

Analyzing influence of loading on the tire of a supersize truck, it is possible to draw a conclusion that deformation of the tire of a supersize truck is difficult physical process because the tire is deformed not only under weight of vertical load, but also under size horizontal and tangents of forces.

In practice operation normal rigidity depends on a number of factors, namely from dynamic modes of load, the form of a basic surface, the form and the sizes non-uniformity, temperature and tire materials.

Influence of deformation of the tire of a supersize truck on its resistance of movement.

At transition from a motionless wheel to what rotating in a range of speeds 0-5км/ч, and for separate tires, – to 30 km/h, falling of rigidity of the tire which for diagonal tires makes from 10 to 20 %, for radial – from 2до 8 % is observed. This phenomenon is connected with a relaxation in rubber and a cord, and also with non-uniform rigidity on a circle of the tire and with sliding places in a stain of contact which in radial tires is much less, than at the diagonal.

With growth of speed, from 3-5 km/h, rigidity of all tires which is connected with increase in lateral walls to a frame grows.

Resistance of movement of the tire on a road surface is found out mainly through a material hysteresis, that is a tire deflection. On the basis of experimental data, energy expenses are distributed thus: internal hysteresis expenses make 90-95 %, a friction between the tire and road of 2-10 %, air resistance of 1,5-3,5 % [7-11]

**The conclusions and recommendations.** That's why, decrease in the cost price of transportation of iron ore by supersize trucks at the expense of factor reduction growing rolling wheels, is an actual problem both mining-metallurgical industry and economy, ecology and transport.

#### References

1. Доценко І. К., Шагомяло М.І. Автомобіль.-К.:Радянська школа 1961, 329с.
2. Белорусский автозавод «Карьерный самосвал БелАЗ-7512 и его модификации. Дополнения к руководству по ремонту и эксплуатации» Жодино. – 1996, 313с.
3. Карьерный самосвал БелАЗ-7512. На англ. яз.; Изд-во «Внешторг БелавтоМАЗ». М.: 1999
4. Caterpillar, KAT-785. Caterpillar, Inc., Printed in Switzerland 1990
5. Komatsu Mining Systems, Inc., Komatsu-530M., Printed in USA 1997.
6. Komatsu Mining Systems. Каталог продукции., напечатано в США, 1998.
7. Кнороз В.И. и др. Работа автомобильной шины. М.: Транспорт, 1976. – 238с.
8. Дж. Вонг. Теория наземных транспортных средств. Перевод с англ.– М.:«Машиностроение»1982, 238с.
9. Гірін В.С., Жуков С.О., Крейсман Е.А. Босняк М.Г. Спеціалізовані автотранспортні засоби. Навчальний посібник 2-ге видавництво, перероблено і доповнено – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005 р. 296 с.;
10. Пахомов В.І., Гірін В.С., Жуков С.О. Эффективность рациональных режимов эксплуатации автосамосвалов при разработке глубоких карьеров. Монография. Кривой Рог: Издательский дом. 2008. -148с.
11. Крейсман Е.А., Філатов С.В., Жуков С.О., Гірін В.С. Эффективность поперечного профилювання берм при будівництві кар'єрних автодоріг. Дніпропетровськ. Наука і освіта. 2004. – 240 с.

Рукопись поступила в редакцию 17.03.15

УДК 621.313.33

М.М. МАКСИМОВ, Ю.Б. ФІЛІПП, кандидати техн. наук, доценти,  
Р.О. РИБКІН, магістрант, Криворізький національний університет

### ФОРМУВАННЯ ЕКВІВАЛЕНТНОГО СТРУМУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З МОДУЛЯЦІЄЮ КЕРУЮЧОЇ ДІЇ

На підставі того, що асинхронні двигуни з різних причин виходять з ладу (через перевантаження, несприятливі умови навколишнього середовища, низьку якість мережі живлення та ін.) було визначено необхідність проведення комплексу ремонтних робіт, в результаті яких двигун можна повторно експлуатували протягом тривалого часу. Визначено найбільш вразливе місце електричної машини під час проведення ремонтних робіт.

На підставі відомих раніше публікацій, в яких зазначається можливість дослідження реальних характеристик відремонтованого двигуна, було проведено якісний аналіз із зазначенням існуючих недоліків, які були б максимально зменшені з використанням запропонованої системи.

У результаті, запропоновано декілька варіантів зміни електромагнітної енергії обмоток двигуна, що дасть можливість навантажити його виключаючи можливість механічного впливу на вал. Дані обставини наочно обґрунтовуються наведеними формулами зміни частоти, напруги живлення та моменту.

Для представлення режимів роботи електричної машини у повному циклі навантаження наведено графік штучної та природної механічних характеристик із зазначенням усіх робочих точок.

Для доведення реальної працездатності запропонованої системи було проведено її моделювання з повним циклом навантаження та представлені результати у вигляді осцилограм фазових координат довільно обраного двигуна.

Величина статичного навантаження обиралась згідно з умов дотримання номінального струму та не перевищення перевантажувальної здатності асинхронного двигуна. Оскільки, за мету роботи ставилось не лише створення

універсальної моделі, а й економічно вигідної – було додатково визначено потужність, яка виділялась у вигляді втрат та побудовано її осцилограму.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, частота, форма напруги, модуляція, навантаження, потужність, синхронна швидкість.

**Проблеми та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Як відомо, асинхронні двигуни (АД) є найбільш поширеним класом електричних машин, які широко використовуються в різних сферах діяльності [1,5,10]. Тому до них ставляться високі вимоги з боку надійності та тривалості експлуатації, що в свою чергу приводить до збільшення відповідальності електротехнічних підприємств.

При ремонті, самим вразливим місцем АД, в плані зміни своїх властивостей, є електротехнічна сталь, пакет якої піддається як механічним, так і тепловим впливам, що приводить до суттєвої зміни її характеристик та цілісності [2,3].

Найбільш впливовим фактором є процес температурного впливу на пакет при випаленні обмоток, що необхідним процесом для їх видалення. З іншого боку, якість ремонту за технологічними показниками не відповідає рівню технології виробництва, що пояснюється відсутністю універсального обладнання для дослідження «випадкового» двигуна [8,9].

Отже, відремонтована машина за своїми характеристиками відрізняється від базового заводського виробу (хоча експлуатація орієнтується на усереднені заводські показники) і в процесі повторної експлуатації виходить з ладу за досить короткий час [4,6,7,11].

**Аналіз досліджень та публікацій.** Відомі роботи, в яких розглядається можливість навантаження АД без впливу на вал двигуна шляхом зміни кінетичної енергії чергуванням режимів роботи двигуна [12].

Також відома робота, в якій на основі системи ТРН-АД встановлено можливість навантаження двигуна під впливом гармонічних складових струму та напруги [13].

Основними недоліками такої системи є спотворення напруги та поява в мережі струму вищих гармонік.

**Постановка завдання.** Головним завданням статті є дослідження способу навантаження модуляційного типу за допомогою системи ПЧ-АД, що дасть можливість забезпечити струмові навантаження статорних обмоток двигуна.

З іншого боку, дана система повинна відповідати всім вимогам щодо простоти реалізації, універсальності та економічності використання.

**Викладення матеріалу та результати.** Для зміни електромагнітної енергії обмоток, яка визначається величиною струму контуру намагнічування, можливі три підходи:

вплив на форму напруги живлення (модуляція амплітуди);

вплив на частоту напруги живлення (модуляція частоти);

вплив на форму поля (полігармонічне навантаження).

Враховуючи той факт, що для перетворювача частоти, одночасно із зміною частоти напруги живлення необхідно регулювати і амплітуду напруги живлення (для уникнення насичення магнітної системи) - навантаження модуляцією амплітуди і частоти являє собою один процес.

Процес зміни частоти відбувається згідно з виразом

$$f(t) = f_0 + \Delta f \cdot \sin(\Omega_k \cdot t), \quad (1)$$

де  $f_0$  - постійна складова частоти;  $\Delta f$  - приріст частоти напруги живлення;  $\Omega_k$  - кутова частота зміни приросту частоти живлення.

Тоді, синхронна швидкість поля двигуна

$$\omega_o(t) = \omega_o + \Delta\omega \cdot \sin(\Omega_k \cdot t) = \omega_o + \frac{2\pi\Delta f}{p} \sin(\Omega_k \cdot t). \quad (2)$$

Форма напруги живлення АД описується виразом

$$U = U_o \sin(\omega_o \cdot t) \cdot (k + m \cdot \sin(\Omega_k \cdot t)), \quad (3)$$

де  $U_o$  - амплітуда;  $k, m$  - коефіцієнти модуляції;  $\Omega$  - кутова частота модуляції амплітуди.

Тоді, момент АД, який розвивається за умови рівності швидкості обертання ротора і основного магнітного потоку

$$M - M_1 \cos(\Omega t) + \frac{M_2}{2} \sin(2\Omega t) = \Phi_1 \cdot I_{2m} \cdot \cos(\Omega t) + \frac{\Phi_2 \cdot I_{2m}}{2} \sin(2\Omega t), \quad (4)$$

де,  $I_{2m}$  - амплітуда роторного струму;  $\Phi_1$  - основний потік;  $\Phi_2$  - амплітуда пульсуючого потоку.

У випадку частотної модуляції АД по чергово працює в режимі двигуна та режимі генераторно-го гальмування. Навантажувальний цикл зображено на рис. 1.

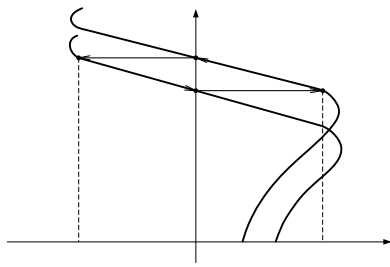


Рис. 1. Цикл навантаження при перегріванні). частотній модуляції напруги живлення

Точка «b» - номінальний режим роботи; ділянка «bc» - генераторний режим з переходом на штучну характеристику; ділянка «da» - перехід на природну характеристику; ділянка «ab» - розгін двигуна до номінальної швидкості.

Величини  $f_0$  та  $\Delta f$  обираються таким чином, щоб величина струму двигуна та моменту навантаження не перевищували номінальне значення (для уникнення  $\omega$

В якості досліджуваного двигуна було обрано АД типу 4AM180S2 ( $P_n=22$  кВт,  $n_n=3000$  рад/с).

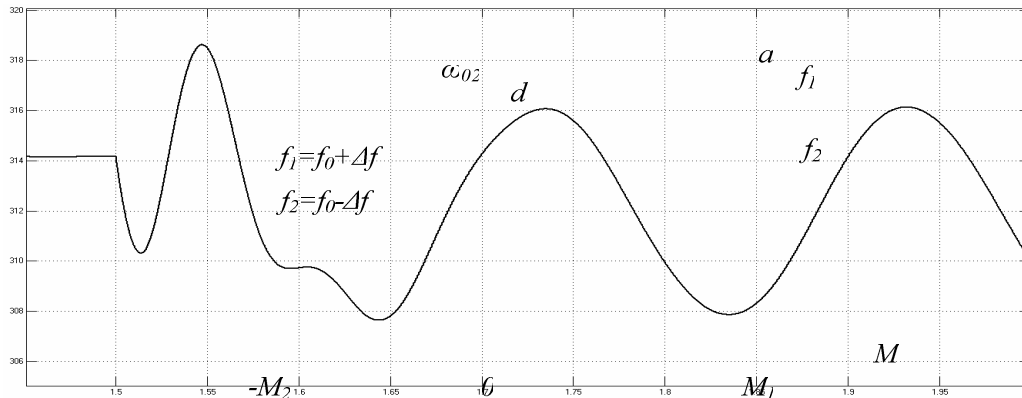


Рис. 2. Осцилограма швидкості обертання ротора двигуна при керованому впливі  $30+40 \cdot \sin(31,4t)$

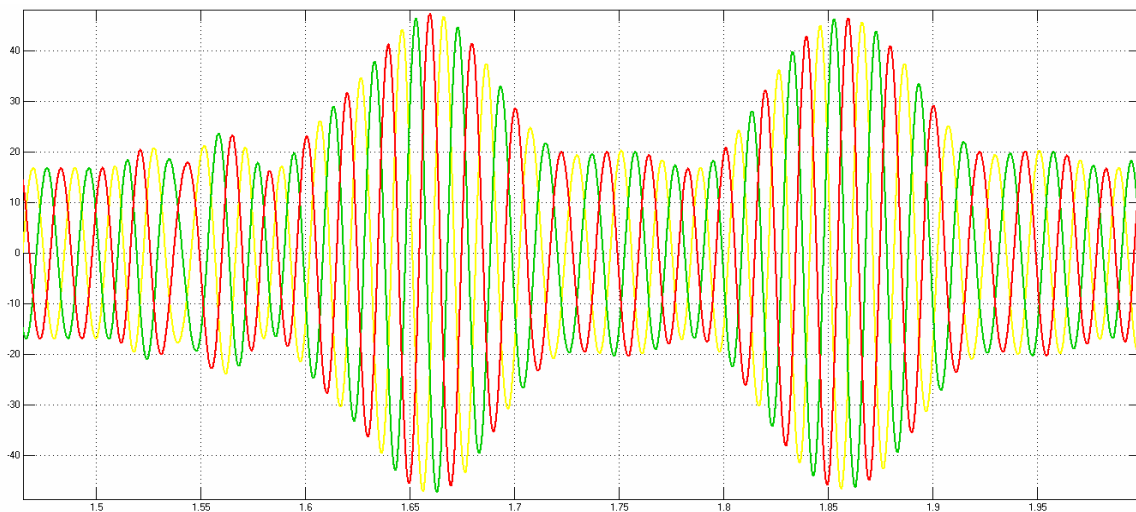


Рис. 3. Осцилограма струму в трьох фазах двигуна при керованому впливі  $30+40 \cdot \sin(31,4t)$

На рис. 2 зображено осцилограму швидкості обертання ротора при керованому впливі  $30+40 \cdot \sin(31,4t)$ . Як видно, коливання швидкості відбувається з частотою 5 Гц.

На рис. 3 представлено фазні струми  $I_A, I_B, I_C$ . У поданому випадку відмінність максимальних значень струмів складає:

- від'ємна півхвиля - 3,5 %;
- додатна півхвиля - 2,6 %;
- діючих значень струму - 1,9 %.

Величини діючих значень навантажувальних струмів в даному випадку:  $I_{\theta(A)}=33,15$  А;  $I_{\theta(B)}=32,91$  А;  $I_{\theta(C)}=33,55$  А, що складає 76,8; 76,2; 77,7 % від номінального значення відповідно.

Слід також зазначити, що для системи навантаження модуляційного типу період повторюваності кривої струму відповідає періоду модуляції, який визначається

$$T_{\Omega}=(2\pi/\Omega). \quad (5)$$

Отже, ефективне значення струму, яке визначає нагрівання АД, необхідно визначати саме за період часу  $T_{\Omega}$ .

Формування знакозмінного моменту видно з рис. 4. У цьому випадку розмах моменту складає 89,64 Н·м (додатна частина: 70 Н·м; від'ємна частина: -19,64 Н·м) при номінальному значенні 70,06 Н·м.

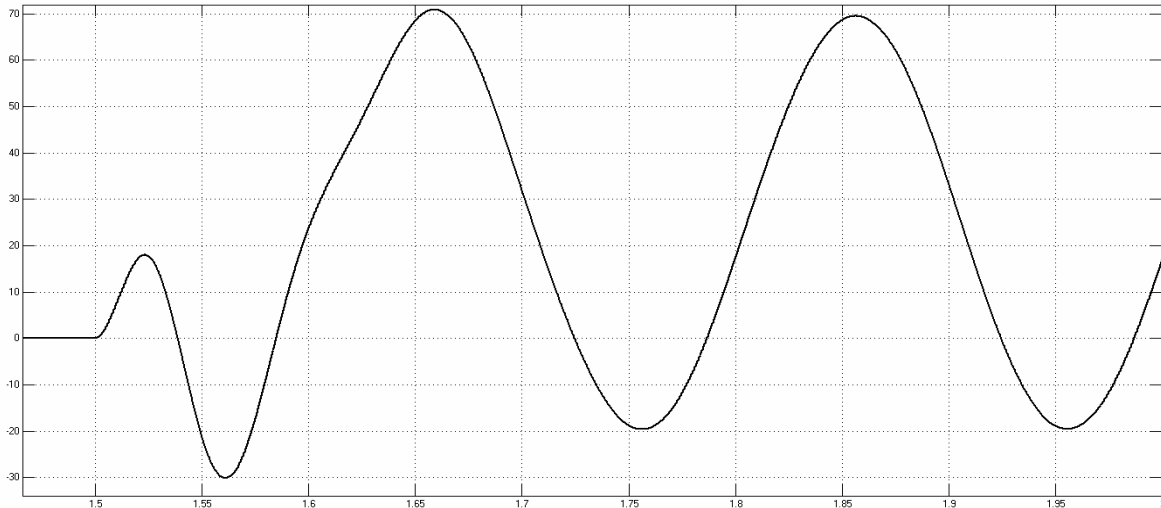


Рис.4. Осцилограма моменту АД при керованому впливі  $30+40 \sin(31,4t)$

Такі показники, як рівномірність навантаження фаз, можливість навантаження роторного кола та економічність визначають ефективність використання модуляційного навантаження для ПЧ-АД. І, якщо перші два показники витримуються даною системою, то проблема економічності має бути досліджена.

Втрати в АД, які визначаються як різниця електромагнітної потужності та потужності на валу двигуна, змінюються залежно від навантаження (рис. 5).

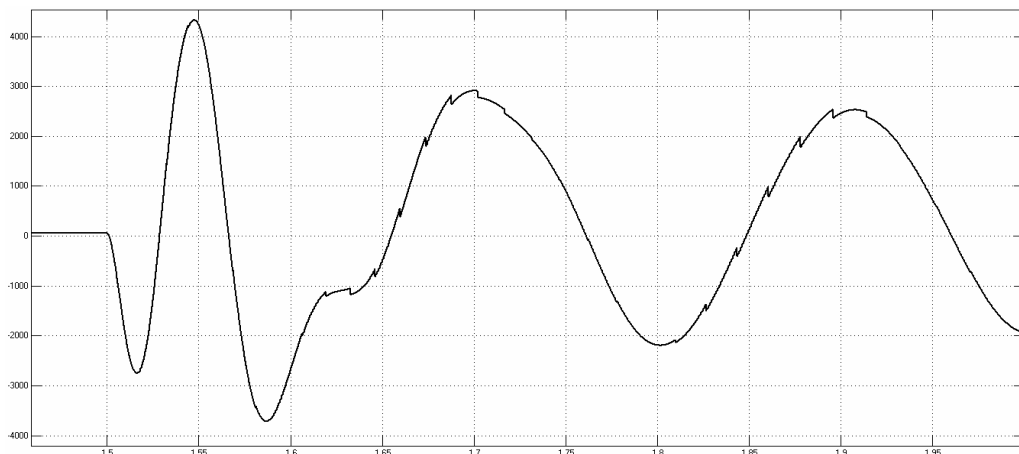


Рис. 5. Графік зміни втрат АД при керованому впливі  $30+40 \sin(31,4t)$

Причому, від'ємна півхвиля свідчить про рекуперативне гальмування.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** На підставі проведених досліджень можна зробити висновок про те, що використовуючи систему ПЧ-АД можна досягти навантаження двигуна без дії на вал. Зміна частоти і амплітуди напруги живлення АД дає можливість варіювати рівень навантаження кола статора пульсуючим струмом.

Для підтвердження працездатності системи було проведено її моделювання при статичному навантаженні та визначено величину потужності втрат, що дає представлення про позитивні якості як з економічної точки зору, так і з технічної.

### Список літератури

1. Гольдберг О.Д. Качество и надежность асинхронных двигателей. М.: Энергия. 1968. - 176 с.
2. Гольдберг О.Д., Абдуллаев И.М., Абиев Л.Н. Автоматизация контроля параметров и диагностика асинхронных двигателей. – М.: Энергоатомиздат, 1991. - 160 с.
3. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин. Л.: Энергоатомиздат, 1989. - 336 с.
4. Винников Ч.М. Технологические расчеты при ремонте двигателей переменного тока. – М.: Энергия, 1970.- 224 с.
5. Куйбишев А.В. Надежность асинхронных электродвигателей общепромышленного применения. М.: Изд-во стандартов, 1972.-104 с.
6. Жерве Г.К. Промышленные испытания электрических машин. Л.: Энергоатомиздат, 1984.-400 с.
7. Клюев А.А. Автоматизация испытаний электрических машин средней мощности // Сб. Электротехническая промышленность. Сер. «Электротехнические машины». – М.: Информэлектро, 1980. - Вып. 8 (114).
8. Determination of motor quality through routine electrical tests // Soukup George C. / Ind. Appl. Soc. 35 Th Annu. Petrol and Chem Ind. Conf., Dallas. Tex., Sept. 12-14. 1988. с 187 – 195.
9. Stack T.L. The repair and Maintenance of Rotating Electrical Machines. – Mining Technology, 1975, v.57, № 662. p.460-470.
10. Sieradzka M. Badania eksploatacyjnego trwalosci silnicow indukcyjnych. – Elektrotechnika. Buil. Inform., 1972, 26, № 2, с. 61-71.
11. A. Stavrou, H. G. Sedding, and J. Penman Current monitoring for detecting inter-turn short circuits in induction motors // IEEE Trans. Energy Convers., vol. 16, № 1, pp. 32–37, Mar. 2001.
12. Родькин Д.И. Системы динамического нагружения и диагностики электродвигателей при послеремонтных испытаниях. – М.:Недра,1992.-236 с.
132. Максимов М.М. та ін. Формування параметрів пульсуючого струму в колах короткозамкнених асинхронних двигунів. – Гірничий вісник. - Кривий Ріг. - КНУ, 2013. – Вип. 96.- С. 176-178.

Рукопис подано до редакції 23.03.15

УДК 658.3: 622.8

Н.Ю. ШВАГЕР, д-р техн. наук, проф, Д.П. ЗАЙКІНА, магістрант,  
Криворізький національний університет

## **СЕРТИФІКАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ ЯК ОСНОВА УСПІШНОЇ ПОЛІТИКИ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

Показано значущість розроблення СУОП за вимогами стандарту OHSAS 18001. Відповідальність за ефективну роботу в галузі охорони праці та профілактики професійної патології лежить на керівництві підприємства, за яким закріплені зобов'язання за надання ресурсів, необхідних для впровадження, контролю та удосконалення СУОП. Даний стандарт застосовується відносно будь-яких підприємств, які бажать виключити або звести до мінімуму ризики і небезпеки для своїх співробітників і зацікавлених сторін, які у зв'язку зі своєю професійною діяльністю піддають ризику своє здоров'я і безпеку. Перехід України до ринкової економіки, задекларування курсу на інтеграцію з країнами ЄС, вимагає від підприємств усіх форм власності переходу на європейські стандарти у всіх сферах діяльності, в тому числі охорони праці. Вимоги OHSAS 18001 легко з'єднуються з вимогами інших міжнародних стандартів, такими як ISO 9000 та ISO 14000. Крім того, стандарт OHSAS 18001 є загальнотехнічним стандартом, що дозволяє впроваджувати його в будь-яку сферу виробництва і будь-якому секторі економіки. На підставі цього запропоновано сертифікування СУОП, що дозволить об'єктивно оцінити результативність її функціонування.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Рівень виробничого травматизму і професійної захворюваності є основним показником стану охорони праці в тій чи іншій сфері економічної діяльності, регіоні та в державі у цілому. Незважаючи на щорічну оптимістичну динаміку зниження кількості нещасних випадків, виявлених серед працівників підприємств різного виду економічної діяльності, за даними Державної служби гірничого нагляду