



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **106298** (13) **C2**
(51) МПК
H02K 19/16 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2013 00138	(72) Винахідник(и):	Коврига Антон Євгенійович (UA), Черемісов Іван Якович (UA)
(22) Дата подання заявки:	03.01.2013	(73) Власник(и):	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО ЗАВОД "ЕЛЕКТРОВАЖМАШ", пр. Московський, 299, м. Харків, 61089 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	11.08.2014	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	Гідрогенератор СВ 1140/280-48 (36) . Каталог. - Державне підприємство завод "Електроважмаш" // http://www.spetm.com.ua/html/gidrogeneratori.html SU 62131 A; 19.07.1940 SU 399967 A; 19.11.1974 SU 749337 A; 15.07.1984 Обмотки многоскоростных асинхронных двигателей. Справочник по электрическим машинам / Под общ. ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. - Т. 1. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - С. 77-81.
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.07.2014, Бюл.№ 13		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	11.08.2014, Бюл.№ 15		

(54) СТАТОР ТРИФАЗНОГО СИНХРОННОГО ГІДРОГЕНЕРАТОРА З ПОЛЮСНО-ПЕРЕМИКАЛЬНОЮ ОБМОТКОЮ

(57) Реферат:

Винахід належить до області важкого електромашинобудування. Статор трифазного синхронного гідрогенератора з полюсно-перемикальною обмоткою призначений для двох режимних періодів експлуатації з різною частотою обертання. Перший тимчасовий період при початковому накопиченні мінімального рівня (напору) води у верхньому б'єфі греблі на гідроелектростанції. Він вводиться при первинному заповненні водосховища з тимчасовою

зниженою частотою обертання ($n_m = \frac{60 \cdot f}{p_m}$) при тимчасовій кількості полюсів $2p_m$ і при

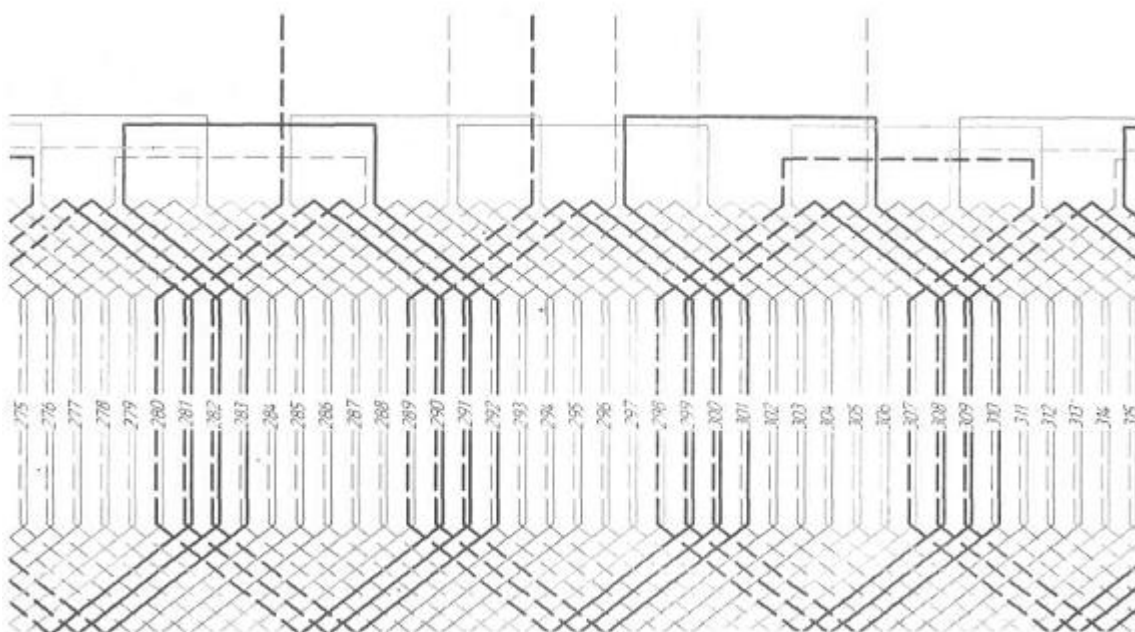
зниженій потужності. Другий постійний період експлуатації при повному (проектному) накопиченні розрахункового рівня (напору) води у верхньому б'єфі греблі. Він вводиться на стадії остаточного введення гідроагрегатів електростанції з постійною підвищеною номінальною

частотою обертання ($n_n = \frac{60 \cdot f}{p_n}$) при постійній кількості полюсів $2p_n$ з підвищеною

потужністю. Відповідно до винаходу реалізується варіант зі зміною частоти обертання гідрогенератора. При цьому відбувається змінення кількості його полюсів з одночасною заміною полюсів ротора. Для цього застосовується статор з полюсно-перемикальною обмоткою. Причому обмотка модифікується з виконання з однією полюсністю у виконання з іншою полюсністю шляхом перепаювання (заміни) тільки міжполюсних (між полюсно-фазними групами стрижнів) з'єднань обмотки статора. Запропонована конструкція забезпечує підвищення техніко-економічних показників при зниженні матеріальних витрат і часу на створення статора

UA 106298 C2

гідрогенератора. Завдяки заміні (перепаяюванню) тільки перемичок між полюсно-фазними зонами (групами) стрижнів не потребується повна заміна обмотки статора.



Фиг. 2

Винахід належить до важкого електромашинобудування, зокрема до трифазних синхронних гідрогенераторів, призначених для двох режимних періодів експлуатації з різною частотою обертання: на першому тимчасовому періоді при початковому накопиченні мінімального рівня води (напору) у верхньому б'єфі греблі на гідроелектростанції, що вводиться знову, при

5 первинному заповненні водосховища з тимчасовою зниженою частотою обертання $n_m = \frac{60 \cdot f}{p_m}$

при тимчасовій кількості полюсів $2p_m$ при зниженій потужності; та на другому постійному періоді експлуатації при повному (проектному) накопиченні розрахункового рівня води (напору) у верхньому б'єфі греблі на стадії остаточного введення гідроагрегатів електростанції з

постійною підвищеною номінальною частотою обертання $n_n = \frac{60 \cdot f}{p_n}$ при постійному числі

10 полюсів $2p_n$ при повній проектній потужності.

У практиці світового електромашинобудування відомі варіанти створення і використання трифазних синхронних гідрогенераторів зі змінною в процесі експлуатації частотою обертання (в первинний тимчасовий період роботи зі зниженим напором при первинному заповненні водосховища і при зниженій потужності і в остаточний постійний період роботи з номінальним

15 підвищеним проектним напором і при підвищеній проектній потужності).

При цьому при переході від тимчасового періоду експлуатації до постійного зміна частоти обертання гідрогенератора виконується шляхом його модернізації із заміною полюсів ротора (з новою кількістю полюсів) і з переведенням обмотки статора на нову полюсність.

20 Як відомий аналог статора гідрогенератора зі змінною полюсністю при переведенні з однієї частоти обертання на іншу може слугувати статор зворотного гідрогенератора-двигуна, що використовується на ГАЕС "Ова Спін" (Ova Spin) в Швейцарії виробництва 1970 року фірми "Ерлікон" (Oerlicon), яка входила до складу концерну "Броун Бовери" (Brown Boveri) (Brown Boveri Mitteilungen, 1970, Bd 57, № 6/7, S.297-302; стаття Bandi P. Polumschaltbare Motorgenerator für das Wasserkraftwerk Ova Spin (Банді П. Двигуно-генераторні агрегати з перемикальними полюсами для гідроелектростанції Ова Спін); Chatelain J., Perillard A., Laible Th., Bandi P. (Switzerland). Two speed salient-pole synchronous motor-generator for pumped storage schemes, CIGRE, 1968, № 11-06).

Номінальні параметри гідрогенераторів-двигунів для ГАЕС "Ова Спін" наведено нижче.

Режим генератора:

30 - 27 МВ-А; $\cos \varphi = 0,9$; 8,5 кВ; 500 об/хв.; $2p = 12$; $f_n = 50$ Гц;

- 21 МВА; $\cos \varphi = 0,9$; 8,5 кВ; 375 об/хв.; $2p = 16$; $f_n = 50$ Гц.

Режим двигуна:

- 26 МВт; $\cos \varphi = 1,0$; 8,5 кВ; 500 об/хв.; $2p=12$; $f_n = 50$ Гц;

- 11 МВт; $\cos \varphi = 0,8$; 8,5 кВ; 375 об/хв.; $2p = 16$; $f_n = 50$ Гц.

35 На статорі вкладені в 288 пазах дві окремі двошарові петльові обмотки (12 і 16 полюсні) по два стрижні з транспозицією елементарних провідників по системі Робеля (Roebel) в кожному пазу з однаковим кроком в 19 пазів.

Обмотки мають однакову кількість секцій, і тому в кожному пазу розташовані стрижні різних обмоток. Обидві обмотки з'єднані за схемою зірка із загальною нейтраллю (число виводів - 9).

40 Всі котушки, взагалі, мають, такий вигляд, як у звичайній двошаровій кошиковій обмотці тільки для одного числа полюсів. Дві окремі обмотки сформовані за рахунок того, що кожна друга котушка відповідає одній кількості полюсів, а котушка, що знаходиться між ними, - іншій кількості полюсів. Оскільки крок обмотки - непарне число, кожна обмотка розподіляється по всіх пазах.

45 Число пазів на полюс і фазу (q), яке для якісної електричної машини повинно бути по можливості більшим, дорівнює, таким чином, для кожної обмотки з урахуванням усієї кількості пазів, в той час як загальна кількість стрижнів обмотки, яка в значній мірі визначає витрати по виготовленню машини, в разі виготовлення двох незалежних обмоток, підвищена порівняно з варіантом одношвидкісної обмотки.

50 Комутаційні з'єднання і виводи для однієї кількості полюсів розміщуються вгорі, а для іншої кількості полюсів - низу статора.

З точки зору конструкції в даній обмотці виникає особлива проблема, пов'язана з тим, що в кожному випадку роботи однієї з двох обмоток струм протікає тільки по одній із взаємно розподілених обмоток, при цьому котушка, внаслідок неоднакового нагрівання, розширюється порівняно з обома сусідніми котушками також неоднаково. Звичайне бандажне кільце неминуче і досить швидко привело б до послаблення закріплення лобових частин стрижнів. У зв'язку з

чим була розроблена спеціальна конструкція закріплення лобових частин, в якій кожен стрижень має необхідну свободу переміщення відносно обох сусідніх стрижнів.

Недоліком такого статора з двома незалежними обмотками є:

- недостатнє використання активного об'єму машини для проектної потужності; та як наслідок, завищені витрати на її виготовлення;
- ускладнена конструкція вивідних вузлів з незручним розташуванням зверху і знизу машини;

- необхідність застосування спеціальної ускладненої конструкції закріплення лобових частин стрижнів, що забезпечує свободу переміщення будь-якого стрижня відносно сусіднього стрижня.

- 10 Перевагою такого статора є відсутність необхідності його модернізації при переведенні гідрогенератора з тимчасового періоду експлуатації зі зниженою частотою обертання до постійного проектного періоду з підвищеною частотою обертання.

- 15 Як відомий прототип статора гідрогенератора із змінною полюсністю при переведенні експлуатації з однієї частоти обертання на іншу може слугувати статор гідрогенератора типу СВ 1140/280-48 (36) УХЛ4, розробленого ВО "Уралелектроважмаш" у 1987 році для Рогунської ГЕС у Таджикистані ["Гідрогенератор з повним водяним охолодженням для Рогунської ГЕС. Технічний проект ВО "Уралелектроважмаш". ОБП.082.432.ПВ3-А1, Свердловськ, 1987 р."].

Номинальні параметри тимчасового і постійного гідрогенераторів типів СВ 1140/280-48 УХЛ4 і СВ 1140/280-36 УХЛ4 наведені нижче.

- 20 Режим тимчасового гідрогенератора:

- 444,4 МВ·А; 400 МВт; $\cos\varphi = 0,9$; 15,75 кВ; $n_m = 125$ об/хв.; $2p_m = 48$; $f_n = 50$ Гц; $I_{1m} = 16292$ А.

Режим постійного гідрогенератора:

- 666,7 МВ·А; 600 МВт; $\cos\varphi = 0,9$; 15,75 кВ; $n_n = 166,7$ об/хв.; $2p_n = 36$; $f_n = 50$ Гц; $I_{1n} = 24438$ А.

- 25 При прийнятому співвідношенні частот обертання і кількостей полюсів для тимчасового та постійного виконань гідрогенераторів прийнята кількість пазів статора $z_1 = 432$ і прийняті розміри пазів статора дозволяють укласти в одне й те ж осердя статора або тимчасову обмотку статора, з'єднану в схему з чотирма паралельними гілками в фазі ($a_m = 4$) з числом пазів на полюс і фазу $q_m = 3$; або постійну обмотку статора, з'єднану в схему з шістьма паралельними гілками в фазі ($a_n = 6$) з числом пазів на полюс і фазу $q_n = 4$.

Завдяки тому, що струм в паралельній гілці фази обмотки для тимчасового

$$(I_{am} = \frac{I_{1m}}{a_m} = \frac{16292}{4} = 4073 \text{ А}) \quad \text{і} \quad \text{постійного} \quad (I_{an} = \frac{I_{1n}}{a_n} = \frac{24438}{6} = 4073 \text{ А}) \quad \text{виконань}$$

гідрогенератора однакові, переріз стрижнів і струм в пазу в обох варіантах обмоток однакові.

- 35 У даному разі для перемонтажу гідрогенератора пускового (тимчасового) комплексу в постійний знадобиться тільки заміна полюсів ротора та обмотки статора (з іншим кроком обмотки по пазах статора). Для хвильової обмотки кроки обмотки для тимчасового та постійного статорів: $Y_{1m} = 1-11-19$ та $y_{1n} = 1-15-25$. При цьому розроблена конструкція обода ротора дозволяє встановити на ньому або 48 полюсів для тимчасового гідрогенератора пускового комплексу, або 36 полюсів для постійного гідрогенератора.

- 40 Недоліком прийнятого статора для тимчасового та постійного гідрогенераторів є необхідність повної заміни обмотки статора для переходу від тимчасового періоду експлуатації до постійного періоду експлуатації, яка призводить до значних матеріальних витрат, пов'язаних з необхідністю виготовлення (з виконанням комплексу робіт для перемонтажу) додаткового комплексу обмотки, статора зі з'єднувальними шинами для полюсно-фазних груп обмотки статора.

45 Перевагою прийнятого статора для тимчасового та постійного гідрогенераторів є збереження незмінним для обох виконань осердя статора і інших конструктивних елементів статора.

- 50 В основу пропонованого винаходу поставлена задача підвищення техніко-економічних показників при зниженні матеріальних витрат і часу на створення статора гідрогенератора, призначеного для двох режимних періодів експлуатації з різною частотою обертання: на першому тимчасовому періоді при початковому накопиченні мінімального рівня (напору) води у верхньому б'єфі греблі на гідроелектростанції, що вводиться знову, при первинному заповненні

водосховища з тимчасовою зниженою частотою обертання ($n_m = \frac{60 \cdot f}{p_m}$) при тимчасовій

- 55 кількості полюсів $2p_m$ і при зниженій потужності; та на другому постійному періоді експлуатації при повному (проектному) накопиченні розрахункового рівня (напору) води у верхньому б'єфі

греблі на стадії остаточного введення гідроагрегатів електростанції з постійною підвищеною номінальною частотою обертання ($n_n = \frac{60 \cdot f}{p_n}$) при постійній кількості полюсів $2p_n$ з підвищеною потужністю.

5 Вищеназвана задача вирішується шляхом реалізації варіанта зі зміною частоти обертання гідрогенератора (зі змінням його кількості полюсів з одночасною заміною полюсів ротора) з застосуванням статора з полюсно-перемикальною обмоткою, що модифікується з виконання з однією полюсністю у виконання з іншою полюсністю шляхом перепаювання (заміни) тільки міжполюсних (між полюсно-фазними групами стрижнів) з'єднань обмотки статора без повної заміни обмотки статора.

10 Відповідно до винаходу, для кожної пари виконань гідрогенератора (для тимчасової та постійної експлуатації) в статорі застосована петльова стрижнева обмотка статора з однаковими розмірами пазів, з однаковими розмірами стрижнів обмотки, з однаковим числом пазів, рівним $z_i = 2p_{mi} \cdot m \cdot q_m = 2p_{ni} \cdot m \cdot q_n$ (де $m = 3$ число фаз обмотки статора) з однаковим кроком обмотки по пазах статора, рівним $y = 10$, так що для виконання з постійною частотою обертання (при меншому числі полюсів) забезпечується скорочення кроку обмотки,

15 яке дорівнює $\beta_n = \frac{y}{m \cdot q_n} = \frac{10}{3 \cdot 4} = 0,833$, а для виконання з тимчасової частотою обертання (при більшому числі полюсів) - подовження кроку обмотки, яке дорівнює

$\beta_m = \frac{y}{m \cdot q_m} = \frac{10}{3 \cdot 3} = 1,111$ при відповідному еквівалентному коефіцієнті "скорочення"

$\beta_m = \frac{2_m \cdot q_m - y}{m \cdot q_m} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 3 - 10}{3 \cdot 3} = 0,889$; з кроком по пазах перемичок, які з'єднують полюсно-

20 фазні зони, для тимчасового виконання $y_{m(пер)} = m \cdot q_m = 3 \cdot 3 = 9$, а для постійного виконання - з кроком по пазах перемичок $y_{n(пер)} = m \cdot q_n = 3 \cdot 4 = 12$.

При реконструкції гідрогенератора для зміни частоти обертання з тимчасової $n_m = \frac{60 \cdot f}{p_m}$

на постійну $n_n = \frac{60 \cdot f}{p_n}$ (поряд з використанням одного з відомих способів заміни тимчасової

25 кількості полюсів ротора $2p_m$ на постійну кількість полюсів $2p_n$) виконується незначна модернізація полюсно-перемикальної обмотки статора з заміною (перепаюванням) лише перемичок між полюсно-фазними зонами (групами) стрижнів з кроком $y_{m(пер)} = m \cdot q_m = 3 \cdot 3 = 9$ на нові перемичка з кроком $y_{n(пер)} = m \cdot q_n = 3 \cdot 4 = 12$.

Таке рішення поширюється на всі пари виконань гідрогенераторів із співвідношенням тимчасової та постійної частот обертання, яке дорівнює $\frac{n_{mi}}{n_{ni}} = \frac{3}{4} = 0,75$, для п'ятнадцяти

30 нижченаведених в таблиці (фіг. 1) пар виконань гідрогенераторів зі співвідношенням числа полюсів $\frac{2p_{mi}}{2p_{ni}} = \frac{8i}{6i}$, де $i = 1, 2, 3, \dots, 15$ - проста цифрова послідовність від 1 до 15.

При цьому число пазів на полюс і фазу для всіх виконань з тимчасовою частотою обертання $q_m = 3$, а для всіх виконань гідрогенераторів з постійною частотою обертання - $q_n = 4$.

35 Як приклад виконання синхронного гідрогенератора з тимчасовою і постійною частотами обертання з частотою генерованого струму $f=50$ Гц вибраний гідрогенератор, що працює при тимчасовій зниженій частоті обертання $n_m=93,75$ об/хв при тимчасовій кількості полюсів $2p_m = 64$, а також при постійній підвищеній частоті обертання $n_n=125$ об/хв при постійній кількості полюсів $2p_n = 48$. Петльова полюсно-перемикальна обмотка статора для обох виконань виконується з однаковою кількістю пазів

40 $z_1 = 2p_{mi} \cdot m \cdot q_m = 64 \cdot 3 \cdot 3 = 2p_{ni} \cdot m \cdot q_n = 48 \cdot 3 \cdot 3 = 576$. Для обох виконань розміри пазів і

розміри стрижнів обмотки статора, а також статор необмотаний - однакові. Число пазів на полюс і фазу для тимчасового виконання $q_m = 3$, для постійного виконання - $q_n = 4$. Крок обмотки статора по пазах $y = 10$. Крок перемичок між полюсно-фазними зонами для тимчасового виконання $y_{m(пер)} = 9$, а для постійного виконання $y_{n(пер)} = 12$.

5 На фіг. 2 наведено фрагмент петльової полюсно-перемичальної обмотки статора тимчасового гідрогенератора з $2p_m = 64$ з кроком обмотки по пазах $y = 10$; числом пазів на полюс і фазу $q_m = 3$; із числом паралельних гілок у фазі $a_{lm} = 4$; із числом пазів статора $z_1 = 576$; з кроком міжполюсних перемичок $y_{m(пер)} = 9$, з коефіцієнтом скорочення обмотки

$$\beta_m = \frac{2_m \cdot q_m - y}{m \cdot q_m} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 3 - 10}{3 \cdot 3} = 0,889; \text{ на фіг. 3 - фрагмент петльової полюсно-}$$

10 перемичальної обмотки статора постійного гідрогенератора з $2p_n = 48$ з кроком обмотки по пазах $y = 10$; числом пазів на полюс і фазу $q_n = 4$; із числом паралельних гілок у фазі $a_{ln} = 6$; із числом пазів статора $z_1 = 576$; з кроком міжполюсних перемичок $y_{n(пер)} = 12$, з

$$\text{коефіцієнтом скорочення обмотки } \beta_n = \frac{y}{m \cdot q_n} = \frac{10}{3 \cdot 4} = 0,833.$$

15 Як приклад виконання синхронного гідрогенератора з тимчасовою і постійною частотами обертання з частотою генерованого струму $f=60$ Гц відповідно до пропонованого винаходу вибраний гідрогенератор, який експлуатується при тимчасовій зниженій частоті обертання $n_m=90$ об/хв при тимчасовій кількості полюсів $2p_m = 80$, а також при постійній підвищеній частоті обертання $n_n=120$ об/хв при постійній кількості полюсів $2p_n = 60$. Петльова полюсно-перемичальна обмотка статора для обох виконань виконується з однаковою кількістю пазів

20 $z_1 = 2p_{mi} \cdot m \cdot q_m = 80 \cdot 3 \cdot 3 = 2p_{ni} \cdot m \cdot q_n = 60 \cdot 3 \cdot 3 = 720$. Для обох виконань розміри пазів і розміри стрижнів обмотки статора, а також статор необмотаний - однакові. Число пазів на полюс і фазу для тимчасового виконання $q_m = 3$, для постійного виконання - $q_n = 4$. Крок обмотки статора по пазах $y = 10$. Крок перемичок між полюсно-фазними зонами для тимчасового виконання $y_{m(пер)} = 9$, а для постійного виконання $y_{n(пер)} = 12$.

25

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Статор трифазного синхронного гідрогенератора з полюсно-перемичальною обмоткою, призначеного для двох режимних періодів експлуатації з різною частотою обертання: на

30 першому тимчасовому періоді при початковому накопиченні мінімального рівня (напору) води у верхньому б'єфі греблі на гідроелектростанції, що вводиться знову, при первинному заповненні водосховища з тимчасовою номінальною частотою обертання ($n_m = \frac{60 \cdot f}{p_m}$) при тимчасовій

кількості полюсів $2p_m$ і при зниженій потужності, і на другому постійному періоді при повному (проектному) накопиченні розрахункового рівня (напору) води у верхньому б'єфі греблі на стадії

35 остаточного введення гідроагрегатів електростанції з постійною підвищеною номінальною частотою обертання ($n_n = \frac{60 \cdot f}{p_n}$) при тимчасовій кількості полюсів $2p_n$ при повній проектній

потужності, при частоті змінного струму $f=50$ Гц або $f=60$ Гц із співвідношенням $\frac{n_{mi}}{n_{ni}} = \frac{3}{4} = 0,75$ для всіх нижченаведених пар виконань гідрогенераторів зі співвідношенням

кількості полюсів $\frac{2p_{mi}}{2p_{ni}} = \frac{8i}{6i}$ (де $i=1,2,3,...,15$ проста цифрова послідовність від 1 до 15), що

40 містить корпус статора, шихтоване осердя статора з пазами для укладання в них стрижнів обмотки, стрижневу петльову обмотку зі стрижнями, укладеними в пази осердя статора, полюсно-фазні з'єднувальні шини (перемички), кінцеві виводи фаз (паралельних гілок фаз) з

- числом пазів на полюс і фазу для виконання з тимчасовою частотою обертання $q_m = 3$ і з числом пазів на полюс і фазу для виконання з постійною частотою обертання $q_n = 4$, який **відрізняється** тим, що для кожної пари виконань гідрогенератора (для тимчасової та постійної експлуатації) в статорі застосована полюсно-перемикальна обмотка з однаковими розмірами пазів, з однаковими розмірами стрижнів обмотки, з однаковою кількістю пазів, яка дорівнює $z_i = 2p_{mi} \cdot m \cdot q_m = 2p_{ni} \cdot m \cdot q_n$ (де $m = 3$ число фаз обмотки статора), з однаковим кроком обмотки по пазах статора, рівним $y = 10$, так що для тимчасового виконання утворена схема обмотки з подовженням кроку обмотки, яке дорівнює $\beta_m = \frac{y}{m \cdot q_m} = \frac{10}{3 \cdot 3} = 1,111$ (при відповідному еквівалентному коефіцієнті скорочення $\beta_m = \frac{2m \cdot q_m - y}{m \cdot q_m} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 3 - 10}{3 \cdot 3} = 0,889$) з кроком по пазах переминок, що з'єднують полюсно-фазні зони, $y_{m(пер)} = m \cdot q_m = 3 \cdot 3 = 9$, а для постійного виконання утворена схема обмотки зі скороченням кроку обмотки, яке дорівнює $\beta_n = \frac{y}{m \cdot q_n} = \frac{10}{3 \cdot 4} = 0,833$, з кроком по пазах переминок, що з'єднують полюсно-фазні зони, $y_{n(пер)} = m \cdot q_n = 3 \cdot 4 = 12$, при цьому при реконструкції гідрогенератора для зміни частоти обертання з тимчасової $n_m = \frac{60 \cdot f}{p_m}$ на постійну $n_n = \frac{60 \cdot f}{p_n}$ (з використанням одного із способів змінення тимчасового числа полюсів ротора $2p_m$ на постійне число полюсів $2p_n$) виконана модернізація обмотки статора з заміною (перепаяванням) тільки переминок між полюсно-фазними зонами (групами) стрижнів з кроком по пазах статора $y_{m(пер)} = m \cdot q_m = 3 \cdot 3 = 9$ на нові перемички з кроком по пазах статора $y_{n(пер)} = m \cdot q_n = 3 \cdot 4 = 12$.

i	$2p_m$ (8i)	$2p_n$ (6i)	p_m , об/хв	p_n , об/хв	q_m	q_n	z_i	$y_{m(пер)}$	$y_{n(пер)}$
			$f=50$ Гц ($f=60$ Гц)	$f=50$ Гц ($f=60$ Гц)					
1	8	6	750(900)	1000(1200)	3	4	72	9	12
2	16	12	375(450)	500(600)	3	4	144	9	12
3	24	18	250(300)	333(400)	3	4	216	9	12
4	32	24	187,5(225)	250(300)	3	4	288	9	12
5	40	30	150(180)	200(240)	3	4	360	9	12
6	48	36	125(150)	166,7(200)	3	4	432	9	12
7	56	42	107,1(128,6)	142,9(171,4)	3	4	504	9	12
8	64	48	93,8(112,5)	125(150)	3	4	576	9	12
9	72	54	83,3(100)	111,1(133,3)	3	4	648	9	12
10	80	60	75(90)	100(120)	3	4	720	9	12
11	88	66	68,2(81,8)	90,9(109,1)	3	4	792	9	12
12	96	72	62,5(75)	83,3(100)	3	4	864	9	12
13	104	78	57,7(69,2)	76,9(92,3)	3	4	936	9	12
14	112	84	53,6(64,3)	71,4(85,7)	3	4	1008	9	12
15	120	90	50(60)	66,7(80)	3	4	1080	9	12

Фіг. 1.

Примітка 1: В таблиці наведені обмоточні параметри петльових полюсно-перемикаємих обмоток статорів для пар виконань гідрогенераторів з числом полюсів 8і6і для тимчасових і постійних режимів роботи з відмінними частотами обертання.

Примітка 2: У дужках наведені частоти обертання при частоті генеруємого струму $f = 60$ Гц.

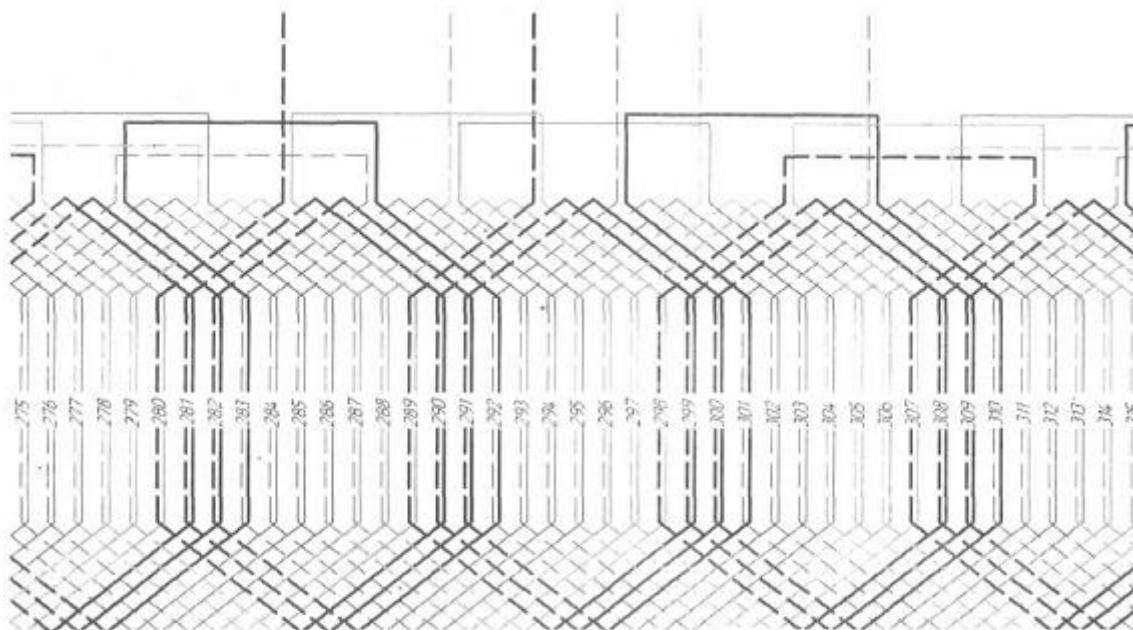


Fig. 2

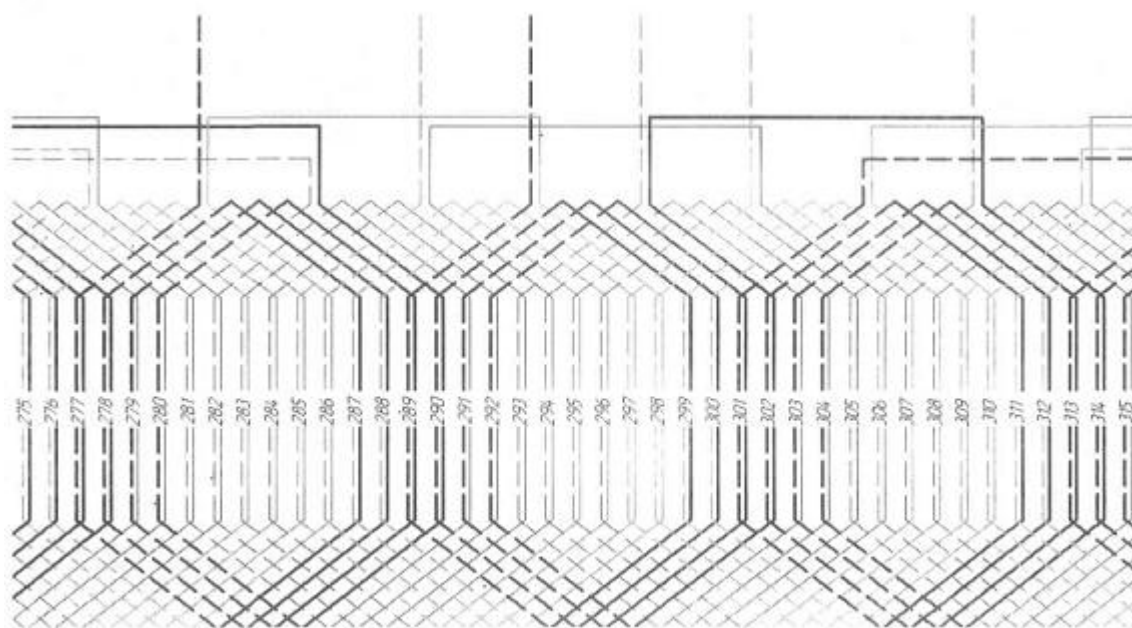


Fig. 3

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601