**Талал Аль-Ас. Поведінка асинхронного навантаження в вузлах енергосистем при відхиленнях напруги і частоти: дисертація канд. техн. наук: 05.14.02 / Донецький національний технічний ун-т. - Донецьк, 2003.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Талал Аль-Аc. Поведінка асинхронного навантаження в вузлах енергосистем при відхиленнях напруги і частоти. – Рукопис**.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи. – Донецький національний технічний університет, Донецьк, 2003.  У дисертації дане рішення актуальної наукової задачі розробки математичної моделі автономних систем аварійного живлення вузлів енергосистем з асинхронним навантаженням для аналізу стаціонарних і перехідних режимів при різних значеннях напруги і частоти.  Розроблено метод синтезу параметрів схеми заміщення асинхронного двигуна по каталожним даним. Індуктивності вітки намагнічування і розсіювання статора представлені нелінійними залежностями від струмів, активний опір вітки намагнічування – як нелінійна функція від частоти, а витиснення струмів у роторі враховано введенням двох еквівалентних контурів. Установлено вплив напруги і частоти на струм статора, ротора, активну і реактивну потужності окремого двигуна і вузла асинхронного навантаження в цілому. Розроблено алгоритм визначення напруги у вузлі, яка забезпечує мінімум втрат електроенергії.  Отримала подальший розвиток математична модель вузла асинхронного навантаження з використанням повних диференційних рівнянь всіх елементів схеми, в якій враховані синхронні генератори обмеженої потужності і взаємний вплив елементів і яка дозволяє аналізувати процеси у системах аварійного живлення відповідальних споживачів.  Ключові слова: асинхронне навантаження, джерело живлення з обмеженою потужністю, напруга, частота, пуск, самозапуск, вузол навантаження, математична модель. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-прикладну задачу розробки математичної моделі вузлів енергосистем з асинхронним навантаженням, за допомогою якої можна проводити аналіз стаціонарних і перехідних режимів при різних значеннях напруги і частоти.  До основних результатів роботи можна віднести наступне.  1. Розроблена математична модель і методика визначення параметрів заступної схеми одного з основних елементів вузла навантаження електричних систем – короткозамкненого асинхронного двигуна. Модель призначена для аналізу стаціонарних і перехідних режимів при різних рівнях частоти і напруги і відрізняється врахуванням втрат у сталі, насичення магнітних ланцюгів і витіснення  струмів у роторі. Індуктивності розсіювання статора і вітки намагнічування представлені нелінійними залежностями від відповідних струмів. Витіснення  струмів у роторі враховане шляхом введення двох еквівалентних контурів на роторі. Розроблено метод синтезу параметрів описаної заступної схеми за вихідними каталожними даними, у якому система нелінійних рівнянь, що вирішується при синтезі, доповнена рівняннями енергетичного балансу, що дозволяє покращити співпадіння вихідних і розрахованих за заступною схемою даних, у тому числі і ККД.  2. Разроблено математичну модель типового вузла навантаження електричної системи для аналізу стаціонарних і перехідних режимів. До складу вузла навантаження входять асинхронні і синхронні двигуни, статичне навантаження і джерела обмеженої потужності. Для всіх елементів схеми використовуються повні диференційні рівняння.  3. На відміну від відомих способів асинхронні і синхронні машини вузла навантаження представлені еквівалентною ЕРС, яка прикладена за надперехідною індуктивністю і змінюється у перехідних режимах роботи. Отримані вирази для визначення вказаної ЕРС. Показано, що при такому підході визначення напруг у вузлах розрахункової схеми аналогічне розрахункам для стаціонарних процесів. При цьому замість матриці вузлових провідностей формується матриця вузлових інверсних індуктивностей, а замість вектору задаючих струмів – вектор швидкості їх зміни.  4. Розроблено і реалізовано алгоритм автоматичного формування математичної моделі електричної схеми вузла навантаження заданої структури. Математична модель дозволяє аналізувати режими КЗ, пуску і самозапуску двигунів, режими комутацій групи двигунів, індивідуального и групового вибігу, АПВ ліній і трансформаторів, АВР секцій та ін. Розроблено алгоритм формування черг запуску асинхронного навантаження у системах аварійного електропостачання з живленням віл джерел обмеженої потужності.  5. Результатами моделювання стаціонарних режимів встановлено, що при заданій активній потужності вузла асинхронного навантаження втрати електричної енергії у цьому вузлі при відхиленнях напруги у діапазоні ±20% номінальної (при заданій частоті) змінюються за законом вігнутої параболи. Такий же характер мають втрати при відхиленнях частоти на ±20% (при заданій величині напруги). Екстремальні точки цих парабол при одночасній зміні частоти і напруги і при U/f = const не співпадають. Розроблена модель дозволяє, порівняно із законом Костенко М.П. (U/f = const), з більшою точністю знаходити напругу, при якій мають місце мінімальні втрати.  6. Отримані залежності активної і реактивної потужностей, які споживаються вузлом навантаження при зміні напруги і частоти у межах 80 120 процентів від номінальних. При цьому реактивна потужність змінюється в напрямі зміни напруги і в протилежному напрямі при зміні частоти. Характер зміни струму вузла навантаження є протилежним характеру зміни реактивної потужності.  7. Запропоновано інформаційно-обчислювальну систему для визначення оптимальної напруги у вузлах навантаження електричних систем за умов мінімума втрат при нестабільності частоти. Результатами розрахунків на прикладі в.п. сучасних потужних блоків показана ефективність запропонованого підходу для скорочення втрат у системах електропостачання з потужним двигуновим навантаженням.  8. Результатами моделювання встановлено, що із зниженням частоти при незмінному рівні напруги терміни пуску і самозапуску АД скорочуються за рахунок збільшення моменту. При пуску глибокопазних АД від перетворювачів частоти, у яких використовується співідношення U/f = сonst, інтенсивність розгону АД при знижених частотах зростає порвіняно з пусками при номінальній частоті. Запропоновано визначати напругу для заданого значення частоти з урахуванням корегуючого коефіцієнта, який зменшує напругу і забезпечує постійність інтенсивності розгону.  9. При підключенні асинхронного навантаження одночасно з подачою збудження у генератор ударні динамічні струми і моменти в АД і генераторі відсутні, і має місце повільне наростання їх значень, що порівняно з підключенням асинхронного навантаження до збудженого генератора є більш переважним.  10. На основі розробленої математичної моделі запропоновано метод формування черг запуску асинхронного навантаження в аварійних режимах автономних електричних систем з генераторами обмеженої потужності, який дозволяє за результатами моделювання різних комбінацій з кількістю черг запуску і складом у них АД вибирати варіант з мінімальним терміном запуску.  11. Порівняння результатів розрахунків з експериментом для режимів поодинокого і ступеневого запуску АД в системах аварійного електропостачання в.п. блочних агрегатів 300 МВт показало, що їх розбіжність не перевищує 7 %. | |