

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ККД ВІД ЗАВАНТАЖЕННЯ СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА

В. Ю. Рамш, кандидат технічних наук, доцент

*Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і
природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»*

E-mail: ramsh_v@ukr.net

Анотація. Розглянуто питання дослідження залежності ККД від завантаження свердлильного верстата. Для досягнення поставленої мети, в роботі були поставлені та вирішені такі завдання: проаналізувати конструкторсько-технологічні особливості деталі свердлильного верстата; розробити нову конструкцію свердлильного верстата з аналізатором мережі; дослідити дослідницький стенд свердлильного верстата з аналізатором мережі.

Близько 80 % свердлильних верстатів на підприємствах України експлуатуються з перевищенням установленого терміну придатності, що призводить до низької їх якості функціонування, високої аварійності та виходу з ладу електромеханічного обладнання. Середній термін придатності електропривода по галузі не перевищує 6 років. Щорічно виходять з ладу і ремонтуються до 10–18 % електродвигунів та до 30 % допоміжного обладнання. Переважна більшість двигунів може ремонтуватися 4-5 разів і після ремонту часто не відпрацьовують навіть одного року.

Експлуатація свердлильних верстатів з асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором, які знаходяться в незадовільному технічному стані, призводить до збільшення фінансових витрат, зумовлених зростанням електроспоживання. Вартість електроенергії, яку споживає електропривод свердлильних верстатів протягом строку експлуатації, значно перевищує вартість устаткування та витрати на обслуговування і більше ніж у 4 рази перевищує його власну. Плата за електроенергію містить систему надбавок за додатково спожиту реактивну потужність. Плата за реактивну потужність на підприємствах становить до 10 % від загальних витрат на електроенергію, і ці витрати мають тенденцію до зростання.

Нині виникла необхідність застосування новітніх технічних рішень і наукових підходів до вирішення проблеми підвищення рівня якості функціонування асинхронних електроприводів свердлильних верстатів.

Розроблено дослідницький стенд для визначення характеристик асинхронного двигуна свердлильного верстата, який дозволяє виявляти характер залежності ККД від величини навантаження, розраховувати параметри схеми заміщення та енергетичні характеристики для номінального режиму роботи електроприводу.

Ключові слова: *свердлильний верстат, аналізатор мережі, дослідницький стенд*

Актуальність. Основними причинами низької якості функціонування асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором (як приклад, АИР 80В4) на свердлильних верстатах (СВ) та виникнення аварій є порушення умов експлуатації, неврахування впливу якості напруги живлення та режиму навантаження, недостатній обсяг інформації про технічний стан, несвоєчасне виявлення і усунення дефектів устаткування, неякісний ремонт тощо.

Асинхронні двигуни СВ, від надійної і безпечної роботи яких залежать технологічні та економічні показники підприємства, не діагностуються постійно під час експлуатації. Особливо гостро ці вимоги пред'являються до електромеханічних систем, які є ланкою безперервного технологічного процесу.

Нині рівень якості функціонування електромеханічних систем оцінюється головним чином під час проведення енергетичного аудиту, тому керування раціональним використанням енергії не поширюється на електромеханічні системи як кінцевих споживачів. У проектуванні технологічного процесу, зазвичай, не враховується енергетичний стан СВ протягом усього строку служби. Але повинна розглядатися не тільки оцінка завантаження СВ з асинхронним двигуном і не лише їх робочі характеристики, а слід здійснювати оцінювання енергетичного стану установок за період функціонування. Цю проблему можливо вирішити шляхом впровадження постійно діючого діагностування енергетичного і технічного стану системи для визначення рівня відхилення характеристик електроприводу від заданих значень і ознак погіршення стану і порушення технологічного режиму.

Отже, актуальним завданням є розроблення та впровадження нової установки для вирішення проблеми підвищення якості функціонування СВ з асинхронним двигуном.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Чільне місце в дослідженнях з метою підвищення якості функціонування та ресурсу устаткування займає діагностування СВ АД. В основу наукових досліджень роботи покладено результати праць М. Г. Баширова, О. С. Бешти, О. Д. Гольдберга, А. П. Калінова, В. Б. Клепікова, М. Ф. Котеленця, В. Ю. Кучерука, А. В. Лугового, В. В. Овчарова, С. М. Персади, М. Г. Поповича, І. В. Прахова, О. В. Садового, В. Ф. Сивокобиленка, І. А.

Сиромятнікова, Д. Й. Родькіна, В. М. Чермалиха.

До зниження якості функціонування та працездатності устаткування призводить робота свердлильного верстата в умовах постачання неякісної електроенергії. Так, при відхиленнях, які перевищують нормовані стандартами значення, нормальна робота асинхронного двигуна може бути забезпечена лише у випадку значного зменшення навантаження, або взагалі неможлива.

Пропонується два напрямки вирішення проблеми, а саме – використання сучасних методів регулювання якості електроенергії шляхом використання новітніх силових електронних компонентів або робота зі зниженим ККД й потребою частіших ремонтів та заміни устаткування [1].

За умови роботи в номінальному режимі свердлильних верстатів з асинхронним двигуном має задовільні значення ККД. Через недосконалу експлуатацію коефіцієнт завантаження багатьох установок не перевищує 50 %, для порівняння в країнах Західної Європи середнє завантаження електропривода перевищує 60 %.

До значних втрат та зниження ККД призводить робота СВ з асинхронним двигуном в недовантаженому режимі. Також встановлюється неефективний баланс складових потужності (з підвищеним рівнем реактивної), що підвищує втрати в живлячих мережах. Фактичні питомі реактивні навантаження на окремих підприємствах сягають 1,5–1,8 кВар/кВт, тобто питомі реактивні навантаження майже вдвічі вищі від номінальних значень [2].

Інвестиції в підвищення ККД швидко окупляться за рахунок зниження експлуатаційних витрат через зменшення споживання електроенергії, тому підвищення ККД асинхронного двигуна на 1-3 % є актуальним. Приблизно 10 % вартості самогдвигуна коштує вартість реалізації можливостей енергозбереження стосовно підвищення ККД на 1 %.

Мета дослідження – розробка системи електропривода свердлильного станка з аналізатором мережі.

Матеріали і методи дослідження. Поставлені у роботі наукові завдання вирішуються шляхом застосування теорії електропривода, теорії електричних кіл та

методів.

Свердлильний верстат Rebiner RDP призначений для свердління отворів у матеріалах з металу, деревини та пластику. Головний привод виконаний на базі асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором. Привод з шестерінчастою коробкою є найрозповсюдженішим типом головного руху у металорізальних верстатах. Суттєвим недоліком цього електропривода є ступінчастість регулювання і порівняно низький ККД, тому дослідження залежності ККД від завантаження є важливим етапом при розробці цих електроприводів. Принципову електричну схему дослідницької установки з аналізатором мережі фірми ETI ENA3 показано на рис.1, а загальний вигляд розробленої установки – на рис.2.

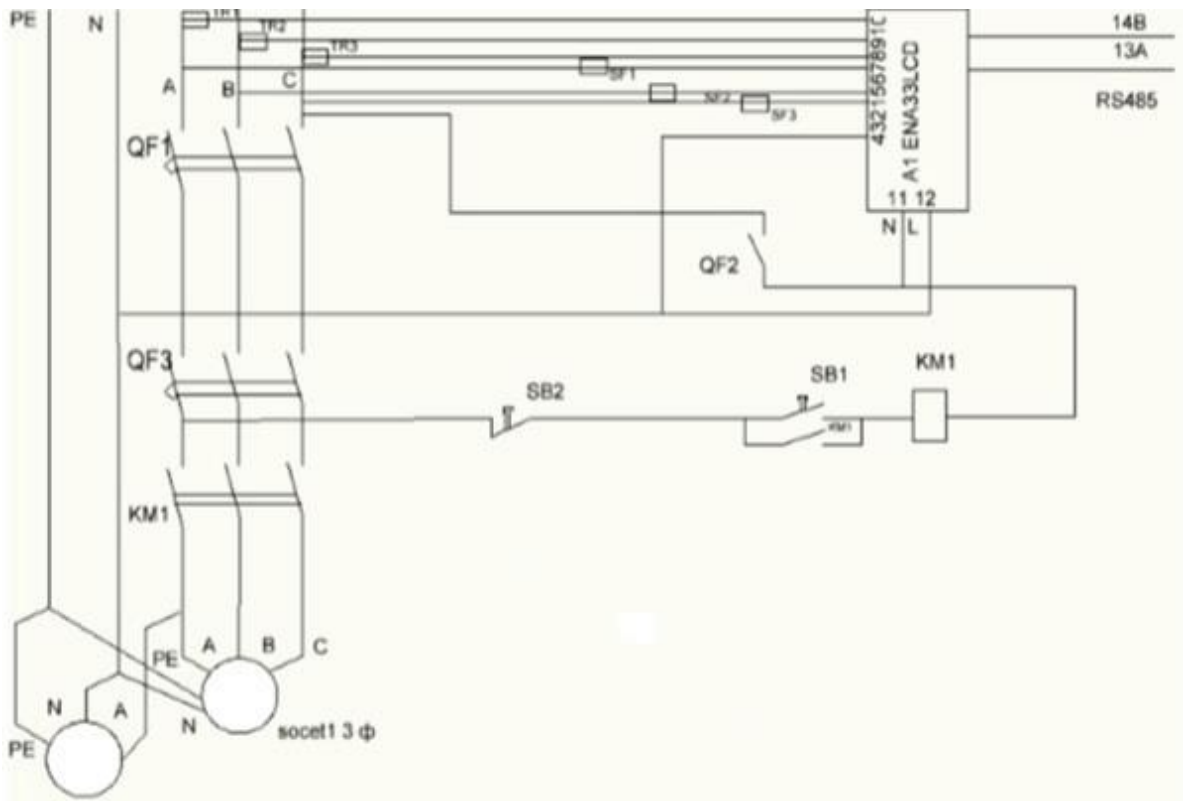


Рис.1. Принципова електрична схема розробленої установки з аналізатором мережі фірми ETI ENA3



Рис.2. Загальний вигляд розробленої установки

Під час дослідження аналізатором ЕТІ ЕНА3 вимірювали номінальну потужність, струм, ККД, $\cos\phi$ при роботі свердлильного верстата в холосту та при свердлінні сталі DX51D товщиною 10 мм свердлом діаметром 4,5 мм., а за допомогою порта RS 485 на персональному комп'ютері знімали залежності ККД у функції завантаження.

Результати дослідження та їх обговорення. Порівняння даних, наведених на рис. 3 показує, що моделі дозволяють з достатньою для практики точністю розрахувати узагальнені діагностичні параметри - ККД асинхронного електродвигуна залежно від завантаження. Максимальне значення відносної похибки визначення ККД – 2 % для ЕМД і 3,5 % для МДЕ, а коефіцієнта потужності – 3,4 % та 5,7 % відповідно. Відносна похибка розрахунку параметрів і характеристик асинхронного електродвигуна не перевищує 7 %, що достатньо для інженерної практики.

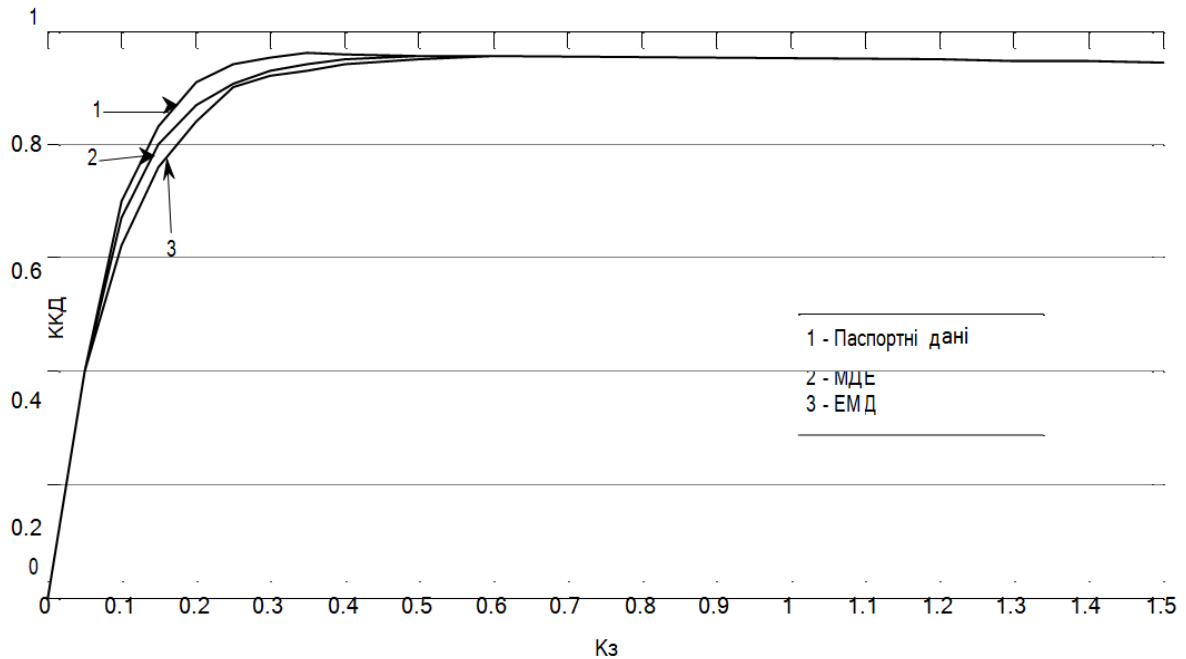


Рис. 3. Результати дослідження асинхронного електродвигуна АИР80В4: залежності ККД у функції завантаження двигуна

Висновки і перспективи. Розроблено дослідницький стенд для визначення характеристик асинхронного електродвигуна свердлильного верстата, який дозволяє виявляти характер залежності ККД від величини навантаження, розраховувати параметри схеми заміщення та енергетичні характеристики для номінального режиму роботи електропривода.

Список використаних джерел

1. Закладний О. М., Закладний О. О. Сучасні методи регулювання якості електроенергії. Інформаційний збірник «Промислова електроенергетика та електротехніка» Промелектро. 2007. №2. С. 25-30.
2. Пересада С. М., Шаповал І. А., Король С. В. Экспериментальное тестирование алгоритмов управления машиной двойного питания. Технічна електродинаміка. 2003. Ч. 2. С. 29-35.

References

1. Zakladskiy, O. M., Zakladskiy, O. O. (2007). Suchasni metody rehuliuвання yakosti elektroenerhii [Modern methods of electricity quality regulation]. Information collection "Industrial Power Engineering and Electrical Engineering" Promelectro, 2, 25-30.
2. Peresada, S. M., Shapoval, I. A., Korol', S. V. (2003). Eksperimental'noye testirovaniye algoritmov upravleniya mashinoy dvoynogo pitaniya [Experimental testing

of control algorithms for a dual power supply machine]. Technical Electrodynamics, 2, 29-35.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КПД ОТ НАГРУЗКИ СВЕРЛИЛЬНОГО СТАНКА

В. Ю. Рамиш

Аннотация. Рассмотрены вопросы исследования зависимости КПД от нагрузки сверлильного станка. Для достижения поставленной цели в работе были установлены и решены следующие задачи: проанализировать конструкторско-технологические особенности детали сверлильного станка; разработать новую конструкцию сверлильного станка с анализатором сети; исследовать новую конструкцию сверлильного станка с анализатором сети.

Около 80 % сверлильных станков на предприятиях Украины эксплуатируются с превышением установленного срока годности, что приводит к низкому качеству их функционирования, высокой аварийности и выхода из строя электромеханического оборудования. Средний срок годности электропривода по отрасли не превышает 6 лет. Ежегодно выходят из строя и ремонтируются до 10-18 % электродвигателей и до 30 % вспомогательного оборудования. Подавляющее большинство двигателей может ремонтироваться 4-5 раз и после ремонта часто отработывают даже одного года.

Эксплуатация сверлильных станков с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором, которые находятся в неудовлетворительном техническом состоянии, приводит к увеличению финансовых расходов, обусловленных ростом электропотребления. Стоимость электроэнергии, потребляемой электроприводом сверлильных станков в течение срока эксплуатации, значительно превышает стоимость оборудования и затраты на обслуживание и более чем в 4 раза превышает его собственную. Плата за электроэнергию содержит систему надбавок за дополнительно потребленную реактивную мощность. Плата за реактивную мощность на предприятиях составляет до 10 % от общих затрат на электроэнергию, и эти расходы имеют тенденцию к росту.

В настоящее время возникла необходимость применения новейших технических решений и научных подходов к решению проблемы повышения уровня качества функционирования асинхронных электроприводов сверлильных станков.

Разработан исследовательский стенд для определения характеристик асинхронного двигателя сверлильного станка, который позволяет определять характер зависимости КПД от величины нагрузки, рассчитывать параметры схемы замещения и энергетические характеристики для номинального режима работы электропривода.

Ключевые слова: сверлильный станок, анализатором сети, исследовательский стенд

STUDY OF THE DEPENDENCE OF EFFICIENCY ON THE LOAD OF A DRILLING MACHINE

V. Ramsh

Abstract. *The question of research of dependence of efficiency on loading of the drilling machine is considered. To achieve this goal in the work were set and solved the following tasks: - to analyze the design and technological features of the drilling machine part; - to develop a new design of a drilling machine with a network analyzer; - to investigate the new design of a drilling machine with a network analyzer.*

About 80 % of drilling machines at Ukrainian enterprises are operated in excess of the established shelf life, which leads to their low quality of operation, high accident rate and failure of electromechanical equipment. The average shelf life of the electric drive in the industry does not exceed 6 years. Up to 10–18 % of electric motors and up to 30 % of auxiliary equipment fail and are repaired annually. The vast majority of engines can be repaired 4-5 times and after repair often do not work even for one year.

The operation of drilling machines with an induction motor (short-circuited rotor), which are in poor technical condition, leads to an increase in financial costs due to increased power consumption. The cost of electricity consumed by the electric drive of drilling machines during the service life is significantly higher than the cost of equipment and maintenance costs and more than 4 times higher than its own. The electricity bill includes a system of surcharges for additional reactive power consumption. Reactive power charges at enterprises account for up to 10% of total electricity costs, and these costs tend to increase.

Today, there is a need to apply the latest technical solutions and scientific approaches to solving the problem of improving the quality of operation of asynchronous electric drives of drilling machines.

A research stand has been developed to determine the asynchronous motor of a drilling machine, which allows to identify the dependence of efficiency on the magnitude of the load, calculate the parameters of the substitution scheme and energy characteristics for the nominal mode of operation of the electric drive.

Key words: *drilling machine, network analyzer, research stand*