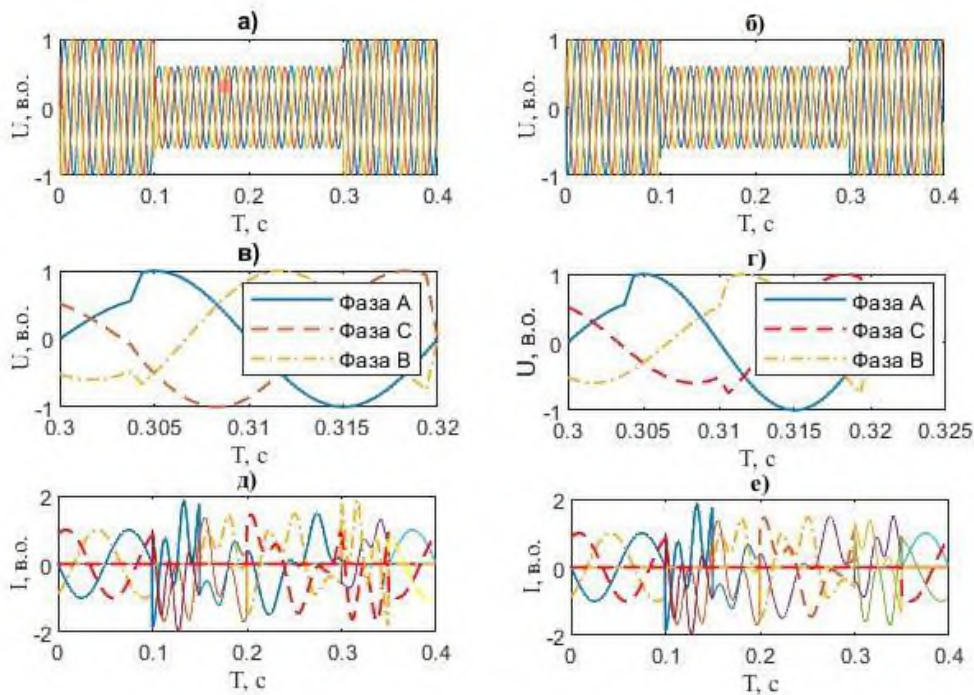


ВПЛИВ ПРОВАЛІВ НАПРУГИ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ НА ТУРБІНУ ВІТРОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Вступ. У роботі досліджується робота двигуна з подвійним живленням (DFIG) при симетричних трифазних замиканнях, які викликають провал напруги в електричній мережі. Використовується математична модель DFIG, яка враховує динаміку статора, ротора, ланцюга постійного струму та системи керування. Результати моделювання показують, що робота DFIG залежить від глибини, амплітуди та тривалості провалу напруги, а також від кута струму пошкодження, швидкості обертання ротора та параметрів системи керування. Дослідження має практичне значення для підвищення надійності та ефективності роботи DFIG у складі вітроенергетичних установок. Двигун з подвійним живленням (DFIG) є поширеним типом генераторів, які використовуються у вітроенергетичних установках (ВЕУ). Перевагами DFIG є можливість регулювання потужності та реактивного струму, зниження втрат та підвищення ефективності. Однак, DFIG також має деякі недоліки, зокрема високу чутливість до порушень в електричній мережі, таких як провал напруги. Провал напруги — це короткочасне (від півперіоду до кількох десятків секунд) різке зменшення величини середньоквадратичного значення напруги більш ніж на 10 % від номінального в деякій точці електричної мережі, з подальшим її відновленням до попереднього або близького до нього значення [1]. Провал напруги викликає перевищення струму ротора, напруги ланцюга постійного струму та температури обмоток DFIG, що призводить до пошкодження або відключення генератора. Тому важливо дослідити роботу DFIG при провалі напруги та розробити ефективні методи захисту та керування.

Методика дослідження: Для дослідження роботи DFIG при провалі напруги використовується математична модель DFIG, яка враховує динаміку статора, ротора, ланцюга постійного струму та системи керування. Модель DFIG побудована на основі рівнянь Кірхгофа для статора та ротора, а також на основі рівнянь балансу потужності для ланцюга постійного струму. Система керування складається з двох підсистем: підсистеми керування потужністю, яка забезпечує регулювання активної та реактивної потужності DFIG, та підсистеми керування напругою ланцюга постійного струму, яка забезпечує стабілізацію напруги ланцюга постійного струму. Модель DFIG реалізована в середовищі MATLAB/Simulink. Для моделювання провалу напруги використовується тип провалу А, який характеризується глибиною, амплітудою та тривалістю провалу, а також кутом струму пошкодження. Для аналізу роботи DFIG при провалі напруги використовуються такі основні параметри: напруга статора, струм ротора, напруга ланцюга постійного струму, активна та реактивна потужність DFIG.

Результати дослідження: Результати моделювання роботи DFIG при симетричних трифазних замиканнях, які викликають 60% провал напруги типу А з нульовим стрибком фазового кута, показані на рис. 1.



(а) - тип падіння А0 - напруга статора, (б) – провал типу А1 - напруга статора, (в) – провал типу А0 - напруга статора (збільшено навколо стрибка фазового кута у фазі А), (г) – провал напруги типу А1 - напруга статора (збільшено навколо стрибка фазового кута у фазі С), (д) – провал типу А0 - струм ротора, (е) – провал напруги типу А1 - струм ротора

Рисунок 1 - Результати моделювання трифазних КЗ (тип А) з різними можливостями відновлення напруги

Дослідження демонструє наступні **висновки**:

- причиною несправності є перехідний струм 1,75 в.о. в роторній обмотці за $t = 0,1$ с, який не залежить від способу відновлення напруги. Це перевищення виникає через зворотну реакцію потоку статора;

- відповідна ЕРС залишається сталою відносно нерухомої системи координат; тому вона створює складову струму з частотою $f = 1,2$ в.о. = 50 Гц в роторній обмотці. Коли природна ЕРС досягає нуля через 0,1 с, RSC повертає контроль над струмом в роторній обмотці та зводить його до початкового значення перед несправністю. Під час короткого замикання немає стійких коливань, оскільки результуюче падіння напруги (тип А) не має складової зворотної послідовності;

- високі надструми в роторній обмотці призводять до зростання активної потужності, яка надходить від RSC до конденсатора ланцюга постійного струму. Однак GSC з обмеженою масштабованістю не може миттєво передати надлишкову потужність від конденсатора до мережі. Тому напруга ланцюга постійного струму тимчасово підвищується до 1,2 в.о;

- випадки струму ротора та напруги постійного струму в момент усунення несправності залежать від способу відновлення напруги. Найбільш важкі перехідні явища виникатимуть, якщо вимикачі усунуть трифазне коротке замикання за один крок (нереалістичний тип А0).

Список використаних джерел:

1. Чернюк А.М., Кирисов І.Г., Черевик Ю.О. АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ СИСТЕМ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ. URL: http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/3_2021/38.pdf (дата звернення: 22.11.2023).