# **3. Лексические и грамматические трудности**

Для анализа лексических и грамматических трудностей перевода возьмем часть исходного текста (см. прил. 1): стр. 19-28. Анализ лексических и грамматических проблем при переводе представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Лексические и грамматические трудности перевода

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Исходный текст с обозначенными в нем трудностями | Перечень трудностей | Перевод |
| **9.2.1 OPEN CYCLE GAS TURBINE POWER PLANT**  A simple open cycle[1] gas turbine consists of a compressor, combustion chamber[2] and a turbine as shown in Fig. 9.1. The compressor[3] takes in ambient air[4] and raises its pressure. Heat is added to the air in combustion chamber[7] by burning the fuel and raises its temperature.  The heated gases coming out[6] of combustion chamber are then passed to the turbine where it expands doing mechanical work. Part of the power developed[8] by the turbine is utilized in driving the compressor and other accessories and remaining is used for power generation. Since ambient[9] air enters into the compressor and gases coming out[12] of turbine are exhausted into the atmosphere, the working medium must[20] be replaced continuously. This type of cycle is known as open cycle[18] gas turbine[22] plant[23] and is mainly used in majority of gas turbine[15] power plants as it has many inherent advantages.   1. **Advantages**   1. **Warm-up time**[25]**.** Once the turbine is brought up to the rated speed[19] by the starting motor[21] and the  fuel is ignited, the gas turbine will be[26] accelerated from cold start to full load without warm-up time.  2. **Low weight and size.** The weight in kg per kW developed is less.  3. **Fuels.** Almost any hydrocarbon fuel from high-octane gasoline to heavy diesel oils can[32] be used in the combustion chamber.  4. Open cycle plants occupy comparatively little space.  5. The stipulation of a quick start and take-up of load frequently are the points in favour of open cycle[37] plant when the plant is used as[42] peak load plant.  6. Component or auxiliary refinements can usually be varied to improve the thermal efficiency and give the most economical overall cost for the plant load factors and other operating[38] conditions envisaged.  7. Open-cycle gas turbine[40] power plant, except those having an intercooler[44], does not require[50] cool- ing[41] water. Therefore, the plant is independent of cooling[62] medium and becomes self-contained[46].  **(B) Disadvantages**  1. The part load efficiency[52] of the open cycle plant decreases rapidly as[48] the considerable percent- age of power developed by the turbine is used to drive the compressor.  2. The system[63] is sensitive to the component efficiency; particularly that of compressor. The open cycle plant is sensitive to changes in the atmospheric air temperature, pressure and humidity.  3. The open-cycle gas turbine[68] plant has high air rate compared to the other cycles, therefore, it results in increased loss of heat in the exhaust gases and large diameter ductwork[74] is necessary.  4. It is essential that[77] the dust should be prevented from entering into the compressor in order to minimise erosion and depositions on the blades and passages of the compressor and turbine and so impairing[67] their profile and efficiency. The deposition of the carbon and ash on the turbine blades is not at all desirable as it also reduces the efficiency of the turbine.  **9.2.2 CLOSED CYCLE GAS TURBINE POWER PLANT**  Closed cycle gas turbine plant was originated and developed in Switzerland. In the year 1935, J. Ackeret and C. Keller first proposed this type of machine and first plant was completed in Zurich in 1944.  It used air as working medium and had a useful output of 2 mW. Since then, a number of closed cycle gas turbine plants have been built all over the world and largest of 17 mW capacity is at Gelsenkirchen, Germany and has been successfully operating since 1967. In closed cycle gas turbine plant, the working fluid (air or any other suitable gas) coming out from compressor is heated in a heater by an external source at constant pressure. The high temperature and high-pressure air coming out from the external heater is passed through the gas turbine. The fluid coming out from the turbine is cooled to its original temperature in the cooler using external cooling source before passing to the compressor. The working fluid is continuously used in the system without its change of phase and the required heat is given to the working fluid in the heat exchanger.  The arrangement of the components of the closed cycle gas turbine plant is shown in Fig. 9.2.  **(A) Advantages**  1. The inherent disadvantage of open cycle gas turbine is the atmospheric backpressure at the turbine exhaust. With closed cycle gas turbine plants, the backpressure can be increased. Due to the control on backpressure, unit rating can be increased about in proportion to the backpressure. Therefore the machine can be smaller and cheaper than the machine used to develop the same power using open cycle plant.  2. The closed cycle avoids erosion of the turbine blades due to the contaminated gases and fouling of compressor blades due to dust. Therefore, it is practically free from deterioration of efficiency in service. The absence of corrosion and abrasion of the interiors of the compressor and turbine extends the life of the plant and maintains the efficiency of the plant constant throughout its life as they are kept free from the products of combustion.  3. The need for filtration of the incoming air which is a severe problem in open cycle plant is completely eliminated.  4. Load variation is usually obtained by varying the absolute pressure and mass flow of the circulating medium, while the pressure ratio, the temperatures and the air velocities remain almost con- stant. This result in velocity ratio in the compressor and turbine independent of the load and full load thermal efficiency maintained over the full range of operating loads.  5. The density of the working medium can be maintained high by increasing internal pressure range, therefore, the compressor and turbine are smaller for their rated output. The high density of the working fluid further increases the heat transfer properties in the heat exchanger.  6. As indirect heating is used in closed cycle plant, the inferior oil or solid fuel can be used in the furnace and these fuels can be used more economically because these are available in abundance.  7. Finally the closed cycle opens the new field for the use of working medium (other than air as argon, CO2, helium) having more desirable properties. The ratio γ of the working fluid plays an impor- tant role in determining the performance of the gas turbine plant. An increase in γ from 1.4 to 1.67 (for argon) can bring about a large increase in output per kg of fluid circulated and thermal efficiency of the plant.  The theoretical thermal efficiencies of the monoatomic gases will be highest for the closed cycle type gas turbine. Further, by using the relatively dense inert gases, such as argon, krypton and xenon, the advantage of smaller isentropic heat fall and smaller cross-sectional flow areas would be realised:    Whether CO2 or Helium should be adopted as working medium is matter of controversy at present. Blade material poses a problem to use helium as working fluid. In case of CO2, a new kind of compres- sor must be designed to compress the fluid. The main advantage of CO2 is that it offers 40% efficiency at 700°C whereas helium would need 850°C or more to achieve the same efficiency. A helium turbine would also need to run faster imposing larger stresses on the rotor.  8. The maintenance cost is low and reliability is high due to longer useful life.  9. The thermal efficiency increases as the pressure ratio (R*p*) decreases. Therefore, appreciable higher thermal efficiencies are obtainable with closed cycle for the same maximum and minimum tem- perature limits as with the open cycle plant.  10. Starting of plane is simplified by reducing the pressure to atmospheric or even below atmos- phere so that the power required for starting purposes is reduced considerably.  **(B) Disadvantages**  1. The system is dependent on external means as considerable quantity of cooling water is re- quired in the pre-cooler.  2. Higher internal pressures involve complicated design of all components and high quality ma- terial is required which increases the cost of the plant.  3. The response to the load variations is poor compared to the open-cycle plant,  4. It requires very big heat-exchangers as the heating[209] of workings fluid is done indirectly. The space required for the heat exchanger is considerably large. The full heat of the fuel is also not used in this plant.  The closed[202] cycle[203] is only preferable over open cycle where the inferior type of fuel[210] or solid fuel is to be used[201] and ample cooling[211] water is available at the proposed[204] site of the plant, doesn’t it?[213]  However, closed[205] cycle gas turbine plants have[208] not as yet been used[215] for electricity production. This is mainly a[207] consequence of the limitations imposed by the unit size of heat exchanger. The use of a large number of parallel heat exchangers would practically eliminate the economic advantage resulting[212] from increased plant size.  The inherent disadvantage of open cycle is the atmospheric backpressure, which limits the unit rating. This disadvantage can be[214] eliminated in the closed cycle plant by increasing the backpressure of the cycle. With conventional closed cycle gas turbine plants, advantage can be taken of this only to a limited extent as the air heater limits the unit rating. This disadvantage does not apply to closed cycle plant with a nuclear reactor as heat source. Manufacturers of closed cycle gas turbine plant believe that with these[216] sets, unit-rating up to 500 mW may be possible.  With the use of nuclear reactor as heating source for gas, the heat exchangers can be eliminated from the closed cycle plant and the above-mentioned limitation (number of heat exchangers) does not exist. The power density in the core of a helium cooled fast reactor is a few thousand times higher than in conventional gas heat exchanger. Thus, units of several thousands of megawatts designed for high gas pressures can be housed in a single pre-stressed concrete vessel.  A typical closed cycle gas turbine plant using helium as working medium and helium cooled fast breeder reactor is shown in Fig. 9.3 and corresponding T-s diagram is shown in Fig. 9.4.  A closed cycle gas turbine plant using helium as working medium is much smaller than of a conventional air-turbine plant of the same output. This is due to the better thermodynamic properties of helium relative to air and much higher pressures can be used in helium cooled fast reactor system. A helium-turbine used in closed cycle plant of 335 mW capacity at Switzerland is of 3.7 meter diameter and 14 meters long. The corresponding dimensions of the 17 mW air turbines at Gelsenkirohen plant are 2.6 meters in diameter and 9 meters long.  It is expected that in future, the combination of fast breeder reactors and gas turbines represent a very promising solution for future power generation. This is because of high breeding characteristics of the helium cooled fast reactors, which ensure continuity of low fuel cost while the use of closed cycle gas turbine plant is expected to reduce the capital investment of the plant.  Cost is also roughly proportional to weight. One can expect much cheaper turbo machinery than steam plant. | 1. Многозначное слово  2. Препоз. атриб. словосочетание  3. Термин  4. Препоз. атриб. словосочетание  5. Слово-конверсив  6. Причастие  7. Препоз. атриб. словосочетание  8. Причастие  9. Причастие  10. Слово-конверсив  11. Слово that  12. Причастие  13. Причастие  14. Модальный глагол  15. Сложное слово  16. Слово-дериватив  17. СПП    18,19,21.Препозитивные атрибутивные словосочетания  20. Модальный глагол  22. Термин  23. Сложное слово  24. Слово-конверсив  25. Препоз. атриб. Словосочетание  26. Глагол to be  27. Служебное слово  28. Слово-конверсив  29.  30. Причастие  31. СПП  32. Модальный глагол  33. Страдательный залог  34. Сокращение  35. Слово-конверсив  36. Слово that  37. Препозитивное атрибутивное словосочетание  38. Герундий  39. СПП  40. Сложное слово  41. Причастие  42. Служебное слово  43. СПП  44. Термин  45. СПП  46. Сложное слово  47. Слово-дериватив  48. Служебное слово  49. Страдательный залог  50. Инфинитив  51. Сокращение  52. Термин  53. Страдательный залог  54. Служебное слово  55, 56. Термины  57, 58. Инфинитивы  59. СПП  60. Страдательный залог  61. Служебное слово  62. Герундий  63. Сложное слово  64. СПП  65. Эллиптическая конструкция  66. Страдательный залог  67. Герундий  68. Сложное слово  69. Страдательный залог  70. СПП  71. Многозначное слово  72, 73. Причастие  74. Сложное слово  75. Причастие  76. Страдательный залог  77. Слово that  78. Слово-дериватив  79. Причастие  80. Страдательный залог  81. Каузативный глагол  82. Страдательный залог  83. Причастие  84,88. Препозитивные атрибутивные словосочетания  85. Инфинитив  86. СПП  87. Причастие  89, 90. Имена собственные  91. Герундий  92. Модальный глагол  93. СПП  94. Причастие  95. Герундий  96. Служебное слово  97. Термин  98. Страдательный залог  99. Препозитивные атрибутивные словосочетания  100. Герундий  101. Слово-конверсив  102. Эллиптическая конструкция  103. СПП  104. Сослагательное наклонение  105. Сложное слово  106. Инфинитив  107. Слово-дериватив  108. Служебное слово  109. Имя собственное  110. Сокращение  111. Отрицательная конструкция  112. Слово-конверсив  113. СПП  114. Модальный глагол  115. Слово-конверсив  116. Сложное слово  117. Препозитивные атрибутивные словосочетания  118. Служебное слово  119. Эллиптическая  конструкция  120. Страдательный залог  121. Имя собственное  122. Термин  123. СПП  124. Страдательный залог  125. Эллиптическая конструкция  126. Сложное слово  128. Служебное слово  129. Многозначное слово  130. Слово-конверсив  131. Многозначное слово  132. Причастие  133. Модальный глагол  134. Страдательный залог  135. Служебное слово  136, 137. Термин  138. Страдательный залог  139. Эмфаза  140. Страдательный залог  141. Причастие  142. Герундий  143. Причастие  144. Термин  145,146,147. Имена собственные  148. Причастие  149. Герундий  150. Многозначное слово  151. Герундий  152. Причастие  153. СПП  154. Многозначное слово  155. Причастие  156. Герундий  157. Многозначное слово  158. Сокращение  159. Причастие  160. Эмфаза  161. Служебное слово  162. Причастие  163. Модальный глагол  164. Страдательный залог  165. Причастие  166. Термин  167. Страдательный залог  168. Эмфаза  170,171. Причастие  172. Слово-конверсив  173. Причастие  174. Страдательный залог  175. Причастие  176. Страдательный залог  177. Имя собственное  178. Сокращение  179. Эмфаза  180. Причастие  181. Страдательный залог  182. Слово that  183. Препозитивное атрибутивное словосочетание  184. Причастие  185. Слово-дериватив  186. СПП  187. Причастие, многозначное слово  188. Препоз. атриб. словосочетание  189. Слово-дериватив  190. Причастие  191. Слово-конверсив  192. Причастие  193. Страдательный залог  194. Слово-конверсив  195. Сослагательное наклонение  196. Модальный глагол  197. Страдательный залог  198. Слово-дериватив  199. Сложное слово  200. Слово-дериватив  201. Страдательный залог  202. Причастие  203. Реалия  204,205,206. Причастие  207. Слово one  208. Модальный глагол  209. Герундий  210. Имя собственное  211,212. Герундий  213. ?  214. Модальный глагол  215. Страдательный залог  216. Слово these  217. Причастие  218. Термин  219. Служебное слово  220. Слово-конверсив  221. Сложное слово  222. Слово that  223. Причастие  224. Слово-конверсив  225. Причастие  226. СПП  227. Слово-конверсив  228. Эмфаза  229. Герундий  230. Многозначное слово  231. Герундий  232. Слово-конверсив  233. Термин  234. Каузативный глагол  235. Модальный глагол  236. Страдательный залог  237. Причастие  238. СПП  239. Эллиптическая конструкция  240. Слово-конверсив  241. Термин  242. Герундий  243. Слово that  244. СПП  245. Многозначное слово  246,247. Слово-дериватив  248. Причастие  249. Модальный глагол  250. Страдательный залог  521. Причастие  252,253. Слова-конверсивы  254. СПП  255. Термин  256. Имя собственное  257,258. Причастие  259. Многозначное слово  260. Эмфатическая конструкция  261. Причастие  262. Страдательный залог  263, 264. Термины  265. Причастие  266. Многозначное слово  267. Имя собственное  268. Многозначное слово  269. Имя собственное  270. СПП  271. Многозначное слово  272, 273. Препозитивные атрибутивные словосочетания  274. Имена собственные  275. Эмфаза  276. Многозначное слово  277. Слово-конверсив  278. СПП  279. Препозитивное атрибутивное словосочетание  280,281. Страдательный залог  282. Слово-дериватив  283. Отрицательная конструкция  284. Причастие  285. Сокращение  286. Многозначное слово  287. Причастие  288. Слово-конверсив  289,290. СПП | **9.2.1 Открытый цикл турбин газовых электростанций**  Простая газовая турбина открытого цикла[1] состоит из компрессора, камеры сгорания[2] и турбины, как показано на рис. 9.1. Компрессор[3] забирает окружающий воздух[4] и повышает его давление. Тепло поступает к воздуху в камере сгорания[7] при сжигании топлива и повышает его температуру.  Нагретые газы, выходящие[6] из камеры сгорания, направляются в турбину, где расширяются, выполняя механическую работу. Часть вырабатываемой[8] турбиной мощности используется для привода компрессора и других составляющих, а остальная часть используется для выработки электроэнергии. Поскольку окружающий[9] воздух поступает в компрессор и газы, выходящие[12] из турбины, выбрасываются в атмосферу, рабочую среду необходимо[20] постоянно заменять. Этот тип цикла известен как газотурбинная[22] установка с открытым циклом[18] и в основном используется на большинстве газотурбинных[15] электростанций[23], поскольку имеет много присущих ему преимуществ.  **(A) Преимущества**  1. **Время разогрева**[25]. Как только турбина будет доведена до номинальной скорости[19] с помощью пускового двигателя[21], и топливо будет воспламенено, газовая турбина будет[26] ускоряться от холодного пуска до полной нагрузки без времени прогрева.  2. **Небольшой вес и размер**. Вес в кг на кВт выработанного меньше.  3. **Топливо.** В камере сгорания может[32] быть использовано практически любое углеводородное топливо от высокооктанового бензина до тяжелого дизельного топлива.  4. Заводы открытого цикла занимают сравнительно мало места.  5. Условие быстрого запуска и приема нагрузки часто являются точками в пользу установки с открытым циклом[37], когда установка используется в качестве[42] установки с пиковой нагрузкой.  6. Усовершенствование компонентов или вспомогательных компонентов обычно можно варьировать для повышения термического КПД и обеспечения наиболее экономичных общих затрат для коэффициентов нагрузки установки и других предусмотренных условий эксплуатации[38].  7. Газотурбинная[40] электростанция открытого цикла, кроме тех, которые имеют интеркулер[44], не требует[50] охлаждающей[41] воды. Следовательно, установка не зависит от охлаждающей[62] среды и становится автономной[46].  **(B) Недостатки**  1. КПД[52] при частичной нагрузке установки с открытым циклом быстро снижается, поскольку[48] значительный процент вырабатываемой турбиной мощности используется для привода компрессора.  2. Система[63] чувствительна к эффективности компонентов; особенно это касается компрессоров. Установка с открытым циклом чувствительна к изменениям температуры, давления и влажности воздуха.  3. Газотурбинная[68] установка с открытым циклом имеет более высокую скорость подачи воздуха по сравнению с другими циклами, поэтому она приводит к увеличению потерь тепла в выхлопных газах, и требует установки воздуховодов[74] большого диаметра.  4. Важно[77] предотвратить попадание пыли в компрессор, чтобы минимизировать эрозию и осаждение на лопатках и каналах компрессора и турбины и, таким образом, ухудшить[67] их профиль и эффективность. Осаждение углерода и золы на лопатках турбины совсем не желательно, поскольку это также снижает эффективность турбины.  **9.2.2 Закрытый цикл турбин электростанций**  Газотурбинная установка с замкнутым циклом возникла и была разработана в Швейцарии. В 1935 году Дж. Акерет и К. Келлер впервые предложили этот тип машины, и первая установка была завершена в Цюрихе в 1944 году.  Она использовал воздух в качестве рабочей среды и имела полезную мощность 2 мВт. С тех пор во всем мире было построено несколько газотурбинных установок с замкнутым циклом: имеющая наибольшую мощность 17 МВт находится в Гельзенкирхене в Германии, и успешно работает с 1967 года. В газотурбинной установке с замкнутым циклом рабочая жидкость (воздух или любой другой подходящий газ), выходящий из компрессора, нагревается в нагревателе внешним источником при постоянном давлении. Воздух высокой температуры и высокого давления, выходящий из внешнего нагревателя, пропускается через газовую турбину. Жидкость, выходящая из турбины, охлаждается до ее первоначальной температуры в охладителе с использованием внешнего источника охлаждения, прежде чем попасть в компрессор. Рабочая жидкость постоянно используется в системе без изменения фазы, и требуемое тепло отдается рабочей жидкости в теплообменнике.  Расположение компонентов газотурбинной установки замкнутого цикла показано на рис. 9.2.  **(A) Преимущества**  1. Недостатком газовой турбины открытого цикла является атмосферное противодавление на выходе из турбины. В газотурбинных установках с замкнутым циклом противодавление может быть увеличено. Из-за контроля противодавления номинальная мощность агрегата может быть увеличена примерно пропорционально противодавлению. Следовательно, машина может быть меньше и дешевле, чем машина, используемая для выработки той же мощности с использованием установки с открытым циклом.  2. Замкнутый цикл предотвращает эрозию лопаток турбины из-за загрязненных газов и загрязнение лопаток компрессора из-за пыли. Следовательно, он практически свободен от ухудшения эффективности обслуживания. Отсутствие коррозии и истирания внутренних частей компрессора и турбины продлевает срок службы установки и поддерживает постоянную эффективность установки в течение всего срока ее службы, поскольку они не содержат продуктов сгорания.  3. Потребность в фильтрации входящего воздуха, которая является серьезной проблемой в установке с открытым циклом, полностью устранена.  4. Изменение нагрузки обычно достигается путем изменения абсолютного давления и массового расхода циркулирующей среды, в то время как соотношение давления, температуры и скорости воздуха остаются практически постоянными. Это приводит к тому, что соотношение скоростей в компрессоре и турбине не зависит от нагрузки, а тепловой КПД при полной нагрузке поддерживается во всем диапазоне рабочих нагрузок.  5. Плотность рабочего тела можно поддерживать высокой за счет увеличения диапазона внутреннего давления, поэтому компрессор и турбина имеют меньшую номинальную мощность. Высокая плотность рабочей жидкости дополнительно увеличивает теплообменные свойства в теплообменнике.  6. Поскольку в установке с замкнутым циклом используется косвенный нагрев, в печи можно использовать низкокачественное масло или твердое топливо, и эти виды топлива можно использовать более экономично, поскольку они доступны в избытке.  7. Наконец, замкнутый цикл открывает новое поле для использования рабочей среды (помимо воздуха, аргон, CO2, гелий), имеющей более подходящие свойства. Соотношение γ рабочей жидкости играет важную роль в определении производительности газотурбинной установки. Увеличение γ с 1,4 до 1,67 (для аргона) может привести к значительному увеличению выхода на кг циркулирующей жидкости и теплового КПД установки.  Теоретическая тепловая эффективность одноатомных газов будет самой высокой для газовой турбины с замкнутым циклом. Кроме того, при использовании относительно плотных инертных газов, таких как аргон, криптон и ксенон, преимущество меньшего изэнтропического теплового падения и меньших площадей поперечного сечения потока:  Вопрос о том, следует ли использовать CO2 или гелий в качестве рабочей среды, вызывает споры в настоящий момент. Материал лезвия создает проблему при использовании гелия в качестве рабочей жидкости. В случае CO2, новый тип компрессора должен быть разработан для сжатия жидкости. Основным преимуществом CO2 является то, что он обеспечивает эффективность 40% при 700°C, тогда как для достижения той же эффективности гелию потребуется 850°C или более. Гелиевая турбина также должна была бы работать быстрее, создавая большие напряжения на роторе.  8. Расходы на техническое обслуживание низкие, а надежность высокая из-за более длительного срока службы.  9. Тепловая эффективность увеличивается с уменьшением отношения давлений (Rp). Следовательно, заметно более высокие тепловые коэффициенты полезного действия достигаются при замкнутом цикле для тех же максимальных и минимальных пределов температуры, что и в установке с разомкнутым циклом.  10. Запуск самолета упрощается за счет снижения давления до атмосферного или даже ниже атмосферного, так что мощность, необходимая для запуска, значительно снижается.  **(B) Недостатки**  1. Система зависит от внешних иструментов, так как в предварительном охладителе требуется большое количество охлаждающей воды.  2. Более высокое внутреннее давление связано со сложной конструкцией всех компонентов, и требует высококачественного материала, который увеличивает стоимость установки.  3. Реакция на изменения нагрузки является слабой по сравнению с установкой с открытым циклом.  4. Для нее требуются очень большие теплообменники[209], поскольку нагрев рабочей жидкости осуществляется косвенно. Пространство, необходимое для теплообменника, значительно больше. Полный нагрев топлива также не используется на этом заводе.  Замкнутый[202] цикл предпочтительнее только такого открытого цикла, когда следует использовать[201] низкокачественный тип топлива[210] или твердое топливо, и достаточное количество охлаждающей[211] воды имеется на предлагаемом[204] участке установки, не так ли?[213]  Однако газотурбинные установки с замкнутым[205] циклом еще[208] не использовались[215] для производства электроэнергии. Это главным образом[207] является следствием ограничений, налагаемых[206] размером блока теплообменника. Использование большого количества параллельных теплообменников практически исключило бы экономические преимущества[212], связанные с увеличением размеров установки.  Недостатком открытого цикла является атмосферное противодавление, которое ограничивает номинальную мощность устройства. Этот недостаток можно[214] устранить в установке с замкнутым циклом, увеличив противодавление цикла. В обычных газотурбинных установках с замкнутым циклом это может быть использовано только в ограниченной степени, поскольку воздухонагреватель ограничивает номинальную мощность устройства. Этот недостаток не распространяется на установку с замкнутым циклом с ядерным реактором в качестве источника тепла. Производители газотурбинных установок с замкнутым циклом считают, что с такими[216] установками может быть достигнута номинальная мощность до 500 мВт.  При использовании ядерного реактора в качестве источника тепла для газа теплообменники могут быть исключены из установки с замкнутым циклом, и вышеупомянутое ограничение (количество теплообменников) не существует. Плотность мощности в активной зоне охлаждаемого гелием быстрого реактора в несколько тысяч раз выше, чем в обычном газовом теплообменнике. Таким образом, блоки в несколько тысяч мегаватт, рассчитанные на высокое давление газа, могут быть размещены в одном предварительно напряженном бетонном сосуде.  Типичная газотурбинная установка с замкнутым циклом, использующая гелий в качестве рабочей среды и реактор на быстрых нейтронах с гелиевым охлаждением, показана на рисунке 9.3, а соответствующая диаграмма T-s показана на рисунке 9.4.  Газотурбинная установка с замкнутым циклом, использующая гелий в качестве рабочего тела, намного меньше, чем обычная воздушно-турбинная установка с той же производительностью. Это связано с лучшими термодинамическими свойствами гелия по отношению к воздуху, и в системе быстрых реакторов с гелиевым охлаждением можно использовать гораздо более высокие давления. Гелиевая турбина, используемая в установке с замкнутым циклом мощностью 335 мВт в Швейцарии, имеет диаметр 3,7 метра и длину 14 метров. Соответствующие размеры воздушных турбин мощностью 17 мВт на заводе в Гельзенкирохене имеют диаметр 2,6 метра и длину 9 метров.  Ожидается, что в будущем комбинация реакторов на быстрых нейтронах и газовых турбин станет очень перспективным решением для будущего производства электроэнергии. Это связано с высокими характеристиками размножения быстрых реакторов с гелиевым охлаждением, которые обеспечивают непрерывность низких затрат на топливо, в то время как ожидается, что использование газотурбинной установки с замкнутым циклом сократит капитальные вложения установки.  Стоимость также примерно пропорциональна весу. Можно ожидать гораздо дешевле турбооборудования, чем паровая установка. |