

# ВЛИЯНИЕ НАРАБОТКИ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

*Для оценки эффективности выполнения различных видов работ широко используют различные технико-экономические показатели: производительность, себестоимость работ, приведенные (полные и удельные) затраты, время выполнения работ и др.*

Процесс оснащения дорожно-строительных организаций техникой связан с эффективностью ее использования. Задача повышения эффективности использования техники решается путем совершенствования методов эксплуатации машины по мощности, времени с учетом ее технического состояния. Они предусматривают определение, изучение и оптимизацию показателей эксплуатационных свойств отдельных строительно-дорожных машин (СДМ), в том числе тягово-скоростных свойств, проходимости, использования рабочего оборудования и топливной экономичности, а также разработку и совершенствование теоретических основ и применение в дорожном строительстве методов определения производительности дорожных машин и влияющих на нее факторов, разработку системы показателей оценки эффективности использования СДМ и автотранспорта.

Оценка эффективности использования техники в дорожном строительстве в настоящее время производится по удельным приведенным затратам. Они учитывают объемы выполняемых работ и затраты на них с учетом затрат на поддержание и восстановление работоспособности техники. В процессе эксплуатации техники эффективность использования ее по назначению снижается, т. е. годовые объемы выполненных работ с увеличением наработки с начала эксплуатации уменьшаются, а затраты на восстановление и поддержание ее работоспособности увеличиваются. Однако удельные приведенные затраты по существующим методикам определяются без учета влияния

изменения как объемов выполняемой полезной работы, так и суммарных затрат на поддержание и восстановление работоспособности машин.

Себестоимость 1 маш.-ч  $C_{м-ч}$  в зависимости от наработки с начала эксплуатации может определяться по формуле

$$C_{м-ч} = \frac{C_0}{T_0} + \frac{Г}{D_p t_{см} K_{см} K_{ти}} + Z_{тор} + Z_{зч} + Z_{эн} + Z_{зп} + Z_{бч}, \quad (1)$$

где  $C_0$  — единовременные затраты на объекте, у. е.;  $T_0$  — время работы машины на объекте, ч;  $Г$  — годовые эксплуатационные затраты, у. е.;  $D_p$  — количество рабочих дней и дней нахождения машины в техническом обслуживании (ТО) и ремонтах, кроме капитального;  $t_{см}$  — продолжительность смены, ч;  $K_{см}$  — коэффициент сменности;  $K_{ти}$  — коэффициент технического использования;  $Z_{тор}$  — эксплуатационные затраты на ТО и ремонт, у. е./маш.-ч;  $Z_{зч}$  — эксплуатационные затраты на запасные части, у. е./маш.-ч;  $Z_{эн}$  — затраты на энергоносители, смазочные материалы и гидравлическую жидкость, у. е./маш.-ч;  $Z_{зп}$  — заработная плата машинистов, у. е./маш.-ч;  $Z_{бч}$  — затраты на замену быстроизнашивающихся частей, у. е./маш.-ч.

По существующим методикам составляющие прямых эксплуатационных затрат определяются по усредненным показателям за межремонтный цикл.

Затраты на энергоносители, смазочные и сопутствующие материалы определяются на основе норм расхода топлива и смазочных материалов:

$$Z_{эн} = Z_э + Z_{со}, \quad (2)$$

где  $Z_э$  — затраты на энергоносители с дизелем, у. е./маш.-ч;  $Z_{со}$  — затраты на смазочные и сопутствующие материалы, у. е./маш.-ч.

Затраты на оплату и стимулирование труда машинистов, управляющих строительной техникой, определяются по формуле

$$Z_{зп} = Z_{зп91} I_{зар} K_{пр}, \quad (3)$$

где  $Z_{зп91}$  — заработная плата машиниста, у. е./ч;  $I_{зар}$  — индекс роста теку-

шей заработной платы по отношению к 1991 г.;  $K_{пр}$  — коэффициент премиальных доплат.

Затраты на замену быстроизнашивающихся частей (сменную оснастку) рассчитываются по каждому виду, исходя из сроков службы по формуле

$$З_{бч} = \sum_{i=1}^m \frac{n_i \Pi_{oi} K_{осi} K_{отi}}{T_{осi}}, \quad (4)$$

где  $m$  — количество видов сменной оснастки;  $n_i$  — количество оснастки данного вида;  $\Pi_{oi}$  — цена соответствующей сменной оснастки, у. е.;  $K_{осi}$  — коэффициент, учитывающий затраты на доставку сменной оснастки;  $K_{отi}$  — коэффициент, учитывающий затраты на установку сменной оснастки;  $T_{осi}$  — нормативный срок службы сменной оснастки, маш.-ч.

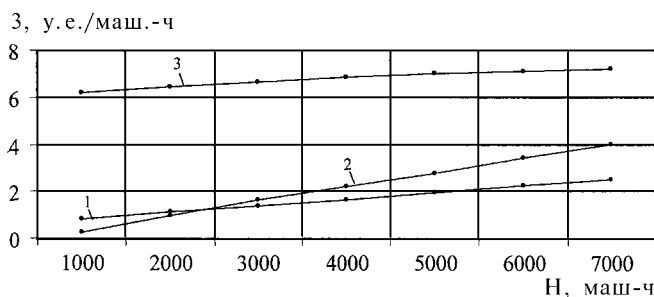
Затраты на техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт определяются следующим образом:

$$З_{тор} = K_{ц} (З_{тзар} + З_{мат} + З_{по} + З_{мп} + З_{кр}) + З_{пп} + З_{гн}, \quad (5)$$

где  $K_{ц}$  — коэффициент цеховых затрат при проведении технического обслуживания, текущего и капитального ремонтов;  $З_{тзар}$  — заработная плата рабочих, занятых техническим обслуживанием и текущим ремонтом, у. е./маш.-ч;  $З_{мат}$  — затраты на запасные части, ремонтные материалы и энергоносители, у. е./маш.-ч;  $З_{по}$  — затраты на окраску, у. е./маш.-ч;  $З_{мп}$  — затраты на эксплуатацию машин технической помощи при проведении ТО и текущего ремонта на месте работы машины, у. е./маш.-ч;  $З_{кр}$  — затраты на капитальный ремонт, у. е./маш.-ч;  $З_{пп}$  — затраты на ремонт и обслуживание подкрановых путей, у. е./маш.-ч;  $З_{гн}$  — затраты на техническое освидетельствование машины, отработавшей нормативный срок службы, у. е./маш.-ч.

В настоящее время расчеты себестоимости 1 маш.-ч и единицы полезной работы при использовании техники по назначению определяются по усредненным показателям за межремонтный период. Использование этих показателей в расчетах приводит к большим ошибкам вследствие того, что данные затраты определяются без учета старения машин. Важно эти затраты рассчитывать для каждой машины, так как капитальный ремонт проводится в зависимости от годовой наработки и ресурса машин один раз в 3–5 лет.

Кроме того, фактические затраты на ТО и ремонты с учетом стоимости запасных частей и использования передвижных средств при



**Рис. 1. Влияние наработки  $H$  с начала эксплуатации скрепера на эксплуатационные затраты:**

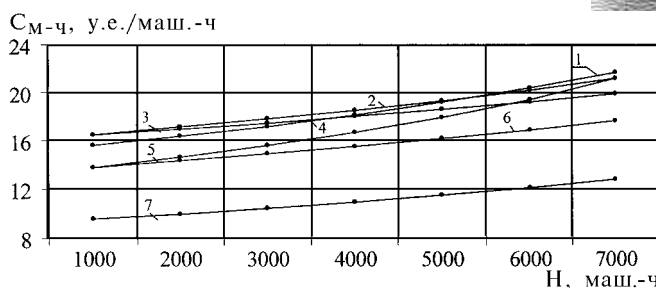
1 — на ТО и ремонт; 2 — на запасные части; 3 — на энергоносители, смазочные материалы и гидравлическую жидкость

проведении работ изменяются от наработки с начала эксплуатации машин.

В процессе производственной эксплуатации СДМ затраты на поддержание их работоспособности постоянно изменяются. Эти изменения связаны в первую очередь с процессом старения техники. Наиболее четко процесс старения может быть отражен наработкой машины с начала эксплуатации. Так, с увеличением наработки с начала эксплуатации затраты начинают изменяться, причем для различных наименований эксплуатационных затрат это изменение будет носить различный характер. Для СДМ на примере скрепера изменение эксплуатационных затрат в зависимости от наработки с начала эксплуатации показано на рис. 1.

Значительный рост затрат на поддержание и восстановление работоспособности СДМ с увеличением наработки необходимо учитывать при оценке эффективности их использования. Так, изменение себестоимости 1 маш.-ч для парка СДМ в зависимости от наработки их с начала эксплуатации показано на рис. 2.

Как видно из рис. 2, изменение себестоимости 1 маш.-ч для парка СДМ имеет тенден-



**Рис. 2. Изменение себестоимости 1 маш.-ч в зависимости от наработки с начала эксплуатации:**

1 — скрепера; 2 — автогрейдера; 3 — погрузчика; 4 — экскаватора; 5 — асфальтоукладчика; 6 — бульдозера; 7 — катка

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАСЧЕТЫ

Приведенные затраты на СДМ, у. е./маш.-ч

Машина	Наработка, маш.-ч						
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
Автогрейдер	19,57	20,26	21,04	21,89	22,76	23,94	25,09
Автоукладчик	16,97	17,97	19,06	20,38	21,90	23,87	25,98
Бульдозер	15,95	16,54	17,23	17,96	18,71	19,50	20,43
Каток	11,31	11,77	12,27	12,84	13,47	14,22	15,14
Скрепер	16,79	17,65	18,50	19,44	20,54	21,82	23,39
Экскаватор	17,32	17,81	18,34	18,90	19,50	20,14	20,82
Погрузчик	18,12	18,65	19,22	19,82	20,49	21,17	21,92

цию к увеличению, и если для заказчика производства работ усредненные значения стоимости 1 маш.-ч позволяют определить планово-расчетную цену производства работ, то для организации, занимающейся поддержанием и восстановлением работоспособности, важно знать динамику изменения себестоимости 1 маш.-ч от наработки с начала эксплуатации.

При наличии данных по объему выполняемой машиной полезной работы и затрат на ТО и ремонты в процессе наработки с начала эксплуатации можно на любом этапе определить эффективность использования машины.

Важнейшими технико-экономическими показателями оценки использования машины являются приведенные затраты на 1 маш.-ч и удельные приведенные затраты на выполнение полезной работы при использовании ее по назначению. В этом случае целесообразно определять минимальные суммарные затраты на изготовление машины и ее эксплуатацию. Приведенные затраты на 1 маш.-ч  $C_{м-ч}^{пр}$  определяются по формуле

$$C_{м-ч}^{пр} = C_{м-ч} + E_n K_y, \quad (6)$$

где  $C_{м-ч}$  — себестоимость 1 маш.-ч;  $E_n$  — нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;  $K_y$  — удельные капитальные вложения на приобретение техники.

Удельные капитальные вложения можно определить по формуле

$$K_y = K_3 \frac{C_{оп}}{D_p t_{см} K_{см} K_{ти}}, \quad (7)$$

где  $K_3$  — коэффициент, учитывающий расходы на доставку машины с завода;  $C_{оп}$  — оптовая цена машины.

В процессе эксплуатации СДМ значения приведенных затрат изменяются. Для установления изменения приведенных затрат на 1 маш.-ч, с учетом наработки с начала эксплуатации для парка СДМ, воспользуемся зависимостью (6). Результаты расчета для рассматриваемых машин приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, изменение приведенных затрат на 1 маш.-ч СДМ имеет тенденцию к увеличению, которая достигает для отдельных машин парка 50 %.

Расчеты показали, что в процессе эксплуатации учет параметров надежности позволил определить динамику изменения приведенных затрат.

В процессе использования машины по назначению ее часовая эксплуатационная производительность  $P_ч$  уменьшается с увеличением наработки с начала эксплуатации. Так, для скрепера ДЗ-11  $P_ч$  уменьшалась до 40 % (табл. 2), что вызывает более интенсивное снижение удельных приведенных затрат на единицу выполняемой полезной работы. Снижение выходных параметров машины и увеличение затрат на поддержание и восстановление ее работоспособности способствуют

Таблица 2

Значения часовой эксплуатационной производительности и удельных приведенных затрат в зависимости от наработки с начала эксплуатации при транспортировке грунта скрепером ДЗ-11

Наименование	Наработка, маш.-ч						
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
Приведенные затраты, у. е./м-ч	16,79	17,65	18,50	19,44	20,54	21,82	23,39
Часовая эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> · км/м-ч	27,0	24,4	23,8	21,6	20,5	17,8	15,6
Удельные приведенные затраты при транспортировке 1 м <sup>3</sup> грунта на 1 км, у. е./ (м <sup>3</sup> · км)	0,67	0,77	0,83	0,95	1,05	1,28	1,55

Примечание. Удельные приведенные затраты в у. е./ (м<sup>3</sup> · км) включают затраты на загрузку ковша грунтом равные 0,05 у. е./м<sup>3</sup>.

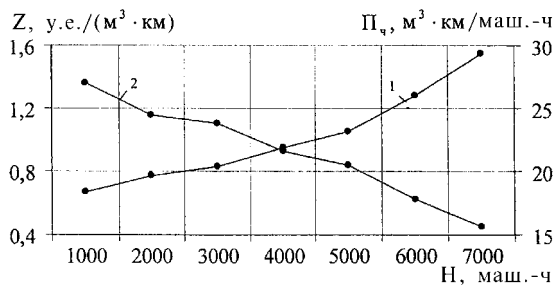


Рис. 3. Изменение удельных приведенных затрат (1) и часовой эксплуатационной производительности (2) скрепера ДЗ-11 от наработки с начала эксплуатации

росту удельных приведенных затрат на единицу продукции более чем в два раза (табл. 2).

Интенсивность изменения удельных приведенных затрат (рис. 3) влияет на рациональную наработку с начала эксплуатации при использовании машины по назначению.

Анализ объектов по строительству и ремонту автомобильных дорог по Могилевской области за 2005—2006 гг. показал, что стоимость землеройно-транспортных работ составила 1,5 у. е./( $\text{м}^3 \cdot \text{км}$ ). Это позволяет сделать вывод о том, что без учета налогов наработка до капитального ремонта составляет 6400 маш.-ч.

При наработке с начала эксплуатации свыше 6400 маш.-ч применение скреперов ДЗ-11 без ремонта будет убыточным. Капитальный ремонт позволит повысить значение коэффициента технологического использования  $K_{\text{ти}}$  (табл. 3), однако интенсивность его снижения в процессе наработки после ремонта будет более высокой и позволит определить рациональную наработку до следующего капитального ремонта и в целом наработку до списания.

Таблица 3

Влияние наработки после капитального ремонта на коэффициент технического использования скрепера ДЗ-11

Нароботка после капитального ремонта, маш.-ч	1000	2000	3000	4000	5000
Коэффициент технического использования	0,83	0,81	0,77	0,75	0,71

После проведения капитального ремонта эксплуатационные затраты снижаются, однако интенсивность их изменения значительно выше (рис. 4).

Более интенсивный рост всех составляющих эксплуатационных затрат приводит и к более интенсивному росту себестоимости

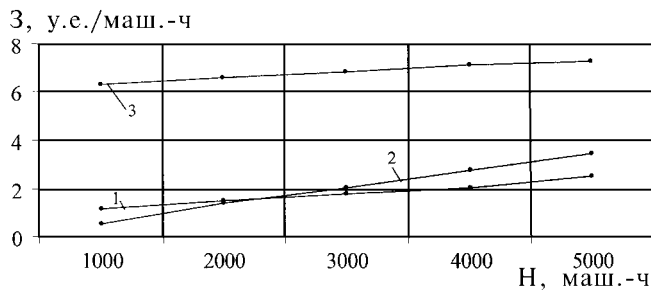


Рис. 4. Влияние наработки после проведения капитального ремонта скрепера на эксплуатационные затраты:

1 — на ТО и ремонт; 2 — на запасные части; 3 — на энергоносители, смазочные материалы и гидравлическую жидкость

1 маш.-ч. Для СДМ данная динамика отражена на примере скрепера ДЗ-11 (рис. 5).

При использовании капитально отремонтированной машины ее часовая эксплуатационная производительность также уменьшает-

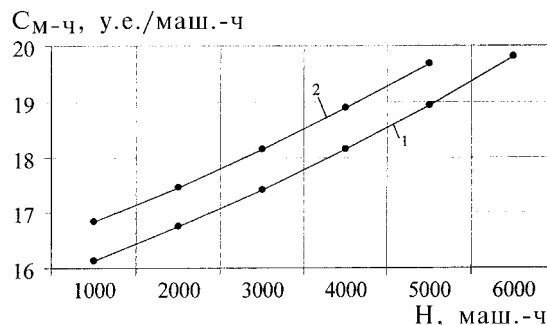


Рис. 5. Изменение себестоимости 1 маш.-ч для скрепера ДЗ-11 с наработкой:

1 — с начала эксплуатации; 2 — после капитального ремонта

Таблица 4

Значения часовой эксплуатационной производительности и удельных приведенных затрат на транспортировку  $1 \text{ м}^3$  грунта скрепером ДЗ-11 на 1 км после проведения капитального ремонта в зависимости от наработки

Наименование	Нароботка, маш.-ч				
	1000	2000	3000	4000	5000
Приведенные затраты, у. е./маш.-ч	22,39	24,25	26,86	28,97	29,7
Часовая эксплуатационная производительность, $\text{м}^3 \cdot \text{км}/\text{маш.-ч}$	27,0	24,4	23,8	21,6	20,5
Удельные приведенные затраты при транспортировке $1 \text{ м}^3$ грунта на 1 км, у. е./( $\text{м}^3 \cdot \text{км}$ )	0,9	1,03	1,2	1,43	1,55

ИССЛЕДОВАНИЯ • РАСЧЕТ

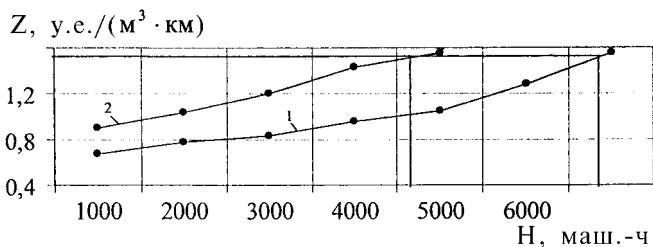


Рис. 6. Изменение удельных приведенных затрат на скрепер ДЗ-11 до (1) и после (2) капитального ремонта в зависимости от наработки

ся с увеличением наработки после капитального ремонта. Причем интенсивность ее уменьшения после капитального ремонта превышает интенсивность до ремонта, что влечет за собой сокращение объема выполняемой полезной работы при применении машины. Кроме того, интенсивность увеличения приведенных затрат на 1 маш.-ч после капитального ремонта превышает интенсивность увеличения приведенных затрат на 1 маш.-ч до капитального ремонта, что способствует повышению интенсивности роста удельных приведенных затрат (табл. 4).

Если сравнить удельные приведенные затраты на новую машину и машину, прошедшую капитальный ремонт, то по изменению их интенсивности можно определить рациональную наработку новой машины до

ее капитального ремонта и возможность дальнейшего использования капитально отремонтированной машины.

Изменение удельных приведенных затрат на скрепер ДЗ-11 до капитального ремонта и после него в зависимости от наработки показано на (рис. 6).

Анализ изменения технико-экономических показателей СДМ от наработки с начала эксплуатации показывает целесообразность их учета при использовании техники по назначению.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудрявцев, Е. М. Комплексная механизация строительства [Текст]: учеб. изд. / Е. М. Кудрявцев. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. — 424 с.
2. Максименко, А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин [Текст]: учеб. пособие / А. Н. Максименко. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 400 с.
3. Максименко, А. М. Определение годового режима строительных и дорожных машин с учетом наработки с начала эксплуатации [Текст] / А. М. Максименко, Д. Ю. Макария, В. В. Васильев // Грузовик &. — 2006. — № 4. — С. 52—54.
4. Максименко, А. Н. Влияние срока службы самоходных скреперов МоА 3-546П-Д357П на их эксплуатационные показатели [Текст] / А. Н. Максименко, А. Н. Щемелев, Н. А. Лапин, Ю. В. Суруевгин // Механизация строительства. — 1978. — № 5. — С. 20—21.
5. Эксплуатация дорожных машин: учеб. для вузов [Текст] / А. М. Шейнин, Б. И. Филиппов, В. А. Зорин и др.; Под ред. А. М. Шейнина. — М.: Транспорт, 1992. — 328 с.

## МЕТАЛЛУРГИ "КАМАЗА" ВЫИГРАЛИ "ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ" ТЕНДЕР

*ОАО "КАМАЗ-Металлургия" одержало победу в тендере на поставку крупной партии продукции в 2007 г., проведенном ОАО "РЖД".*

Заключен годовой контракт на изготовление поглощающих аппаратов Ш2В90, а также полугодовой договор на поставку комплектов анкерного рельсового скрепления (АРС) — анкеров и монорегуляторов. Металлурги "КАМАЗа" уже имеют опыт изготовления этих позиций для своего стратегического партнера. Основная нагрузка при выполнении заказа ложится на производства чугунного и стального литья литейного завода.

По словам директора литейного завода Юрия Майорова, оснастка, необходимая для производства поглощающего аппарата и комплектов АРС, уже готова. Заканчивается подготовка производства под возросшие объемы заказа.

Анкеры и монорегуляторы, обеспечивающие связь рельсов со шпалами, изготавливаются в производстве чугунного литья. В 2006 г. в корпусе завершены техническая реорганизация и освобождение мощностей автоматических формовочных линий СПО-3 и СПО-4 под производство номенклатуры РЖД. В январе 2007 г. заказчику отгружена первая партия комплектов АРС. Уже создан задел в 50 тыс. комплектов.

Поглощающий аппарат Ш2В90 — это сложная деталь, которая защищает вагоны, перевозящие особо ценные и опасные грузы от ударов, происходящих во время движения поезда. Заказ партнера на эту отливку в 2007 г. вырос в 2 раза по сравнению с прежними объемами. Под его выполнение задействована формовочная линия СПО-1 производства стального литья. Термообработку и сборку узла заготовки будет выполнять кузнечный завод ОАО "КАМАЗ-Металлургия".

За два года сотрудничества ОАО "Российские железные дороги" стало одним из самых крупных клиентов предприятия на российском рынке.

*(Пресс-центр ОАО "КАМАЗ")*