

1. Насос (100) охолоджувальної рідини для установки для виробництва ядерної енергії, який містить:

корпус (102), що містить сальникову коробку (113);

ущільнювальний вузол (116), що містить канал ступінчатого потоку, який визначає першу та другу камери (130, 132) ущільнення;

роторний вузол (142), що прокачує охолоджувальну рідину через сальникову коробку, причому роторний вузол містить щонайменше одну поверхню (143, 146) прискорення, де рідина, що проходить по каналу ступінчатого потоку, прискорюється щонайменше однією зазначеною поверхнею прискорення;

перший і другий ступені (120-1, 120-2) ущільнення в зазначеній першій і другій камерах (130, 132) ущільнення, кожна з яких містить ущільнювальний елемент (128) статора й ущільнювальний елемент (126) ротора, причому зазначений ущільнювальний елемент статора і зазначений ущільнювальний елемент ротора виконані з можливістю притиснення один до одного з метою утворення ущільнення на ущільнювальному інтерфейсі, визначеному між зазначеним ущільнювальним елементом статора і зазначеним ущільнювальним елементом ротора;

впускний канал для подачі охолоджувальної рідини у зазначений канал ступінчатого потоку і повз зазначену щонайменше одну поверхню (143, 146) прискорення;

причому зазначений ущільнювальний елемент статора і зазначений ущільнювальний елемент ротора виконані з можливістю теплового розширення;

причому перше і друге кільця (160-1, 160-2) контролю розширення обмежують розширення зазначеного ущільнювального елемента ротора, і причому зазначене перше і друге кільця контролю розширення виконані з можливістю обмеження розширення зазначеного ущільнювального елемента ротора нижче порогової температури,

причому зазначене перше кільце (160-1) контролю розширення виконане з можливістю розширення, не контактуючи із зазначеним ущільнювальним елементом ротора за нижчої температури, ніж зазначене друге кільце (160-2) контролю розширення.

2. Насос охолоджувальної рідини за п. 1, який **відрізняється** тим, що зазначені перша і друга камери ущільнення визначають відповідні шляхи потоку, що межують з компонентами зазначеного роторного вузла (142), та в якому зазначені шляхи потоку мають однакову довжину.

3. Насос охолоджувальної рідини за п. 2, який **відрізняється** тим, що містить роторний вузол (142), розміщений в кожній із зазначених першій і другій камерах ущільнення, відповідно, причому кожен зазначений роторний вузол (142) містить щонайменше одну поверхню

прискорення.

4. Насос охолоджувальної рідини за п. 3, який **відрізняється** тим, що кожен зазначений роторний вузол (142) містить множину поверхонь прискорення з множиною поверхневих елементів, виконаних з можливістю збільшення швидкості рідини.

5. Насос охолоджувальної рідини за будь-яким із пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що зазначений впускний канал розміщений радіально.

6. Насос охолоджувальної рідини за будь-яким із пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що зазначений канал ступінчатого потоку розміщений в осьовому напрямку паралельно осі привідного вала зазначеного насоса.

7. Насос охолоджувальної рідини за п. 1, який **відрізняється** тим, що порогова температура є вищою, ніж діапазон робочих температур.

8. Насос охолоджувальної рідини за будь-яким із пп. 1-7, який **відрізняється** тим, що зазначені перша і друга камери ущільнення мають відповідну геометрію з метою контролю швидкості рідини або динамічного тиску поблизу їх відповідних ступенів ущільнення.

9. Спосіб ущільнення насоса в установці для виробництва ядерної енергії, причому спосіб включає етапи, на яких:

направляють рідину під тиском через першу секцію каналу (117) ступінчатого потоку в напрямку до першого ущільнення;

збільшують кутову швидкість рідини під тиском, коли вона протікає через зазначений канал ступінчатого потоку шляхом руху роторного вузла (142) зазначеного насоса;

направляють рідину під тиском через другу секцію зазначеного каналу ступінчатого потоку в напрямку до другого ущільнення, причому кожне з першого і другого ущільнень містить ущільнювальний елемент статора й ущільнювальний елемент ротора, причому зазначений ущільнювальний елемент ротора містить перше і друге кільця (160-1, 160-2) контролю розширення, що обмежує розширення зазначеного ущільнювального елемента ротора, причому зазначене перше кільце (160-1) контролю розширення виконане з можливістю розширення, не контактуючи із зазначеним ущільнювальним елементом ротора за нижчої температури, ніж зазначене друге кільце (160-2) контролю розширення,

обмежують теплове розширення зазначеного ущільнювального елемента ротора нижче порогової температури за допомогою першого і другого кілець контролю розширення;

від'єднують перше кільце контролю розширення від зазначеного ущільнювального елемента ротора перед другим кільцем контролю розширення у відповідь на підвищення температури рідини вище зазначеної порогової температури через взаємно різні коефіцієнти розширення першого і другого кілець контролю розширення.

10. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що зазначене збільшення зазначеної швидкості включає направлення зазначеної рідини під тиском на щонайменше одну поверхню (143, 146) прискорення зазначеного роторного вузла (142).

11. Спосіб за п. 10, який **відрізняється** тим, що включає збільшення зазначеної кутової швидкості у зазначеній другій секції зазначеного каналу ступінчатого потоку шляхом направлення зазначеної рідини під тиском на щонайменше одну зазначену поверхню прискорення зазначеного роторного вузла (142).

12. Спосіб за будь-яким із пп. 9-10, який **відрізняється** тим, що зазначений канал ступінчатого потоку розміщений, в основному, в осьовому напрямку паралельно осі привідного вала (108) зазначеного насоса.

13. Спосіб за будь-яким із пп. 9-11, який **відрізняється** тим, що включає направлення зазначеної рідини під тиском у зазначений канал ступінчатого потоку через радіально розміщений впускний канал (145).

14. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що зазначена порогова температура є вищою, ніж діапазон робочих температур.

15. Спосіб за будь-яким із пп. 9-14, який **відрізняється** тим, що включає направлення рідини під тиском через третю секцію зазначеного каналу ступінчатого потоку в напрямку до третього ущільнення.

16. Ущільнювальний вузол (116) насоса (100) для установки для виробництва ядерної енергії, який містить:

сальникову коробку (113) для кріплення до корпусу (102) насоса;

канал ступінчатого потоку у сальниковій коробці сальника, що визначає першу і другу камери (130, 132) ущільнення;

роторний вузол (142), що прокачує охолоджувальну рідину через сальникову коробку, причому роторний вузол містить щонайменше одну поверхню прискорення, де рідина, що проходить по каналу ступінчатого потоку, прискорюється щонайменше однією зазначеною поверхнею (143, 146) прискорення; і

перший і другий ступені (120-1, 120-2) ущільнення в першій і другій камерах (130, 132) ущільнення, кожна з яких містить ущільнювальний елемент (128) статора й ущільнювальний елемент (126) ротора, причому зазначений ущільнювальний елемент статора і зазначений ущільнювальний елемент ротора виконані з можливістю притиснення один до одного з метою утворення ущільнення на ущільнювальному інтерфейсі, визначеному між зазначеним ущільнювальним елементом статора і зазначеним ущільнювальним елементом ротора;

впускний канал (145) для подачі охолоджувальної рідини у зазначений канал ступінчатого

потоків і повз зазначену щонайменше одну поверхню (143, 146) прискорення, причому зазначений ущільнювальний елемент статора і зазначений ущільнювальний елемент ротора виконані з можливістю теплового розширення;

причому перше і друге кільця контролю розширення обмежують розширення зазначеного ущільнювального елемента ротора, і причому зазначене перше і друге кільця контролю розширення виконані з можливістю обмеження розширення зазначеного ущільнювального елемента ротора нижче порогової температури,

причому зазначене перше кільце контролю розширення виконане з можливістю розширення, не контактуючи із зазначеним ущільнювальним елементом ротора за нижчої температури, ніж зазначене друге кільце контролю розширення.

17. Ущільнювальний вузол (116) за п. 16, який **відрізняється** тим, що зазначені перша і друга камери (130, 132) ущільнення визначають відповідні шляхи потоку, що межують з компонентами зазначеного роторного вузла (142), та в якому зазначені шляхи потоку мають однакову довжину.

18. Ущільнювальний вузол (116) за п. 17, який **відрізняється** тим, що містить зазначений роторний вузол (142), розміщений в кожній із зазначених першій і другій камерах (130, 132) ущільнення, відповідно, причому кожен зазначений роторний вузол містить щонайменше одну поверхню (143, 146) прискорення.

19. Ущільнювальний вузол (116) за п. 18, який **відрізняється** тим, що кожен зазначений роторний вузол (142) містить множину поверхонь (143, 146) прискорення з множиною поверхневих елементів, виконаних з можливістю збільшення швидкості рідини.

20. Ущільнювальний вузол (116) за будь-яким із пп. 16-19, який **відрізняється** тим, що зазначений впускний канал (145) розміщений радіально.

21. Ущільнювальний вузол (116) за будь-яким із пп. 16-20, який **відрізняється** тим, що зазначений канал ступінчатого потоку розміщений в осьовому напрямку паралельно осі приводного вала зазначеного насоса (100).

22. Ущільнювальний вузол (116) за п. 16, який **відрізняється** тим, що порогова температура є вищою, ніж діапазон робочих температур.

23. Ущільнювальний вузол (116) за будь-яким із пп. 16-22, який **відрізняється** тим, що зазначені перша і друга камери (130, 132) ущільнення мають відповідну геометрію з метою контролю швидкості рідини або динамічного тиску поблизу їх зазначених ступенів (120-1, 120-2) ущільнення.