

УДК 621.878.6

А. М. Щемелев, канд. техн. наук, проф., А. Е. Науменко, А. Д. Бужинский,  
А. С. Шибeko

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОДНОКОВШОВЫХ ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

Приведена методика определения производительности одноковшовых фронтальных погрузчиков. Продолжительность периодов цикла, таких как транспортная составляющая, время загрузки и разгрузки материала приведены в виде графиков. Это позволяет при проведении расчетов производительности погрузчика в зависимости от дальности транспортирования, качества опорной поверхности, вида материала и типа разгрузки, достаточно просто определить продолжительность каждого из составляющих времени цикла.

Одноковшовые колесные погрузчики используются, в основном, как погрузочные машины строительных материалов, но могут быть применены и для послонной разработки грунта. Они в настоящее время все более вытесняют одноковшовые гидравлические экскаваторы при выполнении погрузочных работ.

В Республике Беларусь выпускают погрузчики ТО-18Б, ТО-28, ДЗ-133, МоАЗ-4048.

Схемы работы колесного погрузчика на строительной площадке приведены на рис. 1. Чаще всего колесный погрузчик работает с поворотом, а гусеничный – челночным способом.

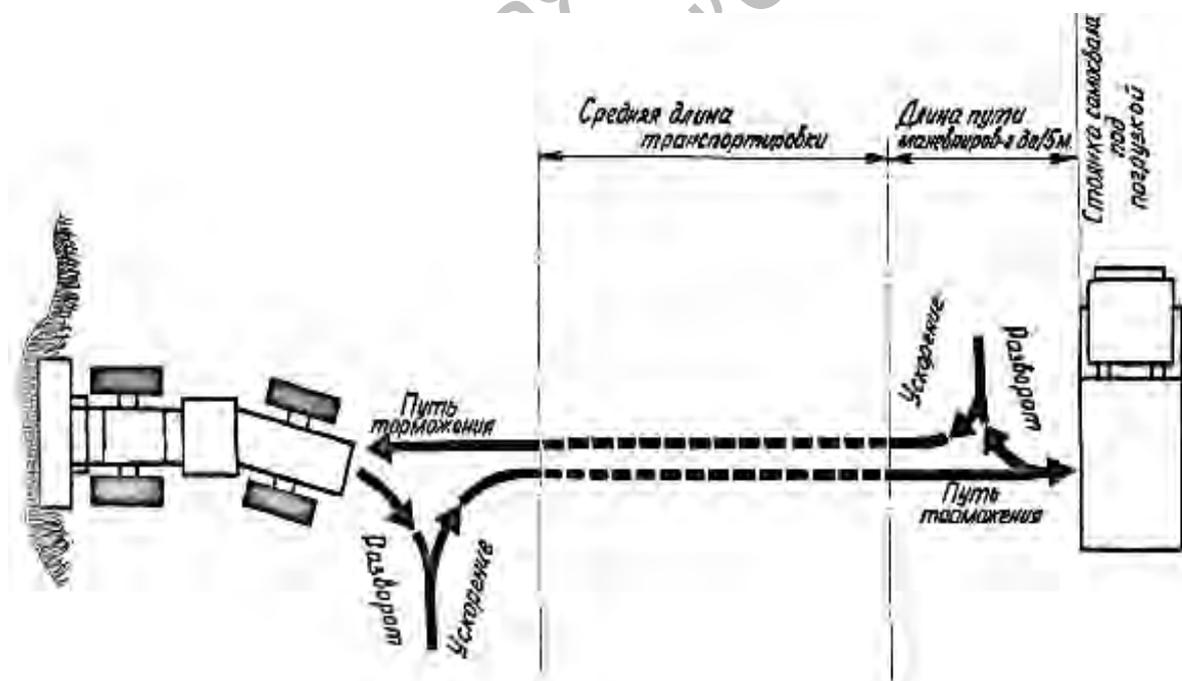


Рис. 1. Схема работы колесного погрузчика

Производительность погрузчиков  $\Pi$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , обычно определяют по формуле

$$\Pi = V \frac{60}{T} \cdot \frac{K_H K_B}{K_P}, \quad (1)$$

где  $V$  – геометрическая вместимость ковша,  $\text{м}^3$ ;  $K_H$  – коэффициент наполнения ковша;  $K_B$  – коэффициент разрыхления;  $K_P$  – коэффициент использования машины во времени;  $T$  – время цикла, мин.

Геометрическая вместимость ковша  $V$  определяется из технической характеристики машины. В большинстве зарубежных стран по нормам SAE в технической характеристике под геометрической вместимостью имеется в виду вместимость ковша с «шапкой», т. е. она на 15–20 % выше принятой в странах СНГ. Однако на некоторых предприятиях стран СНГ принят термин «номинальная вместимость ковша», которая определяется как геометрическая вместимость, увеличенная на 20 %.

Коэффициент наполнения ковша  $K_H$  принимают в среднем равным 1,2.

Время цикла погрузчика  $T_{ц}$ , мин, определяется по формуле

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3, \quad (2)$$

где  $t_1$  – время нахождения погрузчика в пути на строительной площадке в пределах одного цикла, мин;  $t_2$  – время загрузки материала, мин;  $t_3$  – время разгрузки материала, мин.

Для определения составляющих времени цикла погрузчиков с различной геометрической вместимостью были проведены исследования с хронометражем времени набора, движения и разгрузки ковша погрузчиков в различных условиях работы. При этом исследовались как отечественные, так и зарубежные машины. Использовались и данные хронометража зарубежных авторов [1].

Время нахождения погрузчика в пути (груженого и порожнего) для различных дорожных условий приведено на рис. 2.

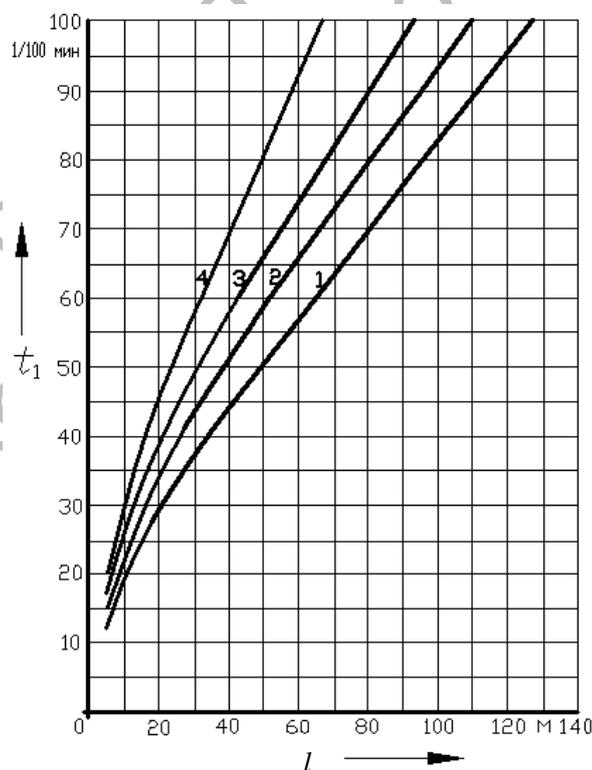


Рис. 2. Общее время движения погрузчика при транспортировании материала на различную длину: 1 – ровная дорога, прочное основание; 2 – легкие неровности, прочное основание; 3 – путь неровный, среднее основание; 4 – путь неровный, слабое основание

При составлении математической модели работы погрузчика можно использовать уравнения регрессии, приведенные в табл. 1–4, где  $l$  – дальность транспортирования материала;  $q$  – вместимость ковша.

Время наполнения  $t_2$  и разгрузки  $t_3$  ковша погрузчика в зависимости от способа и материала представлены на рис. 3–5.

Табл. 1. Уравнения регрессии для определения времени движения погрузчика при транспортировании материала на различное расстояние

График (рис. 2)	Уравнение аппроксимированной функции
Ровная дорога, прочное основание	$t_{ДВ1} = \sqrt{0,32l^2 + 35,77l - 19,05}$
Легкие неровности, прочное основание	$t_{ДВ2} = \sqrt{0,34l^2 + 54,02l - 79,45}$
Путь неровный, среднее основание	$t_{ДВ3} = \sqrt{0,41l^2 + 68,41l - 63,95}$
Путь неровный, слабое неукатанное основание	$t_{ДВ4} = \sqrt{0,71l^2 + 95,04l - 132,67}$

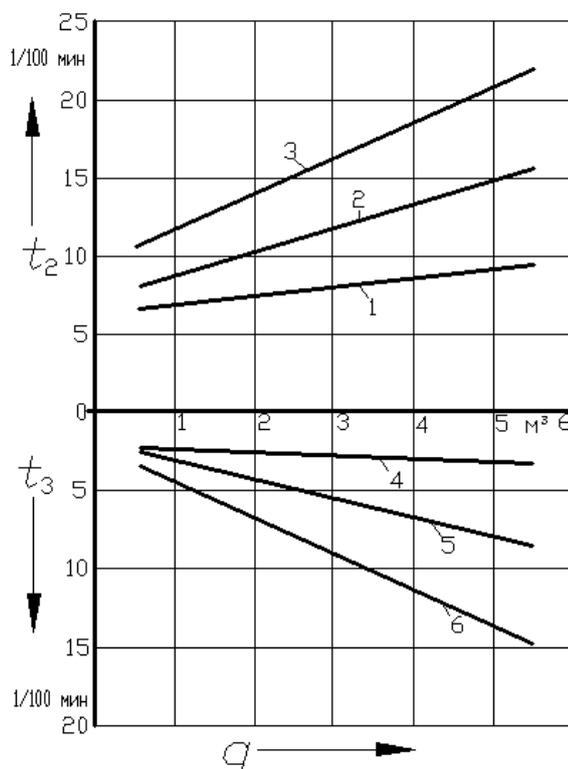


Рис. 3. Среднее время наполнения и разгрузки ковша погрузчика: 1 – черпание песчаного материала из штабеля; 2 – набор смеси песка и гальки (щебня); 3 – набор материала в ковш за счет послойного срезания материала

Табл. 2. Уравнения регрессии для определения среднего времени наполнения и разгрузки ковша погрузчика

Вид действия	График (рис. 3)	Уравнение аппроксимированной функции
Набор материала	Черпание песчаного материала из штабеля	$t_{31} = 0,58q + 6,42$
	Черпание смеси песка и гальки (щебня)	$t_{32} = 1,53q + 7,35$
	Набор материала послойным срезанием	$t_{33} = 2,31q + 9,62$
Разгрузка материала	Разгрузка в отвал	$t_{p1} = 0,22q + 2,24$
	Разгрузка в емкость	$t_{p2} = 1,24q + 2,01$
	Разгрузка в автосамосвал	$t_{p3} = 2,35q + 2,31$

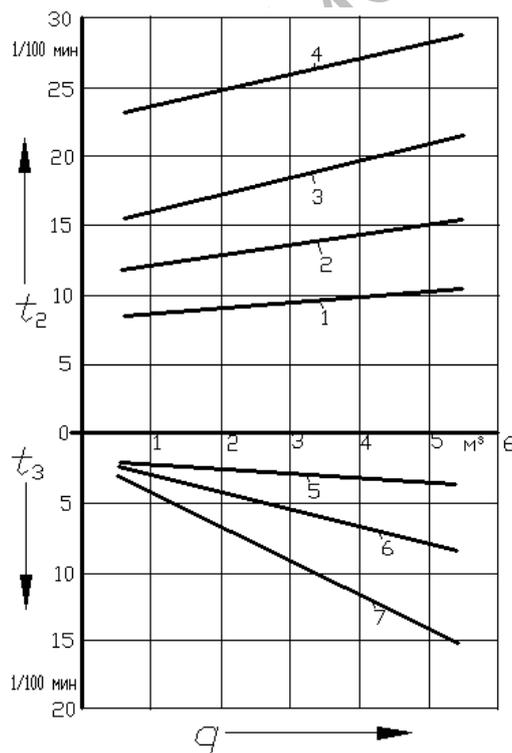


Рис. 4. Среднее время наполнения и разгрузки ковша погрузчика при работе с различными материалами: 1 – супесь; 2 – суглинок; 3 – глина; 4 – глина с каменистым включением (галька)

Табл. 3. Уравнения регрессии для определения среднего времени наполнения и разгрузки ковша погрузчика при работе с различными материалами

Вид действия	График (рис. 4)	Уравнение аппроксимированной функции
Набор материала	Супесь	$t_{31} = 0,39q + 8,12$
	Суглинок	$t_{32} = 0,76q + 11,19$
	Глина	$t_{33} = 1,21q + 14,49$
	Глина с каменистым включением (галька)	$t_{34} = 1,15q + 22,03$
Разгрузка материала	Разгрузка в отвал	$t_{p1} = 0,33q + 1,86$
	Разгрузка в емкость	$t_{p2} = 1,23q + 1,68$
	Разгрузка в автосамосвал	$t_{p3} = 2,43q + 1,74$

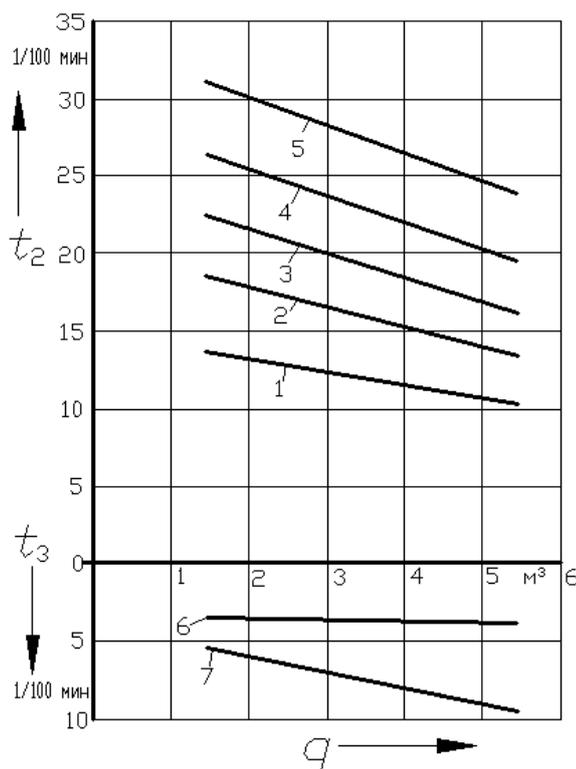


Рис. 5. Среднее время наполнения и разгрузки ковша погрузчика при работе с различными материалами: 1 – щебень мелкий; 2 – щебень средний; 3 – щебень крупный; 4 – скальная взорванная порода; 5 – куски взорванной скалы единичные

Табл. 4. Уравнения регрессии для определения среднего времени наполнения и разгрузки ковша погрузчика при работе с различными материалами

Вид действия	График (рис. 5)	Уравнение аппроксимированной функции
Набор материала	Щебень мелкий	$t_{31} = -0,85q + 15,01$
	Щебень средний	$t_{32} = -1,29q + 20,57$
	Щебень крупный	$t_{33} = -1,59q + 24,95$
	Скальная взорванная порода	$t_{34} = -1,75q + 29,12$
	Куски взорванной скалы единичные	$t_{35} = -1,8q + 33,86$
Разгрузка материала	Разгрузка в отвал	$t_{p1} = 0,1q + 3,36$
	Разгрузка в емкость	$t_{p2} = 1,02q + 4,03$

Если машина движется по неподготовленному неуплотненному основанию, то основание считается слабым, а если имеются неровности (за счет просыпания материала из ковша и т. д.), то дорога считается неровной. Как видно из рис. 2, движение погрузчика по неровному слабому основанию увеличивает более чем на 50 % время нахождения машины в пути, что ведет к потере производительности машины. В среднем колесные погрузчики движутся на строительной площадке в груженом состоянии со скоростью 4–8 км/ч, а порожние, в зависимости от дальности транспортирования материала, в два раза быстрее.

Время загрузки материала зависит от типа загружаемого материала и от способа загрузки (черпание из штабеля или послойное срезание материала). Значительное влияние на время набора материала оказывают наличие каменных включений в загружаемом материале.

Время разгрузки в отвал наименьшее. Погрузка в емкости предусматривает загрузку в емкости (накопительные

бункера) на заводах по производству железобетона и асфальтобетона. При разгрузке в автосамосвал происходит опускание ковша в кузов автосамосвала и в дальнейшем опрокидывание ковша погрузчика при минимальном расстоянии до днища кузова, во избежание повреждения от удара подвески автосамосвала.

Коэффициент использования машины по времени меняется в широком диапазоне. Если погрузчик работает при разгрузке материала в отвал, машина работает с загрузкой двигателя 45–50 мин. Если загружается автосамосвал, то время работы определяется регулярностью подачи автосамосвала под загрузку, в результате чего наблюдается как накопление машин под загрузку, так и простой погрузчика в ожидании автосамосвала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Garbotz, G. Die Leistungen von Baumaschinen / G. Garbotz. – Verlagsgesellschaft : Koln-Braunsfeld, 1966.

Белорусско-Российский университет  
Материал поступил 24.03.2008

**A. M. Shchemelev, A. E. Naumenko,  
A. D. Buzhinski, A. S. Shibeko**  
**Estimation of the efficiency of a bucket loaders**

The paper describes a technique for estimation of the efficiency of bucket loaders. The duration of cycle periods such as a transportation element, loading and unloading time are given as diagrams. It allows to estimate the duration of each of the time cycle elements simply enough depending on the transportation distance, supporting surface quality, kind of the material and the type of unloading.

Электронная библиотека  
Белорусско-Российского университета