

ТРАНСПОРТ ТА ЛОГІСТИКА

УДК 656.136

©Парунакян В.Э.¹, Жилинков А.А.²

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ГОТОВНОСТИ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ НА ПЕРЕВОЗКАХ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ

В статье рассмотрены теоретические основы и приведен анализ факторов, влияющих на эффективность эксплуатации большегрузных автопоездов при перевозках металлопродукции. Предложены приоритетные пути повышения эксплуатационной готовности парка автопоездов.

Ключевые слова: мультимодальные перевозки, эксплуатационная готовность, парк автопоездов, условия эксплуатации.

В. Е. Парунакян, О. О. Жилинков. До питання підвищення експлуатаційної готовності великовантажних автопоїздів на перевезеннях металопродукції. У статті розглянуті теоретичні основи і приведений аналіз чинників, що впливають на ефективність експлуатації великовантажних автопоїздів при перевезеннях металопродукції. Запропоновані пріоритетні шляхи підвищення експлуатаційної готовності парку автопоїздів.

Ключові слова: мультимодальні перевезення, експлуатаційна готовність, парк автопоїздів, умови експлуатації.

V.E. Parunakyan, O.O. Zhilinkov. On the question of increase of operating readiness of heavy trucks for transportations of metal product. In the articles considered theoretical bases and resulted analysis of factors which influence on efficiency of exploitation of heavy lorry convoys at transportations of metal product. The priority ways of increase of operating readiness of park of lorry convoys are offered.

Keywords: multimodal transportation, operating readiness, park of lorry convoys, condition.

Постановка проблемы. В последние годы в регионах Украины, тяготеющих к морским портам, сложилась система мультимодальных перевозок экспортной металлопродукции, в которой значительное место занимает автомобильный транспорт.

При использовании автомобильного транспорта перевозка металлопродукции (слябов, стальных рулонов, листа в пачках и др.) осуществляется автомобильными поездами грузоподъемностью 25-30 т, состоящими из трехосных седельных тягачей и двух- либо трехосных полуприцепов различных моделей.

В целом ряде случаев перевозки металлопродукции осуществляются в городских условиях и характеризуются повышенными нагрузками (масса груза достигает 30 т), высокой интенсивностью (суточный объем до 240 т/сут, 8 ездов с пробегом до 350 км в сутки), сложными дорожными условиями (при длине маршрута 21 км на один груженный рейс продолжительностью 35-40 мин. приходится в среднем до 58 поворотов, 77 торможений и разгонов, 22 остановок, 180 переключений передач) [1].

Интенсивная эксплуатация в рассматриваемых условиях приводит к преждевременному (через 1-2 года) износу несущей системы (рамы) автопоездов, что увеличивает внеплановые простои и требует дополнительных трудовых и материальных затрат на ремонты. В результате существенно снижаются технико-эксплуатационные и технико-экономические показатели пар-

¹ д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» г. Мариуполь

² ст. преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

ка автопоездов.

Предварительная оценка показателей надежности показала, что в рассматриваемых условиях в несущих системах автопоездов возникают значительные статические и динамические нагрузки, превышающие предельные значения.

Существующий парк автопоездов практически не приспособлен для выполнения внешних перевозок металлопродукции в специфических дорожных и эксплуатационных условиях. Несоответствие конструктивных и эксплуатационных параметров подвижного состава условиям перевозок приводит к снижению уровня эксплуатационной готовности, производительности автопоездов и значительным материальным потерям. Без решения рассматриваемой проблемы преимущества автомобильного транспорта на перевозках экспортной металлопродукции будут утрачены [2].

Анализ последних исследований и публикаций. Научные работы и публикации последних лет авторов О. А. Бейгула, В. А. Буцынского, П. Д. Павленко и др. посвящены исследованиям прочностных характеристик несущих систем различных автотранспортных средств и направлены на совершенствование их конструкции и улучшения эксплуатационных свойств (снижение металлоемкости, увеличения квазистатической прочности, увеличения плавности хода и др.).

Вопросы повышения уровня эксплуатационной готовности большегрузных автопоездов при перевозке металлопродукции в сложных дорожных условиях в литературе не освещены и не рассматривались.

Цель статьи – обосновать и установить пути повышения эксплуатационной готовности большегрузных автопоездов на перевозках металлопродукции.

Изложение основного материала. Установлено, что вопросы повышения эффективности автомобильных перевозок металлопродукции, с использованием большегрузных автопоездов существующих типов, в первую очередь, связаны с необходимостью обеспечения их эксплуатационной готовности. При этом уровень эксплуатационной готовности определяется степенью приспособленности конструкции существующих типов автопоездов к условиям перевозок металлопродукции [3, 4].

Общая оценка факторного пространства показала, что условия эксплуатации большегрузных автопоездов в системе внешних перевозок металлопродукции существенно отличаются от обычных условий по многим параметрам. На эффективность эксплуатации подвижного состава оказывают наибольшее влияние следующие факторы: режимы движения, дорожные условия, схема размещения груза на подвижном составе, конструктивные особенности подвижного состава, условия и технология выполнения грузовых операций, параметры и свойства груза.

В формировании показателей эксплуатационной готовности доминирующую роль играет нагрузочный режим несущей системы автопоездов, который в свою очередь, определяется схемой размещения груза и режимами движения подвижного состава. Процесс формирования показателей эксплуатационной готовности большегрузных автопоездов показан на схеме (см. рис. 1).

Эксплуатационную готовность парка автопоездов при перевозке металлопродукции в рассматриваемых условиях целесообразно характеризовать двумя основными показателями – коэффициентом технической готовности α_B и коэффициентом использования грузоподъемности γ . Коэффициент технической готовности α_B характеризует готовность парка большегрузных автопоездов $\{A\}$ к перевозкам в течение периода времени $\{T\}$. Коэффициент γ характеризует степень использования средневзвешенной суммарной грузоподъемности всего парка большегрузных автопоездов.

Величина указанных коэффициентов определяется параметром напряженно-деформированного состояния несущей системы автопоездов – эквивалентным напряжением $\sigma_{экв}$. Эквивалентное напряжение характеризуется величиной статических ($\sigma_{ст}$) и динамических ($\sigma_{дин}$) напряжений, определяется суммарным действием различного рода нагрузок ($P_{ст}, P_{дин}$). В свою очередь, нагрузочный режим несущей системы автопоездов, определяется массой (M) и параметрами схем размещения груза (горизонтальная координата расположения

груза L), а также режимами движения (скорость V и ускорение $|a|$) при существующих дорожных условиях (D).

В общем виде постановка научной задачи записывается следующим образом:

- Имеется {система перевозок $\{S\}$, включающая в себя совокупность (парк) большегрузных автопоездов $\{A\}$, существующих дорожных условий $\{D\}$, условий выполнения грузовых работ $\{G\}$, осуществляющая перевозки груза $\{M\}$ в течение периода времени $\{T\}$.}

- Требуется {осуществить выбор параметров эксплуатационных факторов (схемы размещения груза $\{L\}$ и режимов движения подвижного состава $\{R\}$), обеспечивающих нормативный уровень показателей эксплуатационной готовности (коэффициент технической готовности $\{\alpha_T\}$ и коэффициент использования грузоподъемности $\{\gamma\}$) в установленный заводом-изготовителем период эксплуатации $\{T\}$ при наименьших затратах $\{C\}$.}

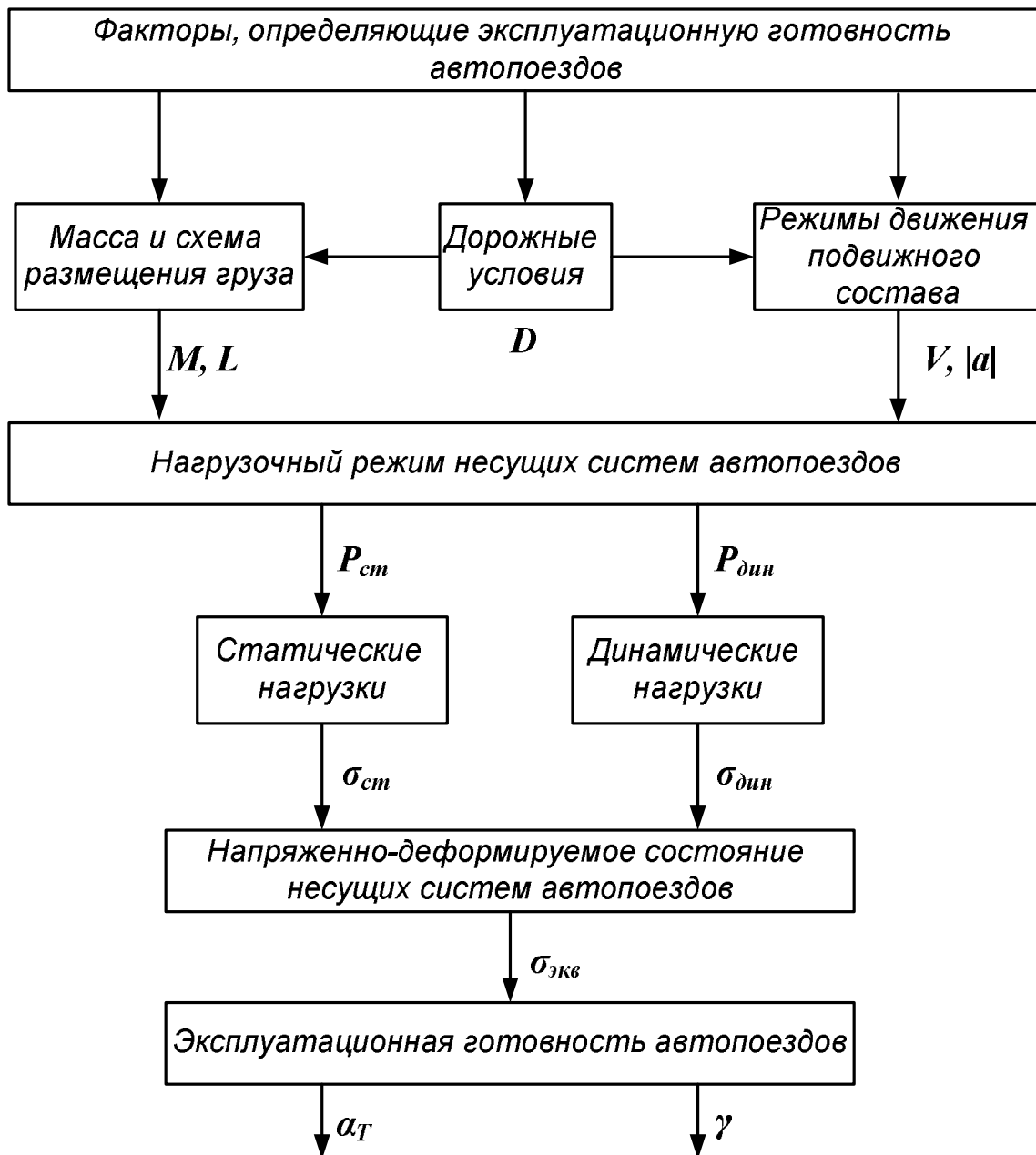


Рис. 1 – Структурная схема формирования показателей эксплуатационной готовности большегрузных автопоездов

На основе сформулированных выше условий и ограничений требуется найти такие значения l_i и $v_j, |a|_j$ областей L и R , при которых фактические эквивалентные нагрузки $\sigma_{эке}$ в несущей системе не будут превышать максимальных регламентируемых нагрузок $[\sigma]_{max}$ в течение установленного срока эксплуатации $T_{уст}$ в рассматриваемых существующих условиях D .

Обобщенная формализованная запись постановки научной задачи повышения эффективности эксплуатации парка большегрузных автопоездов будет иметь вид

$$\left. \begin{aligned} S &\Leftrightarrow \langle \{A\}; \{M\}; \{G\}; \{D\} \in \{L; R\} \rangle \\ \left\{ (\sigma_{cm_1}, \dots, \sigma_{cm_k}; \sigma_{din_1}, \dots, \sigma_{din_n}; \sigma_{эке_1}, \dots, \sigma_{эке_m}) \in S \right\} &\leq \sigma_{max} \\ \text{Найти } l_i \in L; v_j \in R; |a|_j \in R &\text{ для всех } (\sigma_{cm}, \sigma_{дин}, \sigma_{эке}) \leq \sigma_{max}, \\ \text{при } \gamma = 1, 0, \alpha_T = \alpha_T^H, T = T_{уст} &\text{ и } d_j \in D \end{aligned} \right\}. \quad (1)$$

Учитывая возможность оптимизации схем размещения груза и режимов движения, а также уровень затрат на данном этапе исследований, можно обозначить следующие приоритетные пути повышения эксплуатационной готовности подвижного состава:

- оптимизация схем размещения тяжеловесной металлопродукции на платформах большегрузных автопоездов;
- разработка оптимальных режимов движения большегрузных автопоездов в сложных дорожных условиях.

В основу решения научной задачи принята оптимизационная модель нахождения такого показателя функционирования парка большегрузных автопоездов, у которого критерием эффективности является минимум затрат (Z), включающих эксплуатационные затраты ($C_{эк}$) и затраты на перевозку ($C_{пер}$). Целевая функция модели принимает следующий вид

$$Z = \phi [C_{эк}; C_{пер}(\alpha_B; \gamma(\sigma_{эке}(\sigma_{cm}(l; m); \sigma_{\partial}(v; |a|(d)))))] \rightarrow \min \quad (2)$$

при ограничениях:

$$\left. \begin{aligned} \gamma = 1, 0; \alpha_T \geq \alpha_T^H, T = T_{уст}, m_i = m_{ном} \\ \sigma_{cm_i} \leq \sigma_{cm}^{max}, (i = 1, \bar{k}), \\ \sigma_{\partial_j} \leq \sigma_{\partial}^{max}, (j = 1, \bar{n}), \\ l_i \leq l_{онм}, (i = 1, \bar{k}), \\ v_j \leq V_{дон}, (j = 1, \bar{n}), \\ |a|_j \leq |a|_{дон}, (j = 1, \bar{n}), \\ d_j \leq D, (j = 1, \bar{n}) \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

где α_T^H - номинальный коэффициент технической готовности парка большегрузных автопоездов;

$\sigma_{cm}^{max}, \sigma_{\partial}^{max}$ - соответственно статические и динамические максимально-допустимые нагрузки (напряжения) установленные предприятием-изготовителем на конструкцию несущих систем автопоездов, кПа;

$m_i, m_{ном}$ - соответственно фактическая и номинальная масса груза, соответствующая максимальной грузоподъемности автопоезда, кг;

$l_i, l_{онм}$ - соответственно фактическая и оптимальная координата размещения груза на

платформе полуприцепа, м;

$v_j, V_{\text{доп}}$ - соответственно фактическая и допустимая для рассматриваемых перевозок скорость движения, установленная перевозчиком по условиям обеспечения безопасности дорожного движения, км/ч;

$|a|_i, |a|_{\text{доп}}$ - соответственно фактическая и допустимая величина ускорения (замедления) по условиям обеспечения безопасности дорожного движения, м/с²;

d_j - величина показателя дорожных условий, характеризующая их параметры.

Совершенствование схем погрузки с определением оптимальных координат расположения тяжеловесного груза на платформе автопоезда позволит существенно уменьшить величину изгибающих моментов и статических напряжений в несущей системе.

В свою очередь, разработка оптимальных режимов движения и установление требуемых величин скорости и ускорений, применительно к сложным дорожным условиям, позволит снизить величину динамических нагрузок (напряжений) в несущих системах большегрузных автопоездов.

Таким образом, снижение величин статических и динамических нагрузок уменьшит частоту возникновения переменных напряжений, превышающих допустимый предел, а также интенсивность накопления усталостных повреждений. То есть, величина эквивалентных напряжений ($\sigma_{\text{экр}}$), учитывающая нагрузки разного характера, должна удовлетворять условию [5]:

$$\sigma_{\text{экр}} \Rightarrow (\sigma_{\text{ст}} + \sigma_{\text{д}}) \leq \frac{\sigma_T}{k}, \quad (4)$$

где σ_T - предел текучести металла деталей рамы, МПа;

k - коэффициент безопасности конструкции рамы, устанавливаемый заводом-изготовителем.

Комплексное решение рассматриваемой проблемы по указанным направлениям позволит уменьшить количество отказов, объемы внеплановых ремонтов, продолжительность простоев, величину материальных и трудовых затрат, и тем самым обеспечить номинальную производительность и эксплуатационную готовность парка большегрузных автопоездов в течение всего установленного предприятием-изготовителем срока эксплуатации.

Дальнейшие исследования в вопросах повышения эксплуатационной готовности большегрузных автопоездов на перевозках металлопродукции будут посвящены разработке методов, моделей и алгоритмов оптимизации схем размещения металлопродукции большой массы на грузовых платформах и режимов движения большегрузных автопоездов в сложных дорожных условиях.

Выводы

1. На основе проведенного анализа и предварительных исследований теоретически обоснованы и установлены пути повышения эксплуатационной готовности большегрузных автопоездов на перевозках металлопродукции: оптимизация схем размещения груза и режимов движения.
2. Предложенные пути решения рассматриваемой проблемы требуют минимальных затрат на реализацию и являются приоритетными для обеспечения номинальных показателей использования большегрузных автопоездов на перевозках металлопродукции в сложных дорожных условиях.

Список использованных источников:

1. Парунакян В.Э. Оценка работоспособности серийных автопоездов на внешних перевозках металлопродукции / В.Э. Парунакян, А.А. Жилинков // Защита металлургических машин от поломки – Мариуполь: ГВУЗ «Приаз. гос. техн. ун-т», 2007. – Вып. № 10. – С. 220 – 226.
2. Жилинков А.А. Анализ отказов автопоездов на внешних перевозках металлопродукции / А.А. Жилинков // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту. Сер.: Технічні науки: Зб. наук. пр. – Мариуполь: ДВНЗ «Приаз. держ. техн. ун-т», 2008. – Вып. № 18. Ч.1. – С.241 – 243.
3. Жилинков А.А. Методика экспериментальных исследований процессов деформации несущей

системы автопоездов при перевозке металлопродукции / А.А. Жилинков, В.Э. Парунакян // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту/ Сер.: Технічні науки: Зб. наук. пр. – Маріуполь: ДВНЗ «Приаз. держ. техн. ун-т», 2009. – Вип. № 19. – С. 256-260.

4. Жилинков А.А. Оценка эффективности эксплуатации большегрузных автопоездов при перевозке металлопродукции / А.А. Жилинков // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту: Наук. Журнал – Донецьк, 2010, - Вип. № 1. - С. 18-25.

5. Гельфгат Д. Б. Рамы грузовых автомобилей / Д. Б. Гельфгат, В. А. Ошноков. – М. : Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1959. – 231 с.

Bibliography:

1. Parunakyan V.E. Estimation of working capacity of serial lorry convoys on external transportations of metal products / V.E. Parunakyan, A.A. Zhilinkov // Zashita metallurgicheskikh mashin ot polomok – Mariupol: GVUZ «Priaz. gos. tehn. un-t», 2007. – № 10. – P. 220 – 226. (Rus.)

2. Zhilinkov A.A. The analysis of refusals of lorry convoys on external transportations of metal products / A.A. Zhilinkov // Visnik Priazov. derzh. tehn. un-tu. Ser.: Tehnichni nauki: Zb. nauk. pr. – Mariupol: DVNZ «Priaz. derzh. tehn. un-t», 2008. – № 18. p.1. – P. 241 – 243. (Rus).

3. Zhilinkov A.A. Technique of experimental researches of processes of deformation of bearing system of lorry convoys by transportation metal products / A.A. Zhilinkov, V.E. Parunakyan // Visnik Priazov. derzh. tehn. un-tu. Ser.: Tehnichni nauki: Zb. nauk. pr. – Mariupol: DVNZ «Priaz. derzh. tehn. un-t», 2009. – Vip. № 19. – P. 256-260. (Rus).

4. Zhilinkov A.A. Estimation of efficiency of operation of supsize lorry convoys by transportation metal products / A.A. Zhilinkov // Visnik Donetskoj akademij avtomobilnogo transportu: Nauk. zhurnal – Donetsk, 2010, - Vip. № 1. - P. 18-25. (Rus).

5. Gelfgat D. B. Frames of lorries / D. B. Gelfgat, V. A. Oshnokov. – M.: Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdatelstvo mashinostroitelnoy literatury, 1959. – 231 p. (Rus)

Рецензент: В. В. Суглобов
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 21.11.2011

УДК 629.463: 669.1

©Губенко В.К.¹, Хара М.В.², Лямзин А.А.³

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПАРКА ВАГОНОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ РОСТА ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗОК

В статье рассмотрена проблема управления состоянием вагонных парков, связанная с необходимостью принятия решений в условиях цикловой динамики экономических процессов, характеризующаяся резкими скачками объемов производства, в связи с чем возникает необходимость разработки адаптационных методов и механизмов управления функционированием парка вагонов металлургического предприятия.

Ключевые слова: рабочий парк вагонов, уровень готовности, макроэкономическая динамика, объем перевозок.

¹ д-р техн. наук, профессор, Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь

² канд. техн. наук, доцент, Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь

³ канд. техн. наук, доцент, Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь