

**ЛЕОНАРДО ДА ВІНЧІ****<sup>1</sup>Булат Є.А., <sup>2</sup>Дирда В.І.**<sup>1</sup>Придніпровський науковий центр Національної академії наук України і Міністерства освіти і науки України, <sup>2</sup>Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України**ЛЕОНАРДО ДА ВІНЧІ****<sup>1</sup>Булат Е.А., <sup>2</sup>Дырда В.И.**<sup>1</sup>Приднепровский научный центр Национальной академии наук Украины и Министерства образования и науки Украины, <sup>2</sup>Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины**LEONARDO DA VINCHI****<sup>1</sup>Bulat Ie.A., <sup>2</sup>Dyrda V.I.**<sup>1</sup>Pridneprovsk Scientific Center of NAS of Ukraine and Ministry of Education and Science of Ukraine, <sup>2</sup>Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of NAS of Ukraine

Леонардо ді сер П'єро да Вінчі (італ. Leonardo di ser Piero da Vinci, 15 квітня 1452, селище Анкіано, біля містечка Вінчі, поблизу Флоренції – 2 травня 1519, замок Кло-Люсі, поблизу Амбуаза, Турень, Франція) – італійський художник (живописець, скульптор, архітектор) і вчений (анатом, натураліст), винахідник, письменник, музикант, один з найбільших представників мистецтва Високого Відродження, яскравий приклад «універсальної людини» (лат. homo universalis).

**Дитинство**

Леонардо да Вінчі народився 15 квітня 1452 року в селищі Анкіано поблизу невеликого містечка Вінчі, недалеко від Флоренції в «третьій годині ночі» тобто о 22:30 за сучасним відліком часу. Примітний запис в щоденнику діда Леонардо, Антоніо да Вінчі (1372-1468) (дослівний переклад): «В суботу, о третій годині ночі 15 квітня народився мій онук, син мого сина П'єро. Хлопчика назвали Леонардо. Його хрестив отець П'єро ді Бартоломео». Його батьками були 25-річний нотаріус П'єро (1427-1504) і його кохана, селянка Катерина. Перші роки життя Леонардо провів разом з матір'ю. Його батько незабаром одружився на багатій і знатній дівчині, але цей шлюб виявився бездітним, і П'єро забрав свого трирічного сина на виховання. Розлучений з матір'ю Леонардо все життя намагався відтворити її образ у своїх шедеврах. Жив він у цей час у діда.



Ймовірний автопортрет  
Леонардо да Вінчі

В Італії того часу до незаконнонароджених дітей ставилися майже як до законних спадкоємців. Багато впливових людей міста Вінчі взяли участь у подальшій долі Леонардо.

Коли Леонардо було 13 років, його мачуха померла при пологах. Батько одружився повторно – і незабаром знову залишився вдівцем. Він прожив 77 років, був одружений чотири рази і мав 12 дітей. Батько намагався долучити Леонардо до сімейної професії, але безуспішно: син не цікавився законами суспільства.

Леонардо не мав прізвища в сучасному розумінні; «да Вінчі» означає просто «(родом) з містечка Вінчі». Повне його ім'я – (італ.) Leonardo di ser Piero da Vinci, тобто «Леонардо, син пана П'єро з Вінчі».

Джорджо Вазарі в своєму знаменитому «Життєписі Леонардо да Вінчі, флорентійського живописця і скульптора» так описував Леонардо: «Ми постійно бачимо, як під впливом небесних світил, найчастіше природним, а то і надприродним шляхом, на людські тіла рясно виливаються найбільші дари і що іноді одне й те саме тіло буває з надлишком наділене красою, чарівністю і талантом, які вступили між собою в таке поєднання, що, куди б така людина не зверталась, кожна його дія божественна настільки, що, залишаючи позаду себе всіх інших людей, вона являє собою щось дароване нам Богом, а не придбане людським мистецтвом.

Це люди і бачили в Леонардо з Вінчі, в якому крім тілесної краси, яка так ніколи, втім, і не отримала достатньої похвали, була більш ніж безмежна краса в будь-якому з його вчинків, таланту ж було в ньому стільки і талант цей був такий, що з якими би труднощами його дух не стикався, він долав їх з легкістю. Сили було в ньому багато, але в поєднанні зі спритністю; його помисли і його дерзання були завжди царственні і великодушні, а слава його імені так розрослася, що цінували його не тільки свого часу, але і після смерті, коли він серед потомства придбав ще більшу популярність.

Воістину дивним і небесним був Леонардо, син сера П'єро з Вінчі. Володіючи широкими знаннями і володіючи основами наук, він домігся б великих переваг, якби він не був настільки мінливим і непостійним. Справді, він приймався за вивчення багатьох предметів, але, приступивши, потім кидав їх. Так, в математиці за ті деякі місяці, що він нею займався, він зробив такі успіхи, що, постійно висуваючи будь-які сумніви і труднощі перед тим вчителем, у якого він навчався, він не раз ставив його в глухий кут. Деякі зусилля витратив він і на пізнання музичної науки, але незабаром вирішив навчитися тільки грі на лірі, і ось, як людина, від природи наділена духом, піднесенням і повним чарівністю, він божественно співав, імпровізуючи під її супровід. Тим не менш, незважаючи на настільки різні його заняття, він ніколи не кидав малювання і ліплення, як речі, що більше всіх інших залучали його увагу».

За словами Вазарі, да Вінчі помер на руках короля Франциска I, свого близького друга. Ця малодостовірна, але поширена у Франції легенда, знайшла відображення в полотнах Енгра, Ангеліки Кауфман і багатьох інших художників. Леонардо да Вінчі був похований в замку Амбуаз. На могильній плиті був вибитий

напис: «У стінах цього монастиря покоїться прах Леонардо да Вінчі, найбільшого художника, інженера і архітектора Французького королівства».

### Мистецтво

Нашим сучасникам Леонардо в першу чергу відомий як художник. Крім того, не виключено, що да Вінчі міг бути і скульптором: дослідники з університету Перуджі – Джанкарло Джентіліні і Карло Сісі – стверджують, що знайдена ними в 1990 році теракотова голова є єдиною, що дійшла до нас, скульптурною роботою Леонардо да Вінчі [15]. Однак сам да Вінчі в різні періоди свого життя вважав себе в першу чергу інженером або вченим. Він віддавав образотворчому мистецтву не дуже багато часу і працював досить повільно. Тому художня спадщина Леонардо кількісно не велика, а ряд його робіт втрачено або сильно пошкоджено. Однак його внесок в світову художню культуру є виключно важливим навіть на тлі тієї когорти геніїв, яку дало Італійське Відродження. Завдяки його роботам мистецтво живопису перейшло на якісно новий етап свого розвитку. Попередні Леонардо художники Ренесансу рішуче відмовлялися від багатьох умовностей середньовічного мистецтва. Це був рух в сторону реалізму і багато вже було досягнуто у вивченні перспективи, анатомії, більшої свободи в композиційних рішеннях. Але в плані мальовничості, роботи з фарбою, художники були ще досить умовні і скуті. Лінія на картині чітко окреслювала предмет, і зображення мало вид розфарбованого малюнка. Найбільш умовним був пейзаж, який грав другорядну роль. Леонардо усвідомив і втілював нову живописну техніку. У нього лінія має право на розмитість, тому що так ми її бачимо. Він усвідомив явища розсіювання світла в повітрі і виникнення сфумато – димки між глядачем і зображеним предметом, яка пом'якшує колірні контрасти і лінії. В результаті реалізм в живописі перейшов на якісно новий рівень.



Леонардо да Вінчі, «Дама з горностаєм», 1490, Національний музей, Краків

Леонардо першим пояснив, чому небо синє. У книзі «Про живопис» він писав: «Синява неба відбувається завдяки товщі освітлених частинок повітря, яка розташована між Землею і знаходиться вгорі чорнотою».

Леонардо, по всій видимості, не залишив жодного автопортрету, який би міг йому бути однозначно приписаний. Вчені засумнівалися в тому, що знаменитий автопортрет Леонардо (традиційно датується 1512-1515 роками), що зображує

його в старості, є таким. Вважають, що, можливо, це всього лише етюд голови апостола для «Таємної вечері». Сумніви в тому, що це автопортрет художника, висловлювалися з XIX століття, останнім їх висловив нещодавно один з найбільших фахівців з Леонардо, професор П'єтро Марані. Італійські вчені заявили про виявлення раннього автопортрета Леонардо да Вінчі. Відкриття належить журналісту П'єро Анджела [16].

Леонардо віртуозно грав на лірі. Коли в суді Мілана розглядалася справа Леонардо, він фігурував там саме як музикант, а не як художник чи винахідник.

### Наука й інженерна справа

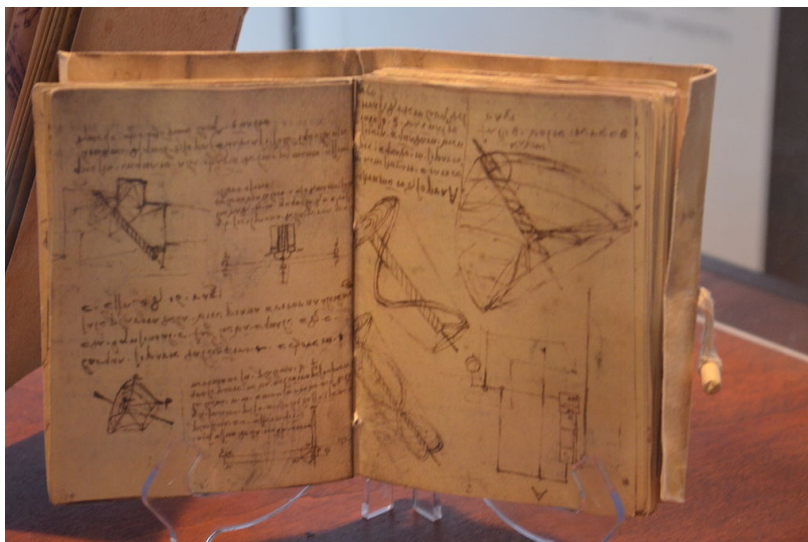
Єдиний його винахід, що отримав визнання за його життя – колесцевий замок для пістолета (завод ключем). На початку колесцевий пістолет був мало поширений, але вже до середини XVI століття набув популярності у дворян, особливо у кавалерії, що навіть відбилося на конструкції лат, а саме: максиміліанівські обладунки заради стрільби з пістолетів почали робити з рукавичками замість рукавиць. Колесцевий замок для пістолета, винайдений Леонардо да Вінчі, був настільки досконалий, що продовжував використовуватися і в XIX столітті.

Леонардо да Вінчі цікавили проблеми польоту. У Мілані він робив багато малюнків і вивчав літальний механізм птахів різних порід і кажанів. Крім спостережень, він проводив і досліди, але вони всі були невдалими. Леонардо дуже хотів побудувати літальний апарат. Він говорив: «Хто знає все, той може все. Тільки б дізнатися – і крила будуть!»

Спочатку Леонардо розробляв проблему польоту за допомогою крил, що приводяться в рух м'язовою силою людини: ідея найпростішого апарату Дедала та Ікара. Але потім він дійшов до думки про побудову такого апарату, до якого людина не повинна бути прикріплена, а повинна зберігати повну свободу, щоб керувати ним; приводити ж себе в рух апарат повинен своєю власною силою. Це, по суті, ідея аероплана.

Леонардо да Вінчі працював над апаратом вертикального зльоту і посадки.

На вертикальному «ornitottero» Леонардо планував розмістити систему втяжних сходів. Прикладом йому послужила природа: «подивися на кам'яного стрижа, який сів на землю і не може злетіти через свої короткі ноги; а коли він в польоті, витягнув сходи, як показано на другому зображенні зверху ... так треба злітати з площини; ці сходи служать ногами...». Що стосується



Рукопис Леонардо да Вінчі на виставці в Києві

приземлення, він писав: «Ці гачки (увігнуті клини), які прикріплені до основи сходів, служать тим же цілям, що і кінчики пальців ніг людини, який на них стрибає, і все його тіло не здригається при цьому, як якщо б він стрибав на каблуках».

Леонардо да Вінчі запропонував першу схему зорової труби (телескопа) з двома лінзами (відома нині як зорова труба системи Кеплера). В рукописі «Атлантичного кодексу», лист 190а, є запис: «Зроби очкові скла (ochiali) для очей, щоб бачити Місяць великим» (Leonardo da Vinci. «LIL Codice Atlantico...», I Tavole, C.A. 190a).

Леонардо да Вінчі, можливо, вперше сформулював найпростішу форму закону збереження маси для руху рідин, описуючи течію річки, проте, через невідповідності формулювання і сумніви в достовірності, це твердження піддається критиці [17].

Багато авторитетних істориків науки, наприклад П. Дюем, К. Труделл, Г.К. Михайлов, ставлять під сумнів [17] оригінальність ряду механічних результатів да Вінчі.

### Мислитель

Творець «Таємної вечери» і «Джоконди» проявив себе і як мислитель, рано усвідомивши необхідність теоретичного обґрунтування художницької практики: «Ті, які віддаються практиці без знання, схожі на моряка, що відправляється в дорогу без керма і компаса ... практика завжди повинна бути заснована на хорошому знанні теорії».

Вимагаючи від художника поглибленого вивчення предметів, що зображуються, Леонардо да Вінчі заносив всі свої спостереження в записну книжку, яку постійно носив при собі. Підсумком став своєрідний інтимний щоденник, подібного якому немає у всій світовій літературі. Малюнки, креслення і ескізи супроводжуються тут короткими нотатками з питань перспективи, архітектури, музики, природознавства, військово-інженерної справи тощо; все це пересипане різноманітними висловами, філософськими міркуваннями, алегоріями, анекдотами, байками. У сукупності записи цих 120 книжок представляють матеріали для величезної енциклопедії. Однак він не прагнув до публікації своїх думок і навіть вдавався до тайнопису, повне розшифрування його записів не виконано досі.

Визнаючи єдиним критерієм істини досвід і протиставляючи метод спостереження і індукції відверненому умогляду, Леонардо да Вінчі не тільки на словах, а й на ділі завдає смертельний удар середньовічній схоластиці з її пристрастю до абстрактних логічних формул і дедукції. Для Леонардо да Вінчі добре говорити значить правильно думати, тобто мислити незалежно, як стародавні, що не визнавали жодних авторитетів. Так Леонардо да Вінчі приходять до заперечення не тільки схоластики, цього відзвуку феодално-середньовічної культури, а й гуманізму, продукту ще незміцнілої буржуазної думки, що застигла в забобонному поклонінні перед авторитетом стародавніх. Заперечуючи книжкову вченість, оголошуючи завданням науки (а також і мистецтва) пізнання речей, Леонардо да Вінчі передбачає нападки Монтеня на вчених буквоїдів і відкриває за сто років до Галілея і Бекона епоху нової науки.

«... Порожні й повні помилок ті науки, що не породжені досвідом, батьком усякої вірогідності, і не завершуються в наочному досвіді...»

«Жодне людське дослідження не може називатися справжньою наукою, якщо воно не пройшло через математичні докази. І якщо ти скажеш, що науки, що починаються і закінчуються в думці, володіють істиною, то в цьому не можна з тобою погодитися, ... тому що в таких чисто уявних міркуваннях не бере участь досвід, без якого немає ніякої достовірності».

### Механіка

Незважаючи на високий рівень розвитку механіки в античному світі, матеріалознавство і механіка матеріалів практично не вивчалися. Деякі уявлення про пружність твердих тіл були в працях Філона (Візантія), Герона Олександрійського (I-II ст. н.е.), Йордану Неморарія (XII ст.) і деяких інших. Однак ні в роботах античних вчених, що заклали фундамент статички, що лежить в основі механіки матеріалів, ні у Вітрувія (I ст. до н.е.), який узагальнив досвід в галузі будівництва споруд у відомій роботі «Десять книг з архітектури», ні в роботах наступних вчених аж до XV століття немає ніяких вказівок на дослідження в області опору матеріалів. Разом з тим відсутність друкованих праць зовсім не означає, що цьому питанню не приділяли належної уваги. Мабуть, вже стародавні єгиптяни, а пізніше греки і римляни володіли деякими емпіричними правилами в області будівельної механіки і, зокрема, механіки матеріалів. Про це свідчать створені ними храми, колони, канали й інші будівельні споруди, що дійшли до наших днів і захоплюють нас не тільки гармонійністю архітектури, а й високою міцністю.

Багатотисячний досвід в інженерній практиці послужив основою для розвитку техніки в подальші часи. Однак коріння майбутньої наукової революції XV-XVII століть проглядаються не тільки в накопиченні емпіричної інформації, а й у багатьох наукових працях, де ця інформація узагальнена у вигляді рекомендацій, правил, математичних формул, схем і креслень. Для майбутньої науки про опір матеріалів схеми і креслення відігравали важливу роль, перш за все, як засоби конструювання різних споруд і технічних пристроїв для здійснення експериментальних досліджень.

В епоху Відродження наявні в області будівельної механіки емпіричні правила були узагальнені і розвинені Леонардо да Вінчі і Галілео Галілеєм. Саме цим вченим ми зобов'язані виникненням науки про міцність матеріалів і їх руйнування, тобто науки, яка в майбутньому отримала назву опору матеріалів. Тому в подальшому розгляді робіт Леонардо да Вінчі і Галілея буде приділено особливу увагу.

Для епохи Відродження характерний загальний підйом техніки, промисловості і мистецтва. Створюються нові машини і механізми, вогнепальна зброя робить переворот у військовій техніці, зводяться грандіозні будівельні споруди, закладаються основи сучасного природознавства і т.д. В цей історичний період наука і техніка орієнтуються на розвиток продуктивних сил і виробничих відносин і стають найважливішою характеристикою нової цивілізації. Механіка в силу свого специфічного положення стає домінуючою наукою і навіть в області політики, наприклад, у Макіавеллі, результати її досліджень є пануючими. На зміну

старій схоластичній науці, яка перебувала на той час у стані цілковитої кризи, приходить математика, фізика, хімія і т.д.

Одним з видатних вчених того часу був Леонардо да Вінчі (1452-1519). Він не друкував своїх праць, не залишив учнів і більшість його задумів не були здійснені, а машини і наукові результати пізніше винаходили і відкривали інші вчені. І, тим не менш, саме Леонардо заклав основи нового експериментального природознавства і поставив технічні проблеми на рівень найважливіших соціальних проблем. Великий художник, скульптор, архітектор, філософ, механік, математик, астроном і т.д. – він обігнав свій час і передбачив відкриття наступних століть. Мабуть, однією з найважливіших заслуг Леонардо є спроба узагальненого синтезу мистецтва, науки і техніки, які в комплексі є своєрідною мірою гармонійного розвитку людства. У наступні століття було багато талановитих вчених, але жоден з них, за винятком, можливо, М.В. Ломоносова – цього останнього енциклопедиста XVIII століття, не зробив так багато для розвитку сучасного природознавства.

В області механіки будівельних матеріалів Леонардо займався питаннями міцності і руйнування залізних дротів і дужок, мотузок, балок, кам'яної кладки, арок і колон.

У розділі «Досвід з силою, яку може проявити залізний дріт різної довжини» він пише: «Нагадую, що ти повинен на досвіді перевірити витривалість, тобто який вантаж може витримати залізний дріт. При цьому досвіді поступай так. Повісь залізний дріт довжиною в 2 ліктя (або близько того) до чого-небудь міцного, потім підвісь до нього кошик, козуб або що-небудь інше, на твій розсуд, і через маленький отвір у воронці насипай туди дрібного піску; коли цей залізний дріт не зможе більше витримувати і порветься, приводь в дію пружину, щоб отвір воронки відразу закритися і пісок більше не падав в кошик; вона впаде вниз, бо їй доведеться впасти з 1/2 дюйма висоти. Відміть, яка вага порвала цей дріт; відміть, в якому місці цей дріт порвався, і повтори кілька разів цей досвід для підтвердження, що він постійно рветься в одному і тому ж місці. Потім зроби дріт удвічі коротше і відміть, наскільки більшу вагу він витримує; потім зроби його в 1/4 довжини від початкової і так поступово бери різні довжини, відзначаючи вагу, яка їх розриває, і місце, де вони розриваються. І цей досвід ти проходиш з кожним металом і деревом, з камінням, мотузками і будь-якою річчю, здатної витримувати вагу; і для кожної виведи загальне правило. Так само зробиш з наземними опорами, тобто з такими, які, підтримуючи, мають один свій кінець укріпленим в землі або з боку землі».

Леонардо досліджує міцність мотузок на розрив і міцність залізних дужок на згин і розтяг. У розділі «Про міцність дужок» він експериментально доводить, «що залізний дріт легше зігнути, ніж розірвати». У розділі «Про тріщини будівель» Леонардо розглядає виникнення і розвиток в кам'яній кладці тріщин від внутрішніх напружень, викликаних нерівномірністю товщини, впливом різниці температур (одна частина стіни на повітрі, а інша стикається з вологою горою), землетрусом, зсувами, надмірним навантаженням («коли куполи будуть навантажені зверху надмірною вагою, склепіння їх роздадуться, даючи тріщину»),

нерівномірністю висихання стін неоднорідною ширини і т.д. У розділі «Про арки» Леонардо досліджує міцність арок і колон, розглядає причини їх руйнування під навантаженням, дає рекомендації щодо продовження їх довговічності.

Леонардо да Вінчі одним з перших зазначає, що процес руйнування здійснюється в часі. Цим дуже важливим зауваженням він передбачає і друге начало термодинаміки, і поняття ентропії як міри безладдя речовини і системи.

У розділі «Про час» він розмірковує про зв'язок часу з руйнуванням речей; не можна не відзначити при цьому поетичного дару автора. Слід також зауважити, то Леонардо не міг не знати про античні концепції часу.

Оскільки час як параметр грає дуже важливу роль в механіці руйнування і, зокрема, в побудові критеріїв руйнування, то тут доречно навести деякі відомості про вчення про час двох видатних філософів – Аристотеля і Плотіна.

Відповідно до Аристотеля час є «число руху стосовно до попереднього і подальшого і, належачи безперервності, саме безперервно». А далі: «... часом не є рух, але і не існує без руху; одна частина його була, і її вже немає, інша буде, і її ще немає; з цих частин складається і нескінченний час, і кожен раз виділяється проміжок часу; а то, що складається з неіснуючого, не може, як здається, бути причетним до існування». Звідси випливає, що людина може сприйматися як реальність лише у мить сьогоднішнього, «тепер». Вихід з такого явного протиріччя Аристотель бачив в тому, щоб мислити час «безперервним потоком, пов'язаним з рухом в чуттєвому світі». По відношенню до твердих тіл Аристотель пише «... зміна і рух кожного (тіла) відбувається в ньому самому або там, де трапляється бути самому рухомому і змінюється; час же рівномірний скрізь і при всьому; зміна може йти швидше і повільніше, час же не може, оскільки повільне і швидке визначається часом».

Як видно, Аристотель прийшов до ототожнення часу і фізичного руху. Пізніше Плотін виклав дещо іншу концепцію часу; він вчив про чистий час, що тече незалежно від фізичних процесів. За Плотіном час складався з моментів або інтервалів життя світової Душі; він не пов'язаний з тілесним рухом і по відношенню до нього носить абсолютний і ідеальний характер. Тут доречно підкреслити, що така концепція часу зробила істотний вплив на Блаженного Августина і на багатьох вчених; в Росії її дотримувався Достоевський (див. його роман «Біси» – час є Ідея).

Леонардо да Вінчі вважав ближче до Аристотеля. У своїх роботах він пише: «Хоча час і зараховують до безперервних величин, проте він, будучи незримим і безтілесним, не цілком підпадає до влади геометрії, яка, як ми бачимо, ділить видимі і тілесні речі на фігури і тіла нескінченної різноманітності. Час збігається тільки з першими початками геометрії, тобто з точкою і лінією: точка в часі повинна бути прирівняна до миті, а лінія має схожість з тривалістю відомої кількості часу. І подібно до того, як точки – початок і кінець лінії, так мить – межа і початок кожного даного проміжку часу. І якщо лінія ділена до нескінченності, то проміжок часу не чужий до такого поділу. І якщо частини, на які розділена лінія, сумірні один з одним, то і частини часу будуть один з одним сумірні».



Поглянь на світ і вдивися в його красу. Моргни́ть оком, дивлячись на нього, – той світ, який ти бачиш, раніше не був, і того, який був, тепер уже немає. Що його відтворює, якщо творець безперервно вмирає?

Вода, яка впливає з річок, – остання, яка пішла, і перша, яка приходить. Такий і теперішній час.

Час, винищувач речей, і старість заздрісна, ти руйнуєш все речі, і всі речі пожирають твердими зубами роки, мало-помалу, повільною смертю! Олена, коли дивиться в дзеркало, бачачи прикрі зморшки свого обличчя, вчинені старістю, скаржитися і думає наодинці, навіщо два рази була викрадена?

Істина була єдиною дочкою часу.

Несправедливо скаржаться люди на плин часу, звинувачуючи його в надмірній швидкості, не помічаючи, що перебіг його досить повільний; а хороша пам'ять, якою нас обдарувала природа, робить так, що будь-яка давно минула річ здається нам дійсною.

Пізнання минулих часів і пізнання світу – прикраса і пожива людських розумів.

Свинцевий вантаж, штовхаючи і давлячи на невеликий шкіряний мішок, наповнений повітрям, зможе за допомогою свого опускання також показати тобі годинник. Не бракує засобів і способів поділяти ці наші нещасні дні! Нам слід було б радіти, коли ми не марнуємо і не проводимо їх без користі і без всякої слави, не залишаючи по собі ніякої пам'яті в розумах смертних».

В області будівельної механіки і опору матеріалів Леонардо не залишив критерію руйнування і не дав ніяких математичних доказів. Але він був одним з перших, якщо не першим, хто почав узагальнювати емпіричний матеріал, першим, хто дав креслення пристрою для випробування залізних дротів і дужок на руйнування. Він дав також методологію проведення експерименту: вказав, що дріт слід розглядати різної довжини і помічати при цьому місце розриву, а досліди слід повторювати кілька разів.

Роль експерименту в механіці Леонардо надзвичайно велика. Джерелом пізнання він вважав досвід і так писав у своїх нотатках: «Все наше пізнання починається з відчуттів» і далі: «Механічний доказ істинний, хоча і з труднощами знаходиться ця істина; а те, що дорівнює істині, те і саме є істиною». При цьому під механічним доказом Леонардо розумів саме експеримент. Однак зразком доказовості він все ж вважав математику: «Ніякої достовірності немає в науках там, де не можна прикласти жодної з математичних наук, і в тому, що не має зв'язку з математикою».

Дослідження з механіки руйнування будівельних матеріалів є лише частиною великої роботи з механіки, що проводилася Леонардо протягом тривалого періоду.

При цьому дуже важливим є той факт, що більшість своїх досліджень Леонардо замикав у вузьких рамках наукових пошуків і не відділяв експеримент від практики. Так, при дослідженні арок, колон, кам'яної кладки він вивчає не тільки причини їх руйнування, а й дає конкретні рекомендації щодо їх усунення. У своїх

нотатках він зазначає: «Спочатку напиши трактат про причини, що породжують пошкодження в стінах, а потім окремо трактат про засоби запобігати їм».

В області механіки Леонардо був вельми різнобічний, і в його роботах можна відзначити ще кілька аспектів, які мають непрямий стосунок до механіки руйнування. Правило «Золотого перетину» або «божественної пропорції» («ціле так відноситься до своєї більшої частини, як більша до меншої») відомо з античних часів. Леонардо розвинув це правило і надав йому ту закінченість, з якою воно з успіхом використовується і в наш час і не тільки в архітектурі і живописі, а й при виборі оптимальних геометричних параметрів виробів загального машинобудування [118].

Іншим прикладом можуть служити дослідження в області біомеханіки. Вивчаючи будови птахів і риб, Леонардо прямо вказував, що для створення досконалих конструкцій необхідно запозичувати досвід у природи: «Хоча б розум людський і робив різні винаходи, відповідаючи різними знаряддями одній меті, ніде він не знайде винаходу прекраснішого, легшого і більш вірного, ніж в природі, бо в її винаходах немає нічого недостатнього і нічого зайвого». Сучасні дослідження повністю підтверджують цей підхід, особливо в галузі створення конструкцій з високим ступенем міцності і надійності.

Численні експериментальні дослідження, проведені Леонардо, свідчать про те, що він був дуже близький до відкриття критерію руйнування. Однак, незважаючи на його суттєвий внесок в механіку, в тому числі і механіку руйнування, записи Леонардо були опубліковані і стали відомі вченим лише через багато років. Тому слід вважати, що чіткого формулювання критерію, тобто формулювання в нашому розумінні, Леонардо після себе не залишив. Це треба було зробити іншому видатному вченому епохи Відродження Галілео Галілею (1564-1642). Однак історії для цього знадобилося близько ста років. Саме Г. Галілей заклав основи аналітичної науки про опір матеріалів.

Тут доречно підкреслити, що саме в працях Вінчі і Галілея (втім, можливо і інших авторів) можна углядіти витоки того явища, яке в ХХ столітті назвуть технократичною діяльністю людства.

У літературі з історії механіки є посилання на той факт, що відкриття Леонардо були відомі Г. Галілею через Дж. Кардано (1501-1576) і зробили деякий вплив на його дослідження з механіки. Свої роботи в цій галузі Галілей узагальнив у книзі «Бесіди і математичні докази...», виданої в Лейдені в 1638 р. Дослідження з механіки твердих тіл, з міцності і руйнування балок поміщені в першому і в другому дні «Бесід...» і являють собою першу друковану працю в області опору матеріалів і механіки їх руйнування. З книги Галілея і книги Р. Гука «Лекції про відновлювальній здатності, або про пружині, що пояснюють силу пружних тіл», що вийшла у 1678 р., починається друкована історія механіки деформованого твердого тіла.

### Після Леонардо

У 1485 році, після страшної епідемії чуми в Мілані, Леонардо запропонував владі проект ідеального міста з певними параметрами, плануванням і каналізаційною системою. Міланський герцог Лодовіко Сфорца відхилив проект.

Пройшли століття, і влада Лондона визнала план Леонардо досконалою основою для подальшої забудови міста. У сучасній Норвегії знаходиться діючий міст, створений за проектом Леонардо да Вінчі. Випробування парашутів і дельтапланів, виконаних за ескізами майстра, підтвердили, що тільки недосконалість матеріалів не дозволила йому піднятися в небо. У римському аеропорту, що носить ім'я Леонардо да Вінчі, встановлена велетенська, спрямована в небо статуя вченого з моделлю вертольота в руках.



«Не обертається той, хто спрямований до зірки», – писав Леонардо.



Могила Леонардо да Вінчі в замку Амбуаз (Франція)

### Про авторів

**Буллат Євгенія Анатоліївна**, доктор юридичних наук, старший науковий співробітник, Придніпровський науковий центр Національної академії наук України і Міністерства освіти і науки України, професор кафедри цивільного, трудового і господарського права, Дніпровський національний університет імені О. Гончара, м. Дніпро, Україна, [asdbulat@gmail.com](mailto:asdbulat@gmail.com)

**Дирда Віталій Ілларіонович**, доктор технічних наук, професор, завідувач відділу механіки еластомерних конструкцій гірничих машин, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), м. Дніпро, Україна, [vita.iqtm@gmail.com](mailto:vita.iqtm@gmail.com)

### About the authors

**Bulat Ievgeniia Anatoliivna**, Doctor of Science of Law, Senior Researcher, Prydniprovsky Scientific Center of the National Academy of Sciences of Ukraine and the Ministry of Education and Science of Ukraine, Professor of Department of Civil, Labour and Commercial Law, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, [asdbulat@gmail.com](mailto:asdbulat@gmail.com)

**Dyrda Vitalii Illarionovych**, Doctor of Technical Sciences (D. Sc.), Professor, Head of Department of Elastomeric Component Mechanics in Mining Machines, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Science of Ukraine, Dnipro, Ukraine, [vita.iqtm@gmail.com](mailto:vita.iqtm@gmail.com)

*Стаття надійшла до редакції 29.01.2021*