



УДК 621.384.6

ВІДКРИТТЯ НА ВЕЛИКОМУ АДРОННОМУ КОЛАЙДЕРІ

Студ. С.В. Кудіна, гр. ББТ-18
Науковий керівник доц. А. М. Шут
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Основною метою є узагальнення значення Великого адронного колайдера для «нової» фізики, зокрема відкриття бозона Хіггса.

Завдання — у статті з'ясовується: історія та принцип роботи Великого адронного колайдера; наслідки та перспектива вивчення елементарних частинок.

Об'єкт та предмет дослідження. По суті адронний колайдер є складним прискорювачем елементарних частинок. З його допомогою фізикам вдається розігнати протони і важкі іони. Спочатку адронний колайдер створювався для підтвердження існування бозона Хіггса невлічливої елементарної частинки. Одним лише бозоном Хіггса справа не обмежилася, крім нього фізиками були знайдені і деякі інші елементарні частинки.

Результат дослідження. Великий адронний колайдер — прискорювач заряджених частинок на зустрічних пучках, призначений для розгону протонів і важких іонів (іонів свинцю) і вивчення продуктів їх зіткнень. Колайдер побудований в CERN (Європейська рада з ядерних досліджень), розташований поблизу Женев, на кордоні Швейцарії та Франції. ВАК є найбільшою експериментальною установкою у світі. У будівництві та дослідженнях брали і беруть участь більше 10 тисяч вчених і інженерів більш ніж із 100 країн. ВАК знаходиться на глибині до 175 метрів та має протяжність у 27 км. Великим колайдер названий через свої розміри, адронним – через те, що він прискорює адрони (частинки, що складаються з кварків), колайдером (англ. collide – стикатися) – через те, що пучки елементарних частин прискорюються в протилежних напрямках і стикаються в спеціальних місцях. Наразі основними завданнями ВАК є:

- пошук суперсиметрії
- дослідження кварк-глюонної плазми
- вивчення топ-кварків
- пошук «темної матерії»
- пошук додаткових вимірів та чорних дір

Принцип роботи адронного колайдеру полягає в наступному: заряджені частки направляються потоками на зустріч один одному. Під час зіткнень часток в колайдері відбуваються певні процеси: викид енергії, руйнування частинок, що зіткнулися та народження нових. Саме ці процеси є предметом пильного дослідження вчених. Заряджені частки розганяють в колайдері за допомогою електромагнітного поля до надвисоких швидкостей, майже до швидкості світла. Для утримання і фокусування пучків елементарних частин використовується близько 1624 надпровідних магнітів, які працюють при температурі 1,9 К (близько 271⁰С). Тому для підтримки їх роботи потрібна ціла «фабрика» з виробництва рідкого гелію. Розрахункове споживання енергії колайдеру під час роботи становить 180 МВт. Фінансування та розробку проекту ВАК здійснювали понад 10 тисяч науковців та інженерів, представників різних університетів і лабораторій з понад 100 країн світу. На будівництво Великого адронного колайдера витрачено близько \$8 млрд. ВАК дозволяє побачити та дослідити початкові процеси зародження матерії у Всесвіті. В результаті великої енергії зіткнень в адронному колайдері повинна утворюватися плазма, подібна речовині при процесі так званого «Великого вибуху». За теорією вчених, саме «Великий вибух»



сформував згустки первісної матерії. В середині Великого адронного колайдеру підтримується температура, яка є нижчою від температури космосу майже на півтора градуси. Система охолодження дозволяє підтримувати температуру $-271.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, в той час коли температура космосу може досягати $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$. Це дозволяє досягти надпровідності в кабелях установки, завдяки якому протони майже досягають швидкості світла. Щоб зафіксувати надшвидкий рух часток та їх зіткнення, на ВАК установлені спеціальні детектори в вигляді цифрових фотокамер, які здатні фіксувати до 600 млн. кадрів в секунду. В найхолоднішому місці в нашому Всесвіті, вчені CERN спромоглися здобути найгарячішу речовину, яка тільки відома людству. Зіштовхнувши іони золота, дослідники отримали кварк-глюонну плазму з температурою 4 трлн $^{\circ}\text{C}$, яка у 250 000 разів гарячіша за температуру Сонця.

Ще один значний внесок ВАК в науку полягає в тому, що на основі детекторів елементарних часток, встановлених на адронному колайдері, ученим CERN вдалося створити прилади, що роблять кольорові рентгенівські знімки і дозволяють лікарям ставити більш точні діагнози.

Частинки такі як протони, нейтрони і кварки, які отримують масу через взаємодію з невидимим електромагнітним полем, відомим як поле Хіггса. Деякі частинки здатні проходити через це поле, не отримуючи маси, в той час як інші «грузнуть» в ньому і накопичують її. Якщо це так, то «невидиме» поле повинно мати пов'язану з ним частку - бозон Хіггса, - яка контролює взаємодії з іншими частинками і хіггсівським полем, змінюючи за допомогою нього віртуальні частинки Хіггса.

Дослідження тривають, і вчені, що працюють на Великому адронному колайдері і інших прискорювачах частинок, досягають все більших енергій та домоглися створення крапель кварк-глюонної плазми (сьогодні вона вважається первинним речовиною, яким було заповнено весь простір відразу після Великого вибуху). До 2030 року в Китаї планують побудувати найбільший і потужний прискорювач частинок, який допоможе проводити нові експерименти на більш високих енергіях.

Висновок. По-перше, відкриття завдяки адронному колайдеру не просто рядове відкриття ще однієї нової частинки. Це відкриття по-справжньому нового типу матерії. До цього фізики мали справу лише з частками речовини (електрони, протони і т. Д.), Або з частинками - переносниками взаємодії, квантами силових полів (фотони, глюони, важкі W- і Z-бозони). Але хіггсовський бозон не є ні тим, ні іншим; це «шматочок» хіггсовського поля, яке є зовсім інший субстанцією і займає зовсім інше місце в пристрої нашого світу. По-друге, це один з рідкісних прикладів «відкриття на кінчику пера», тобто виявлення нового властивості нашого світу спочатку в теорії, а потім експериментально. У фізиці частинок теорія, як правило, слід за експериментом, пояснює отримані результати. Вся Стандартна модель, і відкриття хіггсовського бозона як завершальний її елемент, як раз такого типу.

Ключові слова: Великий адронний колайдер, бозон Хіггса (Хіггса), поле Хіггса, Нова фізика, прискорювач частинок

ЛІТЕРАТУРА:

1. Коллінз Грем. Фабрика відкриттів - спеціальний репортаж «В світі науки», травень 2008, № 5
2. Фрейзер Гордон. Час шукати Хіггс (з передмовою і післямовою перекладача статті Н.Нікітіна)
3. Науковий журнал naked-science.ru №43 квітень-травень 2019 <https://naked-science.ru/article/nakedscience/bozon-higgsa-odno-iz-samyh>
4. Вікіпедія, вільна енциклопедія Большой адронный коллайдер https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой_адронный_коллайдер.