

Пакетний перемикач із трьома положеннями перемикача та двома групами по три контакти: 1 – замикаються три контакти першої групи контактів; 0 – розімкнуті усі контакти; 2 – замикаються три контакти другої групи контактів.

Передбачено виводи трьох асинхронних двигунів із короткозамкненим ротором по шість виводів. Блок контрольно-вимірювальних приладів складається із амперметра та вольтметра.

Блок контакторів складається із трьох контакторів із чотирма нормально розімкнутими контактами та блоками додаткових контактів, по чотири контакти із різною комбінацією нормально розімкнутих і нормально замкнутих контактів.

Теплове реле із контактором та блоком додаткових контактів на два нормально замкнуті контакти.

Усе комутаційне захисне обладнання фірми АСКО.

На основі цього стенда розроблено та виконуються студентами шість лабораторних робіт. Акцент робіт на стенді виконується на збиранні та налагодженні роботи релейно-контакторної схеми керування електроприводом. Перелік робіт можна розширити.

Запропонований вигляд і комплектація стенда дають змогу виконувати лабораторні роботи з релейно-контакторного керування, релейно-контакторного керування асинхронними двигунами, а також ефективні у вивченні роботи комутаційно-захисного обладнання.

Бібліографічний список

1. Орловський І. А., Бондаренко В. І., Черняєв І. О., Андрієнко В. Ю. Лабораторний стенд керування кроковим двигуном від SCADA системи TRACE MODE. *Електротехніка та електроенергетика*. 2012. № 2. С. 18–27.
2. Калінов А. П., Прітченко О. В., Мамчур Д. Г. Комп'ютерний лабораторний комплекс для вивчення цифрових систем керування з функцією імітації технологічного навантаження. *Вісник КДПУ ім. М. Остроградського*. 2009. Вип. 3. Частина 1. С. 8–12.
3. Орловський І. А., Крат О. І., Храпаль Т. С., Сердюк М. В. Модернізація обладнання фірми VIPA лабораторного стенда з маніпулятором M10P. *Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика*. 2012. КрНУ. Вип. 3. С. 597–599.

ПЕРСПЕКТИВИ БІОВИРОДУ ЯК ЕКОЛОГІЧНОГО БІОПАЛИВА ДРУГОГО ПОКОЛІННЯ

С. Єрмаков, завідувач навчально-наукової лабораторії «DAK GPS»

П. Потапський, к. т. н., С. Олексійко, асистент

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

The modern biofuel market began to take shape during the last decades. It has been established that the use of second-generation biofuel, i.e. obtained by using the technology of converting biomass into liquid and obtaining ethanol from cellulose, will reduce greenhouse gas emissions by 90%. In Europe, a new «New Green Deal» document will be in effect until 2050, covering all definitions of CO₂ reduction. One of the key areas of action according to this document is the development of hydrogen technologies. Preliminary analyzes allow us to identify at least four areas that show the greatest potential and where the use of hydrogen can contribute to the successful implementation of the decarbonization process and the global energy transformation in Europe: the electricity sector, transport, heat production and industry.

Key words: biofuel, biohydrogen, decarbonization, second generation fuel

Сучасний біопаливний ринок почав формуватися протягом останніх десятиріч. Серед факторів, що зумовили його розвиток, є як політичні, так і екологічні та соціальні. До них належать: 1) прагнення знизити залежність окремих держав від нафтового імпорту, що гарантує їм економічні вигоди та водночас більшу політичну розкутість; 2) дотримання вимог Кіотського протоколу, що передбачають скорочення викидів парникових газів в атмосферу; 3) необхідність розвитку аграрного сектора економіки, створення нових робочих місць тощо.

Фахівці WEC (Всесвітньої енергетичної ради) дійшли висновку, що використання біопального другого покоління, тобто отриманого шляхом використання технології перетворення біомаси на рідину та отримання етанолу з целюлози, дозволить знизити викиди парникових газів на 90%.

Біопаливо другого покоління (2G) або «покращеного біопалива» отримують за новими технологіями з непродовольчої біосировини, з окремих видів спеціально вирощуваних енергетичних рослин, відходів деревопереробки, харчових відходів [1]. Таке паливо порівняно з традиційним біопаливом має низку переваг: різноманітність біологічної маси, придатної до переробки; більш висока ефективність виробництва – у середньому на 30–40%; суттєве скорочення викидів деяких видів парникових газів у процесі використання біопалива може досягати 90% (біопаливо першого покоління у середньому до 50%). Проте перешкодами на шляху до широкого впровадження є недосконалість технологій, висока собівартість випуску; економічно вигідними стають лише масштабні виробництва зі значною продуктивністю, а отже – великими капіталовкладеннями.

Останні події, пов'язані зі скороченням потужностей та обсягів транспортування через українську ГТС російського природного газу у Європу, породжують питання пошуку можливостей зменшення негативних факторів від такого скорочення. Одним із перспективних напрямів розвитку екологічно-безпечної енергетики розглядається можливість використання біоводню. Водень зберігає велику кількість хімічної енергії на одиницю маси (142 МДж/кг), яку можна вивільнити, без емісії побічних продуктів згоряння в атмосферу.

У Європі до 2050 року діятиме новий документ «New Green Deal» (Нова зелена земля), який охоплює всі дефініції скорочення CO₂ для т. зв. сектору ETS, який зобов'язаний купувати права на викиди CO₂ та т. зв. non-ETS, які не входять до системи, як-от транспорт та сільське господарство, які також зобов'язані спеціальними законодавчими актами зменшувати викиди CO₂. Головною метою #EUGreenDeal [3] є декарбонізація, тобто відхід від використання кам'яного вугілля та його похідних, а також природного газу та сирої нафти. З цією метою запускаються нові види діяльності, фінансові інструменти та правові акти.

14 березня 2020 року Європейська комісія оголосила Clean Hydrogen Alliance – метод поведінки, який залучає найбільші компанії з Європи, як-от нафтопереробні заводи або газові оператори, для реалізації найбільших проєктів у галузі декарбонізації на ринку газу або промислових продуктів.

Другий напрям дій – розвиток водневих технологій у транспорті, насамперед у громадському. Наразі найбільша кількість заправок станцій для водню знаходиться у Швеції та Норвегії. Німеччина також прийняла Водневу стратегію в 2019 році, спрямовану на створення інфраструктури заправки водню для автомобілів або технічних транспортних засобів, але найперше на використання поточної газової мережі з точки зору змішування природного газу з воднем, цей напрям найбільш економічно вигідний завдяки технічній простоті змішування обох газів.

Найбільший вплив має використання водневих технологій у виробничих процесах у промисловому секторі, а також у галузі декарбонізації та з точки зору досягнення цілей, що дозволяють досягти хороших результатів у галузі нової фінансової таксономії (рис.).

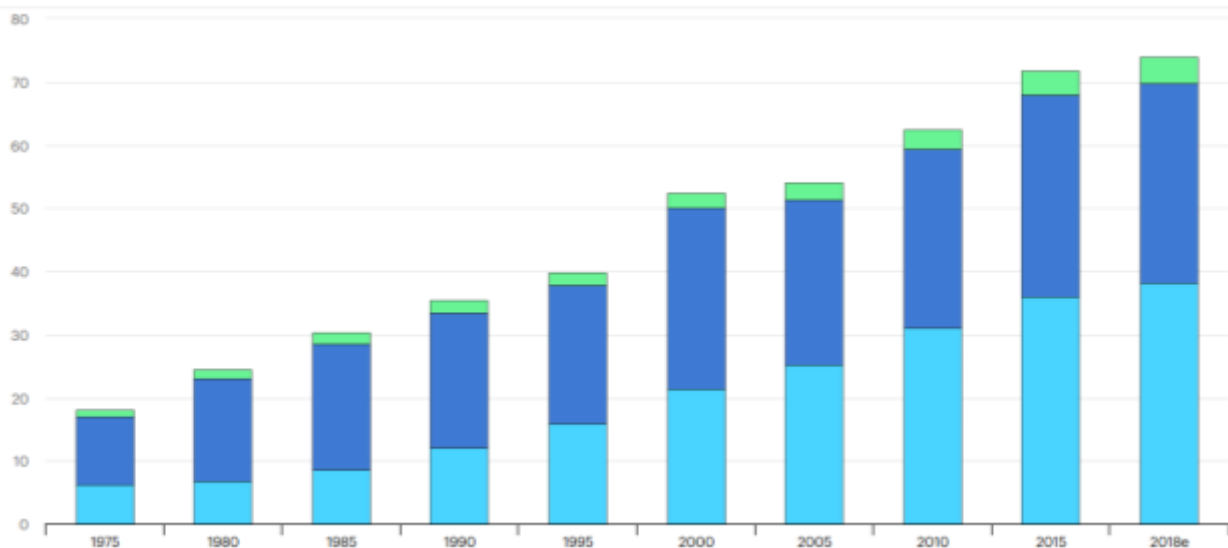


Рис. 1. Глобальний попит на біоводень, 1975–2018 [6]:
■ – очищений водень; ■ – сполуки азоту; ■ – інше

Отже, у багатьох промислово розвинених країнах роботи з водневої енергетики входять до пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки і знаходять дедалі більшу фінансову підтримку з боку як державних структур, так і приватного капіталу. Наразі обмеженість ресурсів, збільшення вартості природного газу та забруднення атмосфери ставлять перед світом завдання отримання порівняно дешевого і екологічно чистого водню.

Попередні аналізи дозволяють визначити принаймні чотири сфери, які демонструють найбільший потенціал і де використання водню може сприяти успішному впровадженню процесу декарбонізації та глобальній енергетичній трансформації в Європі: електроенергетичний сектор, транспорт, виробництво тепла та промисловість.

Бібліографічний список

1. Ринок біопалива 2-го покоління. URL: <https://bio.ukr.bio/ua/articles/5229> (дата звернення: 10.09.2022).
2. Hutsol T., Glowacki S., Mudryk K. Agrobiomass of Ukraine – Energy Potential of Central and Eastern Europe (Engineering, Technology, Innovation, Economics): monograph. Warsaw, 2021. 136 p.
3. EU Green Deal. URL: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl (дата звернення: 10.09.2022).
4. Yermakov S. Application of the laplace transform to calculate the velocity of a two-phase fluid modulated by the movement of cuttings of an energy willow (*Salix viminalis*). *Teka. Quarterly journal of agri-food industry*. Vol. 2. 2019. P. 71–78.
5. IEA – International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen> (дата звернення: 11.09.2022).
6. Tryhuba A., Hutsol T., Tryhuba I. Risk Assessment of Investments in Projects of Production of Raw Materials for Bioethanol. *Processes*. 2021. № 9(1):12. URL: <https://doi.org/10.3390/pr9010012> (дата звернення: 10.09.2022).

7. Єрмаков С. В., Гуцол Т. Д. Структурування процесу автоматизації садіння живців енергетичної верби. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Mechanization and Automation of Production Processes*. Vol. 3 (45). 2021. С. 10–17.

8. Єрмаков С. В., Гуцол Т. Д., Михайлова Л. М. Розрахункові формули визначення швидкості вивантаження живців енергетичної верби з точки зору гідродинамічних багатофазних систем. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*. Vol. 34. 2021. С. 77–91.

ДИЕЛЕКТРИЧНЕ КОРУНДОВЕ ПОКРИТТЯ НА ІЗОЛЯЦІЙНИХ КЛИНОВИХ КРІПЛЕННЯХ ОБМОТКИ ТУРБОГЕНЕРАТОРА

М. Студент¹, д. т. н., О. Калахан², д. т. н.,
В. Гвоздецький¹, к. т. н., Я. Сірак¹, к. т. н., Г. Веселівська¹, к. т. н.
¹Фізико-механічний інститут ім. Г. Карпенка НАН України
²Львівський національний університет природокористування

The combination efficiency of two technologies is shown: thermal spraying of alloyed aluminum coatings with subsequent PEO processing. Alloyed PEO layers have lower porosity, higher hardness and corundum content due to the formation of low-melting eutectics in the PEO layer and the release of a significant amount of thermal energy due to aluminothermic reactions during the PEO process. The abrasive wear resistance of PEO layers on such coatings increases by 5-6 times.

Key words: coatings, plasma electrolyte oxidation (PEO), oxide-ceramic coatings.

Клини, якими кріплять обмотки турбогенератора (рис. 1) повинні володіти високими фізико-механічними та ізоляційними характеристиками.

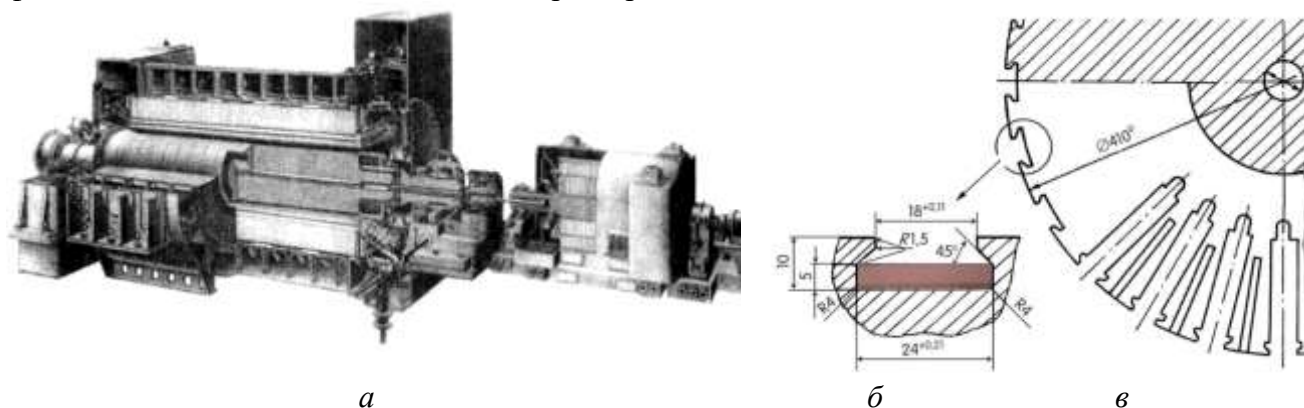


Рис. 1. Турбогенератор (а), клин (б), схема кріплення обмоток клинами (в)

Таким вимогам відповідають ізоляційні оксидокерамічні шари з корунду, що синтезований методом плазмоелектролітного оксидування (ПЕО) на алюмінієвих сплавах [1; 2]. При збиранні обмоток турбогенератора клини забивають у пази типу ластівчиного гнізда, що може при цьому деформувати та викликати осипання оксидокерамічного ізоляційного покриття. Крім цього, внаслідок вібрації в процесі роботи, електроізоляційне покриття на клинах зношується. ПЕО шари, що синтезовані на чистому алюмінії, мають високу поруватість (8-10%) та високі корозійні [3] та невисокі фізико-механічні характеристики [4]. Результати наших досліджень [2; 4] засвідчили що легування оксидокерамічних шарів міддю та нікелем підвищує їх фізико-механічні характеристики. Таке легування можливо легко