мінімально жорсткими ресорами майже повністю виключає небезпеку появи резонансу.

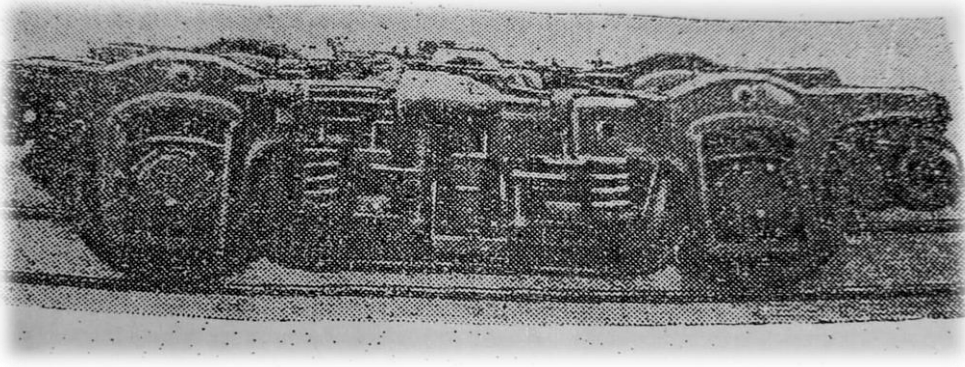
Беручи до уваги рух кузова, найвдалішою конструкцією розглядали ту, при якій використовувався весь допустимий прогин ресор між рамою візка і кузовом вагона. У такому випадку усувалося ще декілька додаткових причин резонансу, що виникали під впливом коливальних рухів біля поперечної осі візка. Ураховуючи велике значення мертвої ваги візків, Михайло Васильович передбачав, що з часом повинні зникнути і фрикційні ресори у висококласних пасажирських складах і замінені на обертальні з гідравлічними амортизаторами.

1937 р. в Франції був виготовлений експериментальний пасажирський вагон з візками американського типу, але з такими легкими зварними рамами із штампованих листів, що установку ресор між рамою візка і буксами визнавали зайвою. Отже, пружність ресор використовувалася лише між рамою візка і кузовом вагона. База цього візка дорівнювала 2500 мм.

Для з'ясування питання про кількість осей у пасажирських візках на залізниці Чикаго-Мільуоки в США провели низку дослідів пасажирського вагона, обладнаного стандартними тривісними візками. Підсумовуючи ці випробовування, дослідники видалили середню колісну пару з дослідного візка, а та частина навантаження, що припадала на неї, передавалась на зовнішні колісні пари за допомогою спеціального балансира 3,3 м. Далі досліди проводилося з використанням двовісного візка, однак, порівнюючи з тривісним дослідним візком, різниці в ходових якостях не виявлялось. Під час дослідів виявилось, що двовісний візок з базою 3,3 м не відрізнявся кращими ходовими якостями порівняно з дослідним двовісним візком, база якого мала довжину 2,4 м. Двовісні візки мали позитивну якість, бо менше шуміли, ніж тривісні візки.

Інженер Нейстром [12] на залізниці Чикаго-Мільуоки в США проводив ретельні випробовування безбалансирного візка з однією групою гвинтових ресор над осью буксою. Візок так спроектували, що при потребі або негативних результатах, баланsir швидко встановлювався. Під час випробувань стандартні еліптичні ресори під шкворневою балкою замінювалися гвинтовими більшого діаметра і введені амортизатори для гасіння вертикальних поштовхів. Відрізнявся візок надзвичайно плавним рухом при швидкостях вище 145 км/год, однак уже на швидкості вище вказаної виникали значні вертикальні коливання. Цей же візок (рис. 3.), коли з нього зняли гвинтові ресори над осьовими буксами і встановили балансири зі стандартними ресорами, виявився придатним для високошвидкісного руху, але його недоліком було значне зношення букс із роликівими підшипниками, баланsirів, ресорних підвісок та іншого.

1942 р. в нових пасажирських вагонах використовували візки, у яких встановлювалися сталеві литі балансири, без стандартних буксових щелеп. У нових пасажирських вагонах, випущених 1942 р. в Мільуоках (США), частоти коливань ресор для балансиру і шкворневої балки відповідно досягали 1,5 і 1,0 Гц. Під час випробовувань встановлювалася критична швидкість 41 км/год, яка була значно нижчою за експлуатаційну швидкість. У діапазоні швидкостей від 41 до 201 км/год явища резонансу не спостерігалось.



**Рис. 3. Візок для високошвидкісного рухомого складу**

М.В. Винокуров, аналізуючи висновки проведених дослідів на залізниці Чикаго-Мільуоки в США, вказав на поліпшення ходових якостей візків, які прямо пропорційні зниженню частоти коливань ресор, і про необхідність встановлення амортизатора за наявності м'якого ресорного підвішування.

Відносно зниження ваги і створення максимально комфортних умов для пасажирів існував такий негативний факт, який суперечив цьому, тому відбувалося підвищення ваги вагона у зв'язку з наданням пасажирам комфортніших умов. Основні вагові характеристики вітчизняних пасажирських вагонів випуску різних років вказані в таблиці 3.

З таблиці 3 простежується, що надання комфортних умов пов'язано зі зростанням ваги вагона, а відповідно і збільшенням ваги рухомого складу, та необхідністю встановлення рейок важчого типу і створення потужнішої тяги локомотивів.

Збільшення ваги вагонів на залізницях Західної Європи тривало до 1925 р., а в США – до 1930 р. Тому в США того часу можна було зустріти пасажирські вагони вагою до 90 т. Зміна ваги пасажирських вагонів залізниць Німеччини

подана в таблиці 4 (менша вага належить до жорстких вагонів, а більша – м'яких). Металеві зварні чотиривісні вагони випуску 1939 р. мали довжину 21,45 м, місць для сидіння 84, тара 25,5 т, тобто 305 кг на пасажера.

Таблиця 3

Рік випуску	Кількість місць	Вага тари вагона, т	Вага тари з розрахунку на 1 місце, кг	Примітка
1850	32	8	250	-
1902	50	18,0	360	купейний
1912	40	44,0	1100	спальний
1927	46	44,0	920	-
1935	32	45,0	1400	м'який сп
1935	32	44,0	1375	жорсткий
кін. XIX– поч. XX	16	61,0	3800	св., пс.

Таблиця 4

Рік	Купейні вагони Д	Вага, т	Чотиривісні некупейні вагони	Вага в т
До 1921	дерев'яні	42–44	не виготовлялись	-
1925	сталеві клепані з дерев'яною покрівлею	44–46	не виготовлялись	-
1934	сталеві клепані	46,5–49	сталеві клепані	35
1932	дослідні сталеві зварні	33,9	дослідні сталеві зварні	29
1935–1939	сталеві зварні	39–41	сталеві зварні	34
1939	дослідні сталеві зварні	28	дослідні сталеві зварні	25

Кращий стан за зниженням ваги мали залізниці Франції, тара вагону II класу дорівнювала 35,2 т, а I класу 35,45 т з довжиною кузова 21,93 м. Швейцарський завод «Шрилен» випускав суцільнометалеві вагони з довжиною кузова 21,5 м і тарою 27,80 т для вагонів II класу і 27,00 для III класу. На



дорогах США курсували суцільнометалеві пасажирські вагони із слабо легованої сталі, дані наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Назва залізниці	Довжина вагона, м	Тара, т	Кількість місць	Вага тари з розрахунку на 1 місце, кг
Вестерн-Меріленд	23,3	59	68	868
Прессед Стил Кар К°	25	51	80	638
Нью-Йорк-Центр (Пульмана)	25	55	56	980
Нью-Йорк-Центр (Пенсильванська заліз., конструкції ) Прессед Стил Кар К°	25	60,5	56	980
Нью-Йорк-Центр і Пенсильванська заліз. (Пульмана)	25,2	55	56	983

З таблиці 5 простежуємо, що в американських суцільнометалевих вагонах вага тари, яка припадала на одного пасажера, була значно вищою, ніж у вагонах європейських країн. М.В. Винокуров, аналізуючи пасажирські вагони залізниць США, вказує на причину цього: важкі хребтові балки, які були розраховані з більшим запасом міцності і мали пристрої для кондиціонування повітря до 3 т [13].

У суцільнометалевих вагонах на 58 спальних місць вітчизняних залізниць тару намагалися довести до 50 т, що становило 860 кг на одного пасажера. Ураховуючи відсутність пристроїв для кондиціонування повітря, спостерігалася надмірно велика вага вагона.

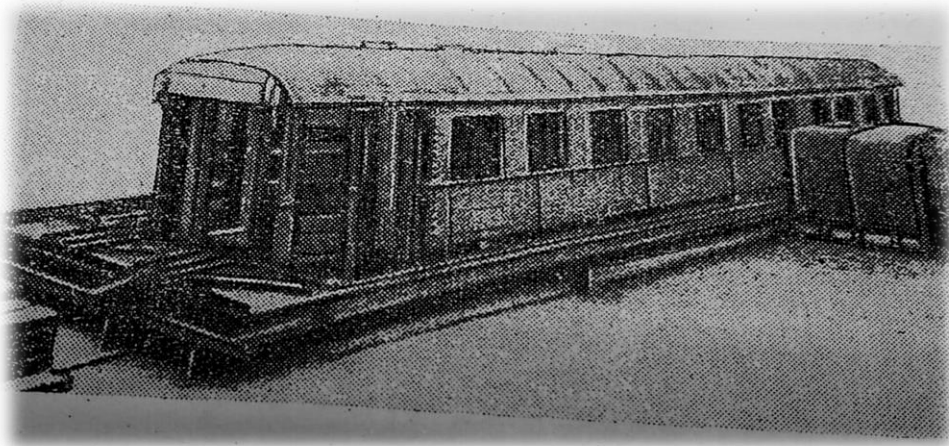
За припущеннями М.В. Винокурова, зниження ваги можна було досягнути завдяки створенню раціональних конструкцій і використанню досконалих методів розрахунку на міцність. Також він аналізував і підтримував пропозицію професора В.Б. Уманського про використання конструкцій хребтової балки. Усунення частин хребтової балки, розміщених між шкворневими, давало економію ваги тари близько 1,5 т. Як показав досвід експлуатації

суцільнометалевих вагонів на залізницях Франції і Німеччини, без хребтових балок телескопіювання таких вагонів при аваріях не спостерігалось. В.Б. Уманський пропонував випускати конструкції вагонів без хребтових балок, що мали значну міцність і меншу вірогідність деформацій у середині кузова. Навіть при великих аваріях і вірогідних деформаціях рентабельніше було знімати з експлуатації такі вагони, а не будувати всі вагони із зайвою мертвою вагою, що досягала 1,5 т на кожному вагоні.

За даними відділення економіки Центрального науково-дослідного інституту, вартість перевезення впродовж року мертвої ваги 1,5 т в загальному підсумку для пасажирського вагонного парку становила десятки мільйонів рублів на рік.

Досліди, що проводилися наприкінці 1937 р. щодо суцільнометалевих вагонів на ділянці Рошфор–Ергфель у Франції, довели, що при набігу вдаряючого складу вагою 201 т зі швидкістю 45 км/год на випробовуваний поїзд, який складався з паровоза із загальмованим тендером і дослідного вагона, який розміщувався між двома двовісними короткими, але дуже міцними вагонами, у такому випадку деформацій не спостерігалось.

1938 р. в Німеччині проводилися випробування на міцність суцільнометалевих вагонів без хребтових балок. Під час проведення дослідів нижня частина кузова піддавалася статичному стисненню в поздовжньому напрямку (рис. 4) в 200 т, а буфера, розміщені по діагоналі, навантажувались силою в 40 т, після чого знову піддавались тому ж стисненню, а верхня частина кузова – стисненню силою в 30 т. За час вказаних статистичних випробувань спостерігались лише незначні пружні деформації. Після статистичних випробувань вагон рівномірно завантажувався і піддавався динамічним вібраційним випробуванням у вертикальному і горизонтальному напрямку з частотами, відповідними власними коливаннями кузова: 16,65 Гц у вертикальному і 11,3 Гц у горизонтальному напрямках. Динамічні випробування також дали позитивні результати [14].



**Рис. 4. Стенд для статичних випробувань кузова**

Професор М.В. Винокуров, аналізуючи досліди у Німеччині 1938 р., вказав на можливість використання на вітчизняних залізницях вагонів полегшеної конструкції. Отже, для встановлення автозчепу і фрикційного апарату достатньо хребтову балку розмістити лише між буферним брусом і шкворневою балкою, а в середній частині вагона хребтову балку замінити гофрованим сталевим листом, стрингерами і шпангоутами. Ще більшу економію у вазі, на його думку, можливо було досягти завдяки поліпшенню конструкцій візків і колісних пар.

Значна економія у вазі візка відбувалася за рахунок використання напівпорожньої осі. Для вагонів з навантаженням не вище 10 т на вісь у Західній Європі з 1934 р. використовувалися колісні пари вагою лише 725 кг, майже на 600 кг менше експлуатаційних вітчизняних колісних пар.

Крім зниження тари, професор М.В. Винокуров вказував на потребу зниження опору в нових вагонах, передусім для високих швидкостей руху. На залізницях Західної Європи у зв'язку зі створенням обтічної форми кузова, зменшенням відстані між вагонами та усуненням виступаючих частин, а також заглибленням вікон і дверей досягнуто зменшення опору повітря, порівняно зі звичайною формою кузова вагона, на 26% при швидкості 140 км/год і 23,6% при швидкості 120 км/год.

Також Михайло Васильович наполягав, що при опрацюванні проекту суцільнометалевого вагона слід передбачити зменшення рівня шуму всередині

кузова. Значна частина шуму виходить із візка через підп'ятник і шкворневу балку. Тому в суцільнометалевих вагонах на залізницях США ставили під п'яту гумову прокладку товщиною 25 мм, крім цього, підп'ятник на краях ізолювали гумою товщиною 9,5 мм, з'єднаними з окремими сталевими планками. Унаслідок прогумованих частин візка, створюваний шум з контакту металевих поверхонь був зведений до мінімуму. Однак існувала ще не вирішена проблема від передавання шуму всередині вагона через трубчасті вертикальні дверні стійки, встановлені в рамі кузова, а також через тамбур. І низка інших питань, які виникали при проектуванні нових вагонів, серед яких встановлення кондиціонування повітря і водопостачання, над якими працював професор М.В. Винокуров, але цю тему буде розкрито в наступній статті, присвяченій вагому внеску цього видатного діяча науки і техніки.

### *Список використаних джерел та літератури*

1. Кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство». *Российский университет транспорта (МИИТ)*. URL : <https://www.miit.ru/portal/page/portal/miit/divs/hist> (дата звернення : 15.05.2019).
2. История АО «ВНИИЖТ». URL : <https://www.vniizht.ru/index.php?id=87> (дата звернення : 17.05.2019).
3. Історія кафедри вагони і вагонне господарство. *Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)*. URL : <https://diit.edu.ua/faculty/meh/kafedra/vtvg/history> (дата звернення : 17.05.2019).
4. Винокуров М. В. К вопросу проектирования новых пассажирских вагонов. *Техника железных дорог*. 1946. № 2–3. С. 7–12.
5. Degbi i Senkey. *The Electrician*. 1930. No. 74. P. 35–37.
6. Mallok. *Board of Trade Repport*. 1930. Ap. 5. P. 10.
7. Reyher and Mayster. *Forschung aus dem Gebiete des Ingenieurwesens*. 1931, No. 2. P. 23 ; 1933. No. 4. P. 36 ; 1935. No. 3 P. 50.
8. Марье Г. Взаимодействие пути и подвижного состава. Москва : Госжелдориздат, 1933. 338 с.
9. Hizm Hilzingen. *Railway Age*. 1936. No. 6. P. 55–57.
10. Henderson. *Bulletin I'Ass. Int. Congr. Des Chemins de fer*. 1932. No. 1–3. P. 43–49.
11. Lutteroth. *Org. Fortschr. Eisenbahn*. 1932. Heft 2–3. P. 21–24.
12. . *Railway Age*. 1945. No. 13/1 : Railway Purchases and Stores. P. 63–74.
13. Вагоны / под ред. М. В. Винокурова. Москва : Трансжелдориздат, 1953. 704 с.

14. Устяк Н. В. Внесок вчених та інженерів у розвиток вагонобудування. *Емінак*. 2018. Т. 1. С. 141–145.

## References

1. *Kafedra «Vagony i vagonnoe khozyajstvo» MIIT* [Russian University of Transport]. <https://www.mii.ru/portal/page/portal/miit/divs/hist> (last accessed : 15.05.2019). [in Russian].
2. *Istoriya AO «VNIIZhT»* [All-Union Scientific Research Institute of Railway Transport]. <https://www.vniizht.ru/index.php?id=87> (last accessed : 17.05.2019). [in Russian].
3. *Istoriia kafedry vahony i vahonne hospodarstvo DNUZT* [Sait Dnipropetrovsk National University of Railway Transport the name of academician V. Lazaryan]. <https://diit.edu.ua/faculty/meh/kafedra/vtvg/history> (last accessed : 17.05.2019). [in Ukrainian].
4. Vunokurov, M. V. (1946). *K voprosy proektirovaniya novux passazhirskux vagonov* [Railway Technology]. 2–3. P. 7–12. [in Russian].
5. Degbi and Senkey (1930). *The Electrician*. 74. 35–37. [in English].
6. Mallok (1930). *Board of Trade Repport*. 5. 10. [in English].
7. Reyher and Mayster (1931 ; 1933 ; 1935). *Forschung aus dem Gebiete des Ingenieurwesens*. 2, 23 ; 4, 36 ; 3, 50. [in English].
8. Marie, G. (1933). *Vzaimodejstvie puti i podvizhnogo sostava* [The interaction of the track and rolling stock]. Moskow : Goszheldoridat, 338. [in Russian].
9. Hizm Hilzingen (1936). *Railway Age*. 6. 55–57. [in English].
10. Henderson (1932). *Bulletin I'Ass. Int. Congr. Des Chemins de fer*. 1–3. 43–49. [in French].
11. Lutteroth (1932). *Org. Fortschr. Eisenbahn*. 2–3. 21–24. [in Germany].
12. Neystrom (1945). *Railway Age*. 13/1 : *Railway Purchases and Stores*. 63–74. [in English].
13. Vinokurov, M. V. ed. (1953). *Vagonyi* [Wagons]. Moskow : Transzheldorizdat, 704. [in Russian].
14. Ustyak, N. V. (2018). *Vnesok vchenux ta inzheneriv u rozvutok vagonobuduvannya* [Vnesok vchenykh ta inzheneriv u rozvytok vahonobuduvannya]. *Eminak*. 1. 141–145. [in Ukrainian].

**Рецензент:**

*Кланчук С.М., д.і.н., проф.*

*Надійшла до редакції 14.06.2019 р.*