

А.Н. Конкыбаева¹, К.Т. Шеров^{2*}, Е.Б. Иманбаев³, С.О. Тусупова⁴,
А.Е. Окимбаева⁵, Н.Ж. Карсакова⁶

^{1,2}Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
Астана, Казахстан

³ТОО «Электровоз курастыру зауыты», Астана, Казахстан

⁴Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан

^{5,6}Карагандинский технический университет им. А. Сагинова, Караганда, Казахстан
E-mail: Arai_janaarka@mail.ru, shkt1965@mail.ru, y.imanbayev@gmail.com, suleeva.s@
inbox.ru, erkinovna89@mail.ru, karsakova-87@mail.ru

Исследование влияния качества ремонтно-восстановительных работ на эффективность работы городского пассажирского транспорта

Аннотация. В данной статье приводятся результаты исследования работы городского пассажирского транспорта (ГПТ) в условиях густонаселенных городов Республики Казахстан, в частности г. Астана и г. Караганда. А также состояние ремонтно-восстановительного производства автобусных парков (АП) и её влияние на качество организации и эффективности ГПТ. В результате исследования было выявлено, то что одной из неисправностей, которая носит циклический характер является износ бугелей ступицы заднего моста ходовой части автобусов, в частности автобусов марки IVECO, которые составляют большую долю подвижного состава. Установлено, что неисправность узла ходовой части отрицательно влияет на уровень технической готовности и коэффициента выхода на линию подвижного состава, а также на уровень безопасности движения на дорогах.

Была исследована технология ремонта и восстановления изношенных деталей бугеля ступицы заднего моста ходовой части автобусов марки IVECO в условиях АП. Выявлено, что, существующая в АП технология ремонта ступиц восстановлением бугелей несовершенна, в связи с чем межремонтный пробег недостаточно велик.

Для решения данной проблемы необходима разработка новой технологии ремонта и восстановления изношенных бугелей ступицы, обеспечивающая высокую твердость и износостойкость восстановленных поверхностей.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, ремонтно-восстановительная работа, задний мост, ступица, бугель, износостойкость

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2023-145-4-124-134

1. Введение

Развитие пассажирских автотранспортных перевозок является одним из важнейших условий повышения уровня социально-экономического развития страны и обеспечения устойчивого развития регионов. Такое существенное влияние обусловлено преимуществами автотранспорта по сравнению с другими видами транспорта – его высокой маневренностью и подвижностью, доступностью, необходимостью меньших капитальных вложений в строительство инфраструктуры и др [1].

В работе [1] также отмечается, что на долю Республики Казахстан (РК) приходится 2% поверхности земного шара, 6,1% - Азии и тем самым Республика Казахстан является

одним из наиболее малонаселенных регионов в мире (6,2 человека на 1 кв. км), роль пассажирского автомобильного транспорта для Казахстана, занимающий огромную территорию, приобретает особое значение. Вопросам перевозки пассажиров с использованием пассажирского автомобильного транспорта также особое внимание уделяется и в зарубежных странах [2,3,4].

В условиях географической структуры расположенности населенных пунктов Казахстана, пассажирский автомобильный транспорт является основным видом транспорта в перевозочном процессе, так как на его долю приходится 98 % объема перевозок от общего объема перевозок всеми видами транспорта [1].

Было исследовано состояние пассажирских перевозок в 5 крупных городах Казахстана (Астана, Алматы, Караганда, Шымкент, Актобе) с населением более 500 тысяч человек и было выявлено, что 92-99% объема перевозки пассажиров осуществляется автобусами [5]. Также было установлено, что на эффективность работы автобусного подвижного состава, наряду с другими показателями, оказывают существенное влияние и уровень качества организации и выполнения ремонтно-восстановительных работ в условиях отечественных автопредприятий.

Результаты исследования выполненные в работах [6,7,8] также показывают, что наибольшее число отказов (до 80%) обусловлено процессами изнашивания или комплексными причинами, где изнашивание играет доминирующую роль. Большинство поступивших в ремонт деталей выбраковываются вследствие износа рабочих поверхностей, составляющего не более 1% исходной массы детали [6,7].

В связи с этим работа, направленная для исследования данного вопроса, является актуальной.

2. Основная часть

Было проведено исследование по данному вопросу в условиях АП №1 г. Астаны. В АП №1 имеются 502 городских автобусов (12м и 18м), работающих на 46 маршрутах и 80 пригородных автобусов на 25 маршрутах, которые выпущены в 2014 году. Городские маршруты обслуживают автобусы: 1, 1А, 3, 4, 4А, 5, 5А, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 15А, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 22А, 23, 24, 25, 29, 29А, 30, 32, 35, 36, 40, 41, 43, 44, 45, 54, 60, 61, 71, 72, 73, 80, 120, 120А, 121.

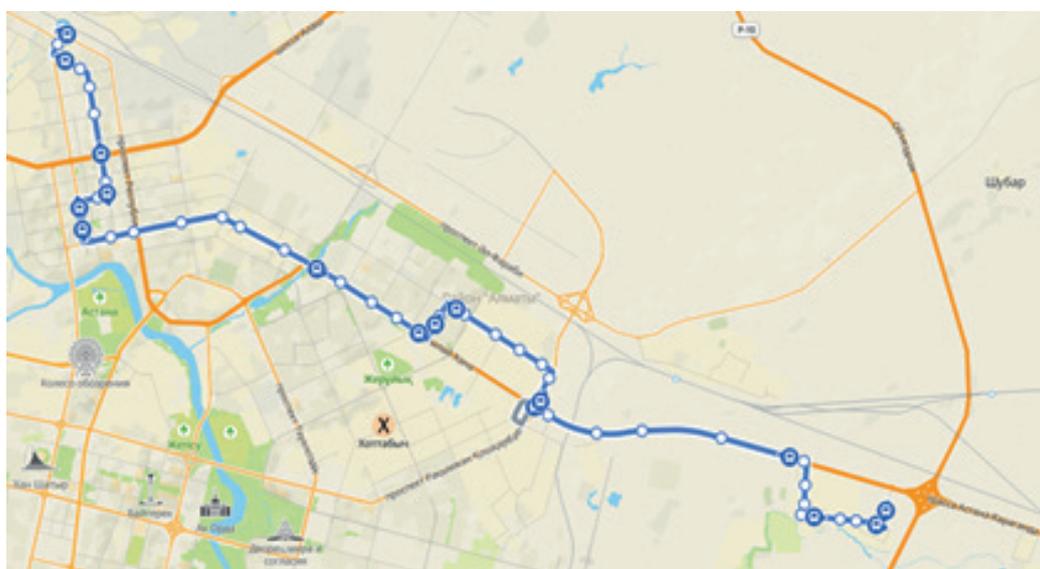
А пригородные маршруты обслуживают автобусы: 300, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 326, 327.

На рисунке 1 показаны автобусы и микроавтобусы марки IVECO, которые составляют большую долю подвижного состава АП №1.

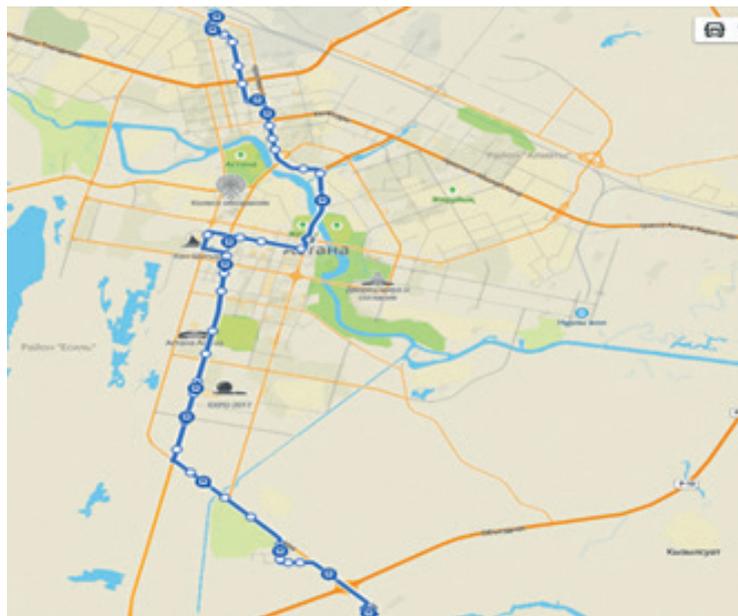


Рисунок 1 – Автобусы и микроавтобусы марки IVECO

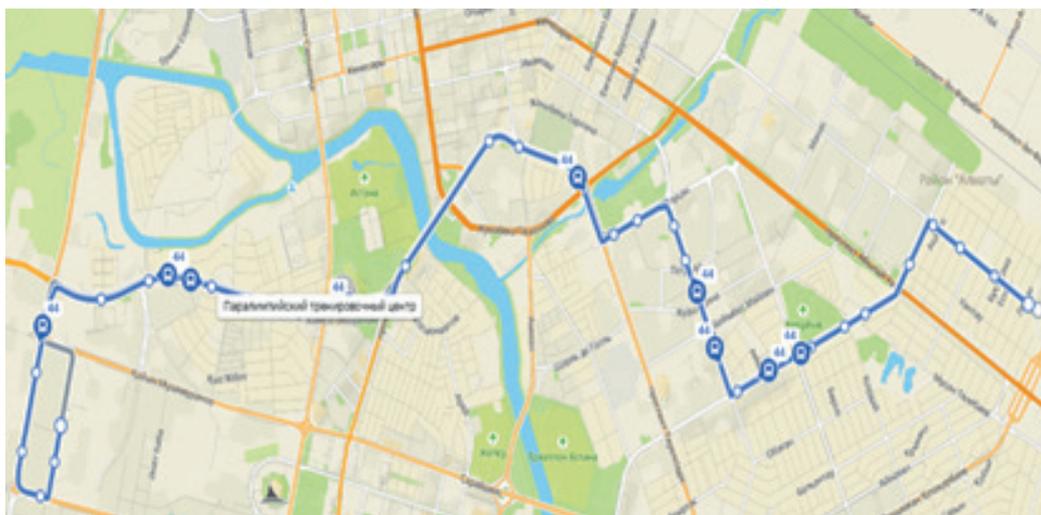
На рисунке 2 показаны схемы некоторых городских маршрутов г. Астаны.



а)



б)



в)

а - схема маршрута №9; б - схема маршрута №10; в - схема маршрута №44

Рисунок 2 - Схемы некоторых городских маршрутов г.Астаны

В таблице 1 приводятся основные показатели некоторых городских маршрутов г. Астаны.

Таблица 1 - Основные показатели некоторых городских маршрутов г. Астаны

№ Маршрута	Основные показатели					
	Конечные остановки и время курсирования	Интервал во время час пик, мин	Протяженность 1 оборота, км	Количество оборотов в раб. / вых. дни	Время оборота, мин	Количество автобусов в раб. / вых. дни
9	Старый вокзал – Детский сад «Даурен» (6:30–21:50)	6 – 20	44	104 / 70	150	21 / 13
10	Старый вокзал – Международный аэропорт (6:20 – 22:00)	5 – 15	51	120 / 92	140	24 / 17
44	ЖК «Жағалау-3» – Гипермаркет «Строй Март» (06:15–21:10)	8 – 20	32	73 / 63	119	12 / 10

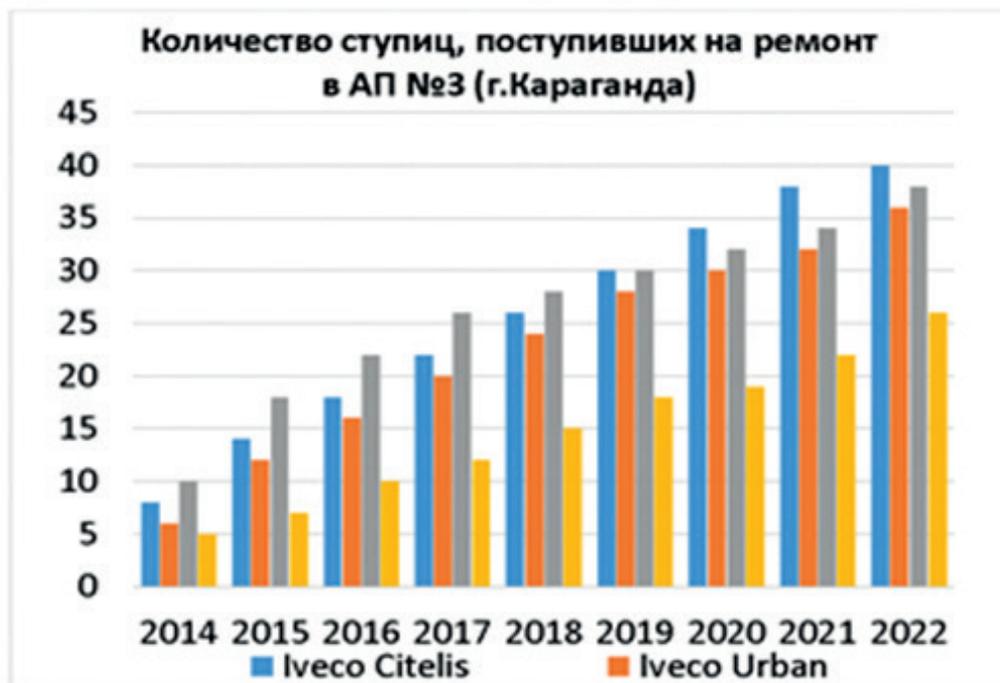
АП №1 имеет ремонтную базу, которая включает крытый гараж-бокс для хранения и ремонта подвижного состава вместимостью 400 ед., зону с ямами, сварочный цех, слесарный токарный цех, склады для хранения з/ч. В ремонтной базе производится ремонт и восстановление деталей и узлов автобусов, в частности автобусы марки Iveco Citelis, Iveco Urban, Iveco Cross Way.

В результате исследования было выявлено, что одной из неисправностей, которая носит циклический характер является износ бугелей ступицы заднего моста ходовой части автобусов. Износу подвергаются бугели ступицы, служащие опорой для диска колеса при затяжке колесных гаек. При ослаблении затяжки гаек диск обретает свободный ход и ударными нагрузками, сопровождающимися трением, начинает стирать бугели. Такое состояние проблемы выявлены также и в других АП крупных городов РК.

На рисунке 3 приводятся результаты исследования в условиях АП городов Астана и Караганда.



а)



б)

а – АП №1 г. Астана; б – АП №3 г. Караганда

Рисунок 3 - Результаты исследования в условиях АП городов Астана и Караганда

Данный вид неисправности периодический часто появляется у автобусов марки IVECO, в частности большинство из них является сочлененными с длиной 18 м.

Неисправность узла ходовой части отрицательно влияет на уровень технической готовности и коэффициента выхода на линию подвижного состава, а также на уровень безопасности движения на дорогах.

Если учесть, что ежедневно городские автобусы марки IVECO совершают пробег в среднем 250 км с протяженностью маршрутов 23-62 км, то при возникновении неисправности своевременная замена затруднительна или вовсе невозможна.

По данным автобусных парков, ежегодно у более 4 % автобусов возникает поломка задней ступицы. В отличие от передней ступицы, на заднюю приходится вдвое больший вес автобуса, что приводит к ее быстрому износу при ослаблении колесных гаек.

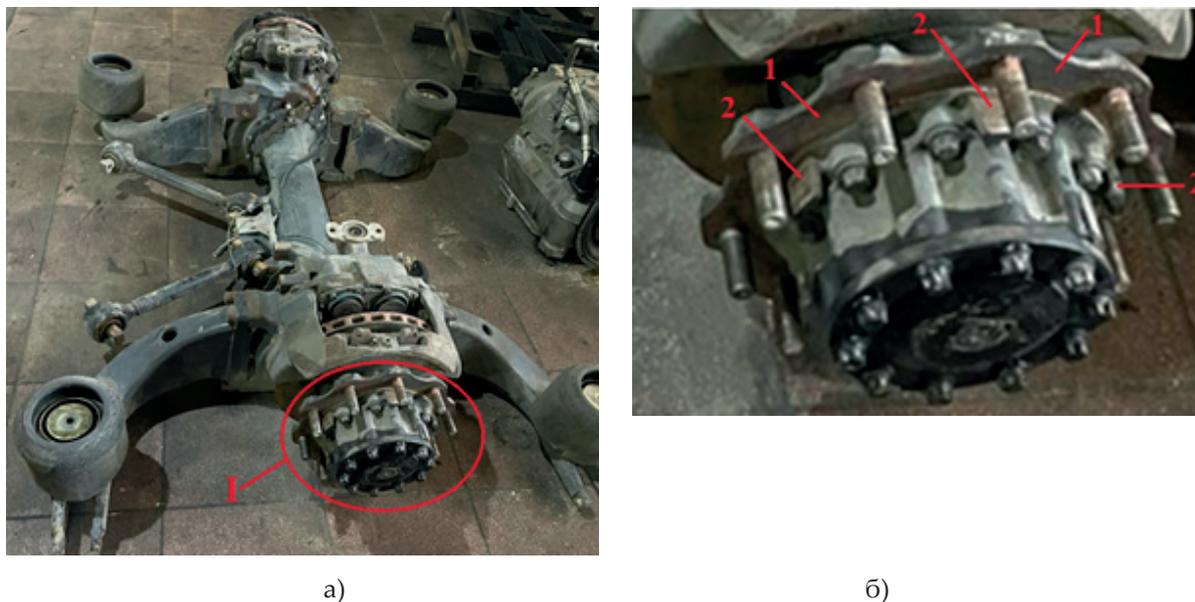
Ступица (передняя и задняя) ходовой части автобуса является основной деталью узла, которая испытывает большие нагрузки. Она соединяет колесо и подвеску автобуса. К ступице крепятся колесо, тормозные диски (или барабаны), различные датчики (скорости, ABS, управления и другие технические показатели). От исправности данной детали зависит безопасность дорожного движения.

Ступица колеса является одной из дорогостоящих деталей автобуса. Стоимость новой детали – от 200 тыс. тенге.

В связи с относительно высокой стоимостью ступицы заднего моста, предприятию выгоднее ремонт и восстановление изношенных бугелей ступицы заднего моста нежели покупка целой ступицы. Так как её покупка приводит к большим затратам связанные с заказом, доставкой и высокой стоимостью, кроме этого уходит больше времени (3-6 месяцев) для получения заказа, что увеличивает время простоя автобуса.

3. Результаты и обсуждения

На рисунке 4 показан задний мост автобуса марки IVECO.



а – задний мост; б – выноска I; 1 – ступица заднего моста; 2 – изношенные бугеля ступицы

Рисунок 4 – Задний мост автобуса марки IVECO

На рисунке 5 показана ступица заднего моста автобуса марки IVECO с изношенными бугелями.



а,б – ступицы с изношенными бугелями;  - указаны изношенные поверхности бугелей

Рисунок 5 - Ступица заднего моста автобуса марки IVECO с изношенными бугелями

На ускорение износа бугеля ступицы, как показала практика, влияют три фактора: попадание влаги на колесные гайки, недостаточный момент затяжки этих гаек и конструктивные особенности ступицы (форма и количество бугелей).

Первый фактор в условиях города является в большей степени погодным и климатическим. Второй фактор – человеческий, зависит от прилежности ремонтных рабочих и уровня технического контроля. А третий фактор закладывается на заводе изготовителе и никак не поддается воздействию при эксплуатации автобусов.

В практике автобусного парка № 1 бывали случаи, когда колесный диск даже выпадал со ступицы и автобус терял устойчивость и управляемость. Это в свою очередь угрожает безопасности пассажиров и других участников дорожного движения. Поэтому исправность узлов ходовой части автобусов имеет первостепенную важность.

В условиях АП №1 (г. Астана) разработана технология ремонта и восстановления изношенных деталей бугеля ступицы заднего моста ходовой части автобусов марки IVECO. Однако существующая в автопредприятии технология ремонта ступиц восстановлением бугелей несовершенна, поэтому межремонтный пробег недостаточно велик.

Технология состоит из следующих основных операций: подготовка поверхностей бугелей для нанесения наплавки, наплавка изношенных поверхностей бугелей, механическая обработка наплавленных поверхностей бугелей под рабочий размер. Наплавка осуществляется методом ручной дуговой сварки и рекомендуется использование электродов J422 (E 4303) производства Республики Китай, а также электроды ЭР-5 и УОНИ 13/55 производства Павлодарского электродного завода (Казахстан). Наплавки выполненные электродом J422 (E 4303) обладают меньшей износостойкостью, чем наплавки выполненные электродами ЭР-5 и УОНИ 13/55. При этом для восстановления бугелей используются электроды J422 (E 4303). Так как наплавки, полученные электродами ЭР-5 и УОНИ 13/55, имеют высокую твердость (и износостойкость) из-за чего сложно поддаются механической обработке или во все не поддаются. Данная проблема препятствует производству АП использование наплавочных материалов (электродов) более высокой твердостью и износостойкостью. Решение её требует разработку специальной технологии механической обработки для условий производства АП, которая позволит использование наплавочных материалов (электродов) с более высокой твердостью и износостойкостью.

4. Выводы

Результаты исследования проведенные в условиях АП №1 (г. Астана) и №3 (г. Караганда) показали, что несмотря на развитие различных видов транспорта, на сегодня в городах Казахстана автобусы являются основным видом транспорта, осуществляющие регулярные массовые пассажирские перевозки.

Выявлено, что по данным автобусных парков, ежегодно у более 4 % автобусов возникает поломка задней ступицы связанная с преждевременным износом бугелей, которая отрицательно влияет на эффективность работы городского пассажирского транспорта. Существующая в условиях АП технология ремонта и восстановления изношенных бугелей ступицы заднего моста автобусов марки IVECO не обеспечивает требуемой твердости и износостойкости. Данное состояние проблемы диктует необходимость разработки новой технологии ремонта и восстановления изношенных бугелей ступицы, обеспечивающее высокую твердость и износостойкость наплавленных поверхностей.

Список литературы

1. Лавриненко Ю.И., Алигужинов С.К., Аманбаев С.Ш. и др. Исследование состояния автотранспортных перевозок пассажиров в международном и межобластном сообщениях, анализ путей развития и разработка рекомендаций по решению проблем. Отчёт по выполнению проекта.

Союз автотранспортников Республики Казахстан (КАО). Корпоративный фонд «KAZLOGISTICS» - Алматы – 2021, 149 с. <https://kazlogistics.kz/ru/research/7>

2. Menno Yap, Oded Cats (2022) Analysis and prediction of ridership impacts during planned public transport disruptions. Journal of Public Transportation. Volume 24, 2022, 100036. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpubtr.2022.100036>

3. Alvaro Rodriguez-Valencia, Hernan Alberto Ortiz-Ramirez, Willis Simancas, Jose Agustin Vallejo-Borda (2022) Understanding transit user satisfaction with an integrated bus system. Journal of Public Transportation Volume 24, 2022, 100037. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpubtr.2022.100037>

4. Weinstein, A. (2000) Customer satisfaction among transit riders: how customers rank the relative importance of various service attributes. Transp. Res. Rec. 1735, 123–132. DOI: <https://doi.org/10.3141/1735-15>

5. Статистика регионов РК. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. режим доступа: <https://new.stat.gov.kz>.

6. Зиновьев В.Е. Повышение сроков службы восстановленных деталей ходовой части подвижного состава. Автореферат дис. кандидат технических наук: 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация. Ростов-на-Дону. 1999. 22 с.

7. Шлапоберский А.А. Методика повышения долговечности узлов трения ходовой части автотранспортных средств на основе композиционных материалов. / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта - Санкт-Петербург, «Изд-во.: Санкт-Петербургский ГАСИ, 2020, 21с.

8. Шатерников М.В. Повышение эффективности ремонтного обслуживания дизелей автомобилей, работающих в условиях карьеров / Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта – Орел, «Приокский государственный университет», 2016, 20с.

Қалалық жолаушылар көлігінің жұмыс тиімділігіне жөндеу-қалпына келтіру жұмыстары сапасының әсерін зерттеу

А.Н. Конкыбаева¹, К.Т. Шеров^{2*}, Е.Б. Иманбаев³, С.О. Тусупова⁴, А.Е. Окимбаева⁵, Н.Ж. Карсакова⁶

^{1,2}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

³«Электровоз құрастыру зауыты» ЖШС, Астана, Қазақстан

⁴Торайғыров университеті, Павлодар, Қазақстан

^{5,6}А. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада Қазақстан Республикасының халқы тығыз орналасқан қалалары, атап айтқанда Астана және Қарағанды қалаларының жағдайларында қалалық жолаушылар көлігінің (ҚЖК) жұмысын зерттеу нәтижелері келтіріледі. Сондай-ақ, автобус парктерінің (АП) жөндеу, қалпына келтіру өндірісінің жай-күйі және оның ҚЖК жұмысын ұйымдастыру сапасы мен тиімділігіне әсері де зерттелген. Зерттеу нәтижесінде циклдік сипаттағы ақаулардың бірі автобустардың жүріс бөлігінің артқы көпірінің күпшек тетігінің бүгелдерінің тез тозуы екендігі анықталды, атап айтқанда осы мәселе жылжымалы құрамның үлкен үлесін құрайтын IVECO маркалы автобустарда көп кездесетіні мәлім болды. Жүріс бөлігі түйінінің дұрыс жұмыс жасамауы техникалық дайындық деңгейіне және жылжымалы құрам желісінің шығу коэффициентіне, сондай-ақ жолдардағы қозғалыс қауіпсіздігінің деңгейіне теріс әсер ететіні анықталды. АП жағдайында IVECO маркалы автобустардың жүріс бөлігінің артқы көпір күпшегінің тозған бөлшектерін жөндеу және қалпына келтіру технологиясы зерттелді.

Нәтижеде АП жағдайында қолданылатын күпшек тетігінің бүгелдерін қайта қалпына келтіру технологиясы жетілдірілмегендігі және қойылған талаптарға сай емес екендігі айқындалды. Бұл мәселені шешу үшін қалпына келтірілген беттердің жоғары қаттылығы мен тозуға төзімділігін толығымен қамтамасыз ете алатын, күпшек бүгелдерін жөндеу және қайта қалпына келтірудің жаңа технологиясын әзірлеу қажет.

Кілтті сөздер: қалалық жолаушылар көлігі, жөндеу-қалпына келтіру жұмыстары, артқы көпір, күпшек, бүгель, тозуға төзімділік.

Research of the influence of the quality of repair and restoration works on the efficiency of urban passenger transport

A.N. Konkybaeva¹, K.T. Sherov^{2*}, Ye.B. Imanbaev³, S.O. Tussupova⁴, A.E. Okimbaeva⁵,
N.Zh. Karsakova⁶

^{1,2}Kazakh Agrotechnical Research University named after. S. Seifullina, Astana, Kazakhstan

«³Electric locomotive kurastyru заууыты» LLP, Astana, Kazakhstan

⁴Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

^{5,6}Karaganda Technical University named after. A. Saginova, Karaganda, Kazakhstan

Annotation. This article presents the results of a study of the work of urban passenger transport (UPT) in the conditions of densely populated cities of the Republic of Kazakhstan, in particular Astana and Karaganda. As well as the state of the repair and restoration production of bus fleets (BF) and its impact on the quality of the organization and efficiency of the UPT. As a result of the study, it was revealed that one of the malfunctions, which is cyclical in nature, is the wear of the hub lugs of the rear axle of the chassis of buses, in particular IVECO buses, which make up a large proportion of rolling stock. It is established that the malfunction of the chassis assembly negatively affects the level of technical readiness and the coefficient of access to the rolling stock line, as well as the level of traffic safety on the roads.

The technology of repair and restoration of worn parts of the hub of the rear axle of the chassis of IVECO buses in the conditions of the BF was investigated. It was revealed that the existing technology of hub repair in the BF by restoring the lugs is imperfect, and therefore the inter-repair mileage is not large enough.

To solve this problem, it is necessary to develop a new technology for repairing and restoring worn hub lugs, which ensures high hardness and wear resistance of the restored surfaces.

Keywords: urban passenger transport, repair and restoration work, backside, hub, lugs, wear resistance.

References

1. Lavrinenko Yu.I., Aliguzhinov S.K., Amanbaev S.Sh. etc. Study of the state of road transport of passengers in international and interregional communications, analysis of development paths and development of recommendations for solving problems. Project implementation report. Union of Motor Transport Workers of the Republic of Kazakhstan (KAO). Corporate Foundation "KAZLOGISTICS" - Almaty – 2021, 149 p. <https://kazlogistics.kz/ru/research/7>
2. Menno Yap, Oded Cats (2022) Analysis and prediction of ridership impacts during planned public transport disruptions. *Journal of Public Transportation*. Volume 24, 2022, 100036. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpubtr.2022.100036>
3. Alvaro Rodriguez-Valencia, Hernan Alberto Ortiz-Ramirez, Willis Simancas, Jose Agustin Vallejo-Borda (2022) Understanding transit user satisfaction with an integrated bus system. *Journal of Public Transportation* Volume 24, 2022, 100037. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpubtr.2022.100037>
4. Weinstein, A. (2000) Customer satisfaction among transit riders: how customers rank the relative importance of various service attributes. *Transp. Res. Rec.* 1735, 123–132. DOI: <https://doi.org/10.3141/1735-15>
5. Statistics of the regions of the Republic of Kazakhstan. Bureau of National Statistics Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. access mode: <https://new.stat.gov.kz>.
6. Zinoviev V.E. Increasing the service life of restored parts of rolling stock chassis. Abstract of thesis. Candidate of Technical Sciences: 05.22.07 - Railway rolling stock, train traction and electrification. Rostov-on-Don. 1999. 22 p.
7. Shlapobersky A.A. Methodology for increasing the durability of friction units of the chassis of vehicles based on composite materials. / Abstract of the dissertation for the scientific degree of Candidate of Technical Sciences in specialty 05.22.10 – Operation of road transport - St. Petersburg, "Publishing house: St. Petersburg GASI, 2020, 21 p.
8. Shaternikov M.V. Increasing the efficiency of repair maintenance of diesel engines of cars operating in quarries / Abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.22.10 - Operation of road transport - Orel, "Prioksky State University", 2016, 20 p.

Сведения об авторах:

А.Н. Конкыбаева – магистр технических наук, докторант, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, пр. Женис 62, Астана, Казахстан.

К.Т. Шеров – доктор технических наук, профессор, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, пр. Женис 62, Астана, Казахстан.

Е.Б. Иманбаев – доктор PhD, Директор по качеству сервисного проекта, ТОО «Электровоз курастыру зауыты», Индустриальный парк, Улица А184, строение 10, Астана, Казахстан.

С.О. Тусупова – доктор PhD, старший преподаватель, Торайгыров университет, ул. Ломова 64, Павлодар, Казахстан.

А.Е. Окимбаева – магистр технических наук, старший преподаватель, Карагандинский технический университет имени А. Сагинова, пр. Н. Назарбаева 56, Караганда, Казахстан.

Н.Ж. Карсакова – магистр технических наук, старший преподаватель, Карагандинский технический университет имени А. Сагинова, пр. Н. Назарбаева 56, Караганда, Казахстан.

А.Н. Қонқыбаева – техника ғылымдарының магистрі, докторант, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Жеңіс даңғылы 62, Астана, Қазақстан.

К.Т. Шеров – техника ғылымдарының докторы, профессор, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Жеңіс даңғылы 62, Астана, Қазақстан.

Е.Б. Иманбаев – PhD докторы, Қызметтік жобаның сапа бойынша директоры, «Электровоз курастыру зауыты» ЖШС, Индустриальдық паркі, А184 көшесі, 10 құрылыс, Астана, Қазақстан.

А.Е. Окимбаева – техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, А. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Н. Назарбаев даңғылы 56, Қарағанды, Қазақстан.

Н.Ж. Карсакова – техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, А. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Н. Назарбаев даңғылы 56, Қарағанды, Қазақстан.

A.N. Konkubayeva – Master of Technical Sciences, doctoral student, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, 62 Zhenis Ave., Astana, Kazakhstan,

K.T. Sherov – Doctor of technical sciences, professor, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, 62 Zhenis Ave., Astana, Kazakhstan.

Ye.B. Imanbaev – PhD, Director for Service Project Quality, «Electric Locomotive Kurastyru Zauyty» LLP, Industrial Park, Street A184, building 10, Astana, Kazakhstan.

S.O. Tussupova – PhD, senior lecturer, Toraigyrov University, st. Lomova 64, Pavlodar, Kazakhstan.

A.E. Okimbayeva – Master of technical sciences, senior lecturer, A. Saginov Karaganda Technical University, 56 N. Nazarbayev Ave., Karaganda, Kazakhstan.

N.Zh. Karsakova – Master of Technical Sciences, senior lecturer, Karaganda Technical University named after A. Saginov, 56 N. Nazarbayev Ave., Karaganda, Kazakhstan.