

Ю.О. Подчашинський, д.т.н., проф.  
Я.В. Магалецький, аспірант

Державний університет «Житомирська політехніка»

## Аналіз проблематики та розробка структури комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи механічних характеристик асинхронного електропривода в насосному обладнанні

*У статті проведено аналіз особливостей використання асинхронного електропривода в насосному обладнанні. Розглянуто проблеми, що виникають під час діагностики, дослідження та обслуговування таких електродвигунів. Проаналізовано інформацію щодо дослідження та випробувань електрогідравлічних систем в авторизованому сервісному центрі «GRUNDFOS». Наявні вимоги до цих систем, враховуючи важкі умови запуску та змінні профілі навантаження, підкреслюють необхідність у надійних системах вимірювання механічних характеристик, діагностики та технічного обслуговування обладнання.*

*Також звертається увага на критичність безперебійної роботи в таких галузях, як водопостачання. Стаття пояснює ризики, пов'язані з аварійними зупинками насосних агрегатів, зокрема – через можливі пошкодження гідравлічних та електричних компонентів. Крім того, в статті розглянуто такі сучасні вимоги до асинхронного електропривода в насосному обладнанні, як енергоефективність. Питання енергоефективності можуть бути вирішені шляхом оптимізації режимів роботи двигуна та впровадження сучасних систем керування.*

*Здійснено огляд та аналіз шляхів удосконалення процесу вимірювання механічних характеристик асинхронних двигунів. У результаті розроблено структурну схему комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи (ІВС), в якій зроблено акцент на гнучкості технічної реалізації спираючись на попередні дослідження авторів. Запропонована ІВС є багатоканальною та забезпечує вимірювання і контроль механічних характеристик асинхронних електродвигунів у насосному обладнанні. Комп'ютеризована ІВС може бути використана для дрібносерійної розробки, обслуговування та діагностики насосного обладнання. Це зі свого боку має ключове значення для підвищення його ефективності та надійності відповідно до зростаючих вимог промислових і комунальних підприємств.*

**Ключові слова:** асинхронний двигун; насосний агрегат; вимірювальний канал; вимірювальний стенд; кутова швидкість; пусковий момент.

**Актуальність теми.** Перші прототипи асинхронного електродвигуна з'явилися більше 100 років тому. Це була надзвичайно проста конструкція порівняно з іншими типами двигунів, яка поєднувала в собі також високу надійність і відмінні механічні характеристики.

Саме це зробило в подальшому асинхронний двигун і його модифікації найбільш масовою електричною машиною в історії. Навіть у теперішній час силовий електропривід на базі асинхронних двигунів є домінуючим у промисловості та цивільній інфраструктурі, забезпечуючи життєдіяльність цілих міст.

Тривалий час недоліком такого електропривода була важкість керування ним. Ще досі на деяких підприємствах можемо зустріти релейні шафи, наповнені пусковими опорами та контакторами. Але кілька десятиліть тому проривні досягнення в силовій електроніці та мікропроцесорній техніці дали нам можливість отримати сучасні системи частотного керування електродвигунами, які де-факто вже стають нормою.

Тому до сучасного асинхронного електропривода висувуються набагато жорсткіші вимоги, ніж це було раніше. Це, зокрема, енергоефективність та тривалий строк експлуатації. Відповідно до цього, змінились і технології виготовлення електричних машин, які передбачають, крім високотехнологічного виробництва, і контроль якості кожного етапу створення електричної машини.

Також варто зауважити про локалізацію відповідних виробництв, що призводить до ситуації, коли двигун виготовляється в одній країні, а постачатися може в інший кінець світу. Наприклад, компанія «GRUNDFOS» (Данія), один зі світових лідерів у виробництві насосного обладнання, локалізувала виробництво різних серій своїх насосів та двигунів у таких країнах, як Німеччина, Італія, Угорщина, Китай та США [1]. Виникають проблеми з ремонтом та обслуговуванням обладнання. Місцеві ремонтні організації та сервісні центри, як правило не мають обладнання, щоб відтворити «заводську» технологію з відновлення двигунів. Тому те, що раніше було зібране і проконтрольоване на роботизованому високотехнологічному обладнанні, ремонтується і контролюється людиною на менш технологічному устаткуванні. Тестування двигунів після ремонту в умовах сервісного центру можливо здійснити лише за

деякими основними показниками, які потім звіряються з паспортними характеристиками двигуна і є одним з критеріїв працездатності.

Іншою стороною є те, що різні підприємства можуть виготовляти одну серію двигунів, використовуючи різні технології та комплектуючі. Це, наприклад, характерно для країн пострадянського простору, в яких з минулих часів залишилися підприємства, що продовжують виробництво напрацьованих серій двигунів, які часто навіть мають однакові назви та основні характеристики, але доволі суттєво різняться при більш глибокому аналізі. До цього ж останніми роками на ринку з'явилася велика кількість електричних машин виробництва Китаю [2], які, як правило, виготовляються як аналоги (часто копії) розвинених серій електродвигунів. Вироби мають нижчу вартість і, як наслідок, відповідну якість. Відрізнити подібні вироби за зовнішнім виглядом іноді неможливо. Лише вимірювання електричних параметрів та зняття механічних характеристик такої машини дає змогу ідентифікувати її.

Тому актуальність цієї наукової статті полягає в необхідності аналізу та оцінки реальних характеристик асинхронних двигунів у процесі ремонту або при заміні аналогічною машиною. Розуміння реальних характеристик електропривода порівняно з його нормативними характеристиками дає змогу покращити показники енергоефективності і отримати надійні системи з насосним обладнанням.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, на які спираються автори.** Стаття є розвитком та продовженням досліджень авторів по даній тематиці, розглянутих у публікації «Мікропроцесорна система вимірювання пускового моменту електродвигунів» [3] та у праці «An effective method for determination and characteristic analysis of induction motor parameters» [4].

**Метою статті** є аналіз особливостей роботи асинхронного електропривода в насосному обладнанні та розробка структури комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи механічних характеристик.

**Викладення основного матеріалу.** Насосне обладнання для транспортування та перекачування рідин є однією зі сфер, яка найбільше насичена асинхронними двигунами. Тут максимально використовуються переваги асинхронного електропривода і відповідно ставляться високі вимоги до нього.

Особливістю електрогідравлічних машин є те, що двигун у такому агрегаті працює в умовах важкого пуску і в подальшому має підтримувати достатній крутний момент на валу, щоб долати опори, спричинені навантаженням на гідравлічну частину насоса та в'язкістю рідини. Крім цього, гідравлічні частини насосів рідко працюють з рівномірним навантаженням. Найчастіше це перепади від мінімального до максимального значення, після чого насос зупиняється. Потім цикл повторюється. В процесі роботи можливі нештатні перевантаження, коли, наприклад, трапляється прорив трубопроводу або закупорка гідравліки насоса. Обладнання має витримати такий режим певний час, доки не усунеться проблема або не спрацює захист від перевантаження.

У галузі водопостачання нештатні зупинки двигунів насосів недопустимі, оскільки магістраль та гідравлічна камера можуть заповнитися повітрям, замість рідини і тоді запуск двигуна насоса, що не розповітрявся, призводить до пошкоджень гідравліки або електричної частини. Як правило, руйнуються торцеві ущільнення вала двигуна та підшипники. В сучасних насосних агрегатах – це доволі вартісні, високотехнологічні вироби.

Так званий «сухий хід» небезпечний ще й тим, що двигуни деяких сучасних насосів охолоджуються рідиною. Це дає змогу виготовляти більш компактні двигуни, за тієї ж потужності, зменшувати рівень шуму від них і найголовніше використовувати насоси, занурюючи їх на великі глибини артезіанських свердловин. Тому зупинка подібного насоса призводить до припинення циркуляції рідини навколо двигуна і перегріву обмоток.

Зважаючи на сказане вище, можемо уявити можливі наслідки та затрати часу на їх усунення (особливо в промисловості чи в водопостачальних компаніях) в разі нестабільної роботи електропривода.

До того ж в останні роки до насосного обладнання додали ще одну ключову вимогу – енергоефективність. Це змушує виробників насосів шукати шляхи її досягнення, оптимізуючи алгоритми роботи обладнання, знижуючи потужність двигунів, де це можливо, без суттєвої втрати якісних показників. Також сучасні системи управління насосним обладнанням вже підтримують багатонасосні системи, які дозволяють забезпечувати пікові навантаження, запускаючи всі машини і відключати деякі з них, коли потрібно зменшити енергоспоживання.

Якщо розглянути в загальному, то основними шляхами підвищення енергоефективності в насосному обладнанні з асинхронними електродвигунами є перехід до частотного управління двигунами, а також застосування електронних систем плавного запуску двигунів.

Застосування подібних систем накладає ще більш жорсткі вимоги до підбору електричних машин у насосному обладнанні та контролю їх механічних характеристик.

Наприклад, система плавного пуску двигуна, як правило, працює за рахунок пониження початкової напруги і поступового її підвищення до номінальної. При цьому отримується суттєве зниження пускового струму і більш плавне розкручування ротора асинхронного двигуна, що також позитивно впливає і на гідравлічні характеристики насоса, оскільки не відбуваються гідроудари, а це дозволяє в

свою чергу використовувати на насосах компенсаційні баки меншого об'єму, що знижує собівартість системи. Але з іншого боку, ми також знижуємо пусковий момент двигуна, який в умовах старту під навантаженням (робоче колесо набирає обертів у середовищі рідини під тиском) має гарантовано запуститися. Тут ми отримуємо тонку межу між оптимально допустимим пониженням пускової напруги і величиною пускового моменту, який гарантовано переведе насос у робочий режим.

Це можливо за чіткого розуміння реальних характеристик асинхронного двигуна, які часто можуть не збігатися з паспортними через згадані вище причини. Крім того, у асинхронних машин наявні показники, які неможливо аналітично попередньо визначити.

Для прикладу, згадаємо, що крім головного або основного обертового моменту, що створюється першими гармонійними складовими магнітного потоку і струму в обмотці, в асинхронному двигуні виникає низка додаткових або паразитних моментів, що можуть за певних умов порушити роботу двигуна або навіть зробити її неможливою.

Розрізняють такі види паразитних обертових моментів:

- асинхронні моменти, що створюються вищими гармонійними складовими магніторушійної сили, зокрема і зубчатими гармонійними;
- синхронні моменти, що виникають при визначеній швидкості і при визначеному співвідношенні між числами пазів статора і ротора;
- вібраційні моменти, обумовлені також несприятливим співвідношенням числа пазів.

Можемо зробити висновок, що через паразитні складові пусковий момент двигуна залежить навіть від кутового положення ротора відносно обмоток статора [5].

**Аналіз класичної діагностики та вимірювання характеристик насосного обладнання.** У процесі ремонту асинхронні електродвигуни потребують контролю та вимірювання їх характеристик.

При вимірюванні електричних характеристик електродвигунів насосів, як правило, використовують обладнання у вигляді окремих вимірювальних приладів, якими досліджують електричні параметри.

Для перевірки механічних показників двигунів насосів, як правило, використовуються під'єднанні гідравлічні частини насосів у режимі тестового перекачування рідини. Оскільки обладнання, яке поступає на ремонт, доволі різноманітне і, як правило, в одному екземплярі, то стає проблематичною як його попередня діагностика та вимірювання характеристик, так і післяремонтна діагностика.

Основними причинами цього є:

- 1) використання вимірювальних приладів непок'єднаних у систему;
- 2) характеристики двигунів вимірюються з недостатньою точністю;
- 3) вимірювання несинхронізовані;
- 4) низька швидкість вимірювань;
- 5) якість діагностики залежить від кваліфікації персоналу.

Отже, можемо зробити висновок, що цей підхід придатний для перевірки працездатності і загального розуміння стану електропривода. Перевагою такого методу діагностики є простота реалізації і відносно низькі затрати на устаткування та вимірювальні прилади.

На основі аналізу проблематики використання асинхронного електропривода в насосному обладнанні, сформулюємо основні вимоги до комп'ютеризованої ІВС:

- 1) комп'ютеризована ІВС повинна мати гнучку і адаптивну структуру;
- 2) вимірювання здійснюються вимірювальними блоками, пок'єднаними в систему;
- 3) всі вимірювання здійснюються з високою швидкістю;
- 4) вся вимірювальна інформація обробляється за допомогою програмного забезпечення;
- 5) можливість побудови графічних характеристик і залежностей;
- 6) обмін вимірювальною інформацією з зовнішньою базою даних;
- 7) можливість нарощування спроможностей системи шляхом підключення додаткових вимірювальних каналів.

**Опис пропонованої структури комп'ютеризованої ІВС.** Для вимірювання пускового моменту асинхронної машини у функції кута положення ротора, щоб визначити його мінімальне та максимальне значення, в структуру ІВС необхідно включити динамометричний навантажувальний модуль. Відповідно, щоб здійснювати вимірювання значення пускового моменту в різних кутових положеннях ротора, необхідний додатковий привідний двигун, який перевіряв би вал досліджуваного двигуна на заданий кут.

Привідний двигун випробувального стенда має керуватися за допомогою комп'ютера ІВС через відведений для цього канал керування навантажувально-привідною системою.

Крім пускового моменту, необхідно також здійснювати виміри обертового моменту на валу двигуна, для побудови його механічної характеристики і оцінки її прийнятності під час використання електричної машини в насосному агрегаті. Це можливо зробити, ввівши в структуру системи елемент контролю параметрів обертового руху вала двигуна з можливістю контролю кутового положення відносно початкових координат. Вимірюючи одночасно кутове положення ротора двигуна, кутову

швидкість на валу двигуна та зусилля, можемо отримати вимірювальну інформацію для обробки і аналізу механічних характеристик електропривода.

Під час вимірювання механічних характеристик у різних режимах ІВС має контролювати електричні параметри електродвигуна. Реєстрація цих параметрів під час здійснення вимірювального циклу дасть змогу оцінити електричні характеристики досліджуваного двигуна, що необхідно для вимірювання механічних характеристик з високою точністю.

В кінці циклу роботи ІВС потрібно здійснити оцінку результатів вимірювань порівнянням їх з нормативними та паспортними величинами. Це можливо за рахунок підключення комп'ютера ІВС до певної бази знань, яка міститиме необхідну для цього інформацію та матиме можливість наповнюватися даними про об'єкт дослідження з цієї та подібних комп'ютеризованих ІВС [6].

**Структурна схема комп'ютеризованої ІВС.** На рисунку 1 представлено структурну схему системи для вимірювання механічних характеристик асинхронного двигуна. ІВС складається з випробувального стенда, який має у своєму складі навантажувально-привідну систему (НПС), вал якої поєднано через з'єднувальну муфту (ЗМ) з валом випробуваного двигуна (ВД). Напряга живлення на ВД та НПС подається через відповідні блоки інверторних перетворювачів (ІП), які дають змогу керувати напругою живлення двигуна та його навантаження.

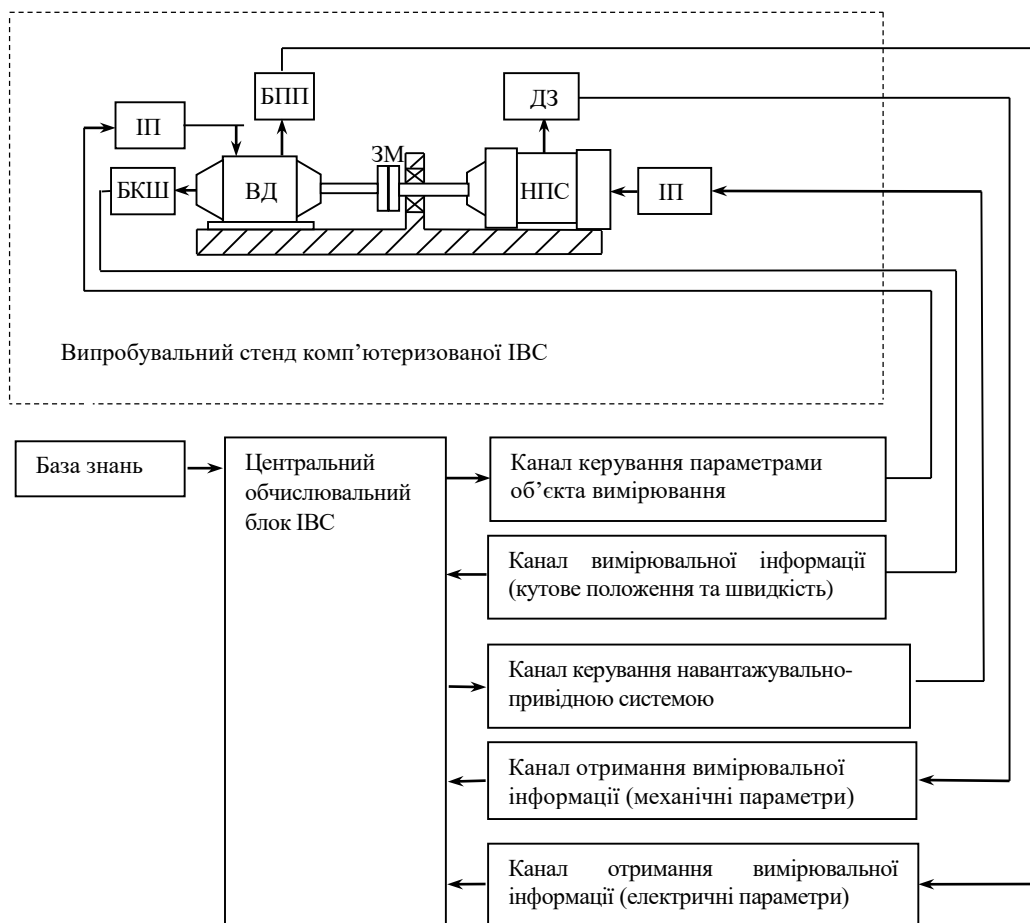


Рис. 1. Структурна схема комп'ютеризованої багатоканальної ІВС для дослідження механічних характеристик асинхронних двигунів

Також ІВС має у своєму складі датчик зусилля (ДЗ), з якого система отримує дані про величину механічних моментів на валу ВД. Електричні параметри електродвигуна система відслідковує за допомогою блоку первинних перетворювачів (БПП), дані з якого обробляються у відповідному вимірювальному каналі. Ключовим у цій ІВС є блок вимірювання кутової швидкості та кутового положення ротора двигуна відносно статора (БКШ), оскільки він задіяний у всіх типах вимірювань та діагностики ВД.

Після під'єднання до стенда випробуваного двигуна система запускає, залежно від необхідної програми вимірювань, кілька вимірювальних циклів і, керуючи через канали керування відповідними параметрами НПС та ВД, отримує вимірювальну інформацію через відповідні вимірювальні канали.

Далі залежно від програми досліджень програмне забезпечення системи здійснює обробку результатів вимірювання. За необхідності вимірювання додаткових характеристик до структури ІВС можуть бути зараховані додаткові вимірювальні канали.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** У статті здійснено аналіз особливостей використання асинхронних електродвигунів у насосному обладнанні. Визначено основні вимоги до сучасного електропривода та проблематику вимірювання його механічних характеристик в умовах лабораторії авторизованого сервісного центру з ремонту насосного обладнання. Запропоновано структуру комп'ютеризованої ІВС, яка задовольняє сучасні вимоги щодо вимірювання та контролю основних механічних характеристик асинхронного електропривода. Також комп'ютеризована ІВС має гнучку структуру, яка швидко адаптується для дослідження нових типів електричних двигунів. Це досягається шляхом зміни кількості та призначення вимірювальних каналів, залишаючи при цьому незмінними основні можливості комп'ютеризованої ІВС з програмно-алгоритмічної обробки сигналів вимірювальної інформації.

Подальшими напрямками досліджень можуть бути:

1. Дослідження нових методів для отримання та обробки вимірювальної інформації;
2. Моделювання та дослідження процесу вимірювання характеристик електродвигунів у вимірювальних каналах комп'ютеризованої ІВС;
3. Дослідження шляхів оптимізації структури ІВС;
4. Пошук шляхів підвищення точності вимірювальної інформації та швидкодії системи.

Також було проаналізовано та підтверджено доцільність використання комп'ютеризованої ІВС в галузі дрібносерійної розробки, обслуговування та діагностики насосного обладнання, що в свою чергу має ключове значення для підвищення його ефективності та надійності відповідно до зростаючих вимог промислових і комунальних підприємств.

#### Список використаної літератури:

1. Grundfos pumps. – 2024 [Electronic resource]. – Access mode : <https://product-selection.grundfos.com/ua/>.
2. Системи якості. – 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://xn--80aqy.com.ua/poleznoe/obman-pokupatelej-elektrovdigatelya-air/>.
3. Коваленко І.О. Мікропроцесорна система вимірювання пускового моменту електродвигунів / І.О. Коваленко, Я.В. Магалецький // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер. : Технічні науки. – 2005. – № 4 (35). – С. 56–60.
4. Chen H. An effective method for determination and characteristic analysis of induction motor parameters / H.Chen, C.Bi. – 2022. DOI: full/10.1049/elp2.12180.
5. Подчаїшинський Ю.О. Інформаційно-вимірювальна система визначення пускового моменту двигуна з цифровою обробкою сигналів / Ю.О. Подчаїшинський, Я.В. Магалецький // Інформаційно-комп'ютерні технології : тези XIII Міжнародної науково-технічної конференції, 30–31 березня. – Житомир : «Житомирська політехніка», 2023. – С. 162–163 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://conf.ztu.edu.ua/wpcontent/uploads/2023/06/povnyu-tekst.pdf>.
6. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем : підручник / В.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Єременко та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака. – 2-е вид., перероб. і доп. – К. : Ун-т новітніх технологій ; НАУ, 2017. – 496 с.
7. Коваленко І.О. Метрологія та вимірювальна техніка / І.О. Коваленко, А.М. Коваль. – Ж. : ЖІТІ, 2001. – 456 с.
8. Подчаїшинський Ю.О. Оцінка продуктивності мікропроцесорної системи для вимірювання механічних параметрів електродвигунів / Ю.О. Подчаїшинський, Я.В. Магалецький, Л.О. Ченюк // Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення : тези VI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Житомир, 2023. – С. 77–78.
9. Bose V.K. Power Electronics and Motor Drives / V.K. Bose. – Elsevier Inc, 2006. – 934 p.
10. Електропривід : підручник / Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, П.І. Савченко та інші ; за ред. Ю.М. Лавріненка. – К. : Ліра-К, 2009. – 504 с.
11. Electric motors. Energy Efficiency. Reference Guide. – CEA Technologies Inc, 2007. – 166 p.
12. Квасніков В.П. Розробка стендудля вимірювання метрологічних характеристик електродвигунів / В.П. Квасніков, Д.М. Кващук, М.О. Катаєва. – 2021 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.researchgate.net/publication/354171514\\_Rozrobka\\_stendu\\_dla\\_vimiruvanna\\_metrologichnih\\_harakteristik\\_elektrovdiguniv/](https://www.researchgate.net/publication/354171514_Rozrobka_stendu_dla_vimiruvanna_metrologichnih_harakteristik_elektrovdiguniv/).

#### References:

1. Grundfos pumps (2024), [Online], available at: <https://product-selection.grundfos.com/ua/>
2. Systemy yakosti (2023), [Online], available at: <https://xn--80aqy.com.ua/poleznoe/obman-pokupatelej-elektrovdigatelya-air/>
3. Kovalenko, I.O. and Mahaletskyi, Ya.V. (2005), «Mikroprotsesorna systema vymiriuvannya puskovoho momentu elektrodvyhuniv», *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Ser. Tekhnichni nauky*, No. 4 (35), pp. 56–60.

4. Chen, H. and Bi, C. (2022), «An effective method for determination and characteristic analysis of induction motor parameters», doi: full/10.1049/elp2.12180.
5. Podchashynskiy, Yu.O. and Mahaletskiy, Ya.V. (2023), «Informatsiino-vymiriuvalna sistema vyznachennia puskovoho momentu dvyhuna z tsyfrovouiu obrobkoiu syhnaliv», *Informatsiino-kompiuterni tekhnologii*, tezy XIII Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii, 30–31 bereznia, «Zhytomyrska politekhnika», Zhytomyr, pp. 162–163, [Online], available at: <https://conf.ztu.edu.ua/wpcontent/uploads/2023/06/povnyy-tekst.pdf>
6. Babak, V.P., Babak, S.V., Yeremenko, V.S. et al. (2017), *Teoretychni osnovy informatsiino-vymiriuvalnykh system*, pidruchnyk, in chl.-kor. NAN Ukrainy Babak, V.P. (ed.), 2-e vyd., pererob. i dop., Un-t novitnikh tekhnologii; NAU, K., 496 p.
7. Kovalenko, I.O. and Koval, A.M. (2001), *Metrolohiia ta vymiriuvalna tekhnika*, ZhITI, Zhytomyr, 456 p.
8. Podchashynskiy, Yu.O., Mahaletskiy, Ya.V. and Chepiuk, L.O. (2023), «Otsinka produktyvnosti mikroprotsesornoj systemy dlia vymiriuvannia mekhanichnykh parametriv elektrodvyhuniv», *Kompiuterni tekhnologii: innovatsii, problemy, rishennia*, tezy VI Vseukrainskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii, Zhytomyr, pp. 77–78.
9. Bose, B.K. (2006), *Power Electronics and Motor Drives*, Elsevier Inc, 934 p.
10. Lavrinenko, Yu.M., Marchenko, O.S., Savchenko, P.I. et al (2009), *Elektropryvid*, pidruchnyk, in Lavrinenko, Yu.M. (ed), Lira-K, K., 504 p.
11. *Electric motors. Energy Efficiency. Reference Guide* (2007), CEA Technologies Inc, 166 p.
12. Kvasnikov, V.P., Kvashuk, D.M. and Kataieva, M.O. (2021), «Rozrobka stendudlia vymiriuvannia metrolohichnykh kharakterystyk elektrodvyhuniv», [Online], available at: [https://www.researchgate.net/publication/354171514\\_Rozrobka\\_stendu\\_dla\\_vimiruvanna\\_metrologicnih\\_harakteristik\\_elektrodvyhuniv/](https://www.researchgate.net/publication/354171514_Rozrobka_stendu_dla_vimiruvanna_metrologicnih_harakteristik_elektrodvyhuniv/)

**Подчашинський** Юрій Олександрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки Державного університету «Житомирська політехніка».

<http://orcid.org/0000-0002-8344-6061>.

Наукові інтереси:

- комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи;
- цифрова обробка сигналів і відеозображень;
- метрологія, засоби вимірювання;
- інформаційні системи та технології.

**Магалецький** Ярослав Валентинович – аспірант кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0009-0003-4784-1886>.

Наукові інтереси:

- комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи;
- цифрова обробка сигналів і відеозображень;
- метрологія, засоби вимірювання.

**Podchashynskiy Yu.O., Mahaletskiy Ya.V.**

#### **Development of the structure of a computerized information and measurement system based on the analysis of the problems of using an asynchronous electric drive in pumping equipment**

The article analyzes the features of using an asynchronous electric drive in pumping equipment. Focusing on the problems that arise in the diagnosis, research and maintenance of such engines, in particular in electro-hydraulic systems, the study uses information from an authorized service center "GRUNDFOS" and relevant scientific studies. The unique requirements of these systems, including severe start-up conditions and variable load profiles, emphasize the need for robust equipment diagnostics and maintenance systems.

Also, attention is drawn to the criticality of uninterrupted work in such industries as water supply. The article explains the risks associated with abnormal shutdowns of pumping units, emphasizing potential damage to hydraulic and electrical components. In addition, the article considers such modern requirements as energy efficiency, prompting a discussion on the optimization of engine operation algorithms and the introduction of modern control systems.

An overview of ways to improve the process of measuring the mechanical parameters of asynchronous motors was carried out. As a result of the analysis, the structure of the computerized information and measurement system (IMS) was developed, in which the emphasis was placed on the flexibility of implementation, and based on the previous research of the authors in this field, a multi-channel IMS was proposed for the study of the mechanical parameters of asynchronous electric motors. The structural diagram of this IMS, which is built on the basis of a computer system with the required number of measurement channels and processing and analysis of measurement information, has been developed and described.

**Keywords:** asynchronous motor; pump unit; measuring channel; measuring stand; angular speed; starting torque.

Стаття надійшла до редакції 17.05.2024