

Винахід стосується гідравлічних агрегатів для генерування електричної енергії (гідравлічна осьова пропелерна турбіна, суміщена з електричним генератором) або для перекачування води або іншої рідини (осьовий пропелерний насос, суміщений із привідним електродвигуном).

Відомий електрогідравлічний прямоточний агрегат, описаний у книзі "Бернштейн Л.Б. Прямоточные и погруженные гидроагрегаты. Москва, 1962" (стор. 8-34, фіг.4, 8, 9, 10, 24) з посиланням на патенти США №1485186 і №1562556, видані у Чикаго в 1924 і 1925 роках, що містить електричну синхронну машину з якірною обмоткою і обмоткою збудження і турбінне (насосне) колесо пропелерного типу, причому лопаті турбінного (насосного) колеса пропелерного типу розміщені всередині ротора електричної синхронної машини і служать спицями ротора електричної синхронної машини.

Відомий електрогідравлічний прямоточний агрегат побудований на основі класичної синхронної машини, у якій як на роторі, так і на статорі розміщені обмотки (звичайно на статорі розміщена якірна обмотка, а на роторі - обмотка збудження). Для захисту обмоток синхронної машини від шкідливого впливу води на зовнішньому діаметрі турбінного (насосного) пропелерного колеса влаштовують рухомі ущільнення. Ці рухомі ущільнення мають великий діаметр. Тому вони є складними, ненадійними у роботі і швидко зношуються (особливо у випадку насиченості водяного потоку абразивними піщаними частинками).

Задачею винаходу є підвищення надійності і спрощення конструкції електрогідравлічного прямоточного агрегату шляхом побудови його за конструктивною схемою, яка не вимагає влаштування рухомих ущільнень.

Вказану задачу досягають тим, що в електрогідравлічному прямоточному агрегаті, який містить електричну синхронну машину з якірною обмоткою і обмоткою збудження і турбінне (насосне) колесо пропелерного типу, причому лопаті турбінного (насосного) колеса пропелерного типу розміщені всередині ротора електричної синхронної машини і служать спицями ротора, обидві обмотки електричної синхронної машини - якірна обмотка і обмотка збудження - розміщені на статорі, причому обмотка збудження виконана в виді котушок, що мають форму кільця, співвісних з віссю обертання ротора, а між статором і безобмотковим ротором електричної синхронної машини встановлено немагнітний неелектропровідний ущільнюючий екран. Розміщення обидвох обмоток (якірної обмотки і обмотки збудження) на статорі в поєднанні з наявністю між статором і ротором немагнітного неелектропровідного ущільнюючого екрану дозволяє виконати електрогідравлічний прямоточний агрегат без рухомих ущільнень. Із усієї можливої різноманітності конструктивних схем синхронних машин, що мають розміщені на статорі обидві обмотки (якірну обмотку і обмотку збудження в виді кільцевих співвісних з віссю обертання ротора котушок), доцільно обрати конструктивну схему індукторної одноіменнопольової (гомолярної) електричної машини, зокрема індукторної одноіменнопольової двопакетної машини, у якій кільцева обмотка збудження розміщена між двома шихтованими пакетами статора, в пазах яких розміщена якірна обмотка, пакети статора розміщені в корпусі статора із феромагнітного матеріалу, а на роторі розміщені полюсні виступи із феромагнітного матеріалу. В залежності від величини полюсного кроку синхронної машини може бути доцільним один із трьох варіантів виконання якірної обмотки і полюсних виступів ротора: 1) котушки якірної обмотки є спільними для обох шихтованих пакетів статора, а полюсні виступи ротора під кожним із шихтованих пакетів статора розміщені напроти впадин під другим пакетом; 2) котушки якірної обмотки є спільними для обох шихтованих пакетів і при переході з пакету в пакет вигнуті так, що активні сторони котушки в різних пакетах взаємно зміщені на 180 електричних градусів, а полюсні виступи мають довжину, що дорівнює сумі довжин двох шихтованих пакетів статора і проміжку між ними; 3) на двох шихтованих пакетах статора розміщені дві окремі якірні обмотки, а полюсні виступи ротора мають довжину, що дорівнює сумі довжин двох шихтованих пакетів статора і проміжку між ними. Полюсні виступи ротора доцільно виконати масивними (нешихтованими). Корпус статора доцільно виконати з водяним охолодженням.

На фіг.1 зображений в поздовжньому перерізі електрогідравлічний прямоточний агрегат, на фіг.2 - елемент А фіг.1 у збільшенні, на фіг.3 - перший варіант виконання якірної обмотки і полюсних виступів ротора, на фіг.4 - другий варіант виконання якірної обмотки і полюсних виступів ротора, на фіг.5 - третій варіант виконання якірної обмотки і полюсних виступів ротора.

В прикладі виконання електрогідравлічного прямоточного агрегату за даним винаходом взаємне розміщення конструктивних елементів синхронної машини (якірної обмотки, обмотки збудження, магнітопроводів статора і ротора) відповідає конструктивній схемі відомої двопакетної індукторної одноіменнопольової (гомолярної) синхронної електричної машини (див. "Р.П. Жежерин. Индукторные генераторы. Госэнергоиздат, М - Л, 1961.", стор. 16-27. рис.1.5). Посилання на літературне джерело не є заміною описання в даній заявці.

Електрогідравлічний прямоточний агрегат містить сталевий корпус статора 1, що складається з двох половин. В кожній з половин корпусу статора закріплений шихтований пакет 2 з електротехнічної сталі. В пазах шихтованих пакетів розміщені котушки 3 якірної обмотки синхронної машини. Обмотка збудження 4 синхронної машини, яка складається з котушок кільцевої форми, співвісних із віссю обертання машини, розміщена між шихтованими пакетами 2 і закріплена в корпусі статора 1. Ротор 5 синхронної машини виконаний із сталі і має масивні (нешихтовані) полюсні виступи 6 (див. фіг.3, 4, 5), на яких немає ніяких обмоток. Ротор 5 синхронної машини закріплений на лопатях турбінного (насосного) колеса 7 пропелерного типу. Таким чином, лопаті турбінного (насосного) колеса служать спицями для ротора 5 синхронної машини, ротор 5 синхронної машини разом із турбінним (насосним) колесом 7 встановлений на двох радіальних підшипниках 8. В осьовому напрямі ротор 5 зафіксований упорним підшипником 9. Між ротором і статором синхронної машини встановлений ущільнюючий екран 10 у формі циліндра з немагнітного неелектропровідного матеріалу (наприклад, з вініласту), котрий по своєму зовнішньому діаметру прилягає до шихтованих пакетів 2 і бокових щитів 11, котрі виготовлені із немагнітного матеріалу (наприклад, із алюмінієвого сплаву). По своєму внутрішньому діаметру ущільнюючий екран 10 прилягає до вхідного патрубку 12 і вихідного патрубку 13. Місця прилягання ущільнюючого екрану 10 до бокових щитів 11 і вхідного і вихідного патрубків 12, 13 додатково ущільнені за допомогою гумових ущільнюючих кілець 14 (див. фіг.2). У вхідному патрубку 12 закріплений конфузор 15, а у вихідному патрубку 13 закріплений дифузор 16. У конфузорі 15 можуть бути розміщені лопатки напрямного апарату (звичайно, у випадку

турбінного електрогідравлічного агрегату). У дифузорі можуть бути розміщені лопатки випрямного апарату (звичайно, у випадку насосного електрогідравлічного агрегату). Радіальні підшипники 8 і упорний підшипник 9 закріплені при допомозі радіальних розпірок 17 у трубчастих статорах 18, які є частиною водяного тракту. Вкладиші радіальних підшипників 8 і упорного підшипника 9 виконані із гуми.

Можливі три варіанти виконання якірної обмотки і полюсних виступів ротора: а) виконання за фіг.3, коли кожна котушка 3 якірної обмотки є спільною для обох шихтованих пакетів статора, а полюсні виступи 6 під кожним з шихтованих пакетів статора розміщені напроти впадин під другим пакетом; б) виконання за фіг.4, коли кожна котушка 3 якірної обмотки є спільною для обох шихтованих пакетів і при переході з пакету в пакет вигнута так, що активні сторони котушки в різних пакетах взаємно зміщені на 180 електричних градусів, а полюсні виступи мають довжину, що дорівнює сумі довжин двох шихтованих пакетів статора і проміжку між ними; в) виконання за фіг.5, коли кожна котушка 3 належить тільки одному шихтованому пакету, і на двох шихтованих пакетах розміщені дві окремі якірні обмотки, а полюсні виступи мають довжину, що дорівнює сумі довжин двох шихтованих пакетів і проміжку між ними.

Вибір одного з трьох виконань якірної обмотки і полюсних виступів ротора залежить в основному від величини полюсного кроку: при відносно великій величині полюсного кроку доцільним є виконання за фіг.3, при відносно малій величині полюсного кроку доцільним є виконання за фіг.5, при проміжних величинах полюсного кроку - за фіг.4. Зокрема, на основному рисунку (фіг.1) відображено виконання котушок якірної обмотки і полюсних виступів ротора за фіг.3.

Проміжки між полюсними виступами ротора заповнені пластмасою 19 (наприклад, поліуретаном) для надання поверхні ротора гладкості (див. фіг.1) з метою зменшення втрат від обертання в рідині.

До обох половин корпусу статора 1 приварені водяні охолоджувальні камери 20 для відведення теплових втрат, що утворюються в обмотках і шихтованих пакетах 2.

Роботу електрогідравлічного прямоточного агрегату розглянемо окремо для турбінного і насосного агрегату.

В турбінному електрогідравлічному прямоточному агрегаті вода під напором, що дорівнює різниці рівнів в верхньому і нижньому б'єфі гідроелектростанції, поступає через напрямний апарат, що розміщений в конфузорі 15 на турбінне колесо пропелерного типу 7, приводить його в обертання, а разом із ним ротор 5 синхронної електричної машини, яка працює в режимі генератора. Обмотка збудження 4, що живиться постійним струмом, створює в магнітопроводі синхронної машини магнітний потік, протікання якого показано на фіг.1. При цьому в кожній точці масивного магнітопроводу ротора 5 (в тому числі і в полюсних виступах 6) і корпусу статора 1 магнітна індукція є постійною. Щодо шихтованих пакетів 2, то в них магнітне поле при обертанні турбінного колеса є змінним, і в якірній обмотці наводиться змінна електрорушійна сила, частота якої дорівнює

$$f = \frac{pn}{60} \text{ (Гц)}$$

де  $p$  - кількість полюсних виступів під одним шихтованим пакетом,  $n$  - частота обертання ротора в об/хв.

Зазначимо, що при виконанні полюсних виступів за фіг.4, 5 у них постійний магнітний потік проходить не тільки у радіальному, але і в осьовому напрямі, що дає змогу значно зменшити масу ротора.

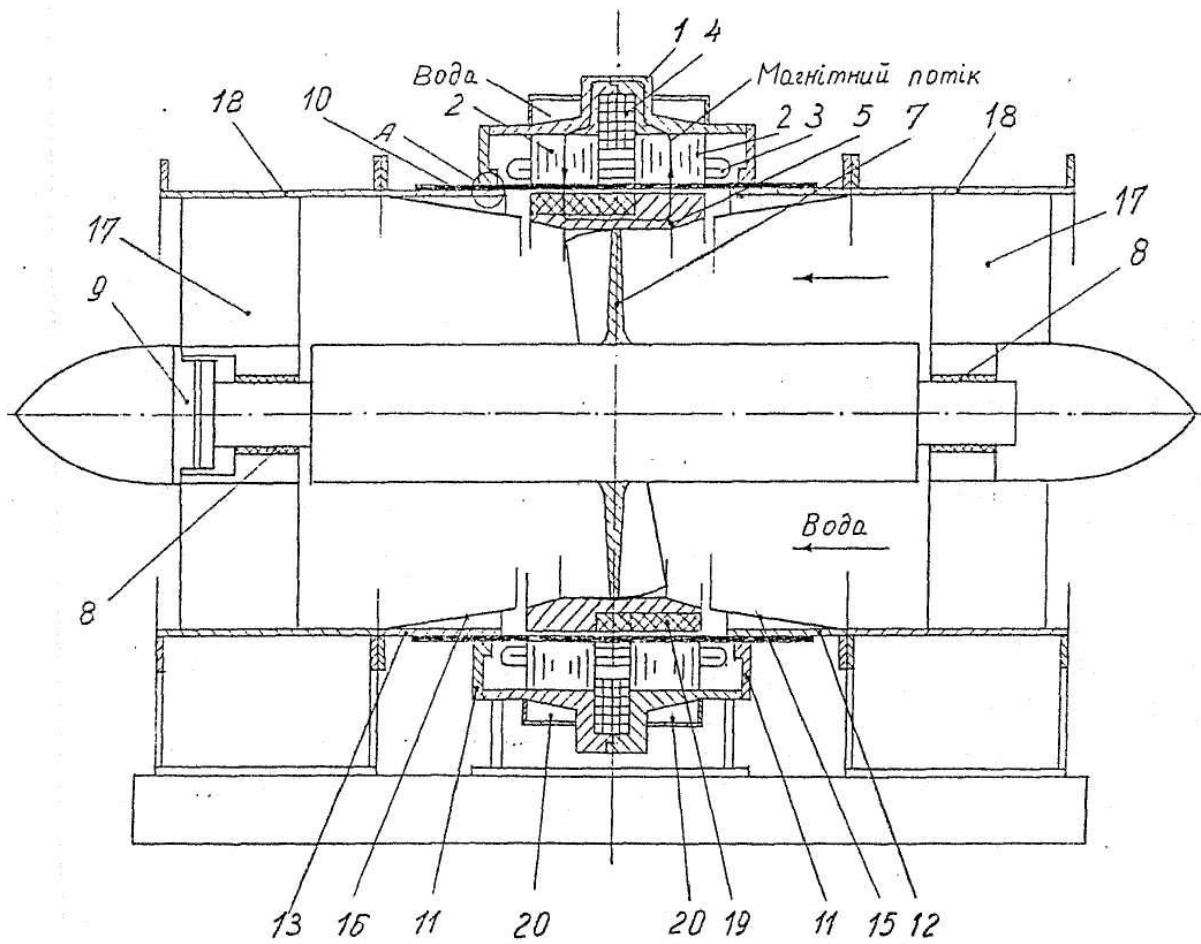
Оскільки котушки обмотки збудження 4 є спільними для усіх полюсів синхронної електричної машини, то проміжок між ротором і статором може бути достатньо великим, і не виникає істотних проблем щодо розміщення в ньому ущільнюючого немагнітного неелектропровідного екрану 10 достатньої товщини (коло 5мм). При цьому одержуємо зовсім прийнятну величину намагнічуючої сили обмотки збудження і прийнятні розміри обмотки збудження для проведення через повітряний проміжок магнітного потоку необхідної величини.

Ущільнюючий екран 10 герметично відокремлює обмотки синхронної машини (обмотку якоря і обмотку збудження) від водяного потоку. Безобмотковий ротор 5 синхронної індукторної машини обертається як одне ціле з турбінним колесом у водяному потоці. Таким чином, на відміну від існуючого електрогідравлічного турбінного агрегату, в агрегаті за даним винаходом повністю відсутні будь-які рухомі ущільнення. Змащування підшипників з гумовими вкладишами відбувається водою.

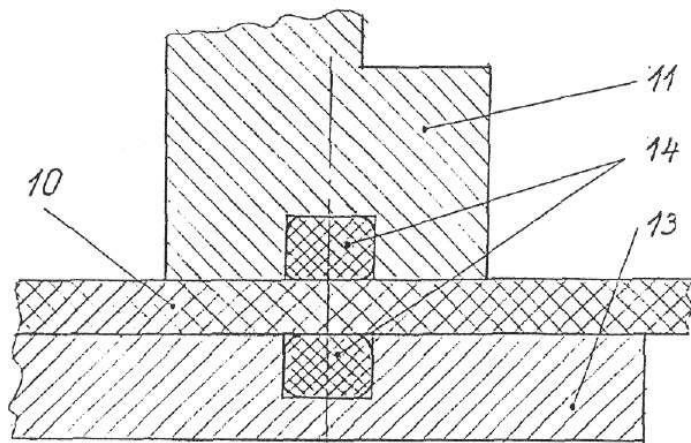
Через камери 20 пропускається вода, яка відводить теплові втрати у обмотках і шихтованих пакетах синхронного генератора.

У насосному електрогідравлічному прямоточному агрегаті до якірної обмотки синхронної машини підводиться трифазна напруга змінного струму. Двопакетна індукторна одноіменнопольосна синхронна електрична машина працює в режимі двигуна і приводить у рух разом із своїм ротором насосне колесо пропелерного типу 7, що, в свою чергу, викликає переміщення води (або іншої рідини) через насос. Розміщений у дифузорі 15 випрямний апарат сприяє зменшенню втрат насосного агрегату на закручування водяного потоку.

На відміну від відомого електрогідравлічного прямоточного агрегату, де на роторі розміщені обмотки синхронної машини, що вимагає їх відокремлення від водного середовища шляхом влаштування на зовнішньому діаметрі турбінного колеса рухомих ущільнень, у електрогідравлічному прямоточному агрегаті за даним винаходом ротор є безобмотковим, він обертається у воді, а статор відокремлений від водного середовища ущільнюючим екраном 10. Тому у агрегаті за даним винаходом відсутні будь-які рухомі ущільнення, що спрощує конструкцію агрегату і значно підвищує його надійність. Електрогідравлічний агрегат за даним винаходом може бути повністю зануреним у воду (як у турбінному, так і у насосному виконанні), що приводить до значного спрощення конструкції гідроелектростанцій і насосних станцій на його основі.



Фіг. 1



Фіг. 2

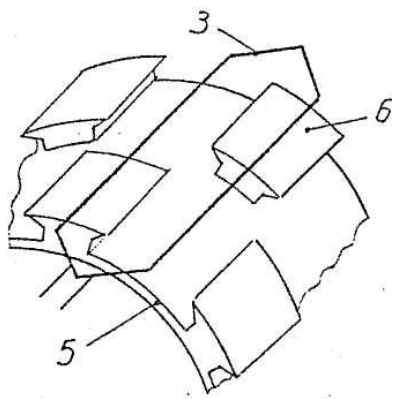


Fig. 3

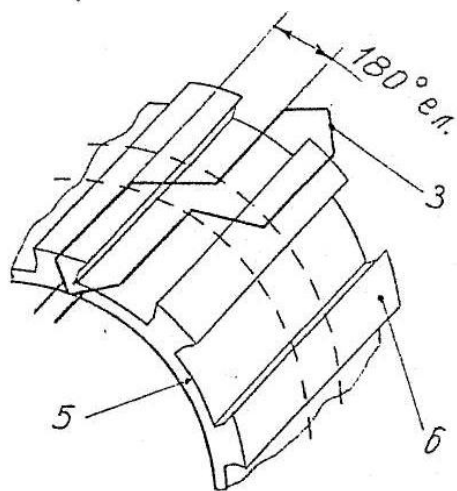


Fig. 4

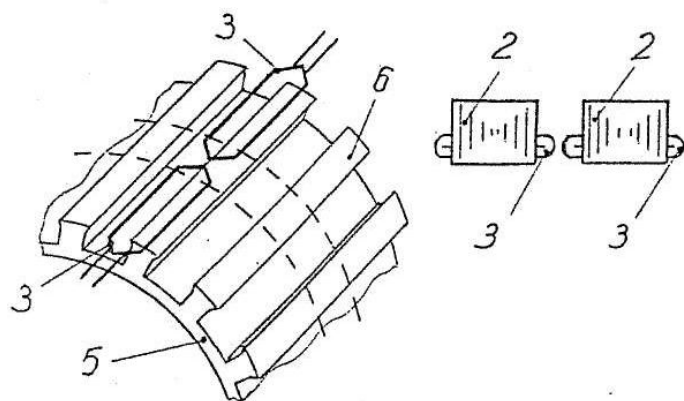


Fig. 5