УДК 622.619-83(06)

**Ю.А.СЕМЕНЧУК**
*Шахтинский институт – филиал Южно-Российского государственного технического университета*
(*Новочеркасского политехнического института*)

# КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРИВОДА ПОГРУЗОЧНОЙ МАШИНЫ 2ПНБ-2 В СРЕДЕ MATLAB

Представлены результаты разработки компьютерной модели привода погрузочной машины 2ПНБ-2 в среде MATLAB. Приведены структурная схема модели и результаты моделирования процесса выгрузки штабеля.

Results of elaboration simulation of the 2PNB–2 loading drive with the MATLAB software are presented. The structural circuit of the model and the results of unloading operation modeling are given.

Погрузочные машины применяют для погрузки горной массы в транспортное средство при проведении горных выработок буровзрывным способом. Управление погрузочной машиной осуществляется машинистом на основе визуального наблюдения и косвенной оценки возникающих нагрузок. Такой способ управления приводит к перегрузкам в механической и электрической частях машины и преждевременному выходу оборудования из строя. Вследствие этого возникает необходимость количественно оценивать нагрузки, возникающие при погрузке горной массы, и управлять работой машины так, чтобы нагрузки на привод не превышали допустимых значений. В привод погрузочной машины входят: двухдвигательный привод нагребающих лап, однодвигательные приводы подачи и конвейера. В данной работе привод конвейера не рассматривается.

Для оценки нагрузок представляется целесообразным использовать текущие значения токов двигателей. С этой целью разработана модель автоматизированного привода погрузочной машины в среде MATLAB, отображающая взаимодействие нагребающей и ходовой части при погрузке горной массы.

Согласно исследованиям (С.Е.Лоховинин, 1986) момент, возникающий при взаимодействии лап со штабелем, описывается выражением

$$M_{ë1} = \grave{I}_{\text{ñð}}[1 + (K_{\text{ïð}} - 1)\sin(\omega_{\text{ä}} t)];$$

$$M_{ë2} = \grave{I}_{\text{ñð}}[1 + (K_{\text{ïð}} - 1)\sin(\omega_{\text{ä}} t + \pi)],$$

где $\grave{I}_{\text{ñð}}$ – средний за один оборот диска момент сопротивления черпанию от работы одной лапы, Н·м; $K_{\text{ïð}}$ – коэффициент, харак-

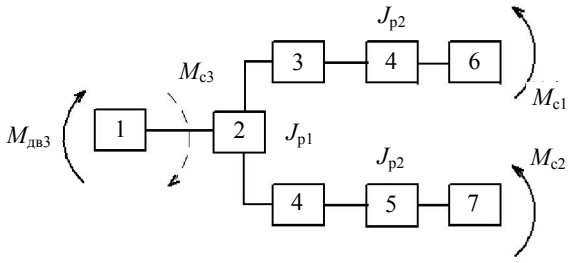



Рис.1. Функциональная схема привода ходовой части

1 – двигатель ходовой части; 2 – ведущий редуктор гусениц; 3, 4 – фрикционы 1-й и 2-й гусениц; 4, 5 – ведомые редукторы гусениц; 6, 7 – гусеницы; $M_{дв3}$ – вращающий момент двигателя ходовой части; $M_{c3}$ – суммарный момент нагрузки, поступающий на вал двигателя; $M_{c1}$, $M_{c2}$ – моменты сопротивления на гусеницах; $J_{p1}$ – момент инерции общего редуктора гусениц; $J_{p2}$ – момент инерции редуктора одной гусеницы

теризующий превышение максимальной нагрузки над средней; $\omega_д$ – угловая скорость вращения диска, $с^{-1}$.

Результирующие моменты нагрузок на валах двигателей определяются выражениями

$$M_{с1} = \Delta M + M_{пр}[1 + (K_{пр} - 1)\sin(\omega_д t)]/i_{р1};$$

$$M_{с2} = \Delta M + M_{пр}[1 + (K_{пр} - 1)\sin(\omega_д t + \pi)]/i_{р1},$$

где $\Delta M$ – момент от сил сопротивления в редукторе, Н·м; $i_{р1}$ – передаточное отношение редуктора от двигателя к ведущему диску.

Уравнение, описывающее движение привода нагребающей части при абсолютно жесткой связи между валами двигателей, имеет вид

$$M_{дв1}(\omega_{дв}) + M_{дв2}(\omega_{дв}) - M_{пр1}(\omega_д) - M_{с2}(\omega_д) = 2J_{сч}\frac{d\omega_{дв}}{dt},$$

где $J_{сч}$ – суммарный момент инерции нагребающей части, кг·м$^2$; $\omega_{дв}$ – угловая скорость двигателя нагребающей части, $с^{-1}$.

Функциональная схема привода ходовой части представлена на рис.1.

При выключенных фрикционах ($v_{ход} = 0$) на двигатель действует момент от сил сопротивления в ведущем редукторе $\Delta M$ и момент от работы двух насосов. Суммарный момент инерции состоит из моментов инерции двигателя и редуктора. При включении фрикционов ($v_{ход} > 0$) возникает нагрузка от сил сопротивления движению гусеничного хода $M_{гус}$ и от сил сопротивлению внедрению $M_{вн}$, увеличивается момент инерции.

Движение привода ходовой части описывается уравнением

$$M_{дв3}(\omega_{дв3}) - M_{с3}(\omega_{дв3}) = J\frac{d\omega_{дв3}}{dt},$$

где $J$ – суммарный момент инерции ходовой части, кг·м$^2$; $\omega_{дв3}$ – угловая скорость двигателя ходовой части, $с^{-1}$.

При разработке модели принято, что обнажение приемной плиты изменяется

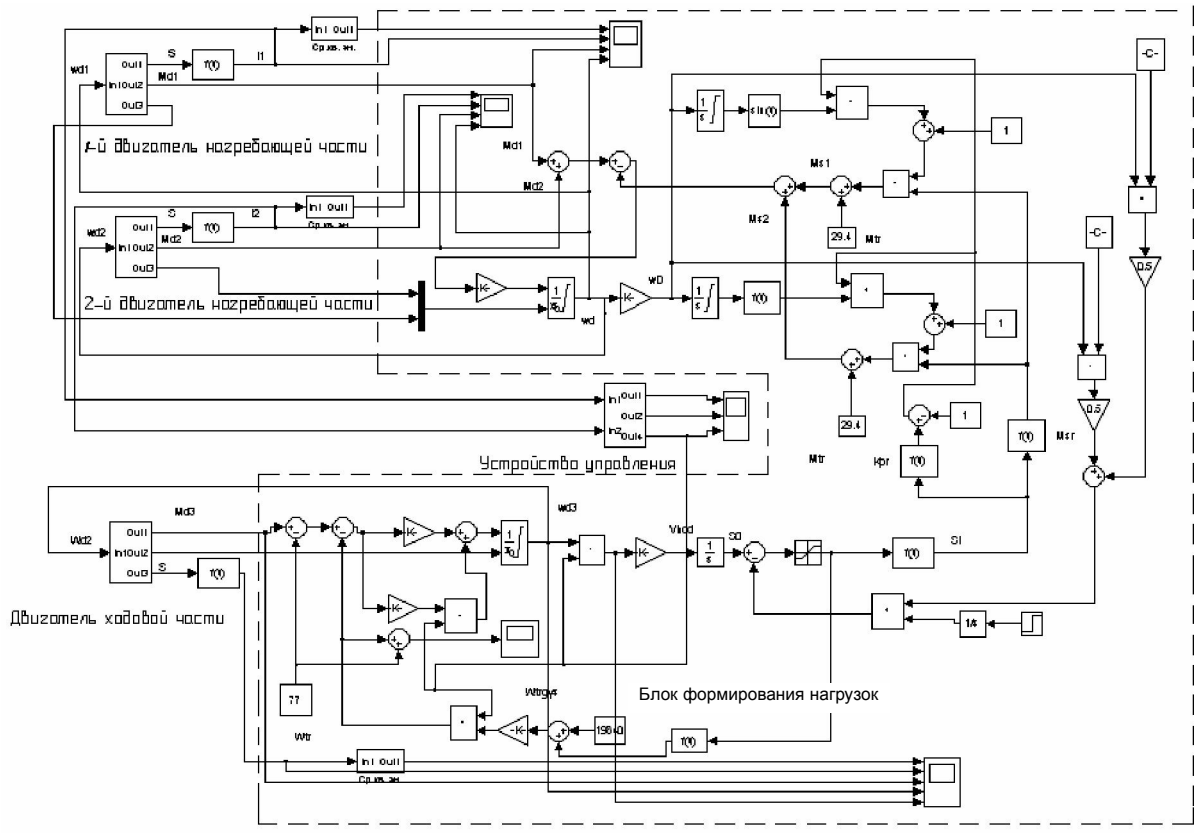



Рис.2. Структурная схема привода погрузочной машины в среде MATLAB

прямо пропорционально угловой скорости диска и описывается выражением

$$\Delta S = (\omega_{д1} q_1 k_1 + \omega_{д2} q_1 k_2) \frac{t}{2\pi},$$

где $\Delta S$ – обнажение приемной плиты вследствие работы нагребающих лап, м; $q_1$ – объем горной массы, захватываемый одной лапой за один оборот диска, м$^3$; $k_1, k_2$ – коэффициенты пропорциональности между объемом захватываемой горной массы и обнажением плиты, 1/м$^2$; $t$ – время, с.

Для оценки нагрузок на приводы нагребающей и ходовой частей использованы зависимости тока двигателя от скольжения и вращающего момента двигателя (уточненная формула Клосса)[*]. Управление приводом погрузочной машины заключается в прерывании подачи машины на штабель, когда нагрузки на приводах достигают предельно допустимых значений, и возобновление подачи, когда нагрузки на приводах будут минимальны. В модели применено устройство управления релейного действия.

Структурная схема привода погрузочной машины в среде MATLAB представлена на рис.2.

Моделированием процесса заглубления плиты установлено, что ток двигателя нагребающей части отображает процесс обнажения плиты, а ток двигателя ходовой части не отображает этот процесс, поскольку при выключенных фрикционах на двигатель ходовой части не поступает нагрузка, создаваемая лежащей на плите горной массой. Таким образом, управлять подачей машины на штабель следует в функции токов двигателей нагребающей части с учетом предельно допустимых нагрузок привода ходовой части, определяемых моментом срыва сцепления гусениц с почвой выработки.

Разработанная модель отображает взаимодействие привода нагребающей и ходовой частей и электромеханические процессы, происходящие в приводе погрузочной машины при выгрузке штабеля.

Научные руководители: д.т.н. проф. *Г.Ш.Хазанович*; к.т.н. доц. *Ю.С.Корнев*

[*] *Ключев В.И.* Теория электропривода: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1985. 560 с.