

УДК 621.316

Ю. С. Малишев, к. т. н.; О. В. Федоров, д. т. н., проф.

АНАЛІЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ АВТОНОМНИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ

Наведено проблеми розробки та реалізації систем автоматичного управління судновими електростанціями традиційними методами та способи їх розв'язання шляхом застосування методу конструктивно-функціональної близькості на основі застосування булевої алгебри.

Ключові слова: автоматична система керування, логічна модель, суднова електростанція, структурування об'єкта.

Вступ

В автономних електростанціях застосовують електроагрегати номінальною потужністю за параметричним рядом від 0,5 до 3000 кВт. Найпоширеніші джерела електроенергії (ДЕЕ) з двигунами внутрішнього згоряння. За родом струму розрізняють ДЕЕ: постійного струму, змінного однофазного і трифазного струму промислової (50 Гц) і підвищеної (400Гц) частоти. Номінальна напруга джерел може бути низькою (30, 115 і 230 В постійного струму, 230 і 400 В змінного струму) і високою (6 і 10 кВ). Окремим випадком автономних джерел є суднові електростанції (СЕС), номенклатура яких містить СЕС потужністю від 8 до 2500 кВт, напругою 230 і 400 В, частотою 50 Гц і автоматизовані відповідно до I, II, III і IV ступеню автоматизації [1, 2]. Водночас є всі умови для модернізації систем автоматичного управління (САУ) автономних електростанцій на основі нових технологій.

Матеріали дослідження

Основними джерелами електроенергії на судах є дизель-генератори постійного або змінного струму з частотами обертання генераторів у діапазоні 500 – 3000 об / хв. Параметри СЕС основних серійних суден, на основі довідників [3 – 5], представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Параметри СЕС основних серійних суден річкового флоту

Тип судна/ (тип електро- агрегату)	Привідний двигун-дизель			Генератор					
	Тип двигуна	Потуж- ність двигун а, кВт	Частота обертання , об/хв	Тип	Рід струму	Напруга, В	Потужніст ь, кВт	Ступінь автоматиза- ції судна	Кіл - сть
«Стк1001»/ (ДГР 100/750)	6ЧН18/22	110	750	ГСС-103- 8М МСС83-4	Змінний трифазний 50Гц	400	100	-	2
	6Ч 12/14	58,8	1500			390	50		
Волго-Дон/ (ДГР-100/750)	6Ч 18/22	120	750	ГСС-103- 8М	Змінний трифазний 50Гц	400 и 230	100	-	2
«Волга 4001»/ (ДГР2А 160/750, ДГ2А 100/750)	6ЧН18/22	160	750	ГСС-114- 8М МССФ92- 4	Змінний трифазний 50Гц	400	150	А2	3
	6Ч15/18	100	1500			400	100		

Продовження табл. 1

«Сормовский 3060»/ (ДГРА 100/750, ДГА50М-9Р)	6Ч18/22	110	750	ГСС-103-8М МСС83-4	Змінний трифазний 50Гц	400	100	А1	3
	6Ч 12/14	58,8	1500			400	50		1
«Ладога 101»/ (ДГРА2100/750, ДГА50, ДГА50М-9р)	6Ч18/22	110	750	ГСС-103-8М МСС83-4 МСС83-4	Змінний трифазний 50Гц	390	100	А1	2
	6Ч 12/14	60	1500			390	50		1
	6Ч 12/14	60	1500			390	50		1
Танкер проект №19614 Н.Новгород (3*ДГРЗА 160/1500, АДГР2А 62/1500)	DI12-62М	199	1500	stamford	Змінний трифазний 50Гц	400	168	А3	3
	6Ч12/14	65	1500			400	62		
Пасажирський т/х «Антон Чехов» пр. Q 056, (ДГРА 420/1000)	6НВД26/ 20АЛ	463,7	1000	CCEE568 -6В	Змінний трифазний 50Гц	390	420	А1	2
	6НВД26-2	140	750	ССЕД458 -8		390	124		1
Толкач-буксир проект № Н3290 ДГР 150/750 ДГА50-9	6ЧН 18/22	165	750	ГСС-114-8М МСК83-4	Змінний трифазний 50Гц	400	150	-	2
	6Ч12/14	58,8	1500			400	50		1
Проект №19614	DI12 62М	199	1500	HCM434 C1 VDE 0530	50Гц	400	168	А3	3
	IDE 452TG	81	1500			400	62		
«Валеріан Куйбішев» пр.92 016/ ДГ-480/750	6Ч 18/22	450	750	SRED-63У	Змінний трифазний 50Гц	400	380	-	2
Проект № 576 ДГ-25/1-2 ПН 290	4ЧА	40	1500	МС82-4	Змінний трифазний 50Гц	220	25		2
	10,5/13	-	-			230	23,5		1

Аналіз параметрів СЕС судів російського будівництва дозволяє стверджувати, що широко використовуються синхронні генератори типів МС, МСК, ГСС, SSEД та ін. різного ступеню автоматизації, але САУ більшості цих генераторів побудована на застарілій релейно-контакторній елементній базі [1 – 5].

Аналіз САУ СЕС річкового флоту Росії показує, що значна частина суднових електростанцій потребує модернізації [2]. Але відсутність на російському ринку конкурентоспроможних систем управління російського виробництва змушує суднобудівників установлювати імпортні САУ, відмови яких не можуть бути усунені судновим персоналом, тим більше в разі відсутності електротехнічного персоналу (електромеханіків). Іноді це пов'язано з відсутністю принципових схем та програмного коду контролерів у документації імпортних САУ, а також кваліфікацією обслуговуючого персоналу. Зважаючи на перераховані проблеми, необхідно розробляти вітчизняні САУ СЕС, які відповідають сучасним вимогам автоматизації та надійності.

Під час розробки САУ широко використовують апарат алгебри логіки [6] через необхідність переходу на цифрову елементну базу. Одним із методів реалізації цього апарату для опису структури САУ СЕС є метод конструктивно-функціональної близькості.

Зазвичай під час ділення на елементи структурних моделей використовують принцип конструктивної близькості, який не враховує сигнали, передані через конструктивний елемент, або принцип функціональної близькості, що полягає в тому, що визначаючи

внутрішній зміст об'єкта, у ньому збирають елементи, які працюють на формування загального вихідного сигналу на одному виході. При цьому розглядають сигнали однієї природи. Але в комбінованих системах, якою є електрична станція, наявність різнорідних сигналів і конструктивне виконання деталей і вузлів у більшості випадків не дозволяє використовувати окремо принципи конструктивної та функціональної близькості. Отже, для поліпшення властивостей надійності (безвідмовності і ремонтпридатності) СЕС доцільно застосовувати метод конструктивно-функціональної близькості для структурування систем під час проектування нових САУ СЕС. Метод конструктивно-функціональної близькості припускає конструктивну єдність і поділ вхідних сигналів за функціональним призначенням або фізичній природі сигналів.

На підставі структурного аналізу САУ СЕС річкових суден цим методом стає можливим синтезувати структурну модель суднової електростанції, описати сигнали різної природи і врахувати дуже слабкі сигнали, що проходять через конструктивні елементи СЕС, що зрештою запобігає виникненню низки помилок і скорочує час відновлення під час виникнення несправності.

Висновок підтверджує статистичний аналіз судових журналів пасажирських теплоходів проектів 92016 і Q 056 і суховантажного теплохода проекту 576. Повна потужність генераторів, установлених на теплоходах, охоплює діапазон від 40 до 500 кВА для одного електроагрегата. Дослідження проведено в основних штатних режимах і з імітацією аварійних ситуацій. Згідно з цим аналізом, час відновлення СЕС знижується від 5 % до 25 % за рахунок скорочення часу пошуку несправності в результаті застосування САУ, побудованої за методом конструктивно-функціональної близькості.

На рис. 1 показані залежності ΔE від потужності підімкненого до електроагрегата обладнання для трьох теплоходів з урахуванням тривалості навігації у 200 діб.

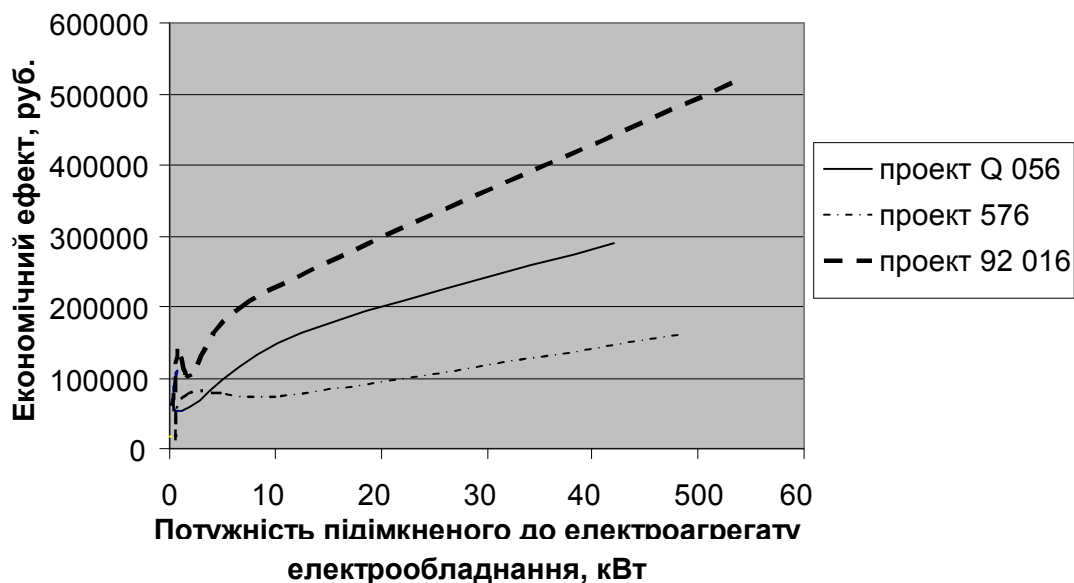


Рис. 1. Залежність ΔE від потужності підімкненого до електроагрегата обладнання

Перепади характеристик ΔE за потужності підімкненого обладнання до 75 кВт пов'язані з різними значеннями інтенсивностей відмов малопотужних споживачів. Скорочення часу відновлення СЕС дає додатковий економічний ефект ΔE . Розрахунки показують, що за збільшення потужності підімкненого до СЕС електрообладнання ΔE зростає.

Висновки

Отже, застосування методу конструктивно-функціональної близькості дозволяє

реалізувати апарат алгебри логіки в управлінні автономними електростанціями, більш повно описати структуру САУ СЕС, що збільшує їхню безвідмовність і скорочує час відновлення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чипурнов А. И. Судовая электроавтоматика / Чипурнов А. И., Константинов С. С., Чаплыгин С. И. – М.: Транспорт, 1984. – 240 с.
2. Толшин В. И. Автоматизация судовых энергетических установок. – 3-е изд. / В. И. Толшин, И. Л. Сизых. – М.: ТРАНСЛИТ, 2006. – 352 с.
3. Справочник по серийным речным судам. Т. 9 / ЦБНТИ Минречфлота. – М.: Транспорт, 1993. – 200 с.
4. Справочник по серийным речным судам. Т. 10 / ЦБНТИ Минречфлота. – М.: Транспорт, 1994. – 137 с.
5. Справочник по серийным речным судам. Т. 11, ЦБНТИ Минречфлота. – М.: Транспорт, 1995. – 213 с.
6. Владимиров Д. А. Булевы алгебры / Владимиров Д. А. – М.: Наука, 1969. – 320 с.

Малишев Юрій Сергіович – к. т. н., кафедра електротехніки та електрообладнання об'єктів водного транспорту, ст. викладач, e-mail: elektrikasp@mail.ru, тел: +79049095590.

Волзька державна академія водного транспорту.

Федоров Олег Васильович – д. т. н., професор кафедри управління інноваціями, e-mail: fov52@nm.ru.

Нижньгородський державний технічний університет ім. Р. Є. Алексєєва.