Г. В. КУКОЛЕВ,
профессор, доктор технических наук

НАУЧНАЯ РАБОТА П. П. БУДНИКОВА

В весьма разносторонней научно-технической деятельности действительного члена Академии наук УССР Петра Петровича Будникова можно выделить следующие направления:

1. Подготовка инженерных и научно-исследовательских кадров.
2. Обширная научно-исследовательская работа.
3. Организаторская работа по созданию в СССР базы для развития научного исследования в области силикатов.
4. Непосредственное участие в разрешении многочисленных практических вопросов промышленности в области установления путей развития, проектирования, строительства и эксплоатации предприятий; изучение, популяризация и перенесение в СССР новейшего иностранного технического опыта.

В этой обширной и разнообразной деятельности отмечается несколько типичных черт, делающих ее особенно значительной:

1. Чрезвычайно большой диапазон инженерно-технической научно-исследовательской деятельности, исключительно широко охватившей области химии силикатов, керамики, вяжущих материалов, технологии, прикладной физической химии и аналитической химии, различных методов научного и технического исследования в этих областях.
2. Комплексность выбираемых задач и путей их разрешения устанавливаемых в самом процессе работы.
3. Неистощимая изобретательность и умение дать всегда оригинальное и наиболее совершенное решение вопроса, в том числе и при перенесении в условия СССР иностранного научного и технического опыта.
4. Замечательные работоспособность и энергия, с годами не только не уменьшающиеся, но, наоборот, растущие по мере расширения и усложнения разрешаемых П. П. Будниковым задач.
5. Пионерский характер многих результатов научно-технической и организаторской деятельности.

Деятельность П. П. Будникова мы рассмотрим здесь по перечисленным выше направлениям и по отдельным областям науки и техники и попытаемся в нашем изложении оттенить отмеченные выше типичные ее черты.

Имя П. П. Будникова, как крупнейшего советского ученого, инженера и изобретателя, пользуется широкой известностью в СССР и за границей.

Ему принадлежат около 460 опубликованных научных трудов и свыше 40 изобретений.

По количеству работ первое место занимает керамика (в особенности огнеупорные и высокоогнеупорные материалы) и технология вяжущих материалов. Далее следуют химия и технология других минеральных, а также органических веществ. В огромном большинстве работы эти практически и научно актуальны и разрешают задачи, поставленные партией и правительством в области создания мощной социалистической промышленности и передовой советской науки. Содержание трудов П. П. Будникова составляют: изучение нового промышленного сырья, улучшение качества продукции, получение новых высококачественных, а также местных дешевых материалов, широкое использование промышленных отходов, установление новых технологических процессов и улучшение существующих, всемерное расширение и углубление методов научного исследования, использование передового иностранного научного и технического опыта, если он оказывается полезным для нашего народного хозяйства.

В своих работах П. П. Будников показывает неистощимую творческую изобретательность и техническую смелость. Приведем несколько характерных примеров:

а) П. П. Будников впервые предложил обрабатывать хлопчатобумажную ткань быстрым пропуском через HNO_3 вместо ранее применявшегося NaOH. Облагороженная ткань приобретает при этом вид шерсти. Этот способ использован на практике, хотя применение HNO_3 грозило, казалось, разрушением ткани из-за образования нитроцеллюлозы.

б) П. П. Будников предложил оригинальный метод количественного определения инкрустирующих веществ в льняном волокне путем осахаривания, причем лигнин и все инкрустирующие вещества остаются твердыми.

в) Нерастворимый ангидрит, громадные залежи которого не использовались ранее, оживляется путем совместного помола с катализаторами, причем получается уже промышленный ангидритовый цемент, — работа, удостоенная Сталинской премии.

г) Существующий способ производства гипсошлакового цемента страдает тем недостатком, что при совместном помоле двуводного гипса с гранулированным шлаком выделяющаяся при разогреве мельниц вода, конденсируясь на цементе, ухудшает его свойства (падение прочности на 40—60% на протяжении нескольких недель). П. П. Будников предложил направлять гипс вместе со шлаком не в мельницу, а в сушильный барабан, в мельницу же вместо пушонки $Ca(OH)_2$ вводить CaO, поглощающую при помоле остаточную влагу шлака и отщепленную воду гипса.

д) Удачно комбинируя опыт керамики и теорию коллоидной химии, П. П. Будников разработал способ ускорения помола цементной шихты и снижения содержания воды в шламме путем введения электролитов.

е) Измеряя теплоту взаимодействия $Ca(OH)_2$ с тонкоизмельченной пуццоланической добавкой, П. П. Будников сумел найти быстрый калориметрический метод определения активности пуццоланических добавок, требующий всего 30 мин.

ж) На основе данных керамики и коллоидной химии П. П. Будников предложил оригинальный метод переработки шамотных масс, заключающийся в том, что шамот под бегунами обливается раствором электролита. Затем добавляется глина, которая ввиду разжижения электролитом хорошо обволакивает зерна шамота. В следующий момент вводится коагулятор ($CaCl_2$, $FeSO_4$, $AlCl_3$ или др.), в результате чего глина плотно прилипает к шамоту, чем улучшается качество черепка.

з) П. П. Будниковым было предложено одновременное получение H_2SO_4 и HCl хлорированием (избытком хлора) гипса при 750—900° в присутствии катализаторов. Выделяющиеся газы O_2, Cl_2 и SO_2 превращаются в H_2SO_4 и HCl в башне, орошаемой водой.

и) На основании изучения процесса получения Na_2S при восстановлении сульфата углем П. П. Будников предложил для данного назначения строить двух- и трехподовые печи, обеспечивающие повышенную производительность при экономии топлива и восстановителя.

к) Получив, по предложенному П. П. способу, жидкий препарат платины (растворением в скипидаре комплексного соединения терпенсульфида $C_{10}H_{16}S.PtCl_4$), П. П. Будников использовал его путем нанесения на носитель платинового катализатора. Дальнейшие опыты показали высокую активность такого катализатора при контактном окислении SO_2 в SO_3.

Несомненна пионерская роль П. П. Будникова как организатора, инициатора и руководителя разработки в СССР целого ряда новых научно-технических проблем. Правильность этого утверждения целиком подтверждается приводимым ниже кратким анализом наиболее значительных его работ.

Работы в области керамики

Огнеупорные материалы. Эта отрасль керамики, имеющая особое значение для тяжелой индустрии нашей страны, в первую очередь для металлургии, коксохимии и энергетики, представлена в работах П. П. Будникова наиболее обширно. Здесь мы находим: многочисленные работы по изучению сырьевой базы и новых месторождений сырья; разработку методов исследования, особенно химико-аналитических; изучение физико-химических процессов производства и службы огнеупоров; разработку новых технологических процессов; изучение службы огнеупоров и выбор оптимальных видов изделий и технологии

их производства; получение новых высокоогнеупорных материалов.

П. П. Будниковым изучено сырье многочисленных месторождений СССР и особенно УССР. Начиная с 1927 г., он публикует ряд работ по огнеупорам для стекловарения. Через год появляются в печати работы по многошамоту, огнеупорам для коксовых печей, тридимитизации кварца в динасе. Следующий год отмечается работами по методологии исследования огнеупорного сырья и изделий,по применению песка в динасовых массах и по получению высокоогнеупорных карборундовых изделий. В 1930 г. публикуются труды по литью стеклобрусьев, полусухому прессованию шамотных огнеупоров, черному динасу, бесшамотным сифонным и другим изделиям. Необходимо особо отметить влияние работ П. П. Будникова по многошамотным и бесшамотным изделиям на дальнейшее развитие исследований и на внедрение этих огнеупоров в СССР.

В следующем 1931 г. П. П. Будников публикует весьма интересные работы по сталеразливочным пробкам и стаканам, сифонному припасу, использованию тальковых отходов. На основе личных впечатлений, вынесенных из поездки за границу, П. П. дает обзоры и описания производства огнеупоров и высокоогнеупоров в США.

Обширные материалы, накопленные созданной и руководившейся П. П. Будниковым Центральной лабораторией Украинского огнеупорно-цементного треста в области исследования сырья и продукции и разработки новых технологических процессов, послужили для издания в 1932 г. трудов этой лаборатории. В том же году вышли из печати работы П. П. Будникова по огнеупорам для коксовых печей, сталеразливочному припасу и применению каолинов в шамотных массах.

Из работ П. П. Будникова, опубликованных на протяжении 1933—1945 гг., необходимо отметить исследования в области магнезитовых, хромомагнезитовых и высокоглиноземистых огнеупоров, полукислых огнеупоров для коксовых печей, огнеупоров для термической возгонки фосфора и для получения сернистого натрия, по хлороупорным, огнеупорным материалам, по хромодоломитовым изделиям и бетону, футеровочным материалам для вращающихся цементных печей, по применению в производстве динаса сульфитной щелочи, по получению карборундо-корундовых и форстеритовых огнеупоров, а также магнезитовых на базе окиси магния, извлекаемой из рапы Сиваша, и доломита.

В период Отечественной войны, во время пребывания П. П. Будникова с Академией наук УССР в Уфе, он оказывает существенную техническую помощь оборонным заводам в области получения огнеупорных изделий специального назначения, развертывает большую работу по изучению природных ресурсов огнеупорного сырья Башкирской АССР (глины, доломиты, пески, кварциты и пр.) и сырья для строительных материалов (ангидрит, гипс, известняки, глины, мергели и др.).

Рамки настоящей статьи не позволяют более подробно остановиться на значительных по количеству и содержанию работах П. П. Будникова в области тонкой керамики, грубой керамики, по кислотоупорным материалам для химической промышленности, наконец, по стеклу и эмалям. Отметим лишь, что наибольшее значение здесь имеют исследования по химически стойким керамическим изделиям, керамическим краскам, в особенности по золотому препарату и по исследованию физико-химических свойств глин и каолинов.

Работы в области вяжущих материалов

Эта область химической технологии охвачена в работах П. П. Будникова исключительно широко. Наряду с изучением и улучшением „старых" вяжущих материалов—портланд-цемента, шлако-портланд-цемента, извести, строительного гипса и т. п., громадная работа проделана им в отношении получения новых видов вяжущих материалов, в том числе и дешевых, изготовляемых на базе местного сырья при несложном технологическом процессе.

П. П. Будников является всемирно признанным знатоком физико-химических свойств гипса и его разновидностей и практического их применения для получения ряда вяжущих.

На базе гипса и его разновидностей или комбинаций с другими веществами получены такие новые вяжущие, как ангидритовый цемент, бесклинкерные сульфатированные шлако-цементы, алитовый, дешевый глино-гипсовый цемент, сернокислый аммоний и шлако-портланд-цемент из ангидрита и доменного шлака, глино-эстрих-гипсовый цемент типа глинит-цемента, улучшенного качества шлако-портланд-цемент (с добавкой ангидрита), высокопрочный гипс, искусственный мрамор, высокопрочный зубной силикат-цемент и др.

Остановимся на наиболее важных работах П. П. Будникова в области вяжущих материалов.

а) Ангидритовый цемент. Полученный П. П. Будниковым новый, так называемый ангидритовый цемент, представляющий собой белого цвета воздушное вяжущее, изготовляемое из природного ангидрита или гипса, обожженного до 600—700°, с вводимыми при помоле различными минеральными добавками, как бисульфат или сульфат натрия, смесь их с $CuSO_4$, $FeSO_4$ или $Al_2(SO_4)_3$, квасцы, известь или доломит, обожженный при 800—900°, основной доменный шлак, сульфатированная глина, золы некоторх углей и пр. Ангидритовый цемент имеет исключительно благоприятные перспективы для широкого распространения в силу: 1) простоты и малой стоимости технологического процесса и 2) наличия колоссальных и притом распространенных во многих районах страны месторождений сырья. О присуждении П. П. Будникову за эти работы Сталинской премии мы уже упоминали выше.

б) Получение серной кислоты и цемента из смеси ангидрита с глиной или из смеси ангидрита с углистым колчеданом. На эти работы мы уже указывали выше. Добавим здесь, что П. П. Будников, разрешивший эту задачу в лабораторных условиях еще в 1930 г., разработал впоследствии и технологическую схему и проект завода. Благодаря противоположным знакам тепловых эффектов разложения $CaSO_4$ и окисления углистого колчедана предотвращаются в данном случае затруднения в работе печей, связанные с чрезмерно высокой температурой, и рационально используется избыточное тепло.

в) Шлако-ангидритовый (бесклинкерный) цемент из основных и кислых доменных шлаков. Идея получения этого цемента с эффективным использованием для данной цели гранулированных доменных шлаков возникла у П. П. Будникова еще в 1928 г. Исследования его показали возможность „оживления" инертного стеклообразного вещества доменных шлаков путем добавления таких веществ, как ангидритовый цемент, полуводный или двуводный гипс, ангидрит и доломит, обожженный до 800—900° при основных шлаках и до 1000—1100° при кислых шлаках. Предложенный П. П. Будниковым цемент выпущен был с хорошими результатами в виде больших заводских партий и с успехом использован в строительстве в г. Харькове.

г) Во время пребывания в период Великой Отечественной войны в Уфе П. П. Будниковым получен на базе глиноземистых доменных шлаков и ангидрита так называемый АГ-цемент специального назначения, равномерно твердеющий в массивных бетонах и уже через сутки дающий сопротивление сжатию 600 кг/см² и выше.

д) Алитовый цемент, получаемый синтетическим путем из песка и мела или известняка. Сначала получается γ-$2CaO.SiO_2$, к которому добавляется соответствующее количество $CaCO_3$ и около 10% глины. Смесь обжигается при температуре около 1500°. Полученный цемент содержит около 95% алита и через сутки имеет предел прочности на сжатие свыше 400 кг/см².

е) Глино-гипсовый цемент—качественный и дешевый цемент был получен совместным помолом ангидрита, извести и прокаленных при 800° глины и каолина. Возможно получение таким путем белого цемента.

ж) Белые и цветные цементы, важные для художественного оформления архитектурных сооружений, изготовлены П. П. из портланд-цемента с отбеливающими добавками, органическими и минеральными красителями.

з) Весьма широко использовал П. П. Будников калориметрию (с применением дифенил-метанового калориметра) для изучения теплот схватывания и твердения вяжущих и параллельно с тем—

применимости их в зимнем строительстве, влияния различных катализаторов, оптимальных температур обжига „намертво" доломита, магнезита и пр.

Работы в области химии и технологии минеральных и органических веществ

Некоторые из работ П. П. Будникова в этой области уже упоминались нами в приведенных выше примерах. Добавим сюда следующее.

Работы по сернистому натрию повлияли на реконструкцию этого производства и пользуются широкой известностью. П. П. Будниковым установлен механизм процесса восстановления сульфата натрия углем, температурные условия и скорость реакций.

Комплекс работ по хлорированию различных материалов позволил установить метод получения $BaCl_2$ из тяжелого шпата и хлоро-дериватов серы (из ангидрита). Из гипса хлорированием был получен хлористый сульфурил. Большой интерес представляет получение хлорокиси фосфора действием $CO+Cl_2$ в присутствии угля на метафосфорнокислый кальций. Приложив к последней реакции приближенную формулу Нернста, П. П. Будников показал, что процесс этот идет необратимо в сторону образования $POCl_3$ во всей термической области существования фосгена, и объяснил эту аномальную особенность образованием неактивной формы метафосфорной соли.

П. П. Будниковым была показана возможность промышленного получения $AlCl_3$ из каолина в присутствии угля при действии $CO+Cl_2$. П. П. установил, что хлорирование углей Подмосковного бассейна, обогащая их, повышает их калорийность и при этом получается $AlCl_3$.

Работы в области химии и технологии органических веществ, выполненные П. П. Будниковым, несмотря на то, что они относятся к начальному периоду его научной деятельности, носят печать той же оригинальности и изобретательности.

Помимо изложенного выше, отметим большие работы П. П. по котонизации льна и льняных очесов, являющихся отходами производства, работы по осахариванию древесины и торфа. П. П. Будников избежал при этом выпаривания получающихся разбавленных растворов глюкозы, подвергая их брожению и переработке на спирт. Регенерацию H_2SO_4 при осахаривании древесины П. П. предложил производить с помощью электролиза

Работы в области химико-аналитических методов исследования

Помимо учебной литературы, принадлежащей перу П. П. Будникова, в этой области им и под его руководством проведен ряд работ по нахождению новых химико-аналитических методов ис-

следования во всех тех отраслях химии и химической технологии, в каких он работал. Среди работ этого рода необходимо отметить следующие:

а) Разработан метод быстрого определения SiO_2 в доменных шлаках с помощью NH_4Cl, отличающийся простотой и дешевизной и сокращающий время анализа до 3 часов (т. е. ускоряющий в 4—5 раз).

б) Разработан оксихинолиновый метод определения SiO_2 в доменных шлаках и портланд-цементе, основанный на образовании труднорастворимого комплекса, в котором SiO_2 связан с 12 частицами MoO_3 и 4 молекулами о-оксихинолина.

в) В результате работ по методам анализа гипса рекомендован комбинированный метод Эндрьюса титрованием раствором перманганата.

г) Разработан быстрый метод анализа доменных шлаков, портланд-клинкера и портланд-цемента.

Были также проделаны работы по методам анализа сернистого натрия и ферроцианида калия и др.

Заканчивая на этом настоящую краткую характеристику научной деятельности П. П. Будникова, не можем не отметить, что деятельность эта, помимо непосредственного научного и научно-технического ее значения, сыграла громадную роль в воспитании кадров молодых исследователей, в особенности в области силикатов, что было чрезвычайно важно для развития в нашей стране этой отрасли промышленности.

Организаторская работа по развитию в СССР научного исследования силикатов

Организация выпуска большого количества специалистов по силикатам и притом на достаточно высоком современном уровне знаний требовала развития в стенах высшего учебного заведения (Харьковский химико-технологический институт) научно-исследовательской работы по силикатам.

Чрезвычайно показательным примером этой стороны деятельности П. П. Будникова является уже упоминавшаяся работа его по организации (1928 г.) Центральной лаборатории Украинского огнеупорно-цементного треста. Это был период начала реконструкции огнеупорной и цементной промышленности, строительства новых мощных предприятий. Необходимо было в кратчайший срок создать у нас собственную базу для решения вопросов разработки методов и контроля производства, оценки качества продукции и установления нормативов технологических процессов, использования новых видов сырья, включая и методологию исследования.

Под руководством П. П. Будникова с исключительной быстротой подбираются кадры, создается материальная база лаборатории в виде новейшей иностранной, а также оригинальной аппаратуры, налаживается нормальная работа самой лаборатории.

Эта лаборатория явилась первой в СССР современной научно-испытательной и научно-исследовательской организацией, работавшей в области силикатов непосредственно в системе промышленности. Она послужила в значительной мере прообразом создавшихся в дальнейшем научно-исследовательских организаций и заводских лабораторий в той же области техники, а также местом воспитания и первоначальной работы большого числа исследователей.

Кроме того, П. П. Будников явился одним из инициаторов и организаторов Украинского научно-исследовательского института силикатной промышленности, в дальнейшем Украинского научно-исследовательского института огнеупоров, ныне Всесоюзного научно-исследовательского института огнеупоров.

Наконец, следует иметь в виду ту обширную работу по содействию развитию и практическому использованию в СССР научных исследований по силикатам, которую выполнял П. П. Будников в качестве активного участника различных комиссий и организаций: члена-корреспондента комиссии по изучению естественных производительных сил СССР при Академии наук СССР, члена Комитета химизации СССР и УССР, члена президиума НТС Силикатной промышленности СССР и УССР, председателя НТС Центрального научно-исследовательского института строительных материалов, зам. председателя НТС Украинского научно-исследовательского института огнеупоров, председателя Всесоюзного и Украинского НИТО силикатной промышленности, члена президиума Всесоюзного химического общества им. Менделеева и др. За работу в Менделеевском обществе по распространению в нашей стране знаний в области химии П. П. Будников награжден Правительством орденом „Знак Почета".

Связь с промышленностью

Работа П. П. Будникова тесно связана с интересами и нуждами промышленности нашей страны. Такая связь, прежде всего, обусловливается специальной целеустремленностью работ П. П. Будникова, исключительным его умением выбирать для своей тематики назревающие и наиболее актуальные вопросы промышленности.

Из работ, проведенных под непосредственным руководством П. П. Будникова в области огнеупоров, практически использованы работы по черному динасу, по огнеупорам для коксовых печей (взамен импорта), полукислым огнеупорам, по динасу, стойкому к действию хлора при получении $AlCl_3$ из каолинов, по огнеупорам для стекловаренных печей, по получению сернистого натрия, по шамотному кирпичу с повышенным содержанием глинозема, по введению в динасовые массы кварцевого песка, по использованию в динасовом производстве сульфитного щелока и т. д. Широко применяется в промышленности огнеупорное сырье многих месторождений, изучавшихся П. П. Будниковым,

как, например, глины дружковские, положские, просянский и владимирский каолины, очеретинские кварциты и многие другие.

В 1940—41 гг. по решению Правительства СССР в Уфе был построен первый механизированный завод ангидритового цемента. Продукция этого завода сыграла большую роль в строительстве, связанном с перебазированием в период Великой Отечественной войны нашей промышленности на восток. Бесклинкерный, шлако-ангидритовый цемент был выпущен в заводском масштабе и затем с успехом применен в строительстве.

В промышленности использованы работы П. П. Будникова по получению железных красок из отходов от производства анилина и α-нафтиламина, комплекс работ по сернистому натрию, котонизации льна и льняных очесов, различные методы исследований и т. д.

П. П. Будников проводит множество экспертиз и консультаций по вопросам строительства новых заводов, организации новых производств, улучшению качества продукции и ее применению, выбору направлений исследований и пр. Связь с промышленностью и инженерно-технической общественностью П. П. поддерживает путем посещения заводов, чтения докладов и ведения обширной переписки с самыми различными уголками нашей страны.

В этой связи укажем также на работу П. П. Будникова в качестве: члена Комиссии по коррозии бетонов при Академии наук СССР, члена Комитета научного содействия строительству Московского метрополитена, председателя экспертной комиссии при строительстве Дворца Советов по выбору отделочных материалов, члена технических советов Наркомчермета, Наркомстройматериалов и Наркомата по строительству, члена ряда научно-исследовательских институтов.

П. П. Будниковым проделана чрезвычайно большая работа по изучению, популяризации и перенесению в СССР важных для советской силикатной промышленности новейших заграничных достижений.

Источниками этой стороны его деятельности явились, прежде всего, неоднократные, начиная с 1927 г., научные командировки П. П. Будникова за границу, включая США. В результате им были изучены и освещены следующие технологические процессы, получившие затем у нас широкое распространение: механизированное производство пластическим и сухим методом кирпича и черепицы, получение многошамотных огнеупоров пневматическим трамбованием, полусухое прессование шамотного кирпича, получение сталеразливочных графитовых пробок, карборундового кирпича и ряд других.

Популяризации этих процессов в большой степени способствовали многочисленные доклады П.П. Будникова и опубликование им ряда обзорных статей на основе обширной, систематически получаемой, научной и технической информации.

* *
*

Деятельность П. П. Будникова высоко и по заслугам оценена Советской страной. В 1941 г. народный комиссар химической промышленности СССР наградил его значком „Отличник химической промышленности", а в 1943 г. народный комиссар промышленности строительных материалов СССР наградил значком „Отличник промышленности строительных материалов". Указом Верховного Совета УССР в 1943 г. П. П. Будникову присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки и техники, а Указом Верховного Совета БАССР в том же году он награжден почетной грамотой. За научную и педагогическую деятельность им получен ряд премий (от Наркомпросов РСФСР и УССР, от Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева и др.).

В 1939 г. П. П. был избран депутатом Харьковского городского совета трудящихся и членом Обкома союза работников высших школ и научно-исследовательских институтов. П. П. Будников в 1932 г. был избран председателем Харьковского отделения ВНИТО силикатов, в 1939 г. председателем ВНИТО силикатов в Москве, а в 1943 г. членом президиума Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева.

В 1944 и 1945 гг. Указами Верховного Совета СССР П. П. Будников награжден орденами: „Знак Почета", „Красная Звезда", „Трудовое Красное знамя" и медалью „За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг."

П. П. Будников с 1923 г. является членом Американского керамического общества; в 1934 г. П. П. был избран почетным членом Чехо-Словацкого керамического общества. Кроме того, он является членом ряда международных конгрессов по химии и силикатам.

П. П. Будников принадлежит к числу ученых, неутомимая работа которых, благодаря условиям, созданным Партией и Правительством, способствовала тому, что наука и техника в Советском государстве достигли в своем развитии уровня наиболее передовых стран. Еще многого ждет от Петра Петровича Будникова наша страна.