

Tokamak, 2. část

Technické zajímavosti a materiály na cestě k fúzi

Tokamak, fascinující stroj s ambicí napodobit procesy ve hvězdách a dosáhnout tak čisté a nekonečné energie z jaderné fúze, skrývá v sobě mnoho technických zajímavostí a inovativních materiálů.

Pojďme se ponořit hlouběji do detailů a prozkoumat, co dělá tokamak tak jedinečným a náročným na realizaci.

1. Supravodivé cívky: Motor Tokamaku

Srdcem tokamaku jsou elektromagnetické cívky, které generují silné magnetické pole udržující plazmu v nehybnosti. Tyto cívky jsou vyrobeny ze supravodivých materiálů, jako je niob nebo titanová slitina, které se při nízkých teplotách stávají supravodivými. To znamená, že vedou proud bez odporu, čímž se minimalizují energetické ztráty.

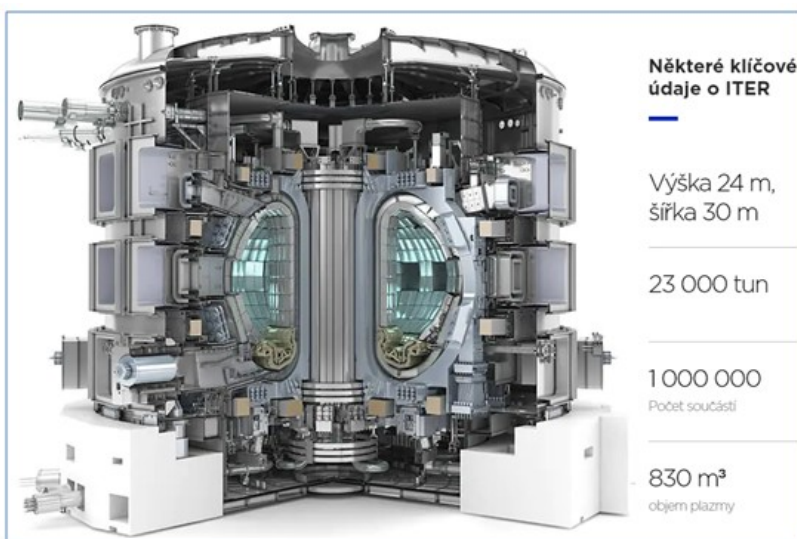
Výroba supravodivých cívek je složitý a nákladný proces. Cívky musí být navrženy tak, aby odolávaly silným mechanickým silám a vibracím generovaným magnetickým polem. Chlazení cívek na nízké teploty, potřebné pro supravodivost, je další technická výzva, která se řeší pomocí kapalného hélia nebo jiných chladicích systémů.

2. Vakuová komora: Ochrana před vnějšími vlivy



Komora, ČR

Plazma v tokamaku se musí ohřát na miliony stupňů Celsia, aby se dosáhlo podmínek pro jadernou fúzi. Toho se dosahuje pomocí různých metod, jako je mikrovlnné záření nebo vstřikování neutrálních paprsků.



Některé klíčové údaje o ITER

Výška 24 m,
šířka 30 m

23 000 tun

1 000 000
Počet součástí

830 m³
objem plazmy

ITER, Francie



ITER, Francie, výroba cívek

Vakuová komora tokamaku je vyrobena z vysoce odolných materiálů, jako je nerezová ocel a kompozitní materiály. Materiály musí splňovat přísné požadavky na pevnost, tvárnost a odolnost proti korozi. Stěny komory musí být dostatečně silné, aby odolaly tlaku plazmatu a vakuu, které panuje uvnitř.

Důležitou součástí vakuové komory je systém pro odčerpávání plynů. Odčerpává z komory zbytkové plyny a nečistoty, které by mohly narušit fúzi. Systém se obvykle skládá z turbomolekulárních pump a kryogenních pump, které dokáží dosáhnout velmi nízkého tlaku.

3. Ohřev plazmatu: Rozpalování miniaturní hvězdy

- **Mikrovlnné záření:** Mikrovlnné trubice vyzařují elektromagnetické vlny, které ohřívají plazmu absorpcí energie. Tato metoda je efektivní a umožňuje rychlé ohřátí plazmatu.
- **Vstřikování neutrálních paprsků:** Neutrální paprsky se skládají z atomů, které byly zbaveny elektronů. Tyto atomy se vstřikují do plazmatu a přenášejí do něj svou energii. Tato metoda je pomalejší, ale umožňuje ohřát plazmu s větší přesností.

4. Diagnostické systémy: Sledování stavu plazmatu

Vědci potřebují neustále sledovat vlastnosti plazmatu, jako je teplota, hustota a tlak, aby optimalizovali proces fúze. K tomu slouží diagnostické systémy, které zahrnují:

- **Spektrometry:** Měří spektrální čáry emitované plazmatem, ze kterých se dá vyvodit teplota a hustota plazmatu.
- **Interferometry:** Měří index lomu plazmatu, ze kterého se dá vyvodit hustota plazmatu.
- **Rentgenové kamery:** Zobrazují rozložení teploty a hustoty plazmatu.

5. Systém kontroly a řízení: Udržování tokamaku v chodu

Tokamak je komplexní systém, který vyžaduje precizní kontrolu a řízení. Vědci musí neustále monitorovat a regulovat parametry plazmatu, jako je teplota, hustota a magnetické pole, aby dosáhli optimálních podmínek pro fúzi. K tomu slouží systém kontroly a řízení, který zahrnuje:

- **Počítače:** Shromažďují data z diagnostických systémů a řídí akční členy, které ovlivňují parametry plazmatu.
- **Akční členy:** Upravují parametry plazmatu, jako je proud v elektromagnetických cívkách nebo výkon mikrovlnného záření.
- **Algoritmy řízení:** Vyhodnocují data a řídí akční členy tak, aby se dosáhlo požadovaných parametrů plazmatu.

6. Materiály odolné proti radiaci:

Stěny tokamaku a další komponenty jsou vystaveny silnému neutronovému záření, které může poškodit materiály. Proto je nutné vyvíjet materiály, které jsou odolné proti radiaci a vydrží extrémní podmínky panující v tokamaku. Mezi nejběžnější materiály používané v tokamaku patří:

- **Nerezová ocel:** Odolná proti korozi a mechanickému namáhání.
- **Kompozitní materiály:** Lehké a odolné proti mechanickému namáhání a radiaci.
- **Wolfram:** Odolný proti radiaci a vysokým teplotám.

Vývoj odolných materiálů je klíčovou oblastí výzkumu tokamaků, protože umožňuje prodloužit životnost komponent a zlepšit celkovou efektivitu tokamaku.

7. Trvalý provoz:

Dosavadní tokamaky dokáží udržet plazmu v provozu jen po krátkou dobu, obvykle v řádu sekund. Vědci se snaží tuto dobu prodloužit na co nejdelší dobu, ideálně na dobu dostatečnou pro produkci energie. Toho se dosahuje optimalizací parametrů plazmatu, zlepšením technologií ohřevu a chlazení a vývojem odolnějších materiálů.

8. Ekonomická rentabilita:

V současné době je výroba energie z tokamaku dražší než z jiných zdrojů. Vědci se snaží o to, aby se tokamak stal ekonomicky rentabilním a dostupným zdrojem energie. Toho se dosahuje snižováním nákladů na výrobu a provoz tokamaku a zvyšováním jeho efektivitu.

Cesta k fungujícímu tokamaku je plná technických výzev, ale s neustálým vývojem a investicemi do výzkumu se k dosažení této technologie blížíme stále více. Tokamak představuje naději na čistou a trvalou energii pro lidstvo a jeho budoucnost je plná slibů a výzev.

Závěr:

Tokamak není jen fascinující stroj, ale také symbol lidské snahy o dosažení čisté a trvalé energie. Překonání technických výzev, které s sebou tato technologie přináší, bude vyžadovat spolupráci vědců a inženýrů z celého světa. Pokud se nám to podaří, otevře se nám cesta k udržitelné budoucnosti a k novým možnostem, o kterých se nám dnes ani nesní.

Lubomír Čapek, lubomir.capek@post.cz a Gemini

Letní tábor Q-klubu, 1. část

Zdárné ukončení ročníku ve škole vždy znamenalo, že na mě čekají dva, sluncem zalité měsíce prázdnin. Jako kluk jsem jezdil na dětské tábory, jako většina dětí. Ten tábor, který mám já na mysli, nebyl ledajaký tábor, ale **radioamatérský tábor, pořádaný Q-klubem**. Místem pro konání těchto táborů byly vždy nějaké přírodní prostory v okolí lesa či rybníka, většinou to bylo někde ve Středních Čechách. Tehdy mi bylo osm let, když jsem na takový tábor také jel, a shodou okolností na jeden takový tábor přijel jeden ze sponzorů, byl to sponzor sladkého syceného nápoje černé barvy. Nepřijela ale jenom nějaká dodávka tohoto sponzora, ale přijel rovnou celý kamióň, takový ten kamióň, který znáte z televizní reklamy na tento sycený nápoj, kde je v zimním období vyobrazený Santa Claus. Tento kamióň byl od podlahy až po strop plný flašek s touto sladkou dobrotou, byly to takové malé PET flašky o objemu 0,5 l.

Ona totiž prázdná PET flaška od pití, nebyla pouze na to, abychom jí někde vyhodili, ale abychom maximálně využili její potenciál. Flaška byla perfektně tvarovaná, takže její zužující se tělo bylo perfektní částí, na kterou se dala bez velkých obtíží navinout **cívka**, a vytvořit tak elektronickou součástku, která buď nám nebo někomu jinému poslouží při výrobě jakéhosi přístroje. Dále nám tato PET flaška posloužila k výrobě **těla vodní rakety**, PET flaška měla silnou a pevnou stěnu, proto bylo možné použít jednu vyrobenou raketu několikrát, mám tím na mysli, že se tato vystřelená raketa nezdeformovala při přistání, respektive při dopadu.

Byli jsme na radioamatérském táboře, takže nebylo nic zvláštního, že jsme přivezli s sebou i naši **Bílou hůl - vysílací anténu**, a poté co jsme zapojili naši vysílačku, začaly se naším táborem linout tóny vysílané Morseovy abecedy. Abych byl přesnější, to vše jsme stihli za jeden den. Přijeli jsme do tábora, kde jsme byli ubytováni v chatkách, přijel sponzor s plným kamióňem vychlazeného pití, hned na to, protože byl horký den, jsme vypili tolik flašek limonády, až to pomalu nebylo slučitelné s životem. No, a protože jsme v sobě měli tolik cukru, tak jsme šli bastlit. A protože nám to nestačilo, tak jsme ještě ten den před západem slunce šli pod dohled dospělých, ozbrojených pilkami a sekerami na lov. Co jsme lovili? No žádnou zvěř jsme neulovili, ale za to rýmu ano, a našli jsme tolik suchého dříví, které nám posloužilo na vytvoření veliké vatry, nad kterou jsme si poté ve studené letní noci opékali buřty a přemítali u ohně nad tím, jak zítra budeme lovit lišku.

Rostislav Mařan, rostislav.maran@gmail.com



Předzesilovač a zesilovač + TX, to je zábava

Posílám živou fotku od nás z kroužku. Spojování zařízení do funkčního řetězce je hodně tvůrčí a objevné, zejména sladování výkonu prvků. Signál bere me z gramofonové přenosky, nebo z elektretového mikrofону. Dokonce nám pracuje i radiotechnická koncovka, kdy budíme dva Clappy v zázněji a jsme tak v rádiu na 10 MHz.

Radosti spousta, chtějí to všichni, vymýšlíme různé adjustace DPS, aby zařízení bylo pevné, kompaktní, přitom přístupné. Nejlépe nám vychází lepit plošník na svislo jen za hranu do zářezu v malém prkénku, vývody jsou pak na konci přileťované na hřebíčcích, tím se netahá za dráty.

Miloš Milner, OK7ZM
milosmilner@gmail.com



Maker Faire Prague 2024 vypukne 11. a 12. května 2024 v Křížkových pavilonech v Praze. Více jak 130 makerů, workshopy, přednášky, panelové diskuse. Předprodej vstupenek do 10.5. na [Goout.cz](https://www.goout.cz), lze vyhrát **tiskárnu Original Prusa MK4**.
program@makemore.cz

Svátek čarodějnic

Dívěnka líbezná, všemi obdivovaná, obletovaná nápadníky, se postupně přemění na pečlivou matku, později užitečnou babičku, která děti pohlídá, lektvary léčivé dokáže připravit. Po letech je z ní bába ošklivá, nevlídná, nerudná, všude překážející. Okolní vesničané její existenci cítí jako cosi obtěžujícího, přebytečného (chlebiček nám ujídá), přemýšlejí, jak se jí zbavit. V pozadí je i zájem o její pastoušku. Příležitost se naskýtá o Filipojakubské noci, kdy se údajně čarodějnice houfují ke svým rejďům.

Nazveme ji čarodějnici a upálíme. Uřkla nám krávy. Kdo se má na tu šeredu dívat.

Bábušku přibijí hřebíky za prsty ke kmeni stromu, obloží roštím a zapálí. Baví se jejím utrpením.

Slavit svátek čarodějnic je ohavnost, atavismus, a lidstvo by se mělo od něj distancovat. Nemám šanci situaci změnit, ale tento hlas by tady měl zaznít. -DPX-

Výsledky Minitestíku z HK 351

Králíci a slepice

Mirek Kocián OK2CV píše: 23 hlav a 76 noh celkem. Dvě nohy patří ke každé, t.j. 46, x králíků potom musí být: $46 + 2x = 76$, $2x = 30$, a x tedy je 15. Potom je $15 \times 4 + 8 \times 2 = 76$, tedy 60 + 16 = 76 noh. **Zkouška: 15 králíků = 60 noh, 8 slepic = 16 noh, potvrzuje 23 hlav.**

Petr Filipi píše: pro zajímavost **posílám řešení od AI**

Odpověď AI: Necháme x být počet králíků a y počet slepic na dvoře. Máme dvě rovnice:

1. Počet hlav: $x + y = 23$ (Každý králík má jednu hlavu a každá slepice má jednu hlavu.)

2. Počet nohou: $4x + 2y = 76$ (Každý králík má čtyři nohy a každá slepice má dvě nohy.)

Teď můžeme vyřešit tento systém rovnic. Z první rovnice vyjádříme y jako $y = 23 - x$ a dosadíme do druhé rovnice: $4x + 2(23 - x) = 76$ $4x + 46 - 2x = 76$ $2x + 46 = 76$ $2x = 76 - 46$ $2x = 30$ $x = 30/2$ $x = 15$

Nyní známe počet králíků. Dosadíme $x = 15$ do první rovnice pro nalezení počtu slepic: $y = 23 - x$ $y = 23 - 15$ $y = 8$ **Takže na dvoře je 15 králíků a 8 slepic.**

Vladimír Štemberg píše: počet králíků...K, počet slepic...S, $K + S = 23$ (každé zvíře má jednu hlavu) $4 * K + 2 * S = 76$ (králík má 4 nohy, slepice 2), řešením soustavy rovnic dostaneme **K = 15 S = 8**

Náš Minitestík Kulaté ocelové závaží ($\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$) je zavěšeno na vlákně a ponořeno do vody ($\rho_2 = 1000 \text{ kg/m}^3$). Objem závaží je 1 dm^3 . Jakou silou je vlákno napínané? Námět: hackmath.net
Řešení pošlete **nejpozději ve čtvrtek**, výhradně na dpx@seznam.cz Řešitelé mladší jak 18 let, uveďte svůj věk.

Ždibec moudra na závěr

Gustave Flaubert

Bibci žijí veseleji, neboť vždy mají více důvodů k smíchu než lidé moudří a přemýšliví.

HAM je mezinárodně používaný pojem pro radioamátéra

Toto číslo vyšlo 4. května 2024

HAMÍK je tedy mladý, začínající, budoucí radioamátér

Vychází každou sobotu v 00:00 h

HAMÍKŮV KOUTEK je přílohou Bulletinu Českého radioklubu,

je určen pro vedoucí a členy elektro - radio - robo kroužků, jejich učitele, rodinné kluby, rodiče, prarodiče a všechny příznivce práce s mládeží; vzniká ve spolupráci s ČRK, ČAV a OK QRP klubem

Všechna předchozí čísla HK, adresy kroužků, stavební návody a mnoho dalšího najdete na <https://www.hamik.cz/>

© Petr Prause, OK1DPX, redakce HAMÍK, Čechovská 59, 261 01 Příbram, tel. 728 861 496, dpx@seznam.cz