

УДК 347.763;656.13; 621.9

Е. П. Мельникова, д-р техн. наук, проф., **А. В. Калинин**, аспирант,
Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, ДНР
Тел./Факс: +38 (071) 3076236; E-mail: daatkav@mail.ru

АНАЛИЗ ВЫБОРА МЕХАНИЗМОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ ШТУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ОЦЕНКА ИХ ПРИМЕНИМОСТИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Выполнен анализ существующих моделей, методик расчета производительности работы механизмов транспортировки, применительно к перевозке штучных изделий машиностроения. Проанализировано влияние количественных и качественных технико-эксплуатационных показателей на производительность специализированных механизмов транспортировки при перевозке штучных изделий машиностроения.

Ключевые слова: штучные изделия, эффективность, производительность, затраты.

E. P. Melnikova, A. V. Kalinin

ANALYSIS OF MECHANISMS OF TRANSPORTATION OF UNIT MACHINERY AND ASSESSMENT OF THEIR APPLICABILITY IN INDUSTRIAL PROCESSES

The analysis of existing models, methods for calculating the performance of vehicles in relation to the transportation of piece of engineering products. Analyzed the influence of quantitative and qualitative technical and operational parameters on the performance of specialized vehicles for the carriage of a piece of machinery.

Keywords: engineering products, efficiency, productivity, costs.

Постановка проблемы.

Усовершенствование технологического процесса транспортировки и повышение качества транспортного обслуживания неразрывно связаны с широким внедрением прогрессивных технологий в организации технологического процесса. Для оценки эффективности технологических процессов необходимо проводить анализ и аттестацию используемых технологий. Прогрессивные технологические процессы должны основываться на практическом применении специализированных механизмов, в том числе универсальных контейнеров и специализированных механизмов с использованием дополнительного оборудования. Усовершенствование технических возможностей, направлено на повышение их производительности в технологическом процессе в сфере машиностроения, а также за счет повышения производительности работы механизмов транспортировки и сохранности изделий машиностроения.

Анализ последних исследований и публикаций.

Вопросу необходимости применения эффективных механизмов транспортировки для конкретного вида груза не уделяется должного внимания, что приводит к дополнительным транспортным издержкам. Оценка эффективности при выборе наиболее рациональных моделей механизмов транспортировки, выпускаемых промышленностью, необходима для достижения наилучших экономических показателей предприятий машиностроения и является основой эффективного планирования технологического процесса [1-9].

Основным недостатком предложенных методик относительно выбора механизма транспортировки при перевозке конкретного вида груза, является отсутствие более

детального изучения влияния параметров технологического процесса транспортировки на производительность работы. Учитывая тот фактор, что штучные изделия машиностроения в основном имеют средний и высокий статический и динамический коэффициент использования грузоподъемности, в перевозочном процессе перевозчики стремятся использовать дополнительное оборудование и технические средства, позволяющие максимизировать фактическую загрузку механизмов транспортировки и хранения с минимальными издержками с целью уменьшения себестоимости и увеличения производительности [1-5].

Таким образом, проанализировав и выделив преимущества и недостатки существующих критериев и методов оценки эффективности использования механизма транспортировки, в дальнейших исследованиях, в качестве инструмента критерия оптимальности для специализированного механизма или транспортного средства, будем анализировать производительность и себестоимость перевозки одной тонны груза при использовании специализированного транспортного средства.

Цель исследований. Проанализировать подходы относительно выбора рационального типа механизма транспортировки и его эффективного применения при перевозке штучных изделий машиностроения.

Изложение основного материала.

Машиностроительная продукция в первую очередь интересна своей комплексной составляющей. Предприятия машиностроения при производстве своей продукции объединяют изделия предприятия различных отраслей и на основе их выпускают свой авторский продукт. Можно сказать, что продукция машиностроительных предприятий суммирует в себе качественные характеристики изделий смежных отраслей и обрабатывая их производит свою продукцию со своим уровнем качества. Ведущую роль в качестве продукции этих предприятий играет оборудование на котором данная продукция выпускается, машиностроительная продукция. Следовательно, уровень качества продукции машиностроения объединяет в себе уровни качества продукции добывающих отраслей и непосредственно влияет на уровень качества продукции перерабатывающих отраслей. В связи с этим особый интерес вызывают факторы, которые могут повлиять на качество машиностроительной продукции у конечного потребителя, а именно технологический процесс транспортировки и хранения.

Для разрешения проблемы повышения производительности транспортных средств и выбора рациональных и оптимальных транспортных средств при перевозке штучных изделий, необходимо более глубоко рассматривать характер влияния не только качественных и количественных технико-эксплуатационных показателей механизма транспортировки характеризующие особенности технологического процесса, но и влияние экономических показателей, формирующих необходимые знания в области технологического процесса транспортировки с дальнейшим усовершенствованием и применением всевозможных устройств и механизмов, вплоть до изменения параметров грузового отсека механизма с технической и экономической точки зрения.

В своей работе [10] Говорущенко Н. Я. указывает на то, что многообразие дорожно-транспортных и других условий эксплуатации требует выбора и применения наиболее рационального типа подвижного состава по грузоподъемности, т.е. наиболее эффективной моделью транспортного средства принимается автомобиль, имеющий рациональную грузоподъемность. В [10] отмечается, что при выборе типа подвижного состава (одиночные бортовые автомобили определенной грузоподъемности, самосвалы, специализированные автомобили, автопоезда) необходимо учитывать род перевоз-

зимых грузов и мощность грузовых потоков, дорожные и климатические условия, срочность перевозок, производительность и себестоимость перевозок.

Лейдерман С. Р. в работе [11] также рекомендует производить выбор грузоподъемности автомобилей по себестоимости перевозок и с целью уточнения известной формулы себестоимости предлагает переменные расходы выражать линейной зависимостью, учитывающей грузоподъемность автомобиля. После соответствующих расчетов из автомобилей различной грузоподъемности выбирается тот автомобиль, который обеспечивает наименьшую себестоимость перевозок.

Особый интерес представляют исследования в области изучения эффективности использования автомобилей, проведенные Бронштейном Л. А., который установил, что для оценки эффективности применения различных типов подвижного состава в различных условиях эксплуатации необходимо связать эксплуатационно-технические и транспортно-эксплуатационные качества автомобиля по двум основным параметрам:

– динамичность автомобиля, т.е. определить, в какой степени возможности, заложенные в конструкцию автомобиля, реализуются в конкретных условиях эксплуатации (дорожные условия, нагрузка, расстояние перевозок и др.);

– экономичность автомобиля, т.е. определить зависимость основных эксплуатационных расходов от нагрузки, дорожных условий, скорости и режима движения.

Также известен метод сравнения автопоезда и автомобиля, бортового автомобиля и самосвала по производительности, где изучается вопрос характера и степени влияния параметров автопоезда и автомобиля, характеризующим главные показатели их работы: грузоподъемность, время погрузки или разгрузки, скорость движения. По мнению автора [1-7, 11-13] коэффициенты использования грузоподъемности γ и пробега β принимаются равными, так как возможность и диапазон их изменения для автопоезда и автомобиля в обычных условиях примерно одинаковы [2,3,12-15,18,19]. Данный метод сравнения автопоезда и автомобиля выглядит следующим образом при условии $Q^a_{год} \leq Q^T_{год}$:

$$\frac{q_n^a \cdot \gamma_c \cdot \beta_i \cdot V_m^a}{l_{в.г} + \beta_i \cdot V_m^a \cdot t_{н-р}^a} \leq \frac{q_n^m \cdot \gamma_c \cdot \beta_i \cdot V_m^m}{l_{в.г} + \beta_i \cdot V_m^m \cdot t_{н-р}^m}; \tag{1}$$

$$l_p \geq \frac{\beta_i \cdot V_m^a \cdot V_m^m \cdot (q_n^m \cdot t_{н-р}^m - q_n^a \cdot t_{н-р}^a)}{q_n^a \cdot V_m^a - q_n^m \cdot V_m^m}, км, \tag{2}$$

где, l_p – равноценное расстояние перевозки, км

q_n^a, q_n^T – номинальная грузоподъемность соответственно автомобиля, автопоезда, т;

γ_c – статический коэффициент использования грузоподъемности автомобиля, т;

β – коэффициент использования пробега за езду;

V_T^a, V_T^T – техническая скорость соответственно автомобиля и автопоезда, км/ч;

$l_{в.г}$ – расстояние груженой ездки, км;

$t_{н-р}^a, t_{н-р}^T$ – время погрузки-разгрузки соответственно автомобиля и автопоезда, ч.

Рассматривая формулы (1) и (2) данный метод сравнения имеет ряд допущений, а именно, в том, что включен статический коэффициент использования грузоподъемности автомобиля, а значит $t_{н-р}=f(\gamma_c)$, т.е. при возрастании γ_c увеличивается или уменьшается не только количество погрузочно-разгрузочных операций, но и фактическое время погрузки-разгрузки соответственно автомобиля и автопоезда, кроме этого коэффициент использования пробега и статический коэффициент использования грузоподъемности автомобиля функционально связаны. Между бортовым автомобилем и

самосвалом при условии $I_{г.е}=I_p$, то $Q^b \geq Q^c$, то при необходимости достигнуть максимальной производительности ПС область эффективного использования СПС можно оценить по равноценному расстоянию перевозки [2,3,5-9]:

$$L_p \geq [q_n(\Delta t_{n-p}/\Delta q_n) - t_{n-p}] V_t \beta_e, \text{ км} \tag{3}$$

где, Δt_{n-p} — время, на которое сокращается простой при выполнении погрузочно-разгрузочных работ на специализированном подвижном составе; Δq_n — величина снижения грузоподъемности специализированного подвижного состава по сравнению с универсальным механизмом транспортировки.

Анализируя формулу (3) данное преобразование имеет ряд допущений, а именно, использование специализированного механизма уже предполагает перевозку при механизированной разгрузки грузов первого класса y_c , а фактическая загрузка бортового автомобиля есть прямой зависимостью $t_{n-p}=f(q_n, y^a)$, т.е данный метод не имеет практического значения. При необходимости обеспечения минимальных затрат на перевозки следует автор рекомендует использовать критерий равноценной себестоимости [1,2-7]:

$$l_p \geq \frac{\frac{C_{пост} \cdot t_{n-p}}{q_n} - \frac{(C_{пост} + \Delta C_{пост})(t_{n-p} - \Delta t_{n-p}) \beta_e}{q_n - \Delta q}}{\frac{(C_{пост} + \Delta C_{пост})/V_m + C_{пер} + \Delta C_{пер}}{q_n - \Delta q} - \frac{C_{пост}/V_m + C_{пер}}{q_n}}, \text{ км}, \tag{4}$$

где $\Delta C_{пост}$, $\Delta C_{пер}$ — изменение соответственно постоянной и переменной составляющей себестоимости перевозок при использовании специализированного механизма транспортировки.

К недостатку данной методики можно выделить то, что переменные и постоянные затраты на перевозку не связаны функционально с коэффициентом использования грузоподъемности, и время на погрузку-разгрузку не связано функционально с фактической загрузкой (q_n у) сравниваемых транспортных средств.

Грузоподъемность является одним из основных параметров автомобилей и автопоездов, которая одновременно принадлежит и к важнейшему параметру автомобильного транспорта в целом. И действительно, в зависимости от величины грузоподъемности обычно рассчитываются нормы времени на выполнение погрузочно-разгрузочных работ. При разработке тарифных плат за основу также принимается грузоподъемность подвижного состава. [9].

Наиболее эффективным способом определения оптимальной структуры парка является закрепление обслуживаемых пунктов завоза за автомобилями по признаку удаленности пункта от поставщика груза [11]. Эффективность такого закрепления объясняется его экономической обоснованностью - удаление пункта завоза от поставщика, измеряемое расстоянием между ними, непосредственно влияет на величину себестоимости перевозок, которая определяется по формуле [11-13]:

$$S_{\tau} = \frac{l_m}{q \gamma_{ст}} (C_{пер} + \frac{C_{пост}}{V_t}) + C_{пост} t_{n-p} \tag{5}$$

где l_m — средняя длина маршрута, км;

$\gamma_{ст}$ — статический коэффициент использования грузоподъемности автомобиля;

τ – время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой одной тонны груза, ч/т.

Недостатком данной модели, является то, что автором не была учтена закономерность изменения времени погрузки-разгрузки от грузоподъемности транспортного механизма, кроме того отсутствует прямая связь $t_{н-р}=f(q_n \gamma)$, а также степень влияния и рациональность капиталовложений при изменении конструкции усовершенствованного транспортного средства позволяющего увеличивать фактическую загрузку. В теории автомобильных перевозок существует аналитическая зависимость между себестоимостью и грузоподъемностью, которая указывает на то, что с ростом грузоподъемности автомобиля и автопоезда в одинаковых условиях эксплуатации наблюдается снижение себестоимости и уменьшение трудозатрат. Это важное положение, которым пользуются на практике, как автомобилестроители, так и эксплуатационные хозяйства в своей деятельности. Таким образом, изменение грузоподъемности (увеличение или уменьшение) в значительной мере влияет на рентабельность технологического процесса транспортировки. Определение оптимальной максимально-допустимой грузоподъемности автомобилей является важной экономической задачей, и устанавливаться она должна исходя из объемного веса и других характеристик груза с учетом существующих дорожных ограничений [1-5].

Грузоподъемность оптимального механизма транспортировки, обеспечивающего минимум себестоимости, определяется зависимостью [1-4]:

$$(q\gamma_{ст})_{опт} = \sqrt{\frac{a_{км}l_m + a_{пост}t_d}{b_{пост}\tau}} \tag{6}$$

где $a_{км}$ – коэффициент регрессионной зависимости расходов, связанных с пробегом, от его грузоподъемности (см. ниже), коп/км;

$a_{пост}$ и $b_{пост}$ - коэффициенты регрессионной зависимости постоянных расходов от грузоподъемности механизма (см. ниже), имеющие размерность соответственно коп/ч и коп/т·ч;

t_d – дополнительное время на заезд в один пункт на маршруте (регламентируется только на развозочных маршрутах), ч.

Формула (8) основана на существовании следующих регрессионных отношений [1-6]:

$$C_{км} = (C_{пер} + \frac{C_{пост}}{V_t}) = a_{км} + b_{км}q\gamma_{ст} \text{ коп/км;} \tag{7}$$

$$C_{пост} = a_{пост} + b_{пост}q\gamma_{ст} \text{ коп/ч.} \tag{8}$$

Тождество (9) правомерно в силу постоянства средней скорости движения грузовых автомобилей в городских условиях, вне зависимости от их загрузки [12]:

$$\begin{cases} V_t \neq f(q, \gamma_{ст}); \\ V_t = const. \end{cases} \tag{9}$$

Формулы (8,9) могут быть использованы для определения механизма транспортировки и хранения изделий машиностроения оптимальной грузоподъемности только

тогда, когда заранее оговорено, что все работающие на объекте механизмы должны быть одной модели с одинаковыми параметрами кузова. В общем случае достижение объективно существующего минимума себестоимости перевозок обеспечивается комплектованием парка и разных моделей в оптимальных пропорциях [13]. Таким образом, для дальнейшей оценки выбора рационального типа транспортного средства и его эффективного применения при перевозке штучных изделий машиностроения является повышение производительности механизма и снижение затрат на доставку грузов с использованием специального оборудования или специализированного транспортного средства адаптированного для максимального увеличения фактической загрузки кузова.

Существующие модели выбора транспортного средства являются частными и решают обособленные задачи, при этом и не учитывают возможность использования универсальных специализированных автомобилей с возможностью увеличения фактической загрузки, а также предложенные методики выбора транспортных средств производятся без учета сроков окупаемости проекта на приобретение, реконструкцию или технического усовершенствования автомобиля, базирующихся на сравнительном анализе производительности и себестоимости перевозок.

Анализ существующих экономико-математических моделей выбора транспортного средства, что эти модели ряд допущений и недостатков, вследствие отсутствия связи таких существенных показателей как время на погрузку-разгрузку и фактическую загрузку $t_{н-р}=f(q_n \gamma)$. В дальнейшем рекомендуется внести изменения и корректировки как модели производительности, систему оценки и методику выбора авто-транспортного средства во время доставки штучных изделий, которая позволяла бы учитывать степень изменения и влияния $t_{н-р}=f(q_n \gamma)$. После соответствующих расчётов из автомобилей различной грузоподъёмности выбирается тот автомобиль, который обеспечивает наименьшую себестоимость перевозок. Особый интерес представляют исследования в области изучения эффективности использования автомобилей, проведенные Бронштейном Л. А., который установил, что для оценки эффективности применения различных типов подвижного состава в различных условиях эксплуатации необходимо связать эксплуатационно-технические и транспортно-эксплуатационные качества автомобиля по двум основным параметрам: – динамичность автомобиля, т.е. определить, в какой степени возможности, заложенные в конструкцию автомобиля, реализуются в конкретных условиях эксплуатации (дорожные условия, нагрузка, расстояние перевозок и др.); – экономичность автомобиля, т.е. определить зависимость основных эксплуатационных расходов от нагрузки, дорожных условий, скорости и режима движения.

На основании этих данных рекомендуется оценивать производительность данного типа механизма транспортировки и хранения в различных технологических схемах транспортировки. Это позволит подойти к определению сравнительной эксплуатационно-экономической характеристики, представляющей собой график зависимости эксплуатационно-экономического фактора от размера эксплуатационных затрат и коэффициента загрузки механизма. Таким образом, экономическая эффективность механизма транспортировки и хранения рассматривается как комплексная проблема, которая определяется системой показателей, являющихся функцией эксплуатационно-технических, транспортно-эксплуатационных и эксплуатационно-экономических качеств механизма, а также совершенства организации работы подвижного состава.

Вывод. Таким образом, для дальнейшей оценки выбора рационального механизма транспортировки и его эффективного применения при перевозке штучных изде-

лий машиностроения является повышение производительности механизма и снижение затрат на доставку с использованием специального оборудования или специализированного транспортного средства адаптированного для максимального увеличения фактической загрузки кузова и сохранности изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воркут, А. И. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут // – Киев: Вища школа, 1986. – 447с.
2. Автомобильные перевозки / Афанасьев Л. Л. и [др.] – М.: Изд-во «Транспорт», 1973. – 320с
3. Чеботаев, А. А. Специализированные автотранспортные средства: выбор и эффективность применения / А. А. Чеботаев – М.: Транспорт, 1988. – 159 с.
4. Дегтярев, Г. Н. Контейнерные и пакетные перевозки грузов автомобильным транспортом / Г. Н. Дегтярев, М. Б. Островский – М.: Автотрансиздат, 1961. – 320 с.
5. Горев, А. Э. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – 5-е изд., испр. —М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.
6. Воркут, А. И. Разработка теоретических основ и методов рациональной организации транспортного процесса при автомобильных перевозках партионных грузов: дис. ... д-ра техн. наук / А. И. Воркут. – Киев, 1987. – 299 с.
7. Воркут, А. И. Формирование структуры парка автомобилей для перевозки металлопродукции. / А. И. Воркут, К. К. Галацан // Автодорожник Украины. – 1983. – №3. – С. 10-12.
8. Карачун, С. М. Метод определения структуры и численности парка автомобилей при доставке грузов на развозочно-сборочных маршрутах / С. М. Карачун, В. М. Беляев // Повышение эффективности перевозок грузов автомобильным транспортом. – М.: НИИАТ, 1982. – С. 34-37.
9. Развитие автомобильных транспортных средств / Под ред. Великанова Д. П. – М.: Транспорт, 1984. – 120 с.
10. Говорущенко, Н. Я. Основы теории эксплуатации автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – К.: Вища школа, 1971. – 232 с.
11. Лейдерман, С. Р. Эксплуатация грузовых автомобилей (техно-экономические основы) / С. Р. Лейдерман – М.: Транспорт, 1966. – 150 с.
12. Калинин, А. В. Проблемы повышения производительности и оценки эффективности использования автотранспортного средства при перевозке мелкоштучных пакетированных грузов / А. В. Калинин // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2010. – № 3 – С. 28-33.
13. Англези, И. П. К анализу подходов, касающихся выбора рационального типа транспортного средства и оценки его применения при перевозке пакетированных тарно-штучных грузов / И. П. Англези, А. В. Калинин // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2011. – №2 – С. 17-20.

Поступила в редколлегию 04.04.2018 г.