

УДК 544.454 (091)

А. В. Сюх

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

**ДНІПРОПЕТРОВСЬК ЯК НАУКОВИЙ ЦЕНТР
ЄВРОПЕЙСЬКОГО РІВНЯ З ДОСЛІДЖЕНЬ ФІЗИКИ ГОРІННЯ
ТА ВИБУХУ: ПЕРША ПОЛОВИНА XX СТОРІЧЧЯ**

Вивчені та досліджені основні етапи розвитку фізики горіння та вибуху у XIX – першій половині XX сторіччя, як за кордоном, так і на теренах України. Розглянута наукова діяльність дніпропетровських інститутів, що сприяла розвитку фізики горіння та вибуху на теренах України.

Ключові слова: науковий центр, фізика, вибух, горіння, європейська наука.

Изучены и исследованы основные этапы развития физики горения и взрыва в XIX – первой половине XX века, как за рубежом, так и на территории Украины. Рассмотрена научная деятельность днепропетровских институтов, которая способствовала развитию физики горения и взрыва в Украине.

Ключевые слова: научный центр, физика, взрыв, горение, европейская наука.

There were scrutinized and researched the main stages of the development of combustion and explosion physics that refers to the nineteenth and the first part of the twentieth century. There were studied scientific works which has stimulated the development of this sphere of physics and has been carried out by Ukrainian and foreign scientists. Special attention has been given to the researches of scientists of dniproperetrovsk institutes.

Key words: scientific centre, physics, eruption, fire, European science.

Сьогодні вивчаючи історико-наукові посібники, монографії присвячені фізиці горіння та вибуху, користуючись новітніми пошуками інформації практично неможливо знайти розділу, який би описував розвиток досліджень українськими вченими. Але саме вітчизняними вченими було зроблено багато фундаментальних відкриттів у галузі фізики горіння і вибуху. Тому метою статті є історико-наукове дослідження праць з фізики горіння та вибуху, що проводилися як в Європі так і на теренах України.

Негативні наслідки вибухів рудничних газів були відомі дуже давно і на кінець XIX ст. збільшилися настільки, що набули масш-

табів всесвітнього лиха. У 1686 р. англієць Роберт Плот у журналі «Природна історія Стаффордширу», вказав серед семи, як він висловлювався, родів рудничного повітря – grimучий газ [1]. Рудничним або grimучим газом (**le grisou, fire damp, schlagende wetter**), називають, по-перше, вибухові суміші газів різних типів, що зустрічаються в багатьох копальнях, і по-друге, той газ кам'яновугільних копалин, що змішаний у належній пропорції з атмосферним повітрям і дає вибухову суміш, запалювання якої й служить безпосередньою причиною жаклих катастроф.

Вибухи grimучого газу на той час були настільки несподівані, що літопис про нещасні жертви поширюється навіть на море. В 1903 р. у берегів Швеції на пароплаві-вугляреві «Olofs – Olson» від вибуху grimучого газу постраждав весь екіпаж, за декілька років до цього вугільний транспорт «La France» взагалі затонув від подібного вибуху. Однак, не зважаючи на такі обставини, дослідження рудничних газів та їх вибухових властивостей відбулися лише на початку XIX ст.

Першим провів хімічний аналіз і експерименти з grimучим газом видатний англійський вчений Гемфрі Деві. У 1813 р. він визначив його як суміш метану з незначною кількістю азоту та вуглекислоти, а в 1815 р. представив, безсмертний в анналах гірничої справи винахід, – *запобіжну рудничну лампу* [2]. Одночасно з винаходом Деві свою запобіжну лампу розробив і Джорж Стефенсон (інженер – механік, винахідник паровозу) [3].

Починаючи із другої половини XIX ст., в різних державах Західної Європи стали створювати особливі комісії з вивчення заходів боротьби із grimучим газом. Саме всебічне дослідження цими комісіями, а також видатними техніками-практиками, вибухів grimучого газу та кам'яновугільного пилу і призвело до зародження, як наукового напрямку, фізики горіння та вибуху. Фундаментальні роботи того часу належать Бунзену (1866 р.): запропонував метод визначення швидкості поширення полум'я і отримав числові данні зміни цієї швидкості для суміші водню з киснем; Бергто (1878–1883 рр.): виявив, що швидкості вибухової хвилі постійні для кожної суміші і залежать від її хімічного складу; Маллару та Ле Шательє (1880–1883 рр.): їх дослідження присвячені визначенню температури запалювання газових сумішей, за методикою Бунзена та Деві визначили швидкості поширення полум'я для багатьох газових сумішей, а також В. А. Міхельсону (1890), який фактично і заснував новий науковий напрям – «фізика горіння».

Основні положення фізики горіння В. А. Міхельсон виклав у дисертації, яка стосувалася швидкості запалювання гримучих газових сумішей. Вивчаючи теорію теплового поширення полум'я, він розмежував два процеси горіння: повільне згорання, яке поширюється за допомогою теплопровідності, та вибуховий процес (вибухова хвиля) – поширення полум'я здійснюється за допомогою швидких стиснень. В основу теорії повільного згорання він увів рівняння швидкості поширення плоского фронту горіння, об'єднуючи диференціальні рівняння для теплопровідності та рівняння кінетики хімічних реакцій.

Розглядаючи питання швидкості вибухового поширення полум'я, В. А. Міхельсон сформулював основні положення для побудовання теорії вибухового горіння, встановив співвідношення між швидкістю вибухової хвилі та швидкістю звуку при найбільшій температурі у вибуховій хвилі. Він уперше довів, що в головній частині вибухової хвилі (зона стиснутого слою – детонаційна частина) не відбувається повного згорання речовини, до цього вважали, що речовина вигорає повністю.

Досліджуючи полум'я пальника Бунзена, В. А. Міхельсон вивчає форму поверхні запалювання, яку описує як конус, виводить рівняння для нормальної швидкості запалювання газу і вперше методом фотографування перевіряє теоретичну форму поверхні запалювання, знайдену з отриманих рівнянь [4].

Чи не перше дослідження запалювання газових сумішей на теренах України було проведене в хімічній лабораторії Імператорського Харківського Університету М. Чернаєм, у 1876 р. [5]. У своєму дослідженні вчений вивчав умови, які мають вплив на можливість запалювання різноманітних вибухових газових сумішей, а також яким чином відбувається розподіл кисню між газами у суміші при їх неповному згоранні. Ці умови докладно були описані Деві (Schweigers Journal für Physik und Chemie 1813 p.), Бунзеном (Gazometrische Methoden 1854 p.) та Мейєром (Journal für practische Chemie 1874 p.).

Без сумніву, монографії Деві, Бунзена та інших становили великий інтерес у науковому суспільстві того часу. Багато дослідників, у тому числі українських, вивчаючи їх, намагалися повторити проведені ними експерименти, або запозичуючи окремі методики, проводили власні дослідження.

Так, спостерігаючи за процесами запалювання, горіння та вибуху, М. Чернай проводить низку експериментів, спираючись на попе-

редні дослідження. У першу чергу він починає вивчати вплив тиску на можливість запалювання. З роботи Деві йому стало відомо, що при зменшенні тиску до деякого значення горіння суміші припиняється, або, навпаки, ця суміш втрачає властивість вибухати від розряду електричної іскри. Провівши декілька експериментів з різноманітними газовими сумішами, М. Чернай визначив для кожної з них значення тиску, при якому завжди відбувався її вибух.

Далі він провів експерименти, вивчаючи, яким чином кількість та якість газів, що утворюють суміш, впливає на запалювання. Дослідник відмічав особливий вплив на цей процес вуглеводню, дія ж окремих газів на температуру спалаху суміші, ймовірно, залежить від їх теплопровідності, а також від здатності поглинати та випромінювати ними тепло. Таку залежність М. Чернай наводить у зведеній таблиці, що показувала, яким чином здатність газу випромінювати та проводити теплоту відбивається на його здатності заводити запалювання. З таблиці випливало, що із зростанням здатності газів випромінювати тепло, зростає і їх здатність перешкоджати запалюванню.

У другій частині дослідження М. Чернай вивчає явище розподілу кисню в газовій суміші (окис вуглецю з воднем або аміаком). Розглядаючи випадок розподілу кисню між воднем та окисом вуглецю, М. Чернай звертає увагу та теорію Бертолетта. Ще на початку XIX ст. цей вчений запропонував формулу, яка описувала явище розподілу однієї речовини між двома іншими. Спираючись на розрахунки Бертолетта, Бунзен намагався теоретично перевірити правдивість теорії. З його дослідження випливало, якщо частинки однієї газової суміші прагнуть з'єднатися з частинками інших речовин цієї ж суміші, то між ними встановлюється рівновага, яка залежить від кількості речовини, що ще не поєдналася. Подібні дослідження були проведені і Мейером, він також указував на стрибкоподібну зміну в розподілі речовини. Цей факт зацікавив М. Черная. Спочатку український дослідник перевіряв експериментальні дані Бунзена та Мейєра, а потім поставив декілька власних експериментів. Отримавши велику кількість експериментальних даних, М. Чернай з'ясував, що розподіл речовини між двома компонентами в газовій суміші відбувається поступово. Хибність розрахунків Бунзена та Мейєра він пояснював тим, що вони навмисно приводили такі скореговані дані, вважаючи отримані числа наслідком появи похибки в ході обчислення результатів експерименту.

Подальші дослідження з фізики горіння та вибуху на теренах України вже відносяться до початку XX ст. У цей час у науковому суспільстві ведеться дискусія стосовно процесів поширення вибуху. Крім «класичної» моделі поширення вибуху, тобто коли діють лише термодинамічні закони, науковці починають розглядати цей процес з «електронно-іонної» точки зору, тобто з точки зору процесів іонізації, що відбуваються у полум'ї.

Фундаментальні праці з електронно-іонної теорії належать Дж. Томсону, який був відзначений Нобелевською премією за відкриття електрона. 1910 р. Томсон висловлює гіпотезу, що у полум'ї виникають електрони і саме вони, особливо найбільш активні, є джерелами поширення полум'я, тобто грають роль передавачів енергії. Він першим розробив математичну теорію проходження електричного струму через полум'я і відзначив головну роль електронів у процесі його поширення. Перевіряючи свою гіпотезу Томсон у 1913 р. провів низку досліджень. Першим етапом було вивчення процесів запалювання газових сумішей від розжареного електричним струмом дроту, де Томсон визначив, що запалювання суміші відбувається тільки в момент виділення електронів з дроту. Далі він проводить експерименти з рентгенівськими променями і також помічає, що, коли під впливом променів платиновий дріт починав випромінювати електрони, відбувалося запалювання газової суміші. Тому Томсон зробив припущення – процес запалювання вибухової газової суміші, напевно, відбувається виключно під іонізуючою дією електронів [6].

Іонізацію полум'я в цей же період вивчає і Габер. Він висунув припущення, що причиною іонізації є хімічні реакції, а не підвищення температури полум'я. Як підтвердження своєї гіпотези він наводить приклад горіння Бунзенівського пальника, де найбільшу електропровідність має не зовнішній конус, температура якого найвища, а внутрішній що ледве світиться, де, навпаки, температура значно менша, зате відбувається інтенсивна хімічна реакція. Також Габер установив, що між швидкістю поширення запалювання та мірою іонізації, тобто електричною провідністю полум'я, існує тісна залежність [7]. Подальші дослідження електрики в процесах горіння досліджували: Moreau – електронно-іонну теорію поширення вибухових хвиль, Lewis – роль заряджених частинок у процесах горіння; Bone – запалювання газових сумішей.

Також у першій чверті XX ст. починає розвиватися вчення про швидкість хімічних реакцій – хімічна кінетика. Це пов'язано, насам-

перед, з декількома причинами. По-перше, необхідність з'ясування механізмів виникнення та поширення газових вибухів, по-друге, особливо важливим на той час, було питання дії каталізаторів, адже з появою електричного освітлення в кам'яновугільних копальнях виникала загроза вибуху від каталітичної дії дротів ламп накаливання.

Для з'ясування механізмів дії каталізаторів була запропонована теорія ланцюгової реакції. Уперше поняття ланцюгової реакції було введено в 1913 р. Боденштейном, що намагався пояснити деякі аномалії в фотохімічних реакціях. Але головна заслуга розвитку теорії ланцюгових реакцій належить академіку М. М. Семенову. Основні положення цієї теорії полягали в тому, що при дії на молекули горючих речовин, променевої енергії, електричного заряду або теплоти, вони, поглинають деяку кількість енергії і розпадаються на атоми та радикали, тобто на частинки з підвищеною хімічною активністю, які потім стають центрами ланцюгових реакцій. За свої дослідження по з'ясуванню механізму хімічних реакцій М. М. Семенов отримав Нобелівську премію з хімії [8].

В Україні, починаючи з 1920 р., центром досліджень з фізики горіння та вибуху стають лабораторії Катеринославського гірничого та фізико-технічного інститутів. Саме з праці 1923 р. проф. Г. В. Євреїнова починається бурхливий розвиток досліджень впливу фізичних факторів на запалювання та горіння газових сумішей. У статті [6] автор описує дослідження іноземних вчених Тортона та Томсона, що вивчали іонні процеси запалювання та горіння, і, ґрунтуючись на цих працях, досліджує можливість запалювання гримучого газу від іскор електричного струму.

Продовжив вивчати умови запалювання рудничних газів електричними іскрами П. П. Піроцький. 1936 року він зробив експериментальну перевірку формули $Lin = \text{const}$ для границі запалювання газових сумішей іскрами розмикання, яку детально описав у своїй дисертації. Цю формулу, ще в 1916 р. вивів Торнтон, для границі запалювання рудничного газу, де L – коефіцієнт самоіндукції ланцюга, i – мінімальне значення сили струму, який запалює суміш у момент розмикання ланцюга, а n – показник швидкості розмикання ланцюга [9].

У дисертації П. П. Піроцький проводить аналіз попередніх праць Торнтона, Моргона та Вілера, які досліджували граничні умови запалювання. З них випливало, що єдиною причиною запалювання суміші є кількість теплової енергії, яка розсіюється в іскровому про-

міжку. Тому при постійному значенні ($1/2Li_2$) і при інших рівних умовах (напруга, речовина електродів, площа контактів, швидкість розмикання), кількість теплової енергії, яка розсіюється в іскровому проміжку, також буде постійною.

Досліди по знаходженню нижньої границі запалювання проводилися таким чином. Спочатку запалювання вибухової суміші відбувалося при використанні заздалегідь відомої сили струму. Далі силу струму зменшували доки вибух не спостерігався. Граничне значення струму запалювання суміші не повинно було відрізнитися від струму, коли вибух не відбувався, на 0,01A.

Але отримані експериментальні дані П. П. Піроцьким не збігалися з теоретичними розрахунками зарубіжних вчених. Формула не узгоджувалася з отриманими даними, при будь-яких значеннях швидкості розмикання ланцюга [10].

Узагалі треба зазначити, що розвиток електронно-іонної теорії на теренах України започаткував відомий український вчений Л. В. Писаржевський. Ще на початку 1914р., одним з перших в Європі він почав застосовувати вчення про електрон до хімії. Повною мірою його погляди на сутність перетворення хімічної енергії в електричну були викладені в ряді лекцій, прочитаних у тому ж році. Основним напрямом, за яким Л. В. Писаржевський проводив експериментальні дослідження, було вивчення впливу електричних та магнітних полів на хімічні процеси в розчинах, електролітах, а також дії каталізаторів на газові реакції. Саме Л. В. Писаржевський започаткував напрямки майбутніх досліджень з фізики горіння та вибуху у Дніпропетровську [11].

Отже не дивно, що запрошений з Кам'янець-Подільського українського університету Л. В. Писаржевським до Дніпропетровська, вже відомий і талановитий фізик А. Е. Малиновський починає проводити дослідження вивчаючи електронно-іонну теорію горіння. У 1924р. він робить спробу дослідним шляхом установити іонний характер запалювання гримучого газу і воднево-кисневих газових сумішей під час поширення вибухової хвилі. Але устаткування лабораторії не дало змоги отримати позитивний результат досліджень. Тому Малиновський спробував провести спостереження за впливом електричного поля на поширення вибухової хвилі. Проведені досліди виявили, що після проходження вибухової хвилі крізь електричне поле, ступінь її іонізації зменшується, тобто хвиля втрачає частину своїх іонів. Також виявилось, що кількість перене-

сених хвилею іонів тим більша, чим більше концентрація їх у попередніх шарах.

Проаналізувавши отримані дані, А. Е. Малиновський робить припущення, якщо виловити з полум'я, що поширюється з малою швидкістю, стільки іонів, скільки їх виходить попереду фронту хвилі, то не буде відбуватися згущення і горіння вибухової суміші не вийде з початкової стадії, тобто не прискориться і не перейде у вибух. Якщо ж виловили ще більше іонів, то може виникнути таке їх розрідження, коли хвиля втратить свою запалювальну дію; відбудеться гальмування і навіть повна зупинка вибуху.

А. Е. Малиновському вдалося експериментально встановити повну зупинку вибуху на самому початку його утворення. Це явище він спостерігав, виконуючи досліди з парами бензину. Отримати повну зупинку вибуху газової суміші вдалося при напрузі 900 V на пластинах конденсатора, відстань між якими становила 2,5 мм [12].

Поява докладної статті А. Е. Малиновського в зарубіжному виданні [12] викликала чималий інтерес до проведеного ним експерименту. Подібні експерименти були проведені багатьма науковцями, але серед них потрібно особливо відмітити роботи Габера та Льюїса, адже в свою чергу, саме їх роботи і вплинули на подальший розвиток наукової праці А. Е. Малиновського. Якщо експерименти американського дослідника Льюїса з повздовжніми полями в А. Е. Малиновського викликали тільки зацікавленість, то між ним і німецьким вченим Габером виникає так би мовити дискусія, яку детально описав А. Е. Малиновський [7; 13; 14; 15].

Після визнання світовим науковим співтовариством «ефекту Малиновського» і відкриття 1931р. у Дніпропетровському фізико-технічному інституті відділу «Фізика горіння та вибухів», навколо А. Е. Малиновського починає збиратися талановита молодь. Створюється колектив, який працює до 1937р. За цей період публікується більш 60 статей і проводиться безліч різноманітних досліджень. Особливо треба відмітити 1934 рік, коли разом з А. Е. Малиновським починають працювати В. С. Россіхін та В. П. Тимковський. Вивчаючи дію змінних полів на процеси горіння та запалювання вибухових газових сумішей, вони разом встановлюють, що при підвищенні частоти до деякого значення вплив такого поля зовсім зникає, а при подальшому підвищенні частот поля навпаки відбувається прискорення горіння [16].

На жаль, 12 червня 1937р., А. Е. Малиновський був арештований за підозрою в контрреволюційній діяльності і розстріляний того ж

року 18 вересня. Такий збіг обставин змусив багатьох його співробітників припинити наукову діяльність. Закривається відділення «Фізика горіння та вибухів», Ф. А. Лавров, один з перших, хто починав працювати з Андрієм Едуардовичем, переїздить до Ленінграда, а В. С. Россіхіна переводять до Дніпропетровського інституту на кафедру експериментальної фізики. В одну мить були зруйновані всі плани, всі сподівання [17].

Паралельно із А. Е. Малиновським у Дніпропетровському інституті фізичної хімії під керівництвом Л. В. Писаржевського починає свою роботу і М. В. Поляков. Уже за часів аспірантури у М. В. Полякова виникають тісні наукові контакти з лівінградськими фізиками та хіміками. Крім лабораторії академіка Іпатієва він у ці роки працював у Фізико-технічному інституті академіка Йоффе та лабораторії електронної хімії М. М. Семенова [18, с. 67].

Основним напрямком досліджень М. В. Полякова було вивчення механізмів гетерогенно-гомогенного каталізу. Разом із П. М. Стадником, вивчаючи реакції між воднем та киснем у присутності платини при умовах протікання процесу в об'ємі [19], вони зуміли експериментально довести, що теоретичні положення про перебіг ланцюгової реакції можуть застосовуватися і при гетерогенно-гомогенному каталізі. Ще в 1929 р. М. М. Семенов указував на важливу роль досліджень механізмів гетерогенно-гомогенного каталізу, як одного з чинників розвитку теорії ланцюгових реакцій [8].

У 1936 р. використовуючи власну методику фіксації проміжних продуктів, М. В. Поляков установив, що при окисненні вуглеводів відбувається гетерогенно-гомогенний каталіз, а також що це явище, властиве практично всім екзотермічним реакціям. Також ним був запропонований вираз, який описував залежність виходу перекису від тиску та показував, що каталітичні реакції для вуглеводів мають однаковий перебіг.

У 1940 р. М. В. Поляков із співробітниками проводить низку експериментів із запалювання газових сумішей від розжареного дроту і електричних іскор [20]. Він намагається теоретично перевірити отримані дані застосувавши формулу М. М. Семенова, котра зв'язує нижню границю самозапалювання з діаметром реакційного посуду

$$d^2P_{O_2}P_2(1+(\alpha P_A/P_{O_2}+P_2))=const,$$

де P_{O_2} – тиск кисню, P_2 – тиск горючого газу, P_A – тиск газоподібної інертної домішки. Обробивши експериментальні дані, М. В. Поляков

установив справедливість застосування формули М. М. Семенова до умов запалювання газової суміші розжареним дротом.

Дослідження, розпочаті А. Е. Малиновським, продовжив його учень В. С. Росіхін. Основні наукові досягнення його знаходяться в роботах з оптики і спектроскопії процесів горіння та вибухів. Під керівництвом В. С. Росіхіна в Дніпропетровському університеті в 1938 році була заснована лабораторія спектрального аналізу, а в 1945-му кафедра оптики. Ним запропонований новий науковий напрям «Вивчення елементарних процесів у низько температурній плазмі», розроблений та застосований ряд методик у галузі спектрального аналізу сталі і сплавів [21, с. 61–62]. Під керівництвом Василя Степановича захистили кандидатські дисертації, такі відомі вчені, як В. І. Твердохлебов та М. А. Нестерко, котрі досліджували процеси іонізації полум'я.

Отже у першій половині ХХ ст. дослідження з хімічної фізики та фізичної хімії призводять до виникнення нового наукового напрямку в фізиці. На той час дослідження в цій галузі були дуже важливі, як для запобігання нових жахливих катастроф у кам'яновугільних шахтах, так і для вивчення складних процесів горіння та вибуху в двигунах внутрішнього згорання. Осторонь вивчення і дослідження таких важливих для розвитку держави напрямів не були й українські вчені. У першій половині ХХ ст. саме у Дніпропетровську почалися перші дослідження із запалювання та горіння газових сумішей. Силами декількох наукових груп були охоплені всі перспективні на той час напрями розвитку з фізики горіння та вибуху. Сьогодні можна фактично говорити, що в Дніпропетровську могла би бути створена школа з фізики горіння та вибуху. Адже після трагічної загибелі А. Е. Малиновського, розпочаті дослідження продовжив один з його учнів В. С. Росіхін.

Таким чином серед учнів А. Е. Малиновського було два доктори наук, професори (Ф. А. Лавров та В. С. Росіхін), учень Василя Степановича В. І. Твердохлебов також став доктором наук (генерація другого покоління дослідників з фізики горіння та вибуху). Багато хто з учнів А. Е. Малиновського були здобувачами кафедр фізики перших ВНЗ Дніпропетровська (К. Т. Ткаченко, Б. І. Наугольников, тощо).

Сьогодні можна сміливо стверджувати, що у першій половині ХХ ст. на теренах України з'являється новий науковий центр з вивчення фізики горіння та вибуху європейського рівня.

Бібліографічні посилання

1. *Коленский А.* Несчастные случаи при горных работах и борьба с ними / А. Коленский // Горный журнал, 1906. – Т. 5. – Кн. 2. – С. 219–261.
2. *Могилевский Б. Гемфри Деви* / Б. Могилевский // Жизнь замечательных людей. – М., 1937. – Вып. 112.
3. *Забаринский П.* Жизнь замечательных людей / П. Забаринский, М. Стефенсон. – М., 1937. – Вып. 107–108.
4. *Тепляков Г. М.* Владимир Александрович Михельсон / Г. М. Тепляков. М., 1971.
5. *Чернай Н.* Исследования явлений воспламенения и распределения кислорода при неполном сгорании газовых смесей. / Н. Чернай. – Харьков, 1876. – С. 1–58.
6. *Евреинов Г. Е.* Процесс воспламенения рудничного газа электрической искрой. / Г. Е. Евреинов. // Горный журнал, 1923. – № 1–2. – С. 26–30.
7. *Малиновский А. Э.* Роль заряженных частиц в процессах горения и взрыва / А. Э. Малиновский // СОРЕНА. – 1934. – Вып. 7 – С. 24–37.
8. *Семенов Н. Н.* Современное учение о скоростях газовых химических реакций / Н. Н. Семенов. – М.; Л., 1929.
9. *Пироцкий П. П.* Экспериментальная проверка формулы $Lin \text{ const}$ для предела воспламенения газовых смесей искрой размыкания / П. П. Пироцкий // Горный журнал, 1926. – № 7 – С. 56–59.
10. *Пироцкий П. П.* Проверка границы воспламенения рудничного газа электрической искрой размыкания при различных коэффициентах самоиндукции цепи / П. П. Пироцкий // Горный журнал, 1938. – № 4 – С. 53–55.
11. ІДДАВО України. – Ф. 166, оп. 6, спр. 3564 – С. 51.
12. *Малиновский А. Э.* Ионизация взрывной волне. / А. Э. Малиновский // Известия Екатеринославского горного института, 1924. – Т. 14. – Ч. 2 – С. 567–578.; *Malinowski A. E.* Ionisation dans l'onde de la propagation de l'explosion / А. Э. Малиновский // Journ. de chim. phys. – 1924. – С. 469–478.
13. *Малиновский А. Э.* О влиянии электрического поля на процессы горения в газах / А. Э. Малиновский, Ф. А. Лавров // Журнал физической химии. – 1931. – Т. 2. – Вып. 3–4. – С. 530–534.
14. *Малиновский А. Э.* Влияние переменного электрического поля высокой частоты на скорость горения газа / А. Э. Малиновский, В. С. Россихин и В. П. Тимковский // Журнал экспериментальной и теоретической физики, 1934. – Т. 4. – вып. 2. – С. 183–188.
15. *Малиновский А. Э.* Влияние частоты электрического поля на скорость горения газа. / А. Э. Малиновский, В. С. Россихин и В. П. Тимковский // Журнал экспериментальной и теоретической физики, 1934. – Вып. 7. – С. 744–746.
16. *Россихин В. С.* Влияние ультракоротких волн на скорость горения газовой смеси / В. С. Россихин и В. П. Тимковский // Журнал экспериментальной и теоретической физики, 1935 – Вып. 8. – С. 767–769.

17. Реабілітовані історією. За відсутністю складу злочину... – Д., 2000. – С. 86–90.

18. Вісті Українського науково-дослідного інституту фізичної хімії. – Д., 1929.

19. Поляков М. В. Изучение гетерогенно-гомогенного катализа H_2O_2 в присутствии платины / М. В. Поляков, П. М. Стадник // Журнал физической химии, 1933. – Т. 5. – Вып. 4 – С. 449–453.

20. Поляков М. В. К вопросу о механизме воспламенения газовых смесей / М. В. Поляков, Л. П. Кулешина // Журнал физической химии, 1941. – Т. 15 – Вып. 4 – С. 470–474.

21. Савчук В. С. Нариси з історії фізичних досліджень на Дніпропетровщині (1917–1945) / В. С. Савчук. – Д., 1997.

Надійшла до редколегії 13.10.09.

УДК 94 (477) «1917/1925»

В. В. Іваненко

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

РАДЯНСЬКА МОДЕЛЬ УКРАЇНСЬКОЇ ДЕРЖАВНОСТІ В КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДЕРЖАВОТВОРЕННЯ (1917–1925 pp.)

Розкрито процес формування та еволюції радянської моделі української державності у вказаний період, охарактеризовано головні її риси, протиріччя, відмінності від нових буржуазних демократій Європи.

Ключові слова: радянська модель державності, нація, політична кон'юнктура, міжвоєнна доба.

Раскрыт процесс формирования и эволюции советской модели украинской государственности в указанный период, охарактеризованы главные ее черты, противоречия, отличия от новых буржуазных демократий Европы.

Ключевые слова: советская модель государственности, нация, политическая конъюнктура, межвоенный период.

The process of formation and evolution of the soviet model of the Ukrainian statehood is investigated in this period, its main features, contradictions, and differences from new bourgeois democracies of Europe are characterized.

Key words: soviet model of statehood, nation, political conjuncture, between-war period.