

#### 4.1. Проблема виникнення Сонячної системи і планети Земля

Перші уявлення наукового характеру про виникнення Землі сформулювались у XVII-XVIII століттях, тобто припадають на період розвитку матеріалізму. Одним з перших, хто спромігся пояснити утворення Землі з врахуванням всіх досягнень тогочасної науки (законів Ньютона, матеріалістичного розуміння світу, тощо) був французький дослідник Ж.Д. Леклерк де Бюффон. Він висунув гіпотезу, згідно з якою Земля, і планети Сонячної системи в тому числі, утворилися внаслідок зіткнення Сонця з масивною кометою, в результаті чого від Сонця відокремились згустки речовини, які згодом застигли і утворили планети. Це була перша з так званих **катастрофічних** гіпотез виникнення планет Сонячної системи, які неодноразово пропонувалися і пізніше, але завжди зазнавали різкої критики. Основними недоліками цих гіпотез слід вважати: 1) вони тлумачили утворення планет, не пояснюючи при цьому як могло утворитися саме Сонце і Сонячна система, в той час як хімічний, а головне ізотопний склад, вік та інші особливості вказують на те, що планети і Сонце виникли з однієї і тієї ж речовини і, практично, одночасно; 2) надання народженню планет випадкового характеру, а не закономірного процесу.

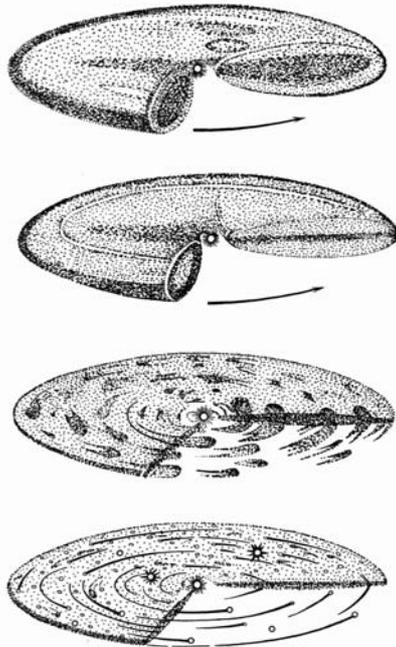
Краще наукове обґрунтування мала гіпотеза німецького філософа І. Канта, опублікована ним у 1755 р. В її основі лежали уявлення про те, що матерія, яка наповнює Всесвіт, у первісному стані була розпорошена на елементарні часточки, які рівномірно заповнювали простір. Поступово, під впливом сил всесвітнього тяжіння, почали виникати центри скупчення матерії, одним з яких і було Сонце; одночасно матерія набувала і обертового руху. В подальшому з хмари пилу, яка оберталася навколо Сонця, утворилися планети.

Математично обґрунтував та вдосконалив гіпотезу Канта французький математик П.С. Лаплас у 1796 р. і від тоді вона стала називатися **гіпотезою Канта-Лапласа**. Згідно з уявленнями

Лапласа, на початковій стадії формування Сонячної системи існувала газоподібна туманність, що оберталася та поступово ущільнювалася під впливом всесвітнього тяжіння. В центрі такої туманності знаходилося центральне згущення, з якого в подальшому утворилося Сонце. По мірі зростання ущільнення туманності та обертання від неї відокремлювалися кільця, які, у свою чергу, розпадалися з утворенням центральних згущень – зародків планет. На початкових стадіях розвитку планети та супутники повинні були мати вигляд розжарених газових куль, які згодом остигали, вкривалися твердою кіркою. Враховуючи зазначений механізм формування Сонячної системи та її планет, гіпотеза Лапласа дістала назву “*гарячої*” і впродовж усього ХІХ століття була основою для розробки моделей формування та розвитку Всесвіту. Проте, як з’ясувалось пізніше, ця гіпотеза була неспроможна пояснити механізм розподілу моменту кількості руху в Сонячній системі, що власне і зумовлює її існування як природного об’єкта надпланетного рівня організації природної речовини. Цей момент визначається як добуток маси тіла на відстань від центру системи та швидкість його обертання. Враховуючи механізм утворення Сонця і планет за схемою яку допускає гіпотеза Канта-Лапласа, впливає, що Сонце, яке володіє більше 90% всієї маси системи, характеризується також найбільшим моментом кількості руху. Насправді ж, внаслідок дуже повільного обертання Сонце володіє лише 2% загального моменту кількості руху, а 98% належить іншим планетам і, в першу чергу, планетам-велетням. Пояснити це протиріччя гіпотеза Канта-Лапласа була неспроможною. Перший крок у напрямку вирішення зазначеної проблеми був зроблений англійським астрономом Джінсом, який вважав, що планети утворилися зі згустку сонячної матерії відірваної від Сонця зіркою, яка проходила повз нього. Подібних поглядів дотримувалися також американські дослідники Ф.Мультон і Т.Чемберлен. які вважали, що внаслідок проходження повз Сонця великої зірки виникли потужні припливи. Це спричинило відокремлення від нього газів, які конденсувались у невеликі *планетезималі* (частки протопланетної речовини), які

зліпаючись утворювали астероїди та планети. Уявлення про планетезималі та їх утворення збереглися в науці і сьогодні, однак сама **гіпотеза Мультона-Чемберлена** була відкинута.

Принципово нові погляди на утворення планет закладені в **метеоритних**, або як їх ще називають "**холодних**", гіпотезах, серед яких найбільш вдалою і повною є **гіпотеза О.Ю. Шмідта**, розроблена у 1944 р.



*Рис. 4.1. Схема виникнення Сонячної системи за гіпотезою О.Ю.Шмідта*

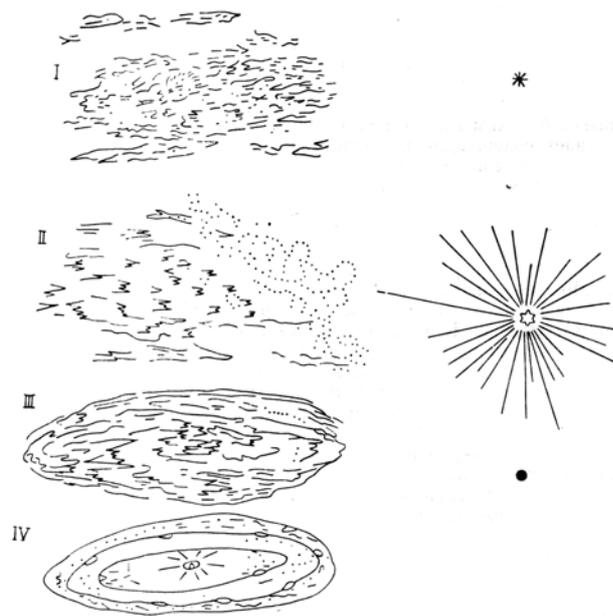
За цими гіпотезами, Сонце і планети утворилися з різних джерел. На одній зі стадій свого розвитку Сонце (походження якого не розглядається) захопило холодну газопилову туманність. Обертання останньої в сильному сонячному гравітаційному полі призвело до складного перерозподілу положення метеоритних часток за масою, щільністю та розмірами. В результаті цього частина метеоритів, відцентрова сила обертання яких виявилася слабшою за силу тяжіння, була поглинена Сонцем. В подальшому, при зіткненні метеоритів, почався процес **акреції**, тобто їх злипання,

утворення більших за масою агрегатів і приєднання до них дрібніших часток, що попадали в сферу їхньої гравітаційної дії. За такою схемою, згідно з гіпотезою О.Ю.Шмідта, відбувався процес формування планет та їхніх супутників з первинної метеоритної речовини (рис. 4.1). Проте, недолік цієї гіпотези полягає у надзвичайно малій вірогідності захоплення Сонцем

холодної газопилової (метеоритної) речовини та відсутності пояснень щодо утворення самого Сонця.

Результати дослідження Космосу, отримані протягом останніх десятиліть внесли значний вклад у дослідження проблеми походження Сонячної системи. При цьому відбулося, так би мовити, повернення на новому рівні до вихідних ідей Канта. Астрономам вдалось безпосередньо спостерігати процес зародження зірок з міжзоряної плазми, яка складається з газу та пилу (“пилова плазма”). Було також з’ясовано, що утворення зірок може відбуватися завдяки протидії магнітних полів і тиску газу та випромінювання лише вздовж зовнішніх спіральних рукавів галактик, у тому числі і нашої. Початок стиснення міжзоряної туманності може бути спричинений близьким вибухом **“наднової” зірки** (рис. 4.2). Про це свідчить наявність в Сонячній системі важких та надважких елементів і зокрема їхніх недовговічних радіоактивних ізотопів. Припускається, що ці ізотопи могли бути продуктами потужних ядерних реакцій, які відбуваються лише в результаті вибуху масивних зірок, перетворюючи останні в “наднові”.

Коли Сонце досягло певних розмірів, в його надрах почалися термоядерні реакції з перетворенням водню в гелій. Для молодих зірок, особливо масивних, властивим є на даній стадії розвитку губити частину речовини у вигляді “зоряного вітру”. Стосовно Сонця – це сонячний вітер. Прикладом такої зірки, яку мають можливість сьогодні спостерігати астрономи, може слугувати зірка Тільця, окутана щільною газопиловою туманністю. Навколо неї можуть утворюватися кільця на зразок кілець Сатурна. Космічна речовина кілець конденсується спочатку в планетезималі, а пізніше – у планети та їх супутники, які виникають навколо найбільших планетезималей. Протопланетна туманність, що обгортає Сонце, і саме Сонце на початкових стадіях існування Сонячної системи характеризувались швидким обертанням, але поступово магнітогідродинамічні сили сповільнили обертання Сонця та перерозподілили момент кількості руху в Сонячній системі.



**Рис. 4.2. Основні етапи еволюції протосонячної газопилової туманності** (за В.О. Рудником і Е.В. Соболевичем)

**I етап** – первинна протосонячна газопилова туманність і зірка, яка в подальшому стала “надновою” (більше 4,7 млрд. років назад); **II етап** – протосонячна туманність в сфері дії “наднової” зірки (4,7 млрд. років назад); **III етап** – впорядкування протосонячної туманності, акреція “реліктової” речовини туманності і конденсація речовини (4,7 млрд. років назад); **IV етап** – перетворення центрального згустку в Сонце, початок формування Сонячної системи в цілому і планети Земля зокрема (4,6-4,5 млрд. років назад).

Таким чином, найвірогідніша схема утворення Сонячної системи включає наступні етапи:

\* утворення Сонця і сплюснення міжзоряної газопилової туманності, яка обертається навколо нього під впливом близького вибуху “наднової” зірки;

- \* еволюція Сонця та навколосонячної туманності з передачею електромагнітним або турбулентно-конвективним шляхом моменту кількості руху від Сонця планетам;

- \* конденсація “пилової плазми” у кільця навколо Сонця, а матеріалу кілець – в планетезималі;

- \* подальша конденсація планетезималей в планети;

- \* повторення подібного процесу навколо планет з утворенням їхніх супутників.

На сьогоднішній день вважається, що весь процес зародження планет у порівнянні з подальшою еволюцією Сонячної системи відбувався відносно швидко і його тривалість не перевищувала більше 100 млн. років.

Близькість до Сонця спричинила втрату внутрішніми планетами летких речовин, чому сприяли як високі температури, так і сонячний вітер. Це пояснює, в основному, залізо-силікатний склад планет, а також вторинне походження їхньої атмосфери, яка є продуктом дегазації надр цих планет. Згідно з даними вивчення ізотопного складу благородних газів (аргону та ксенону), формування атмосфери розпочалось близько 4,4 млрд. років тому, відповідно цю вікову межу можна також вважати початком утворення на Землі води. Саме з цього моменту, як вважають геологи, розпочався *догеологічний період* розвитку Землі.