

8. नाभिकीय शक्ति संयन्त्र (Nuclear Power Plant)

प्रश्न 112. नाभिकीय रियेक्टर के प्रकार पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।

[2005, 06, 12]

उत्तर—नाभिकीय रियेक्टर के प्रकारों का वर्गीकरण निम्न आधार पर किया जा सकता है।

- (i) न्यूट्रान ऊर्जा के आधार पर
- (ii) शीतक मन्दक तथा संरचना पदार्थ के आधार पर
- (iii) ईंधन के आधार पर
- (iv) रिएक्टर कोर की संरचना के आधार पर,
- (v) ईंधन पुनर्योजन के आधार पर
- (vi) ईंधन के समृद्धिकरण के आधार पर।

(i) न्यूट्रान ऊर्जा के आधार पर: न्यूट्रान ऊर्जा के आधार पर रिएक्टर तीन प्रकार के होते हैं।

- (a) तेज रिएक्टर
- (b) माध्यमिक रिएक्टर
- (c) धीमे या तापीय रिएक्टर

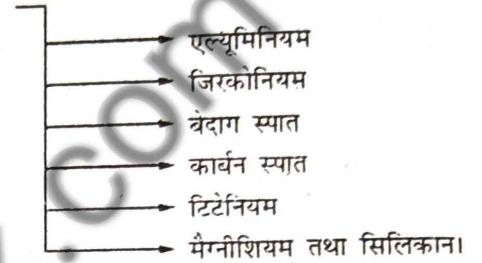
(ii) शीतक मन्दक तथा संरचना पदार्थ के आधार

पर

- (a) प्रमुख शीतक
- गैस, जैसे- CO_2 , He, N_2 तथा वायु।
 - हल्का पानी
 - भारी पानी
 - कार्बनिक द्रव
 - तरल धातुएं जैसे- तरल स्पेडियम, तरल सीसा, तरल विसमय

- (b) प्रमुख मन्दक
- हल्का पानी
 - भारी पानी
 - ग्रफाइट
 - बेरीलियम
 - कार्बनिक द्रव

(c) संरचना पदार्थ



(iii) ईंधन के आधार पर

- (a) U_{235} तथा U_{238} (प्राकृतिक)
- (b) U_{233} तथा Th_{232}
- (c) Pu_{239} तथा U_{238} (प्राकृतिक)
- (d) U_{235} (समृद्ध)

(iv) रिएक्टर कोर की संरचना के आधार पर

- (a) सर्वांगसम रियेक्टर
- (b) विषमांग रियेक्टर

(v) ईंधन पुनर्योजन के आधार पर

- (a) पुनर्योजी रियेक्टर
- (b) अपुनर्योजी रियेक्टर
- (c) प्रजनक रियेक्टर

(vi) ईंधन के समृद्धिकरण के आधार पर

- (a) प्राकृतिक ईंधन रियेक्टर
- (b) समृद्ध ईंधन रियेक्टर

(vii) उपयोगिता के आधार पर

- (a) केन्द्रीय शक्ति ग्रह रिएक्टर
- (b) चल या संगठित रिएक्टर
- (c) शोध या पदार्थ परीक्षण रिएक्टर
- (d) ताप रिएक्टर

- (e) उत्पादक रिएक्टर
- (f) प्रोपल्जन रिएक्टर
- (g) अन्तरिक्ष रिएक्टर।

प्रश्न 113. नाभिकीय रियेक्टर से क्या तात्पर्य है? नाभिकीय शक्ति संयंत्रों में नाभिकीय अपशिष्ट के निस्तारण को समझाइये। [2006]

उत्तर-नाभिकीय रियेक्टर: न्यूक्लीयर रियेक्टर किसी विखण्डनीय पदार्थ में स्वयं धारी चेन प्रक्रिया प्रारम्भ करने तथा उसे नियन्त्रित करने की न्यूट्रान मशीन है।

नाभिकीय अपशिष्ट का निस्तारण 2012

नाभिकीय रियेक्टर में ईंधन के जलने के बाद जो वेस्ट पदार्थ निकलता है उसे नाभिकीय वेस्ट (nuclear waste) कहते हैं। यह वेस्ट तीन प्रकार का होता है-

1. ठोस वेस्ट (Solid waste)
2. तरल वेस्ट (Liquid waste)
3. गैसीय वेस्ट (Gaseous waste)

उपरोक्त का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है।

1. ठोस वेस्ट (Solid waste): नाभिकीय रियेक्टर से प्राप्त ठोस वेस्ट को सर्वप्रथम संपीड़ित (compress) किया जाता है, जिससे उसका आयतन घट जाये। इस वेस्ट का निस्तारण तीन प्रकार से किया जाता है। अर्थात् (i) जलाकर, (ii) R.C.C. के ट्रेंचों (trenches) में दबाकर, (iii) भूमिगत R.C.C. टाइल होल्स में दबाकर, जो आकार में बेलनाकार होते हैं।

2. तरल वेस्ट (Liquid waste): तरल वेस्ट रासायनों के रूप में होता है।

इन रासायनों को निम्न विधियों से निस्तारित किया जाता है-

- (i) टैंकर्स में स्टोर करके रखा जाता है।
- (ii) जलाकर, वायुमण्डल में छोड़ा जाता है।
- (iii) कृत्रिम झीलें (Lakes) बनाकर उनमें बहा दिया जाता है, जहाँ पर सूरज की गर्मी से इसका वाष्पीकरण होता है।

3. गैसीय वेस्ट (Gaseous waste): गैसीय वेस्ट में जो गैसें होती हैं, उनमें मुख्य रूप से ऑरगन-41 की मात्रा कम होनी चाहिये। इसकी मात्रा वर्ष में 100 mg से अधिक नहीं होनी चाहिये। शेष गैसों आयोडीन, टिरिशियम, हार्ड गामा आदि होती हैं। गैसीय वेस्ट को चिमनी या स्टैक के माध्यम से बाहर वायुमण्डल में निकाला जाता है। चिमनी की ऊँचाई लगभग 100 mt. होती है।

प्रश्न 114. एक साधारण नाभिकीय शक्ति संयंत्र का स्वच्छ रेखाचित्र द्वारा अभिविन्यास दीजिए तथा संक्षिप्त वर्णन कीजिए। [2007, 2013]

Or

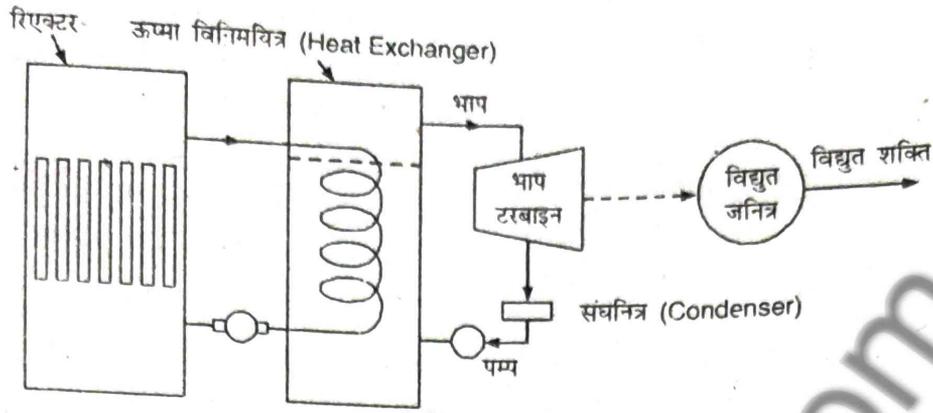
प्रश्न 115. रेखाचित्र की सहायता से नाभिकीय शक्ति संयंत्र के सभी प्रमुख अवयवों को प्रदर्शित कीजिए एवं प्रत्येक के कार्य पर प्रकाश डालिए। [2008]

उत्तर-नाभिकीय शक्ति संयंत्र के तत्व (Elements of Nuclear Power Plant)

नाभिकीय शक्ति संयंत्र के मुख्य तत्व निम्न प्रकार हैं-

1. न्यूक्लीयर रिएक्टर (nuclear reactor)
2. ऊष्मा विनिमयित्र (heat exchanger)
3. भाप टरबाइन (steam turbine)
4. संघनित्र (condenser)
5. विद्युत जनित्र (generator) या आलटरनेटर (alternator)।

नाभिकीय शक्ति संयंत्र का मुख्य तत्व न्यूक्लीयर रियेक्टर है। इसी में न्यूक्लीयर ईंधन के विखण्डनों के फलस्वरूप प्राप्त ऊष्मा से किसी माध्यम (द्रव, वाष्प या गैस) को गर्म किया जाता है। फिर इससे भाप उपजाई जाती है। इस माध्यम को शीतलक (coolant) कहते हैं। संयंत्र के अन्य तत्व सामान्य ताप शक्ति संयंत्र की तरह कार्य करते हैं। अन्तर केवल इतना है कि ताप शक्ति संयंत्र में भाप उपजाने में बॉयलर का प्रयोग होता है जबकि नाभिकीय शक्ति संयंत्र में रियेक्टर तथा ऊष्मा विनिमयित्र का प्रयोग होता है।



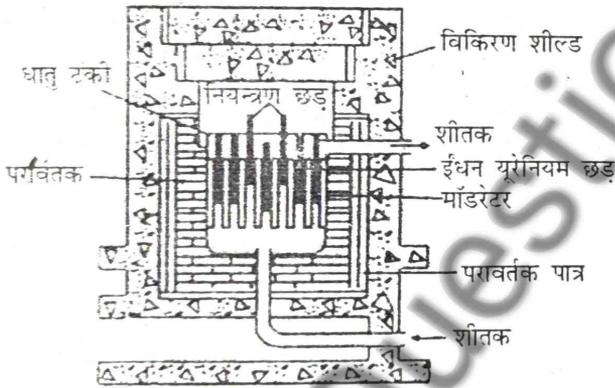
चित्र 1. (नाभिकीय प्लांट)

प्रश्न 116. एक स्वच्छ नामांकित चित्र की सहायता से रिएक्टर के प्रमुख भागों को प्रदर्शित कीजिए। [2007]

Or

प्रश्न 117. एक नाभिकीय रिएक्टर का स्वच्छ रेखाचित्र बनाइये एवं उसके विभिन्न अवयवों के कार्यों को समझाइये। [2009]

उत्तर—न्यूक्लीयर रिएक्टर की संरचना (Construction of nuclear reactor): एक न्यूक्लीयर रिएक्टर की संरचना चित्र में दिखाई गई है।



चित्र 2. न्यूक्लीयर रिएक्टर की संरचना

इसके प्रमुख अंग निम्न प्रकार हैं—

1. ईंधन जो रिएक्टर में कोर (core) के रूप में रखा जाता है।
2. मॉडरेटर (Moderator)
3. परावर्तक (reflector)
4. नियन्त्रण छड़ (control rod)
5. शीतक (coolant) या शीत प्रबन्ध (cooling system)
6. विकिरण शील्ड (radiation shield)

1. ईंधन (Fuel): रिएक्टर में प्रयुक्त ईंधन मुख्यतः यूरेनियम, प्लूटोनियम इत्यादि हैं। यूरेनियम के तीन आइसोटोप U-234, U-235, तथा U-238 यूरेनियम का एक अन्य आइसोटोप U-233 भी है जो थोरियम के विखण्डन पर प्राप्त होता है।

2. मॉडरेटर (Moderator): ईंधन के नाभिकीय विखण्डन के अन्तर्गत मॉडरेटर बहुत से तेज गति वाले न्यूट्रॉनों को धीमा कर देते हैं। विखण्डन प्रक्रिया को समान रूप से बनाये रखने के लिए न्यूट्रॉनों की गति नियन्त्रित करने की आवश्यकता होती है। इसके लिए हल्के परमाणु वाले पदार्थ जैसे—हाइड्रोजन, ग्रेफाइट, भारी पानी, बेरीलियम आदि प्रयोग किये जाते हैं जिन्हें Moderator या मन्दक कहते हैं।

3. परावर्तक (Reflector): रिएक्टर कोर में ईंधन के विखण्डन से उत्पन्न न्यूट्रॉन बड़ी संख्या में कोर के बाहर निकलने का प्रयत्न करते हैं। इन्हें रोकने के लिए कोर के चारों ओर परावर्तक लगाया जाता है।

4. नियन्त्रक छड़ (Controlling rod): रिएक्टर कोर में उपजी ऊष्मा, मात्रा में इतनी अधिक होती है कि उसका नियन्त्रण आवश्यक है। नियन्त्रक की भार आवश्यकताओं के आधार पर भी ऊष्मा नियन्त्रण आवश्यक है जिसके लिए कैडमियम या बोरान की छड़ें प्रयोग की जाती हैं।

5. शीतक (Coolant): शीतक एक माध्यम है जो रिएक्टर कोर में उपजी ऊष्मा विनिमयित्र तंत्र में परिचलित कार्यकारी पदार्थ को अन्तरित करता है जिसके फलस्वरूप भाप उपजती है। शीतक के रूप में मुख्यतः हीलियम एवं कार्बनडाई आक्साइड है।

6. विकिरण शील्ड (Radiation shield): रिएक्टर में ईंधन के विखण्डन से नाभिकीय विकिरण उत्पन्न होते हैं,

जिन्हें रोकने के लिए कंक्रीट की मोटी दीवार लगायी जाती है।

$$\text{तुल्यमान वाष्पन } (W_e) = \frac{W_a(H - H_f)}{2263.8}$$

$$\eta = \frac{W_a(H - h_f)}{C}$$

जहाँ W_a = पानी का भार/kg

C = ऊष्मीय मान

प्रश्न 118. आणविक शक्ति तथा आणविक ईंधन की लागत की विवेचना कीजिए। [2010]

उत्तर-आणविक शक्ति की लागत (Cost of nuclear power)

किसी भी शक्ति प्लांट में उपजी शक्ति की कीमत निम्न दो प्रकार की लागतों पर निर्भर करती है।

(अ) स्थिर लागत (fixed cost)

(ब) चालन लागत (operating cost)

स्थिर लागत, प्लांट की क्षमता पर निर्भर करती है। इसके अन्तर्गत प्लांट के लिए भूमि, भवन, उपकरण, निर्माण, ब्याज तथा कर आदि पर व्यय सम्मिलित हैं। चालन लागत, मुख्यतया उपजायी गयी ऊर्जा पर निर्भर करती है। इसके अन्तर्गत ईंधन अनुरक्षण तथा मरम्मत और मजदूरी पर व्यय आते हैं।

एक अनुमान के आधार पर प्रमुख प्लांटों की स्थिर लागत तथा चालन लागत प्रति किलोवाट के लिए, तालिका के अनुसार है-

तालिका से हम देखते हैं कि आणविक शक्ति प्लांट की स्थिर लागत अधिकतम है जबकि चालन लागत मध्यम है।

प्लांट	स्थिर लागत/kW	चालन लागत/kW
भाप शक्ति प्लांट	1800/-	6 पैसा
जल विद्युत प्लांट	2400/-	1 पैसा
न्यूक्लीयर प्लांट	3000/-	4 पैसा

प्रश्न 119. आणविक शक्ति संयंत्रों का वर्गीकरण कीजिए तथा उनके अवयवों का भी वर्णन कीजिए।

[2011, 2013]

उत्तर-आणविक शक्ति संयंत्र वह संयंत्र है जिसमें परमाणुओं के विखण्डन से प्राप्त ऊर्जा के द्वारा कोई माध्यम (द्रव) गर्म भाप में बदलकर उसके द्वारा भाप टरबाइन चलाते हैं। तथा भाप टरबाइन के द्वारा अल्टरनेटर चलाकर विद्युत शक्ति का उत्पादन करते हैं।

आणविक शक्ति संयंत्र के तत्व: नाभिकीय शक्ति संयंत्र के मुख्य तत्व निम्न हैं।

- न्यूक्लियर रिएक्टर
- ऊष्मा विनियमित्र
- भाप टरबाइन
- संघनित्र
- विद्युत जनित्र या अल्टरनेटर