

ISSN 1561-8331 (Print)

ISSN 2524-2342 (Online)

УДК 001(092)(476)+544.46:661.83

<https://doi.org/10.29235/1561-8331-2019-55-4-502-512>

Поступила в редакцию 11.06.2019

Received 11.06.2019

Н. П. Крутько¹, В. В. Кохановский¹, Т. М. Ульянова¹, И. Е. Шиманович²¹*Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь*²*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь***ЖИЗНЕННЫЙ И ТВОРЧЕСКИЙ ПУТЬ АКАДЕМИКА М. М. ПАВЛЮЧЕНКО**

Аннотация. Статья посвящена 110-летию со дня рождения белорусского ученого, основателя раздела химической науки – химия твердого тела, организатора и первого директора Института общей и неорганической химии НАН Беларуси, академика Академии наук БССР Михаила Михайловича Павлюченко. Приводится описание его жизненного и творческого пути, показан поиск глубинного смысла химического механизма процессов, протекающих с участием твердых тел, выявлены определяющие этапы (лимитирующие стадии) и закономерности реакций термической диссоциации и синтеза разных классов и различной структуры веществ, а также определены пути и способы управления этими процессами. Его педагогическая и практическая деятельность были целенаправленными, он искал и находил заинтересованных в научных исследованиях молодых людей, увлекал их своими идеями и вел за собой. Им подготовлено 40 кандидатов и 3 доктора химических наук. Совместно с академиком Н. Ф. Ермоленко, инженерным составом Института подготовил, обосновал пути и возможности использования и обогащения сylvинитов Старобинского месторождения. Неоднократно докладывал перед правительством и широкой аудиторией о важности развития химической промышленности в Беларуси. Его жизненный путь – это служение науке и Родине.

Ключевые слова: научная и организационная деятельность, топомехимические реакции, закономерности процессов термической диссоциации, механизм самодиффузии ионов металлов и металлоидов, обогащение старобинских сylvинитов

Для цитирования. Жизненный и творческий путь академика М. М. Павлюченко / Н. П. Крутько [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. хим. наук. – 2019. Т. 55, № 4. – С. 502–512. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2019-55-4-502-512>

N. P. Krutko¹, V. V. Kokhanovsky¹, T. M. Ulyanova¹, I. E. Shimanovich²¹*Institute of General and Inorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*²*Belarusian State University, Minsk, Belarus***LIFE AND CREATIVE DEVELOPMENT OF ACADEMICIAN M. M. PAVLYUCHENKO**

Abstract. The article is devoted to the 110 anniversary of the birth of the Belarusian scientist, the founder of the section of chemical science – Chemistry of solids, the organizer and the first director of Institute of the General and Inorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, academician of the Academy of Sciences of Belarus – Mikhail Mikhaylovich Pavlyuchenko. In the article, the career devoted to search of the implication and chemical mechanism of the processes proceeding with participation of solids is described. Identification of the defining stages (limiting stages) and regularities of thermal dissociation reactions and synthesis of different classes and various structure of substances, as well as the definition of ways to operate these processes are described in this paper. His pedagogical and practical activities were purposeful, he looked for and found the young people interested in scientific research, excited them with his ideas, prepared 40 candidates and 3 Doctors of Chemistry. Together with the academician N. F. Ermolenko and the engineering structure of the institute, he prepared, proved the ways and possibilities of use and enrichment of sylvinites of the Starobinsky field, and repeatedly reported for the government and wide audience on importance of chemical industry development in Belarus. His course of life is a service to science and the Homeland.

Keywords: scientific and organizational activity, topochemical reactions, regularities of dissociation processes, mechanism of self-diffusion of ions of metals and metalloids, enrichment of starobinskiy sylvinites

For citation. Krutko N. P., Kokhanovsky V. V., Ulyanova T. M., Shimanovich I. E. Life and creative development of Academician M. M. Pavlyuchenko // *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya khimichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical series*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 502–512 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2019-55-4-502-512>

В 2019 г. общественность Института общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси отмечает 60-летие его создания. В этом же году исполняется 110 лет дня рождения (17.03.1909 г.) первого директора и организатора института, выдающегося ученого в области физической химии, одного из основоположников химической науки Беларуси, акаде-



мика АН БССР, профессора, доктора химических наук, талантливый организатор научных исследований Михаила Михайловича Павлюченко.

Свою трудовую деятельность он начал в 1927 г. учителем химии после окончания Бабчинской средней школы с педагогическим уклоном (Хойнинский р-н на Гомельщине). Михаил Михайлович уже в то время испытывал потребность получить более глубокое образование в области педагогических и естественных наук. С этой целью он в 1929 г. поступает в Московский государственный университет на химический факультет, где под руководством выдающихся талантливых ученых приступает к научно-исследовательской работе и определяет круг своих интересов. После окончания университета в 1933 г. за успешную научную работу Михаил Михайлович получает приглашение поступить в аспирантуру при кафедре неорганической химии. Однако он принял решение возвратиться в Минск и с 1934 г. работает ассистентом кафедры физической и коллоидной химии хи-

мического факультета Белорусского государственного университета им. В.И. Ленина (БГУ). Одновременно Михаил Михайлович поступает в аспирантуру Института химии АН БССР.

Для выполнения и завершения сложного эксперимента его направляют в 1935 г. в Ленинградский государственный оптический институт, где под руководством академика А.Н. Теренина в 1938 г. он успешно защищает кандидатскую диссертацию по теме «Окисление окиси углерода и водорода атомарным кислородом при низких давлениях». После защиты диссертации М.М. Павлюченко возвращается в Минск и с 1938 г. возглавляет кафедру физической и коллоидной химии БГУ. Поскольку в те времена в Беларуси была развита смолокурная промышленность, то Михаил Михайлович проявляет большой интерес к изучению смоляных кислот и их солей. Первые его работы в области топохимических реакций были посвящены исследованию кинетики окисления абиетиновой кислоты и ее солей газообразным кислородом. Проведенные им спектрально-химические и кинетические исследования окисления смоляных кислот в кристаллическом и рентгеноаморфном состоянии позволили ему сформулировать вывод, что ускорение топохимических реакций обусловлено состоянием кристаллической структуры и природой вещества, а не накоплением твердого продукта реакции [1, 2].

С началом Великой Отечественной войны научные исследования были прерваны, а сотрудники кафедры эвакуированы. В эвакуации М.М. Павлюченко возглавил научно-техническую лабораторию оборонного предприятия, работавшую над проблемой повышения износостойкости чугуна и стали. В 1942 г. в Казани состоялась первая в условиях войны научная сессия Академии наук БССР, где были определены основные направления и составлены планы научных работ.

В 1943 г. на станции Сходня возобновил свою работу БГУ, деканом химического факультета и заведующим кафедрой физической и коллоидной химии был назначен М.М. Павлюченко. В этой должности он проработал в самый тяжелый период восстановления университета до 1947 г. Михаил Михайлович проявил себя блестящим организатором, ведь нужно было построить заново учебные корпуса, общежитие для студентов, достать необходимые учебники, химические реагенты, приобрести оборудование, поскольку все было разграблено и уничтожено. Однако в этой сложной обстановке под его руководством продолжались исследования процессов окисления абиетиновой кислоты и абиетатов кислородом (первый аспирант, вернувшийся с войны, В.М. Акулович) [3], исследовали также реакционную способность оксида серебра, бикарбоната калия и других соединений [4, 5]. Впоследствии эти работы легли в основу его докторской диссертации «Исследования в области кинетики гетерогенных реакций с участием твердых тел», которую он успешно защитил в 1954 г.

После защиты докторской диссертации Михаил Михайлович вновь сосредоточил свое внимание на вопросах организации и дальнейшего развития химической науки и промышленности

в Беларуси. Круг его исследований широк и разнообразен, но особый научный интерес для него представляют твердофазные топохимические реакции. Он разработал новую теорию, согласно которой кристаллизационные процессы протекают вдали от границы раздела, и нарастание скорости ряда топохимических реакций обусловлено кристаллической структурой твердого реагента, локальной энергетической неравноценностью частиц, расположенных на его поверхности и, как следствие, особенностью развития реакционной зоны. Он не придерживался гипотезы об исключительно автокаталитическом действии образовавшегося твердого продукта. Подтверждение своим теоретическим воззрениям он находил, проводя тонкие, хорошо продуманные эксперименты с различными типами химических соединений. Так, например, в процессе термического разложения оксалата ртути образующийся жидкий или газообразный продукт – ртуть – находится в тесном контакте с исходным веществом, но этот продукт не ускоряет, а замедляет реакцию разложения оксалата [7]. Проведенные исследования показали, что пары ртути в широком интервале давлений (10^{-3} –805 мм рт. ст.) подавляют разложение окиси ртути и смещают его в область более высоких температур [8]. Предварительно нанесенные в вакууме металлические высокодисперсные частицы никеля и меди на щавелевокислые соли указанных металлов не оказывали никакого ускоряющего действия при термическом разложении последних. В случае термохимического распада бикарбоната аммония обычно образуются только газообразные продукты, тем не менее на отдельных этапах реакции наблюдалось нарастание скорости реакции распада вещества [9].

Михаил Михайлович при изучении термических реакций разложения разных классов веществ ставил общую задачу: исследовать и установить механизм реакций на молекулярном уровне для разработки общих закономерностей реакций термической диссоциации веществ различной природы. Интересными объектами для исследования закономерностей топохимических реакций служили пероксиды. Так, при термическом разложении пероксидов кальция и бария образовывались смешанные кристаллы исходных реагентов и их твердых продуктов, что переводило дальнейший процесс разложения в диффузионную область. В случае разложения кристаллогидратов пероксидов возникали промежуточные лабильные фазы, которые при дальнейшем нагревании разлагались по диффузионному механизму [10]. Исследование влияния газовой фазы и твердых продуктов реакции на процесс разложения пероксида лития позволило установить, что определяющей стадией процесса разложения вещества является разрыв кислородной связи пероксидного аниона, а газообразным продуктом реакции является не атомарный, а молекулярный кислород [11]. В случае разложения дитионата щелочноземельных металлов или аммония на первой стадии разрывается связь между атомами серы с образованием свободных радикалов, и дальнейшая реакция развивается по радикально-цепному механизму [12, 13]. Проведя аналогичные исследования с другими объектами, было установлено, что ускорение топохимических реакций происходит при связывании выделяющихся газообразных (в случае пероксида лития) или твердых продуктов реакции. Последнее наблюдалось при разложении оксалатов никеля, меди, ртути и серебра: выделяющиеся металлы взаимодействовали с образованием интерметаллидов, что приводило к ускорению реакции распада исходных соединений [14]. В случае разложения оксалатов редкоземельных металлов первоначально образовывались не карбонаты, как предполагалось ранее, а оксиды металлов, которые в свою очередь взаимодействовали с выделяющимся углекислым газом и образовывали в качестве конечного продукта карбонаты редкоземельных элементов (РЗЭ) [15].

Особое внимание ученый уделял изучению механизма обратимых реакций: исследованию процессов разложения гидроксидов и оксидов металлов, карбонатов, кристаллогидратов. В результате многочисленных экспериментов была установлена общая закономерность: газообразный продукт процесса термодеструкции вещества, замедляя реакцию диссоциации и смещая ее в область более высоких температур, повышает аррениусовскую энергию активации, а это в свою очередь вызывает увеличение предэкспоненциального множителя. Эту закономерность М. М. Павлюченко обосновывает теоретически, выведенные им уравнения показывают, что увеличение аррениусовской энергии активации может стремиться в идеальном случае к бесконечности при постоянно возрастающем давлении газообразного продукта. Однако в условиях посто-

янного пересыщения величина энергии активации остается неизменной и близкой к ее значению, определенному в вакууме. Кинетический метод исследований, как правило, сопровождался микроскопическими наблюдениями зоны локализации реакций и роста кристаллов [16–20].

Михаил Михайлович изучал механизм топохимического синтеза. В частности, получение аммиакатов при взаимодействии твердых неорганических солей с газообразным аммиаком. Особенностью таких реакций является равенство температурного коэффициента единице или ниже единицы. Как правило, эти реакции протекают через промежуточные стадии с последовательным присоединением молекул аммиака и образованием ряда нестехиометричных аммиакатов. Для случая единичного акта образования аммиаката М. М. Павлюченко теоретически обосновал, что если константа скорости реакции превращения промежуточного продукта выше константы скорости реакции его образования, то реакция будет протекать с нарастанием скорости и наоборот, если константа скорости реакции превращения промежуточного продукта меньше константы скорости реакции его образования или константы равны, то реакция синтеза аммиаката должна протекать с уменьшением скорости [21, 22].

Большое научное значение имели исследования гетерогенных твердофазных реакций взаимодействия РЗЭ с оксидами железа, марганца, хрома и меди. Для них характерна высокая начальная скорость реакции, обусловленная поверхностной диффузией реагентов, и дальнейшее ее уменьшение за счет накопления твердого продукта. В результате процесс синтеза вещества осуществляется по механизму объемной диффузии. Следовательно, реакции с механизмом поверхностной диффузии требуют меньше энергии активации, чем при объемной диффузии. Было показано, что менее сложные кристаллические сингонии более реакционно способны. Так, соединения со структурой кубической решетки легче и быстрее взаимодействуют, чем вещества гексагональной и моноклинной структуры. Исследования синтеза сложных оксидов металлов имели и практическую значимость: был установлен двухстадийный механизм образования феррограната и хромитов РЗЭ через промежуточные соединения – хроматы. Важная составляющая гетерогенных реакций – наличие кислорода. Одинаковая степень ферритизации в вакууме достигалась при температуре ниже на 150–200 °С по сравнению с аналогичной реакцией в кислородной атмосфере. В связи с чем повышалась константа скорости реакции и снижалась энергия активации реакции. При взаимодействии оксидов РЗЭ и марганца формировались манганиты, причем происходила реакция двойного обмена: ионы РЗЭ вытесняли ионы 2-валентного марганца из решетки его оксида. Методом радиоактивных изотопов был исследован массоперенос ионов марганца и электронов через слой продукта реакции – манганита, а кислорода – через газовую среду [23–25].

Изучая топохимические реакции синтеза и разложения веществ, было установлено, что разложение прекурсоров: оксалатов, карбонатов, нитратов, гидроксидов металлов позволяет получить оксиды с высокой реакционной способностью, что определяется их высокой дисперсностью и нескомпенсированной поверхностной энергией. Эти свойства понижают энергию активации и температуру реакции образования новых веществ [26–31].

Особой страницей деятельности Михаила Михайловича было создание на химическом факультете БГУ радиохимической лаборатории. В 1956 г. решением ЦК КПСС и правительства СССР в ряде научных центров страны были созданы лаборатории, в которых выполнялись исследования радиоактивных изотопов, а также исследования механизма и кинетики гетерогенных реакций, протекающих с участием твердых веществ. Так, с помощью радиоактивных изотопов ртути, серы, меди, углерода были изучены кинетика и механизм термической диссоциации различных классов соединений: оксидов, сульфидов и гидрокарбонатов. Используя радиоактивные изотопы железа, лантана и неодима, изучена самодиффузия катионов в ортоферритах лантана и неодима, усовершенствованы методы диффузионных измерений (секционный и абсорбционный) и разработан оригинальный метод «свободной поверхности», который нашел широкое применение в работах других ученых. На основании разработанных методов установлено, что процесс образования ортоферритов лантана и неодима протекает по параболическому закону путем миграции ионов РЗЭ через слой образовавшегося продукта реакции, а кислорода – через газовую фазу [32, 33]. Выявленную закономерность подтвердили и сложные экспериментальные

исследования сульфидных систем. Применение метода радиоактивных изотопов позволило установить, что массоперенос осуществляется в сульфиде меди за счет односторонней диффузии катионов меди и электронов. Эта закономерность хорошо согласуется со строением вещества: поскольку в сульфиде меди наиболее разупорядочена катионная подрешетка, то коэффициент самодиффузии меди оказался на несколько порядков выше коэффициента самодиффузии серы. Аналогичные зависимости процессов переноса вещества, обусловленные односторонней диффузией ионов металлов и выделением металлоида в газовую фазу, установлены и у других бинарных соединений: серебра, никеля и других металлов с серой, селеном, теллуром [34, 35]. На основе теоретического анализа выполненных работ сделан вывод, что термостимулированная диссоциация сульфидов железа, меди, никеля и серебра и образование перечисленных соединений определяется односторонней диффузией катионов металлов и подчиняется параболическому закону. Односторонняя диффузия вызывает разупорядочение катионной подрешетки, при этом анионная подрешетка полностью сохраняет свою структуру [36, 37].

Важные для машиностроения работы проводились по повышению износостойкости чугуна и стали путем поверхностного серо- и азотонасыщения, которые были начаты еще во время Великой Отечественной войны. С использованием радиоактивного изотопа серы установлено, что в гомогенных сплавах сера равномерно распределяется по поверхности и объему металла, тогда как в гетерогенных она концентрируется по границам зерен. Рассчитаны коэффициенты объемной диффузии и энергии активации этих процессов, установлено распределение серы по поверхности и глубине ее проникновения в металл. В результате износостойкость стали и чугуна была повышена в 1,5–2 и 3–5 раза соответственно [38].

Научные интересы М. М. Павлюченко были широки и многогранны. Так, он со своими учениками-аспирантами И. Н. Ермоленко и Ф. Н. Капуцким изучал механизм реакций окисления целлюлозы окислами азота. Была разработана оригинальная установка, позволявшая экспериментально выявить особенности и закономерности сложного многоступенчатого процесса. Так, установлено, что образование карбоксильных групп происходит по параболическому закону, а ИК-спектральные исследования подтвердили образование промежуточных продуктов, возникновение карбоксильных и карбонильных групп и их деградацию. В результате установлен механизм окисления макромолекул целлюлозы, что было важно для перерабатывающей целлюлозной промышленности всей страны [39].

Исследования кинетики и механизма гетерогенных химических реакций получили широкое признание в научном мире. По предложению Михаила Михайловича в журнале «Химия» был введен новый раздел – «Химия твердого тела». Об авторитете М. М. Павлюченко и его школы свидетельствуют приглашения из различных научных институтов и университетов, визиты и стажировки известных ученых и их аспирантов из Москвы, Свердловска, Киева, Донецка, Ленинграда и других городов СССР, а также зарубежных научных центров Варшавы, Праги, Софии. Фундаментальные и прикладные исследования гетерогенных химических реакций снизили М. М. Павлюченко международную известность и признание. Он участвовал в международных симпозиумах в Амстердаме и Мюнхене с ключевыми докладами по актуальным проблемам топохимических реакций [40, 41], поддерживал личные контакты с ведущими зарубежными учеными, работающими в области химии твердого тела. Регулярно выпускались сборники «Гетерогенные химические реакции и реакционная способность», где публиковались работы белорусских и зарубежных ученых.

В своей разносторонней научной деятельности М. М. Павлюченко большое внимание уделял организации и дальнейшему развитию химической промышленности в Беларуси. По его инициативе в январе 1959 г. в составе Академии наук БССР создан Институт общей и неорганической химии, первым директором которого он и был до 1966 г. Михаил Михайлович определил основные задачи института: развитие неорганической, физической, коллоидной, аналитической химии и химической промышленности в республике. В состав института входили пять лабораторий: минеральных солей и удобрений, адсорбции, армированных пластиков, аналитической химии и лаборатория силикатов. М. М. Павлюченко возглавлял лабораторию минеральных солей и удобрений, которая была создана для решения научных и технических проблем переработки силиви-

нитов Старобинского месторождения. Совместно с коллективом лаборатории, главным инженером института М. И. Мазелем и при поддержке академика-секретаря Отделения химических и геологических наук Н. Ф. Ермоленко было разработано технико-экономическое обоснование возможности использования бедных руд Старобинского месторождения для обогащения и производства калийных удобрений. Проведены важные исследования процессов флотации калийных солей, по изысканию новых флотореагентов, составлено проектное задание на строительство опытно-промышленной установки. М. М. Павлюченко организовал необходимую базу приборов, создал группу спектроскопистов (руководитель В. М. Акулович) и наладил с помощью спектральных и химических методов анализа определение полного вещественного состава сильвинитов и сопутствующих минералов Старобинского месторождения [42–45]. Были изучены микро- и макрокомпоненты, исследован минералого-петрографический состав калийных руд и глинистых примесей, установлено их распределение по калийным горизонтам, составлена подробная карта сложного состава Старобинского месторождения. На основе выполненных работ была разработана комбинированная схема обогащения калийной руды с предварительным облагораживанием ее в тяжелых средах [46], электрическом поле постоянного тока [47] и применением флотореагентов [48]. Результаты исследований были изложены в монографии «Калийные соли Белоруссии, их переработка и использование» и др. [49–52].

При разработке технологической схемы по переработке сильвинитов Старобинского месторождения Михаил Михайлович использовал и накопленный опыт зарубежных обогатительных производств. В 1958 и 1961 гг. он совместно с академиком Н. Ф. Ермоленко посетил Германию и Францию, где ознакомился с успехами и достижениями этих стран в области калийной промышленности и использования лучших технологий для обогащения руд солевых месторождений. Понимая большую значимость развития калийной промышленности в Беларуси, Михаил Михайлович не ограничивался подготовкой необходимых документов для правительственных решений по Старобинскому месторождению, он неоднократно выступал с докладами на эту тему в различных аудиториях.

Научное наследие Михаила Михайловича Павлюченко велико и разнообразно. Им опубликовано около 450 работ, в том числе три монографии и ряд научно-тематических сборников о гетерогенных химических реакциях. Его созидательный научный труд снискал заслуженное признание в нашей стране и за рубежом. В 1956 г. М. М. Павлюченко был избран членом-корреспондентом, а в 1959 г. – академиком АН БССР. Его имя занесено в справочник «Ученые мира», в академические энциклопедические справочники об ученых АН Беларуси, в энциклопедии Белорусской ССР, а также в справочник «Знаменитые люди Гомельщины». Он неоднократно принимал участие в международных конференциях и симпозиумах, а в 1960 г. возглавил делегацию БССР на IV Генеральную конференцию по использованию атомной энергии в мирных целях (МАГАТЭ), читал лекции в Венгерской академии наук. За выдающиеся достижения Михаил Михайлович был награжден двумя орденами «Знак Почета», медалью «За доблестный труд», многочисленными грамотами. В 1972 г. ему присвоено звание заслуженного деятеля науки Белорусской ССР.

Научно-исследовательскую работу Михаил Михайлович всегда сочетал с педагогической и общественно-организационной деятельностью. Им подготовлены 3 доктора и 40 кандидатов химических наук. С 1957 г. и до конца своей жизни он являлся членом пленума ВАК СССР. Входил в редакционный состав научных журналов: «Прикладная спектроскопия» «Доклады АН БССР», «Известия АН БССР, серия химических наук» и трех ученых советов по защите диссертаций.

Мы, его ученики, не перестаем удивляться широте его интересов и энциклопедичности знаний. Он интересовался всеми разделами неорганической, физической, аналитической химии, физики, новыми методами исследований. Вокруг него всегда была атмосфера щедрости и доброты учителя к своим ученикам – в идеях, мыслях, уважении к людям, во взаимоотношениях с молодыми сотрудниками и коллегами. Когда Михаил Михайлович читал лекции, руководил научной работой, он своим оптимизмом, эрудицией, творческим темпераментом увлекал всех, кто общался с ним. Мы с удовольствием участвовали в оригинальных работах и реализации его идей, но никогда не были ограничены в собственной научной инициативе и поиске неожиданных

решений. Это человек исключительной честности, трудолюбивый, принципиальный. Он смысл жизни видел только в творчестве и научной работе, с воодушевлением встречал появление новых машинных языков и возможность проводить расчеты с помощью различных программ, всех желающих отправлял на курсы осваивать новые методы расчета экспериментальных результатов. Михаил Михайлович продолжал работать, даже когда тяжело заболел. К нему постоянно приходили ученики, аспиранты с рукописями статей, диссертаций. Его идеи и предложения нашли широкое развитие в работах учеников и последователей как в педагогической, так и в научной, и в производственной сферах. Чем дальше уходит то время, тем ярче видится значимость жизненного пути выдающегося ученого.

Список использованных источников

1. Павлюченко, М. М. Окисление смоляных кислот молекулярным кислородом / М. М. Павлюченко, К. В. Павлюченко // Лесохим. пром-сть. – 1940. – Т. 3, № 4. – С. 20–25.
2. Павлюченко, М. М. Кинетика окисления твердой части живицы / М. М. Павлюченко, К. В. Павлюченко // Журн. общ. химии. – 1941. – Т. 11, вып. 15–16. – С. 1231–1235.
3. Павлюченко, М. М. Кинетика окисления абиетата серебра / М. М. Павлюченко, И. И. Чекалинская, В. М. Акулович // Журн. физ. химии. – 1951. – Т. XXV, вып. 8. – С. 976–980.
4. Павлюченко, М. М. Кинетические исследования разложения окиси серебра / М. М. Павлюченко, Э. С. Гуревич // Журн. общ. химии. – 1951. – Т. 21, № 3. – С. 467–473.
5. Павлюченко, М. М. Кинетика разложения бикарбоната калия / М. М. Павлюченко, Е. Н. Вайнштейн // Журн. физ. химии. – 1955. – Т. 29, вып. 7. – С. 1173–1180.
6. Павлюченко, М. М. Исследование в области кинетики гетерогенных реакций, протекающих с участием твердых тел: Автореф. дис. ... д-ра хим. наук. – Минск, 1953.
7. Павлюченко, М. М. Кинетика разложения оксалата ртути / М. М. Павлюченко, А. Д. Верина // Уч. записки БГУ. Сер. хим. – 1958. Вып. 42. – С. 95–105.
8. Дербинский, И. А. Термический распад меченой окиси ртути / И. А. Дербинский, М. М. Павлюченко, Е. А. Продан // Изв. Акад. наук БССР. Сер. хим. наук. – 1966. – № 3. – С. 119–122.
9. Самосейко, Т. Н. Влияние газовой среды на термическую стабильность и скорость разложения бикарбоната аммония / Т. Н. Самосейко, М. М. Павлюченко, Е. А. Продан // ЖПХ. – 1974. – Т. 47, № 5. – С. 963–967.
10. Павлюченко, М. М. Разложение перекиси кальция в атмосфере углекислого газа / М. М. Павлюченко, Я. С. Рубинчик // Журн. неорганической химии. – 1959. – Т. 4, вып. 1. – С. 50–55.
11. Павлюченко, М. М. Энергия элементарных актов образования перекисного иона / М. М. Павлюченко, Т. И. Попова // Докл. Акад. наук БССР. – Т. 7, № 7. – С. 456–458.
12. Гилевич, М. П. Свободные радикалы при термическом разложении некоторых твердых веществ / М. П. Гилевич, А. К. Потапович, М. М. Павлюченко // Гетерогенные реакции и реакционная способность. – Минск: Наука и техника, 1964. – С. 116–122.
13. Рафальский, Н. Г. Кинетика разложения некоторых аммонийных солей: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – М., 1969. – 16 с.
14. Павлюченко, М. М. Влияние металлических добавок на термическое разложение оксалатов никеля, меди и ртути / М. М. Павлюченко, Т. М. Ульянова, С. Г. Терешкова // Гетерогенные химические реакции. – Минск: Наука и техника, 1979. – С. 149–155.
15. Кохановский, В. В. Изучение термического разложения оксалата и карбоната иттрия: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Минск, 1971. – 20 с.
16. Павлюченко, М. М. О возможных механизмах реакции восстановления окиси и закиси меди в присутствии активатора / М. М. Павлюченко // Вес. Акад. наук БССР. Сер. хим. наук. – 1972. – № 5. – С. 127–130.
17. Павлюченко, М. М. Нарастание скорости реакции в твердых телах без расширения реакционной зоны / М. М. Павлюченко // Вес. Акад. наук БССР. Сер. хим. наук. – 1973. – № 3. – С. 130–134.
18. Продан, Е. А. Закономерности топочимических реакций / Е. А. Продан, М. М. Павлюченко, С. А. Продан. – Минск: Наука и техника, 1976. – 263 с.
19. Дегидратация кристаллогидратов триполифосфатов / М. М. Павлюченко [и др.] // Гетерогенные химические реакции. – Минск: Наука и техника, 1970. – С. 6–26.
20. Кинетика разложения твердых растворов в вакууме / М. М. Павлюченко [и др.] // Журн. физ. химии. – 1973. – Т. 47, вып. 8. – С. 1934–1938.
21. Лазерко, Г. А. Образование аммиакатов хлористого кадмия и хлористого цинка: автореф. дис. ... канд. хим. наук. М., 1952. – 22 с.
22. Павлюченко, М. М. Зависимость энергии активации разложения кристаллогидратов и аммиакатов от давления газообразных продуктов реакции / М. М. Павлюченко, Е. М. Борисенко, Т. И. Торгонская // Докл. Акад. наук БССР. – 1971. – Т. 15, № 4. – С. 322–324.
23. Савченко, В. Ф. Изучение реакции взаимодействия окиси неодима с окисью хрома / В. Ф. Савченко, Я. С. Рубинчик, М. М. Павлюченко // Вес. Акад. наук БССР. Сер. хим. наук. – 1973. – № 5. – С. 87–92.
24. Рубинчик, Я. С. Взаимодействие самария и хрома в твердых фазах / Я. С. Рубинчик, И. А. Мочальник, М. М. Павлюченко // Изв. Акад. наук ССР. Неорганические материалы. – 1972. – Т. 8, № 1. – С. 133–136.

25. Рубинчик, Я. С. Синтез и кинетика образования LaMnO_3 в твердой фазе / Я. С. Рубинчик, С. А. Прокудина, М. М. Павлюченко // Изв. Акад. наук ССР. Неорган. материалы. – 1973. – Т. 9, № 11. – С. 1951–1956.
26. Продан, Е. А. О механизме реакции термической диссоциации твердых веществ. Сообщение 1. Формальная кинетика и механизм / Е. А. Продан, М. М. Павлюченко // Гетерогенные химические реакции. – Минск: Наука и техника, 1965. – С. 20–43.
27. Изучение низкотемпературной дегидратации кристаллогидратов $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и $\text{NiNa}_3\text{P}_3\text{O}_{10} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ в вакууме методами инфракрасной спектроскопии, рентгенофазового анализа и бумажной хроматографии / Е. А. Продан [и др.] // Докл. Акад. наук БССР. – 1967. – Т. 9, № 8. – С. 708–712.
28. Петровская, Л. И. Термические превращения паравольфрамата аммония в различных газовых средах / Л. И. Петровская, М. М. Павлюченко, Е. А. Продан // Вес. Акад. наук БССР. Сер. хім. навук. – 1973. – № 5. – С. 5–9.
29. Самускевич, В. В. Кинетика взаимодействия окиси лантана с углекислым газом / В. В. Самускевич, М. М. Павлюченко, Е. А. Продан // Вес. Акад. наук БССР. Сер. хім. навук. – 1972. – № 5. – С. 5–9.
30. Павлюченко, М. М. Компенсационный эффект кинетики дегидратации $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в атмосфере паров воды / М. М. Павлюченко, Е. А. Продан, Л. А. Лесникович // Докл. Акад. наук БССР. – 1972. – Т. 16, № 8. – С. 719–723.
31. Земцова, З. Н. Влияние структурных факторов на реакционную способность карбоната стронция и твердых растворов на его основе / З. Н. Земцова, В. В. Кохановский, М. М. Павлюченко // Гетерогенные химические реакции. – Минск: Наука и техника, 1979. – С. 115–120.
32. Филонов, Б. О. Определение коэффициента поглощения β -излучения изотопов La^{140} , Nd^{147} , Fe^{59} при изучении диффузии в твердых телах / Б. О. Филонов, И. Е. Шиманович, М. М. Павлюченко // Докл. Акад. наук БССР. – 1969. – Т. 13, № 5. – С. 414–416.
33. Шиманович, И. Е. Диффузия лантана и железа в ортоферрите лантана / И. Е. Шиманович, М. М. Павлюченко, С. А. Прокудина // Вес. Акад. наук БССР. Сер. хім. навук. – 1969. – № 6. – С. 61–66.
34. Павлюченко, М. М. Стационарный процесс переноса вещества в сульфиде никеля ($\text{Ni}_{3\text{xx}}\text{S}_2$) / М. М. Павлюченко, Г. И. Самаль, И. И. Покровский // Докл. Акад. наук БССР. – 1969. – Т. 13, № 10. – С. 917–919.
35. Павлюченко, М. М. Термическая устойчивость нестехиометрических сульфидов некоторых переходных металлов / М. М. Павлюченко, Г. И. Самаль // Журн. физ. химии. – 1970. – Т. 44, вып. 6. – С. 1554–1555.
36. Павлюченко, М. М. Изучение диффузии серы в сталях, чугунах и кобальте с помощью радиоактивных изотопов / М. М. Павлюченко, М. Л. Петух // Гетерогенные химические реакции. – Минск: Наука и техника, 1961. – С. 249–252.
37. Павлюченко, М. М. Испарение серы из сульфидных окалин, отделенных от меди / М. М. Павлюченко, И. И. Покровский // Докл. Акад. наук СССР. – 1963. – Т. 153, № 3. – С. 646–649.
38. Павлюченко, М. М. Исследование диффузной серы в некоторых тугоплавких металлах / М. М. Павлюченко, И. Ф. Кононюк // Докл. Акад. наук БССР. – 1964. – Т. 8, № 3. – С. 157–160.
39. Влияние структуры целлюлозы на ее реакционную способность при взаимодействии с двуокисью азота / Ф. Н. Капуцкий [и др.] // Гетерогенные химические реакции. – Минск: Наука и техника, 1961. – С. 253–260.
40. Pavlyuchenko, M. M. The Kinetics and Mechanism of Thermal Decomposition of Dithionates and the Formation of Free Radicals / M. M. Pavlyuchenko, M. P. Gilevich, A. K. Potapovich // *Reactiv. Solids*. – Amsterdam – London – New-York, 1965. – P. 488–496.
41. Pavlyuchenko, M. M. Kristallisations – vorgänge in der thermischen Zersetzung fester Stoffe / M. M. Pavlyuchenko, E. A. Prodan // *Reactiv. Solids*. – Amsterdam – London – New-York, 1965. – P. 409–421.
42. Акулович, В. М. Поведение линии примеси в связи с диаграммой плавкости сложной основы и испарением ее компонентов / Ю. А. Пролесковский, К. В. Дубовик // Изв. СО Акад. наук СССР. Сер. хим. наук. – 1967. – Т. 9, вып. 4. – С. 158–160.
43. Дубовик, К. В. Исследование процессов поступления элементов из смесей оксидов методом реадсорбции / К. В. Дубовик, М. М. Павлюченко // Журн. аналит. химии. – 1965. – Т. 20, вып. 11. – С. 1174–1179.
44. Пролесковский, Ю. А. Выбор спектроскопического буфера в связи с диаграммой плавкости / Ю. А. Пролесковский, В. М. Акулович, М. М. Павлюченко // Журн. прикл. спектроскопии. – 1968. – Т. 8, вып. 5. – С. 877–879.
45. Ульянова, Т. М. Влияние состава основы на поступление щелочных примесей в облако разряда при введении в силикатную систему легкоплавких компонентов / Т. М. Ульянова, М. М. Павлюченко, Л. И. Смирнова // Журн. прикл. спектроскопии. – 1972. – Т. 17, вып. 2. – С. 197–201.
46. Павлюченко М. М., Обогащение старобинских сильвинитов в тяжелых суспензиях в поле сил тяжести / М. М. Павлюченко, Х. М. Александрович, Ф. Ф. Можейко, А. Д. Маркин // Труды совещания по использованию и обогащению калийных солей Белоруссии. – Минск: Изд-во АН БССР, 1961. – С. 151–163.
47. Павлюченко, М. М. Исследование электросепарации калийных солей / М. М. Павлюченко, С. А. Дворин // Калийные соли и методы их переработки: сб. ст. – Минск: Изд-во АН БССР, 1963. – С. 68–77.
48. Павлюченко, М. М. О взаимодействии аминов жирного ряда с некоторыми гидрофильными коллоидами / М. М. Павлюченко, Э. Е. Литвиненко, Х. М. Александрович // Докл. Акад. наук БССР. – 1968. – Т. 12, № 11. – С. 1006–1009.
49. Александрович, Х. М. Калийные соли Белоруссии, их переработка и использование / Х. М. Александрович, М. М. Павлюченко. – Минск: Наука и техника, 1966. – 304 с.
50. Павлюченко, М. М. К вопросу о развитии промышленных фосфорных удобрений Белорусской ССР / М. М. Павлюченко, М. И. Мазель // Изв. Акад. наук БССР. Сер. обществ. наук. – 1959. – № 2. – С. 41–45.
51. Полифосфаты и минеральное питание растений / М. М. Павлюченко [и др.]; под общ. ред. Е. А. Продана. – Минск: Наука и техника, 1978. – 232 с.
52. Труды совещания по использованию и обогащению калийных солей в Белоруссии / под ред. М. М. Павлюченко. – Минск: Наука и техника, 1961. – 264 с.

References

1. Pavlyuchenko M. M., Pavlyuchenko K. V. Oxidation of resin acids by molecular oxygen. *Lesokhimicheskaya promyshlennost'* [Forest chemical industry], 1940, vol. 3, no. 4, pp. 20–25 (in Russian).
2. Pavlyuchenko M. M., Pavlyuchenko K. V. Kinetics of oxidation of the solid part of the common turpentine. *Zhurnal obshchei khimii = Russian Journal of General Chemistry*, 1941, vol. 11, iss. 15–16, pp. 1231–1235 (in Russian).
3. Pavlyuchenko M. M., Chekalinskaya I. I., Akulovich V. M. Kinetics of the oxidation of silver abietate. *Zhurnal fizicheskoi khimii = Russian Journal of Physical Chemistry A*, 1951, vol. XXV, iss. 8, pp. 976–980 (in Russian).
4. Pavlyuchenko M. M., Gurevich E. S. Kinetic studies of the decomposition of silver oxide. *Zhurnal obshchei khimii = Russian Journal of General Chemistry*, 1951, vol. 21, no. 3, pp. 467–473 (in Russian).
5. Pavlyuchenko M. M., Wainstein E. N. Kinetics of the decomposition of potassium bicarbonate. *Zhurnal fizicheskoi khimii = Russian Journal of Physical Chemistry A*, 1955, vol. 29, iss. 7, pp. 1173–1180 (in Russian).
6. Pavlyuchenko M. M. *Research on the kinetics of heterogeneous reactions involving solids*. Minsk, 1953 (in Russian).
7. Pavlyuchenko M. M., Verina A. D. Kinetics of mercury oxalate decomposition. *Uchenye zapiski BGU. Ser. khimicheskaya* [Scientific notes of the Belarusian State University. Chemical series], 1958, iss. 42, pp. 95–105
8. Derbinskii I. A., Pavlyuchenko M. M., Prodan E. A. Thermal decomposition of labeled mercury oxide. *Vesci Natsyonal'nai akademii navuk Belarusi. Serya chim. navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Chemical Series*, 1966, no. 3, pp. 119–122 (in Russian).
9. Samoseiko T. N., Pavlyuchenko M. M., Prodan E. A. The influence of the gaseous medium on the thermal stability and the rate of decomposition of ammonium bicarbonate. *Zhurnal prikladnoi khimii = Russian Journal of Applied Chemistry*, 1974, vol. 47, no. 5, pp. 963–967 (in Russian).
10. Pavlyuchenko M. M., Rubinchik Ya. S. Decomposition of calcium peroxide in a carbon dioxide atmosphere. *Zhurnal neorganicheskoi khimii = Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 1959, vol. 4, iss. 1, pp. 50–55 (in Russian).
11. Pavlyuchenko M. M., Popova T. I. Energy of the elementary acts of peroxide ion formation. *Doklady akademii nauk BSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the BSSR], vol. 7, no. 7, pp. 456–458 (in Russian).
12. Gilevich M. P., Potapovich A. K., Pavlyuchenko M. M. Free radicals during thermal decomposition of some solids. *Geterogennye reaktsii i reaktsionnaya sposobnost'* [Heterogeneous reactions and reactivity]. Minsk, Nauka I tehnika Publ., 1964, pp. 116–122 (in Russian).
13. Rafalsky N. G. *Kinetics of decomposition of some ammonium salts*. Moscow, 1969. 16 p. (in Russian).
14. Pavlyuchenko M. M., Ulyanova T. M., Tereshkova S. G. The effect of metallic additives on the thermal decomposition of nickel, copper and mercury oxalates. *Heterogeneous chemical reactions* [Geterogennye khimicheskie reaktsii]. Minsk, Nauka I tehnika Publ., 1979, pp. 149–155 (in Russian).
15. Kohanovsky B. B. *Study of the thermal decomposition of yttrium oxalate and carbonate*. Moscow, 1971. 20 p. (in Russian).
16. Pavlyuchenko M. M. On possible reaction mechanisms for the reduction of copper oxide and monoxide in the presence of activator. *Vesci akademii navuk BSSR. Serya chim. navuk* [Proceedings of the Academy of Sciences of BSSR, Chemical Series], 1972, no 5, pp. 127–130 (in Russian).
17. Pavlyuchenko M. M. Increase of the reaction rate in solids without expansion of the reaction zone. *Vesci akademii navuk BSSR. Serya chim. navuk* [Proceedings of the Academy of Sciences of BSSR, Chemical Series], 1973, no. 3, pp. 130–134 (in Russian).
18. Prodan E. A., Pavlyuchenko M. M., Prodan S. A. *Patterns of topochemical reactions*. Minsk, Nauka I tehnika Publ., 1976. 263 p. (in Russian).
19. Prodan E. A., Pavlyuchenko M. M., Sotnikova-Yuzhik V. A., Zonov Yu. G., Lesnikovich L. A. Dehydration of crystalline hydrates of tripolyphosphates. *Heterogeneous chemical reactions* [Geterogennye khimicheskie reaktsii]. Minsk, Nauka I tehnika Publ., 1970, pp. 6–26 (in Russian).
20. Pavlyuchenko M. M., Prodan E. A., Zemtsova Z. N., Zonov Yu. G. Kinetics of decomposition of solid solutions in vacuum. *Zhurnal fizicheskoi khimii = Russian Journal of Physical Chemistry A*, 1973, vol. 47, iss. 8, pp. 1934–1938 (in Russian).
21. Lazerko G. A. *Formation of cadmiumammine chloride and zincammine chloride*. Moscow, 1952. 22 p. (in Russian).
22. Pavlyuchenko M. M., Borisenko E. M., Torgonskaya T. I. The dependence of the activation energy of decomposition of crystalline hydrates and ammoniates on the pressure of gaseous reaction products. *Doklady akademii nauk BSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the BSSR], 1971, vol. 15, no. 4, pp. 322–324 (in Russian).
23. Savchenko V. F., Rubinchik Ya. S., Pavlyuchenko M. M. Study of the interaction reaction between neodymium oxide and chromium oxide. *Vesci akademii navuk BSSR. Serya chim. navuk* [Proceedings of the BSSR Academy of Sciences. Chemical series], 1973, no. 5, pp. 87–92 (in Russian).
24. Rubinchik Ya. S., Mochalnik I. A., Pavlyuchenko M. M. Interaction of samarium and chromium in solid phases. *Izvustiya Akademii nauk SSSR. Neorganicheskie materialy* [Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Inorganic materials], 1972, vol. 8, no. 1, pp. 133–136 (in Russian).
25. Rubinchik Ya. S., Prokudina S. A., Pavlyuchenko M. M. Synthesis and kinetics of LaMnO₃ formation in solid phase. *Izvustiya Akademii nauk SSSR. Neorganicheskie materialy* [Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Inorganic materials], 1973, vol. 9, no. 11, pp. 1951–1956 (in Russian).
26. Prodan E. A., Pavlyuchenko M. M. On the mechanism of the reaction of thermal dissociation of solids. Message 1. Formal kinetics and mechanism. *Heterogeneous chemical reactions* [Geterogennye khimicheskie reaktsii]. Minsk, Nauka I tehnika Publ., 1965, pp. 20–43 (in Russian).

27. Prodan E. A., Pavlyuchenko M. M., Sotnikov–Yuzhik Yu. M., Zonov Yu. G., Budnikova V. A. Study of low-temperature dehydration of $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and $\text{NiNa}_3\text{P}_3\text{O}_{10} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ rystalline hydrates in vacuum using infrared spectroscopy, X-ray phase analysis and paper chromatography. *Doklady akademii nauk BSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the BSSR], 1967, vol. 9, no. 8, pp. 708–712 (in Russian).
28. Petrovskaya L. I., Pavlyuchenko M. M., Prodan E. A. Thermal transformations of ammonium paratungstate in various gaseous media. *Vesci akademii navuk BSSR. Seriya chim. navuk* [Proceedings of the BSSR Academy of Sciences. Chemical series], 1973, no. 5, pp. 5–9 (in Russian).
29. Samuskevich V. V., Pavlyuchenko M. M., Prodan E. A. Kinetics of the interaction of lanthanum oxides with carbon dioxide. *Vesci akademii navuk BSSR. Seriya chim. navuk* [Proceedings of the BSSR Academy of Sciences. Chemical series], 1972, no. 5, pp. 5–9 (in Russian).
30. Pavlyuchenko M. M., Prodan E. A., Lesnikovich L. A. The compensatory effect of the dehydration kinetics of $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ in the atmosphere of water vapor. *Doklady akademii nauk BSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the BSSR], 1972, vol. 16, no. 8, pp. 719–723 (in Russian).
31. Zemtsova Z. N., Kohanovskii V. V., Pavlyuchenko M. M. Influence of structural factors on the reactivity of strontium carbonate and solid solutions based on it. *Heterogeneous chemical reactions* [Geterogennyye khimicheskie reaktsii]. Minsk, Nauka i tehnika Publ., 1979, pp. 115–120 (in Russian).
32. Filonov B. O., Shimanovich I. E., Pavlyuchenko M. M. Determining the absorption coefficient of the β -radiation of La^{140} , Nd^{147} , Fe^{59} in diffusion studies in solids. *Doklady akademii nauk BSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the BSSR], 1969, vol. 13, no. 5, pp. 414–416 (in Russian).
33. Shimanovich I. E., Pavlyuchenko M. M., Prokudina S. A. Diffusion of lanthanum and iron in lanthanum orthoferrite. *Vesci akademii navuk BSSR. Seriya chim. navuk* [Proceedings of the BSSR Academy of Sciences. Chemical series], 1969, no. 6, pp. 61–66 (in Russian).
34. Pavlyuchenko M. M., Samal G. I., Pokrovsky I. I. Stationary process of substance transfer in nickel sulfide ($\text{Ni}_{3\pm x}\text{S}_2$). *Doklady akademii nauk BSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the BSSR], 1969, vol. 13, no. 10, pp. 917–919 (in Russian).
35. Pavlyuchenko M. M., Samal G. I. Thermal stability of non-stoichiometric sulfides of some transition metals. *Zhurnal fizicheskoi khimii = Russian Journal of Physical Chemistry A*, 1970, vol. 44, iss. 6, pp. 1554–1555 (in Russian).
36. Pavlyuchenko M. M., Petukh M. L. Study of the diffusion of sulfur in steels, cast iron and cobalt using radioactive isotopes. *Heterogeneous chemical reactions* [Geterogennyye khimicheskie reaktsii]. Minsk, Nauka i tehnika Publ., 1961, pp. 249–252 (in Russian).
37. Pavlyuchenko M. M., Pokrovsky I. I. Evaporation of sulfur from sulphide scale separated from copper. *Doklady akademii nauk SSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the USSR], 1963, vol. 153, no. 3, pp. 646–649 (in Russian).
38. Pavlyuchenko M. M., Kononyuk I. F. Research of diffuse sulfur in some refractory metals. *Doklady akademii nauk BSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the BSSR], 1964, vol. 8, no. 3, pp. 157–160 (in Russian).
39. Kaputskii F. N., Pavlyuchenko M. M., Pokrovskaya A. I., Ermolenko I. N. Influence of the structure of cellulose on its reactivity when interacting with nitrogen dioxide. *Heterogeneous chemical reactions* [Geterogennyye khimicheskie reaktsii]. Minsk, Nauka i tehnika Publ., 1961, pp. 253–260 (in Russian).
40. Pavlyuchenko M. M., Gilevich M. P., Potapovich A. K. The Kinetics and Mechanism of Thermal Decomposition of Dithionates and the Formation of Free Radicals. *Reactiv. Solids*. Amsterdam – London – New–York, 1965, pp. 488–496.
41. Pavlyuchenko M. M., Prodan E. A. Kristallisations – vorgänge in der thermischen Zersetzung fester Stoffe. *Reactiv. Solids*. Amsterdam – London – New–York, 1965, pp. 409–421.
42. Akulovich V. M., Proleskovsky Yu. A., Dubovik K. V. Behavior of the line of impurity in connection with the fusibility diagram of a complex base and evaporation of its components. *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya Akademii nauk SSSR.: Seriya khimicheskikh nauk* [Proceedings of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR: Series of Chemical Sciences], 1967, vol. 9, iss. 4, pp. 158–160 (in Russian).
43. Dubovik K. V., Pavlyuchenko M. M. Investigation of the processes of receipt of elements from oxyl mixtures by the reabsorption method. *Zhurnal analiticheskoi khimii* [Russian Journal of Analytical Chemistry], 1965, vol. 20, iss. 11, pp. 1174–1179 (in Russian).
44. Proleskovskii Yu. A., Akulovich V. M., Pavlyuchenko M. M. Selection of a spectroscopic buffer in connection with a fusibility diagram. *Zhurnal prikladnoi spektroskopii = Journal of Applied Spectroscopy*, 1968, vol. 8, iss. 5, pp. 877–879 (in Russian).
45. Ulyanova T. M., Pavlyuchenko M. M., Smirnova L. I. Influence of the composition of the base on the flow of alkaline impurities into the discharge cloud when fusible components are introduced into the silicate system. *Journal of Applied Spectroscopy*, 1972, vol. 17, iss. 2, pp. 976–979. <https://doi.org/10.1007/bf00635142>
46. Pavlyuchenko M. M., Aleksandrovich H. M., Mozheiko F. F., Markin A. D. Enrichment of Starobin sylvinites in heavy suspensions in a field of gravity. *Trudy soveshchaniya po ispol'zovaniyu i obogashcheniyu kaliinykh soli Belorussii* [Proceedings of the meeting on the use and enrichment of potassium salts of Belarus]. Minsk, Publishing House of the Academy of Sciences of the BSSR, 1961, pp. 151–163 (in Russian).
47. Pavlyuchenko M. M., Dvorin S. A. Study of the electroseparation of potassium salts. *Kaliinye soli i metody ikh pererabotki: sb. st.* [Potassium salts and methods of their processing. Digest of articles]. Minsk, Publishing House of the Academy of Sciences of the BSSR, 1963, pp. 68–77 (in Russian).
48. Pavlyuchenko M. M., Litvinenko E. E., Aleksandrovich H. M. On the interaction of fatty amines with some hydrophilic colloids. *Doklady akademii nauk BSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the BSSR], 1968, vol. 12, no. 11, pp. 1006–1009 (in Russian).

49. Aleksandrovich H. M., Pavlyuchenko M. M. *Potassium salts of Belarus, their processing and use*. Minsk, Nauka i tehnika Publ., 1966. 304 p. (in Russian).

50. Pavlyuchenko M. M., Mazel M. I. On the development of industrial phosphate fertilizers of the Belarusian SSR. *Izvestiya Akademii nauk BSSR. Ser. obshchestvennykh nauk* [Proceedings of the BSSR Academy of Sciences. Social series], 1959, no. 2, pp. 41–45 (in Russian).

51. Pavlyuchenko M. M., Terentiev V. M., Prodan E. A., Kosheleva L. L., Yanishevsky F. V. *Polyphosphates and mineral nutrition of plants*. Minsk, Nauka i tehnika Publ., 1978. 232 p. (in Russian).

52. Pavlyuchenko M. M. (ed.) *Proceedings of the meeting on the use and enrichment of potassium salts in Belarus*. Minsk, Nauka i tehnika Publ., 1961. 264 p. (in Russian).

Информация об авторах

Крутько Николай Павлович – академик, д-р хим. наук, профессор, ген. директор. ГНПО «Химические продукты и технологии» (ул. Сурганова, 9/1, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: krutko@igic.bas-net.by

Кохановский Владимир Владимирович – канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник. Институт общей и неорганической химии (ул. Сурганова, 9/1, 220072, Минск, Республика Беларусь).

Ульянова Татьяна Михайловна – канд. хим. наук, вед. науч. сотрудник. Институт общей и неорганической химии (ул. Сурганова, 9/1, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: ulya@igic.bas-net.by

Шиманович Игорь Евгеньевич – канд. хим. наук, профессор. Белорусский государственный университет (ул. Ленинградская, 14, к. 503, 220030, Минск, Республика Беларусь).

Information about authors

Nikolay P. Krutko – Academician, D. Sc. (Chemistry), Professor, Director General of the State Research and Production Association «Chemical Products and Technologies» (9/1, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: krutko@igic.bas-net.by

Vladimir V. Kokhanovsky – Ph. D. (Chemistry), Senior Researcher. Institute of General and Inorganic Chemistry, National Academy of Sciences of Belarus (9/1, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus).

Tatyana M. Ulyanova – Ph. D. (Chemistry), Leading Researcher. Institute of General and Inorganic Chemistry, National Academy of Sciences of Belarus (9/1, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ulya@igic.bas-net.by

Igor E. Shimanovich – Ph. D. (Chemistry), Professor. Belarusian State University (14, Leningradskaya Str., 220030, Minsk, Republic of Belarus).