

5. Ловейкін В.С., Душанін Я.С. Оптимізація енергетичного режиму при зміні вильоту стрілових систем кранів. // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков, 1999. – Вып. 48. – С. 166-172.

6. Михеев В.А. Казацкий Н.Н. Динамическое совершенствование качающейся укосины порталного крана. // Тезисы докладов V региональной НПК. – Мариуполь: ПГТУ, 1998. С. 21-22.

7. Серлин Л.Г., Орлов А.Н. Оптимизация крановых конструкций и их автоматическое проектирование. Учебное пособие. – Л., 1985. – 85 с.

8. Сиротский В.Ф. Динамические нагрузки механизма изменения вылета порталного крана. // Тр. ЛИИВТ, 1958. – Т. XXV. С. 186-195.

9. Ловейкин В.С. Расчеты оптимальных режимов движения механизмов строительных машин. Учебное пособие. – К. : УМК ВО, 1990. – 168 с.

**УДК 621.865.8**

**Н.Г. МАЛИЧ, канд. техн. наук.**

*Национальная металлургическая академия Украины*

**ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДПОСЫЛОК РАЗВИТИЯ  
ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ РАССМОТРЕНИЯ  
МОДЕЛИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА**

**Введение.** Сегодня в связи с резким увеличением цен на образцы современной спецтехники перед эксплуатационниками возникает одна из насущных проблем – уметь правильно обосновать требования к новому, необходимому парку машин и определить возможности машин при их эксплуатации в различных (заданных) условиях ведения работ в данное время и на ближайшую перспективу (3 ÷ 5 лет). Основой обоснования таких требований к ЗТМ (землеройно-транспортными машинами) и ГУМ (грунтоуплотняющими машинами) могут служить рекомендации исследований, изложение в работах [1, 2, 3, 4, 5]. В данной статье, в качестве примера, рассмотрена модель рабочего процесса и метод определения линейных параметров копания и резания грунта, определение значений действующих сил и их взаимная связь относительно рабочего процесса фронтального одноковшового погрузчика, одного из представителей землеройно-транспортной техники.

**Основная часть.** Рабочий процесс в обычных условиях с зачерпыванием погрузчиком материала может осуществляться различными способами: раздельным (рис. 1, а) и совмещенным, являющимся разновидностью экскаваторного способа (рис. 1, б). При раздельном способе передняя кромка ковша перемещается в глубь нагружаемого материала на глубину врезания  $L_{вр}$ , которая больше глубины ковша  $L_{к}$ . Затем ковш поворачивается на угол  $\alpha_{зал}$  и поднимается для разгрузки (рис. 2, поз. 1-3).

Совмещенный способ заключается в том, что ковш внедряется в штабель материала на глубину, равную приблизительно 0,3 глубины ковша, после чего он поворачивается на угол откоса штабеля; одновременно продолжается перемещение погрузчика и подъем ковша. Движения, сообщаемые ковшу, выдерживаются такими, чтобы траектория движения режущей кромки была близка к параллельной к откосу штабеля (для сохранения постоянной толщины снимаемого слоя материала).

При раздельном способе требуются более значительные усилия для внедрения ковша в материал, а также в начальный момент поворота ковша. Коэффициент наполнения  $K_n$  в тяжелых материалах обычно составляет  $0,4 \div 0,6$ . Зато при раздельном способе управлять машиной проще, чем при совмещенном, поэтому его можно рекомендовать для погрузки легких сыпучих материалов и обеспечить при этом  $K_n = 1,0 \div 1,2$ .

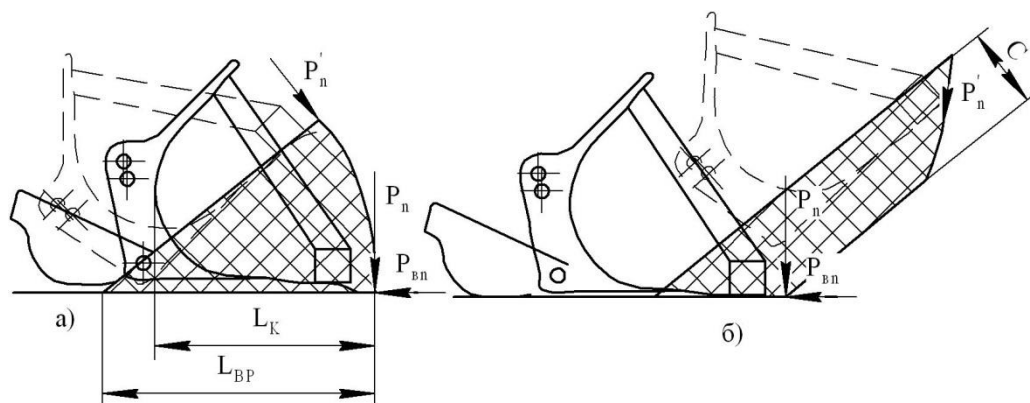


Рис.1. Способы зачерпывания материала.

Сопротивление повороту ковша  $P_n$  имеет наибольшее значение при начале поворота. Приблизительно можно считать, что при раздельном способе  $P_n = 0,5 l_k B_k K_F$ , где  $K_F$  – удельное сопротивление материала копанью. При совмещенном и экскаваторном способе  $P_n = 0,6 K_F B_k C'$ , где  $C'$  – толщина врезанного слоя;  $B_k$  – ширина ковша.

Расчет параметров технологического процесса, выполняемого погрузчиком.

Главный параметр  $Q_n$ :  $Q_n = (G_T X_0 - G_0 b_0) (K_y \alpha_1)^{-1}$ ;  $Q_n = E_0 \gamma K_n g 10^6$ , где  $Q_n$  – грузоподъемность (допустимый вес груза в ковше), кН;  $G_T$  ( $G_{ар}$ ) – вес агрегата, кН;  $X_0$  – координата центра тяжести погрузчика;  $b_0$  – координата центра тяжести навесного оборудования;  $G_0$  – вес навесного оборудования, кН;  $K_y$  – коэффициент запаса устойчивости  $\approx 2$ ;  $\alpha_1$  – координата

центра тяжести груза;  $E_o$  – объем ковша,  $m^3$ ;  $\gamma$  – объемная масса грунта,  $кг/м^3$ ;  $K_n$  – коэффициент наполнения ковша,  $K_n=0,6\div 1,25$ ;  $g$  – ускорение свободного падения,  $м/с^2$ .

Основные параметры:  $E_o=Q_n(\gamma g K_n)^{-1} 10^6$ ;  $h=0,3\div 0,5$ ;  $T_n=G_{az} \varphi_{сц}$ ;  $B_k = K_{bk} \sqrt[3]{m_o}$ ;

$$R_o = \sqrt{\frac{E_o}{B_k \left\{ 0,5\alpha(b + c \cos \gamma_1) \sin \gamma_o - d^2 \left[ \operatorname{ctg} \frac{\gamma_o}{2} - 0,5\pi \left( 1 - \frac{\gamma_o}{180^\circ} \right) \right] \right\}}} \quad \text{при } \gamma_1 = \gamma_2 = 7^\circ \text{ и } \gamma_o = 50^\circ,$$

где  $h$  – глубина врезания ковша ниже горизонтальной опоры погрузчика,  $м$ ;  $T_n$  – номинальное тяговое усилие,  $кН$ ;  $\varphi_{сц}$  – коэффициент сцепления;  $B_k$  – ширина ковша,  $м$ ;  $K_{вк}$  – коэффициент ширины ковша  $1,16$ ;  $m_o$  – масса агрегата,  $т$ ;  $R_o$  – радиус поворота ковша (расстояние между осью шарнира и режущей кромкой),  $м$ ;  $\alpha$  – относительная длина днища ковша,  $\alpha = l_g/R_o = 1,5$ ;  $b$  – относительная длина задней стенки,  $b = l_3/R_o = 1,2$ ;  $c$  – относительная высота козырька,  $c = l_k/R_o = 0,4$ ;  $d$  – относительный радиус сопряжения днища и задней стенки,  $d = r_o/R_o = 0,4$ ;  $\gamma_o$  – угол между днищем и задней стенкой;  $\gamma_1$  – угол между плоскостью козырька и плоскостью задней стенки (рис. 2).

Силы сопротивления: а) при раздельном копании: копанию  $W_1$ ,  $W_1 = K_F B_k h_1 K_2^1$ ; движению машины  $W_2$ ,  $W_2 = G_{nc}(f_k \pm i)$ ;  $\Sigma W = W_1 + W_2$  – суммарное сопротивление перемещению погрузчика; б) при совмещенном копании: внедрению ковша в навал  $W_1^1$ ,  $W_1^1 = K B_k h_5 K_2^1$ ; трение ковша о породу внешней и внутренней поверхностями днища и боковых стенок  $W_3$ ,  $W_3 = [G_r(1 + K_3) + 4G_1 + (G_k + G_c l_1/R_c) K_3] \mu$ ;  $G_r = 0,5 B_k X_1^2 \operatorname{tg} v_1 \gamma g 10^{-6}$ ;  $G_1 = 1/2 h_{cp} X_1 g 10^{-6} \gamma$ ; на режущей кромке ковша  $P_p$ ,  $P_p = K_0 K_1 B_k X \operatorname{tg} v_1$ ; на внутренней поверхности ковша  $P_{вн}$ ,  $P_{вн} = K_2 G_1 (1 + \sin^2 v) \mu$ ; на внешней поверхности ковша  $P_n$ ,  $P_n = [G_k + G_r(1 + \sin^2 v) + 0,5 G_c] K_3^1 \mu$ , где  $K_F$  – удельное сопротивление копанию;  $B_k$  – ширина режущей кромки ковша;  $h_1$  – высота слоя в навале на уровне ковша при его внедрении;  $K_2^1$  – увеличение режущей кромки за счет боковых стенок ( $1,1\div 1,2$ );  $G_{пт}$  – сила тяжести погрузчика с грунтом;  $i$  – уклон местности (работа погрузчика допускается при уклонах не более 5%);  $K$  – сопротивление среды резанию;  $h_5$  – высота слоя породы в навале на уровне режущей кромки ковша при его внедрении на глубину  $X_1$ ;  $G_r$  – вес породы в ковше;  $G_1$  – вес призмы давления при внедрении ковша погрузчика в навал;  $G_k$  и  $G_c$  – вес ковша и стрелы;  $K_3$  – коэффициент передачи веса ковша с породой на почву в зависимости от условий и схемы копания и вида воздействия гидроцилиндров на ковш,  $0 \leq K_3 \leq 1$ ,  $K_3 = 0,2\div 0,3$ ;  $l_1$  – координата центра тяжести стрелы;  $R_c$  – длина стрелы;  $v_1$  – угол естественного откоса;  $h_{cp}$  – средняя высота слоя породы в навале на уровне внедрения ковша,  $h_{cp} = h_5/2$ ;  $y$  – сторона призмы,  $y = 0,5 X_1 \operatorname{tg} v_1 \operatorname{ctg} v_2$ ;  $v_2$  – угол внутреннего трения;  $X$  – глубина внедрения ковша по сцепному фактору погрузчика;  $K_0$  – сопротивление породы внедрению ковша ( $K_0 = (0,003\div 0,005)$   $МН/м^2$  для крупного песка,  $K_0 = (0,006\div 0,012)$   $МН/м^2$  для щебня крупностью  $(40\div 100)$   $мм$  и  $K_0 = (0,1\div 0,012)$   $МН/м^2$  для крупнокусковой и цементированной породы);  $K_1$  – влияние торцов боковых

стенок,  $K_1 = 1,1 \div 1,2$ ;  $K_2$  – трение породы о боковые стенки,  $K_2 = 1,04 \div 1,1$ ;  $K_3^1$  – коэффициент силы тяжести оборудования и породы, участвующий в формировании силы внешнего трения,  $K_3^1 = 0,25$ ;  $\mu$  – коэффициент трения породы о сталь,  $\mu = 0,4 \div 1,2$ .

Тяговое усилие, развиваемое ходовым оборудованием  $T_n$ ,  $T_n = G_r \varphi_{\text{сц}}$ .

Баланс действующих сил:  $\Sigma W = P_p + P_{\text{вн}} + P_n \approx (W_1^1 + W_3)$  или  $(W_1 + W_3) \leq T_n - N$ , где  $N = m_0 g f_k$ ,  $N$  – сила сопротивления движению машины;  $m_0$  – масса погрузчика;  $f_k$  – коэффициент сопротивления движения машины.

Технологические параметры:  $T_n^1 = N_{\text{max}} \eta_n / v_p (1 - \delta_p) - m_0 g f_k$ ;  $H_p = h_{\text{шк, max}} - R_0 \sin(45^\circ + \gamma_2) - l_3 \sin 45^\circ$ ;  $\Theta = 60 E_0 K_n n_{\text{ц}} K_{\text{в}} / K_p$  или  $\Theta_1 = 60 E_0 \gamma n_{\text{ц}} K_n K_{\text{в}} / K_p$ , где  $T_n^1$  – напорное (тяговое) усилие, кН;  $\eta_n$  – к.п.д. трансмиссии погрузчика;  $v_p$  – скорость рабочего хода погрузчика, м/с;  $\delta_p$  – коэффициент буксования  $0,18 \div 0,20$ ;  $H_p$  – высота разгрузки при угле поворота ковша  $45^\circ$ , м (см. рис. 2, поз. 5,6);  $h_{\text{шк, max}}$  – высота шарнира ковша при мах подъема стрелы, м;  $\gamma_2$  – угол наклона прямой, соединяющей ось шарнира и режущую кромку,  $\gamma_2 = 5 \div 10^\circ$ ;  $l_3$  – длина зубов ковша, м;  $\Theta$  и  $\Theta_1$  – эксплуатационная производительность погрузчика, м<sup>3</sup>/ч и т/ч;  $n_{\text{ц}}$  – количество циклов в минуту,  $n_{\text{ц}} = 60 / T_{\text{ц}}$ ;  $T_{\text{ц}}$  – время цикла, с;  $K_p$  – коэффициент разрыхления грунта;  $K_{\text{в}}$  – коэффициент использования по времени погрузчика  $0,85$ ;  $N_{\text{max}}$  – наибольшая эффективная мощность базового трактора, кВт.

Линейные параметры копания:  $X_2 = 0,339 E_0^{1/3} K_n K_p^{-1}$ ;  $X_2 \leq X_1 = 0,9 g m_n (\varphi - f_k) / K B_k t g v_1 K_2$ ;  $h_5 = X_1 t g v_1$ ,  $X_{\text{max}} \leq L_{2\text{в}} - H_4 \text{ctg} v_1$ ;  $L_{2\text{в}} = 1,93 E_0^{1/3}$ ;  $X_{\text{max}} = 0,58 E_0^{1/3}$ ;  $H_4 \approx 2 H_k$ ;  $v_1 = 45^\circ$ ;  $h_{\text{ср}}^0 = T_n - (G_n + 0,5 (G_r + G_1) (f_k \pm i) / K_F B_k$ ;  $h_{\text{ср}}^1 = [T_n - (G_n + 0,5 (G_r + G_1)) (f_k \pm i) / K_F B_k [\cos v_1 + (f_k \pm i) \sin v_1]$ , где  $X_2$  – толщина снимаемой стружки при копании;  $X_1$  – глубина внедрения ковша в навал;

$H_4 / \sin v_1$  – путь копания ковшом;  $L_{\text{гв}}$  – горизонтальная составляющая пути копания ковшом;  $m_n$  – масса погрузчика;  $H_4$  – высота копания;  $H_k$  – высота ковша;  $h_{\text{ср}}^0$  – средняя толщина срезаемой стружки при резании стружкой постоянной толщины;  $h_{\text{ср}}^1$  – средняя толщина срезаемой стружки при черпании материала из навала наклонной стружкой;  $G_n$  – сила тяжести погрузчика;  $G_r$  и  $G_1$  – сила тяжести грунта в ковше и призмы давления при внедрении ковша в навал.

Техническая производительность  $\Theta_1^0$  (т/ч) одноковшового погрузчика на выполнении погрузочно-разгрузочных работ:

$$\Theta_1^0 = \frac{3600 E_0 \gamma K_n}{\left( \frac{3,6(l_k + S_2)}{v_v} + \frac{\pi D_k^2 (h_x K_3^0 + h)}{20 \dot{I} \delta n_{\text{ц}}} + \frac{3,6 S_1}{v_x} + t_0 + t_r \right) \hat{E}_\delta}, \quad (1)$$

где  $\gamma$  – плотность породы, т/м<sup>3</sup>;  $K_n$  – коэффициент наполнения ковша;  $l_k$  – глубина днища ковша, м;  $S_1$  и  $S_2$  – расстояние соответственно при отходе машины для разгрузки ковша и при подходе к штабелю, м;  $v_v$  и  $v_x$  – скорости соответственно внедрения ковша в

штабель и обратного холостого хода, км/ч;  $D_k$  – диаметр гидроцилиндра поворота ковша, см;  $P_T$  – теоретическая подача насосов, л/мин;  $\eta_{об}$  – объемный к.п.д.;  $h_x$  и  $h$  – ходы штока гидроцилиндра ковша соответственно из положения внедрения до запрокинутого положения и полный, см;  $K_3^0 \geq 2$  – коэффициент замедления заполнения ковша;  $t_v$  – время маневрирования транспорта, с (при челночном способе 5-6 с, с поворотом – равно нулю);  $t_{п}$  – время переключения передач и золотников гидрораспределителя, с.

Автором разработаны основные положения методики определения значений основных конструктивных и технологических параметров машин для земляных работ (МЗР). В ней наиболее существенным является ограничение области применения эмпирических подходов при осуществлении расчетов основных параметров машин и технологических процессов, выполняемых этими машинами. При разработке этих подходов в основу были положены эмпирические зависимости, установленные многими исследователями в результате проведения широкомасштабных экспериментов в лабораторных и производственных условиях на реально существующих типах МЗР и получившие широкую известность в стране. Они до сих пор используются при расчетах различных машин как изготовителями и производителями, так и в учебных, и проектных институтах. Эмпирические зависимости, исправно служащие в течении нескольких десятилетий, сегодня явно устарели, так как основное количество названных исследований (считай значений эмпирических коэффициентов) было проведено в 50÷70 гг. прошлого столетия. Учитывая последнее автор акцентировал свое внимание на следующих главных причинах, побудивших к пересмотру основополагающих принципов выполнения таких расчетов при установлении значений

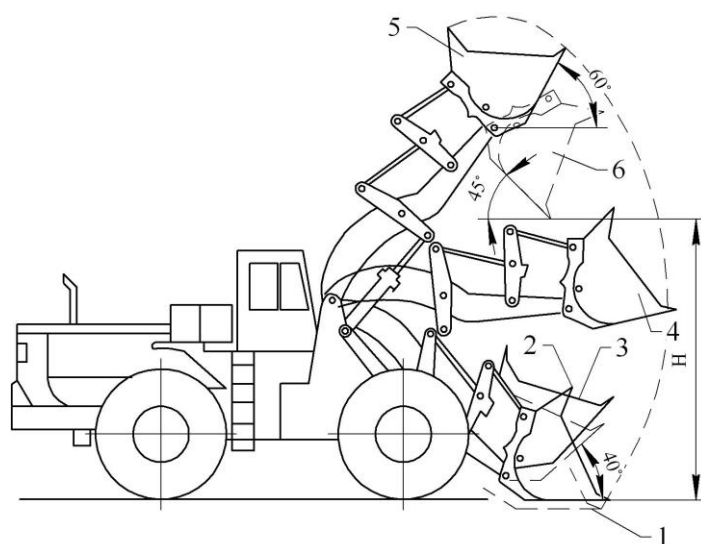


Рис.2. Схема работы фронтального погрузчика и поперечного сечения ковша.

основных параметров технологических машин и их рабочих процессов.

Во-первых, сегодня существенно отличаются значения параметров технологических машин, их рабочих процессов и возросшие транспортные потоки на наиболее нагруженных направлениях. В настоящее время растет единичная (мощность технологических машин) грузоподъемность самосвалов,

массовый переход к классам 90÷240 т уже произошел. При дальнейшем росте грузоподъемности до 360÷400 т резко увеличится количество разнообразной техники,

обеспечивающей сервис, а также подготовку дорог для супертяжелых самосвалов. Например, для грузовиков 360 т и более понадобятся дороги не 24 м (как для 220÷240-тонных грузовиков), а 34м; потребуются новые грейдеры с отвалами не 5, а 7м; вдвое большие шины; потребуются специальные погрузчики и т.д. Сложившийся на отечественных карьерах парк оборудования включает экскаваторы с объемом ковша 5÷20 м<sup>3</sup>, большегрузные думпкары, тяговые агрегаты и тепловозы, самосвалы грузоподъемностью в основном 45÷120 т, станки для бурения взрывных скважин диаметром до 250 мм, бульдозеры мощностью до 380(500) кВт.

Во-вторых, каждые 10÷15 лет требуется проводить техническое перевооружение отечественных предприятий. И дело не ограничивается заменой оборудования на более современное, необходимо изменение и машиностроительных технологий, и технологий горных работ. Сейчас при выполнении последних основной упор делается на концентрацию этих работ, уменьшение размеров рабочей зоны, количества в ней техники и коммуникаций при увеличении мощности грузопотоков.

В будущем по мере приближения качественного сервиса к районам выполнения работ доля использования высокопроизводительной гидравлической техники с дизельным приводом станет преобладающей: ЭГ (экскаватор гидравлический) с ковшом до 40 м<sup>3</sup>, фронтальные погрузчики с ковшом до 30 м<sup>3</sup>, буровые станки с диаметром скважин 250÷550 мм. Рост объемов вскрышных работ значительно увеличит спрос на драглайны, бульдозеры мощностью 600÷1000 кВт и выше.

В-третьих, на основании опыта эксплуатации комплекса технологической техники в различных условиях (различных объектах) установлено значительное влияние на эксплуатационные показатели машин: состояния и свойств разрабатываемых грунтов и горных пород; состояния и содержания техники; квалификации персонала, управляющего и обслуживающего технику; качества, соблюдения и выполнения требований по ТО и заданного технологического процесса горных работ или их обеспечения. Потому не совсем корректно механически переносить полученные результаты с одного объекта на другие объекты (районы) даже в случае неукоснительного соблюдения всех установленных ранее требуемых технологий ведения работ и эксплуатации техники. Для выполнения работ в новых (заданных) условиях необходимо предварительно установить (рассчитать) значения основных параметров технологического процесса в этих условиях. Это можно осуществить с использованием рекомендуемых научных основ развития и обобщения методов расчета основных конструктивных и технологических параметров технологических машин и технологических процессов, выполняемых этими машинами [2, 3, 4, 5].

В-четвертых, в зависимости от требований к заданному (новому) технологическому процессу и технике, осуществляющей этот процесс, исходные данные могут быть пред-

ставлены на трех уровнях точности. Методикой предусмотрено применение иерархического подхода к исходным данным, что позволяет дифференцированно использовать имеющуюся в наличии или вновь приобретаемую технику. Первый уровень исходных данных требует наибольшей точности с тем, чтобы у потребителя была гарантированная уверенность в том, что параметры применяемой техники соответствуют заданным условиям работ. Его применяют при обеспечении наиболее напряженных графиков работ, когда недопустимы неплановые перерывы в работе. Наличие таких перерывов и их устранение способны отрицательно влиять на качество выполнения работ и вызывать существенные экономические потери. Первый уровень требований к исходным данным предполагает проведение тщательного анализа условий будущих земельных работ, лабораторных работ (испытаний физико-механических свойств разрабатываемой среды), необходимых для расчета основных конструктивных и технологических параметров машин. Обеспечение показателей исходных данных на первом уровне является наиболее трудоемким, требует определенных финансовых средств и времени для получения исходных данных по сравнению с требованиями других уровней. Второй уровень исходных данных обеспечивает более умеренную точность и в большей мере согласуется с теми требованиями, которые существуют сегодня. Этот уровень может быть использован в том случае, когда отсутствует испытательное оборудование, требуемое для получения исходных данных первого уровня. Исходные данные по материалам (разрушаемой среде) в этом случае рекомендуется устанавливать на основе баз данных, имеющихся на данном объекте или посредством использования корреляционных зависимостей, позволяющих по нескольким параметрам, установленным экспериментально, вычислить необходимые другие.

Для исходных данных третьего уровня - наиболее низкие требования к точности. Этот уровень используется в том случае, когда последствия выхода из строя техники минимальны. Исходные данные устанавливают по справочным пособиям, или в виде средних значений для данного объекта (района). Могут быть так же использованы данные I или II уровня в тех случаях, когда в непосредственной близости, в аналогичных условиях используются подобные машины для объектов I или II уровня.

Исходные данные по условиям будущих работ и по свойствам разрушаемой среды должны обеспечивать возможность проведения расчетов при определении основных параметров машин и технологических процессов выполняемых работ и для прогнозирования процессов развития этих работ на основе математических моделей или анализа «концептуального шаблона» [2, 5].

**Выводы.** Таким образом, с использованием разработанных научных основ создания технологических машин парк ЗТМ и механизмов не просто должно постоянно обновляться у эксплуатационников, но и существенно видоизменяться, а это, в свою очередь, от-

крывает для предприятий, а также производителей и поставщиков техники, новые возможности на отечественном и международном рынках.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В.С.Блохин, Н.Г. Малич. Машины для земельных работ, предпосылки повышения их конкурентоспособности: Учеб. пособ. – Днепропетровск: ИМА – пресс.- 2005.-304 с.
2. В.С.Блохін, М.Г.Маліч. Основні параметри технологічних машин. Машины для земляних робіт: Навчальний посібник - К. Вища школа. 2006 – ч.І – 407с; 2009 – ч.ІІ-453с.
3. В.С.Блохин, В.И.Большаков, Н.Г.Малич. Основные параметры технологических машин. Машины для дезинтеграции твердых материалов: Учеб. пособ. – Днепропетровск: ИМА – пресс.- 2006.-404 с.
4. М.Г.Маліч, К.Ц.Главацький. Підвищення ефективності сучасних землерийно – транспортних і ґрунтоущільнюючих машин.// У зб. наук. працв. «Удосконалення будівельних, колісних та перевантажувальних машин». – Харків, УкрДАЗТ, 2008. С. 40-43.
5. М.Г.Маліч, К.Ц.Главацький. Ідеологія створення модельного ряду нових машин.// Железнодорожный транспорт України.- К., 2008. -№1. – С. 41-44.

УДК 621.869

**Л.В. НАЗАРОВ**, докт. техн. наук, **Л.В. РАЗАРЁНОВ, Ю.В. РУКАВИШНИКОВ** инж.

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

### УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПОВОРОТА МАЛОГАБАРИТНОГО ПОГРУЗЧИКА

**Введение.** Малогабаритные короткобазовые пневмоколесные ковшовые погрузчики (МКПК) с бортовой системой поворота получили широкое применение во многих отраслях промышленности. Обусловлено это их высокими эксплуатационными показателями, большой гаммой навесного оборудования, универсальностью применения, маневренностью, мобильностью, проходимостью. МКПК просты в управлении и обслуживании, их стоимость и эксплуатационные расходы сравнительно небольшие. Вместе с тем отсутствие управляемых колес и обеспечение поворота машины за счет рассогласования скорости вращения движителей правого и левого бортов влечет за собой переход машины в