

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-136>

**THE PROBLEM OF RESONANCE PHENOMENA ON 35 KV BUSES
OF A FERRO-ALLOY PRODUCTION IN THE PRESENCE
OF DISTRIBUTED GENERATION FROM SOLAR POWER PLANTS**

**ПРОБЛЕМА РЕЗОНАНСНИХ ЯВИЩ НА ШИНАХ 35 КВ
ФЕРОСПЛАВНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРИ НАЯВНОСТІ
РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ВІД СОНЯЧНИХ
ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

Papaika Yu.A.,
*DSc (Engineering), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Папайка Ю.А.,
*д.т.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Lukianenko O.S.,
*Student (group 141-24-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Лук'яненко О.С.,
*студент гр. 141-24-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Система електропостачання (СЕР) металургійного підприємства є унікальним електромагнітним середовищем, в якому відбувається генерування, поширення та вплив електромагнітних завад на приймачі електроенергії. Тому виникає завдання їхньої електромагнітної сумісності, під якою розуміється здатність електрообладнання, апаратів і приладів нормально функціонувати в електромагнітному середовищі, не створюючи неприпустимих завад для іншого обладнання, що функціонує в тому ж середовищі. Сучасні виклики до електроенергетичних систем стосовно безперебійності живлення та енергетичної безпеки спонукають підприємства до впровадження відновлюваних джерел енергії для забезпечення гарантованого електропостачання об'єктів критичної інфраструктури [1]. Масове застосування сонячних електростанцій за розподіленим принципом генерації викликало системне погіршення якості електроенергії за показниками несинусоїдальності. У деяких режимах «послабленої» енергосистеми результати моніторингу електричних режимів на шинах

35 кВ феросплавного виробництва виявили резонансні явища на частотах канонічних та неканонічних вищих гармонік.

Якість електроенергії – це сукупність її властивостей, що визначають вплив на електрообладнання, прилади та апарати та оцінюване показниками якості електроенергії, що чисельно характеризують рівні електромагнітних завад за частотою, значенням діючої напруги, формі його кривої, симетрії та імпульсам напруги.

Енергосистема, призначена для виробництва, передачі, розподілу електроенергії та перетворення її на енергію інших видів, містить велику кількість джерел електромагнітних завад: лінії електропередачі, розподільчі пристрої (підстанції) з комутаційними апаратами, електроприймачі, технічні засоби автоматизації, управління, захисту та зв'язку, перетворювачі частоти, електротехнологічні установки (дугові та феросплавні печі, електролізні ванни, установки електрозварювання).

За наявності вищих гармонік (ВГ) у СЕП з'являються додаткові втрати в електричних машинах, трансформаторах та мережах, виникають проблеми з налаштуваннями пристроїв компенсації реактивної потужності за допомогою статичних конденсаторів, скорочується термін служби ізоляції електричних машин та апаратів, погіршується робота пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку. місце та інші негативні наслідки [2].

Металургійна промисловість України займає пріоритетні позиції у повосенному відновленні та розвитку економіки України. Значні інвестиції сьогодні спрямовано на забезпечення автономного електропостачання, захищеності виробничих приміщень та підстанцій, підвищення енергетичної ефективності виробництва. Застосовування частотного електропривода для різноманітних технологічних операцій дозволяє позбутися пускових струмів та забезпечити електропостачання надважливих споживачів від альтернативних джерел енергії (генератори на дизельному паливі або газі, когенераційні установки, сонячні та/або вітрові електростанції з накопичувачами енергії). Інтенсивне впровадження силової перетворювальної техніки в систему електропостачання феросплавного виробництва призводить до негативних наслідків у вигляді електромагнітних завад. Вони мають, зазвичай, гармонійний характер та у випадку зниження потужності енергосистеми та переході сонячних електростанцій у острівний режим можливі виникнення резонансних явищ. Резонанси на частотах ВГ та інтергармонік небезпечні для електрообладнання, що істотно знижує надійність електропостачання підприємства.

Для аналізу та оцінки виникнення (впливу) резонансних явищ у системах електропостачання феросплавних підприємств необхідне моделювання амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) електричної мережі з урахуванням взаємних опорів (провідностей) окремих її елементів (кабельних та повітряних ліній, трансформаторів, електродвигунів). Отримані АЧХ дозволяють виявити зону резонансних частот при наявності у схемі електропостачання сонячних інверторів.

Алгоритм розрахунку АЧХ відомий [1]. На початковому етапі моделювання необхідна наявність максимально достовірної інформації про параметри системи електропостачання підприємства (довжини та перерізи повітряних та кабельних ЛЕП, потужності силових трансформаторів, типи струмообмежувальних реакторів, потужності БК, опори системи). Потім виявляються режими, які характерні при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт або острівних режимів роботи сонячних електростанцій. Після цього складається схема заміщення для кожного аналізованого режиму роботи та визначаються результуючі опори мережі та навантаження. Результати практичного моніторингу резонансних явищ на секції шин 35 кВ при приєднанні сонячних інверторів наведено на рисунках 1-2.

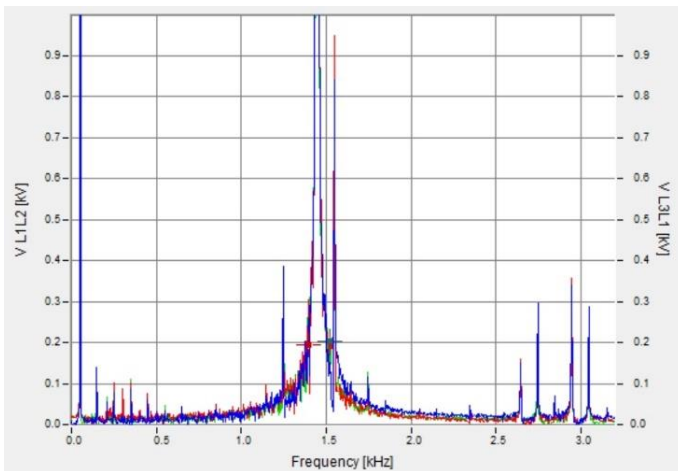


Рис. 1. Вигляд АЧХ при переході сонячної станції у острівний режим

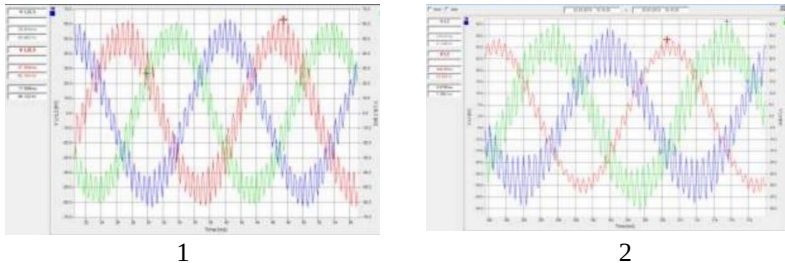


Рис. 2. Резонанси лінійних (1) та фазних напруг (2) на шинах 35 кВ

Перелік використаних джерел

1. Папаїка Ю.А. Енергетична ефективність систем електропостачання / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка. Д.: НТУ «ДП», 2018. 149 с.
2. Papaika, Yu.A., Lysenko, O.H., Koshelenko, Ye.V., Olishevskiy, I.H. (2021). Mathematical modeling of power supply reliability at low voltage quality. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2021, (2), pp. 97–103. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-2/097>.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-137>

MODERNIZATION OF THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF THE METHODOICAL 6-ZONE FURNACE WITH STEPPING BEAMS

МОДЕРНІЗАЦІЯ АСУТП МЕТОДИЧНОЇ 6-ТИ ЗОННОЇ ПЕЧІ З КРОКУЮЧИМИ БАЛКАМИ

Pokotylova O.V.,

*Student (group 174-23-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Покотилова О.В.,

*ТОВ студент гр.174-23-2м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Simkin O.I.,

*PhD (Engineering), Professor,
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Сімкін О.І.

*к.т.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»
м. Запоріжжя, Україна*

Tsibik M.S.,

*Head of IT, Promet Steel JSC,
Debel, Bulgaria*

Цибик М.С.,

*керівник ІТ, АТ «Промет Стіл»,
Дебелт, Болгарія*

В сучасному світі підприємствам для того, щоб залишатися конкурентоспроможними, потрібно швидко адаптуватися до змін та підвищувати свою операційну ефективність. Основним технічним