

Грицук Ігор Валерійович, д.т.н, професор, Херсонська державна морська академія, [gritsuk\\_iv@ukr.net](mailto:gritsuk_iv@ukr.net)

Дзигар Анатолій Костянтинівич, Херсонська державна морська академія, [anatoliidzygar@gmail.com](mailto:anatoliidzygar@gmail.com)

Котов Анатолій Ілліч, Херсонська державна морська академія, [kotovai055@gmail.com](mailto:kotovai055@gmail.com)

Вербовський Олексій Валерійович, Інститут Газу НАН України, [company\\_era@ukr.net](mailto:company_era@ukr.net)

## **ОСНОВНІ КВАЛІФІКАЦІЙНІ ВИМОГИ, ЩО СТАВЛЯТЬСЯ ДО СУДНОВИХ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРІВ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Суднова електрогенерувальна станція призначена для живлення всіх електричних суднових пристроїв і на більшості суден складається з трьох і більше генераторів, які приводяться в дію дизельними двигунами. Вимоги номінальної потужності - це робота приводу генерування електроенергії без обмеження часу з перервами на технічне обслуговування, зазначеними виробником, при заданих значеннях частоти обертання, напруги, сили і частоти струму, повній комплектності та заданих оточуючих і робочих умовах, за умови дотримання правил технічного обслуговування, встановлених виробником [1-2]. Дизель-генератори (ДГ) змінного струму повинні витримувати моменти, що створюються ударним струмом короткого замикання генератора, повинні забезпечувати надійне початкове самозбудження без застосування стороннього джерела електричної енергії. Дизель-генератори не повинні мати заборонених частот обертання, обумовлених крутильними коливаннями, в межах їх робочого діапазону частот обертання і на режимах прогріву. У режимі холостого ходу дизель-генератори повинні забезпечувати пуск прямим включенням асинхронного короткозамкнутого електродвигуна, значення потужності якого і зміна напруги дизель-генератора встановлюють в технічних умовах і / або технічних завданнях на дизель-генератори конкретного типу. Допоміжні дизель-генератори з ідентичними характеристиками регулювання частоти обертання і напруги повинні забезпечувати тривалу паралельну роботу при співвідношенні потужності від 1:3 до 3:1, а на час переведення навантаження - з мережею необмеженої потужності. При сталому тепловому стані паралельно працюють дизель-генераторів ступінь неузгодженості активних і реактивних навантажень не повинна перевищувати 10% тривалої (номінальної) потужності більш потужного з паралельно працюючих дизель-генераторів в діапазоні навантажень від 20% до 100%. Амплітуда обмінних коливань активної потужності при паралельній роботі не повинна перевищувати 10 -15% в залежності от класу застосування. Дизель-генератори повинні допускати в прогрітому стані 10% - перевантаження по струму при коефіцієнті потужності  $\cos \varphi = 0,8$  протягом 1 години.

Тому до суднових дизель-генераторів (ДГ) повинні застосовуватися додаткові вимоги класифікаційних товариств [3]. Частина ISO 8528/5 встановлює перелік і визначення термінів і критеріїв конструкції, які формуються при об'єднанні в один дизель-електричний агрегат системи дизеля і електрогенератора змінного струму. До основних характеристик ДГ можна віднести наступні: характеристики пускові, паралельної роботи, напруги, частотні [4]. При цьому особлива увага приділяється основним швидкісним параметрами двигуна, параметрам уставки швидкості регулятора і перевищення швидкості, які вказані в [4]. Також, міжнародний стандарт ISO 8528 / 2 обумовлює параметри регулятора в сталому швидкісному режимі і параметри перевищення швидкості [4].

Частотні характеристики в сталому режимі залежать в основному від параметрів системи управління частотою обертання приводного двигуна і демпфірування генератора. Динамічні ж частотні характеристики, що безпосередньо впливають на якість електроенергії (реагування на зміну навантаження) визначаються спільною роботою всіх компонентів суднової електро-енергетичної системи (потужності приводного двигуна, характеристик навантаження, інерційних мас) і індивідуальними особливостями конструкції всіх впливають компонентів [4]. До таких особливостей також можна віднести стан комутаційної і пускорегулювальної апаратури суднового електроприводу.

Характеристики частоти і напруги ДГ при раптовій зміні навантаження залежать від наступних факторів: системи турбонаддуву двигуна, конструкції і моменту інерції ротора турбокомпресора; дії регулятора частоти обертання; конструкції генератора, наявності демпферного клітини; характеристик системи збудження генератора; роботи автоматичного регулятора напруги; наявності автоматичних пристроїв, що забезпечують при великих навантаженнях тимчасове по заданому закону відключення системи; інерції обертання всього дизель-електричного агрегату [3-7]. Таким чином, характеристики ДГ змінного струму по частоті і напрузі при змінах навантаження визначаються максимальною включається або відключається навантаженням, яка залежить від приєднаного силового обладнання. Оскільки неможливо оцінити роздільне і спільне вплив настільки багатьох факторів, не слід забувати рекомендовані величини навантаження, критерії до яких значення частоти повертається протягом заданого періоду регулювання після збільшення і зменшення навантаження.

Крім частотних характеристик і характеристик залежностей напруги дизель генератора слід також мати на увазі чинники, що впливають на його характеристики потужності і компонентів ДГ [3-11]. Серед інших чинників, що відносяться до потужності, особливо істотні фактори: застосування; споживання потужності приєднаної навантаженням; коефіцієнт потужності навантаження; пускові характеристики всіх запускаються електродвигунів; мінливість приєднаного навантаження; пульсуючі навантаження; вплив

нелінійних навантажень.

Таким чином, розглядаючи всі перераховані вище фактори, що впливають на статичні і динамічні частотні характеристики суднових дизель-генераторів і вимоги до них, можливо зробити основних висновок про важливість проведення подальших досліджень в частині впливу стану пуско-регулюючої апаратури і своєчасності її обслуговування, особливо для потужних електроприводів; про доцільність вдосконалення систем управління частотою обертання і автоматичних регуляторів напруги з метою забезпечення мінімальних динамічних відхилень напруги і частоти в перехідних процесах при раптових змінах навантаження суднової електростанції з огляду на підвищених вимог до якості напруги живлення для розвинених інтегрованих систем управління й електронно-обчислювальної техніки; про можливу доцільність розробки централізованої системи управління судновими електроприводами.

### Література

1. Толстов А.А. Устройство и эксплуатация судовых синхронных генераторов / А.А. Толстов. - Одесса : Изд-во ОНМА, 2006. - 150 с.
2. Мелинский Г.А. Устойчивость энергосистем / Г.А. Мелинский, Г.В. Меркурьев. - Кн. 1. [Электронный ресурс]. - Доступный с <http://www.cpk-energo.ru/metod/ul/mml.pdf>
3. Куколев А.А. Классификационные требования, предъявляемые к судовым дизель-генераторам / Вестник государственного морского университета им. адмирала Ф.Ф. Ушакова, № 2(19), 2017, с.24-27.
4. Конке Г.А., Ляшко В.А. Мировое судовое дизелестроение. Концепции конструирования, анализ международного опыта: учебное пособие, - М.: Машиностроение, 2005,- 512 с.
5. Акулов Ю.И., Коробков А.Ф. Судовая электроника и электроавтоматика. М.: Транспорт, 1988,- 272 с.
6. Роджеро Н.И. Справочник судового электромеханика и электрика,-М.: Транспорт, 1986 - 319 с.
7. Васин, В.М. Электрический привод: учебное пособие для техникумов - М.: Высшая школа, 1984.-231 с.
8. Павлович С.Н. Ремонт и обслуживание электрооборудования,- Минск: «Вышэйшая школа», 2009,- 248 с.
9. Сергиенко, Л.И. Электро- энергетические системы морских судов,- М.: Транспорт, 1991.- 260 с.
10. Баранов, А.П. Автоматическое управление судовыми электро-энергетическими установками,- М.: Транспорт, 1981,- 254 с.
11. Хайдуков, О.П., Дмитриев А.Н, Запорожцев Г.Н. - Эксплуатация электро- энергетических систем морских судов,- М.: Транспорт, 1988.-223 с.