



фикация таблицы (сводимая, однако, к одной из четырех основных форм), либо нововведение касалось отдельных «фрагментов» структуры (размещение редкоземельных элементов, место водорода, статус VIII и 0 групп).

Если составить график (см. рисунок) зависимости числа публикуемых вариантов ПСЭ от времени, то получится довольно сложная кривая с несколькими максимумами, которые хронологически относятся к датам, отвечающим важнейшим событиям в развитии учения о периодичности. Так, например, максимум 1895 г. связан с открытием первых инертных газов (гелия и аргона), что послужило толчком к появлению большого количества вариантов ПСЭ, ставивших своей целью разместить эти элементы. Максимум 1911 г. объясняется открытием большого количества радиоэлементов и необходимостью их размещения в ПСЭ.

Развитие представлений о строении атома вызвало появление большого количества вариантов ПСЭ, в которых делались попытки связать структуру ПСЭ с этой теорией; подобные варианты могут быть названы «электронными» (максимум 1920 г.).

Несколько максимумов в период с 1930 по 1940 г. связаны с такими научными достижениями, как синтез новых элементов в пределах старых границ системы, развитием квантовомеханических представлений о структуре ПСЭ.

Максимумы 1940—1950 гг. объясняются успешным синтезом трансурановых элементов и возникшей в связи с этим проблемой их размещения в системе. Максимумы 1960-х годов — синтезом химических соединений благородных газов и появлением вариантов ПСЭ, включающих гипотетические восьмой и девятый периоды, что явилось результатом расчета электронных конфигураций атомов с большими значениями Z с помощью ЭВМ.

Литература

1. Менделеев Д. И. Основы химии. Спб., 8-е изд., 1906.
2. Шукарев С. А. Неорганическая химия. М.: Высшая школа, 1970, т. 1.
3. Трифионов Д. Н. О количественной интерпретации периодичности. М.: Наука, 1971.
4. Трифионов Д. Н. Моделирование и модели в учении о периодичности.— В кн.: Моделирование в теоретической химии. М.: Наука, 1975.
5. Трифионов Д. Н., Дмитриев И. С. О количественной интерпретации периодической системы.— В кн.: Учение о периодичности. История и современность. М.: Наука, 1981.
6. Блох М. А. Юбилейному Менделеевскому съезду. В ознаменование 100-й годовщины со дня рождения Д. И. Менделеева. Л.: Госхимтехиздат, 1934.
7. Quattm G., Quattm M. Types of the graphic representation of the elements.— J. Chem. Educ., 1934, v. 11, № 3, p. 27—32; № 4, p. 217—223; № 5.
8. Spronsen J. The periodic system of the chemical elements.— Amsterdam: Elsevier, 1969.
9. Mazurs E. Types of graphic representation of the periodic system of chemical elements. Lincoln, Nebraska, USA: Publ. by autor, 1957.
10. Mazurs E. Graphic representation of the periodic system during one hundred years. Alabama: Univ. Alabama Press, 1974.
11. Менделеев Д. И. Научный архив. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1953.

12. Кедров Б. М. Философский анализ первых трудов Д. И. Менделеева о периодическом законе. М.: Изд-во АН СССР, 1959.
13. Кедров Б. М., Трифионов Д. Н. Закон периодичности и химические элементы. М.: Наука, 1969.
14. Трифионов Д. Н. Эволюция проблемы прогнозирования новых элементов.— В кн.: Прогнозирование в учении о периодичности М.: Наука, 1976.
15. Трифионов Д. Н. Предисловие редактора.— В кн.: Учение о периодичности. История и современность. М.: Наука, 1981.
16. Трифионов Д. Н. Периодичность четкая и размытая.— Природа, 1970, № 5.

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Р. А. АНДРИЕВСКИЙ, С. Я. ПЛОТКИН

В истории науки и техники известно немало примеров, когда важные научные идеи и оригинальные технологические решения часто оказывались забытыми и только спустя много лет возрождались с тем, чтобы найти широкое применение в практике. Одним из таких примеров является порошковая металлургия. Ее корни уходят в древние времена. Иногда говорят, что порошковая металлургия стара, как египетские пирамиды, и нова, как современный космический корабль... В этом выражении есть известная доля истины.

Первые процессы получения железа содержали операции, на которых впоследствии основывались методы порошковой металлургии. К ним относятся приемы восстановления руды для получения губчатого железа, его измельчения, смешения и последующей обработки порошковых смесей. Знаменитая дельийская колонна весом свыше 6 т и высотой 7 м, возраст которой исчисляется более чем 2 тыс. лет, также была изготовлена методом восстановления железной руды и прокаливанием крицы. Сохранились сведения, что порошки драгоценных металлов изготавливались посредством механического размола или разложения амальгам и широко использовались для декоративных целей еще в древнем Египте и Южной Америке [1, с. 77].

В Киевской Руси многие изделия из железа производились путем сложной тепловой и химической переработки легко восстанавливаемых болотных руд в домищах [2, с. 340].

В середине XVIII в. начались поиски способов получения изделий из порошка платины, крупные залежи которой были обнаружены в Южной Америке. Первые опыты в этом направлении были проведены в Англии У. Броунриггом и Ч. Вуддом (1750), в Швеции Х. Шеффером (1751), во Франции П. Мак-Квером и А. Брауме (1758) и др. В результате экспериментов было высказано предложение о необходимости тщательной очистки металла от примесей и его прессования. Уже тогда было замечено, что высокая температура плавления чистой платины (1769°С), недостижимая в то время, частично препятствует практическому использованию металла. Начались исследования по разработке методов отделения платины от ранее неизвестных металлических примесей — иридия, осмия, палладия, родия, рутения¹. Для этого платину сплавляли с мышьяком и поташем (1775), фосфором (1792), свинцом (1815) и т. п. Интересные химико-аналитические опыты по изучению свойств платины проводились в России А. А. Мусиным-Пушкиным (1807), И. И. Варвинским (1822), В. В. Любарским (1823) и др.; они проводились также в Берлине, Вене и Париже. Положительные результаты были достигнуты в Лондоне У. Волластоном (1766—1828), который, однако, держал их в секрете и опубликовал лишь в последний год жизни [3, с. 20; 4, с. 1].

¹ Иридий и осмий были открыты английским химиком С. Теннантом (1803—1804), палладий и родий (в те же годы) его соотечественником У. Волластоном, рутений — русским ученым К. К. Клаусом (1844).

П. Г. Соболевский — основоположник порошковой металлургии

В начале XIX в. на Урале были найдены крупные месторождения платины и правительство было озабочено поисками путей практического использования богатейших запасов драгоценного металла. Исследования были поручены Петру Григорьевичу Соболевскому (1782—1841), известному в научных кругах своими химическими и техническими знаниями. Ближайшим помощником Соболевского был В. В. Любарский (1795—1851). В. И. Вернадский писал, что в России «природа платины была впервые констатирована Любарским, который нашел вместе с ней и осмистый иридий» [5, с. 104].

В 1826 г. в Петербурге, в лаборатории Горного кадетского корпуса, П. Г. Соболевский разработал способ получения платинового порошка, из которого изготовил различные изделия (чаши, тигли, медали и др.).

Химическая часть методов Волластона и Соболевского частично совпадала, однако металлургическая обработка платины по способу Соболевского принципиально отличалась и имела явные преимущества. Волластон прессовал губчатую платину в горячем состоянии, что представляло тогда большие трудности, а Соболевский прессование платиновой губки проводил в холодном виде и полученные брикеты прокаливал. На это важное обстоятельство, намного упрощающее процесс, Соболевский обратил внимание в своем докладе на заседании Ученого совета Горного департамента (1827) и в выступлении перед учеными ряда европейских стран в Штутгарте (1834) [6, с. 526—541].

Следует отметить, что современная технология порошковой металлургии содержит все основные производственные операции, разработанные Соболевским при изготовлении платиновых изделий: получение порошков, их прессование, спекание.

История открытия Соболевского примечательна тем, что все стадии нового процесса от первых опытов до промышленного применения в сравнительно больших масштабах были осуществлены в короткое время одним и тем же лицом, сочетавшим в себе талант исследователя и опыт технолога-практика.

Открытие русского инженера вызвало всеобщее одобрение и рассматривалось как крупное научно-техническое событие. Мнение ученых было единым: в России возникла новая отрасль химической и металлургической промышленности — аффинаж платины — и впервые появилась возможность, минуя традиционные металлургические приемы, получать изделия из металлического порошка.

Имя исследователя получило мировую известность и много лет не сходило со страниц русских и иностранных научных журналов. Так, известный физик, профессор Петербургского университета, член-корреспондент Академии наук Н. П. Щеглов (1793—1831) писал: «Почти все европейские знаменитые химики в течение семидесяти пяти лет старались найти простейший и легкий способ отделить чистую платину от сопровождающих ее обыкновенно в природе других минералов и приводить ее в ковкое состояние, но доселе усилия их были безуспешны... Слава и честь П. Г. Соболевскому!.. Ему обязана Россия введением искусства очищать и обрабатывать платину» [7, с. 196—198]. Академик Г. И. Гесс (1802—1850) писал: «Способ г-на Соболевского отличается перед прочими своею простотою. Всею Европе известно, что вся уральская платина обрабатывается в лаборатории Горного кадетского корпуса... по способу, открытому в России Петром Григорьевичем Соболевским и приведенному и в исполнение с таким успехом» [8, с. 564].

Некоторое время за границей открытие Соболевского приписывали Волластону. Однако очевидные факты убедительно показали, что разработка и первое промышленное применение основных приемов порошковой металлургии принадлежит русскому ученому. Так, американский исследователь Г. Смит писал, что «чеканка платиновых монет по методу Соболевского была первым промышленным применением высокотемпературного спекания предварительно опрессованных порошков». Р. Киффер и В. Готоп (Австрия) отмечали: «Насколько возможно установить, платиновые монеты, изготовленные в России Монетным двором, являются первым промышленным применением порошковой металлургии» [9, с. 9; 10, с. 166]. Известный немецкий естествоиспытатель А. Гумбольдт (1769—1859) писал, что «в Петербурге более чем где-либо сумели преодолеть технические трудности, связанные с переработкой платины», и считал Собо-

левского «одним из первых инженеров в Европе» (курсив наш.— Авт.) [11, с. 265]. Уже в наше время в недавнем зарубежном обзоре по истории порошковой металлургии платины (1980) снова отмечается выдающаяся роль Соболевского как основоположника порошковой металлургии [12, с. 70].

Проследивая этапы открытия Соболевским нового метода, необходимо прежде всего отметить его исключительную работоспособность, всесторонние знания, предвидение тенденций развития науки. Именно эти качества определили характер его деятельности и достигнутые успехи. Соболевский был блестящим экспериментатором и разносторонним ученым, способным к широким обобщениям. Вся его научная деятельность представляла как бы сплав крайне важных практических исследований и научных поисков [13, с. 24, 79]. Заслуги Соболевского в науке получили высокое признание: он был избран членом-корреспондентом Петербургской Академии наук «по ряду химии» [14]. Его кандидатура была поддержана видными отечественными учеными: химиками Г. И. Гессом и Я. Д. Захаровым, математиками М. Н. Остроградским и П. Н. Фуссом, физиком Э. Х. Ленцем, минералогом А. Я. Купфером и др.

Получение платиновых монет методом порошковой металлургии в России произошло 18 лет и было прекращено в 1846 г. За это время их было отчеканено на сумму более 4 млн. руб.

Пути развития технологии: достоинство и преимущество

История дальнейшего развития порошковой металлургии богата различными событиями. Примечательно, что каждый новый ее подъем был обусловлен запросами зарождающихся направлений в технике. Так, в первой четверти XX в. развивающаяся электротехника стимулировала разработку методов получения тугоплавких металлов (вольфрам, молибден) для нитей накала электрических и радиоламп, меднографитовых щеток для электродвигателей, в 20—30-е годы были созданы электроконтакты, изготовленные из композиций порошков вольфрама и меди или вольфрама и серебра, не сплавляющихся при обычных методах литья.

Среди процессов производства металлов и сплавов порошковая металлургия имеет ряд существенных преимуществ. Прежде всего это возможность получения материалов с уникальными свойствами. Гибкость технологии порошковой металлургии позволяет в широких пределах регулировать структуру, пористость и свойства материалов. Среди других достоинств — возможность получения готовых изделий, в том числе сложной конфигурации, при этом затраты труда намного сокращаются, а отходы дорогостоящего металла составляют не более 1—5% (при обычных процессах 30—80%).

Достоинства метода порошковой металлургии можно проиллюстрировать на примере твердых сплавов, производство которых возникло в 20-х годах нашего столетия. Стремление к увеличению скорости резания и бурения привело к замене инструментов из углеродистой и быстрорежущей стали твердыми сплавами. Их применение произвело подлинную революцию в производстве. Высокие режущие свойства твердосплавного инструмента — результат сочетания в одном материале порошков высокотвердого, прочного, но хрупкого карбида вольфрама и прослоек пластичного кобальта [15, с. 25].

Первый советский твердый сплав «победит» (90% карбида вольфрама и 10% кобальта) был разработан в 1928 г. на Московском электростроительном заводе [16]. В последующие годы стали появляться сплавы с использованием карбидов других металлов (титана, тантала, ниобия и т. д.) [17, с. 126].

В нашей стране систематические исследования тугоплавких металлов начались в 1921 г. Тогда было создано Научно-техническое бюро по исследованию и промышленному применению редких элементов («Бюрэл») — первое в СССР научно-исследовательское учреждение по исследованию тугоплавких редких металлов, ставших основой для создания различных материалов и изделий методом порошковой металлургии.

Первыми исследователями «Бюрэл» были молодые химики, впоследствии видные ученые: А. Н. Несмеянов (1899—1979), А. А. Баландин (1898—1967), Г. А. Меерсон (1901—1975), Викт. И. Сплицын (род. 1902 г.) и др. В результате работ «Бюрэл» был изучен процесс получения вольфрамового ангидрида и его восстановление до порошка вольфрама, разработан способ переработки молибденита в молибденовый порошок, а затем превращение порошков этих металлов в компактные заготовки. Сами исследо-

ватели «Бюрэл» осуществляли свои разработки на практике, и они же создали первые опытные образцы новых изделий. Вслед за этим стала развиваться порошковая металлургия тантала и ниобия, что привело к решению важной задачи о разделении этих металлов [18, л. 23—30; л. 7—11].

Практическое использование результатов научных исследований позволило в последующие годы создать в нашей стране крупную отрасль промышленности, обеспечивающую тугоплавкими металлами и сплавами запросы вакуумной и рентгеновской техники, приборостроения, машиностроения и других отраслей.

В 30-х годах стала развиваться порошковая металлургия черных и цветных металлов, особенно получение изделий из порошков железа и меди. К этому времени относится разработка технологии производства на железной основе пористых изделий, железнографитовых материалов («воизит»). Таким образом, в порошковой металлургии благородные и редкие металлы были применены раньше цветных, а цветные — раньше черных.

Возрастающее значение порошковой металлургии железа вызвало большой рост производства железных порошков, составляющего сейчас несколько сот тысяч тонн в год (намного превышая по объему порошки всех других металлов, вместе взятых). Сплавы порошка железа с никелем, кобальтом, медью и алюминием применяют при изготовлении фильтров, магнитов, электроконтактов и многих других деталей, получаемых в готовом виде, не нуждающихся в станочной обработке и используемых в автомобилях, тракторах, самолетах, в железнодорожном и морском транспорте, в химическом машиностроении и т. д.

Стремление к получению методами порошковой металлургии материалов и изделий с заданными характеристиками вызвало необходимость разработки различных способов получения порошков. Наиболее распространенными из них является процесс химического восстановления окислов. В 20-х годах А. А. Байковым (1870—1946) и М. А. Павловым (1863—1958) были разработаны теоретические основы этого процесса. Они базируются на принципе последовательного (стадийного) восстановления окислов металла. В дальнейшем был изучен механизм углетермического восстановления окислов, исследовано восстановление смесей окислов гидридом кальция и др. Советскими учеными в 50-х годах разработан оригинальный процесс получения железного порошка комбинированным восстановлением железной окалины конвертированным природным газом и углем; дальнейшие исследования позволили усовершенствовать этот способ и успешно внедрить его в практику (60-е годы) [19; 20, с. 21—37].

Получение железного порошка восстановлением окислов является частью весьма крупной научно-технической проблемы — прямого восстановления железа.

Существуют и другие методы получения порошков: распыление расплавов (этот прием получил большое распространение для железа, меди, никеля и их сплавов), электролиз водных растворов солей и расплавленных веществ (солей железа, меди, цинка и др.), диссоциация карбониллов (солей никеля), механическое измельчение и др. [21, с. 10—84].

Непосредственное применение имеют сами металлические порошки, в частности, в сварочном деле. Так, в 50-е годы был разработан способ использования железных порошков в качестве покрытий сварочных электродов. Применение их намного упрощает зажигание дуги, сокращает расход электроэнергии и материалов, ускоряет процесс сварки. Кроме того, порошки используются в абразивной промышленности, в пиротехнике, в ракетной технике, при катализе, в качестве декоративных и износостойчивых покрытий.

Возникновение научных основ порошковой металлургии

Формирование научных основ порошковой металлургии и становление ее как самостоятельной научной дисциплины началось с появления работ, определявших научные аспекты прессования и, главным образом, спекания. К 20-м годам нашего века эмпирический период в истории порошковой металлургии следует считать в основном завершенным. Первые теоретические исследования были посвящены изучению процесса роста частиц при спекании. При этом было установлено, что рекристаллизация спечен-

ных материалов протекает иначе, чем у литых металлов (Ф. Заурвальд, 1922) [22, с. 227].

Следующие важные исследования были посвящены изучению роли прессования порошков как эффективного фактора упрочения материалов частиц (В. Тжебятковский, 1934), установлению аналогии между процессами сварки двух компонентов и спеканием частиц порошкового тела (В. Джонс, 1937) [23, с. 75; 24, с. 60].

Советские ученые внесли существенный вклад в разработку как общих теоретических основ порошковой металлургии, так и ее различных разделов (теория прессования, теория спекания, изучение свойств спеченных материалов и др.) [25]. Так, было установлено (1936—1938 гг.) влияние упругого последействия на явления, происходящие после снятия давления прессования, разработаны количественные закономерности распределения плотности в различных местах прессованного тела и др.

В послевоенные годы во многих странах наблюдается быстрое развитие порошковой металлургии. В этот период запросы практики особенно активно влияли на развитие теории и технологии порошковой металлургии.

Значительный импульс в 50-х годах и в последующее время получили новые варианты процесса прессования: гидростатическое, изостатическое, динамическое, высокотемпературное, взрывное, мундштучное, метод прокатки порошков и др. [26].

Возродился метод горячего прессования, применявшийся более 100 лет назад. При этом методе совмещаются операции прессования и спекания, достигается высокая плотность изделия и уменьшается давление прессования, снижается время спекания [27].

Сопоставление первых опытов по порошковой металлургии с исследованиями последних лет свидетельствует, что между классическими работами в области получения беспористых изделий из порошковой платины, проведенными в первой половине прошлого века, и современными аспектами развития технологии горячего прессования, высокотемпературного экструдирования и изостатического прессования имеется прямая связь.

Метод горячего прессования используется в производстве пластмасс, керамических и строительных материалов и является одним из примеров обмена научными идеями и процессами между различными отраслями техники.

Интересно проследить развитие идей в области теории спекания. Спекание — ключевая технологическая операция, во время которой происходит рост межчастичных контактов порошкового тела, изменение его размеров, формирование физико-механических и эксплуатационных свойств. Стимулом процесса спекания является стремление дисперсной системы перейти в более термодинамически стабильное состояние. Однако механизм этого перехода до сих пор полностью и до конца еще не изучен и является предметом дискуссий.

Основополагающее значение в физическом понимании этого сложного процесса имели работы советских исследователей (Я. И. Френкель (1898—1952) и др.) [28, с. 39; 29, с. 737]. На основе их концепций предложены физические модели и выдвинуты идеи о вязком течении кристаллических тел, осуществляемом диффузионным путем, т. е. направленным перемещением атомов. Более 35 лет эти концепции пользуются всеобщим признанием и получили развитие во многих исследованиях советских и зарубежных авторов [30, с. 83; 31—33].

Возникнув вначале (XIX в.) как чисто технологическая задача, проблема спекания порошков привлекла к себе внимание ученых разных специальностей.

Кроме металлических порошков процесс спекания пористой структуры осуществляется в производстве керамических материалов; он имеет отношение также к агломерации и катализу. Заметное влияние на прогресс изучения природы спекания оказали работы П. А. Ребиндера (1898—1972) в области физико-химической механики, возникшей в начале 50-х годов на стыке ряда дисциплин и синтезировавшей знания и методы молекулярной физики, механики, коллоидной химии.

Свидетельством актуальности этой проблемы и исключительного интереса к ее изучению является создание Международного института науки о спекании, издание журнала «Science of Sintering». Институт объединяет около 70 ученых многих стран (в том числе советских), представляющих различные научные дисциплины [34, с. 67]. Почетному члену этого института, академику Сербской Академии наук и искусств

П. Савичу — иностранному члену АН СССР, крупному ученому с широким диапазоном научных интересов (ядерная физика, физика, астрофизика, атомная энергетика, консолидация (уплотнение) вещества при высоких давлениях) — присуждена в 1982 г. высшая награда АН СССР — Золотая медаль им. М. В. Ломоносова.

Столь многоплановый аспект теории спекания порошков, который, по определению М. Ю. Бальшина, представляет собой частный случай процесса консолидации, оказался эффективным, поскольку способствовал развитию таких научных направлений, как реология дисперсных сред, диффузионные процессы и ползучесть в дефектных кристаллах; кроме того, достижения в области теории спекания оказались полезными, например, в атомном материаловедении.

Проблема спекания тесно переплетается и с таким важным металлофизическим явлением, как сверхпластичность, в изучение которой большой вклад внес акад. А. А. Бочвар (70-е годы), обративший внимание на необходимость расширения исследовательских и прикладных разработок применительно к сверхпластичности порошковых материалов.

Сделаны первые шаги по интерпретации результатов спекания с позиций электронных представлений; такой подход может многое дать с точки зрения развития идей так называемого активированного спекания.

Можно привести немало примеров взаимного проникновения проблем спекания, в частности проблемы порошковой металлургии вообще, с вопросами развития естественных и других технических наук. Так, в современной технике важную роль играют карбиды, нитриды, бориды и другие фазы, образованные переходными металлами и неметаллическими элементами. Помимо высокой твердости и больших значений модуля упругости (эти свойства используются, например, в описанных ранее твердых сплавах) тугоплавкие соединения обладают многими другими замечательными свойствами: широким спектром электрических характеристик, высокой температурой плавления, химической инертностью к агрессивным средам и т. д. Все это делает их незаменимыми при создании многих материалов, в том числе и композиционных, причем основным методом изготовления таких материалов является метод порошковой металлургии. Советские исследования в этой области получили широкое признание; важнейшими среди них являются работы Г. В. Самсонова (1918—1975) и др. [35].

Говоря об особенностях взаимосвязи естественных и технических наук, следует отметить, что развитие порошковой металлургии во многом определяется общим прогрессом техники и успехами естественных наук, она является типичной наукой, сложившейся на стыке естественных (химия, физика) и технических (металловедение, металлургия) наук. К дисциплинам, идеям которых воплощает порошковая металлургия, относятся физика и химия твердого тела, плазмохимия, учение о кристаллах, теория электронного строения и др. В то же время и сама порошковая металлургия выступает как активный фактор, обеспечивающий более высокие темпы фундаментальных исследований (например, в физике высоких давлений широко применяются материалы на основе тугоплавких соединений) и др.

Следует обратить внимание еще на один важный аспект: со времени своего возникновения порошковая металлургия тесно связана с проблемой совершенствования или создания новых материалов. Они определяли уровень цивилизации и технического прогресса во все исторические эпохи. Металл всегда был всеобщим эквивалентом ценности. И в наши дни материалы имеют первостепенное значение. Они занимают особое положение в «триаде», определяющей основные черты технического прогресса, — энергетика, автоматизация, материалы. В мир техники входит все больше и больше новых материалов из металлических порошков. Ныне их насчитывается сотни, и их роль неуклонно возрастает. Новая техника — это и новые материалы [36].

Расширяющееся применение методов и идей порошковой металлургии можно проследить на примере роста информации по этому вопросу. Так, если общее число сообщений в реферативном журнале «Металлургия» с 1960 по 1980 г. выросло в 1,5 раза, то число рефератов по порошковой металлургии увеличилось в 2,5 раза, а патентная информация в этой области — в 4 раза, что значительно опережает другие направления металлургии (производство чугуна и стали, обработку металлов давлением и т. д.). В настоящее время в мире издается 12 специализированных журналов по порошковой металлургии, а общее количество журналов, публикующих статьи по этим вопросам,

насчитывает около 400. Число публикаций по порошковой металлургии непрерывно возрастает и достигает 5 тыс. ежегодно (журнальные статьи, патенты, авторские свидетельства, монографии, сборники).

* * *

Итак, становление порошковой металлургии как самостоятельной научной дисциплины проходило значительно позднее, чем соответствующей отрасли техники. Это совершилось тогда, когда в порошковой металлургии был накоплен большой экспериментальный материал и были разработаны собственные методы исследования. Примерами такого «запаздывания» научных разработок, когда возникновение техники предшествует появлению научных основ, могут служить также производство керамических и строительных материалов, металлургия и др.

Возникнув в виде отдельных операций в древности, оформившись благодаря трудам П. Г. Соболевского как цельный технологический процесс в начале прошлого века, порошковая металлургия сейчас находится в состоянии нового подъема. Он обусловлен не только уникальными свойствами создаваемых материалов, но и возможностью существенной экономии энергии и отсутствием потерь металла при технологических операциях. Многие научные идеи и разработки порошковой металлургии органично входят в такие глобальные программы, как атомно-водородная энергетика, охрана окружающей среды, освоение космического пространства и др. Ее возможности в реализации этих программ проявляются при создании радиационно-стойких тепловыделяющих элементов, новых сверхжаропрочных композиционных материалов, при разработке высокопроизводительных методов получения интерметаллоидных порошков для аккумуляторов; она применяется также при разработке экологически чистых технологических процессов.

Накопленный порошковой металлургией высокий научно-технический потенциал является основой ее дальнейшего прогресса.

Литература

1. Greenwood H. Met. Ind., 1942, v. 60.
2. Францевич Г. М., Нариси історії і техніки. Київ: Вид-во АН УРСР, 1956.
3. Меншуткин Б. Н. Изв. Ин-та по изучению платины, 1927, Вып. 5.
4. Wollaston W. Philos. Trans. Roy. Soc., 1829, v. 119.
5. Вернадский В. И. Избр. соч. Т. 11. М.: Изд-во АН СССР, 1955.
6. Соболевский П. Г., Горный ж., 1835, ч. 1, кн. III.
7. Указатель открытий по физике, химии, 1827, кн. 4, № 2.
8. Гесс Г. И. Московский телеграф, 1832, № 4.
9. Wulff J. Powder Metallurgy Amer. Soc., 1942.
10. Kieffer R., Hotop W. Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe, 1943.
11. Русский Архив, кн. II, 1905.
12. Chaston J. Platinum Metals Rev., 1980, № 2, v. 24.
13. Плоткин С. Я. Петр Григорьевич Соболевский. М.: Наука, 1966.
14. Архив АН СССР, ф. 1, оп. 1. Прот. конф., № 41, § 821.
15. Раковский В. С. Основы твердых сплавов. М.: Металлургиздат, 1951.
16. Труды первой конференции по твердым сплавам. М.: ГНТИ, 1932.
17. Третьяков В. И. Основы металловедения и технологии производства твердых сплавов. М.: Металлургия, 1971.
18. ЦГАНХ, ф. 3429, оп. 80, д. 11; оп. 60, д. 920.
19. Францевич И. Н., Радомысельский И. Д. Технология производства железных порошков восстановлением окислов.— В кн.: Порошковая металлургия, 1956.
20. Радомысельский И. Д. Современные проблемы порошковой металлургии. Київ: Наукова думка, 1970.
21. Самсонов Г. В., Плоткин С. Я. Производство железных порошков. М.: Металлургиздат, 1957.
22. Sauerwald F. Z. anorg. Chem., 1922, v. 122.
23. Tzebiatowsky W. J. phys. Chem., 1934, b. 24.
24. Джонс В. Д. Основы порошковой металлургии. М.: Металлургиздат, 1940.
25. Бальшин М. Ю., Кипарисов Е. С. Основы порошковой металлургии. М.: Металлургия, 1978.
26. Федорченко И. М., Андриевский Р. А. Основы порошковой металлургии. Киев: Изд-во АН УССР, 1961.
27. Самсонов Г. В., Ковальченко М. С. Горячее прессование. Киев: Гостехиздат УССР, 1962.
28. Френкель Я. И. Ж. эксперим. и теор. физ., 1946, т. 29.

29. Пинес Б. Я. Ж. техн. физ., 1946, т. 16.
30. Kuzinsky G. Konf. Metallurg. prozkow. Krakow, 1963.
31. Гегузин Я. Е. Физика спекания. М.: Наука, 1967.
32. Ивенсен В. А. Кинетика уплотнения металлических порошков при спекании. М.: Металлургия, 1971.
33. Скороход В. В. Реологические основы теории спекания. Киев: Наукова думка, 1972.
34. Ristic M. M. Sci. Sintering. Beograd, 1980, № 12.
35. Самсонов Г. В. и др. Физическое материаловедение карбидов. Киев: Наукова думка, 1974.
36. Plotkin S. Ja. Historical development of ideas in the science of synthetic materials; Synthetic Materials for Electronics, Warszawa, 1981.

Г. В. БЫКОВ — УЧЕНЫЙ И ЧЕЛОВЕК

(1914—1982)

А. Ф. ПЛАТЭ, А. М. ЦУКЕРМАН

Георгий Владимирович Быков родился 5 мая 1914 г. в семье врачей в селе Рахны-Лесовые Брацлавского района (ныне г. Рахны Винницкой области). Детство его прошло в г. Усмани нынешней Липецкой области. В 1923 г. девятилетним мальчиком он был зачислен в третий класс школы.

В декабре 1929 г., когда Г. В. Быков учился в 9-м классе, его в числе других учеников направили на ликвидацию безграмотности в сельских районах, а в 1930 г. выпустили из школы досрочно с переводом на курсы сельских учителей в Воронеже. Однако Быковы в 1930 г. переехали в подмосковный город Ногинск, и он стал учиться в ФЗУ, готовившем слесарей-лекальщиков. В начале 1931 г. Георгий Владимирович поступил на завод «Электросталь» в химическую лабораторию. Там он работал до 1934 г., одновременно занимаясь на подготовительных курсах (рабфак) по математике и физике; с 1934 г. он самостоятельно готовился к поступлению в университет. Его привлекали и математика, и физика, но он считал, что, имея опыт работы в химической лаборатории, ему будет правильнее избрать химический факультет. В 1935 г. он блестяще сдал вступительные экзамены и был зачислен студентом химического факультета Московского государственного университета.

В годы учебы в университете Г. В. Быков особенно увлекся органической химией. Курс лекций по этому предмету читал тогда молодой А. Н. Несмеянов, впоследствии академик и президент АН СССР.

Факультет был богат талантами. Во всех делах его ощущалось влияние старейшины университетских химиков — академика Н. Д. Зелинского. На факультете работал также академик С. С. Наметкин, а будущие академики, тогда еще доценты Б. А. Казанский и А. А. Баладин уже прославились фундаментальными научными открытиями. Среди ведущих преподавателей были замечательные педагоги и ученые: профессора А. В. Раковский, А. П. Терентьев, А. И. Рабинович, Н. С. Пржевальский и др. На факультете царил дух творческого поиска.

Студенты были заняты, разумеется, не только учебой и наукой. В нелегких бытовых условиях 1930-х годов университет предоставлял им различные возможности для широкого культурного развития. Г. В. Быков увлекался шахматами и в 1938 г. стал чемпионом университета. Достигнув спортивной квалификации кандидата в мастера, он впоследствии занял высокое место в четверть-финале первенства СССР. Богато одаренный, он мог бы стать видным шахматистом, но он никогда ничего не делал наполовину. Его страсть была отдана науке, и шахматная игра осталась для него только формой отдыха.

Уже в студенческие годы проявилась яркая индивидуальность Георгия Владимировича, его принципиальность, бескомпромиссность и твердость.

В 1940 г., окончив университет по специальности «нефтехимия», Г. В. Быков был призван в армию. В начале Великой Отечественной войны он работал ст. инженером и преподавателем военно-химического дела в Ярославской авиашколе, с февраля 1942 г. — преподавателем в авиашколе в Оренбурге; в 1944 г. после переподготовки направлен в службу горючесмазочных материалов военно-воздушных сил. В марте 1947 г. техник-лейтенант Г. В. Быков был уволен в запас.

Он вернулся в родной университет, где встретил профессора Николая Александровича Фигуровского, сыгравшего важную роль в его научной судьбе.