

УДК 625.76.08-027.236

Зайцев Дмитрий Владимирович, канд. техн. наук, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, docdsmdvz@mail.ru

Невмержицкая Виктория Викторовна, магистрант, гр. 1мДМ,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, viculechka666@mail.ru

Козлова Дарья Сергеевна, экономист-операционист,
«СДМ-Банк» (ПАО), Россия, 125424, Москва, Волоколамское ш., д. 73, airoport@sdm.ru

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКТОВ ДОРОЖНЫХ МАШИН

Аннотация. В статье рассмотрены анализ способов оптимизации состава комплектов дорожно-строительных машин (ДСМ), основы их эксплуатации, использование коэффициента технического использования ДСМ, а также разработка сметных цен машино-часа эксплуатации высокотехнологичных машин.

Ключевые слова: эксплуатационная производительность, техническая производительность, дорожно-строительные машины, себестоимость машино-часа.

Zaytsev Dmitry V., Ph. D., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, docdsmdvz@mail.ru

Nevmerzhitskaya Victoria V., undergraduate, gr. 1mDM,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, viculechka666@mail.ru

Darya S. Kozlova, economist,
SDM-bank, 73, Volokolamskoye Highway, Moscow, 125424, Russia, airoport@sdm.ru

ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF APPLICATION OF SETS OF ROAD CARS

Abstract. In article are considered the analysis of ways of optimization of structure of sets road-building cars, a basis of their operation, use of coefficient of technical use of road-building cars, and also development of the budget prices of machine-hour of operation of hi-tech cars.

Key words: operational productivity, technical productivity, road-building cars, prime cost of machine-hour.

Введение

Известно, что условия эксплуатации непостоянны, а с увеличением наработки технико-экономические показатели (ТЭП)

дорожно-строительных машин изменяются, поэтому формирование комплекта машин должно постоянно приводиться в соответствие с новыми целями, условиями и средствами реализации, что и обусловило актуальность выбранной темы.

Анализ способов оптимизации состава комплектов дорожных машин

К оптимизации состава комплекта машин для устройства асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог необходимо применять комплексный подход, учитывающий ряд факторов, являющихся неконтролируемыми.

Количество ведущих машин в потоке зависит от объемов работ и сроков их выполнения. Машины комплекта должны быть функционально связаны и согласованы по эксплуатационной производительности, что предполагает условное постоянство эксплуатационной производительности машин в определенный отрезок времени и исключает простои, что на практике практически невозможно выполнить.

Существуют две основные формы представления критерия оптимизации:

- 1) достижение максимума полезного эффекта при данных затратах ресурсов (принцип максимизации прибыли);
- 2) минимизация затрат ресурсов с обязательным условием достижения полезного эффекта.

Принципы максимизации эффекта и минимизации затрат эквивалентны друг другу [1].

Оптимизация состава комплекта машин для устройства асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог относится к динамической, многопараметрической и многокритериальной задаче.

Критерии оценки эффективности применения комплектов дорожных машин

Эффективность использования дорожно-строительных машин определяется их эксплуатационной производительностью, значение которой уменьшается пропорционально изменению технического состояния машин с начала эксплуатации или после проведения капитального ремонта.

Таким образом, эксплуатационная производительность ($P_{\text{Э}}$) – это производительность, достигнутая в реальных условиях эксплуатации машин с учетом всех простоев, которая определяется по формуле:

$$P_{\text{Э}} = P_{\text{Т}} \cdot K_{\text{В}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{Э}}$ – часовая эксплуатационная производительность ДСМ и транспортных средств, т/ч; $P_{\text{Т}}$ – часовая техническая производительность ДСМ и транспортных средств, т/ч; $K_{\text{В}}$ – коэффициент использования машины по времени в течение смены [2].

Техническая производительность ($P_{\text{Т}}$) характеризует максимальные производственные возможности машины в данных условиях и в процессе эксплуатации изменяется из-за снижения мощности двигателя и скоростных параметров в пределах 5–10% и может в 2 раза изменяться в зависимости от КПД гидропривода.

В процессе эксплуатации дорожно-строительных машин коэффициент использования машины по времени в течение смены может определяться по формуле [3]:

$$K_{\text{В}} = K_{\text{ПЕР}} \cdot K_{\text{ПЕР}}^{\text{х}}, \quad (2)$$

где $K_{\text{ПЕР}}$ – коэффициент перехода от продолжительности смены к наработке двигателя, мото-час; $K_{\text{ПЕР}}^{\text{х}}$ – коэффициент, учитывающий работу двигателя на холостом ходу.

Для более полной оценки надежности используемых комплектов ДСМ, планирования рабочего времени, технического обслуживания

и ремонтов используют комплексный показатель, позволяющий одновременно оценивать несколько важнейших свойств – коэффициент технического использования ($K_{\text{ти}}$), который определяется как отношение пребывания объекта в работоспособном состоянии за период эксплуатации ко времени пребывания в работоспособном состоянии, времени простоев, обусловленных техническим обслуживанием (ТО) и времени ремонта (ТР) за этот же период.

Данный показатель рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ти}} = \frac{t_{\text{сум}}}{t_{\text{сум}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{об}}}, \quad (3)$$

где $t_{\text{сум}}$ – суммарная наработка всех (подконтрольных) объектов, ч;
 $t_{\text{рем}}$ – суммарное время простоев из-за плановых и внеплановых ремонтов всех объектов, ч; $t_{\text{об}}$ – суммарное время простоев из-за планового и внепланового обслуживания всех объектов, ч.

Изменение значения комплексного показателя надежности отражает процесс старения техники.

Обеспечение основных факторов повышения эффективности, как правило, увеличивает стоимость высокотехнологичной машины в сравнении со стоимостью аналога, не обладающего свойствами энерго- и ресурсосбережения, а также способность повышать качество асфальтобетонного покрытия.

Целесообразность использования данных машин должна обосновываться проектной организацией с учетом технических и экономических характеристик машин с объектами, видами и сроками выполнения работ.

Поэтому важно при оценке эффективности применения комплектов дорожно-строительных машин учитывать не только затраты на механизированные работы, но и затраты на основные строительные материалы.

Учет вышеперечисленных факторов позволит определить оптимальный комплект дорожно-строительных машин для осуществления ремонта асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог.

Расчет цен машино-часа эксплуатации высокотехнологичных машин

Приведенная себестоимость единицы выполненной работы с учетом стоимости машино-часа и приведенных затрат на материал определяется по формуле [5]:

$$C_e^{пр} = \frac{C_{маш-ч}}{П_э} + C_m, \quad (4)$$

где $C_e^{пр}$ – приведенная себестоимость единицы готовой продукции с учетом экономии строительных материалов или применения новых материалов при производстве строительных работ, руб./т; $C_{маш-ч}$ – себестоимость машино-часа, руб./маш-ч; C_m – стоимость материалов, руб./т; $П_э$ – часовая эксплуатационная производительность ДСМ, т/ч.

Разработка сметных цен машино-часа эксплуатации высокотехнологичных машин осуществляется в соответствии с Порядком определения стоимости строительства и свободных (договорных) цен на строительную продукцию в условиях развивающихся рыночных отношений [6] с учетом нормативных показателей сметных норм и расценок, исчисляющихся на один машино-час среднесменного времени эксплуатации машин, которое включает:

- 1) время выполнения технологических операций, в том числе время перемещения машины с базы механизации (строительной площадки) на строительную площадку (базу механизации) для машин на автомобильном шасси;
- 2) время замены быстроизнашивающихся частей, режущего инструмента и сменной (рабочей) оснастки;

- 3) время перемещения машин по фронту работ в пределах строительной площадки;
- 4) время технологических перерывов при выполнении строительно-монтажных работ;
- 5) время подготовки машин к работе и их сдаче по окончании работы;
- 6) время на ежесменное техническое обслуживание машин;
- 7) перерывы в работе машинистов, регламентируемые трудовым законодательством [7].

Для снижения себестоимости машино-часа и механизированных работ в целом важно сократить расходы на энергоносители, смазочные материалы, гидравлическую жидкость, а также на поддержание и восстановление работоспособности дорожно-строительных машин, которые зависят от их технического состояния и выбранных режимов работы комплекта.

В Институте проблем транспорта РАН получены статистические данные по плановому и фактическому жизненным циклам строительной техники.

Фактическое время технического обслуживания (ТО) составляет 11,67%, на аварийный ремонт приходится 10,77% времени жизненного цикла машины, а на вынужденные простои машин и транспортирование к месту работы – около 30% [4].

Таким образом, ДСМ выполняют заданные функции в течение менее половины времени своего жизненного цикла.

Внедрение диагностики позволяет обеспечить своевременное техническое воздействие для повышения эффективности работы и снижения перечисленных затрат на поддержание и восстановление работоспособности машин. Степень использования (техническое состояние), производительность дорожно-строительных машин и комплектов определяется на основании разработанных режимов работы и свойств асфальтобетонной смеси.

Свойства асфальтобетонной смеси и асфальтобетона изменяются при изменении их температуры, на что в значительной степени влияют скорость ветра, влажность и температуры воздуха, а также геометрия устраиваемого покрытия, поэтому при выборе режимов работы комплекта машин важно учитывать условия окружающей среды и конструктивные особенности дорожного покрытия. По причине увеличения вязкости битума при изменении технологической температуры укладки и уплотнения асфальтобетонного покрытия необходимо увеличение силовых воздействий на материал рабочими органами ДСМ, что приводит к более сильному их износу и износу силовых установок, а также к увеличению расхода топливно-смазочных материалов. Поэтому необходимо осуществлять устройство асфальтобетонного покрытия за время эффективного осуществления технологических операций, под которым понимается время остывания асфальтобетонной смеси от начальной до предельно допустимой температуры, при которой осуществляется транспортировка, укладка и ее уплотнение.

Время эффективного осуществления технологических операций зависит от начальной температуры смеси, температуры окружающей среды, толщины слоя, конструктивных и технологических параметров транспортных средств и ДСМ.

Отсюда следует, что выполнение устройства асфальтобетонного покрытия в режиме, не отвечающем технологическим требованиям осуществления работ, ведет не только к ухудшению показателей качества получаемого дорожного покрытия, но также к перерасходу топливно-смазочных материалов и более интенсивному изменению технического состояния используемой техники.

Заключение

В настоящее время наметилась тенденция перехода от обособленных исследований отдельных вопросов к комплексному изучению комплектов дорожно-строительных машин как сложной технической системы.

Очевидно, что разработка методики оптимизации состава и режимов работы комплекта машин для устройства асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог возможна только при наличии развитой системы сбора и обработки статистической эксплуатационной информации, на основании которой осуществляется планирование времени работы комплекта машин, а также времени простоев по организационным и техническим причинам.

Список литературы

1. Дингес, Э.В. Принципы и методы оценки требуемой точности параметров дорожных проектов при обосновании эффективности их реализации / Э.В. Дингес, В.А. Гусейналиев // Вестник МАДИ. – 2015. – № 3 (42). – С. 52–60.
2. Дингес, Э.В. Оценка риска и неопределенности информации при внедрении инноваций / Э.В. Дингес, В.А. Гусейналиев // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2015. – № 3 (73). – С. 2–4.
3. Организация технического сервиса специализированных машин и их рабочего оборудования / И.Н. Кравченко, А.В. Мясников, А.Н. Петров, Р.Р. Шайбаков, А.А. Клименко // Строительная наука и техника. – 2013. – № 1. – С. 30–36.
4. Кустарев, Г.В. Повышение эффективности уплотняющих машин для скоростного строительства асфальтобетонных покрытий: монография / Г.В. Кустарев. – М.: МАДИ, 2008. – 286 с.
5. Кустарев, Г.В. Оценка эффективности дорожных машин как инструмент технического аудита / Г.В. Кустарев, К.П. Мандровский, Я.И. Тюрин // Механизация строительства. – 2016. – Т. 77, № 5. – С. 18–23.
6. Оценка эффективности использования комплектов машин для обеспечения работоспособности автомобильных дорог / А.Н. Максименко, А.И. Лопатин, В.О. Борисенко, Д.Ю. Макацария, Е.А. Косенко // Автомобильные дороги и мосты. – 2012. – № 2. – С. 68–75.

7. Порядок определения стоимости строительства и свободных (договорных) цен на строительную продукцию в условиях развития рыночных отношений (с изменениями на 25.04.1996): введ. письмом Госстроя России от 29.12.1993 г. № 12-349. – Режим доступа: <http://www.alppp.ru/law/hozjajstvennaja-dejatelnost/stroitelstvo/4/pismo-gosstroja-rf-ot-29-12-1993--12-349.html>

References

1. Dinges E.V., Guseinaliev V.A. *Vestnik MADI*, 2015, no. 3 (42), pp. 52–60.
2. Dinges E.V. Guseinaliev V.A. *Nauka i tehnika v dorozhnoi otrasli*, 2015, no. 3 (73), pp. 2–4.
3. Kravchenko I.N., Myasnikov A.V., Petrov A.N., Shaibakov R.R., Klimenko A.A. *Stroitel'naya nauka i tehnika*, 2013, no. 1, pp. 30–36.
4. Kustarev G.V. *Povyshenie effektivnosti uplotnyayushih mashin dlya skorostnogo stroitel'stva asfal'tobetonnyh pokrytii* (Improving the efficiency of compacting machines for rapid construction of asphalt concrete pavement), Moscow, MADI, 2008, 286 p.
5. Kustarev G.V., Mandrovskii K.P., Tyurin Ya.I. *Mehanizaciya stroitel'stva*, 2016, vol. 77, no. 5, pp. 18–23.
6. Maksimenko A.N., Lopatin A.I., Borisenko V.O., Makacariya D.Yu., Kosenko E.A. *Avtomobil'nye dorogi i mosty*, 2012, no. 2, pp. 68–75.
7. URL: <http://www.alppp.ru/law/hozjajstvennaja-dejatelnost/stroitelstvo/4/pismo-gosstroja-rf-ot-29-12-1993--12-349.html>