Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0822U100227

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 14-01-2022

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чжоу Сяолун ...

2. Zhou Xiaolong

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 143

Назва наукової спеціальності: Електрична інженерія. Атомна енергетика

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 31-12-2021

Спеціальність за освітою: Атомна енергетика

Місце роботи здобувача: Державний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, буд. 1, м. Одеса, Одеська обл., 65044, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 41.052.033

Повне найменування юридичної особи: Державний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, буд. 1, м. Одеса, Одеська обл., 65044, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Державний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, буд. 1, м. Одеса, Одеська обл., 65044, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 44.33.29

Тема дисертації:

1. Удосконалення методики розрахунку прямоточного парогенератору для АЕС малої потужності.

2. Improving the method of calculating a once-through steam generator for low-power NPPs.

Реферат/анотація:

1. Сьогодні дуже велике значення у світі приділяється розвитку атомних станцій малої потужності (АСМП). Україна зі своїм великим машинобудівним потенціалом має зайняти достойне місце серед виробників необхідного для АСМП обладнання. Одним з основних елементів реакторної установки (РУ) є парогенератор (ПГ). В роботі виконано аналіз стану розробки АСМП, існуючих конструкцій ПГ. З аналізу використаних конструкцій ПГ зроблено висновок, що найбільш прийнятним є ПГ з коаксіальними змійовиками. У якості матеріалу теплообмінних трубок використовуються титанові сплави. За прототип конструкції вибрано вертикальний ПГ з перегрівом пари, що використовується у ядерній енергетичній установці КЛТ-40С. Запропоновано конструкцію ПГ, яка не має недоліків прямоточних ПГ та дозволяє здійснювати продувку, яка суттєво спрощує водно-хімічний режим. Проведено розрахункове співставлення різних схем паротурбінних установок, яке показало підвищення абсолютного електричного ККД з ускладненням теплової схеми за рахунок використання регенеративних підігрівачів, проміжного сепаратору та перегрівача пари. Показано, що кожний захід приводить до підвищення ККД приблизно на 1 %. Розроблено методику техніко-

економічного розрахунку ПГ. Для оптимізації за критерієм мінімуму приведених витрат необхідно визначити вартість ПГ та витрати електроенергії на циркуляцію теплоносія та робочого тіла через нього. Для визначення вартості розроблено конструкційний розрахунок ПГ, а саме розмірів основних його елементів: теплообмінних трубок (ТОТ), циліндричної частини, кришки, днища та патрубку корпусу. Показано, що розглянута конструкція має певні особливості, а саме для визначення основних розмірів треба задавати п'ять параметрів, замість чотирьох для решти теплообмінних апаратів: діаметр ТОТ, крок розташування ТОТ у вертикальному та горизонтальному напрямках, швидкість живильної води в ТОТ та швидкість теплоносія у міжтрубному просторі. Останній параметр визначає кількість рядів концентричних змієвиків, які складають площу теплообміну. При розробці алгоритму теплового розрахунку проаналізовані різні формули для визначення коефіцієнтів тепловіддачі при поперечному обтіканні теплоносієм горизонтальних змієвиків та при протіканні робочого тіла в теплообмінних трубках на п'яти ділянках теплообміну. Проведено варіантні розрахунки для визначення впливу основних конструктивних параметрів на площу теплообміну ПГ. Розроблено методику гідравлічного розрахунку теплообмінної поверхні та ділянок до та після поверхні теплообміну у ПГ. Проведено варіантні розрахунки для визначення впливу конструктивних параметрів на гідравлічний опір парогенератору. Досліджено умови, які забезпечують гідравлічну стійкість роботи прямоточного парогенератору. Проведено аналіз математичної моделі, яка пояснює виникнення гідравлічної нестійкості в каналі з двофазним робочим тілом. Зроблено фізичне пояснення використання дросельної шайби на вхідній ділянці для запобігання виникнення нестійкості. Показано, що додатковий опір може бути забезпечений певними розмірами живильної трубки, яка підводить воду до теплообмінної трубки. В результаті аналізу умови досягнення гідравлічної стійкості виявлено недостатню визначеність цієї нерівності. Запропоновано визначати додатковий опір через врахування можливого відхилення розмірів теплообмінних труб, які серед розглянутих параметрів, найбільше впливають на розрахунковий гідравлічний опір ТОТ. Проведено оптимізацію основних конструктивних параметрів прямоточного ПГ. При розрахунку вартості ПГ було враховано витрати на зварювання ТОТ. Це дозволили визначити оптимальний діаметр ТОТ за мінімумом приведених витрат. Оптимальна швидкість живильної води на вході в ТОТ дорівнює 0.71 м/с. Визначено, що товщина кільцевого зазору між корпусом та шахтою для проходу теплоносія визначається з умови мінімуму гідравлічного опору при виході теплоносія з патрубку.

2. Today, the world attaches great importance to the development of low-power nuclear power plants (NPPs). Ukraine with a large machine-building potential should take its rightful place among the manufacturers of equipment necessary for AIPS. One of the main elements of a reactor plant (RP) is a steam generator (SG). The paper analyzes the state of development of low-power NPPs, existing structures of SGs. From the analysis of the used SG designs, it was concluded that the most acceptable is the SG with coaxial coils. Titanium alloys are used as the material for the heat exchange tubes. A vertical steam generator with steam superheating used in the KLT-40S NPP was chosen as a prototype of the design. The proposed design of SG does not have the drawbacks of direct-flow SG and allows for blowing, which greatly simplifies the water-chemical regime. A computational comparison of different schemes of steam turbine plants was carried out, which showed an increase in the absolute electrical efficiency with a complication of the thermal scheme due to the use of regenerative heaters, an intermediate separator and a steam superheater. It is shown that each measure leads to an increase in efficiency by about 1%. The technique of technical and economic calculation of SG has been developed. To optimize according to the criterion of the minimum of the reduced costs, it is necessary to determine the cost of the SG and the energy consumption for the circulation of the coolant and the working fluid through it. To determine the cost, a structural calculation of the SG has been developed, namely, the dimensions of its main elements: heat exchange tubes (HET), cylindrical part, cover, bottom and housing branch pipe. It is shown that the design under consideration has certain features, namely, to determine the main dimensions, it is necessary to set five parameters, instead of four for the rest of the heat exchangers: the HET diameter, the HET positioning step in the vertical and horizontal directions, the feed water velocity in the HET and the coolant velocity in the annular space. The last parameter determines the number of rows of concentric coils that make up the heat transfer area. When developing an algorithm for thermal calculation, various formulas for determining the heat transfer coefficients were analyzed

for the transverse flow of the coolant around horizontal coils and for the flow of the working fluid in the heat exchange tubes at five heat transfer sections. Variant calculations were carried out to determine the influence of the main design parameters on the SG heat exchange area. A method has been developed for the hydraulic calculation of the heat-exchange surface and areas before and after the heat-exchange surface in the SG. Variant calculations have been made to determine the effect of design parameters on the hydraulic resistance of the steam generator. The conditions that ensure the hydraulic stability of the operation of a once-through steam generator (OTSG) have been investigated. The analysis of the mathematical model that explains the occurrence of hydraulic instability in a channel with a two-phase working fluid is carried out. A physical explanation is made for the use of a throttling washer in the inlet section to prevent instability from occurring. It is shown that additional resistance can be provided by certain dimensions of the feed tube supplying water to the HET. As a result of the analysis of the conditions for achieving hydraulic stability, an insufficient certainty of this inequality was revealed. It is proposed to determine the additional resistance, taking into account the possible deviation of the dimensions of the HETs, which among the considered parameters most affect the calculated hydraulic resistance of the HET. Optimization of the main design parameters of the OTSG was carried out. When calculating the cost of the SG, the costs of welding HET were taken into account. This made it possible to determine the optimal diameter of the HET based on the minimum of the reduced costs. The optimal speed of the feed water at the inlet to the HET is 0.71 m / s. It was determined that the thickness of the annular gap between the casing and the shaft for the passage of the coolant is determined from the condition of the minimum hydraulic resistance when the coolant leaves the nozzle.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кравченко Володимир Петрович
2. Kravchenko Volodymyr P.

Кваліфікація: д. т. н., 05.14.14

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тітлов Олександр Сергійович
2. Titlov Oleksander S.

Кваліфікація: д. т. н., 05.05.14

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Запорожан Владислав Володимирович
2. Zaporozhan Vladyslav V.

Кваліфікація: к. т. н., 05.14.14

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Скалозубов Володимир Іванович

2. Skalozubov Volodymyr I.

Кваліфікація: д. т. н., 05.14.14

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чулкін Олег Олександрович

2. Chulkin Oleh O.

Кваліфікація: к. т. н., 05.14.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Дубковський В'ячеслав Олександрович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Дубковський В'ячеслав Олександрович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

Юрченко Т.А.