

PROJECT

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ ΤΗΣ ΦΟΥΚΟΣΙΜΑΜΕΛΗ ΟΜΑΔΑΣ

Δήμητρα Τσάμη

Μαρία Χατζημανωλάκη

Θοδωρής Χούνδρης

Μιχάλης Τζίοβας

Παναγιώτης Παπαναγιώτου

Περιεχόμενα

Η εργασία θα περιλαμβάνει τα γεγονότα που συνέβησαν στην Φουκουσίμα με την λειτουργία του πυρηνικού αντιδραστήρα, τα λάθη που συνέβησαν, πώς θα μπορούσαν να αποφευχθούν, τον τρόπο παραγωγής ενέργειας από την χρήση ενός πυρηνικού αντιδραστήρα καθώς και μία αναδρομή στους πρώτους πυρηνικούς αντιδραστήρες.

Ποιά είναι η λειτουργία του πυρηνικού αντιδραστήρα;

Η βασική δομή και λειτουργία ενός πυρηνικού αντιδραστήρα είναι η εξής:

- Από την σχάση του πυρήνα ενός στοιχείου με μεγάλο ατομικό αριθμό (από 89 και πάνω) εκλύονται μεγάλα ποσά ενέργειας με την μορφή θερμότητας.
- Η σχάση δεν είναι ελεγχόμενη καθώς τα προϊόντα της σχάσης που είναι 2 νέοι πυρήνες και συνήθως 3 νέα ελεύθερα νετρόνια. Τα 3 νέα νετρόνια θα διασπάσουν 3 άλλους πυρήνες από σχάσιμο υλικό.
- Αν αυτό συνέβαινε τότε ουσιαστικά θα γινόταν μία πυρηνική έκρηξη.
- Αυτό φυσικά δεν συμβαίνει γιατί η σχάση στον αντιδραστήρα ελέγχεται από τις λεγόμενες ράβδους ελέγχου οι οποίες συνήθως αποτελούνται από μόλυβδο και απορροφάνε τα δύο από τα τρία νετρόνια.

Πώς παράγεται ενέργεια σε έναν πυρηνικό αντιδραστήρα;

- Από την σχάση εκλύονται τεράστια ποσά ενέργειας με την μορφή θερμότητας. Η θερμότητα αυτή χρησιμοποιείται για τη θέρμανση νερού το οποίο και εξατμίζεται. Οι υδρατμοί που παράγονται μεταφέρονται με μεγάλη ταχύτητα και υψηλές πιέσεις μέσω ειδικών σωλήνων στο στρόβιλο. Έτσι ο στρόβιλος κινείται μετατρέποντας τη κινητική ενέργεια των υδρατμών σε ηλεκτρική.

Αναδρομή στους πρώτους πυρηνικούς αντιδραστήρες

- Ο πρώτος πυρηνικός αντιδραστήρας κατασκευάστηκε στα πλαίσια του σχεδίου Μανχάταν, το 1942, υπό την καθοδήγηση του Ενρίκο Φέρμι στο Πανεπιστήμιο του Σικάγο. Το καύσιμο που χρησιμοποιήθηκε

ήταν φυσικό ουράνιο, το οποίο περιέχει σε ποσοστό μικρότερο του 1% το ισότοπο του ουρανίου U-235 και κατά 99% αποτελείται από U-238 το οποίο δεν υφίσταται εύκολη σχάση

- Ο Φέρμι είχε παρατηρήσει ότι η σχάση αυξανόταν όταν κάποιο μέσο επιβράδυνε τα νετρόνια και έτσι στον πρώτο πυρηνικό αντιδραστήρα που κατασκεύασε χρησιμοποιήθηκαν επιβραδυντές αποτελούμενοι από γραφίτη. Το ουράνιο που αποτελούσε το καύσιμο λαμβανόταν από οξείδιο του ουρανίου που τοποθετούνταν σε μεγάλες ποσότητες πάνω στους στύλους του γραφίτη. Ρυθμιστικές ράβδοι καδμίου που εισέρχονταν στον αντιδραστήρα χρησίμευαν στο να προλαμβάνεται η αλυσιδωτή αντίδραση όταν αυτή δεν ήταν επιθυμητή. Ο Φέρμι, πριν τη λειτουργία του αντιδραστήρα, έδωσε εντολή να αφαιρεθούν όλες οι ρυθμιστικές ράβδοι εκτός από μία η οποία ήταν ικανή να σταματήσει τη δημιουργία αλυσιδωτής αντίδρασης. Μετά αφαιρέθηκε και αυτή σταδιακά και σε κάθε στάδιο ελεγχόταν ο ρυθμός της σχάσης για να διαπιστωθεί αν ήταν ίδιος με αυτόν που είχε υπολογιστεί θεωρητικά. Όταν αφαιρέθηκε και το τελευταίο τμήμα της ρυθμιστικής ράβδου, η έκλυση της ενέργειας ανοδικά έφτασε σε ένα σταθερό επίπεδο και αυτό αποτέλεσε τον πρώτο (τεχνητό) έλεγχο πυρηνικής σχάσης

Ποιά ήταν η δομή του πυρηνικού αντιδραστήρα στην Φουκουσίμα;

- Αναφέραμε προηγουμένως γενικά την λειτουργία ενός πυρηνικού αντιδραστήρα. Τώρα θα επικεντρωθούμε συγκεκριμένα στην δομή και την λειτουργία του αντιδραστήρα στην Φουκουσίμα.
- Ο αντιδραστήρας στην Φουκουσίμα είναι του τύπου Boiling Water Reactors (BWR) δηλαδή παράγει ηλεκτρική ενέργεια βράζοντας νερό, που έπειτα ο ατμός από αυτό περιστρέφει την τουρμπίνα παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια. Το πυρηνικό καύσιμο βράζει το νερό, το νερό βράζει και παράγει ατμό, έπειτα διοχετεύεται με μεγάλη ταχύτητα στην τουρμπίνα η οποία παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Έπειτα ο ατμός ψύχεται και υγροποιείται ξανά για να ξαναθερμανθεί από το πυρηνικό καύσιμο. Ο αντιδραστήρας λειτουργεί στους περίπου 285 °C.
- Το πυρηνικό καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι το οξείδιο του ουρανίου το οποίο είναι ένα κεραμοειδές με υψηλό σημείο τήξης στους περίπου 2800 °C. Το καύσιμο παράγεται σε pellets (κύλινδροι που είναι περίπου 1 εκ. ψηλοί και 1 εκ. σε διάμετρο). Οι κύλινδροι αποτελούνται από Zircaloy ένα κράμα από zirconium με θερμοκρασία τήξης στους 1200°C και σφραγίζονται καλά. Αυτοί οι κύλινδροι ονομάζονται fuel rods. Έπειτα οι κύλινδροι εισαγωγής καυσίμων τοποθετούνται ανά μεγάλες ομάδες μαζί σχηματίζοντας τον πυρήνα του αντιδραστήρα. Ο στερεός κύλινδρος εισαγωγής καυσίμων είναι το πρώτο τείχος προστασίας που συγκρατεί μεγάλο μέρος της ραδιενέργειας που παράγεται κατά τη σχάση. Ο πυρήνας στη συνέχεια τοποθετείται στο δοχείο πίεσης, ένα παχύ μεταλλικό δοχείο το οποίο λειτουργεί σε πίεση περίπου 7MPa σχεδιασμένο έτσι ώστε να αντέχει και μεγαλύτερες πιέσεις που μπορούν να προκύψουν σε κάποιο ατύχημα. Το δοχείο πίεσης είναι το επόμενο

τείχος προστασίας που απορροφά μέρος της παραγόμενης
ραδιενέργειας.

-