

УДК 66

А.Г. Морачевский

**ВОЕННО-ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ
В ГОДЫ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ (1914–1918)
(К 100-летию начала Первой мировой войны)**

МОРАЧЕВСКИЙ Андрей Георгиевич – профессор, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; доктор технических наук.

Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29
e-mail: morachevski@mail.ru

Рассмотрено развитие военно-химической промышленности России в годы Первой мировой войны. Анализируется деятельность российских ученых по разработке эффективных технологий получения отравляющих и взрывчатых веществ. Особое внимание уделено деятельности выдающегося химика академика В.Н. Ипатьева, возглавившего Химический комитет при Главном артиллерийском управлении, и профессора Петроградского политехнического института П.П. Федотьева. Дана оценка работы Военно-химического комитета при Русском физико-химическом обществе.

ПЕРВАЯ МИРОВАЯ ВОЙНА; ИСТОРИЯ ХИМИИ; ВОЕННО-ХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО; ПЕТРОГРАДСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ; РУССКОЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО.

28 июня 1914 г. в Сараево, столице Боснии, небольшого государства на Балканском полуострове, аннексированного в 1908 г. Австро-Венгрией, был убит наследник австро-венгерского престола эрцгерцог Франц Фердинанд. Хотя оба участника этого убийства были подданными Австро-Венгрии, в организации преступления обвинили Сербию и начались преследования сербов, живущих на территории Боснии. Сербскому правительству 23 июля был вручен ультиматум Австро-Венгрии с требованиями, явно неприемлемыми для независимого государства. Россия покровительствовала славянским странам, включая Сербию, хотя и не имела с ней формального договора о взаимопомощи. Уже 24 июля Сербия обратилась к России с просьбой о помощи, и 27 июля император Николай II ответил: «Пока есть малейшая надежда избежать

кровапролития, все наши усилия должны быть направлены к этой цели. Если же, вопреки нашим искренним желаниям, мы в этом не успеем <...> ни в коем случае Россия не останется равнодушной к участи Сербии» [См.: 1].

Несмотря на то что Сербия согласилась с большей частью предъявляемых ей требований и была готова к дальнейшим переговорам, Австро-Венгрия 28 июля объявила Сербии войну. В тот же день русское правительство объявило частичную, а 30 июля – общую мобилизацию. Требование Германии о немедленном приостановлении мобилизации было отклонено, и Германия 1 августа 1914 г. объявила войну России, а 3 августа – Франции. Германское вторжение в Бельгию, нейтралитет которой гарантировался Великобританией, привело к тому, что Англия 5 августа объявила войну Германии. Австро-

Венгрия 6 августа объявила войну России. Началась Первая мировая война, в которой основными противостоящими друг другу силами стали Четверной союз (Германия, Австро-Венгрия, Болгария и Турция) и Антанта (Великобритания, Франция и Россия).

К началу XX в. Россия входила в число великих держав. Территория ее превышала 22,4 млн км², численность населения к началу Первой мировой войны составляла около 170 млн человек. Страна занимала одно из первых мест по уровню рождаемости, многодетные семьи являлись скорее правилом, чем исключением. Почти половине населения России было менее 20 лет. Начиная с 1860-х гг. и вплоть до начала Первой мировой войны рост промышленного производства в России составлял в среднем 5 % (больше, чем в странах Западной Европы). Особенно успешным было развитие промышленного и сельскохозяйственного производства (начиная с 1907 г. благодаря реформам П.А. Столыпина) [2].

Однако химическая промышленность России по многим показателям оставалась в зачаточном состоянии. В Министерстве торговли и промышленности не было органа, планирующего развитие отдельных отраслей промышленности, важных для обороны и экономики страны. Многие продукты химической промышленности, ввозимые из-за границы, можно было производить в России. Приведем характерный пример. За период проводимой П.А. Столыпиным земельной реформы потребление калийных удобрений возросло (в пересчете на чистый калий) с 6 (в 1908-м) до 23,9 тыс. т (1912). Из-за начавшейся войны ввоз таких удобрений полностью прекратился [3]. Собственного производства не было. Подобных примеров можно привести очень много.

В 1915 г. выдающийся российский ученый академик В.И. Вернадский писал: «Мировая война требует напряжения всех наших сил. Она может быть доведена до конца только при подъеме творческой, производительной работы, необходимой как для залечивания наносимых войной в экономической жизни ударов, так и для новых источников силы». Как член ЦК партии кадетов, Вернадский стал одним из авторов обращения «К единомышленникам» (1914): «Каково бы ни было наше отношение к внутренней политике правительства, наш долг

сохранить родину единой и нераздельной и удержать за ней то положение в ряду мировых держав, которое оспаривается у нас врагами. Отложим же внутренние споры, не дадим ни малейшего повода надеяться на разделяющие нас разногласия» [цит. по: 4].

После первых успехов и поражений на фронтах уже к началу 1915 г. стал ощущаться недостаток в боеприпасах, обусловленный отсутствием сырья для производства взрывчатых веществ. В связи с острой нехваткой бензола и толуола и невозможностью получить их от союзников военный министр В.А. Сухомлинов направил в Донецкий бассейн группу специалистов во главе с выдающимся русским химиком, профессором Михайловской артиллерийской академии, генерал-лейтенантом, действительным членом Санкт-Петербургской академии наук В.Н. Ипатьевым (1867–1952). Проведя тщательную инспекцию коксохимических заводов Юга России, ученый сделал вывод: через два-три месяца можно начать производство ароматических углеводородов, а через семь-восемь месяцев ликвидировать их дефицит в стране [5, 6].

В феврале 1915 г. при Главном артиллерийском управлении Военного министерства России была создана *Комиссия по заготовке взрывчатых веществ*, которую возглавил академик В.Н. Ипатьев. Первоочередные задачи комиссии – организация производства бензола и толуола пиролизом нефтепродуктов, а также увеличение производства серной и азотной кислот, необходимых для изготовления взрывчатых веществ. Комиссия сразу же развернула энергичную деятельность. Собственного производства бензола в России вообще не было. Члены комиссии инспектировали все химические заводы, как казенные, так и частные. Вся информация немедленно стекалась к В.Н. Ипатьеву в Петроград. Первый специализированный бензольный завод в Донбассе был пущен в августе 1915 г., менее чем через полгода после утверждения планов его строительства, а в конце того же года началось строительство еще 20 небольших бензольных заводов на базе нефтяного сырья.

При образовании комиссии перед ней была поставлена следующая задача: ежемесячное производство взрывчатых веществ должно достигнуть 60 тыс. пудов (1 пуд = 16,38 кг). С са-



мого начала было ясно, что с помощью одних казенных заводов, без привлечения частных предприятий, эту задачу выполнить невозможно. Частные химические заводы надо было перепрофилировать на производство взрывчатых веществ, ранее они производились только на государственных предприятиях. Выполнение задачи осложнялось и тем, что было расширено число типов взрывчатых веществ, применялись также их различные смеси. Ввиду недостатка тротила к нему добавляли 40–50 % аммиачной селитры, изготовление которой в больших количествах было организовано на одном из предприятий Донбасса. Были разработаны также способы получения тринитроксилла. Он мог применяться в качестве взрывчатого вещества наряду с тринитротолуолом (тротилом). Изготовление тринитроксилла началось на трех заводах России. Кроме того, была разработана новая технология производства такого важного взрывчатого вещества, как пикриновая кислота. Производство ее было организовано также на одном из заводов Донбасса.

Все производства создавались на частных заводах, которые раньше никогда не занимались органическим синтезом. На ряде заводов было налажено производство динитронафталина, который совместно с пикриновой кислотой использовался при изготовлении снарядов. В.Н. Ипатьев [6] приводит следующие цифры суммарного производства в 1915 г. взрывчатых веществ: в феврале – 6,3; в апреле – 17,4; в июне – 37,4; в августе – 53,9; в октябре – 85,4 тыс. пудов. При этом если за указанный промежуток времени производство на казенных заводах выросло в 2,3 раза (с 5 до 11,5 тыс. пудов), то на частных заводах – в 53 раза (с 1,4 до 74 тыс. пудов). Таким образом, первоначально поставленная перед комиссией задача была выполнена за шесть месяцев благодаря перепрофилированию большого числа частных заводов. Однако уже в июне 1915 г. Комиссия по заготовке взрывчатых веществ получила новое задание – их производство должно быть увеличено до 165 тыс. пудов в месяц.

Производство такого громадного количества взрывчатых веществ и порохов требовало большого количества серной кислоты. В связи с военными действиями заводы по ее производству, расположенные в Риге, а также на территории Польши и работавшие на при-

возимом из-за границы сырье, не могли продолжать свою деятельность, а они производили 500 тыс. пудов серной кислоты ежемесячно. В июле 1915 г. оставшиеся в России заводы могли производить только 700 тыс. пудов серной кислоты в месяц, что грозило сокращением производства взрывчатых веществ, несмотря на налаженное достаточное производство основных компонентов – органических соединений. Собранный В.Н. Ипатьевым в Москве съезд представителей сернокислотных и горнорудных предприятий России составил программу расширения производства серного колчедана и серной кислоты. Летом и осенью 1915 г. приступили к строительству 20 новых сернокислотных заводов на базе отечественного сырья. Уже в январе 1916 г. выработка серной кислоты увеличилась до 1 млн пудов в месяц, а в марте – до 1,3 млн пудов, что было вполне достаточно для расширения производства взрывчатых веществ и порохов и получения их в нужном количестве.

Наряду с серной кислотой для производства взрывчатых веществ необходима азотная кислота. В довоенные годы она производилась из привозного сырья – чилийской селитры, отечественных месторождений селитры не было. Комиссия, руководимая В.Н. Ипатьевым, приступила к разработке способа производства азотной кислоты из аммиака, который был побочным продуктом коксохимических предприятий. Уже к осени 1915 г. инженером И.И. Андреевым на лабораторной установке в Технологическом институте в Петрограде и на опытной установке в Макеевке (Донбасс) были получены необходимые данные для проектирования завода по производству азотной кислоты. В марте 1916 г. в Юзовке (Донецке) было начато строительство завода, который в феврале 1917 г. выдал первую продукцию. В годы войны некоторое количество нитрата аммония поставляла в Россию Норвегия.

В ночь с 17 на 18 мая 1915 г. на Варшавском направлении немцы впервые применили на российско-германском фронте удушающие (отравляющие) газы. Потери, понесенные русскими войсками, были огромны: за одну ночь из строя были выведены около 7–8 тыс. военнослужащих, многие из них умерли. Для выяснения обстановки В.Н. Ипатьев был временно откомандирован в распоряжение верховно-

го начальника санитарной и эвакуационной части российской армии принца А.П. Ольденбургского. Вместе с ним и профессором химии Инженерной академии в Петрограде А.И. Горбовым Ипатьев выехал на фронт. Когда стало известно, что на французско-германском фронте немцы применили отравляющие вещества, в российской армии были заготовлены специальные повязки с поглотителем хлора, однако они не были своевременно розданы военнослужащим. После осмотра места газовой атаки было установлено, что немцы применяли хлор, выпуская его из баллонов, где он находился в сжиженном состоянии. Об этом В.Н. Ипатьев доложил Верховному главнокомандующему вооруженными силами России великому князю Николаю Николаевичу, ставка которого находилась на территории Польши. В своем докладе ученый указал, что хлор в России производится на заводах в Донбассе, но на создание установок для его сжижения потребуется четыре-пять месяцев. Было решено создать специальную *Комиссию по удушающим средствам*, которая весьма энергично начала свою деятельность в июле 1915 г.

Анализ сложившейся ситуации показал, что необходимо изготавливать два типа удушающих веществ — для выпуска их из баллонов и для заполнения ими снарядов, предназначенных для обстрела противника в окопах или на батареях. Для первой цели служил сжиженный хлор, находящийся в баллонах под давлением 30–35 атм. Для заполнения снарядов можно было использовать различные удушающие вещества: хлорпикрин, фосген, синильную кислоту, хлористый мышьяк. Находящиеся в Донбассе (в Донецке и Славянске) заводы по производству щелочи и хлора не производили сжиженный хлор и не имели соответствующего оборудования. Весь получаемый хлор шел на производство хлорной извести. Заводам немедленно было дано новое задание — производить жидкий хлор. Донецкий завод (ст. Переездная Юго-Западной ж. д.) в основном обслуживался бельгийскими специалистами и, получив компрессоры зарубежной фирмы, быстро справился с поставленной задачей. На заводе в Славянске пришлось обходиться собственными силами, и произошла задержка с поставками жидкого хлора. Донецкий завод в период со 2 августа 1915-го по 1 сентября 1916 г. поставил 91 тыс.

пудов жидкого хлора, а славянский за то же время — 23 тыс. пудов. Тем не менее в случае необходимости производство обоими заводами могло составить 550–600 пудов в сутки. Поставки хлора полностью покрывали потребности армии. Целый ряд заводов был привлечен к производству фосгена, эта задача также была успешно решена.

В работах по расширению производства хлора на заводах Юга России активное участие принимал профессор Петроградского политехнического института П.П. Федотьев (1864–1934) [См. подробнее: 7]. В начале 1916 г. он был назначен директором завода в Славянске. Немцы, руководившие до войны производством, были высланы в Вятскую губернию. Помощником Федотьева был инженер-технолог Б.А. Сасс-Тисовский, впоследствии ставший известным ученым [8]. П.П. Федотьев одновременно был руководителем и донецкого завода, но на нем сохранялась бельгийская администрация, и необходимо было только направлять туда указания для исполнения.

Под руководством П.П. Федотьева во время войны было начато строительство хлорного завода близ Лисичанска (Донбасс). Производительность завода была рассчитана на 520 пудов жидкого хлора в сутки, но до конца войны она не была достигнута.

В организации производства фосгена на целом ряде заводов России большая заслуга принадлежит профессору Московского университета Е.И. Шпитальскому.

Кроме того, было налажено производство хлорпикрина, который употреблялся как удушающее средство. Им наполняли химические снаряды. Из второстепенных продуктов можно назвать производство мышьяковистых соединений и хлорного олова.

Комиссия по удушающим средствам с момента своего создания работала в тесном контакте с Русским физико-химическим обществом (РФХО), которое оказывало ей постоянную поддержку в выработке методов получения разнообразных химических соединений. В сентябре 1915 г. совет РФХО вошел в Особое совещание по обороне с ходатайством об отпуске средств для организации *Военно-химического комитета* и при нем небольшого опытного завода для проведения исследований в малом заводском масштабе. Руководимая В.Н. Ипа-



твевым Комиссия по заготовке взрывчатых веществ активно поддержала это ходатайство. В конце 1915 г. Военно-химический комитет при РФХО был окончательно сформирован и получил средства для производства научных исследований. При этом следует отметить, что профессора и преподаватели, которые участвовали в его работах, никакого вознаграждения не получали. Председателем комитета был избран профессор Горного и Политехнического институтов академик Н.С. Курнаков, его заместителем стал профессор Петроградского университета В.Е. Тищенко. В состав комитета вошли виднейшие ученые того времени: академик В.Н. Ипатьев, профессор Петроградского университета А.Е. Фаворский, геохимик и геолог А.Е. Ферсман, профессор Петроградского университета Л.А. Чугаев и др. Московское отделение Военно-химического комитета возглавил академик П.И. Вальден. Деятельность комитета быстро расширялась, и это приносило большую пользу как Комиссии по заготовке взрывчатых веществ, так и Комиссии по удушающим средствам. Задача комитета заключалась в том, чтобы объединить усилия русских химиков для совместной и планомерной работы по вопросам, связанным с нуждами государственной обороны [9].

К началу 1916 г. снабжением армии и страны различными химическими продуктами, добычей сырья для их производства занималось большое число различных организаций, но единого органа, координирующего и направляющего их деятельность, не было. В частности, такой важной проблемой, как создание противогаса, занимался целый ряд организаций и частных лиц, а пока войска в необходимых случаях пользовались малоэффективными влажными марлевыми повязками. Правда, осенью 1915-го и зимой 1916 г. немцы газовых атак не предпринимали. Военный совет 7 апреля 1916 г. принял решение создать при Главном артиллерийском управлении (ГАУ) *Химический комитет*. Уже 16 апреля это решение было утверждено Высочайшим приказом. Химический комитет находился в ведении ГАУ, председатель его подчинялся непосредственно начальнику этого управления и должен был делать доклады о положении дел начальнику штаба Верховного главнокомандующего Вооруженными силами России. Руководство Химическим комитетом

было возложено на генерал-лейтенанта, академика В.Н. Ипатьева.

Химический комитет состоял из пяти отделов: взрывчатых веществ, удушающих средств, зажигательных средств и огнеметов, противогазового, кислотного. Каждый отдел проводил свои заседания и мог образовывать комиссии для рассмотрения подведомственных ему вопросов. Для окончательного решения важнейшие вопросы выносились на пленарные заседания Химического комитета, собиравшиеся не реже чем раз в неделю. В состав комитета входили также руководители или представители ряда учреждений и ведомств. В его деятельности принимали участие ведущие химики того времени: академик Н.С. Курнаков, профессора А.Е. Фаворский, Л.А. Чугаев, А.А. Яковкин, Г.В. Хлопин, А.А. Лихачев, В.Е. Тищенко, А.П. Поспелов. Для приведения в исполнение всех постановлений Химического комитета, для наблюдения за деятельностью химических заводов было создано семь региональных бюро.

В состав Химического комитета при ГАУ и Военно-химического комитета при РФХО входили в основном одни и те же ведущие химики Петрограда, Москвы и других городов России, что обеспечивало их тесное взаимодействие. Сразу же после образования Химического комитета была широко развернута работа по созданию противогаса, образована *Специальная совещательная комиссия* под председательством известного профессора-гигиениста Г.В. Хлопина. В состав этой комиссии вошли Н.С. Курнаков, А.Е. Фаворский, Л.А. Чугаев и другие ученые-химики. К работе по созданию противогаса были привлечены лучшие научно-технические силы России. Н.Д. Зелинский, в тот период (1911–1917) директор Центральной химической лаборатории Министерства финансов, одновременно преподававший в Политехническом институте в Петрограде, предложил использовать в качестве поглотителя активированный уголь. В создании противогаса активное участие принимали сотрудники Московского высшего технического училища во главе с профессором Н.А. Шиловым. Они подробно исследовали адсорбцию отравляющих веществ углем и защитное действие угольного противогаса. Большой вклад в изучение поглотительной способности угля внес уже упоминавшийся инженер И.И. Андреев. В.Н. Ипатьев выезжал на фронт,

чтобы лично убедиться в действии противогаза. За время деятельности Химического комитета (1916–1917) на фронт было поставлено более 15 млн противогазов различных типов [10, 11].

Благодаря активной деятельности самого председателя Химического комитета академика В.Н. Ипатьева, активности представительств этого комитета в различных регионах России, самоотверженной работе ведущих российских химиков, в годы Первой мировой войны был достигнут огромный прогресс в развитии военно-химической промышленности страны.

Первая мировая война с полным основанием характеризуется историками не только как противоборство армий, но и как война техники, «война умов» и, не в последнюю очередь, «война химиков». Она закончилась капитуляцией Германии в ноябре 1918 г. Если бы Россия оставалась в числе воюющих стран, даже полностью придерживаясь оборонительной тактики, но связывая значительную часть войск Германии и ее союзников на их восточном фронте, то, возможно, Германия капитулировала бы раньше. Россия вполне могла быть в числе победителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ольденбург С.С.** Царствование императора Николая II. В 2 т. Т. 2. М.: Феникс, 1992. 288 с.
2. **Никонов В.А.** 1917 год в истории России // Вестн. РАН. 2013. Т. 33, № 6. С. 533–541.
3. **Сельскохозяйственный** промысел в России. Пг.: Изд-во Департамента земледелия, 1914. 255 с.
4. **Морачевский А.Г.** Академик Владимир Иванович Вернадский (К 150-летию со дня рождения) / под ред. Ю.С. Васильева. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. 106 с.
5. **Ипатьев В.Н.** Работа химической промышленности на оборону во время войны. Пг., 1920. 48 с.
6. **Он же.** Химический комитет при Главном артиллерийском управлении и его деятельность для развития отечественной химической промышленности. Ч. I. Пг., 1921. 79 с.
7. **Морачевский А.Г.** Профессор Павел Павлович Федотьев и его научная школа / под ред. Ю.С. Васильева. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 89 с.
8. **Сасс-Тисовский Б.А.** П.П. Федотьев – инженер-электрохимик // Тр. Ленингр. политехн. ин-та им. М.И. Калинина. 1964. № 239. С. 16–21.
9. **Морачевский А.Г.** Академик Николай Семенович Курнаков и его научная школа / под ред. Ю.С. Васильева. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. 99 с.
10. **Дубинин М.М.** О развитии противогазового дела в Советском Союзе // Матер. по истории отечеств. химии: сб. докл. Второе Всесоюз. совещание по истории отечеств. химии (21–26 апреля 1951 г.). М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 163–172.
11. **Фигуровский Н.А.** Замечательное русское изобретение (К 40-летию угольного противогаза Н.Д. Зелинского). М.: Изд-во АН СССР, 1956. 53 с.

A. G. Morachevskiy

MILITARY CHEMICAL INDUSTRY OF RUSSIA IN THE FIRST WORLD WAR (1914–1918) (Centennial of the First World War)

MORACHEVSKIY Andrey G. — *St. Petersburg State Polytechnical University*,
Politekhnikeskaya ul., 29, St. Petersburg, 195251, Russia
e-mail: morachevski@mail.ru

The author presents the development of Russian military chemical industry in the period of the First World War. Russian scientists' works in the field of the production of toxic and explosive substances are



analyzed. Special attention is paid to the meritorious work of the outstanding Russian chemists V. Ipatieff and P. Fedot'jev. The author issues activities of the Chemical Committee of the Main Artillery Administration and the Military Chemical Committee of the Russian Physico-Chemical Association.

THE FIRST WORLD WAR; HISTORY OF CHEMISTRY; MILITARY CHEMICAL PRODUCTION;
PETROGRAD POLYTECHNIC INSTITUTE; RUSSIAN PHYSICO-CHEMICAL SOCIETY.

REFERENCES

1. Oldenburg S.S. Tsarstvovaniye Imperatora Nikolaya II. In 2 vol. Of vol. 2. Moscow, Feniks Publ., 1992. 288 p. (In Russ.)
2. Nikonov V.A. 1917 god v istorii Rossii. *Vestnik RAN*, 2013, vol. 33, no. 6, pp. 533–541. (In Russ.)
3. Sel'skokhozyaystvennyy promysel v Rossii. Petrograd, Departament zemledeliya Publ., 1914. 255 p. (In Russ.)
4. Morachevskiy A.G. Akademik Vladimir Ivanovich Vernadskiy (K 150-letiyu so dnya rozhdeniya). St. Petersburg, Polytechnical Univ. Publ., 2013. 106 p. (In Russ.)
5. Ipatyev V.N. Rabota khimicheskoy promyshlennosti na oboronu vo vremya voyny. Petrograd, 1920. 48 p. (In Russ.)
6. Ipatyev V.N. Khimicheskyy komitet pri Glavnom artilleriyskom upravlenii i yego deyatelnost' dlya razvitiya otechestvennoy khimicheskoy promyshlennosti. Pt I. Petrograd, 1921. 79 p. (In Russ.)
7. Morachevskiy A.G. Professor Pavel Pavlovich Fedot'yev i yego nauchnaya shkola. St. Petersburg, Polytechnical Univ. Publ., 2011. 89 p. (In Russ.)
8. Sass-Tisovskiy B.A. P.P. Fedot'yev – inzhener-elektrokhimik. *Trudy Leningradskogo Politekhnicheskogo instituta im. M.I. Kalinina*, 1964, no. 239, pp. 16–21. (In Russ.)
9. Morachevskiy A.G. Akademik Nikolay Semenovich Kurnakov i yego nauchnaya shkola. St. Petersburg, Polytechnical Univ. Publ., 2010. 99 p. (In Russ.)
10. Dubinin M.M. O razvitii protivogazovogo dela v Sovetskom Soyuze. *Materialy po istorii otechestvennoy khimii. II Vsesoyuznoye soveshchaniye po istorii otechestvennoy khimii (21–26 aprelya 1951 g.)*. Moscow, AN SSSR Publ., 1953. Pp. 163–172. (In Russ.)
11. Figurovskiy N.A. Zamechatel'noye russkoye izobreteniyе (K 40-letiyu ugol'nogo protivogaza N.D. Zelinskogo). Moscow, AN SSSR Publ., 1956. 53 p. (In Russ.)