

УДК 621.318

**М. А. ЛЕЛЮК****СТРУКТУРА ТА КІНЕМАТИЧНІ СХЕМИ ВАКУУМНИХ КОНТАКТОРІВ СЕРЕДНЬОЇ НАПРУГИ**

Рассмотрена структура и кинематические схемы вакуумных контакторов. Проведен обзор конструкций и рассмотрен принцип действия вакуумных контакторов средних напряжений иностранных производителей.

**Ключевые слова:** вакуумный контактор, электромагнит, вакуумный прерыватель.

Розглянута структура та кінематичні схеми вакуумних контакторів. Проведено огляд конструкцій та розглянутий принцип дії вакуумних контакторів середніх напруг іноземних виробників.

**Ключові слова:** вакуумний контактор, електромагніт, вакуумний переривник.

The structure and kinematic schemes of vacuum contactors are considered. The review of design is presented and the operation principle of medium voltage vacuum contactors by foreign manufacturers is considered.

**Keywords:** vacuum contactor solenoid, vacuum interrupter.

**Вступ.** Для частих комутацій навантаж середніх напруг використовуються вакуумні контактори. За рахунок високої надійності та простоти експлуатації вони зайняли домінуючі позиції серед комутаційних апаратів середніх напруг [1]. Ринок вакуумних контакторів середніх напруг, загалом, представлений іноземними виробниками, що стосується України, то виробництво тут відсутнє і відбувається тільки їх продаж.

**Мета роботи** – провести огляд існуючих конструкцій та кінематичних схем роботи вакуумних контакторів середніх напруг.

Існуючі моделі вакуумних контакторів світових виробників мають ряд відмінностей, які стосуються як конструкції головних елементів так і вузлів. Для розуміння цих відмінностей пропонується їх класифікувати за ознаками, які приведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Класифікація вакуумних контакторів

Спосіб встановлення	Стационарний або викатний	
Тип електромагніту	Неполяризований	Поляризований
Вид приводного механізму	Моностабільний	Моностабільний
		Бістабільний
Спосіб керування електромагнітом	Форсований електромеханічний	Мікропроцесорний
Спосіб фіксації у включеному положенні	Механічний	Магнітний

Вакуумні контактори складаються з комутаційного та привідного модулів. Якщо узагальнити структуру вакуумних контакторів, то її можна представити у вигляді, що показаний на рис. 1.

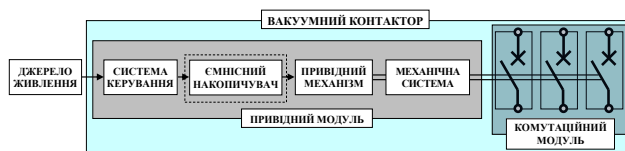


Рис. 1 – Узагальнена структура вакуумних контакторів

Комутаційний модуль складається з трьох полюсів з вакуумними переривниками, а привідний – з привідного механізму, системи керування ним та механічної системи, це найбільш розповсюджений тип контакторів з неполяризованими електромагнітами. Пунктирною лінією позначений елемент, який використовується в контакторах з поляризованими елект-

ромагнітами. Світову монополію на випуск контакторів даного типу утримують за собою Німеччина (ABB, Siemens), Франція (Schneider Electric), Корея (Hyundai, LG, LS). Кінематичні схеми вакуумних контакторів показані на рис. 2.

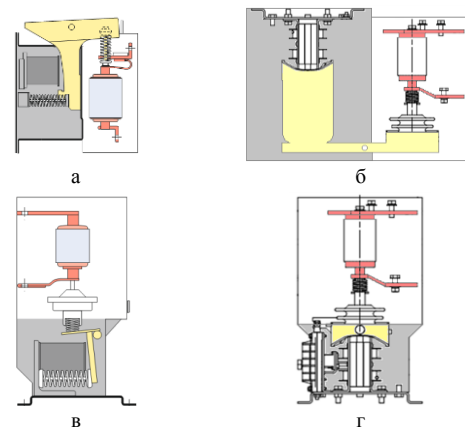


Рис. 2 – Кінематичні схеми вакуумних контакторів

В залежності від того, як розташований привідний модуль, на рис. 2 він позначений сірим кольором, відносно комутаційного, існує кілька типів конструкцій вакуумних контакторів: з розташуванням привідного модуля за комутаційним модулем (рис. 2 а,б) та з розташуванням привідного модуля під комутаційним модулем (рис. 2 в,г), відносно місць фіксації корпусу контактора та положення вакуумних переривників у просторі.

В якості приводу на рис. 2 а,в використовуються поворотні неполяризовані моностабільні електромагніти з поворотною пружиною, а на рис. 2 б,г – прямодіючі поляризовані бістабільні електромагніти.

**Вакуумні контактори з поворотними неполяризованими моностабільними електромагнітами.** Серед виробників даного типу контакторів найбільшим попитом користуються фірми ABB, Siemens, Schneider Electric, Hyundai, LG, LS [2-4]. На рис. 3 показані вакуумні контактори з розташуванням привідного модуля за комутаційним модулем.

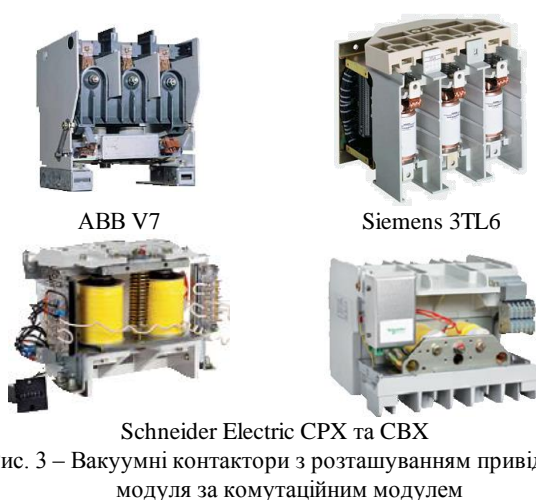


Рис. 3 – Вакуумні контактори з розташуванням привідного модуля за комутаційним модулем

Контактори мають однакові конструктивні вузли та елементи. Розглянемо їх на прикладі вакуумного контактора фірми АВВ V7 (рис. 4) [2]. На рис. 4 показано: 1 – ізоляційний корпус у вигляді моноблока; 2 – вакуумні переривники; 3 – термінали головних ланцюгів; 4 – поворотний вал; 5 – система керування; 6 – лічильник комутаційних циклів; 7 – контактні пружини; 8 – котушки електромагніту; 9 – допоміжні блок-контакти; 10 – поворотна пружина; 11 – механізм фіксації у включеному положенні (механічна защіпка); 12 – роз'єм ланцюга керування.

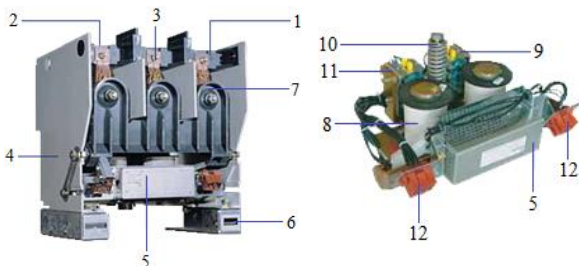


Рис. 4 – Основні вузли та елементи вакуумного контактора фірми АВВ V7

На рис. 5 показані вакуумні контактори з розташуванням привідного модуля під комутаційним [3-6].

На прикладі вакуумного контактора Hyundai HCA розглянемо основні вузли та елементи (рис. 6) [5].

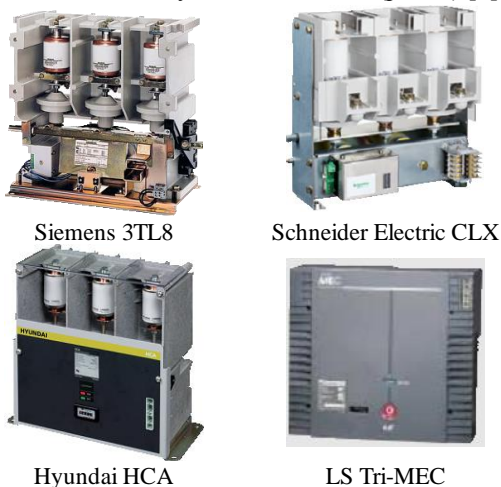


Рис. 5 – Вакуумні контактори з розташуванням привідного модуля під комутаційним

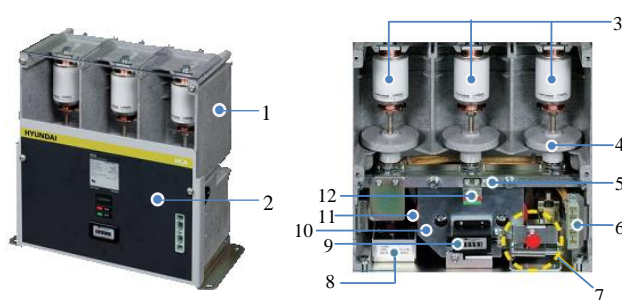


Рис. 6 – Основні вузли та елементи вакуумного контактора Hyundai HCA

На рис. 6 показано: 1 – ізоляційний корпус; 2 – передня панель, що знімається; 3 – вакуумні переривники; 4 – ізолятори; 5 – отвір для ручного включення; 6 – роз'єм ланцюга керування; 7 – механізм фіксації у включеному положенні (жовтою пунктирною лінією позначена кнопка аварійного відключення для контакторів з механічною защіпкою); 8 – система керування; 9 – лічильник комутаційних циклів; 10 – ярі електромагніту; 11 – котушки електромагніту; 12 – індикатор стану контактів.

Принцип дії контакторів полягає в наступному: при подачі напруги на котушки електромагніту ярі починає притягуватися до сердечника стискаючи при цьому поворотну пружину та замикаючи головні контакти вакуумних переривників. Для підтримки контактів в замкненому положенні необхідно, щоб котушки електромагніту постійно знаходилися під напругою. При знеструмленні електромагніту, за рахунок поворотної пружини, ярі починає рухатися у зворотному напрямку розмикаючи головні контакти. В даному випадку використовується неполяризований моностабільний електромагніт. Наявність механічної защіпки дає можливість утримувати механізм у включеному стані при знеструмленні котушки електромагніту, в цьому випадку електромагніт стає бістабільним.

Недоліками даних конструкцій є те, що для підтримання контактора у включеному стані необхідне постійне живлення котушок електромагніту, а використання механічної защіпки ускладнює конструкцію контактора.

**Вакуумні контактори з прямоходовими поляризованими електромагнітами.** Даний тип контакторів випускаються фірмою АВВ [7]. Конструкції контакторів існує дві: з розташуванням привідного модуля за комутаційним модулем VSC 3 (рис. 7, а) та з розташуванням привідного модуля під комутаційним (рис. 7, б). На рис. 7 показано: 1 – місце розташування терміналів головних кіл; 2 – місце розташування вакуумних переривників; 3 – ізоляційний корпус у вигляді штампованого моноблока; 4 – поляризований бістабільний електромагніт; 5 – мікропроцесорний пристрій керування електромагнітним приводом; 6 – привідний ричаг; 7 – ємнісний накопичувач енергії; 8 – блок допоміжних контактів; 9 – індикатор положення головних контактів; 10 – вал ручного аварійного розмикання головних контактів.

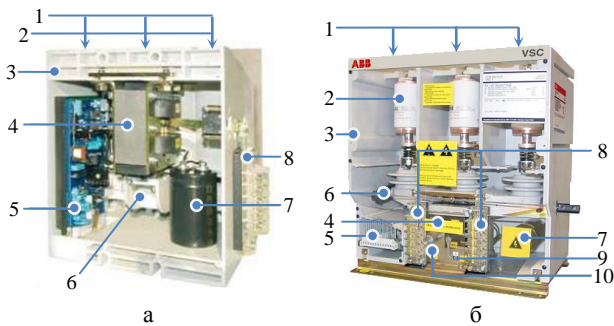


Рис. 7 – Основні вузли та елементи вакуумних контакторів ABB VSC 3 (а) VSC 7 (б)

Принцип дії контакторів полягає в наступному: при подачі напруги з емісного накопичувача енергії на котушку включення ярів переміщується в верхнє положення замикаючі головні контакти вакуумних переривників. За рахунок використання постійних магнітів ярів утримується в цьому положенні, причому котушки електромагніту знеструмлені. Для переведення контактора у відключене положення необхідно подати напругу на котушку відключення, при цьому яр починає рухатися вниз, розмикаючи головні контакти. В цьому положенні яр так само утримується постійними магнітами при знеструмлені котушок. Електромагніт має два положення спокою та називається бістабільним. Керування ним здійснюється мікропроцесорною системою.

Недоліками даних конструкцій контакторів є використання поляризованого бістабільного електромагнітного приводу з двома котушками (вмикання та вимикання) які розташовані одна над одною, що збільшує габарити приводу та контактора в цілому.

**Висновки.** Розглянута структура та кінематичні схеми вакуумних контакторів. Проведено огляд конструкцій та розглянутий принцип дії вакуумних контакторів середніх напруг іноземних виробників. В якості електромагнітного приводу в цих контакторах використовуються неполяризовані моностабільні та поляризовані бістабільні електромагніти. Виявлено ряд

недоліків, які стосуються конструкцій цих електромагнітів.

Серед розглянутих конструкцій вакуумних контакторів відсутні контактори з поляризованими моностабільними електромагнітами та поворотними пружинами, які б змогли усунути ці недоліки.

#### Список літератури

1. Лелюк М.А. Сучасний стан ринку вакуумних контакторів середньої напруги / Лелюк М.А.// Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XXIV міжн. наук.-практична конф. (microCAD-2016), 18-20 травня: тези доп./ Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – С. 103.
2. Medium Voltage Products V-Contact Medium voltage vacuum contactors. Technical Catalogue 2009. www.abb.com.
3. 3TL Vacuum Contactors Selection and Ordering Data Medium-Voltage Equipment. Catalog HG 11.21 2014. www.siemens.com/3TL.
4. Medium Voltage Distribution. CPX – CLX – CBX – CVX. Vacuum contactors up to 12 kV. Fixed and withdrawable range of contactors. Catalogue 2014. www.schneider-electric.com.
5. U-Series Вакуумный контактор среднего напряжения. www.hyundai-elec.com.
6. Tri-MEC LS Вакуумные контакторы среднего напряжения. Электрооборудование. Catalogue 2011. eng.lsis.biz.
7. Medium voltage products V-Contact VSC. Вакуумные контакторы среднего напряжения. Technical catalogue 2015. www.abb.com.

#### Bibliography (transliterated)

1. Leliuk M.A. Suchasnyy stan rynku vakuumnykh kontaktoriv seredn'oyi napruhu. *Informatsiyni tekhnolohiyi: nauka, tekhnika, tekhnolohiya, osvita, zdorov'ya: KhKhIIIIV mizhn. nauk.-praktichna konf. (microCAD-2016)*, 18-20 travnya: tezy dop. Kharkiv: NTU «KhPI». 2016. P. 103.
2. Medium Voltage Products V-Contact Medium voltage vacuum contactors. Technical Catalogue 2009. www.abb.com.
3. 3TL Vacuum Contactors Selection and Ordering Data Medium-Voltage Equipment. Catalog HG 11.21 2014. www.siemens.com/3TL.
4. Medium Voltage Distribution. CPX – CLX – CBX – CVX. Vacuum contactors up to 12 kV. Fixed and withdrawable range of contactors. Catalogue 2014. www.schneider-electric.com.
5. U-Series Вакуумный контактор среднего напряжения. www.hyundai-elec.com.
6. Tri-MEC LS Вакуумные контакторы среднего напряжения. Электрооборудование. Catalogue 2011. eng.lsis.biz.
7. Medium voltage products V-Contact VSC. Вакуумные контакторы среднего напряжения. Technical catalogue 2015. www.abb.com.

Надійшла (received) 23.10.2016

#### Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

**Структура та кінематичні схеми вакуумних контакторів середньої напруги / М. А. Лелюк // Вісник НТУ "ХПІ".** Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – Х. : НТУ "ХПІ", 2016. – № 32 (1204). – С. 29-31. Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2079-3944.

**Структура и кинематические схемы вакуумных контакторов среднего напряжения / Н. А. Лелюк // Вісник НТУ "ХПІ".** Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – Х. : НТУ "ХПІ", 2016. – № 32 (1204). – С. 29-31. Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2079-3944.

**Structure and kinematic scheme of medium voltage vacuum contactors / M. A. Leliuk // NTU "KhPI".** Series: Problems of Electrical Machines and Apparatus Perfection. – Kharkov : NTU "KhPI", 2016. – No 32 (1204). – P. 29-31. Bibliography: 7. – ISSN 2079-3944.

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Лелюк Микола Анатолійович** – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», завідувач навчальної лабораторії кафедри «Електричні апарати», м. Харків, тел.: (067) 968-76-90; e-mail: Lelyuk.nik@gmail.com.

**Лелюк Николай Анатольевич** – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», заведующий учебной лабораторией кафедры «Электрические аппараты», г. Харьков, тел.: (067) 968-76-90; e-mail: Lelyuk.nik@gmail.com.

**Leliuk Mykola Anatoliyovych** – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Head of educational laboratory at the Department of Electrical Apparatus, Kharkov, tel. (067) 968-76-90; e-mail: Lelyuk.nik@gmail.com.