

ISSN 1818-9792

МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Строительная

НАУКА И ТЕХНИКА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 4(31), 2010

С Днем строителя!



СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Данилевский Л. Н., Ксенофонтов М. А.,
Островская Л. Е., Васильева В. С., Гавриленко О. О.
Технология получения
и свойства пенополиуретанового композита
с древесными опилками

3

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Тур В. В.
Проверки конструктивных систем зданий
в особых расчетных ситуациях.
Часть 1. Метод связевых усилий.
Проектирование системы горизонтальных
и вертикальных связей

7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА

Бибик М. С., Бабицкий В. В.
Оценка кинетики твердения цементного камня
с использованием термодатчиков
системы "Термохрон"

23

Гарабажу А. А.
Интенсификация процессов перемешивания
сухих сыпучих материалов
в современных конструкциях смесителей

27

ТЕОРИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ

Пищ И. В., Гвоздева Н. А.
Синтез керамических пигментов
со структурой волластонита
для окрашивания керамических материалов

43

Орлов С. А.
Символьно-аналитический подход
к анализу задач строительной механики

47

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Максименко А. Н., Макацария Д. Ю.
Выбор технико-экономических показателей
и методики их определения
при оценке эффективности эксплуатации
машин в строительстве

51

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Бибик М. С., Бабицкий В. В.
Об энергосберегающих режимах
тепловой обработки бетонных
и железобетонных изделий

55

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Мойсейчик Е. А.
Прочность сварных соединений
арматурных стержней
с квазикомпозитной структурой

60

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Гасснер З., Сургучев Г., Поздняков Д.
Система строительства
с несъемной опалубкой VST, Австрия

71

CONTENTS

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

BUILDING MATERIALS

Danilevsky L. N., Ksenofontov M. A.,
Ostrovskaya L. E., Vasilyeva V. S., Gavrilenko O. O.
Production Process
of Expanded Polyurethane Composite
with Sawdust

DESIGN NORMS

Tur V. V.
Checking of Structural Building Systems
in Special Design Situations.
Part 1. Tie Force Method.
Design of the System of Horizontal
and Vertical Ties

STUDY OF PRODUCTION PROCESS

Bibik M. S., Babitsky V. V.
Evaluation of the Hardening Kinetics
of Cement Stone Using
the ThermoChron Sensors

Garabazhiu A. A.
Intensification of Mixing Processes
of Dry Bulk Materials
in Modern Mixers

THEORY AND RESEARCH

Pishch I. V., Gvozdeva N. A.
Synthesis of Ceramic Pigments
with Vollaastonite Structure
for Painting Ceramic Materials

Orlov S. A.
Symbolic-Analytical Approach
to the Analysis of Structural Mechanics Problems

CONSTRUCTION MACHINERY AND MECHANISMS

Maksimenko A. N., Makatsariya D. Yu.
Choice of Technical and Economic Indicators
and the Technique of their Definition
when Estimating the Efficiency of Operation
of Machines in Construction

ENERGY SAVING

Bibik M. S., Babitsky V. V.
About Energy-Saving Conditions
of Heat Curing of Concrete
and Reinforced Concrete Products

STRENGTH OF MATERIALS

Moyseychik E. A.
Strength of Welded Joints
of Reinforcing Bars
with Quasi-Composite Structure

FOREIGN EXPERIENCE

Gassner Z., Surguchev G., Pozdnyakov D.
Construction
with VST System, Austria

УДК 625.8

Алексей Никифорович МАКСИМЕНКО,
кандидат технических наук,
доцент,
профессор кафедры
"Строительные, дорожные,
подъемно-транспортные машины
и оборудование"
Белорусско-Российского университета

Денис Юрьевич МАКАЦАРИЯ,
магистр технических наук,
ассистент кафедры
"Автомобильные дороги"
Белорусско-Российского университета

ВЫБОР ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И МЕТОДИКИ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

CHOICE OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS AND THE TECHNIQUE OF THEIR DEFINITION WHEN ESTIMATING THE EFFICIENCY OF OPERATION OF MACHINES IN CONSTRUCTION

В статье рассматриваются вопросы выбора технико-экономических показателей и методики их определения при оценке эффективности эксплуатации машин в строительстве. Приведена математическая модель определения прибыли при эксплуатации строительных и дорожных машин с учетом коэффициентов технического использования, внутрисменного режима работы, изменения технической производительности и количества рабочего времени.

In this article the questions of a choice of technical and economic indicators and a technique of their definition are considered when estimating the efficiency of operation of machines in construction. The mathematical model of definition of profit for road and building machines being in operation has been presented taking into account the factor of technical use, the factor of an intrareplaceable operating mode, the factor of change in technical productivity and quantity of working hours.

ВВЕДЕНИЕ

В международной практике при оценке эффективности эксплуатации строительных и дорожных машин (СДМ) отсутствуют единые рекомендации по применяемым технико-экономическим показателям (ТЭП) и методики их определения. Это объясняется сложностью учета качества изготовления, затрат на поддержание и восстановление работоспособности СДМ и динамики изменения выходных параметров на всех этапах их эксплуатации.

Современный подход оценки эффективности эксплуатации СДМ предусматривает применение следующих технико-экономических показателей: производительности P_n , себестоимости машино-часа $C_{мч}$, годового количества рабочего времени T_n , себестоимости механизированных работ $C_{мр}$, удельных приведенных затрат Z и прибыли P . Причем производительность и себестоимость машино-часа составляют основу определения других технико-экономических показателей, и ошибка при их определении значительно увеличивается при оценке других показателей. Так, в процессе эксплуатации P_n и $C_{мч}$ изменяются на 50 % и более в зависимости от наработки СДМ с начала эксплуатации. В этом случае $C_{мч}$ будет изменяться уже в 2,5 и более раз.

С увеличением наработки с начала эксплуатации изменяются и другие ТЭП машины. Так, количество рабочего времени зависит от комплексного показателя надежности (коэффициента технического использования), который изменяется до 30 % [1].

В существующих нормативных документах определение ТЭП производится без учета динамики их изменений в процессе старения СДМ и экономии дорогостоящих материалов при применении машин и комплектов,

реализующих ресурсосберегающие технологии. В последней инструкции по амортизационным отчислениям [2] уже предоставляется право эксплуатирующей организации устанавливать ресурс СДМ с коэффициентом в пределах 0,5–1,5 от среднего значения, но грамотно воспользоваться этим правом можно с учетом изменений P_n , $C_{мч}$ и T_n при эксплуатации машины на всех этапах ее использования. Многие авторы [3–6] предлагают применять комплексный показатель оценки эффективности использования СДМ — прибыль, которую важно определять с учетом показателей надежности, внутрисменного режима работы и динамики изменения технической производительности машины от ее наработки с начала эксплуатации, экономии строительных и эксплуатационных материалов при применении ресурсосберегающих технологий.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИН

Для оценки эффективности использования машин дорожной отрасли используют методику, основанную на определении минимальных приведенных затрат Z , руб., включающих плановую себестоимость механизированных работ и капитальные вложения в сферу производства и эксплуатации машин, приходящиеся на единицу продукции машин или их комплектов:

$$Z = C_{\text{ед}} + E_n \cdot K \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $C_{\text{ед}}$ — себестоимость единицы продукции, руб.;
 K — удельные капитальные вложения, руб.;
 E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.



Рис. 1. Структурная схема существующей методики оценки эффективности использования машин

Использование показателя минимальных приведенных затрат при оценке эффективности использования машин практически в первоизданном виде широко встречается в современной литературе. Однако в настоящее время в условиях рыночной экономики предъявляются повышенные требования к точности получаемых результатов с учетом применения машин, реализующих современные технологии.

Кроме того, по приведенным затратам невозможно оценить эффективность применения машин, реализующих энергосберегающие технологии (рис. 1).

Ее можно применить при выборе машин и комплектов с одинаковой наработкой, реализующих традиционные технологии без экономии строительных материалов. По существующей методике оценка эффективности использования машин осуществляется без учета их наработки с начала эксплуатации. С ростом наработки машины с начала эксплуатации затраты на ТО и ТР, энергоносители и другие увеличиваются, что приводит к росту себестоимости машино-часа эксплуатации СДМ. При этом снижается годовое количество рабочего времени СДМ и уменьшается часовая эксплуатационная производительность. В существующей методике оценки эффективности использования машин значения P_n , $C_{\text{м.ч}}$ и T_n принимаются как средневзвешенные величины за межремонтный период их эксплуатации, что приводит к значительной ошибке получаемых результатов. Ее можно избежать, дополнив методику оценки эффективности использования машин критериями, учитывающими влияние их наработки. Предлагаемые дополнения методики оценки эффективности изображены в виде структурной схемы на рис. 2.

В структурной схеме внутри стрелок приведены критерии, а в овалах — факторы, которые они учитывают. Нарботка машины с начала эксплуатации будет влиять на: затраты для проведения ТО и ТР через комплексный показатель надежности — коэффициент технического использования, затраты на энергоносители — через коэффициент использования ресурса двигателя, годовой режим работы — через количество часов простоев ма-

шины в ТО и ТР, часовую эксплуатационную производительность — через коэффициент внутрисменного режима работы и коэффициент $K_{\text{т}}$, учитывающий снижение технической производительности в процессе старения машины.

Существующую методику оценки эффективности использования машин необходимо дополнить критериями, учитывающими расход и экономию используемых материалов, которые влияют на себестоимость единицы продукции. В настоящее время в дорожной отрасли широко используется высокопроизводительная техника, позволяющая повторно применять и экономить дорожно-строительные и ремонтные материалы. Однако в существующей методике оценки эффективности использования машин расход и экономия материалов не учитываются. При этом результаты зачастую оказываются не в пользу современной техники. Согласно структурной схеме, учесть влияние расхода и экономии используемых материалов на себестоимость единицы продукции можно через затраты на дорожно-строительные и ремонтные материалы с учетом их экономии.

Совершенствование методики оценки эффективности использования машин на основе предлагаемого критерия (прибыли от их эксплуатации) позволит определить целесообразность применения машин на любом этапе их использования и внедряемых современных технологий.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТ ИХ НАРАБОТКИ

На основе организаций могут формироваться парки СДМ (p) в их общем количестве (M) на всей территории страны, работающие как по традиционным, так и по современным технологиям, реализация которых возможна комплексами СДМ (l) в их общем количестве (B) для парка, включающего комплекты СДМ (f) в их общем ко-

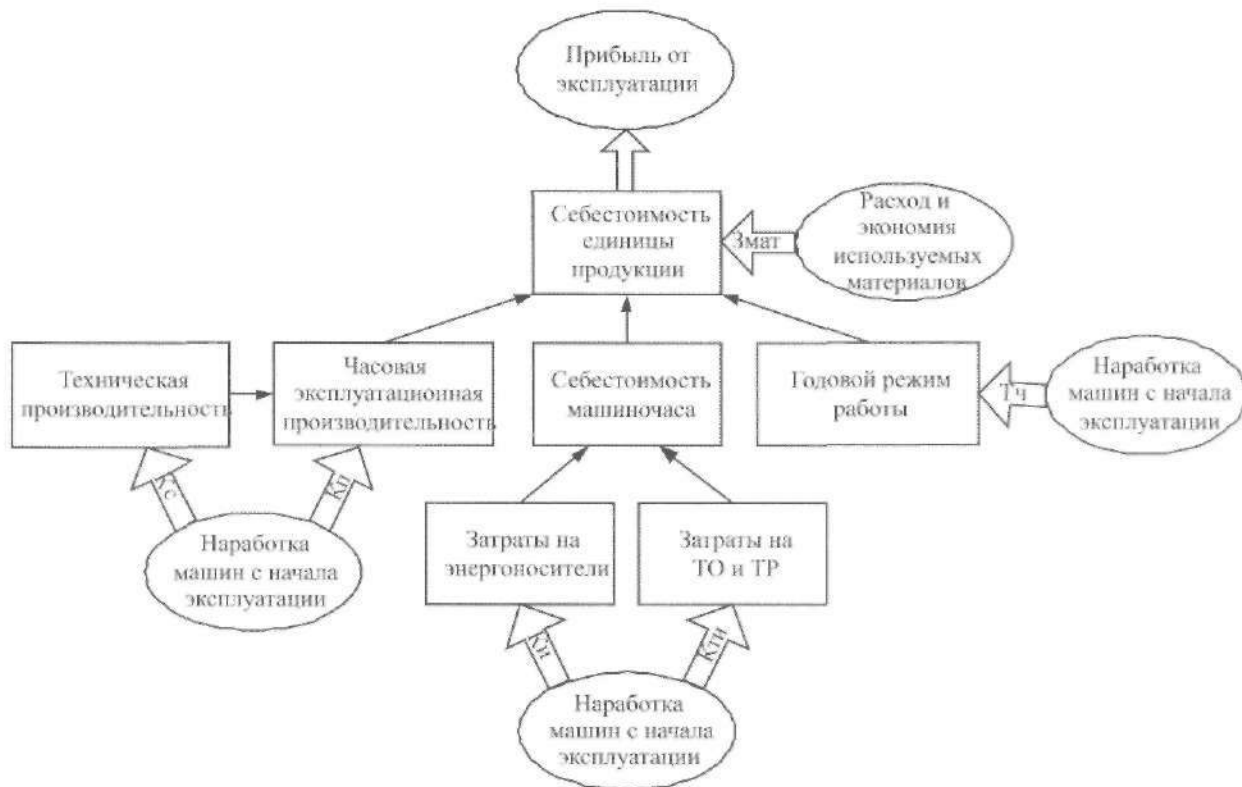


Рис. 2. Дополнения методики оценки эффективности использования машин

личестве (K) для комплекса. Они формируются из типов машин различного функционального назначения (j) при их количестве (T) в данном комплексе, состоящем из машин и других средств механизации (i) в количестве (N) одного типа.

Положив в основу формализацию получаемой прибыли P , руб., от эксплуатации каждой машины, входящей в парк СДМ, можно математически отразить эффективность его использования с учетом приведения расчетов к одному часу эксплуатации конкретной машины:

$$P = \sum_{p=1}^M \sum_{j=1}^B \sum_{l=1}^K \sum_{i=1}^J \sum_{t=1}^N P_{pilt} \rightarrow \max, \quad (2)$$

где P_{pilt} — прибыль, полученная от работы i -й машины j -го типа l -го комплекса p -го парка за рассматриваемый период времени, руб.;

M, B, K, T, N — общее количество соответственно парков машин; комплексов машин; комплексов СДМ; типов машин, входящих в комплект; количество машин одного типа.

Прибыль P , руб., как финансовый результат от эксплуатации каждой машины, представляет собой разность между полученной выручкой и себестоимостью проведения работ:

$$P = C_r \cdot P_s \cdot T_v - (C_{m1} + C_{m2}) \cdot T_v, \quad (3)$$

где C_r — выручка за вычетом налогов от выполнения единичного объема работ, руб./единица работы;

P_s — часовая эксплуатационная производительность, единица работы/машино-час;

T_v — продолжительность выполнения работ, машино-час;

C_{m1} — себестоимость машино-часа учетом накладных расходов, руб./машино-час;

C_{m2} — приведенные к часу работы затраты на материал, руб./машино-час.

Выразив сумму себестоимости машино-часа и затрат на материалы через C_{m1}^{np} и подставив в формулу (3), получаем выражение:

$$P = (C_r - C_{m1}^{np}) \cdot P_s \cdot T_v, \quad (4)$$

где $C_{m1}^{np} = C_{m1}^{np} / P_s$ — приведенная себестоимость единицы выполненной работы.

Продолжительность выполнения работ T_v , машино-час, можно определить из выражения:

$$T_v = t \cdot K_{тп}, \quad (5)$$

где t — количество рабочего времени СДМ с учетом простоев на ТО и ТР, кроме КР за рассматриваемый интервал времени, машино-час;

$K_{тп}$ — коэффициент технического использования СДМ, учитывающий простои в ТО и ТР.

Эксплуатационная производительность P_s , единица работы/машино-час, определяется из выражения:

$$P_s = P_t \cdot K_{тп}, \quad (6)$$

где P_t — техническая производительность, единица работы/машино-час;

$K_{тп}$ — коэффициент внутрисменного использования машины.

Проведенные исследования показали, что для гидрофицированных машин техническая производительность

изменяется до 50 % в зависимости от их наработки с начала эксплуатации. Для учета этих изменений Π , необходимо корректировать с помощью коэффициента старения машины K_c , т. е.:

$$\Pi_r = \Pi_r^* \cdot K_c, \quad (7)$$

где Π_r^* — техническая производительность новой машины, единица работы/машино-час.

Интенсивность изменений K_c зависит от условий эксплуатации и тонкости очистки рабочей жидкости гидропривода. Для экскаватора ЭО-5126 зависимость K_c от наработки с начала эксплуатации H_Φ можно определять из выражения:

$$K_c = 1 - 5 \cdot 10^{-5} \cdot H_\Phi. \quad (8)$$

Определение количественных значений K_p и K_{ti} в зависимости от наработки СДМ с начала эксплуатации подробно рассмотрено в других работах авторов [2, 7].

После подстановки выражений (5)–(7) в формулу (4) получаем зависимость прибыли от выручки, приведенной себестоимости выполненной работы, коэффициента технического использования, коэффициента внутрисменного режима работы, коэффициента изменения технической производительности и количества рабочего времени на всех этапах эксплуатации СДМ:

$$\Pi = (C_r - C_e^{(P)}) \cdot \Pi_r^* \cdot K_c \cdot K_a \cdot I \cdot K_{iw}, \quad (9)$$

Определение комплексного критерия оценки эффективности эксплуатации конкретной машины по формуле (9) позволит вычислять величину прибыли на всех этапах ее использования и соответственно анализировать результаты работы комплектов, комплексов и парков СДМ в соответствии с предложенной зависимостью (2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1 Основу выбора технико-экономических показателей при оценке эффективности эксплуатации СДМ определяет технология строительных работ.
- 2 При определении технико-экономических показателей эксплуатации СДМ (Π_r , $C_{e^{(P)}}$, T_n) важно учитывать динамику их изменений в зависимости от наработки с начала эксплуатации каждой машины.
- 3 Оценка эффективности эксплуатации машин и их комплектов при реализации ресурсосберегающих технологий должна производиться с учетом расхода строительных и эксплуатационных материалов.
- 4 Предложенная индивидуальная модель определения прибыли (комплексного показателя оценки эффективности эксплуатации СДМ) учитывает динамику изменений комплексного показателя надежности, коэффициента внутрисменного режима работы и технической производительности машины на всех этапах ее эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Максименко, А. Н. Определение планируемого годового режима строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко, Д. Ю. Макацария, В. В. Васильев // Грузовик &. — М.: Машиностроение. — 2006. — № 4. — С. 52–54.
2. Инструкция о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов от 27.02.2009 № 37/18/6.
3. Кудрявцев, Е. М. Комплексная механизация строительства / Е. М. Кудрявцев. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. — 424 с.
4. Сорокин, П. И. Оптимальное использование машин на земляных работах в дорожном строительстве / П. И. Сорокин. — М.: Транспорт, 1972. — 284 с.
5. Иванов, В. Н. Концепция эффективного использования парка машин дорожно-строительных организаций: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.04 / В. Н. Иванов. — Омск, 2004. — 399 с.
6. Вавилов, А. В. Экономическое проектирование технологических машин строительного комплекса: монография / А. В. Вавилов, Д. В. Маров, А. Я. Котлобай; под общ. ред. А. В. Вавилова. — Минск: Стринко, 2003. — 102 с.
7. Максименко, А. Н. Влияние внутрисменного режима работы и наработки с начала эксплуатации на эффективность использования строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко [и др.] // Строительная наука и техника. — 2009. — № 1 (22). — С. 102–106.

Статья поступила в редакцию 12.07.2010.