

ГРЕЧКО ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ ✉ – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електричні апарати», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7872-8585>; e-mail: a.m.grechko@gmail.com.

ГЕНІАЛЬНИЙ ІНЖЕНЕР І ВІНАХІДНИК ГУГО ШТОТЦ. ДО 100-РІЧЧЯ ВІНАХОДУ АВТОМАТИЧНОГО ВІДМИКАЧА

У статті наведено науково-історичний нарис про основні етапи життя видатного німецького інженера і винахідника, автора винаходу мініатюрного автоматичного відмикача Гуго Штотца. В роботі вперше узагальнено та систематизовано інформацію щодо історичних подій, які стосувались безпосередньо особи Гуго Штотца як винахідника мініатюрного автоматичного відмикача, так власне і подій, які передували, супроводжували та відбувались вже після винаходу революційного електричного апарату, який докорінно змінив життя людини. Розглянуто маловідомі цікаві факти та деталі з життя видатного винахідника, які сприятимуть кращому розумінню історичних подій, що трапились в епоху зародження автоматичних відмикачів у якості апаратів захисту. В статті проаналізована роль особистості Гуго Штотца та його компанії у винаході мініатюрного автоматичного відмикача. Наведений у статті науково-історичний нарис також спрямований на вшанування пам'яті видатного винахідника у галузі електричної інженерії Гуго Штотца. Існуюча на сьогодні на світовому ринку електротехнічного обладнання велика кількість різних модифікацій мініатюрних автоматичних відмикачів від багатьох виробників для різноманітних галузей застосування сконструйована практично за тим самим принципом, що й автоматичний відмикач Гуго Штотца, який був винайдений 100 років тому. В роботі наведено основні історичні етапи розвитку конструкцій мініатюрних автоматичних відмикачів від їх виконання у пробковому корпусі до виробництва у модульному виконанні. В роботі показано, що ринок автоматичних відмикачів є надзвичайно великим, що робить даний електричний апарат невід'ємною складовою частиною електробезпеки в житлових будинках та на промислових підприємствах.

Ключові слова: Гуго Штотц; мініатюрний автоматичний відмикач; запобіжник; розподільний пристрій; коротке замикання; переваження; історія винаходів; відомі винахідники.

«Той, хто не знає минулого, не може зрозуміти сьогодення і не може сформулювати майбутнє».

Гельмут Коль

Вступ. Впровадження електрики у наше повсякденне життя протягом останніх майже двохсот років відзначено багатьма значними історичними подіями, однією з яких безперечно є винахід рівно 100 років тому у 1924 р. мініатюрного автоматичного відмикача (англ. – MCB, Miniature Circuit Breaker). У вільному інформаційному доступі є багато коротких нарисів, присвячених як цій події та людям, так і певним історичним етапам розвитку цих електричних апаратів. Але майже всі вони носять «сухий», так би мовити, декларативний характер без розгляду маловідомих цікавих фактів та деталей. Окрім цього, практично відсутні систематизація та узагальнення інформації, яка стосується як винахідника автоматичного відмикача, так і подій, що передували, супроводжували та трапились вже після цієї важливої історичної події. Таким чином, створення такого науково-історичного нарису є актуальною задачею, яка спрямована також і на вшанування пам'яті видатного винахідника у галузі електричної інженерії.

Отже, **метою статті** є підготовка науково-історичного нарису про видатного німецького інженера і винахідника, автора винаходу автоматичного відмикача Гуго Штотца.

Ранні роки майбутнього винахідника. Гуго Штотц (Hugo Stottz, рис. 1) народився в Німеччині у м. Штутгарт 14 липня 1869 р. в родині власника невеличкого місцевого готелю та корчми Еміля Штотца (Emil Heinrich Stotz) та його дружини Августи Меркт (Auguste Merkt) [1, 2]. Це був час швидкого розвитку в світі різних галузей науки, зокрема і

електротехніки, що супроводжувались багатьма фундаментальними відкриттями, що кардинально змінювали життя. Починається епоха зародження електрифікації Європи і світу. Раннє знайомство Гуго з наочними прикладами електрифікації підживило пристрасть юнака до електротехніки.



Рисунок 1 – Гуго Штотц (14.07.1869 – 03.09.1935)

Саме в ті роки відбувається Міжнародна електрична виставка 1881 р., що проходить протягом трьох місяців у паризькому Палаці промисловості на Єлісейських Полях з 15 серпня по 15 листопада 1881 р. Зокрема, на виставці продемонстровано першу динамо-машину бельгійця З. Грамма (Z. Gramme), німець В. фон Сіменс (W. von Siemens) представив перший електричний трамвай, француз Г. Труве (G. Trouve) – експериментальний електромобіль, його співвітчизник К. Адер (C. Ader) – театрофон, а американець Т. Едісон (T. Edison) презентував запатентовану ним нещодавно

© О. М. Гречко, 2024



Ця робота ліцензується відповідно до **Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)**
Конфлікт інтересів: Автор заявив про відсутність конфлікту

лампу розжарювання з вугільною ниткою, яку жури визнали найефективнішою споміж інших. Все це неабияким чином впливає на розвиток та становлення юного Гуго.

Після закінчення школи у 1884 р. 15-річний Гуго Штотц вступає в рідному Штутгарті на навчання до школи електротехніки при місцевому заводі *Maschinenfabrik Esslingen*, одним з напрямків діяльності якого були питання виробництва технічного обладнання при переході та заміни застарілих джерел світла на нещодавно винайдені лампи розжарювання Т. Едісона. Успішно закінчивши школу електротехніки, Гуго Штотц залишається працювати на заводі вже у якості інженера-електрика – так власне і розпочинається професійна діяльність майбутнього винахідника. Завод *Maschinenfabrik Esslingen* (рис. 2) також у той період займався виробництвом локомотивів, трамваїв, вагонів та іншого рухомого складу та технічного обладнання для залізниць. Саме в цей час Гуго Штотц вперше на практиці стикається з генераторними установками, отримує необхідний досвід і знання та закладає фундамент для своїх майбутніх інновацій та досліджень.

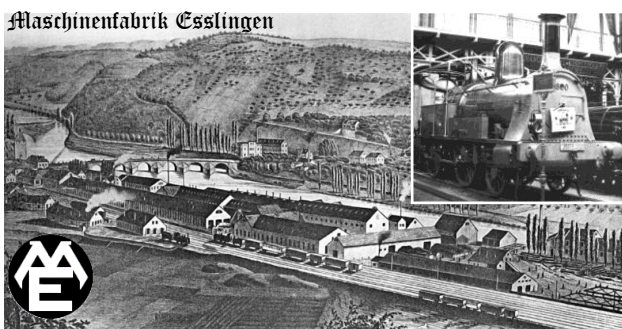


Рисунок 2 – Завод *Maschinenfabrik Esslingen* (Штутгарт, дата заснування 1846 р.) та локомотив їх виробництва 1867 р. випуску

Проявивши неабиякі здібності у вивченні теоретичних основ електротехніки та здобувши необхідні практичні навички на цьому заводі, Гуго Штотц вже у віці 18 років бере участь у встановленні електричних генераторів як у Німеччині, так і поза неї. Так талант молодого Гуго був оцінений ще у юному віці, і йому часто доручались складні завдання та покладалась додаткові обов'язки. Наприклад, у 1887 р. Гуго Штотц був призначений керівником проєкту щодо встановлення електрогенераторних установок в Італії у м. Венеція – і це у віці 18 років, у віці наших сучасних випускників шкіл! Ці генераторні установки за допомогою невеликої електростанції мали постачати електрику до цілого кварталу будинків Венеції. Такі приклади, безперечно, говорять про неабиякий талант та, звичайно, про неймовірну працездатність та ціліспрямованість ще зовсім юного Гуго Штотца.

Перші кроки самостійної роботи у власній компанії. Отже, все начебто у юного Гуго Штотца складається добре, але в цей час у родині трапляється трагедія – у 1889 р. помирає його батько Еміль Штотц, і юнак разом із матір'ю переїжджають до м. Мангейм, неподалік від м. Гайдельберг, що знаходиться у

приблизно 100 км від Штутгарта. Саме з Мангеймом, з цим «містом квадратів», пов'язана вся наступна діяльність і життя Гуго Штотца. І варто зазначити, що місто, безперечно, якомога краще підходило йому і спонукало його для майбутньої інженерної і винахідницької діяльності. Адже саме у Мангеймі у 1817 р. Карл Дрез (K. Drais) побудував першу дрезину, у 1880 р. на виставці В. фон Сіменс (W. von Siemens) представив перший електричний ліфт, а у 1886 р. міськими вулицями Мангейма проїхав перший автомобіль Карла Бенца (C. Benz).

Як представник заводу *Maschinenfabrik Esslingen*, у 1891 р. 22-річний Гуго Штотц разом зі своїм бізнес-партнером *Moyé* (на жаль не вдалось встановити ані імені, ані фактів з біографії цієї людини) засновують власну компанію (скоріше, філіал-представництво заводу) під назвою «*Moyé und Stotz, Gürtlerei und Posamente, Vertretung der Maschinenfabrik Esslingen*», яка розташовується у центрі міста за адресою *Mannheim, Quadrat P 6, 20*. У своїй діяльності компанія орієнтувалась переважно на приватний сектор, а саме: займалась переобладнанням газових та гасових ламп для їх роботи на електриці; будувала перші станції для постачання електрики до окремих житлових будинків та комерційних підприємств (але, оскільки в Мангеймі до 1899 р. не було своєї електростанції, то електроенергія вироблялася «на місці» за допомогою або ж невеликих газових двигунів, або ж для приведення в дію динамо-машин використовувались, наприклад, парові локомотиви Г. Ланца (H. Lanz), чий завод, до речі, також розташовувався у Мангеймі). Також, як власне виходить з назви, компанія Штотца займалась й іншою діяльністю, наприклад, виготовлення невеликих литих деталей, навіть пряжок для ременів, відливок для застосування при монтажі обладнання тощо. Компанії та приватні будинки, які були успішно переведені на електрику, потребували встановлення додаткового обладнання та проведення монтажних робіт. Як бачимо, бізнес молоді компанії активно і стабільно розвивався, завдячуючи зростаючому попиту на електроустановки.

Цікавим історичним фактом є те, що рік заснування Гуго Штотцем власної компанії (1891 р.) співпав із роком заснування іншої компанії, яка нерозривно пов'язана як з науковою, інженерною та комерційною діяльністю Гуго, так і загалом із усім його майбутнім життям. Це швейцарська компанія *Brown, Boveri & Cie.* (BBC, де *Cie* означає *Company*), яка була заснована у м. Баден двома партнерами – Ч. Брауном (Ch. Brown) та В. Бовері (W. Boveri). У 1988 р. шляхом об'єднання *Brown, Boveri & Cie.* із шведською компанією *ASEA* (швед. *Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget*, можна перекласти як «Загальна шведська електрична акціонерна компанія») утворюється чи не найпотужніша транснаціональна корпорація у галузі виробництва електротехнічного обладнання – *ABB* (*ASEA Brown Boveri*), чії представництва знаходяться у більш ніж 100 країнах світу і чия успішна діяльність триває вже більш ніж 130 років. Одним із підрозділів *ABB*, яке спеціалізується саме на виробництві електричних апаратів, є компанія «*ABB Stotz-Kontakt*»,

що знаходиться у м. Гайдельберг, зовсім поруч із м. Мангейм. Але про компанію Brown, Boveri & Cie., яку можна вважати попередником ABB, і ту роль, яку вона відіграла у житті Гуго Штотца – далі у статті.

У 1891 р. Гуго Штотц вступив до Асоціації німецьких інженерів (VDI, Verein Deutscher Ingenieure) та до Мангеймської окружної асоціації VDI цієї організації.

У 1896 р. з невстановлених автором статті причин бізнес-партнер Штотца Моуе виходить зі спільної діяльності, але це не зупиняє Гуго – він створює тепер вже стовідсотково власну компанію під назвою «Stotz & Cie. Elektrizitäts Gesellschaft m.b.H.». Подальша прогресуюча електрифікація домогосподарств і підприємств та сталий зростаючий попит на електроустановки призводить до розвитку та розширення бізнесу і у 1901 р. Гуго Штотц переносить свою компанію у більше приміщення, яке слугує йому і як комерційна будівля, і як окреме житлове помешкання, за новою адресою Mannheim, Quadrat O4, 8-9 (рис. 3). На новому місці Гуго Штотц відкриває не лише магазин, а й розміщує механічну майстерню, лабораторію і навіть кузню. Гуго у своїй компанії є і проектувальником, і виробником, і монтажником електроприладів і обладнання в одній особі.



Рисунок 3 – Hugo Stotz та приміщення нової компанії «Stotz & Cie. Elektrizitäts Gesellschaft m.b.H.»

Невпинне прагнення Гуго Штотца до розвитку та інновацій яскраво проявилось у тому, що він спочатку проектує схему, а потім і виготовляє та встановлює на даху над своїм новим приміщенням абсолютно унікальну на той час світлову вивіску зі спалахуючими одна за одною лампочками, що запалюють його ім'я STOTZ (їх прозвали «ходячі літери») – вважається, що це перша неоновна вивіска такого типу в Німеччині.

Бізнес Гуго Штотца в цей період продовжує активно розвиватись та розширюватись. До 1912 р. у компанії створюються відділення та філії у 9 регіонах Німеччини з центрами у містах Фрайбург, Карлсруе, Гайдельберг, Штутгарт, Вормс, Кайзерслаутерн,

Пірмазенс, Віслох та Шлеттштадт, а штат компанії збільшується до 300 працівників.

В особистому житті у Гуго Штотца також відбуваються зміни – у 1903 р. він одружується із Франціскою Хельд (Franziska Held, 1869-1937), сестрою мангеймського гонщика Фрітца Хельда (Fritz Held), який, в свою чергу, був другом відомого інженера автомобілей К. Бенца (C. Benz) (рис. 4).



Рисунок 4 – Гуго Штотц зі своєю родиною та друзями

Наприкінці XIX ст. – на початку XX ст. в Мангеймі вже відома нам компанія Brown, Boveri & Cie. буде електростанцією, і в місто та його околиці поступово починає постачатись електроенергія. Отже, розвивається і компанія Гуго Штотца, яка займається продажем та монтажем електроустановок, встановленням в приватних будинках та на підприємствах електрообладнання, розробкою та виробництвом дрібних деталей, таких як лампи, вимикачі, розетки та запобіжники. Саме так – в ті часи для захисту електричних кіл від перевантаження та короткого замикання використовувались топкі запобіжники із одноразовим принципом дії, плавку вставку яких після кожного спрацьовування потрібно було замінювати вручну. Конструкції запобіжників того часу [3] за авторством, наприклад, англійців В.М. Морді (W.M. Mordey) та Дж.В. Свана (J.W. Swan), а також американця Т. Едісона (T. Edison) були вже добре відомі та відносно розповсюджені в Європі. А ось автоматичних відмикачів у сучасному розумінні цього поняття, із багаторазовим принципом дії, на той час ще просто не існувало.

Компанія Гуго Штотца бере участь у електрифікації невеличких міст та селищ. Наприклад, місцеві електричні системи в м. Ільвесгайм (Ilvesheim) та в м. Оденвальді (Odenwald) неподалік від Мангейму були побудовані саме компанією Гуго Штотца [4, 5].

Продаж компанії Гуго Штотца до Brown Boveri & Cie. Зростання, розширення та розвиток компанії Штотца відбувається перш за все за рахунок інсталяційного напрямку її діяльності. Приміщення будівлі компанії стає вже замалим і у 1912 р. Гуго приймає рішення продати частку свого бізнесу, а саме її інсталяційну складову, все тій же швейцарській компанії Brown, Boveri & Cie. Ще одною причиною такого рішення було бажання Гуго Штотца присвятити себе та зосередитися на головній своїй пристрасті – на

конструкторській, винахідницькій та виробничій діяльності в області інноваційної електротехнічної продукції, електричних приладів та побутової техніки.

Фінансова вигода від успішного продажу частки бізнесу дозволяє Гуго Штотцу заснувати у 1913 р. нову власну компанію «Stotz & Cie. – Fabrik elektrischer Spezialapparate» та побудувати в околицях Мангейму – у Мангейм-Неккарау (рис. 5) – великий завод для виробництва своїх електричних приладів із комерційними будівлями та майстернями. Продукція заводу охоплює повний спектр необхідних компонентів для електричних установок як для приватних домогосподарств, так і для підприємств, а також і для військової промисловості [6, 7].



Рисунок 5 – Завод «Stotz & Cie. – Fabrik elektrischer Spezialapparate» у Мангейм-Неккарау

Однак, на превеликий жаль, новий завод ледве розпочав роботу, як 28 липня 1914 р. починається Перша світова війна, яка привела молоду компанію до серйозних економічних труднощів. Внаслідок економічних потрясінь, що супроводжували Першу світову війну, та важкого фінансового стану компанії у післявоєнний період, Гуго Штотц у 1918 р. вимушений тепер вже вдруге і остаточно продати свій бізнес – на цей раз виробничий – все тій же компанії Brown, Boveri & Cie.

Але при цьому за умовами угоди продажу Гуго Штотц залишається на посаді керуючого директора нової створеної компанії «Stotz G.m.b.H. Abt. der Brown, Boveri & Cie Aktiengesellschaft, Mannheim-Neckarau», яка тепер є дочірньою компанією Brown, Boveri & Cie., на якій Гуго успішно працює до моменту виходу на пенсію у 1929 р.

Винахід автоматичного відмикача. Електричний апарат, який змінив світ. Завдяки продажу свого бізнесу у Гуго Штотца, якому на той час виповнилось 50 років (рис. 6), з'являється можливість приділити більше свого часу, енергії та креативності інженерним розробкам тепер вже у структурі дочірньої компанії Brown, Boveri & Cie.

У період після Першої світової війни все більше і більше електропобутових приладів, таких як праски, пилососи, холодильники, тостери, кавоварки, нагрівачі та електроплитки починає з'являтися у домогосподарствах. У результаті збільшення навантаження все більш поширеними стають випадки перевантажень мережі та коротких замикань, що часто призводить до виникнення пожеж у будинках, електричні

кола яких захищались за допомогою топких запобіжників.

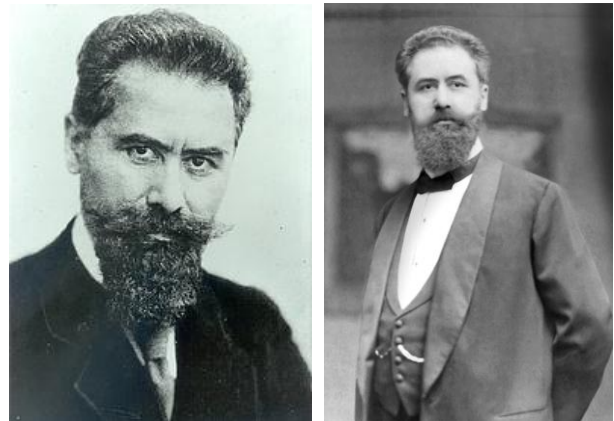


Рисунок 6 – Hugo Stotz у післявоєнний час

На зміну згадуваним раніше запобіжникам авторства відомих винахідників у 1904–1907 рр. приходять запобіжники виробництва німецької компанії Siemens-Schuckertwerke [8], конструкції яких були побудовані за принципом розділення на дві основні частини (стаціонарну основу та змінну вставку, що відома як система DIAZED), та їх з'єднання за допомогою різьблення Едісона E27 [3].

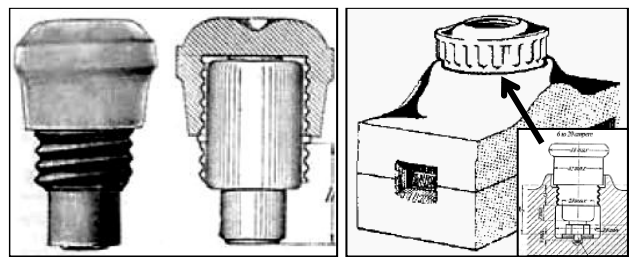


Рисунок 7 – Запобіжники Siemens-Schuckertwerke: 1904 р. (ліворуч) та 1907 р. (праворуч) із системою DIAZED

За короткий проміжок часу ці запобіжники набули неабиякої популярності та почали масово встановлюватися для захисту електричних кіл від надструмів. Але чому ж тоді все одно непоодинокими у ті часи були пожежі навіть у помешканнях, чия електропроводка захищена запобіжником? Справа в тому, що основним недоліком запобіжника є те, що він є одноразовим, і у випадку його спрацьовування, тобто перегорання його топкої вставки, необхідно замінити її на нову. Це було дуже незручно і непрактично. До того ж часто запасної вставки як навмисне не було під рукою, і для її заміни та, відповідно, для найскорішого поновлення електричного струму у квартирі або іншому приміщенні, використовувались як шматки звичайного проводу різного діаметру та матеріалу, так і найрізноманітніші металеві предмети, наприклад цвяхів. Звісно, що такий «запобіжник» був вже вічним і ніколи не перегорав, на відміну від електропроводки, яку він мав захищати. Тож нагальною потребою була розробка нової конструкції запобіжника, яка б, по-перше, забезпечувала можливість багаторазового використання без необхідності заміни топкої вставки після спрацьовування запобіжника, по-друге,

гарантувала надійний захист від протікання надструмів і, по-третє, підходила для встановлення у вже існуючі розподільні пристрої із різьбленням Едісона. Остання вимога була вкрай актуальною – Гуго Штотц розумів, що переконати споживачів перейти на нові конструкції запобіжників, які також додатково вимагатимуть заміни у помешканні ще й самого розподільного пристрою, буде надзвичайно складною задачею. Тож нова конструкція мала бути універсальною, спроектованою у традиційному корпусі пробкової форми із різьбленням Е27, яка б точно підходила до вже встановлених розподільних пристроїв.

Першою розробкою Гуго Штотца та його команди була конструкція так званого револьверного запобіжника (рис. 8), що був спроектований у традиційному корпусі пробкової форми та складався з дев'яти окремих топкових вставок, розміщених у поворотній камері. Після перегорання однієї вставки механізм запобіжника повертався та в електричне коло вставлялась нова вставка. Широкого поширення така розробка не мала, оскільки наявність додаткових рухомих частин у поворотному механізмі знижувала надійність апарату, та й назвати такий виріб приладом багаторазового використання можна було лише умовно. Треба було винайти інше рішення.

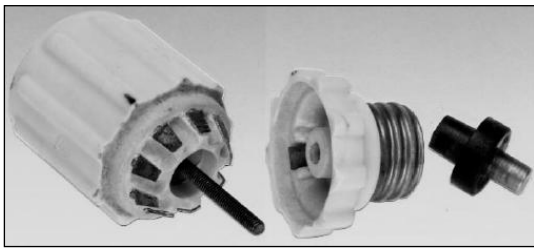


Рисунок 8 – Револьверний запобіжник

Для Гуго Штотца це стало справжнім викликом. Разом з головним конструктором своєї компанії Генріхом Шахтнером (Heinrich Schachtner), уродженцем м. Шветцинген, що розташоване у 15 км від м. Мангейм, Гуго починає роботу над створенням принципово нового, можна сказати революційного, апарату – «постійного» запобіжника, який би захищав електричне коло, при цьому не руйнуючись. За деякими джерелами [2, 4, 6, 7], Генріх Шахтнер відіграв одну з ключових ролей у розробці нового пристрою. Гуго і Генріх були товаришами ще з 1904 р., коли останній у якості учня приєднався у Мангеймі до компанії «Stotz & Cie. Elektrizitäts Gesellschaft m.b.H.» (рис. 9). У 1921 р. Генріх Шахтнер очолив конструкторське бюро компанії Гуго Штотца. Вони разом часто протягом багатьох годин працюють над ескізами та кресленнями майбутнього винаходу. Тут варто відзначити особисті якості Гуго Штотца, який твердо вірив у командну роботу, у те, що вона обов'язково приведе до успіху. Він завжди ставився з повагою до своїх колег та підлеглих – і його співробітники цінували таке відношення; те, що вони можуть розмовляти з Гуго Штотцем не як з начальником, директором та керівником, а, перш за

все, як з колегою. Відомим фактом [2] є те, що навіть у власній компанії Гуго Штотц завжди стукав перш ніж увійти до конструкторського відділу. Таке людяне ставлення значною мірою стало запорукою успіху його винаходів.

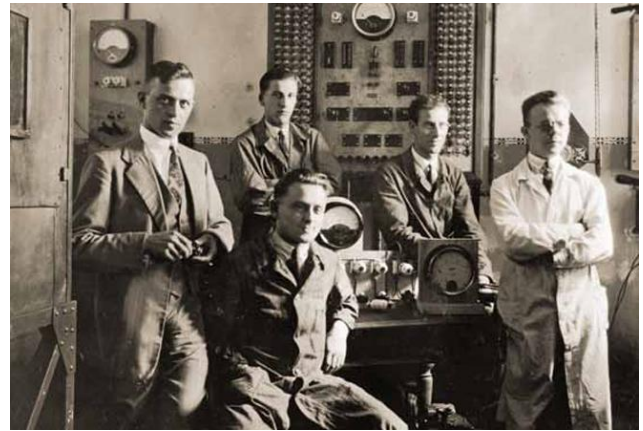


Рисунок 9 – Фото співробітників компанії Штотца (крайній ліворуч – Генріх Шахтнер)

Нарешті після більш ніж двох років кропіткої виснажливої роботи із безліччю досліджень та складних випробувань до команди Гуго Штотца прийшов довгоочікуваний успіх – у 1923 р. розроблено перший в світі зразок автоматичного відмикача, який забезпечував багаторазовий захист електричного кола від перевантаження і короткого замикання без необхідності заміни складових частин, та підходив до встановлення у вже існуючі розподільні пристрої, оскільки був виконаний у традиційному порцеляновому корпусі пробкової форми із різьбленням Едісона. Але ключова ідея нового апарату кардинально відрізнялась від звичайних запобіжників і полягала у наступному.

Г. Штотц і Г. Шахтнер у своїй розробці замінили традиційну топку вставки із тонкою проволочкою, яка слугувала топким елементом і перегорала у разі спрацьовування запобіжника, на комбінацію двох елементів, що зараз відомі, як розчіплювачі – на біметалеву пластину та на соленоїдну котушку. Ця геніальна ідея у поєднанні в одному пристрої двох систем захисту була справжньою історичною віхою у розвитку електротехніки. Кожен з двох головних захисних елементів апарату відповідав за відключення електричного кола у разі протікання в ньому відповідного аварійного надструму. Соленоїдна котушка і біметалева пластина, як і сам апарат загалом, були підключені в електричному колі послідовно із навантаженням, яке потрібно було захищати від аварії. Електричний струм одночасно протікав і через соленоїдну котушку, і через біметалеву пластину (точніше, через нагрівальний елемент, який розташовувався біля біметалевої пластини, тобто був використаний непрямий нагрів). У разі виникнення в колі короткого замикання струм різко збільшувався, і котушка соленоїду створювала сильне магнітне поле, яке взаємодіяло із осердям соленоїду, приводячи його у рух. Таким чином, рухоме осердя впливало на контакти відмикача, які розмикались та практично

миттєво відключали коло – увесь процес від початку короткого замикання до відключення кола тривав всього декілька мілісекунд. У разі ж виникнення перевантаження, наприклад, при одночасному підключенні багатьох електропобутових приладів, що доволі часто траплялось у ті часи, струм, що протікав в колі, був вже відносно не такий великий у порівнянні зі струмом короткого замикання. У такому випадку спрацьовувала вже біметалева пластина, яка під впливом протікаючого по нагрівальному елементу струму поступово нагрівалась, вигиналась та розмикала контакти відмикача, викликаючи його спрацьовування та відключення кола. Після встановлення причин аварійної ситуації та усунення несправностей вже не потрібно було замінювати ніякі топкі вставки і запобіжники – достатньо було повторно увімкнути відмикач, просто натиснувши пальцем кнопку на корпусі, і струм у колі знов починав протікати.

Таким чином, розроблений автоматичний відмикач за рахунок спільного використання соленоїдної котушки і біметалевої пластини одночасно захищав і від коротких замикань, і від перевантажень, при цьому забезпечував багаторазове використання без необхідності заміни складових частин та був пристосований для встановлення у вже існуючі розподільні пристрої із різьбленням Едісона.

Це була справжня революція у захисті електричних кіл та довгоочікуваний і заслужений успіх усієї команди інженерів і конструкторів на чолі із Гуго Штотцем.

Новий електричний апарат із назвою Elektromagnetischen Überstromschalter (можна перекласти як електромагнітний відмикач надструмів) був запатентований у Німецькій Імперії 9 листопада 1924 р., датою оголошення про видачу патенту є 22 березня 1928 р., а імператорський патент з №458392 було видано 11 квітня 1928 р. (рис. 10).

Цікавим фактом є те, що, як бачимо з документу на рис. 10, патент був виданий безпосередньо компанії «Stotz G.m.b.H. Abt. der Brown, Boveri & Cie Aktiengesellschaft, Mannheim-Neckarau», без зазначення прізвища винахідника. Також цікавим і маловідомим фактом є те, що ім'я головного конструктора Г. Шахтнера вже було вказано у патенті США «Automatic electric-circuit breaker» за номером № 1629640, який був виданий 24 травня 1927 року [9]. В цьому патенті на дещо модифіковану конструкцію апарату детально описується принцип роботи і основні складові елементи розглянутого автоматичного відмикача Гуго Штотца, зображеного на рис. 10, який був обраний у якості прототипу. Оскільки патент [9] є у відкритому доступі, то наводити у даній статті детальний опис елементів і покроковий принцип роботи відмикача є зайвим.



Рисунок 10 – Патент Німецької Імперії №458392

Революційний автоматичний відмикач отримувє власну назву і торгіву марку – «Stotz-Automat» (рис. 11), і у 1928 р. розпочинається його ручне серійне виробництво на заводі у м. Мангейм-Неккарау.



Рисунок 11 – Перший у світі автоматичний відмикач «Stotz-Automat» (1928 р.)

Перший у світі автоматичний відмикач «Stotz-Automat» мав приголомшливий успіх на ринку, оскільки його достатньо було просто вкрутити замість існуючих топких запобіжників – не потрібно було робити жодних додаткових змін в розподільному пристрої. Також, у порівнянні із традиційними запобіжниками, новий відмикач після спрацювання було просто і легко знову увімкнути, без необхідності заміни одноразових топких вставок. Практично без будь-яких змін відмикач «Stotz-Automat» вироблявся з 1928 р. (рис. 12) до 50-х років XX століття, а у дещо модифікованій конструкції він виробляється і в наш час (рис. 13)!



Рисунок 12 – Модифікації відмикачів «Stotz-Automat» у музеї заводу ABB Stotz-Kontakt (м. Гайдельберг)



Рисунок 13 – Запобіжник автоматичний ПАР-10А (ліворуч) та основа запобіжника E27G-25/380.УЗ (праворуч) виробництва українського підприємства ПОГ «Білоцерківське УВП УТОС»

Останній етап життя Гуго Штотца. Вшанування пам'яті. В 1929 р. у віці 60 років Гуго Штотц виходить на пенсію (рис. 14), але продовжує ділитися своїми глибокими знаннями та набутим досвідом із колегами, зокрема в технічних питаннях та при впровадженні нових розробок, і таким чином робить свій внесок у подальший розвиток компанії, штат якої на той час становив біля 500 робітників.

Наприкінці 20-х років XX ст. в Німеччині існує декілька компаній, які також займаються розробкою електротехнічного обладнання. І у 1930 р. компанія «Stotz G.m.b.H. Abt. der Brown, Boveri & Cie Aktiengesellschaft, Mannheim-Neckarau» об'єднується із двома такими – франкфуртською компанією «Kontakt AG» та нюрнберзькою компанією «Leyhausen & Co.». Шляхом такого об'єднання створюється нова компанія з відомою багатьом фахівцям в галузі електричних апаратів назвою «Stotz-Kontakt GmbH», яка продовжує бути дочірньою компанією Brown, Boveri & Cie.



Рисунок 14 – Гуго Штотц на робочому місці

Нова компанія «Stotz-Kontakt GmbH» продовжує успішно випускати та впроваджувати відмикачі «Stotz-Automat», активно рекламуючи нову розробку як серед населення, так і поміж представників підприємств. У відомих рекламних проспектах того часу (рис. 15, 16) акцентується увага на багатьох перевагах нового відмикача «Stotz-Automat» у порівнянні з традиційними запобіжниками, а саме на тому, що відмикач був одноразовою фінансовою тратою, оскільки зникала необхідність у постійних покупках змінних топких вставок для запобіжників, збільшувалась зручність експлуатації, оскільки відмикач легко вмикався після спрацювання, і головне – відмикач надійно захищав як від перевантаження, так і від короткого замикання та підходив до вже існуючих розподільних пристроїв.



Рисунок 15 – Реклама відмикача «Stotz-Automat». Переклад змісту плакату ліворуч – «Stotz-Automat» виготовляється у вигляді пробки. Вставляється в кожен запобіжник і автоматично вимикається в разі короткого замикання або перевантаження. Зміст плакату праворуч – «Stotz-Automat» кращий і економічніший за запобіжники. Миттєве відключення у разі короткого замикання, своєчасне вимкнення у разі перевантаження. Вмикається кнопкою. Доступний скрізь

Також у 1928 р. розпочався випуск автоматичних відмикачів моделі S11, які виготовлялись не у корпусі пробкової форми, а у більш схожих на сьогоденні захисних оболонках (рис. 17).



Рисунок 16 – Реклама відмикача «Stotz-Automat». Переклад змісту плакату – Швидше, швидше, дорогий друже (двигун)! Не бійтеся перенапруги! «Stotz-Automat» запобігають займанню обмотки двигуна у разі короткого замикання або перевантаження!



Рисунок 17 – Перші автоматичні відмикачі моделі S11, що були виготовлені не у пробковому, а у більш звичному для нас корпусі, на номінальний струм 6 А (ліворуч) та на 10 А (праворуч) виробництва «Stotz-Kontakt GmbH», виготовлені у 30-ті роки XX ст. на заводі у м. Мангейм-Неккарау

Цей апарат також був популярним та користувався попитом, про що свідчить той факт, що він виготовлявся понад 20 років – аж до 50-х років XX ст. Відомо [2, 4, 6], що до кінця XX ст. компанія «Stotz-Kontakt GmbH» (з 1988 р. її наступниця – компанія «ABB Stotz-Kontakt», яка базується у м. Гайдельберг) виготовила по всьому світу понад 500 мільйонів автоматичних відмикачів, що були спроектовані із використанням фундаментальної запатентованої конструкції Гуго Штотца. Щорічно виготовляючи близько 42 мільйонів автоматичних відмикачів, що становить приблизно 13 апаратів кожні 10 секунд при безперевному виробництві, компанія «ABB Stotz-Kontakt» у 2015 р. відсвяткувала випуск вже мільярдного автоматичного відмикача!

Прогрес початкової революційної розробки Гуго Штотца мав продовження із використанням нових матеріалів та подальшого вдосконалення конструкції відмикача. Так згодом були розроблені автоматичні відмикачі з певними видами захисної характеристики для роботи з електричними двигунами з високими пусковими струмами. Це відкрило нові можливості вже для застосування у промисловості, де автоматичні відмикачі продовжують успішно працювати і по теперішній час.

Але це все вже відбувалось після того, як 3 вересня 1935 р. у віці 66 років не стало Гуго Штотца. Останній свій притулок він знайшов на головному цвинтарі м. Мангейма (рис. 18), де два роки потому була похована і кохана дружина Франціска.



Рисунок 18 – Могила Гуго Штотца і його дружини на міському цвинтарі м. Мангейма

Однак, незважаючи на величезну втрату, пристрасть Гуго Штотца до впровадження інновацій, пошуку нових рішень та інженерної досконалості продовжує жити в компанії «Stotz-Kontakt GmbH».

Ніколи не зупиняючись, постійно розвиваючи і вдосконалюючи власну електротехнічну продукцію, інженери компанії «Stotz-Kontakt GmbH» у 1957 р. створюють автоматичний відмикач моделі S201 (така модель у сучасному модульному виконанні продовжує випускатись і досі!), а вже у 1961 р. випускають перший в світі модульний автоматичний відмикач моделі S161 (рис. 19), тим самим започаткувавши модульну технологію складання електрощитового обладнання, яка використовується і зараз.



Рисунок 19 – Автоматичні відмикачі S201-K4 (1957 р.в., ліворуч) та S161 у модульному виконанні (1961 р.в., праворуч)

З огляду на те, що за статистикою [10] майже чверть усіх пожеж трапляється в житлових будинках, автоматичні відмикачі не лише докорінно змінили

спосіб життя людини, забезпечивши приватні оселі високим рівнем електробезпеки, але й надали його також і усім галузям людського існування – від підприємств до залізничної інфраструктури, від комерційних будівель до центрів обробки даних тощо.

Від всіх вдячних людей на знак великої пошани у м. Мангейм, який став рідним для Гуго Штотца, встановлено на його честь пам'ятні знаки. На рис. 20 наведено фото пам'ятної таблички на будівлі, у якій у 1891 р. Гуго відкрив магазин електротоварів.



Рисунок 20 – Пам'ятна табличка, зміст якої можна перекласти як: у 1891 р. Гуго Штотц, інженер та винахідник багатьох електроприладів, відкрив тут магазин електротоварів. Він став всесвітньо відомим завдяки відмикачу Stotz

На рис. 21 показано фото бронзової плити на честь Гуго Штотца, яка розміщена на алеї перед Мангаймський палацом в рамках проекту «Kurpfälzer Meile der Innovationen» («Міля інновація регіону Kurpfälzer») на честь видатних винахідників з даної місцевості.

В цьому році виповнюється 100 років з моменту винаходу мініатюрного автоматичного відмикача Гуго Штотца. З того далекого 1924 р. і дотепер вже більш ніж мільярд відмикачів Штотца відправились по всьому світу, захищаючи людей від нещасних випадків, а їх оселі від коротких замикань та пожеж.

Незважаючи на використання сучасних матеріалів, технологій і обладнання, а також на великі інформаційні та цифрові можливості, завдяки яким вдалось значною мірою удосконалити конструкцію автоматичних відмикачів, отримати різноманітні захисні характеристики та покращити захист від протікання надструмів, все ж таки базові принципи побудови конструкції відмикача були закладені саме у перших розробках Гуго Штотца, і зараз вони продовжують залишатись невід'ємною складовою частиною вже у сучасній технології виробництва автоматичних відмикачів.



Рисунок 21 – Бронзова плита, зміст якої можна перекласти як: у своїй невеликій компанії в м. Мангейм інженер-електрик Гуго Штотц та його співробітник Генріх Шахтнер розробили перший автоматичний відмикач, який міг захистити електричні кабелі від коротких замикань та перевантажень. Пристрій з'явився на ринку в 1924 р. і досі знаходиться в кожній електричній шафі керування

Висновки. В статті наведено науково-історичний нарис про видатного німецького інженера і винахідника, автора винаходу автоматичного відмикача Гуго Штотца.

Вперше узагальнено та систематизовано інформацію щодо історичних подій, які стосувались безпосередньо особи Гуго Штотца як винахідника автоматичного відмикача, так власне і подій, які передували, супроводжували та відбувались вже після винаходу революційного електричного апарату, що докорінно змінив життя людини.

Розглянуто маловідомі цікаві факти та деталі з життя видатного винахідника, які сприятимуть кращому розумінню історичних подій, що трапились в епоху зародження автоматичних відмикачів у якості апаратів захисту.

Наведений науково-історичний нарис також спрямований на вшанування пам'яті видатного винахідника у галузі електричної інженерії Гуго Штотца. Адже сьогодні існує велика кількість різних типів автоматичних відмикачів від багатьох виробників для різноманітних галузей застосування. Але практично всі вони працюють за тим самим принципом, що й автоматичний відмикач Гуго Штотца. Цей електричний апарат був, є і буде невід'ємною складовою частиною електробезпеки в наших будинках та на промислових підприємствах.

І все це завдячуючи винаходу геніального інженера і винахідника Гуго Штотца та його команди!

Список літератури

1. Wendenburg M. Mit digitaler Produktentwicklung mehr als doppelt so schnell: Pro/ENGINEER im Einsatz bei ABB Stotz-Kontakt. *Zeitschrift Für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*. 2004. Vol. 99, no. 6. P. 335-338. DOI: <https://doi.org/10.3139/104.100788>. (німецькою)

2. 1924 Circuit breaker. Hugo Stotz (14.07.1869 – 03.11.1935). *Kurpfälzer Mile of Innovations*. URL: <https://www.meile-der-innovationen.de/en/innovationen/1924-sicherungsautomat-hugo-stotz> (дата звернення: 27.08.2024).
3. Гречко А. М. Плавкие предохранители. Назад в будущее. *Електротехніка і електротехніка*, 2010, № 6, С. 3-7.
4. The Legacy of Hugo Stotz: A Pioneer of Modern Circuit Protection. *Electrical Products, Solutions & Accessories - IPD Australia*. URL: <https://www.ipd.com.au/the-legacy-of-hugo-stotz-a-pioneer-of-modern-circuit-protection> (дата звернення: 27.08.2024).
5. Richardson I. A pioneer of the MCB - Hugo Stotz. *LinkedIn*. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/pioneer-mcb-hugo-stotz-ian-richardson/> (дата звернення: 27.08.2024).
6. One billion ABB miniature circuit breakers – after 90 years, almost there. *ABB*. URL: <https://new.abb.com/low-voltage/news/news-archive/one-billion-mcb> (дата звернення: 13.07.2023).
7. Hugo Stotz - geniálny inovátor a vynálezca, ktorý vymyslel elektrický istič. *ElektroLab.eu*. URL: <https://www.elektrolab.eu/blog/hugo-stotz-geniálny-inovator-a-vynalezca-ktory-vymyslel-elektricky-istic> (дата звернення: 27.08.2024). (словацькою)
8. Siemens. *Sentron. Sicherungssysteme Technik-Fibel*. 2012. URL: https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/109482303/Sicherungssysteme_TechnikFibel_DE_201601250853045758.pdf (дата звернення: 11.05.2023). (німецькою)
9. Schachtner H. Automatic electric-circuit breaker : пат. US1629640 Сполучені Штати Америки (США) : Н01Н 9/30, Н01Н 9/32, Н01Н 73/00, Н01Н 73/56. № 01130205 ; заявл. 19.08.1926 ; опубл. 24.05.1927. URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/50/97/84/e8a29a20de1553/US1629640.pdf> (дата звернення: 16.07.2023).
10. World Fire Statistics / N. Brushlinsky *et al.* 2022. URL: https://ctif.org/sites/default/files/2022-08/CTIF_Report27_ESG.pdf (дата звернення: 01.08.2022).
2. “1924 Circuit breaker. Hugo Stotz (14.07.1869 – 03.11.1935).” *Kurpfälzer Mile of Innovations*. Accessed: Aug. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.meile-der-innovationen.de/en/innovationen/1924-sicherungsautomat-hugo-stotz>
3. A. M. Grechko, “Fuses. Back to the future”, *Electrical Engineering & Electromechanics*, no. 6, pp. 3–7, 2010.
4. “The Legacy of Hugo Stotz: A Pioneer of Modern Circuit Protection.” *Electrical Products, Solutions & Accessories - IPD Australia*. Accessed: Aug. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.ipd.com.au/the-legacy-of-hugo-stotz-a-pioneer-of-modern-circuit-protection>
5. I. Richardson, “A pioneer of the MCB - Hugo Stotz.” *LinkedIn*. Accessed: Aug. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/pioneer-mcb-hugo-stotz-ian-richardson/>
6. “One billion ABB miniature circuit breakers – after 90 years, almost there.” *ABB*. Accessed: Jul. 13, 2023. [Online]. Available: <https://new.abb.com/low-voltage/news/news-archive/one-billion-mcb>
7. “Hugo Stotz - geniálny inovátor a vynálezca, ktorý vymyslel elektrický istič.” *ElektroLab.eu*. Accessed: Aug. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.elektrolab.eu/blog/hugo-stotz-geniálny-inovator-a-vynalezca-ktory-vymyslel-elektricky-istic> (in Slovak)
8. Siemens. *Sentron. Sicherungssysteme Technik-Fibel*. 2012. Accessed: May 11, 2023. [Online]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/303/109482303/att_866615/v1/Sicherungssysteme_TechnikFibel_DE_201601250853045758.pdf (in German)
9. Automatic electric-circuit breaker, by H. Schachtner. (May 24, 1927). U.S. Patent US1629640. Accessed: Jul. 16, 2023. [Online]. Available: <https://patentimages.storage.googleapis.com/50/97/84/e8a29a20de1553/US1629640.pdf>
10. N. Brushlinsky, S. Sokolov, P. Wagner, and B. Messerschmidt, “World fire statistics”, Center of Fire Statistics of CTIF, Report № 27, 2022. Accessed: Aug. 1, 2022. [Online]. Available: https://ctif.org/sites/default/files/2022-08/CTIF_Report27_ESG.pdf

References

1. M. Wendenburg, “Mit digitaler Produktentwicklung mehr als doppelt so schnell”, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, vol. 99, no. 6, pp. 335–338, Jun. 2004, doi: <https://doi.org/10.3139/104.100788> (in German)

Надійшла (received) 01.11.2024

UDC 621.316.5

OLEKSANDR GRECHKO ✉ – Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor of Electrical Apparatus Department, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”; Kharkiv, Ukraine; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7872-8585>; e-mail: a.m.grechko@gmail.com.

GENIUS ENGINEER AND INVENTOR HUGO STOTZ. TO THE 100TH ANNIVERSARY OF THE MINIATURE CIRCUIT BREAKER

The article presents a scientific and historical essay on the main stages of the life of a famous German engineer and inventor, the author of the invention of a miniature circuit breaker – Hugo Stotz. The work for the first time summarizes and systematizes information about historical events that were directly related to the Hugo Stotz person as an inventor of a miniature circuit breaker, therefore, in fact, the events that preceded, accompanied and occurred after the invention of the revolutionary electric device, which fundamentally changed human life. The little-known interesting facts and details from the life of an outstanding inventor are taken into account, which contributes to a better understanding of historical events that occurred during the era of the emergence of miniature circuit breakers as protective devices. The article analyzes the role of the personality of Hugo Sts and his company in the invention of a miniature circuit breaker. The scientific and historical essay presented in the article is also aimed at paying tribute to the memory of the outstanding inventor in the field of electrical engineering Hugo Stotz. The large number of various modifications of miniature circuit breakers from many manufacturers for various industries that currently exist on the world market of electrical equipment are designed practically on the same principle as the circuit breaker of Hugo Stotz, invented 100 years ago. The paper presents the main historical stages of development of miniature circuit breaker designs from their implementation in a cork form housing to production in a modular design. The work shows that the world market for circuit breakers is extremely large, which makes this electrical device an integral part of electrical safety in residential buildings and industrial enterprises.

Keywords: Hugo Stotz; miniature circuit breaker; fuse; switchgear; short-circuit; overload; inventory history; well-known inventors.