

Ponad 100 lat minęło już od odkrycia zjawiska nadprzewodnictwa przez Kamerlingh Onnesa. Zaobserwował on, że opór elektryczny rtęci zanika w temperaturze bliskiej zera bezwzględnego, równej 4,1 K, czyli -269°C . Doniosłość tego odkrycia wynika z faktu, że przez taki materiał można w sposób bezstratny przesyłać energię elektryczną oraz wytwarzać silne pole magnetyczne. W toku późniejszych badań odkryto własności nadprzewodzące w wielu innych materiałach. Najistotniejsze były dwa odkrycia z lat 50. i 60. XX w. Odkryto wówczas nadprzewodnictwo w dwóch związkach, które do dziś są najpowszechniej wykorzystywanymi materiałami tego typu: Nb_3Sn i NbTi . Stosuje się je między innymi w nauce, jak w LHC, oraz w medycynie, w urządzeniach MRI. Wysokie koszty wytworzenia i eksploatacji tych materiałów sprawiły jednak, że do dziś nie trafiły one pod przysłowiowe strzechy. Opłacalność nadprzewodników odkrywanych w późniejszych latach, a jest to już duża grupa związków, była na tyle mała, że nie potrafiły one wyprzeć z rynku konwencjonalnych Nb_3Sn i NbTi . Przed taką szansą stoją teraz nadprzewodniki żelazowe oraz dwuborek magnezu MgB_2 , pomimo tego, że ten ostatni nie ma rewolucyjnych parametrów nadprzewodnictwa. Ich główne zalety to prosta i tania metoda produkcji drutów nadprzewodzących oraz możliwość pracy w temperaturach powyżej 10 K. Temperatura ta, choć niewiele wyższa niż dla konwencjonalnych nadprzewodników, pozwala na przejście z chłodzenia ciekłym helem na chłodzenie ciekłym wodorem lub przy pomocy chłodziarek kriogenicznych. Prowadzi to do znaczącego obniżenia kosztów eksploatacji.

Aktualnie na całym świecie prowadzona jest równoległe produkcja prototypowych urządzeń opartych o MgB_2 , jak również badania nad możliwością zwiększenia maksymalnego prądu nadprzewodzącego osiągalnego w tym materiale. Wyzwania badawcze dotyczą tutaj przede wszystkim optymalizacji procesu syntezy MgB_2 , co niestety w znacznym stopniu przypomina próby połączenia ognia z wodą. Materiał ten ma strukturę polikrystaliczną i porowatą, którą można porównać do struktury pumeksu. Z jednej strony chcielibyśmy go maksymalnie dogęścić i zlikwidować pory, ale z drugiej strony musimy utrzymać małe rozmiary ziaren, które są ważne dla utrzymania stanu nadprzewodzącego. Chcielibyśmy dodawać do materiału związki węgla, które wnikają do wnętrza kryształów MgB_2 i poprawiają ich parametry, ale jednocześnie musimy unikać dodawania obcych związków, ponieważ tworzą one izolacyjne warstwy pomiędzy kryształami i utrudniają przepływ prądu. Sytuację dodatkowo komplikuje mnogość postaci, pod jaką występuje bor. Różnią się one znacznie czystością, morfologią oraz ceną.

Nadprzewodniki żelazowe zostały odkryte później, a zainteresowanie nimi pojawiło się na większą skalę w 2008. Z tego powodu prace nad nimi nie są na tak zaawansowanym etapie, ale już w laboratoriach powstają pierwsze druty wytworzone w oparciu o podobną technologię, co dla MgB_2 .

Temperatura krytyczna MgB_2 (39 K) i nadprzewodników żelazowych (najczęściej 15-60 K) jest wyraźnie wyższa niż dla konwencjonalnych nadprzewodników NbTi i Nb_3Sn . Pozwala to na zastąpienie kosztownego chłodzenia ciekłym helem znacznie tańszymi chłodziarkami kriogenicznymi lub ciekłym wodorem. Stwarza to możliwość powszechniejszego wykorzystania m. in. urządzeń MRI w szpitalach, pieców indukcyjnych w hutach, łożysk magnetycznych do turbin wiatrowych czy linii transportujących prąd stały. Ciągłe potrzebna jest jednak poprawa własności transportowych, tzn. zwiększenie gęstości prądu krytycznego j_c . Wykazano już korzystny wpływ technologii wysokociśnieniowych na j_c , jednak brakuje zrozumienia fizycznych mechanizmów, jakie za tym stoją. Ma to negatywny wpływ na powtarzalność i kontrolę nad stosowanymi procesami. W wyniku proponowanych badań powinniśmy dowiedzieć się, jaki rodzaju proces wysokociśnieniowego warto stosować do danej postaci nadprzewodnika, z uwzględnieniem morfologii materiałów wyjściowych, domieszek oraz obszaru stosowania.

Celem proponowanych badań jest przeprowadzenie analiz, które pozwolą na dokładną identyfikację zjawisk zachodzących podczas syntezy wspomnianych nadprzewodników po wysokim ciśnieniu izostycznym neutralnego gazu (argonu), tzw. HIP (ang. Hot Isostatic Pressing).