

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-3>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/130TVN316.pdf>

Статья опубликована 06.07.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Потеряев И.К. Анализ влияния факторов на эксплуатационную производительность асфальтоукладчиков // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/130TVN316.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 625.76.08

Потеряев Илья Константинович

ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия», Россия, Омск¹

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: poteryaev_ik@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=782244

Анализ влияния факторов на эксплуатационную производительность асфальтоукладчиков

Аннотация. В статье проведен анализ влияния факторов на эксплуатационную производительность асфальтоукладчиков при строительстве асфальтобетонных покрытий в природно-климатических условиях – гористый рельеф, резко континентальный климат и холмисто-увалистый рельеф, континентальный климат. Представлены корреляционная матрица факторов влияющих на эксплуатационную производительность: темп строительства асфальтобетонного покрытия (метры в смену), число технологического автомобильного транспорта (единиц), дальность транспортирования асфальтобетонной смеси (км), толщина укладываемого слоя асфальтобетонной смеси (м), время работы асфальто-смесительной установки (часов), температура окружающего воздуха (градусы Цельсия). Представлены уравнения множественной регрессии на основании приведенной корреляционной матрицы при разной толщине укладываемого слоя асфальтобетонной смеси.

Сделан вывод, что наиболее существенными факторами, от которых зависит изменение эксплуатационной производительности асфальтоукладчика, являются время работы асфальто-смесительной установки, число технологического автомобильного транспорта и темп строительства асфальтобетонного покрытия.

Отмечено, что выполненный анализ влияния факторов на эксплуатационную производительность асфальтоукладчиков позволит разрабатывать методики и программы для корректировки потребного числа транспортных средств, занятых в перевозке асфальтобетонной смеси при строительстве асфальтобетонных покрытий в природно-климатических условиях – гористый рельеф, резко континентальный климат и холмисто-увалистый рельеф, континентальный климат.

Ключевые слова: асфальтоукладчик; асфальто-смесительная установка; асфальтобетонное покрытие; асфальтобетонная смесь; специализированный комплект машин; темп строительства; производительность

¹ 644090, г. Омск, ул. Заозерная 17, кв. 197

Долгосрочные программы освоения Восточной Сибири и Дальнего Востока до 2030 г. предусматривают формирование развитой транспортной инфраструктуры в этих регионах Российской Федерации.

В Российской Федерации наибольшее применение находят асфальтобетонные покрытия автомобильных дорог, на долю которых приходится свыше 60% от их общей протяженности [1].

При строительстве автомобильных дорог используются специализированные комплекты машин смешанного действия, в которые входят асфальтосмесительная установка, технологический автомобильный транспорт – автосамосвалы, асфальтоукладчик, катки, перегружатель, автогудронатор. Эксплуатационная производительность всего комплекса определяется эксплуатационной производительностью ведущей машины – асфальтоукладчика [1]. На эффективную работу асфальтоукладчика могут влиять многочисленные факторы, такие как темп строительства асфальтобетонного покрытия, число технологического автомобильного транспорта, дальность транспортирования, толщина укладываемого слоя асфальтобетонной смеси, время работы асфальто-смесительной установки, параметры асфальтобетонной смеси, продолжительность транспортирования асфальтобетонной смеси автосамосвалами с учетом обеспечения ее теплового состояния, температура окружающего воздуха, организационные работы, неисправности вспомогательных машин и многие другие факторы [2, 3, 4, 5]. Большинство факторов имеют случайный характер, в том числе одни из них будут определяющими, а другие второстепенными.

Оптимизируя параметры функционирования специализированного комплекта машин, необходимо формировать такой его состав, с учетом влияния совокупности неблагоприятных производственных условий и природно-климатических факторов, в котором наилучшим образом будет сочетаться эксплуатационная производительность основных средств механизации, занятых в технологическом процессе. Это в свою очередь обеспечит соответствие планируемых и фактических темпов строительства.

На основании исследований проведенных в Республике Алтай в Шебалинском и Чемальском районах, при строительстве асфальтобетонного покрытия к мостовому переходу через р. Катунь у с. Усть-Сема и капитальном ремонте автомобильной дороги М-52 «Чуйский тракт» от Новосибирска через Бийск до границы с Монголией, закрытым акционерным обществом научно-производственная компания «Дорожно-строительные технологии» (таблица 1) был проведен анализ влияния факторов на эксплуатационную производительность асфальтоукладчиков.

Исследования проводились в летне-осенние месяцы (июль-ноябрь) при производстве и укладке трех видов асфальтобетонных смесей: горячей плотной марки I типа Б, горячей пористой марки I и битумоминеральной смеси. Дальность транспортирования асфальтобетонных смесей составляла 34,4 и 64 километров; технологический автомобильный транспорт имел грузоподъемность 17 тонн; ширина укладываемой полосы равнялась 8 метрам.

Для оценки уровня влияния на эксплуатационную производительность асфальтоукладчика рассматривалось шесть факторов.

Для удобства присвоим каждому фактору определенный индекс: X_1 – темп строительства асфальтобетонного покрытия, метров/смену; X_2 – число технологического автомобильного транспорта, единиц; X_3 – дальность транспортирования асфальтобетонной смеси, км; X_4 – толщина укладываемого слоя асфальтобетонной смеси, м; X_5 – время работы асфальто-смесительной установки, часов; X_6 – температура окружающего воздуха, °С.

Таблица 1

Планируемые и фактические сроки строительства асфальтобетонных покрытий предприятиями ЗАО НПК «ДСТ» в Алтайском крае и Республики Алтай

Объекты строительства асфальтобетонных покрытий	Планируемые		Фактические сроки (месяцы)	Перенос сроков
	сроки (месяцы)	средние объемы укладываемой смеси, т/см		
Г. Бийск (холмисто-увалистый рельеф местности, континентальный климат)	июнь-август	440	июнь-сентябрь	на сентябрь
Автомобильная дорога М-52 «Чуйский тракт» от г. Новосибирска через г. Бийск до границы с Республикой Монголия, км 585+000 – км 595+000 (гористый рельеф местности, резко континентальный климат)	июнь-сентябрь	490	июль-октябрь	на июль, октябрь
Мостовой переход через р. Катунь у с. Усть-Сема (гористый рельеф местности, резко континентальный климат)	июль-сентябрь	390	июль-ноябрь	на октябрь-ноябрь
Г. Бийск (холмисто-увалистый рельеф местности, континентальный климат)	июль-сентябрь	410	июнь-сентябрь	на июнь

На основании полученных данных был проведен корреляционный анализ [2, 6] и построена корреляционная матрица (таблица 2), в которой звездочками отмечены значимые корреляции.

Таблица 2

Корреляционная матрица факторов влияющих на эксплуатационную производительность

Фактор	$P_{асф}^э$	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Среднее значение	Среднее квадратическое отклонение
$P_{асф}^э$	1	0,71*	0,79*	-0,19	-0,15	0,96*	0,03	405,09	229,62
X_1	0,71*	1	0,55*	-0,18	-0,63*	0,7*	-0,06	326,85	312,11
X_2	0,79*	0,55*	1	-0,27	-0,09	0,72*	-0,06	13,2	4,26
X_3	-0,19	-0,18	-0,27	1	-0,02	-0,13	-0,14	38,1	9,84
X_4	-0,15	-0,63*	-0,09	-0,02	1	-0,19	-0,07	0,08	0,03
X_5	0,96*	0,7*	0,72*	-0,13	-0,19	1	-0,13	5,3	2,9
X_6	0,03	-0,06	-0,06	-0,14	-0,07	-0,13	1	17,6	5,73

Наиболее существенными факторами, от которых зависит изменение эксплуатационной производительности асфальтоукладчика, являются время работы асфальто-смесительной установки, число технологического автомобильного транспорта и темп строительства асфальтобетонного покрытия. Дальность транспортирования и толщина укладываемого слоя в меньшей степени влияют на эксплуатационную производительность асфальтоукладчика, причем связь между этими величинами имеет обратную связь. Температура окружающего воздуха не влияет на эксплуатационную производительность асфальтоукладчика.

Уравнение множественной регрессии на основании приведенной корреляционной матрицы имеет вид

$$P_{\text{асф}}^{\text{э}} = \frac{46,23 \cdot X_5^{1,12} \cdot X_2^{0,17} \cdot (2 \cdot 10^{-7} \cdot X_1^2 - 0,0004 \cdot X_1 + 1,09) \cdot X_4^{0,007}}{e^{0,003 \cdot X_3}}. \quad (1)$$

Мера идентичности Q равна 0,93. То есть 93% изменений значений эксплуатационной производительности асфальтоукладчика обусловлены изменением факторов: темпом строительства асфальтобетонного покрытия, числом технологического автомобильного транспорта, дальностью транспортирования, толщиной укладываемого слоя асфальтобетонной смеси и временем работы асфальто-смесительной установки.

Анализ уравнений множественной регрессии [7, 8] эксплуатационной производительности асфальтоукладчика при разделении значений по дальностям транспортирования показал, что фактор X_3 не оказывает влияния на $P_{\text{асф}}^{\text{э}}$.

Толщина укладываемого слоя асфальтобетонной смеси незначительно влияет на эксплуатационную производительность асфальтоукладчика, поэтому целесообразно рассмотреть влияние факторов по слоям смеси.

Уравнение множественной регрессии при толщине укладываемого слоя асфальтобетонной смеси $h=0,12$ метров имеет вид

$$P_{\text{асф}}^{\text{э}} = 0,99 \cdot (2,24 \cdot X_1 + 19,18) \cdot (0,09 \cdot \ln X_5 + 0,84) \cdot (-0,002 \cdot X_2^2 + 0,04 \cdot X_2 + 0,78). \quad (2)$$

97% изменения значений эксплуатационной производительности асфальтоукладчика обусловлены изменением факторов X_1, X_2, X_5 .

В среднем уравнение регрессии 2 обеспечивает расчет эксплуатационной производительности асфальтоукладчика по трем параметрам X_1, X_2, X_5 с достоверностью 98,4%.

Уравнение множественной регрессии при толщине укладываемого слоя асфальтобетонной смеси $h=0,06$ метров имеет вид

$$Y = 1,38 \cdot X_1^{0,98} \cdot (-0,003 \cdot X_5^2 + 0,04 \cdot X_5 + 0,90) \cdot (-0,02 \cdot \ln X_2 + 1,04) \quad (3)$$

96% изменения значений эксплуатационной производительности асфальтоукладчика обусловлены изменением факторов X_1, X_2, X_5 .

В среднем уравнение регрессии 3 обеспечивает расчет эксплуатационной производительности асфальтоукладчика по трем параметрам X_1, X_2, X_5 с достоверностью 99%.

Уравнение множественной регрессии при толщине укладываемого слоя асфальтобетонной смеси $h=0,04$ метров имеет вид

$$Y = 0,96 \cdot (0,58 \cdot X_1 + 23,24) \cdot X_5^{0,02} \cdot (-0,001 \cdot X_2^2 + 0,02 \cdot X_2 + 0,97) \quad (4)$$

99% изменения значений эксплуатационной производительности асфальтоукладчика обусловлены изменением факторов X_1, X_2, X_5 .

В среднем уравнение регрессии 3 обеспечивает расчет эксплуатационной производительности асфальтоукладчика по трем параметрам X_1, X_2, X_5 с достоверностью 99%.

При использовании технологического автомобильного транспорта грузоподъемностью 8, 10 или 12 тонн, параметр X_2 следует умножать на поправочный коэффициент 0,47, 0,59 или 0,71 соответственно.

Анализ влияния факторов на эксплуатационную производительность асфальтоукладчиков показал, что наибольшее влияние на нее оказывают темп строительства

асфальтобетонного покрытия, время работы асфальто-смесительной установки и число технологического автомобильного транспорта.

Принимая во внимание описанные выше допущения, уравнения множественной регрессии позволяют рассчитывать эксплуатационную производительность асфальтоукладчика по трем факторам (темпу строительства асфальтобетонного покрытия, времени работы асфальто-смесительной установки и числу технологического автомобильного транспорта) с достоверностью до 99%.

Выполненный анализ влияния факторов на эксплуатационную производительность асфальтоукладчиков позволяет разрабатывать методики и программы для корректировки потребного числа транспортных средств, занятых в перевозке асфальтобетонной смеси [9, 10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Пермяков, В.Б. Технологические машины и комплексы в дорожном строительстве (производственная и техническая эксплуатация): учебное пособие для вузов / В.Б. Пермяков [и др.]; под ред. В.Б. Пермякова. – М.: БАСТЕТ, 2014. – 752 с.
2. Технологическое обеспечение качества строительства асфальтобетонных покрытий: Методические рекомендации / Сост.: В.Н. Шестаков, В.Б. Пермяков, В.М. Ворожейкин, Г.Б. Старков. – 2-е изд., с доп. и изм. – Омск: ОАО «Омский дом печати», 2004. – 256 с.
3. Максименко, А.Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин: учеб. пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.
4. Зубков, А.Ф. Технология устройства покрытий нежесткого типа из асфальтобетонных горячих смесей: учеб. пособие / А.Ф. Зубков, К.А. Андрианов, Т.И. Любимова. – Тамбов: ТГТУ, 2009. – 80 с.
5. Stroup-Gardiner, M. Segregation in Hot-Mix Asphalt Pavements / M. Stroup-Gardiner, E. R Brown // National Cooperative Highway Research: Program Report 441. Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., 2000. – 96 p.
6. Аветисов, А.Г. Методы прикладной математики в инженерном деле при строительстве нефтяных и газовых скважин / А.Г. Аветисов, А.И. Булатов, С.А. Шаманов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 239 с.
7. Верескун, В.Д. Развитие теоретических основ организационно-технологической надежности и повышения эффективности функционирования производственных объектов железнодорожного транспорта: дис. ... д-ра. техн. наук: 05.02.22 / В.Д. Верескун. – М., 2010. – 375 с.
8. Гусаков, А.А. Организационно-технологическая надежность строительного производства / А.А. Гусаков. – М.: Стройиздат, 1974. – 256 с.
9. Потеряев, И.К. Методика расчета числа транспортных средств в транспортных операциях асфальтобетонной смеси / И.К. Потеряев // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – Кемерово, 2016. - №1. – С. 83-88.
10. Совершенствование конструкции строительной машины, снижающей сегрегацию асфальтобетонной смеси / С.В. Савельев, И.К. Потеряев, А.Б. Летопольский, В.В. Михеев // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – Омск, 2016. - №2. – С. 31-37.

Poteryaev Ilya Konstantinovich

Siberian state automobile and highway academy, Russia, Omsk
E-mail: poteryaev_ik@mail.ru

Analysis of the influence factors on the operational performance of asphalt pavers

Abstract. The article analyzes the influence of factors on the operational performance of asphalt in the construction of asphalt concrete pavement in climatic conditions - mountainous, sharply continental climate and hilly steeply sloping terrain, continental climate. Presents the correlation matrix of the factors affecting the operational performance: the pace of construction of asphalt concrete pavement (meters per shift), the number of technological motor transport (units), range of asphalt mix transportation (km), the thickness of layer of asphalt concrete mixture (m), while the asphalt-mixing plant (hours), ambient air temperature (degrees Celsius). Presents the multiple regression equation based on the above correlation matrix with different thickness of layer of asphalt concrete mixture.

It was concluded that the most significant factors that affect the change in the operational performance of the paver, are the work of asphalt mixing plant, the number of road transport technology and the pace of construction of asphalt concrete pavement.

Noting that the analysis of the influence factors on the operational performance of asphalt will allow to develop policies and programs to adjustment of required number of vehicles involved in the transport of asphalt mixtures in the construction of asphalt concrete pavement in climatic conditions - mountainous, sharply continental climate and hilly steeply sloping terrain, continental climate.

Keywords: asphalt paver; asphalt mixing plant; asphalt coating; asphalt mixture; a specialized set of machines; the pace of construction; performance

REFERENCES

1. Permyakov, V.B. Tekhnologicheskie mashiny i komplekсы v dorozhnom stroitel'stve (proizvodstvennaya i tekhnicheskaya ekspluatatsiya): uchebnoe posobie dlya vuzov / V.B. Permyakov [i dr.]; pod. red. V.B. Permyakova. – M.: BASTET, 2014. – 752 s.
2. Tekhnologicheskoe obespechenie kachestva stroitel'stva asfal'tobetonnnykh pokrytiy: Metodicheskie rekomendatsii / Sost.: V.N. Shestakov, V.B. Permyakov, V.M. Vorozheykin, G.B. Starkov. – 2-e izd., s dop. i izm. – Omsk: OAO «Omskiy dom pechati», 2004. – 256 s.
3. Maksimenko, A.N. Ekspluatatsiya stroitel'nykh i dorozhnykh mashin: ucheb. posobie. – SPb.: BKhV-Peterburg, 2006. – 400 s.
4. Zubkov, A.F. Tekhnologiya ustroystva pokrytiy nezhestkogo tipa iz asfal'tobetonnnykh goryachikh smesey: ucheb. posobie / A.F. Zubkov, K.A. Andrianov, T.I. Lyubimova. – Tambov: TGTU, 2009. – 80 s.
5. Stroup-Gardiner, M. Segregation in Hot-Mix Asphalt Pavements / M. Stroup-Gardiner, E. R Brown // National Cooperative Highway Research: Program Report 441. Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., 2000. – 96 p.
6. Avetisov, A.G. Metody prikladnoy matematiki v inzhenernom dele pri stroitel'stve neftnykh i gazovykh skvazhin / A.G. Avetisov, A.I. Bulatov, S.A. Shamanov. – M.: ООО «Nedra-Biznestsentr», 2003. – 239 s.
7. Vereskun, V.D. Razvitie teoreticheskikh osnov organizatsionno-tekhnologicheskoy nadezhnosti i povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya proizvodstvennykh ob"ektov zheleznodorozhnogo transporta: dis. ... d-ra. tekhn. nauk: 05.02.22 / V.D. Vereskun. – M., 2010. – 375 s.
8. Gusakov, A.A. Organizatsionno-tekhnologicheskaya nadezhnost' stroitel'nogo proizvodstva / A.A. Gusakov. – M.: Stroyizdat, 1974. – 256 s.
9. Poteryaev, I.K. Metodika rascheta chisla transportnykh sredstv v transportnykh operatsiyakh asfal'tobetonnoy smesi / I.K. Poteryaev // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – Kemerovo, 2016. - №1. – S. 83-88.
10. Sovershenstvovanie konstruktсии stroitel'noy mashiny, snizhayushchey segregatsiyu asfal'tobetonnoy smesi / S.V. Savel'ev, I.K. Poteryaev, A.B. Letopol'skiy, V.V. Mikheev // Vestnik Sibirskoy gosudarstvennoy avtomobil'no-dorozhnoy akademii. – Omsk, 2016. - №2. – S. 31-37.