

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”
к. філос. н., проф.
Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО



“16” березень 2024 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 9 від 11 березня 2024 р. розширеного засідання
кафедри теоретичної електротехніки

Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри теоретичної електротехніки:

зав. каф. д.т.н. проф. Островерхов М.Я., д.т.н. проф. Бойко В.С., д.т.н. проф. Сільвестров А.М., д.т.н. проф. Щерба М.А., к.т.н. доц. Бурик М.П., к.т.н. доц. Лободзинський В.Ю., к.т.н. доц. Михайленко В.В., к.т.н. доц. Проценко О.Р., к.т.н. доц. Спінул Л.Ю., к.т.н. доц. Чибеліс В.І., к.т.н. доц. Халімовський О.М., к.т.н. доц. Грудська В.П., к.т.н. доц. Поворозюк Н.І., асист. Чуняк Ю.М. ст. викл. Трубіцин К.В.

- з інших кафедр КПІ ім. Ігоря Сікорського:

- з кафедри електромеханіки:

зав. каф. к.т.н. доц. Чумак В.В., к.т.н. доц. Коваленко М.А., аспірант
Ткачук І.В.;

- з кафедри відновлюваних джерел енергії:

зав. каф. д.т.н. проф. Бודько В.І.;

- з кафедри автоматизації енергосистем:

декан д.т.н. проф. Яндульський О.С.;

- з кафедри електропостачання:

д.т.н. проф. Денисюк С.П.;

Запрошені з інших організацій:

- з Інституту електродинаміки НАН України:

зав. відділу транзисторних перетворювачів д.т.н. проф. Юрченко О.М., зав.

відділу електромеханічних систем д.т.н. проф. Мазуренко Л.І.;

- з Національного університету біоресурсів і природокористування

України:

д.т.н. проф. кафедри інженерії енергосистем Кривоносов В.Є.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри теоретичної електротехніки

Шкардуна Олександра Володимировича за матеріалами дисертаційної роботи “Дослідження трифазного мостового компенсаційного перетворювача”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 – Електрична інженерія, за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Освітньо-наукова програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Тему дисертаційної роботи “Дослідження трифазного мостового компенсаційного перетворювача”

затверджено на засіданні Вченої ради факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 4 від “23” листопада 2020 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н. проф. Бойко В.С.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

д.т.н. проф. Яндульський О.С., д.т.н. проф. Островерхов М.Я., д.т.н. проф. Будицький В.І., д.т.н. проф. Сільвестров А.М., д.т.н. проф. Денисюк С.П., к.т.н. доц. Бурик М.П., к.т.н. доц. Лободзинський В.Ю., к.т.н. доц. Чибеліс В.І., к.т.н. доц. Чумак В.В.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

д.т.н. проф. Яндульський О.С., д.т.н. проф. Островерхов М.Я., д.т.н. проф. Сільвестров А.М., д.т.н. проф. Будько В.І., д.т.н. проф. Щерба М.А., к.т.н. доц. Чумак В.В.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

Актуальність роботи полягає у вирішенні науково-прикладних задач розвитку теорії електромагнітних процесів у засобах силової електроніки і створення на цій основі перетворювальних пристроїв з підвищеними енергетичними характеристиками.

Спроби підвищення енергетичних характеристик трифазного мостового перетворювача мали місце і раніше. Не всі з них знайшли практичне застосування. Основна причина – невисока ефективність технічних рішень.

Сучасний розвиток напівпровідникової елементної бази перетворювальної техніки дозволяє вирішити зазначену проблему шляхом створення нового покоління перетворювачів компенсаційного типу, у яких перезаряд конденсаторної батареї здійснюється із застосуванням повністю керованих приладів (наприклад, транзисторів IGBT). Це дозволяє не лише забезпечити перезаряд конденсаторів комутуючої ланки, а й зробити його керованим. Процеси у варіантах перевodu трифазного мостового перетворювача в компенсаційний режим і досліджуються у дисертаційній роботі.

Її метою є подальший розвиток теорії електромагнітних процесів у засобах силової електроніки для створення нових та удосконалення існуючих

перетворювальних пристроїв з підвищеними енергетичними характеристиками та покращеними масо-габаритними показниками.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Результати дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» на кафедрі теоретичної електротехніки при проведенні лекційних та лабораторних занять з дисципліни «Енергоефективність процесів в електротехнологічних комплексах» та «Основи теорії поля», а також у дипломному проектуванні за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та Інституті електродинаміки НАН України для підвищення енергетичної ефективності перетворювачів електричної енергії з ключовими елементами, які розробляються науковцями відділу транзисторних перетворювачів, що підтверджується відповідними довідками.

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. Вперше доведено властивість компенсаційних перетворювачів нового покоління, яка полягає у можливості зміни не лише величини, а й форми комутуючої напруги, залежно від зсуву у часі між моментом вступу в роботу діодів компенсаційної частини перетворювача і транзисторів його комутуючої ланки та частоти імпульсів керування останніми, що дозволяє визначити усі режимні і параметричні характеристики перетворювача та забезпечує максимально можливу енергоефективність функціонування перетворювача відповідно до вимог технологічного процесу електроживлення.

2. Вперше доведене нове узагальнене рівняння струму комутації та отримано невідомий раніше узагальнений вираз для розрахунку величини комутуючої напруги в момент початку комутації силових електричних вентилів, які у сукупності складають основу нової математичної моделі досліджуваних варіантів перетворювача, що забезпечує розрахунок його енергетичних характеристик з високою точністю.

3. Вперше доведено, що у основних режимах роботи досліджуваних варіантів реалізації перетворювачів нового покоління, максимальне значення зворотної напруги на силових електричних вентилях компенсаційної частини не перевищує лінійної напруги вторинної обмотки перетворювального трансформатора, що дозволяє спростити процес розрахунку величини зворотної напруги силових електричних вентилів.

4. Вперше доведена можливість підвищення ефективності використання конденсаторної батареї комутуючої ланки за рахунок узгодження моменту подачі імпульсів керування транзисторами комутуючої ланки з вимогами щодо регулювання технологічного процесу електроживлення, що зменшує потужність конденсаторної батареї, спрощує і здешевлює перетворювач, покращує його масо-габаритні показники без негативного впливу на енергетичні та технологічні характеристики.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи

Доведено невідому раніше залежність величини і форми комутуючої напруги від зсуву у часі між моментом вступу в роботу діодів компенсаційної частини перетворювача і транзисторів та частоти імпульсів керування останніми, що впливає на усі режимні і параметричні характеристики перетворювача.

За рахунок дослідження електромагнітних процесів у варіантах реалізації трифазного мостового компенсаційного перетворювача вперше доведене узагальнене рівняння струму комутації; на основі даних щодо особливостей комутаційних процесів у варіантах реалізації компенсаційного перетворювача у різних режимах роботи, проведено дослідження величини комутуючої напруги в момент початку комутації силових електричних вентилів та отримано нове узагальнене рівняння для розрахунку цієї характеристики електромагнітного процесу.

Узагальнене рівняння струму комутації та узагальнене рівняння початкового значення комутуючої напруги, за якого створюються умови випереджаючої комутації струму силовими електричними вентилями компенсаційної частини перетворювача, складають основу створеної вперше

математичної моделі досліджуваних варіантів перетворювача і забезпечують більш точний розрахунок його енергетичних характеристик.

Доведено, що у більшості режимів роботи досліджуваних варіантів реалізації перетворювачів нового покоління, максимальне значення зворотної напруги на силових електричних вентилях компенсаційної частини, менше за рахунок складової напруги комутуючих конденсаторів, тож за цим показником досліджувані перетворювачі мають перевагу перед перетворювачами попереднього покоління.

Доведена можливість підвищення ефективності використання КБ комутуючої ланки за рахунок зміщення моменту подачі імпульсів керування транзисторами КЛ, відповідно до вимог технологічного процесу електроживлення.

5. Апробація/використання результатів дисертації

Проміжні результати роботи доповідалися на:

- V. Boiko, O. Shkardun, O. Petruchenko and M. Sotnyk, "Starting Conditions for the Conversion of the Converter to the Compensating Mode of Operation," 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2021, pp. 115-119, doi: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9569994.
- V. Boiko, O. Shkardun, and I. Dzyhunenko, "Commutating processes in a three-phase combined compensation rectifier," 2022 IEEE 3 rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2022, pp. 186-189, doi: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916366.
- V. Boiko, O. Shkardun, and M. Buryk "Regimes characteristics of a three-phase combined compensation rectifier" 2023 IEEE 4 th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2023, pp. 1-4, DOI: 10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312874.
- В.С. Бойко, О.В. Шкардун, І.О. Дзигуненко. Формування комутаційної напруги у трифазному мостовому компенсаційному перетворювачі. Сучасні проблеми електроенергетехніки та автоматики. - Київ: НТУУ "КПІ". - 2020. - с. 440-445.

- В.С. Бойко, О.В. Шкардун, О.О. Гуцул. Формування комутаційної напруги при подвоєній частоті імпульсів керування ключами комутуючої ланки. Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики. - Київ: НТУУ "КПІ". - 2021. - с. 482-492.
- В.С. Бойко, О.В. Шкардун, І.О. Клочков. Залежність конденсаторної напруги від частоти перемикання ключів комутуючої ланки. Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики. - Київ: НТУУ "КПІ". - 2022. - с. 365-36.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Шкардун О.В. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 9 наукових публікацій, у тому числі:

- 1 стаття у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»;
- 2 статті у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах Scopus (Q3);
- 6 тез виступів на наукових конференціях.

1. В.С. Бойко, О.В. Шкардун, 2023. Напруга на силових електричних вентилях трифазного мостового компенсаційного перетворювача з однією комутуючою ланкою. Енергетика: економіка, технології, екологія, № 4, С. 83-88, DOI: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.4.2023.290901>. (Особистий внесок – отримання рівнянь для розрахунку максимального значення кривої зворотної напруги, за яким визначається клас силових електричних вентилів)

2. Бойко, В. і Шкардун, О. 2023. Умови перезаряду конденсаторів комутуючої ланки трифазного мостового компенсаційного перетворювача. Технічна електродинаміка.3(Квіт.2023),013. DOI:<https://doi.org/10.15407/techned2023.03.013>. (Особистий внесок – дослідження величини і форми кривої комутуючої напруги)

3. Бойко, В. і Шкардун, О. 2023. Електромагнітні процеси у трифазному мостовому компенсаційному перетворювачі. Технічна електродинаміка. 4

(Чер 2023), 026. DOI:<https://doi.org/10.15407/techned2023.04.026>. (Особистий внесок – удосконалення методики дослідження за рахунок узагальнення процесів у різних режимах роботи і, як наслідок, отримання узагальненого рівняння комутації).

4. V. Boiko, O. Shkardun, O. Petruchenko and M. Sotnyk, "Starting Conditions for the Conversion of the Converter to the Compensating Mode of Operation," 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2021, pp. 115-119, doi: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9569994. (Особистий внесок – розробка узагальненої методики дослідження процесу формування комутуючої напруги у компенсаційних перетворювачах).

5. V. Boiko, O. Shkardun, and I. Dzyhunenko, "Commutating processes in a three-phase combined compensation rectifier," 2022 IEEE 3 rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2022, pp. 186-189, doi: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916366. (Особистий внесок – розробка методики дослідження комутаційних процесів у компенсаційних перетворювачах).

6. V. Boiko, O. Shkardun, and M. Buryk "Regimes characteristics of a three-phase combined compensation rectifier" 2023 IEEE 4 th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2023, pp. 1-4, DOI: 10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312874. (Особистий внесок – узагальнення методики дослідження, розробленої для трифазного мостового компенсаційного перетворювача).

7. В.С. Бойко, О.В. Шкардун, І.О. Дзигуненко. Формування комутаційної напруги у трифазному мостовому компенсаційному перетворювачі. Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики. - Київ: НТУУ "КПІ". - 2020. - с. 440-445. (Особистий внесок – залежність форми комутаційної напруги від режиму роботи перетворювача).

8. В.С. Бойко, О.В. Шкардун, О.О. Гуцул. Формування комутаційної напруги при подвоєній частоті імпульсів керування ключами комутуючої ланки. Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики. - Київ: НТУУ "КПІ". - 2021. - с. 482-492. (Особистий внесок – вплив частоти імпульсів керування транзисторами комутуючої ланки на величину комутуючої напруги).

9. В.С. Бойко, О.В. Шкардун, І.О. Клочков. Залежність конденсаторної напруги від частоти перемикання ключів комутуючої ланки. Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики. - Київ: НТУУ "КПІ". - 2022. - с. 365-369. (Особистий внесок – особливості перезаряду конденсаторної батареї від режиму перемикань транзисторів комутуючої ланки).

Якість та кількість публікацій відповідають “Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44”.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Шкардуна Олександра Володимировича, “Дослідження трифазного мостового компенсаційного перетворювача”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 – Електрична інженерія, за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред’являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» зі спеціальності 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу “Дослідження трифазного мостового компенсаційного перетворювача”, подану Шкардуном Олександром Володимировичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної електротехніки КПІ ім. Ігоря Сікорського, факультету електроенерготехніки та автоматики, **Острроверхов Микола Якович**;

Рецензенти:

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної електротехніки КПІ ім. Ігоря Сікорського, факультету електроенерготехніки та автоматики, **Михайленко Владислав Володимирович**;

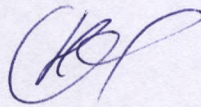
Доктор технічних наук, професор, професор кафедри електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського, Інституту енергозбереження та енергоменеджменту, **Денисюк Сергій Петрович**;

Офіційні опоненти:

Доктор технічних наук, професор, завідувач відділу транзисторних перетворювачів, Інститут електродинаміки НАН України, **Юрченко Олег Миколайович**;

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерії енергосистем Національного університету біоресурсів і природокористування, Інститут енергетики, автоматики і енергозбереження, **Кривонос Валерій Єгорович**.

Головуючий на засіданні
Доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри
теоретичної електротехніки
КПІ ім. Ігоря Сікорського



Микола ОСТРОВЕРХОВ

Вчений секретар
кафедри теоретичної
електротехніки
к.т.н., доц.



Людмила СПИНУЛ