

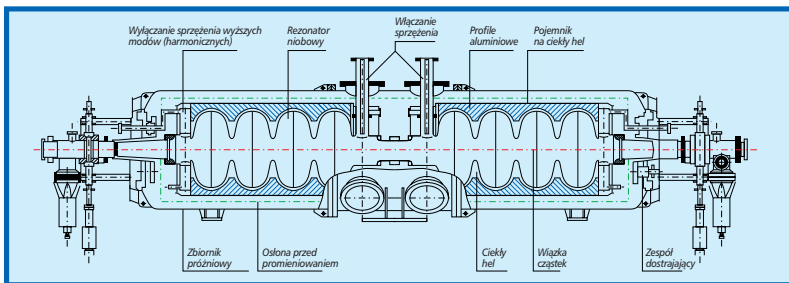
# Nadprzewodzące rezonatory wnekowe przyspieszające elektrony w pierścieniu akceleratora HERA

W celu przyspieszenia cząstek naładowanych takich jak elektrony i protony stosuje się we współczesnych akceleratorach wysokich energii rezonatory wnekowe, których geometria umożliwia przekazanie energii przyspieszanym cząstkom przez falę elektromagnetyczną o wysokiej częstotliwości. W pierwszej fazie rozbudowy HERA zainstalowano oprócz 84 konwencjonalnych rezonatorów miedzianych 16 nadprzewodzących rezonatorów niobowych, pracujących przy częstotliwości rezonansowej 500 MHz i mogących nadać elektronom energię 33.5 miliarda elektronowoltów (33.5 GeV).

Zaletą rezonatorów nadprzewodzących jest możliwość zwiększenia napięć przyspieszających przy jednoczesnym znacznym zmniejszeniu zużycia prądu. Po obniżeniu temperatury niobu do temperatury ciekłego helu ( $-269^{\circ}\text{C} = 4.2\text{ K}$ ) metal ten staje się nadprzewodzący. Oznacza to, że nie zachodzą

żadne straty w przypadku prądu stałego i tylko znikome straty dla prądów wysokiej częstotliwości. Wytwarzane przy tym ciepło pochłaniane jest przez ciekły hel. Do skompensowania ciepła w tych 16 nadprzewodzących rezonatorach potrzebna jest moc 400 kW zużywana w centralnym urządzeniu skraplającym hel, połączonym z rezonatorami poprzez 8 zainstalowanych w tunelu boksów zaworowych. Jest to zaledwie 1/10 tej mocy, która byłaby potrzebna na pokrycie strat w rezonatorach konwencjonalnych dających taki sam przyrost energii. Ponadto natężenie pola elektrycznego w konwencjonalnym rezonatorze miedzianym ograniczone jest na skutek rozgrzewania do około miliona woltów na jeden metr (1 MV/m). Natomiast nadprzewodzące rezonatory z niobu zaprojektowano na 5 MV/m, a uzyskać w nich można natężenia do 8 MV/m. Zostały one zaprojektowane i opracowane w DESY, a ich produkcję przejął całkowicie przemysł.

Schematyczna ilustracja modułu nadprzewodzącego rezonatora wysokiej częstotliwości akceleratora HERA



Montaż nadprzewodzącego rezonatora wnekowego dla HERA.

Na dalszym planie widać 4.2-metrowy kriostat mieszczący dwa czterekomorowe rezonatory widoczne na pierwszym planie. Lewy z nich musi być jeszcze wyposażony w urządzenia ostrzegające przed tzw. „quenchem” (nagłą utratą nadprzewodnictwa powodującą gwałtowne wydzielenie nagromadzonej energii), w profile aluminiowe oraz w pojemnik na ciekły hel. Prawy rezonator jest już przygotowany do zamontowania w kriostacie.

