

ЦЕПЛАФІЗІКА, ЦЕПЛАЭНЕРГЕТЫКА, ЦЕПЛАМАСААБМЕН

УДК 621.87

В. П. САВИЦКИЙ

О ПРОВЕРКЕ НА НАГРЕВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ С ПЕРЕМЕННЫМИ НАГРУЗКАМИ

В приводах машин, которые предназначены, например, для перемещения разнообразных по массе грузов, необходимо решать задачу выбора наиболее экономично работающего электродвигателя. Трудности возникают в связи с тем, что обычно расчеты ведутся в два этапа: предварительно и уточненно, а так как второй этап возможен только после выполнения первого, то при выборе электродвигателя ориентируются чаще всего на статическую мощность, определенную с учетом работы привода при транспортировке номинального (максимального) груза и уменьшенную поэтому на 10—20%.

После выбора электродвигателя с определенными техническими данными требуется его проверить на пусковые перегрузки и на нагрев. Первая проверка выполняется при небольшом необходимом объеме вычислений, а вторая — при существенно большем, поскольку определяется среднеквадратическая величина момента исходя из рекомендуемых типовых графиков (на 10 грузов) или на основании технологической карты для j грузов, где j обычно во много раз больше 10. Формула для расчета указанного момента имеет вид

$$T_{\text{ср.кв.}} = \sqrt{\frac{T_{\text{ср.п.}}^2 \sum_{j=1}^i t_{\text{п}j} + t_{\text{у}} \sum_{j=1}^i T_{\text{с}j}^2}{\beta \sum_{j=1}^i t_{\text{п}j} + \sum_{j=1}^i t_{\text{у}j}}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{ср.п.}}$ — средний пусковой момент электродвигателя; $t_{\text{п}j}$ — время неустановившегося движения (пуск, торможение) при работе с различными грузами; $T_{\text{с}j}$ — статический момент на первом валу (двигателя, тормоза); $t_{\text{у}j}$ — время установившегося движения при работе с j -м грузом; β — коэффициент, который учитывает условия охлаждения двигателя.

Время пуска при подъеме груза находится по формуле:

$$t_{\text{п}} = \left(\frac{\delta I_1 n_1}{9,55} + 9,55 \frac{m_j v_{\text{гр}}^2}{n_1 \eta_{\text{м}}} \right) \frac{1}{T_{\text{ср.п.}} - T_{\text{с}j}}. \quad (2)$$

Здесь δ — коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс, расположенных за первым валом; I_1 — момент инерции масс первого вала; m_j — грузоподъемность при перемещении j -го груза; $v_{\text{гр}}$ — скорость подъема; n_1 — частота вращения первого вала (ротора двигателя); $\eta_{\text{м}}$ — КПД механизма. В формулах (1), (2) переменные величины: время пуска, КПД, статический момент при подъеме и опускании j -го груза, следовательно, вычисления носят весьма громоздкий характер и целесообразно выполнять их с помощью ЭВМ. На алгоритмическом языке Фортран раз-

работана программа, с помощью которой открывается возможность оценки влияния различных переменных на точность расчета.

В программе использована обладающая новизной формула (3) для нахождения КПД механизма подъема груза в зависимости от нагрузки на крюке:

$$\eta_m = \eta_0^{m_j/m_H - 0,86} e^{1/(-5,16m_j/m_H - 0,035)}, \quad (3)$$

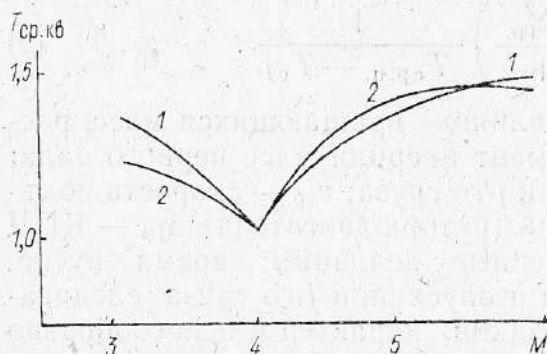
где η_0 — КПД при подъеме номинального груза; m_H — номинальная грузоподъемность.

Рассмотрены конкретные данные из примера расчета мостового крана грузоподъемностью 80 т [1]. При проверке электродвигателя механизма подъема на нагрев принят типовой для группы режима 4М график нагружения по [2]. Значения j -х грузов определены, включая массу крюковой подвески. Номинальный груз перемещается 1 раз, массой $0,5 m_H$ — 5 раз, $0,195 m_H$ — 1 и $0,05 m_H$ — 3 раза. Учитываются изменения скорости движения груза на подъем и опускание, величины КПД механизма (принимается интерполяцией из графика) в зависимости от грузоподъемности.

Средняя высота подъема при работе крана в сборочном цехе назначена 2 м. В этих условиях рассчитан среднеквадратический момент 834 Н·м, что соответствует среднеквадратической мощности 49,8 кВт. Если не учитывать изменение КПД механизма при изменении нагрузки на крюке, то при прочих равных условиях среднеквадратические момент и мощность получены соответственно 808,7 Н·м и 48,3 кВт, т. е. на 3% меньше. Отбросив влияние разницы между скоростями подъема и опускания (получена скорость опускания 7,3 м/мин при заданной скорости подъема 6,6), т. е. приняв постоянную скорость $v_{гр} = 6,6$ м/мин, найден среднеквадратический момент 809,7 Н·м, что также меньше. Следовательно, рассматриваемый расчет по [1] ведется в сторону запаса. В этих же параметрах можно учесть, что масса крюковой подвески не изменяется в соответствии с типовым графиком нагружения, рассчитанная среднеквадратическая мощность оказалась на 4,2% больше, поэтому необходимо назначать постоянной массу подвески. Изложенные выше результаты не столь существенны при инженерных расчетах.

Рассмотрим влияние нагрузок по типовым графикам [1, 2] для групп режимов работы 3М, 4М, 5М и 6М. В безразмерных параметрах изменение относительно 4М среднеквадратического момента изображено на рисунке. Как видно, в группе 3М, соответствующей легкому режиму работы (Л) по [2], среднеквадратический момент (кривая 1) оказался на 31% больше по сравнению со значением этого момента для группы 4М, т. е. при среднем режиме нагружения (С), что уже существенно. В других режимах с большей интенсивностью использования, тяжелом (5М) и весьма тяжелом (6М), значения рассматриваемого момента соответственно больше на 35 и 41%. Кривая 2 построена по данным примера расчета механизма подъема мостового крана [3]. Характер зависимостей сохраняется. Следовательно, общепринятый типовой график для группы режима работы 4М не отражает действительного нагружения наиболее ответственного в кране механизма подъема груза.

При рассмотрении влияния изменения коэффициента β (формула (1))



Зависимость безразмерной величины среднеквадратического момента от режима работы: 1, 2 — по данным [1] и [3] соответственно

на величину среднеквадратического момента получено, что при значениях $\beta = 0,6—0,9$ момент варьируется в пределах $0,001—0,02\%$, т. е. практически остается постоянным. В большей степени влияет на $T_{\text{ср,кв}}$ принятая средняя высота подъема, но в диапазоне от 0,5 до 2,0 м, в котором момент увеличивается нелинейно до 5%, а при увеличении высоты от 2,0 до 3,5 м уменьшается на 0,7%; при дальнейшем увеличении средней высоты подъема величина момента остается практически постоянной.

Как видим, для точных расчетов необходимо использовать разработанную программу и знать подробную технологию погрузочно-разгрузочных работ, которая определяет интенсивность использования механизмов приводов машин, работающих с переменными нагрузками.

Summary

The Adjustable speed motors put on trial or heating. In this instance the calculations in a general way are very cumbersome. The computer-aided design is Examined.

Литература

1. Казак С. А., Дусье В. Е., Кузнецов Е. С. и др. Курсовое проектирование грузоподъемных машин / Под ред. С. А. Казака. М., 1989.
2. Справочник по кранам: В 2 т. Т. 1. / В. И. Брауде, М. М. Гохберг, И. Е. Звягин и др. / Под ред. М. М. Гохберга. М., 1988.
3. Савицкий В. П. Грузоподъемные машины (курсовое проектирование). Минск, 1981.

Могилевский машиностроительный институт

Поступила в редакцию
02.03.93

УДК 550.4:546.7:796(476)

В. А. КУЗНЕЦОВ, В. А. ГЕНЕРАЛОВА, В. П. КОЛЬНЕНКОВ

ПОГРЕБЕННЫЕ ПОЧВЫ ГОЛОЦЕНА: ПРОЯВЛЕНИЕ РАДИОГЕОХИМИЧЕСКОГО БАРЬЕРА

Почвы как геохимический барьер всесторонне исследованы [1, 2]. Однако работ, посвященных такой характеристике погребенной почвы применительно к радионуклидам, пока немного. В частности, в [3] отмечено некоторое повышение содержания глобального стронция-90 в погребенной почве на глубине 0,53—0,69 м. При исследовании проблемы радионуклидного загрязнения грунтовых вод и почвенного покрова от аварии на Чернобыльской АЭС изучение погребенных почв представляет научный и практический интерес, поскольку они, будучи широко распространены в долинах Припяти, Брагинки, Беседи и других рек, выступают дополнительной преградой для радионуклидов, мигрирующих с инфильтрационным потоком атмосферных и паводковых вод.

Нами в период 1991—1992 гг. исследовались голоценовые погребенные почвы в обрывах берега Припяти на южной окраине д. Аревичи Хойникского района (глубины 0,20—0,40 и 0,75—1,10 м), в урочище Водочерпы ниже этой деревни (0,92—1,26 м), западнее д. Кожушки в урочище Сады (0,63—0,85 м с горизонтом ожелезнения 2,14—3,00 м); в долине р. Беседи западнее оз. Святское в повышенной пойме, нечетко переходящей в притеррасную зону, где на заболоченном лугу вскрыта погребенная почва (глубина 0,25—0,37 м). Изучалась также на окраине д. Малиновка Лоевского района на берегу р. Брагинки под насыпным грунтом, образовавшимся при углублении русла в 1967 г., погребенная почва (глубина 0,51—0,72 м).

Анализ распределения радионуклидов в современных и погребенных почвах показывает следующее (табл. 1). Радиоизотопы рутения, цезия,