

УДК 629.113

В.В.Степанов (6 курс, каф. КГМ),  
А.Д.Элизов, к.т.н., доц., А.Г.Семёнов, к.т.н., в.н.с.

## РАЗРАБОТКА ЦИКЛА РАБОТЫ АВТОПОГРУЗЧИКА С КОМБИНИРОВАННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ

Работа носит исследовательский, прикладной характер и относится к проекту создания автопогрузчика с комбинированной энергетической установкой (КЭУ), выполненной по последовательной схеме, и мотор-колёсами оригинальной конструкции.

Для описания и анализа энергетических процессов КЭУ погрузчика необходимо задаться циклом его работы. Примерный цикл (его схема) работы представлен на рис. 1. Данный цикл состоит из 14 операций, на каждую из которых требуются соответствующие затраты энергии и времени.

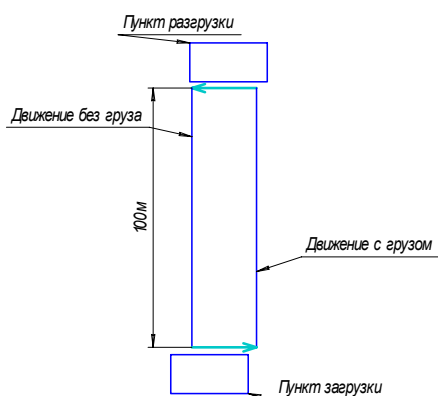


Рис. 1. Схема цикла работы погрузчика.

Результаты анализа временного цикла работы погрузчика:

1 - подъем каретки для взятия груза:  $t = 11 \text{ с}$  ,  
 $N = 8.7 \text{ кВт}$  ;

2 - наклон грузоподъемника с грузом:  $t = 1 \text{ с}$  ,  
 $N = 8.7 \text{ кВт}$  ;

3 - опускание каретки:  $t = 5.9 \text{ с}$  ,  $N = 0 \text{ кВт}$  ;

4 - разворот погрузчика:  $t = 2 \text{ с}$  ,  
 $N = 42.7 \text{ кВт}$  ;

5 - разгон:  $t = 6 \text{ с}$  ,  $N = 34 \text{ кВт}$  ;

6 - установившееся движение:  $t = 16.8 \text{ с}$  ,  
 $N = 5 \text{ кВт}$  ;

7 - торможение:  $t = 3 \text{ с}$  ,  $N_{\text{рекуп.}} = 4.08 \text{ кВт}$  ;

8 - подъем каретки для снятия груза:  $t = 11 \text{ с}$  ,  $N = 8.7 \text{ кВт}$  ;

9 - наклон грузоподъемника с грузом в вертикальное положение:  $t = 1 \text{ с}$  ,  $N = 8.7 \text{ кВт}$  ;

10 - опускание каретки:  $t = 5.9 \text{ с}$  ,  $N = 0 \text{ кВт}$  ;

11 - разворот погрузчика:  $t = 2 \text{ с}$  ,  $N = 42.7 \text{ кВт}$  ;

12 - разгон:  $t = 3.5 \text{ с}$  ,  $N = 34 \text{ кВт}$  ;

13 - установившееся движение:  $t = 18 \text{ с}$  ,  $N = 5 \text{ кВт}$  ;

14 - торможение:  $t = 3 \text{ с}$  ,  $N_{\text{рекуп.}} = 4.08 \text{ кВт}$  ,

где  $N_{\text{рекуп.}}$  — это мощность рекуперации, отдаваемая мотор-колесами при торможении:

$$N_{\text{рекуп.}} = \omega \cdot M_{\text{торм.}} - I_n^2 \cdot R ,$$

где  $M_{\text{торм.}} = 65 \text{ Н}\cdot\text{м}$  — момент двигателя мотор-колеса, при котором начинается торможение погрузчика;  $I_n = 57 \text{ А}$  — номинальный ток в обмотке двигателя мотор-колеса;  $R = 0.21 \text{ Ом}$  — внутреннее сопротивление обмотки двигателя мотор-колеса;  $I_n^2 \cdot R$  — потери.

Тогда, с учётом потерь, получим для одного мотор-колеса:

$$N_{\text{рекуп.}} = 41.9 \cdot 65 - 57^2 \cdot 0.21 = 2.04 \text{ кВт.}$$

А для двух колес: 4,08 кВт.

Время разгона до номинальной скорости определяется по следующей формуле:

$$t_n = \frac{n_{\text{об}} \left[ 1.2(J_p + J_m) + \frac{(Q + m_m)D_k^2}{4u^2\eta} \right]}{9.55 \left[ M_{\text{ср}}^n - \frac{W_c D_k}{2i\eta} \right]}$$

где  $M_{\text{ср}}^n$  — средний момент, развиваемый электродвигателем постоянного тока при пуске, Нм;  $J_p$  — полярный момент инерции ротора;  $i$  — передаточное число;  $W_c$  — сила сопротивления качению машины ( $W_c = 732 \text{ Н}$  — для погрузчика с грузом и  $W_c = 457.5 \text{ Н}$  — для погрузчика без груза);  $D$  — наружный диаметр шины ведущего колеса, мм.

Шины для проектируемого погрузчика имеют размеры:

Для передних ведущих колес: (23\*9-10) 585X230 мм;

Для задних колес: (23\*9-10) 585X230 мм.

Тогда  $t_5 = 6 \text{ с}$ ,  $t_{12} = 3,5 \text{ с}$ ,

Генератор:  $U = 65 \text{ В}$ ,  $N = 7,3 \text{ кВт}$ .

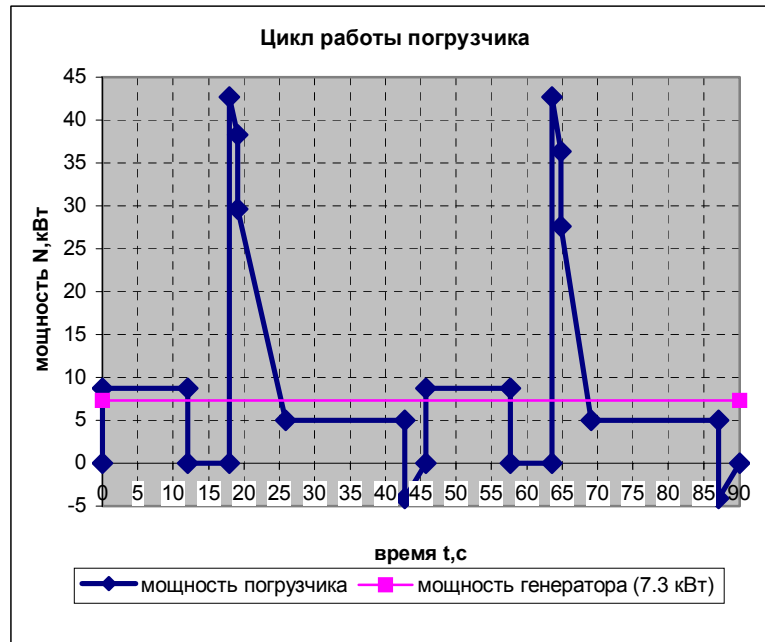


Рис. 2. Временной цикл работы погрузчика.

При анализе цикла работы погрузчика получены следующие результаты:

- энергия, необходимая для реализации одного цикла работы погрузчика составляет 182 Вт·ч;

- при мощности генератора 7,3 кВт, энергия, вырабатываемая генератором за цикл
- работы (90,1 с) составляет 182,7 Вт·ч;
- энергия, отдаваемая буферной частью энергоустановки, составляет 61,3 Вт·ч/цикл.