

УДК 625.08+625.76.08 (075.8)

ВЛИЯНИЕ УПРУГОЙ ПОДВЕСКИ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ПОГРУЗЧИКА ДЗ-133

Канд. техн. наук, проф. ЩЕМЕЛЕВ А. М., асп. КУДОШ С. Ю.

Могилевский государственный технический университет

Основным критерием конкурентоспособности любого вида техники является себестоимость выпускаемой продукции, которая зависит от стоимости машино-часа работы агрегата.

Для примера рассмотрим составляющие планово-расчетной стоимости (ПРС) машино-часа работы погрузчика ДЗ-133 [1].

Как видно из рис. 1, основная часть затрат связана с расходами на топливо (30,92 %), амортизационными отчислениями (9,81 %) и налоговыми выплатами (25,39 %).

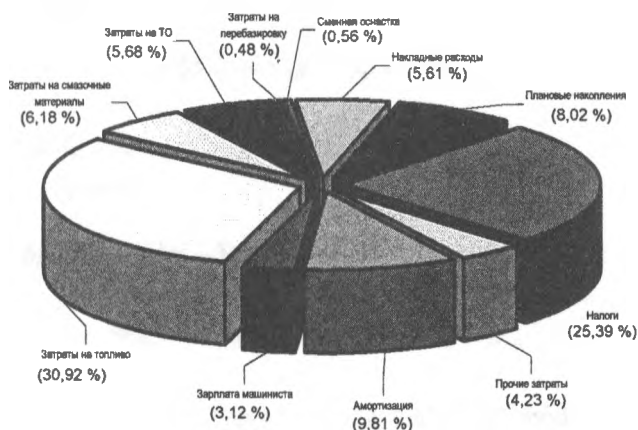


Рис. 1. Составляющие планово-расчетной стоимости машино-часа работы погрузчика ДЗ-133

Снижение статьи налоговых выплат и амортизационных отчислений не представляется возможным, так как эти взносы регламентированы соответствующими государственными актами.

Следовательно, исследования путей снижения ПРС машино-часа работы необходимо проводить в направлении сокращения затрат, связанных с расходом топлива.

Затраты, связанные с расходом топлива, определяются по формуле

$$Z_{\text{зд}} = K_{\text{з}} Q \Pi_{\text{д}} K_{\text{вр}} K_{\text{т}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{з}}$ – коэффициент, учитывающий повышение расхода топлива в зимнее время, $K_{\text{з}} = 1,035$, в летнее – $K_{\text{з}} = 1$; Q – часовой расход топлива, л/ч; $\Pi_{\text{д}}$ – цена дизельного топлива, $\Pi_{\text{д}} = 0,389$ у. е./л, по состоянию на 1.01.2003; $K_{\text{вр}}$ – коэффициент использования двигателя по времени в течение 1 ч, $K_{\text{вр}} = 0,7$ [2]; $K_{\text{т}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (принимается в размере 1,1).

Одним из способов снижения затрат на топливо является установка упругой подвески на рабочее оборудование погрузчика (рис. 2).

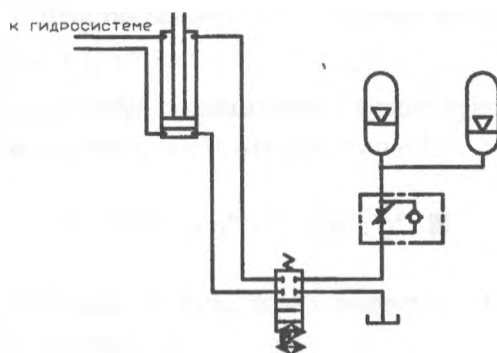


Рис. 2. Гидравлическая схема упругой подвески рабочего оборудования погрузчика ДЗ-133

Использование упругой подвески рабочего оборудования фронтального погрузчика приводит не только к уменьшению нагруженности металлоконструкции и повышению ее ресурса, но и к снижению сопротивления перемещению машины.

Исследования, проведенные на Минском автозаводе под руководством М. С. Высоцкого [3], показали, что расход топлива у грузового автомобиля с заблокированной подвеской, движущегося по неровной поверхности, в качестве которой была выбрана булыжная мостовая, на 15 % выше, чем у этого же автомобиля с разблокированной подвеской.

Теоретическое обоснование этих результатов, полученное профессором А. К. Бируля [4], имеет следующий вид:

$$f = f_0 + \mu s v_n^2 \frac{G_n}{G_n}, \quad (2)$$

где f_0 – коэффициент сопротивления движению погрузчика при скорости, близкой к нулю, принимаем $f_0 = 0,04$, что соответствует гравийному покрытию (табл. 1); μ – коэффициент, учитывающий конструктивные особенности машины (для грузовых автомобилей $\mu = 7 \cdot 10^{-7}$) [4]; s – показания толчкомера по состоянию дороги, см/км (табл. 1); v_n – скорость движения погрузчика, м/с (принимается постоянной для всех дорожных условий $v_n = 8,3 \text{ м/с} = 30 \text{ км/ч}$); G_n – вес неподрессоренных частей погрузчика, Н; G_n – вес погрузчика, Н.

Таблица 1

Зависимость показаний толчкомера и коэффициента сопротивления движению от состояния дорожного покрытия

Вид покрытий	Показания толчкомера по состоянию дороги s , см/км			Коэффициент сопротивления движению f_0
	Отлич.	Хорош.	Ремонт.	
Асфальтобетон	50	150	300	0,02
Цементобетон	75	150	300	0,025
Гравийные и щебеночные обработанные битумом с поверхностной обработкой	100	250	400	0,03
Щебеночные	200	350	500	0,035
Гравийные	200	350	500	0,04
Булыжные мостовые	250	400	600	0,05

Влияние подвески рабочего оборудования на мощность, потребляемую погрузчиком, можно определить следующим образом.

Сопротивление движению погрузчика в транспортном режиме работы при установив-

шемся режиме движения рассчитываем по формуле

$$W = (G_{\text{пер}} + G_{\text{зад}})f, \quad (3)$$

где $G_{\text{пер}}$ – вес, приходящийся на переднюю ось погрузчика (в груженом или порожнем состоянии), Н; $G_{\text{зад}}$ – вес, приходящийся на заднюю ось погрузчика (в груженом или порожнем состоянии), Н.

Сопротивление движению погрузчика от сил инерции при трогании с места определится по формуле

$$W_n = \frac{G_n}{g} \frac{dv}{dt}, \quad (4)$$

где G_n – вес погрузчика, Н; g – ускорение свободного падения, м/с²; dv – изменение скорости погрузчика, м/с; dt – время, за которое происходит изменение скорости погрузчика, с.

Мощность на преодоление сил инерции при трогании погрузчика с места

$$N_{\text{ин}} = \frac{W_n v_n}{\eta}, \quad (5)$$

где η – КПД трансмиссии, $\eta = 0,8$.

Мощность, затрачиваемая погрузчиком на перемещение в транспортном режиме, находится по

$$N_{\text{тр}} = \frac{W v_n}{\eta}. \quad (6)$$

С учетом (2)...(4) и (6) мощность погрузчика в транспортном режиме будет равна

$$N_{\text{тр}} = \frac{\left[(G_{\text{пер}} \left(f_0 + \mu s v_n^2 \frac{G_n}{G_n} \right) + G_{\text{зад}} \left(f_0 + \mu s v_n^2 \frac{G_n}{G_n} \right) + G_n \frac{dv}{dt} \right] v_n}{\eta}. \quad (7)$$

С помощью (6) для всех принятых дорожных условий определяется затрачиваемая мощность на перемещение погрузчика с жестким и упругим креплениями рабочего оборудования, т. е. $G_n/G_n = 1$ и $G_n/G_n < 1$ соответственно (табл. 2).

Как видно из рис. 3, при использовании упругой подвески рабочего оборудования произошло снижение потребляемой мощности, что повлияло на уменьшение расхода топлива (рис. 4; табл. 3).

Таблица 2

Зависимость затрачиваемой мощности, на перемещение в транспортном режиме, от неровностей дороги

Показания толчкомера по состоянию дороги s , см/км	Скорость погрузчика v_n , км/ч		Мощность, затрачиваемая на перемещение погрузчика с жестким креплением рабочего оборудования $N_{тр}$, кВт		Мощность, затрачиваемая на перемещение погрузчика с упругим креплением рабочего оборудования $N_{тр}$, кВт		Изменение мощности при упругом креплении рабочего оборудования $\Delta N_{тр}$, %	
	по-рож.	груз.	по-рож.	груз.	по-рож.	груз.	по-рож.	груз.
200	30		27,39	31,04	26,25	29,06	4,2	6,4
300			30,06	34,08	28,35	31,11	5,7	8,7
400			32,74	37,11	30,46	33,15	7,0	10,7
500			35,42	40,15	32,57	35,20	8,1	12,3

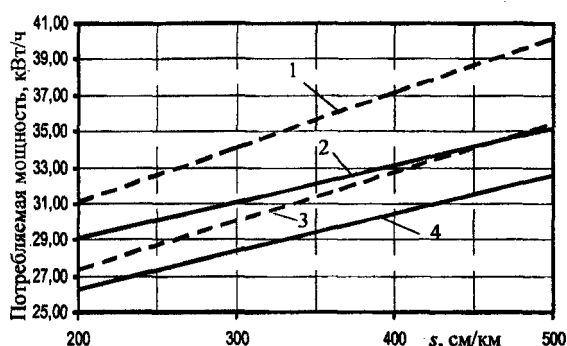


Рис. 3. Зависимость потребляемой мощности на перемещение от неровностей дороги: 1 — мощность, затрачиваемая на перемещение груженого погрузчика с жесткой подвеской рабочего оборудования при $v_n = 30$ км/ч; $f_0 = 0,04$; 2 — то же груженого погрузчика с упругой подвеской рабочего оборудования при $v_n = 30$ км/ч; $f_0 = 0,04$; 3 — мощность, затрачиваемая на перемещение порожнего погрузчика с жесткой подвеской рабочего оборудования при $v_n = 30$ км/ч; $f_0 = 0,04$; 4 — то же с упругой подвеской рабочего оборудования при $v_n = 30$ км/ч; $f_0 = 0,04$

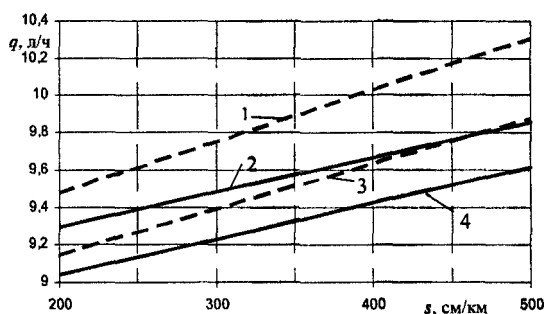


Рис. 4. Зависимость расхода топлива погрузчика при движении в транспортном режиме от неровностей дороги: 1 — часовой расход топлива груженого погрузчика с жесткой подвеской рабочего оборудования при $f_0 = 0,04$; 2 — то же с упругой подвеской рабочего оборудования при $f_0 = 0,04$; 3 — часовой расход топлива порожнего погрузчика с жесткой подвеской рабочего оборудования при $f_0 = 0,04$; 4 — то же с упругой подвеской рабочего оборудования при $f_0 = 0,04$

Таблица 3

Зависимость часового расхода топлива погрузчика от неровностей дороги

Показания толчкомера по состоянию дороги s , см/км	Расход топлива погрузчика с жестким креплением рабочего оборудования, л/ч		Расход топлива погрузчика с упругим креплением рабочего оборудования, л/ч		Изменение расхода топлива при упругом креплении рабочего оборудования ΔQ , %	
	порож.	груз.	порож.	груз.	порож.	груз.
200	9,14	9,47	9,04	9,29	1,1	1,9
300	9,39	9,75	9,23	9,48	1,7	2,8
400	9,63	10,03	9,42	9,67	2,2	3,6
500	9,87	10,30	9,61	9,85	2,6	4,4

Мощность, потребляемая погрузчиком при трогании с места, определяется по формуле

$$N_{\text{трог}} = N_{\text{ин}} + N_{\text{тр}} \quad (8)$$

Мощность, затрачиваемая погрузчиком при черпании материала, рассчитывается

$$N_{\text{чер}} = N_{\text{н}} + N_{\text{дв}} \quad (9)$$

где $N_{\text{н}}$ — мощность, потребляемая насосной установкой погрузчика, кВт; $N_{\text{дв}}$ — мощность, затрачиваемая погрузчиком на перемещение при черпании материала, кВт.

Мощность, затрачиваемая погрузчиком при выгрузке материала, равна

$$N_{\text{выгр}} = \frac{p_{\text{ср}} Q_{\text{нас}}}{1000 \eta_{\text{об}}} \quad (10)$$

где $p_{\text{ср}}$ — среднее давление в гидросистеме при выгрузке материала, Па; $Q_{\text{нас}}$ — суммарная подача гидравлических насосов при выгрузке, м³/с; $\eta_{\text{об}}$ — объемный КПД гидросистемы.

В связи с тем, что при работе погрузчика в режиме черпания и выгрузки материала система упругой подвески стрелы отключена, применение данного усовершенствования не влияет на изменение мощностей $N_{\text{чер}}$ и $N_{\text{выгр}}$.

Таким образом, с учетом приведенных выше формул часовой расход топлива будет определяться следующим образом:

$$Q = q_{\text{уд}} N_{\text{трог}} K_{\text{вр}}^{\text{тр}} + q_{\text{уд}} N_{\text{тр}} K_{\text{вр}}^{\text{тр}} + q_{\text{уд}} N_{\text{чер}} K_{\text{вр}}^{\text{чер}} + q_{\text{уд}} N_{\text{выгр}} K_{\text{вр}}^{\text{выгр}} + q_{\text{уд}} N_{\text{х}} K_{\text{вр}}^{\text{х}} \quad (11)$$

где $q_{\text{уд}}$ — удельный расход топлива, л/(кВт·ч); $K_{\text{вр}}^{\text{тр}} — коэффициент использования погрузчика по времени в режиме разгона (принимается в размере 4 %); $K_{\text{вр}}^{\text{тр}}$ — то же в транспортном ре-$

жиме (60 %); $K_{вр}^{чerp}$ – то же в режиме черпания материала (25 %); $K_{вр}^{выгр}$ – то же в режиме выгрузки материала (9 %); $K_{вр}^x$ – то же в режиме холостого хода (2 %).

С учетом снижения расхода топлива за счет упругого крепления рабочего оборудования по методике [1] определяется стоимость машино-часа работы погрузчика и ПРС единицы продукции (рис. 5; табл. 4).

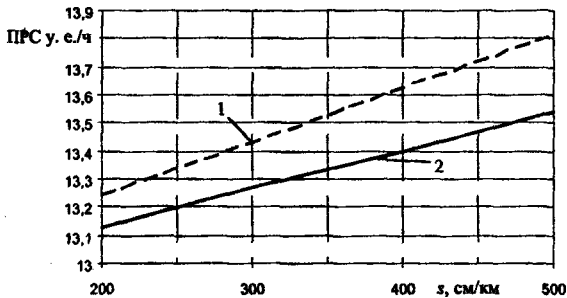


Рис. 5. Зависимость планово-расчетной стоимости машино-часа работы погрузчика от неровностей дороги: 1 – ПРС машино-часа работы погрузчика с жесткой подвеской рабочего оборудования при $v_n = 30$ км/ч; $f_0 = 0,04$; 2 – то же с упругой подвеской рабочего оборудования при $v_n = 30$ км/ч; $f_0 = 0,04$

Таблица 4

Зависимость планово-расчетной стоимости машино-часа работы от неровностей дороги

Показания толчкометра по состоянию дороги z , см/км	Стоимость машино-часа работы погрузчика с жестким креплением рабочего оборудования, у. е./ч	Стоимость машино-часа работы погрузчика с упругим креплением рабочего оборудования, у. е./ч	Изменение стоимости машино-часа работы погрузчика при упругом креплении рабочего оборудования, %
200	13,24	13,13	0,8
300	13,43	13,27	1,2
400	13,62	13,40	1,6
500	13,81	13,54	1,9

Причем стоимость производства работ уменьшится на такую же величину (%), как и стоимость машино-часа, так как использование упругой подвески рабочего оборудования погрузчика не вызывает изменения производительности, а увеличение стоимости погрузчика за счет данной модернизации незначительно повлияет на амортизационные отчисления.

ВЫВОДЫ

1. Проанализировав приведенные результаты расчетов, можно сделать вывод о том, что благодаря упругой подвеске рабочего органа погрузчика происходит снижение расхода топлива для порожнего на 1,1...2,6 %, для груженого – на 2...4,5 % в зависимости от дорожных условий, что влечет за собой снижение ПРС машино-часа работы на 0,8...2 % для тех же условий.

2. Применение упругого крепления рабочего оборудования ведет не только к снижению расхода топлива, но и к уменьшению динамических нагрузок на металлоконструкцию погрузчика, что влечет за собой повышение долговечности, следовательно, и срока эксплуатации машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по разработке планово-расчетных цен на работу машин и механизмов при производстве строительно-монтажных работ / Гомельский вычислительный центр. – Мн., 2000.
2. Максименко А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин: Учеб. пособие. – Мн.: Вышэйш. шк., 1994. – 221 с.
3. Высоцкий М. С. Основы проектирования автомобилей и автопоездов большой грузоподъемности. – Мн.: Наука и техника, 1980. – 200 с.
4. Бируля А. К. Эксплуатация автомобильных дорог. – 3-е изд. – М.: Транспорт, 1966. – 325 с.