



РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

---

**АНАТОЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ  
ВЛАСОВ  
(1931 - 2010)**

**ЧЕЛОВЕК, КОТОРЫЙ СДЕЛАЛ СЕБЯ САМ  
ЗНАМЕНИТЫМ КЕРАМИКОМ**

Москва  
2011

УДК 666.9

ББК 63.3:35.41

А36

Авторы – составители: д-р хим. наук, проф. А. В. Беляков, д-р техн. наук, проф. Е. С. Лукин, канд. техн. наук, доц. Н. А. Макаров, канд. техн. наук, доц. А. И. Захаров, канд. техн. наук Н. С. Чернецкая, М. А. Варгян, А. А. Евтеев, К. И. Иконников

**А36 Анатолий Сергеевич Власов (1931 - 2010). Человек, который сделал себя сам знаменитым керамиком.** Сер. «Знаменитые менделеевцы» / Авторы – составители: А. В. Беляков, Е. С. Лукин, Н. А. Макаров [и др.]. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2011. – 332 с.

ISBN 978-5-7237-0942-3

В восьмой книге из серии «Знаменитые менделеевцы» отражена научная, педагогическая и общественная деятельность крупного ученого и замечательного человека, доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, действительного члена Российской академии образования, заведующего кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д. И. Менделеева Анатолия Сергеевича Власова. В сборник включены избранные работы А. С. Власова, копии некоторых его документов, воспоминания родных, коллег и учеников, библиография трудов, основные даты жизни и деятельности ученого.

Книга рассчитана на научных и инженерно-технических работников - химиков и химиков-технологов, студентов и аспирантов, а также читателей, интересующихся историей отечественной науки и керамической промышленности.

УДК 666.9

ББК 63.3:35.41

ISBN 978-5-7237-0942-3

© Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

К ЧИТАТЕЛЯМ .....	6
ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА А. С. ВЛАСОВА .....	9
А. С. ВЛАСОВ – ЧЕЛОВЕК, СДЕЛАВШИЙ СЕБЯ САМ ЗНАМЕНИТЫМ КЕРАМИКОМ.....	13
ТВОРЧЕСКАЯ И НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ А. С. ВЛАСОВА .....	29
КОПИИ НЕКОТОРЫХ ДОКУМЕНТОВ ИЗ ЛИЧНОГО ДЕЛА А. С. ВЛАСОВА.....	37
ХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ НАУЧНЫХ ТРУДОВ.....	48
ИЗОБРЕТЕНИЯ.....	85
ДИССЕРТАЦИОННЫЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ПОД РУКОВОДСТВОМ А. С. ВЛАСОВА.....	94
ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ .....	98
Б. С. Скидан, А. С. Власов, Д. Н. Полубояринов. Изучение ударной вязкости керметов системы $Al_2O_3 - Me$ .....	99
А. С. Власов, Ю. И. Слинкин, Э. К. Захаров, В. А. Груничев. Исследование условий роста нитевидных кристаллов карбида кремния .....	104
Н. С. Чернецкая, Ю. И. Слинкин, И. Я. Гузман, А. С. Власов. Некоторые аспекты реакционного спекания композиции $SiC - C$ в парах кремния .....	110
А. С. Власов, К. И. Додонова, Э. К. Захаров, Е. А. Ионкина. Исследование условий покрытия углеродных волокон карбидами...	115
Е. С. Лукин, А. С. Власов, М. А. Зубахина, А. М. Даценко. Влияние $\gamma$ - облучения на оптические свойства прозрачной керамики из оксида иттрия .....	121
С. Н. Вайнберг, А. С. Власов, В. П. Скрипник. Обработка глины силикатными бактериями.....	128
Н. Ф. Майникова, Е. Д. Лебедева, В. С. Осипчик, С. Л. Ахназарова, М. С. Акутин, А. С. Власов. Новый полимерно-керамический материал .....	136
Н. Б. Мохонько, А. С. Власов. Измельчение оксида железа в электромагнитном аппарате .....	141

В. В. Баранов, С. Н. Вайнберг, А. С. Власов, О. И. Ященко, В. А. Сидорова, В. П. Скрипник, Т. Н. Солнышкина, Ю. В. Ножникова. Влияние биообработки массы на сушку и обжиг облицовочных плиток .....	148
Е. Е. Подклетнов, Г. Е. Вальяно, А. С. Власов, Ф. А. Акопов, Н. Г. Долгирева. Изучение структуры керамики при спекании оксидов церия и тантала .....	154
О. Н. Токаева, А. С. Власов, В. Е. Токаев. Пористая структура золокерамических изделий.....	161
А. С. Власов, О. В. Луданова. Биосовместимые стеклокерамические покрытия для титановых сплавов (обзор) .....	167
А. С. Власов, А. А. Пороскова. Спекание карбоната кальция в присутствии добавки карбоната лития .....	177
А. С. Власов, М. В. Корякина, Н. В. Ризайкина. Формование заготовок из карбида кремния путем замораживания водного шликера.....	184
А. А. Кондрукевич, А. С. Власов, Ю. Т. Платов. Микроструктура фарфора, содержащего оксид неодима.....	189
Патент РФ 2187852. Ловушка расплава активной зоны ядерного реактора .....	205
<b>ВОСПОМИНАНИЯ БЛИЗКИХ И ДРУЗЕЙ.....</b>	<b>215</b>
Мargarита Сергеевна Чупина, сестра.....	216
Кира Анатольевна Власова, дочь .....	263
Любовь Владимировна Власова, супруга. Мой муж А. С. Власов ....	265
Н. Г. Горащенко. Анатолий Сергеевич Власов, каким я его запомнила .....	273
А. И. Захаров .....	278
В. В. Калиновский. Строчки памяти.....	283
Е. С. Лукин. Об Анатолии Сергеевиче Власове.....	290
Л. А. Орлова. Об Анатолии Сергеевиче Власове.....	300
В. С. Осипчик. Власов Анатолий Сергеевич.....	303
Б. И. Поляк. Слово об Анатолии Сергеевиче Власове.....	307
Н. А. Прокудина. Светлой памяти А. С. Власова .....	317
А. Л. Чимишкян. Власов Анатолий Сергеевич. Воспоминания о друге и коллеге.....	319
<b>КАРТИНЫ КИСТИ А. С. ВЛАСОВА.....</b>	<b>324</b>

## К ЧИТАТЕЛЯМ

Имя доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ, лауреата государственной премии СССР, академика Российской академии образования Анатолия Сергеевича Власова широко известно и занимает достойное место в плеяде ученых, имена которых составляют гордость и славу не только Менделеевского университета, но и всей нашей страны.

Так сложилось, что моя жизнь в Менделеевке все время проходила в тесном контакте с Анатолием Сергеевичем и на уровне факультета, и на уровне института. Практически в одно и то же время мы защитили свои кандидатские и докторские диссертации. Мы вместе работали в парткоме института, причем сначала я стал самым молодым заместителем секретаря парткома, а после меня А. С. Власов был секретарем парткома. Он всегда поражал меня своей рассудительностью при принятии различных решений.

А. С. Власов в стенах родной Менделеевки прошел все ступени профессиональной карьеры – от студента до заведующего одной из ведущих кафедр. Анатолий Сергеевич был человеком разносторонне одаренным, целеустремленным, поражающим меня еще в молодые годы мудростью своих решений. Как-то так сложилось, что у нас на силикатном факультете заведующие кафедрами были еще и художниками. Очень хорошо рисовали И. И. Китайгородский – заведующий кафедрой стекла и Т. Н. Кешишян – декан факультета и заведующий кафедрой общей технологии силикатов. Эту славную плеяду достойно продолжил Анатолий Сергеевич, который к тому же имел хотя и незаконченное, но профессиональное

художественное образование. Поэтому в свое время он горячо поддержал создание на факультете высшего колледжа «Технический дизайн изделий из силикатных материалов».

По поручению Д. Н. Полубояринова А. С. Власов стоял у истоков организации при кафедре химической технологии керамики и огнеупоров новой специализации «Материалы квантовой электроники», что сыграло важную роль в развитии технологии кристаллов для новых областей техники, в первую очередь, лазерной. Он вместе с А. А. Майером приложил много сил и свой талант организатора для оснащения лабораторного практикума и становления учебного процесса на новой специальности.

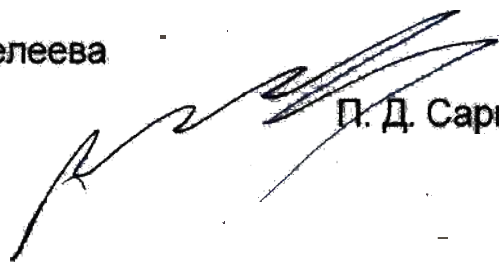
Анатолий Сергеевич был прекрасным ученым и педагогом. Под его руководством подготовлено 29 кандидатов наук. Им опубликовано более 250 научных и 10 учебно-методических работ. Под руководством А. С. Власова его учениками и коллегами были разработаны технологии новых керамических материалов и композитов, оказавших большое влияние на развитие материалов для электроники и авиакосмического комплекса страны.

Возглавляя в течение 32 лет кафедру химической технологии керамики и огнеупоров МХТИ им. Д. И. Менделеева, А. С. Власов продолжил и развил работы, начатые его предшественником Д. Н. Полубояриновым, по разработке новых видов технической керамики и исследованию их свойств. Это направление успешно развивается и в настоящее время. Учебники и монографии, написанные с участием А. С. Власова, были и остаются общепринятыми в вузах, НИИ и на предприятиях керамической промышленности.

Надеюсь, что книга об Анатолии Сергеевиче Власове будет с интересом встречена читателями.

Президент РХТУ им. Д. И. Менделеева

Академик

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized representation of the name P. D. Sarkisov.

П. Д. Саркисов



**ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА  
А. С. ВЛАСОВА**

Анатолий Сергеевич Власов  
родился 3 августа 1931 г. в Москве,  
умер после продолжительной болезни  
24 июля 2011 г.

09.1939 – 06.1941 гг. Учащийся Московской школы № 441.

09.1941 – 06.1943 гг. Учащийся начальной школы села Сергиевка, Избердеевского района Тамбовской обл. (семья жила в эвакуации).

09.1943 – 06.1947 гг. Учащийся школы № 437 Москвы.

09.1948 – 09.1950 гг. Учащийся Московского Театрально-декоративного училища при Моссовете.

09.1950 – 04.1951 гг. Учащийся Московского Областного художественно-педагогического училища им. 1905 г.

В 1950 г. вступил в комсомол.

04.1951 – 06.1954 гг. Служба в Советской Армии. Курсант в/ч 75020 «Д» г. Фергана Узбекской ССР. В Фергане сумел параллельно экстерном окончить Школу рабочей молодежи № 2 и сдать экзамены на аттестат зрелости.

С 09.1952 г. по 06.1953 г. служил авиамехаником в/ч 32866 «А» г. Гвардейское Крымской области Украинской ССР.

С 07.1953 г. – авиамеханик в/ч 74491 в г. Остров Псковской области.

В марте 1954 г., опять же экстерном, сдал экзамены в военном училище; в мае ему было присвоено звание младшего техника-лейтенанта авиационной службы. Анатолий Сергеевич подал рапорт на

поступление в военную академию, но получил отказ, и в июне 1954 г. уволился в запас.

06.1954 – 09.1959 гг. Студент МХТИ им. Д. И. Менделеева. В это время работал комсоргом, избирался секретарем факультетского бюро, секретарем комитета ВЛКСМ и членом бюро Советского РК ВЛКСМ.

В апреле 1959 г. вступил кандидатом в члены КПСС. Избирается заместителем секретаря парткома института и секретарем партийного бюро факультета химической технологии силикатных производств.

09.1959 – 09.1962 гг. Лекционный ассистент МХТИ им. Д. И. Менделеева.

09.1962 – 12.1962 гг. Младший научный сотрудник МХТИ им. Д. И. Менделеева.

12.1962 – 11.1966 гг. Ассистент кафедры химической технологии керамики и огнеупоров МХТИ им. Д. И. Менделеева (лаборатория материалов квантовой электроники). В 1962 г. на кафедре начата подготовка специалистов по материалам квантовой электроники. А. С. Власов провел большую работу по организации Лаборатории материалов квантовой электроники и оснащению ее современным оборудованием. Одновременно подготовил и успешно читал лекционный курс «Технология материалов квантовой электроники».

13 ноября 1963 г. защитил кандидатскую диссертацию на соискание степени кандидата технических наук на тему «Исследование некоторых вопросов технологии и свойств керметов типа  $\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$ , полученных на основе термитной реакции».

11.1966 – 01.1971 гг. Доцент кафедры химической технологии керамики и огнеупоров (лаборатория материалов квантовой электроники).

7 января 1967 г. получен аттестат доцента.

В 1970 г. награжден «Медалью за доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина».

01.1971 – 06.1972 гг. избран секретарем партийного комитета МХТИ им. Д. И. Менделеева. Освобожденный секретарь Свердловского районного комитета КПСС.

16 января 1971 г., являясь освобожденным секретарем Свердловского районного комитета КПСС, получает разрешение на работу по совместительству в качестве доцента кафедры химической технологии керамики и огнеупоров (ХТКиО) на 0,5 ставки. С 1 июня 1972 г. переводом вновь зачислен на кафедру ХТКиО на должность доцента.

06.1972 – 06.1976 гг. Доцент кафедры керамики (лаборатория материалов квантовой электроники).

В 1973 г. окончил вечерний Университет марксизма-ленинизма.

06.1976 г. – Назначен исполняющим обязанности зав. кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров.

1 декабря 1978 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Исследование в области высокотемпературных керамических композиционных материалов и наполнителей для их армирования» – присвоена ученая степень доктора технических наук.

С 20 июня 1979 г. избран на должность заведующего кафедрой ХТКиО.

26 сентября 1980 г. ВАК присвоено звание профессора по кафедре химической технологии керамики и огнеупоров.

В 1990 г. Указом Президента СССР М. С. Горбачева награжден медалью «За трудовое отличие».

В 1992 г. в составе коллектива ПО «Гжель» за создание научных основ технологии и внедрение в серийное производство художественной керамики «Гжель» получена Государственная премия СССР.

В 1996 г. Указом Президента РФ присвоено звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

В 1997 г. награжден медалью в память 850-летия Москвы, юбилейной медалью «Маршал Советского Союза Жуков» и юбилейной медалью «50 лет Победы Советского народа в Великой Отечественной войне 1941 - 1945 гг.»

В 2001 г. за многолетнюю плодотворную работу по развитию и совершенствованию учебного процесса, активную деятельность в области научных исследований, значительный вклад в дело подготовки высококвалифицированных специалистов награжден нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации».

А. С. Власов – действительный член Международной академии высшей школы и Российской технологической академии.

03.2008 г. Переведен на должность советника в Коллегию советников при Президенте РХТУ им. Д. И. Менделеева.

05.2008 г. Избран Почетным профессором РХТУ им. Д. И. Менделеева с вручением диплома и мантии.

## **А. С. ВЛАСОВ – ЧЕЛОВЕК, СДЕЛАВШИЙ СЕБЯ САМ ЗНАМЕНИТЫМ КЕРАМИКОМ**

У американцев есть выражение «self made man». Так говорят о человеке, который всего в жизни добился своими собственными силами. К таким людям, несомненно, относится Анатолий Сергеевич Власов.

Анатолий Сергеевич Власов – заведующий кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева с 1976 по 2008 гг., доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, действительный член Международной академии высшей школы и член-корреспондент Российской технологической академии, лауреат Государственной премии СССР.

Анатолий Сергеевич Власов родился в 3 августа 1931 г. в Москве в семье рабочего. Его отец Сергей Евдокимович Власов в это время работал старшим авиационным техником в системе Осоавиахима на Измайловском аэродроме, располагавшемся рядом с его домом. Мама, Анна Петровна Власова, была домохозяйкой и воспитывала двух детей – Анатолия и его младшую сестру Маргариту, 1937 г. рождения. В 1939 г. Анатолий Сергеевич поступил в московскую школу № 441, где проучился до 1941 г. Сразу после начала Великой Отечественной войны отца призвали в армию. Он служил в Подмосковье, на Центральной авиаремонтной базе в Подлипках в должности авиационного бортового механика. Мать с двумя детьми отправили в эвакуацию в Тамбовскую область, село Сергеевка Избердеевского района. Там он закончил 4-классную Сергеевскую начальную школу. В 1943 г. они вернулись из эвакуации, и А. С. Власов поступил в школу № 437 г. Москвы. По словам его сестры, Толя всегда был выдумщиком и лидером. Он сумел увлечь деревенских ребят книгой Вальтера Скотта «Айвенго», которую привез из Москвы. Сначала он читал ее им вслух, а затем они все играли

в благородных рыцарей, а все девочки были принцессами. При этом они старались говорить так же красиво, как это было в книге. Это особенно удивительно, когда была война, жить было очень трудно и голодно, а дети, как и взрослые, говорили между собой, употребляя через слово нецензурную лексику.



Маргарита и Анатолий (1937 г.)

До того как стать химиком, он сменил несколько профессий. Обладая от природы живым умом и «умными» руками, сначала решил стать художником. Он начал проявлять интерес и способности к рисованию еще в детстве. Собственноручно сделал себе мольберт и стал учиться рисовать. Денег на приобретение профессиональных кисточек у него не было, и он использовал для их изготовления косички своей младшей сестры.

В гарнизонном доме культуры при аэродроме он помогал местному художнику матросу молдаванину Ромулу, который имел какое-то художественное образование. Это давало возможность чему-то научиться, а главное – работать с качественными карандашами, красками, кистями, ватманом и картоном, что до этого было невозможным. После окончания в 1947 г. восьмого класса школы № 437 Москвы Толя стал серьезно готовиться к поступлению в художественное училище.

В сентябре 1948 г. с первого раза поступил в Московское театральное-декоративное училище при Моссовете, где проучился два курса до 1950 г. на скульптурном отделении. В 1950 г. это училище было объединено с Училищем им. 1905 года и получило название Московское областное художественно-педагогическое училище им. 1905 года. Рисование осталось его хобби, и он является

продолжателем славной плеяды художников-силикатчиков – профессора И. И. Китайгородского, декана факультета Т. Н. Кешишяна. Художественное видение и объемное мышление очень помогли ему в жизни, хотя возможно, что страна лишилась великого художника. Поэтому совершенно естественно, что он был одним из инициаторов создания на факультете высшего колледжа «Технический дизайн изделий из силикатных материалов» и много ему помогал.



Анатолий Сергеевич, студент  
Московского областного  
художественно-педагогического  
училища им. 1905 года

В те времена по достижении призывного возраста из художественно-педагогических училищ призывали в Советскую Армию. С 3 курса в апреле 1951 г. Анатолия Сергеевича призвали в армию. По личной просьбе он был направлен в авиацию, которую любил с детства. Его отец был авиатехником, ранние годы прошли рядом с аэродромом, располагавшимся в годы войны в Измайлово, рядом с домом.

Сначала А. С. Власова направили курсантом в Ташкентскую школу авиамехаников, в г. Фергане Узбекской ССР. Там он сумел параллельно экстерном окончить Школу рабочей молодежи № 2 и сдать экзамены на аттестат зрелости. С сентября 1952 г. по июнь 1953 г. служил авиамехаником в г. Гвардейское Крымской области Украинской ССР. С июля 1953 г. его перевели служить авиамехаником в г. Остров Псковской области. В марте 1954 г. он, опять же экстерном, сдал экзамены за военное училище, и в мае ему было присвоено звание младшего техника-лейтенанта авиационной службы. Анатолий Сергеевич подал рапорт на поступление в военную академию, но ему отказали, и он в июне 1954 г.

уволился в запас. При военной карьере А. С. Власов наверняка бы стал генералом, но судьба распорядилась по-другому.



А. С. Власов авиамеханик в г. Острове

Приехав с тремя товарищами по армейской службе в Москву, он стал решать, что делать дальше. Жили они у него дома. Его друзья по художественному училищу уже получили дипломы и работали. На встречах с Анатолием Сергеевичем они рассказывали, что творческой работы, на которую надеялись выпускники, нет. Они были вынуждены рисовать рекламные объявления для кинотеатров и всячески отговаривали его продолжать учебу и связывать жизнь с карьерой художника. Их исповеди сильно повлияли на А. С. Власова, и он стал колебаться. Здесь ключевое влияние на его судьбу оказала младшая сестра Маргарита. В это время она закончила школу и готовилась поступать в МХТИ им. Д. И. Менделеева на факультет ИХТ. Двое из приехавших военных друзей быстро устроились в Москве и через две недели уехали из дома. Маргарита предложила брату и оставшемуся военному другу детдомовцу Анатолию Макаркину поступать в Менделеевку и обещала всемерную помощь. Анатолий Сергеевич и его друг согласились. Все оставшееся время Маргарита помогала им готовиться к поступлению в МХТИ, и в августе они смогли успешно сдать экзамены и поступить с вуз. Так А. С. Власов оказался в МХТИ им. Д. И. Менделеева на силикатном факультете. Его друг не смог сдать иностранный язык, но А. С. Власов пошел на прием к ректору А. М. Жаворонкову и сумел добиться того, что друга приняли на первый курс силикатного



факультета условно (с предоставлением и общежития, и стипендии), который он впоследствии успешно закончил.

В те времена в институте еще учились фронтовики, в том числе офицеры. Как людей старших и опытных, их привлекали к общественной работе в комсомольской, профсоюзной и партийной организациях. Анатолий Сергеевич был среди офицеров самым молодым, и его направили в комсомольскую организацию.

Система отбора руководящих кадров в нашем институте всегда была справедливой и эффективной. Случайные, а тем более, непорядочные люди туда не попадали, а если и попадали, то не задерживались. Эта традиция института продолжается в университете. Видимо, с тех времен у А. С. Власова чутье на проходимцев и безжалостное к ним отношение. Большинство сегодняшних профессоров университета прошли школу комсомольской, профсоюзной или партийной работы и хорошо знают друг друга. Это в полной мере относилось тогда и к комитету комсомола МХТИ. Анатолий Сергеевич был комсоргом, входил в состав факультетского бюро, членом комитета комсомола МХТИ, заместителем секретаря комитета комсомола, который возглавил в 1968 г. после того, как секретарь комитета комсомола В. А. Зайцев выехал на научную стажировку в США. Тогда основным принципом было – сначала сделай, а потом расхваливай сделанное. К сожалению, по нынешним временам это – недостаток. А. С. Власов не любил пиаровских акций и раздачу авансов под неопределенное будущее.

Окончив институт в 1959 г., Анатолий Сергеевич Власов был распределен на кафедру керамики и огнеупоров, где прошел все ступени от лекционного ассистента, младшего научного сотрудника, ассистента, доцента до профессора и заведующего кафедрой. В апреле 1959 г., будучи студентом, вступил кандидатом в члены КПСС, что в те

годы для студентов и преподавателей вузов было очень сложно. В партии тогда строго следили за преобладанием рабочих.

В науке вначале он увлекся получением тогда очень новых композиционных материалов из металла и керамики (керметов). Он блестяще решил поставленную задачу и без отрыва от работы в 1963 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование некоторых вопросов технологии и свойств керметов типа  $\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$ , полученных на основе термитной реакции». В 1962 г. было принято решение об организации новой специальности и лаборатории материалов квантовой электроники. По словам А. С. Власова, предложение об ее организации сначала было сделано проф. А. А. Бунделю, заведующему кафедрой химической технологии электровакуумных материалов, которая располагалась на физико-химическом факультете, однако он, по каким-то причинам, категорически отказался. Тогда руководство института предложило (или уговорило) заведующего кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров проф. Д. Н. Полубояринова организовать лабораторию и начать подготовку специалистов у себя на кафедре. Основным аргументом, якобы, было то, что тогда основным материалом для твердотельных лазеров был рубин (корунд, легированный активатором – оксидом хрома), а корундовая керамика была и остается наиболее распространенным видом технической керамики.

Организацию лаборатории Д. Н. Полубояринов поручил молодому и активному сотруднику А. С. Власову, который был офицером, имел богатый опыт организационной работы в комсомоле, заканчивал подготовку кандидатской диссертации и, к тому же, уже был членом партии. Решению перейти из керамиков в квантовики способствовала его сестра Маргарита Сергеевна. Когда она училась на третьем курсе, на физико-химическом факультете была организована новая кафедра

«Технология электровакуумного и полупроводникового производства», которую стали формировать из студентов ИХТ факультета. Маргарита



А. С. Власов (справа) со своим аспирантом  
Ю. И. Слинкиным в помещении  
Лаборатории материалов квантовой электроники

Сергеевна перешла на «физхим», окончила эту кафедру и работала в НИИ «Титан» – крупном предприятии электронной промышленности.

А. С. Власов всю свою энергию и организаторский талант направил на создание новой специальности: ремонт помещений,

оснащение лаборатории необычными для вуза оборудованием и приборами, написание учебных планов, учебных программ, новых лекционных курсов и т. д. Однако руководителем специализации был приглашен Александр Артемьевич Майер, который уже был кандидатом технических наук и в то время работал во ВНИИСТРОМе. Это было неожиданностью для сотрудников кафедры и самого Анатолия Сергеевича, уже проделавшего основную часть наиболее трудной подготовительной работы. Много дополнительных проблем возникало из-за того, что срок обучения на кафедре керамики составлял 4 года 9 месяцев, а на новой специализации – 5,5 лет.

При организации «с нуля» новой лаборатории в полной мере пригодились и организаторский опыт, и умение рисовать, и «умные» руки, и коммуникабельность. В налаживании связей с предприятиями электронной промышленности и приобретении необходимого оборудования ему на первых порах помогала младшая сестра Маргарита Сергеевна, которая через выпускников своей кафедры имела связи со многими предприятиями. При этом Анатолий Сергеевич продолжал активно участвовать в общественной жизни института и в 1971 – 1972

гг. был секретарем парткома. Это была очень сложная должность, в то же время позволявшая отстаивать интересы института от порой несправедливого давления партийных и государственных чиновников.

Ректором МХТИ тогда был выпускник Менделеевки Сергей Васильевич Кафтанов, выдающийся партийный работник, любимец И. В. Сталина, много сделавший для создания советской атомной промышленности, бывший министр культуры и т. д. В высших эшелонах власти у него было достаточно врагов, желавших отомстить за прошлое. Все их стрелы неминуемо попадали в МХТИ. Понятно, что секретарь парткома был вовлечен в круговорот этих интриг. Информация об истинных движущих силах произошедших событий пока не опубликована. Результатом этой жестокой «подковерной» борьбы явилось то, что со своих должностей ушли проректор по учебной работе Борис Иванович Степанов, секретарь парткома Анатолий Сергеевич Власов и основная цель – ректор С. В. Кафтанов. Следует отметить, что Б. И. Степанов и А. С. Власов остались в Менделеевке и никаких особых санкций к ним не применили. Анатолий Сергеевич по этому поводу никаких подробностей не рассказывал, и мои предложения написать статью в Исторический вестник мягко игнорировал. Один раз только сказал, что в критический момент за него вступился райком партии и потребовал его не трогать.

А. С. Власов всегда вел общественную работу. Много лет он был замполитом в спортивном лагере «Менделеевец» в Тучково, добросовестно проводя воспитательную работу со студентами. Используя свои широкие знакомства, он приглашал на кафедру для неофициальных встреч с сотрудниками очень интересных людей. Эти встречи оставили неизгладимые впечатления.



В спортлагере Менделеевец. Отдых после игры. Слева направо: П. Д. Саркисов, Е. С. Лукин, О. Л. Альтах, И. Я. Гузман, А. С. Власов, В. В. Тимашев.

После перевода в 1976 г. специальности «технология материалов квантовой электроники» вместе с заведующим А. А. Майером на физико-химический факультет Анатолий Сергеевич был назначен ректором Г. А. Ягодиным сначала и. о. заведующего кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров, а в 1979 г. по конкурсу избран заведующим кафедрой. В 1978 г. А. С. Власов защитил докторскую диссертацию на тему «Исследование в области высокотемпературных керамических композиционных материалов и наполнителей для их армирования».

Это было время расцвета науки в СССР. Бурно развивались наукоемкие производства, требовались новые материалы, в том числе керамические. Кафедра работала с предприятиями и НИИ различных министерств, среди которых основными были Минавиапром,

Министерство электронной промышленности, Министерство среднего машиностроения, Министерство общего машиностроения, Министерство оборонной промышленности. Значительная доля работ выполнялась по постановлениям ЦК и Совмина, что указывало на их особую важность для страны. В те времена с финансированием науки не существовало проблем, свойственных нашему времени. Предприятия были обязаны тратить деньги на науку. Тогда на кафедре сотрудников было в 2 раза больше, чем сейчас, но и они не могли справиться с объемом проводимых работ. А. С. Власов выбирал из предлагаемых тем наиболее перспективные и интересные. У нас, например, были годы, когда кафедра работала только на создание материалов и технологий для ВИАМа (Минавиапром).

Тем не менее, Анатолий Сергеевич не хотел, чтобы кафедра занималась исключительно технической керамикой. Он сам был основателем новой технологии – микробиологической обработки традиционного глинистого сырья. Я помню, как на один из кафедральных семинаров по этой теме он пригласил заведующего кафедрой биотехнологии Михаила Николаевича Манакова. В своем выступлении тот искренне сказал, что таких успехов в биотехнологии от силикатчиков он никак не ожидал.

В начале 80-х годов к нам на кафедру неожиданно приехал Виктор Михайлович Логинов – директор завода «Гжель», который он впоследствии сделал всемирно знаменитым. Он пригласил Анатолия Сергеевича приехать к нему на завод и помочь в сложной ситуации, которая там сложилась. По каким-то причинам в поездку пригласили и меня. Мы приехали на завод. Директор показал нам свое достижение – совсем недавно введенный новый корпус завода. Затем повел нас в новый печной зал. Там по проекту сначала была построена туннельная печь, которая работала непрерывно, и в ночные смены значительная

часть продукции разворовывалась. Решив кардинально прекратить это безобразие, Виктор Михайлович договорился с представителями Всесоюзного института огнеупоров, чтобы они вместо туннельной печи установили ему периодические печи типа «дуплекс». Такие печи можно запирают на замок, а открывать их только утром в присутствии начальства.

Строители новых печей совершили серьезную ошибку. Они установили их все на один дымоход. В результате все печи стали взаимозависимыми. Изменение режима на одной из них сразу отражалось на работе всех остальных. Почти 50 % продукции оказывалась бракованной. План выпуска катастрофически срывался, директора вызывали в райком партии и объявляли очередной выговор. Встал вопрос о его снятии с должности. Он срывал свои обиды на своих обжигальщиках, которые, по его мнению, не могли найти решение из-за собственного неумения. Посмотрев на их работу, мы единодушно пришли к выводу, что они в сложившихся условиях делают все правильно, пытаясь уменьшить влияние одной печи на другую с помощью установки экранов из кирпичей перед горелками и перед дымоходом. Мудрый Анатолий Сергеевич при обжигальщиках сказал Виктору Михайловичу, что они все делают правильно, но, когда они все решат, сказать точно нельзя. Может быть, это произойдет через неделю, может быть – через месяц. Надо было видеть, как загорелись глаза у обжигальщиков. Сам профессор из знаменитого МХТИ им. Д. И. Менделеева подтвердил, что они работают правильно. Виктору Михайловичу он настоятельно посоветовал набраться терпения и не терзать их попусту. Через полторы недели обжигальщики получили первые обнадеживающие результаты. А. С. Власов договорился о том, чтобы специалист по печам доцент Игорь Алексеевич Макаров с кафедры ОТС поехал в Гжель и помог решить проблему. Через месяц

проблема была окончательно решена, а В. М. Логинов, к счастью для Гжели, остался на своем месте. Виктор Михайлович по достоинству оценил помощь Анатолия Сергеевича и стал его преданным другом. В ту поездку В. М. Логинов показал нам последнее старое здание одного из корпусов Гжели, сделанное из бревен, а находящуюся внутри печь топили бревнами. Виктор Михайлович решил его разрушить. Анатолий Сергеевич сказал, что лучше бы его оставить, чтобы в будущем водить туда экскурсии. В. М. Логинов его тогда не послушал, о чем, видимо, впоследствии жалел, когда к ним действительно зачастили экскурсии.



А. С. Власов (слева) и  
В. М. Логинов

Анатолий Сергеевич стал реально помогать Виктору Михайловичу. Он начал посылать в Гжель выпускников кафедры, создал группу вечерников для того, чтобы дать высшее технологическое образование практикам, которые его не имели, но работали на инженерных должностях. Преподаватели МХТИ ездили в Гжель и в здании Гжельского техникума читали лекции для этой группы. Он ставил дипломные и аспирантские работы по тематике Гжели. В итоге это привело к тому, что они вместе с В. М. Логиновым в составе коллектива ПО «Гжель» за работу по созданию научных основ технологии и внедрению в серийное производство художественной керамики на ПО «Гжель» в 1992 г. получили Государственную премию СССР (это был последний год вручения таких премий).

А. С. Власов – мудрый человек. Это отмечают все, кому приходилось с ним общаться. Он еще до начала перестройки почувствовал, что кафедре не стоит ориентироваться только на самые современные производства – электронику, авиацию, космонавтику, машиностроение. Необходимо вернуться и к традиционным



технологиям, применить к ним современные подходы, чтобы добиться кардинального улучшения. К сожалению, полностью этого сделать мы не успели, и разгром высоких технологий в годы реформ больно ударил по кафедре. Тем не менее, именно традиционные технологии – огнеупоры, тонкая и строительная керамика – помогли кафедре выжить в трудных современных условиях.

Его длительный период (32 года, как и Д. Н. Полубояринова) заведования кафедрой керамики совпал как с ее наибольшим расцветом в 70 – 80 гг., так и с труднейшими временами последующих лет. Ему было тяжело видеть упадок, наступивший в стране, и, особенно, предприятий и НИИ, работавших в области высоких технологий, с которыми сотрудничала кафедра. Его мудрость привела к тому, что кафедра сохранила костяк преподавательского состава, упорно сопротивлялась негативному воздействию внешних сил. Он осторожно вел «корабль» кафедры среди многочисленных рифов «свободного» рынка и смог сохранить все, что было возможно.

Анатолий Сергеевич создал научную школу, им подготовлено 29 кандидатов наук, опубликовано более 300 научных и 10 учебно-методических работ, в том числе: «Конструкционная керамика», «Теоретические основы прочности керамики», «Технология и свойства волокнистых теплоизоляционных материалов». Он получил 87 авторских свидетельств СССР и патентов РФ. Являясь одним из авторов, Анатолий Сергеевич много сил приложил, чтобы напечатать книги «Химическая технология керамики» (2003 г.) и «Практикум по химической технологии керамики» (2005 г.).

А. С. Власова отличала широта научных интересов – от монокристаллических до керамических и композиционных материалов, нестандартность мышления, глубокий физико-химический подход к решению научных проблем. Основная научная деятельность



А. С. Власов в мантии  
Почетного профессора  
РХТУ им. Д. И. Менделеева  
Май 2008 г.

А. С. Власов находилась в области физико-химии и технологии традиционных и новых керамических материалов, а также керамических композиционных материалов, использования отходов промышленности и сельского хозяйства в производстве керамики. Он являлся основателем нового перспективного направления – бактериальной обработки керамического сырья и керамических масс, создателем ряда эффективных керамических материалов, керметов и композиционных материалов. Его разработки используются в авиации, космонавтике, электронике, медицине и других областях народного хозяйства. Работа по новым полимерно-керамическим материалам отмечена золотой медалью Минвуза СССР, а работа по керамическим композиционным материалам отмечена золотой медалью Госкомобразования СССР.

В июне 2008 г. Анатолию Сергеевичу на заседании Ученого совета Университета было присвоено звание Почетного профессора РХТУ им. Д. И. Менделеева с вручением диплома и мантии. Это звание присуждают «выдающимся сотрудникам Российского химико-технологического университета, чей жизненный путь посвящен родному вузу, его развитию и процветанию, открытию новых специальностей, совершенствованию его научно-педагогического процесса и организационной структуры университета». Традиция была установлена по инициативе П. Д. Саркисова, бывшего ректора, а теперь президента РХТУ им. Д. И. Менделеева, и раз в год это почетное звание

присуждают одному сотруднику-менделеевцу и одному российскому специалисту в области химии, химической технологии, организаторам отечественной науки, образования, производства или выдающемуся общественному деятелю, внесшим значительный вклад в развитие Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева, в становлении и развитии отечественного и химико-технологического образования. А. С. Власов – первый из профессоров-силикатчиков, удостоенный этого высокого звания.

Анатолий Сергеевич долгие годы возглавлял секцию УМО по подготовке инженеров-силикатчиков. В советские времена секция систематически проводила свои заседания в различных вузах страны, готовивших силикатчиков. На них обсуждали учебные планы и новые методические приемы обучения. Его прекрасно знали и уважали все заведующие кафедрами СССР, на которых выпускали силикатчиков.

Многолетняя общественно-научная деятельность А. С. Власова связана с участием в работе секции «Химической технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» Учебно-методического управления Министерства общего и профессионального образования РФ в качестве председателя, члена экспертного совета ВАК по технологии химической, текстильной и легкой промышленности. Он являлся заместителем председателя докторского диссертационного совета по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» и членом ряда других диссертационных советов, членом редколлегии журналов «Стекло и керамика», «Неорганические материалы» и «Техника и технология силикатов».

Анатолий Сергеевич был интересным эрудированным собеседником, способным обсуждать самые различные темы. После того как он своими руками построил себе дачу, он установил традицию

ежегодно встречаться у него всей кафедрой во второй половине июля. Эту традицию всемерно поддерживала его любимая жена – Любовь Владимировна.

О ней следует сказать отдельно. Когда здоровье Анатолия Сергеевича стало ухудшаться, она доказала свою любовь и истинную самоотверженность. Она уговорила его сделать необходимые операции, причем даже личным примером. Она всячески стимулировала в нем волю к жизни и положительные эмоции: вывозила его за границу, водила на выставки, экскурсии, в театры, на прогулки по лесу, в гости. Когда Анатолий Сергеевич поскользнулся в гололед и сломал шейку бедра, она доставила его лучшую больницу (им. Н. В. Склифосовского), более 5 месяцев вместе с дочерью А. С. Власова Кирой Анатольевной боролась за его жизнь до последнего дыхания, ежедневно приезжала к нему, часто не единожды. Так могут поступать только по-настоящему любящие жены и дочери, и за это им от всех сотрудников кафедры низкий поклон.

Память об Анатолии Сергеевиче навсегда вошла в историю кафедры и в наши сердца.

Директор Института высокотемпературных  
материалов и технологий,  
заведующий кафедрой химической технологии  
керамики и огнеупоров,  
доктор химических наук, профессор

А. В. Беляков

## ТВОРЧЕСКАЯ И НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ А. С. ВЛАСОВА

Научная деятельность Анатолия Сергеевича началась после окончания института, когда он был принят на работу на кафедру в должности лекционного ассистента. Первой его научным исследованием была разработка нового керамического материала – кермета  $Al_2O_3 - Cr$ , по результатам которой он в 1963 г. защитил кандидатскую диссертацию. Это была, пожалуй, одна из первых работ по созданию керметов у нас в стране. Анатолий Сергеевич не оставил идею разработки и изучения керметов самых различных составов и продолжал эти работы со своими аспирантами и сотрудниками. Эти исследования продолжались в течение многих лет, примерно до 1983 г. Были изучены новые системы  $Me - MeO_n$ , среди которых можно отметить составы, содержащие оксиды  $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $ZrO_2$ ,  $HfO_2$  и металлы  $Cr$ ,  $Mo$ ,  $W$ ,  $Co$ ,  $Ta$ ,  $Nb$ . В общей сложности по этому направлению работ было опубликовано более 20 статей и получено 5 авторских свидетельств. По результатам исследований новых видов керметов под руководством Анатолия Сергеевича защитили кандидатские диссертации Бронислав Сергеевич Скидан и еще несколько аспирантов. Очень активно в 70-х годах исследовательские работы по развитию технологии керметов при непосредственном участии А. С. Власова проводились в МАТИ им. К. Э. Циолковского и в ИВТАНе (сейчас ОИВТ РАН). Была разработана оригинальная технология керметов со слоисто-гранульной структурой, которые отличались очень высокой трещиностойкостью и термостойкостью при повышенной прочности. Сначала с использованием эластичных временных технологических связей формовали полуфабрикат, состоящий из последовательных слоев металлических и керамических порошков. Его разрезали на гранулы, из которых прессовали заготовки, удаляли из них связку и обжигали в

среде, инертной к выбранным металлам. Затем для повышения температуры службы слои стали делать не из металла, а из различных видов керамических порошков. Со стороны ИВТАНа в работах принимали участие Г. А. Фомина, Д. А. Иванов и С. М. Баринов. По результатам исследований Галина Александровна Фомина и Дмитрий Алексеевич Иванов защитили кандидатские диссертации. Эти материалы были внедрены в изделиях для авиационной техники.

С 1963 по 1976 гг. педагогическая и научная деятельность проходила на специализации «Материалы квантовой электроники», которая была организована при кафедре химической технологии керамики и огнеупоров конце 1962 г. А. С. Власов с аспирантами и студентами проводили исследовательские работы по выращиванию монокристаллов различных составов и разными методами. В этот период было опубликовано более десятка работ по методам и исследованиям свойств разнообразных кристаллов, в том числе вольфраматов, германатов, титанатов, силикатов и кристаллов в системах этих соединений. Уже в 1969 г. вышла в свет статья о технологии выращивания монокристаллов ИАГ-Nd, которые в то время стали привлекать специалистов для использования их в лазерной технике. Несмотря на большую занятость по специализации материалов квантовой электроники, Анатолий Сергеевич не переставал активно заниматься научными проблемами на кафедре керамики. С 1971 г. в число его научных интересов вошли вопросы технологии нитевидных кристаллов, технологии получения из них керамоматричных композитов и волокнистых теплоизоляционных материалов для различных высокотемпературных применений. В число материалов, из которых выращивали волокна из газовой фазы, расплавов или с применением других различных методов входили SiC, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, BN и некоторые другие. Им была сконструирована, а аспирантами

А. С. Метушевским и Ю. И. Слинкиным изготовлена разрывная машина для определения прочности нитевидных кристаллов (1972 г.). Анатолием Сергеевичем разрабатывались не только технологии получения волокон и исследовались их структура и свойства, но и проводились работы по изготовлению образцов теплоизоляционных материалов и определению их свойств, в первую очередь, теплопроводности и возможной температуры применения. Кроме этого, Анатолий Сергеевич тесно сотрудничал с кафедрой вяжущих материалов, создавая вместе с их сотрудниками композиционные бетоны с введением разнообразных керамических волокон и нитевидных кристаллов для повышения прочности и ударостойкости, получения легких бетонов как конструкционного так и теплоизоляционного назначения.

Следует отметить, что были изготовлены керамические волокна, в том числе, высокопрочные волокна из частично стабилизированного  $ZrO_2$  и материалов системы  $Al_2O_3 - ZrO_2$  методом пропитки растворами солей вискозного волокна (аспиранты Н. О. Гилева, Н. М. Астахова и др.). В процессе высокотемпературного обжига целлюлоза выгорала, и в ее порах образовывались керамические волокна. В целом по результатам работ по технологии волокон, волокнистых материалов и их использованию для армирования различных материалов было опубликовано более 30 статей и получено более десятка авторских свидетельств.

В содружестве с В. С. Осипчиком Анатолий Сергеевич проводил работы по получению композитов с полимерной матрицей и наполнителями из керамических порошков, разрабатывал композиционные материалы с матрицей из кремнийорганических смол, армированные керамическими порошками. При термообработке в окислительной среде такие смолы образовывали высокодисперсный

диоксид кремния, способствующий получению требуемых фаз и упрочнению материала при спекании.

Одним из важных направлений научной деятельности Анатолия Сергеевича, начиная с 1980 г., стала микробиологическая обработка силикатными бактериями глинистых сырьевых материалов и масс, обеспечивающая удаление многих примесей, в первую очередь, оксидов железа и щелочей. Это позволяло существенно повысить качество фарфоровых изделий – белизну и эстетический вид. В нашей стране, а, возможно, и в мире, это были первые исследования в этом направлении. В этих работах активное участие принимал аспирант Анатолия Сергеевича С. Н. Вайнберг, который по их результатам защитил кандидатскую диссертацию. Следует отметить, что эти работы продолжались вплоть до 1990 г., по их результатам было опубликовано более 15 статей.

Необходимо также подчеркнуть, что Анатолий Сергеевич уделял технологии фарфора очень большое внимание. В начале 80-х годов Анатолий Сергеевич познакомился с директором объединения «Гжель» Виктором Михайловичем Логиновым, который в это время начинал возрождение художественного народного производства – керамики «Гжель». Виктор Михайлович попросил Анатолия Сергеевича принять участие в этой очень трудной работе. Совместными усилиями художественная керамика «Гжель» была возрождена. На обновленном предприятии стали изготавливать удивительно красивые изделия из фарфоровой керамики «Гжель» с росписью кобальтовым пигментом. К концу 80-х годов эта керамика была чрезвычайно популярна. Наверное, сейчас в каждом доме обязательно есть керамические изделия объединения «Гжель». Во время своего расцвета объединение «Гжель» имело специализированные магазины в Москве, Лондоне, Берлине, Нью-Йорке. В начале 90-х годов была открыта постоянная выставка



керамических изделий объединения «Гжель» в выставочном зале гостиницы «Россия». За выдающийся успех в возрождении народного художественного промысла – керамики из уникального фарфора на объединении «Гжель» работникам завода во главе с В. М. Логиновым вместе с Анатолием Сергеевичем Власовым в 1992 году была присуждена Государственная премия СССР (это был последний год присуждения этих премий).

С технологией фарфора с новыми принципами подхода к ряду важных проблем Анатолий Сергеевич не расставался никогда. Последний его аспирант А. А. Кондрукевич, который защитил диссертацию в 2009 г., разрабатывал составы фарфора с добавкой оксида неодима, чтобы получать окрашенный в массе фарфор.

В 1977 - 1978 гг. Анатолий Сергеевич подключился к работам с.н.с. Ирины Григорьевны Кузнецовой по созданию технологии очень важных для электронной техники материалов из BN и AlN, которые проводятся до настоящего времени в плане совершенствования технологии исходных порошков, прессования изделий и их спекания. Все эти этапы технологии являются исключительно важными для получения изделий с высокой плотностью и максимальной теплопроводностью. Анатолий Сергеевич всемерно помогал Ирине Григорьевне в вопросах технологии порошков, выборе спекающих добавок, внедрению технологии этих материалов на различных предприятиях, в первую очередь, на Редкинском опытном заводе, контакты с которым сохранились до сих пор. Эти работы проводились под руководством А. С. Власова и И. Г. Кузнецовой многими аспирантами, которые по результатам своих исследований защитили кандидатские диссертации.

Анатолий Сергеевич занимался также такой важной проблемой, как использование в технологии керамики техногенного сырья и

переработкой отходов различных отраслей промышленности. Наиболее глубоко были изучены вопросы технологии получения SiC и Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> из рисовой шелухи. Активное участие в этих исследованиях принимал Александр Иванович Захаров. Под их руководством по этой теме была успешно защищена кандидатская диссертация О. А. Саркисяном.

Хотелось бы отметить еще один важный аспект в научной деятельности Анатолия Сергеевича – сотрудничество с доцентом Борисом Иосифовичем Поляком по разработке новых технологий карбидкремниевых нагревателей. В 70 - 80-х гг. кафедра имела тесные дружественные и деловые связи с Подольским заводом огнеупоров, где Б. И. Поляк внедрял свои технологии. Поэтому руководство со стороны Анатолия Сергеевича в решении не только технологических вопросов, но и во внедрении на заводе в цехе нагревателей разработок кафедры было очень важным. К тому же, благодаря именно Анатолию Сергеевичу Борис Иосифович прекрасно защитил кандидатскую диссертацию. Следует отметить, что Б. И. Поляком и аспиранткой Г. С. Россихиной совместно с А. С. Власовым впервые в стране были разработаны крупнозернистые карбидкремниевые электронагреватели, получаемые реакционным спеканием.

В сфере научных интересов Анатолия Сергеевича находились также вопросы технологии прочной керамики, прозрачной керамики, получение искусственного мрамора, медицинской керамики, фазовые превращения в SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при ударно-волновом воздействии, которые проводились совместно с А. Н. Цвигуновым и сотрудниками ИХТ факультета Б. С. Светловым и В. Г. Хотиным, золь-гель процессы получения дисперсных порошков и многие другие. Хотелось бы отметить работу, которую под руководством Анатолия Сергеевича проводила Надежда Семеновна Чернецкая по получению материалов с высокой работой разрушения – слоистой керамики, состоящей из

пластин поликора, соединенных между собой через тонкие пластины алюминия диффузионной сваркой. Такой принцип создания слоистых материалов с высоким коэффициентом трещиностойкости в настоящее время вполне актуален в связи с необходимостью создания новых броневых материалов на основе оксида алюминия.

С 1998 г. коллектив сотрудников, в том числе и Анатолий Сергеевич, начали активное сотрудничество с ОИВТ РАН по разработке материалов для ловушек атомных реакторов. Анатолий Сергеевич занимался вместе со студентами материала разработкой жертвенного слоя, воспринимающего на себя в случае аварии удар расплава материала активной зоны атомного реактора (кориума). Были разработаны составы, имитирующие образование расплава кориума при температурах до 2300 °С. С этим расплавом проведены испытания по его воздействию на слой жертвенного материала. Результаты этих работ были опубликованы в 5 статьях, опубликованных в зарубежных журналах. Коллективом от ОИВТ РАН руководил генерал, доктор химических наук Владимир Николаевич Минеев, принимали участие в этих работах Феликс Аршакович Акопов, Леонора Борисовна Боровкова и автор этой статьи.

После окончания этой программы некоторое время мы с Анатолием Сергеевичем продолжали сотрудничать с ОИВТ РАН по созданию броневой керамики с применением высокопористых керамических материалов. Была придумана оригинальная конструкция, которая при испытаниях показала очень перспективные результаты.

Даже такая короткая информация о научной деятельности Анатолия Сергеевича говорит о многообразии и широте его научных интересов, важных и интересных научных работах, которые останутся навсегда и будут полезны студентам, аспирантам и преподавателям не только нашего университета, но и других вузов.

Можно было бы назвать еще работы, которые Анатолий Сергеевич проводил с Н. Т. Андриановым, Ю. М. Мосиным, упомянуть наших лучших выпускников, которые защитили свои дипломные работы или кандидатские диссертации под его руководством или при его непосредственном участии: М. Д. Бершадская, Е. В. Тимашева, Н. А. Грачева, Т. М. Саркисян, А. М. Курбанов. В. В. Баранов, Е. Б. Бендовский и многих других. Прошу извинения у тех, кого не получилось упомянуть.

Анатолий Сергеевич внес большой вклад в науку и технологию о керамике. Им опубликовано около 300 статей, получено 87 авторских свидетельств и патентов. Он является соавтором учебника (2003 г.) и лабораторного практикума (2005 г.), с его участием изданы несколько методических пособий. Анатолий Сергеевич перевел с английского языка книгу «Конструкционная керамика», которая была издана в 1985 году.

Профессор кафедры химической технологии  
керамики и огнеупоров  
доктор технических наук

Е. С. Лукин

КОПИИ НЕКОТОРЫХ ДОКУМЕНТОВ  
ИЗ ЛИЧНОГО ДЕЛА А. С. ВЛАСОВА

АВТОБИОГРАФИЯ

Власов Анатолий Сергеевич

(Фамилия, имя, отчество)

4 марта 1960

Я, Власов Анатолий Сергеевич, родился  
Завуцкая 1931 г. в г. Москва, в семье рабочего  
русский. Отец мой, Власов Сергей Евдокимович,  
русский, 1905 г. рождения работает инженером  
в ЦДРМ Московского Общественного авиаотряда  
Коммунистической авиации Главсевморпути, бессармитовский  
Мать моя Власова Анна Григорьевна домохозяйка,  
русская, 1903 г. рождения, бессармитовская.  
В 1939 г. поступил учиться в 441 школу г.  
Москва, где учился до 1941 г. В 1941 г. отец  
с первых дней войны был призван в армию,  
а я с матерью и сестрой был эвакуирован  
в Тамбовскую обл. в Сергиевск Цубердигинского  
района, где прожил до октября 1943, где и  
окончил 4-классную начальную школу.  
В 1943 вновь переехали в Москву. В 1947 пошел  
учиться в 8-классе школы подготовившись к поступлению  
в художественное училище и в 1948 г. по-  
ступил в Московское театральное-декоративное  
училище при Моссовде, где я окончил  
2 курса сценического отдела. В 1950 г.  
училище было объединено с Училищем им. 1905 г.  
и стало носить название Московского областного  
художественно-педагогического училища

мл. 1905. В этом училище я учился на 3 курсе до апреля 1951 г. В апреле 1951 года был призван в Советскую Армию. С апреля 1951 по октябрь 1952 учился в Ульяновской школе авиамехаников в г. Фергана в/ч 75020 "Д". В 1952 г. окончил во 2-ой средней школе рабочих молодежи г. Фергана сдал экзамены на авиамеханика зрелости. С октября 1952 г. по июль 1953 г. служил авиамехаником в № 32866 "А". С июля 1953 г. служил авиамехаником в/ч 74491. В марте 1954 г. еще раз сдал экзамены за военное училище, а в мае было присвоено звание мл. техника 1-го класса авиационной службы.

В июне 1954 г. на основании приказа 02357 Н.О. от 21.05.1954 был уволен в запас.

В августе 1954 г. поступил в Московский государственный техникум-технологический институт им. Д.И. Менделеева на факультет технологии смол и смолосодержащих веществ. В 1959 г. окончил МТИИ им. Менделеева. По распределению был оставлен лекционным ассистентом на кафедре керамики и огнеупоров, где работал в наиболее трудное время.

В 1950 г. поступил в комсомол, где работал комсоргом, секретарем подразделения, секретарем факультета, в наиболее трудное время работал секретарем комитета

коллекции И.С.Шевелева и Д.А.Морозова. В апреле 1959г.  
решили организовать в честь КФСС. В декабре  
1959г. был избран членом бюро Советского РК ВЛКСМ

А.В.Давыдов

Изменения по состоянию на 25 мая  
внесены (См. приложение).



13. Выполняемая работа с начала трудовой деятельности (включая учебу в высших и средних специальных учебных заведениях, военную службу, участие в партизанских отрядах и работу по совместительству).

При заполнении данного пункта учреждения, организации и предприятия необходимо именовать так, как они назывались в свое время, военную службу записывать с указанием должности

Месяц и год		Должность с указанием учреждения, организации, предприятия, а также министерства (ведомства)	Местонахождение учреждения, организации, предприятия
вступления	ухода		
9. 1948	4. 1957	Гражделись Московского областного художественно-педагогического училища и.ч. 1905с	г. Москва
4. 1951	6. 1954	Служба в Советской Армии: В/ч 75020, "Д" - курсант В/ч. 82866 - авиамеханик В/ч. 74491 - авиамеханик	г. Фергана пос. Гвардейский Крымской обл г. Осипов Пензенской обл.
6. 1954	9. 1959	Служба в МХТУ им. Д.И. Менделеева	г. Москва
9. 1959	9. 1962	Служба в МХТУ им. Д.И. Менделеева	г. Москва
9. 1962	12. 1962	м. научн. сотр. МХТУ	г. Москва
12. 1962	11. 1966	ассистент МХТУ	г. Москва
11. 1966	1. 1971	Доцент МХТУ	г. Москва
1. 1971	6. 1972	Добровольцевский секретарь парткома МХТУ	г. Москва
6. 1972	6. 1976	Доцент МХТУ	г. Москва
6. 1976	по настоящее время	Мем. обязанности завуча среднего класса керемши и осипов МХТУ	г. Москва



Директору Московского ордена Ленина  
Химико-технологического ин-та им.  
Д. И. Менделеева.

От Власова А. С.,  
проживающего по  
46<sup>ой</sup> Нарковой ул.  
д 55 кв 3.

### Заявление.

В соответствии с решением государст-  
венной комиссии по распределению  
молодых специалистов, протокол № 9  
от 29 апреля 1959 г., я направляю  
на работу в Московский ордена  
Ленина Химико-технологический ин-т  
им. Д. И. Менделеева на кафедру  
технологии керамики и огнеупоров.  
Прошу зачислить меня на  
должность легионного ассистента.

Власов А. С.

Власов

27.08.1959г. Власов.  
29/8 Д. Толубов

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комиссии по рассмотрению материалов конкурса на замещение должности доцента кафедры химической технологии керамики и огнеупоров Московского химико-технологического института имени Д.И.Менделеева

Комиссия избрана Советом факультета технологии силикатов (протокол № 1 от 13/IX-65) в составе: декана факультета профессора Т.Н.Кешишяна (председатель комиссии), академика АН СССР П.П.Будникова, профессора Н.М.Павлушкина (члены комиссии).

Комиссия организована согласно приказу Министерства Высшего образования СССР от 8 февраля 1954 г. № 183.

Публикация о конкурсе помещена в газете "Вечерняя Москва" от 8 июня 1965 года.

Сведения о лицах, подавших заявления на конкурс, на замещение одной должности доцента кафедры химической технологии специализации технологии материалов квантовой электроники подано одно заявление от ассистента кафедры, кандидата технических наук Власова А.С.

Власов А.С. родился в 1931 году в семье рабочего. С 1951 по 1954 г. проходил службу в Советской Армии и после демобилизации с 1954 по 1959 г.г. учился в Московском химико-технологическом институте им. Д.И.Менделеева, по окончании которого был оставлен на кафедре химической технологии керамики и огнеупоров в должности лекционного ассистента.

В 1963 г. А.С.Власову присуждена ученая степень кандидата технических наук. С 1 января 1964г. по настоящее время А.С.Власов работает в должности ассистента кафедры. За время работы в должности ассистента А.С.Власов прочитал курс лекций по "технологии материалов квантовой электроники", а также подготовил и провел

лабораторный практикум по этому курсу.

Общий стаж научной работы А.С.Власова составляет 6 лет. Им опубликовано 3 печатных труда и написано 2 научно-технических отчета.

**Заключение комиссии:**

Кандидат технических наук А.С.Власов работает в МХТИ им. Д.И.Менделеева с 1959 года в должности лекционного ассистента, мл.научного сотрудника и ассистента.

За время работы в институте проявил себя инициативным, вдумчивым преподавателем и научным работником, способным к самостоятельному решению сложных научно-технических вопросов.

В настоящее время тов. А.С.Власов успешно ведет преподавательскую работу, совмещая ее с большой работой по организации лабораторий и студенческого практикума по специализации: "Технология материалов квантовой электроники", а также занимается исследованиями в области синтеза новых материалов квантовой электроники. Имеет 3 печатные работы.

В соответствии с изложенным, комиссия рекомендует утвердить на должность доцента кафедры химической технологии керамики и огнеупоров кандидата технических наук ВЛАСОВА Анатолия Сергеевича.

Председатель комиссии, декан факультета химической технологии силикатов, профессор

Т.Н.КЕШИШЯН

Члены комиссии:



АН УССР

Т. Будников

П.П.Будников

Н.М.Павлушкин

Н.М.Павлушкин

Власов

КОММУНИСТИЧЕСКАЯ ПАРТИЯ СОВЕТСКОГО СОЮЗА  
МОСКОВСКАЯ ГОРОДСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
СВЕРДЛОВСКИЙ РАЙОННЫЙ КОМИТЕТ

Москва, К-6, Каретный ряд, д. 2.

Телефоны: 299-55-37, 299-72-50

16.. января 1971г.

*В архив  
Заменил с 16.1.71  
на должность секретаря  
кафедры хим. технологии  
керамики и огнеупоров  
кабинет 15.11.71  
отдел от 160 руб.*

РЕКТОРУ МОСКОВСКОГО ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ИМ. Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА  
ТОБ. КАФТАНОВУ С.В.

Решением бюро Свердловского РК КПСС от 14 января 1971 года  
освобожденному секретарю парткома т. Власову А.С. разрешена  
работа по совместительству в качестве доцента кафедры хи-  
мической технологии керамики и огнеупоров на полставки.



*мч 53*

*67 115*

Ректору МЭМЧ им. Д.И. Менделеева  
проф. Каргинову С.В.

~~Вручается~~



От Власова Олега  
Сергеевича, бывшего секретаря  
карткома МЭМЧ им. Д.И.  
Менделеева

Заявление

Прошу зачислить меня переводом  
с 1 июня 1972 года на должность зачета  
кадров ашигесной технологии керами-  
ки и огнеупоров, которую я занимаю  
до избрания меня секретарем карткома

23 мая 1972 года. Власов -

Зачислен на перевод  
сб/вкз 320075  
п/ред. проф. с. 2. 1  
с 1 июня 1972  
автом. 10 лет  
2/п/вкз. О.С.И.А.

674



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ПРИКАЗ**

от 11.04.2001

№ 08-633

О награждении нагрудным знаком  
"Почетный работник высшего профессионального  
образования Российской Федерации"  
ВЛАСОВА А.С.

За многолетнюю плодотворную работу по развитию и совершенствованию учебного процесса, активную деятельность в области научных исследований, значительный вклад в дело подготовки высококвалифицированных специалистов наградить нагрудным знаком

**"Почетный работник высшего профессионального  
образования Российской Федерации"**

ВЛАСОВА Анатолия Сергеевича –  
заведующего кафедрой Российского химико-технологического  
университета имени Д.И.Менделеева

Первый заместитель Министра

В.М.Жураковский

Входящ.

277

17

07 19001

Визитка  
С.И. Жу  
2008

ректору РХТУ им. Д.И. Менделеева

Колесникову В.А.

От Власова А.С. заведующего  
кафедрой ХТК и О РХТУ им. Д.И.  
Менделеева.

Заявление

Прошу перевести меня на  
должность советника в коллегию  
советников при президенте РХТУ  
им. Д.И. Менделеева

22.02.08.

Власов

№ 417  
от 28.02.08

Жу

## ХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ НАУЧНЫХ ТРУДОВ

### Учебники и учебные пособия

1. Методические указания к лабораторному практикуму по химической технологии керамики и огнеупоров. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1979. – 44 с. Соавт. А. В. Беляков, Б. С. Скидан.
2. Лабораторный практикум по микроскопии и рентгеновским исследованиям керамики. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1980. – 64 с. Соавт. В. Н. Дрогин, Т. В. Ефимовская.
3. Теоретические основы прочности керамики. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1982. – 48 с.
4. Технология и свойства волокнистых теплоизоляционных материалов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1984. – 31 с.
5. Конструкционная керамика. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. – 70 с.
6. Задачник по курсу «Химическая технология керамики и огнеупоров». – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1994. – 50 с. Соавт. А. В. Беляков, Ю. М. Мосин, М. А. Мальков, А. И. Захаров.
7. Химическая технология керамики: учеб. пособие для вузов / под ред. проф. И. Я. Гузмана. - М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 496 с. Соавт. Н. Т. Андрианов, В. Л. Балкевич, А. В. Беляков, И. Я. Гузман, Е. С. Лукин, Ю. М. Мосин, Б. С. Скидан.
8. Лабораторный практикум по микроскопическим и рентгеновским исследованиям керамики: учеб. пособие. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2004. – 80 с. Соавт. Н. А. Макаров.
9. Практикум по технологии керамики: учеб. пособие для вузов / под ред. проф. И. Я. Гузмана М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2005. – 336 с. с ил. Соавт. Н. Т. Андрианов, А. В. Беляков, И. Я. Гузман, Е. С. Лукин, М. А. Мальков, Ю. М. Мосин, Б. С. Скидан.



**Статьи, доклады, тезисы докладов, опубликованные в научных  
журналах, трудах конференций**

1961

10. Высокоогнеупорная керамика на основе чистых окислов // Тр. Всесоюз. совещания по использованию редких элементов. – Свердловск, февраль 1961. Вып. – С. Соавт. Д. Н. Полубояринов.

1963

11. Использование экзотермической реакции для получения кермета на основе хрома и окиси алюминия // Огнеупоры. – 1963. – № 5. – С. 232 – 235. Соавт. Д. Н. Полубояринов.

12. Редкие элементы в огнеупорных материалах // Материалы Всесоюз. совещания по применению редких металлов в производстве огнеупоров Госсинти, М. – 1963. – С. 3 – 10. Соавт. Д. Н. Полубояринов.

13. Влияние температуры и газовой среды на характер спекания и прочность кермета  $Cr + Al_2O_3$  // Физическая химия, технология неорганических веществ и силикатов: тр. МХТИ им Д. И. Менделеева. – 1963. – Вып. XLI. – С. 158 – 163. Соавт. Д. Н. Полубояринов.

1966

14. К вопросу определения ударной вязкости керамических материалов // Исследования в области химии и технологии силикатов: тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1966. – Вып. L. – С. 270 – 273. Соавт. Д. Н. Полубояринов, Б. С. Скидан.

15. Изучение ударной вязкости керметов системы  $Al_2O_3 - Me$  // Исследования в области химии и технологии силикатов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1966. – Вып. L. – С. 215. Соавт. Д. Н. Полубояринов, Б. С. Скидан.

16. К вопросу о спекании керметов в системе металл-окись алюминия: Сб. статей: Высокоогнеупорные материалы. – М.:

Металлургиздат, 1966. – С. 221 – 224. Соавт. Д. Н. Полубояринов, Б. С. Скидан.

1967

17. Осажденный вольфрамат скандия // Изв. АН СССР. Сер. Неорганические материалы. – 1967, Т. III, № 2. – С. 2274 – 2275. Соавт. В. А. Балашов.

18. Изучение поведения осажденных трехвалентных вольфраматов при нагревании // Силикаты: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1967. – Вып. LV. – С. 179 – 181. Соавт. В. А. Балашов, Ю. И. Слинкин.

1969

19. Об образовании прочных материалов на основе корунда и металлов // Огнеупоры. – 1969. – № 8. – С. 41 – 45. Соавт. Д. Н. Полубояринов, Б. С. Скидан.

20. О существовании твердых растворов со структурой силленита в системах  $\text{Vi}_{12}\text{SiO}_{20}$  –  $\text{Vi}_{12}\text{TiO}_{20}$  // Силикаты: тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1969. – Вып. LXIII. – С. 146 – 149. Соавт. А. А. Майер, Л. Н. Дмитрук.

21. Выращивание смешанных кристаллов в системе  $\text{Vi}_{12}\text{SiO}_{20}$  –  $\text{Vi}_{12}\text{GeO}_{20}$  // Там же. – С. 149 – 151. Соавт. А. А. Майер, Л. Н. Дмитрук, З. Г. Мареева.

22. О выращивании кристаллов алюмо-иттриевого граната с примесью неодима // Кристаллография. – 1969. – Т. 14. – Вып. 6. – С. 1115 – 1116. Соавт. В. А. Бычкова, Р. А. Федулов, В. А. Балашов, Б. С. Скидан.

1970

23. Регулирование свойств кремнийорганических олигомеров в процессе переработки // Химия и технология органических веществ и высокомолекулярных соединений: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. –

1970. – Вып. LXVI. – С. 252 – 256. Соавт. В. С. Осипчик, М. С. Акутин, И. К. Санин, В. Я. Ленский, В. Г. Мнацаканян.

1971

24. Исследование условий роста нитевидных кристаллов карбида кремния // Силикаты: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1971. – Вып. LXVIII. – С. 151 – 154. Соавт. Ю. И. Слинкин, Э. К. Захаров, В. А. Груничев.

25. Исследование керамики из окиси магния и нитевидных кристаллов // Там же. – С. 147 – 150. Соавт. Т. Т. Гаврик, А. С. Метушевский.

26. Влияние пересыщения на блочность нитевидных кристаллов молибденового ангидрида // Там же. – С. 154 – 157. Соавт. Т. В. Котлярова, А. С. Метушевский, Ю. М. Хожайнов, А. Д. Карпенко.

1972

27. Исследования в новой технике монокристаллов, содержащих соединения редкоземельных элементов // Изв. АН СССР. Сер. Неорганические материалы. – 1972. – Т. VIII. – № 9. – С. 1681 – 1682. Соавт. А. А. Майер, Л. И. Сычева.

28. Применение соединений некоторых элементов III группы периодической системы в керамике // Неорганические материалы. – 1972. – Т. VIII. – №9. – С. 1693 – 1695. Соавт. Д. Н. Полубояринов, Б. С. Скидан, В. С. Смирнов.

29. Разрывная машинка для определения прочности при растяжении нитевидных кристаллов // Заводская лаборатория. – 1972. – № 1. – С. 117. Соавт. Д. Н. Полубояринов, А. С. Метушевский, Ю. И. Слинкин.

30. Исследование цементного камня, армированного волокнистыми монокристаллами // Легкие бетоны на искусственных и

естественных заполнителях Дальнего Востока, Владивосток, НТО Стройиндустрия, 1972. Соавт. В. В. Тимашев, В. В. Кудряшов.

1973

31. Кинетика роста нитевидных кристаллов окиси магния при взаимодействии окиси магния с алюминием // Силикаты: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1973. – Вып. LXXII. – С. 105 – 108. Соавт. Э. К. Захаров, А. С. Метушевский, Т. В. Спирина.

32. Определение некоторых параметров кристалла окиси магния // Там же. – С. 79 – 83. Соавт. Л. А. Рассказова, Е. Ф. Пичугин.

33. Исследование процесса выращивания нитевидных кристаллов меламинбората // Физическая химия и электрохимия: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1973. – Вып. LXXV. – С. 39 – 42. Соавт. Э. Д. Яковлева, А. С. Иванов, А. В. Новицкая.

34. Оценка механической прочности кристалла  $\beta$ -SiC // Силикаты: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1973. – Вып. LXXVI. – С. 83 – 86. Соавт. Л. А. Рассказова, Е. Ф. Пичугин, Ю. И. Слинкин.

35. Некоторые аспекты реакционного спекания композиции SiC - C в парах кремния // Там же. – С. 87 – 89. Соавт. Н. С. Чернецкая, Ю. И. Слинкин, И. Я. Гузман.

36. Кинетика азотирования волокон борного ангидрида // Там же. – С. 105 – 107. Соавт. Э. Д. Яковлева, Э. К. Захаров.

37. Применение математических методов для оптимизации технологических процессов производства строительных материалов. – Научный семинар по проблеме «Кибернетика» при АН СССР, НТС МПСМ СССР: тез. докладов. Братск. Иркутский политехнический институт, 1973. Соавт. А. С. Метушевский, А. Ф. Рохваргер.

38. Оптимизация технологии получения нитевидных кристаллов окиси магния для упрочнения бетонов и керамики: материалы Всесоюз. научно-технического совещания по применению математических

методов для оптимизации технологических процессов производства строительных материалов. НС по кибернетике при АН СССР, НТС МПСМ. Братск, 1973. Соавт. А. С. Метушевский, А. Е. Рохваргер.

1974

39. К вопросу разработки получения волокнистого нитрида бора // Силикаты: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1974. – Вып. LXXXII. – С. 77 – 81. Соавт. Э. Д. Яковлева, А. Е. Рохваргер.

40. Исследование условий покрытия углеродных волокон карбидами // Там же. – С. 81 – 84. Соавт. Н. К. Додонов, Э. К. Захаров, Е. А. Ионкина.

1975

41. Нитевидные кристаллы окиси магния и их свойства // Физика и химия обработки материалов АН СССР. – 1975. – № 1. – С. 54 – 56. Соавт. В. В. Тимашев, В. В. Кудрявцев, А. С. Метушевский.

42. Диаграмма состояния и условия кристаллизации в системе  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  - Мо с целью получения композиционных материалов, армированных нитевидными кристаллами // Нитевидные кристаллы и тонкие пленки: Тр. Всесоюз. научной конференции по кинетике и механизмам роста, Воронеж: ВПИ, 1975, Ч.1. – С. 442 – 447. Соавт. Г. Д. Пасечник, Н. А. Гвозденко.

43. Исследование кинетики роста нитевидных кристаллов SiC // Там же. – С. 84 – 88. Соавт. Ю. И. Слинкин, В. В. Лиэпин, Н. С. Чернецкая.

44. Поведение нитевидных кристаллов при различных видах переработки // Там же. – С. 423 – 427. Соавт. Е. А. Ионкина, Н. Н. Луферова.

45. Изучение поведения нитевидных кристаллов окиси магния в керамике // Там же. – С. 427 – 431. Соавт. А. С. Метушевский, Э. К. Захаров.

46. Изучение диаграммы состояния системы  $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{Ta}, \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Mo}, \text{ZrO}_2 - \text{W}$  // Химия и технология силикатов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1975. – Вып. LXXXVII. – С. 143 – 145. Соавт. А. А. Березовский, Г. Д. Пасечник.

47. Изучение диаграммы состояния  $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{Mo}$  // Там же. – С. 145 – 147. Соавт. Э. К. Захаров, Г. Д. Пасечник.

48. Исследование нитевидных кристаллов для армирования керамических материалов // Всесоюзное научно-техническое совещание по применению математических методов для оптимизации технологических и конструктивных решений в строительстве и промышленности строительных материалов: тез. докладов Одесса. 1975. – С. 138 – 139. Соавт. С. Н. Вайнберг, Н. О. Гилева, Э. К. Захаров, О. Е. Рохваргер.

1976

49. Исследование образования композиционных материалов на основе тугоплавких металлов и окислов // XI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии «Химия металлов и металлургия, химия и технология силикатов». М.: «Наука». 1976. – №9. – С. 167 – 168. Соавт. Э. К. Захаров, Б. С. Скидан, Н. О. Гилева, Н. С. Чернецкая.

50. Исследование процессов получения и переработки нитевидных кристаллов  $\text{MgO}$  и создание керамики, армированной этими кристаллами // «Применение огнеупорных материалов в технике». 2-ое Всесоюзное совещание. Л.: ВИО. 1976. – С. 156. Соавт. Е. И. Захаров, А. Д. Левит, А. С. Метушевский, А. Е. Рохваргер, Э. К. Захаров.

51. Исследование в области синтеза поликристаллических волокон окиси алюминия, магния, двуокиси циркония для изготовления огнеупорной бумаги, матов, жгутов и тканей // Там же. – С.166. Соавт. М. М. Алексеева, Э. К. Захаров, О. А. Побожак.

52. Исследование микроструктуры волокон нитрида бора // Структура технических силикатов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1976. – Вып. 92-й. – С. 79 – 82. Соавт. Г. Д. Пасечник, Э. Д. Яковлева, Э. К. Сысоев.

53. Исследование микроструктуры керамики из  $Al_2O_3$ , полученной газопламенным способом // Там же. – С. 73 – 74. Соавт. С. М. Абрамян.

54. Влияние условий пропитки на размеры, структуру и набухание волокон вискозы, пропитанных хлоридом алюминия // Там же. – С. 75 – 76. Соавт. Э. К. Захаров, Н. О. Гилева, О. А. Побожиков.

55. Влияние термической обработки на выход и структуру волокон  $Al_2O_3$  // Там же. – С. 79 – 81. Соавт. Э. К. Захаров, Н. О. Гилева, М. М. Смай.

1977

56. Статистическое моделирование технологии нитрида бора // Заводская лаборатория. – 1977. – № 1. – С. 69-73. Соавт. Э. Д. Яковлева, А. Е. Рохваргер.

57. Окисные нитевидные кристаллы и поликристаллические волокна. – В кн.: Керамика из высокоогнеупорных окислов. М.: Металлургия, 1977. – С. 261 – 287.

58. Изучение композиционного материала в системе WC – Co // III Всесоюзное совещание по химии и технологии молибдена и вольфрама, Орджоникидзе, 1977. – С. 94. Соавт. Н. И. Демиденко, Б. С. Скидан, Г. А. Фомина.

59. Физико-химическое исследование поведения систем металл – окисел (где металл: W, Mo, окись хрома, двуокись циркония, окись иттрия, окись алюминия, двуокись церия) при нагревании // Там же. – С. 183. Соавт. З. П. Богданова, Т. Н. Кешишян, Г. Д. Пасечник, М. С. Чупина.

60. Исследование некоторых свойств керамики-металлических композиций // Новые композиционные материалы: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. 1977. – Вып. 98-й. – С. 12 – 13. Соавт. Л. Б. Гутнева, Б. С. Скидан, Г. А. Фомина, И. П. Шепилов.

61. Изучение окисляемости плавленных эвтектических композиций систем  $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{Mo}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{W}$  и спеченных материалов данных систем // Там же. – С. 14 – 15. Соавт. Г. Д. Пасечник, Э. Д. Яковлева.

62. Изучение условий получения композиционного материала с повышенной работой разрушения // Там же. – С. 16 – 18. Соавт. Н. С. Чернецкая, В. Д. Морозова.

63. Исследование взаимодействий в системе окисел редкоземельного элемента - тантал // Там же. – С. 19 – 21. Соавт. З. П. Богданова, Т. Н. Кешишян, М. С. Чупина, Б. С. Скидан.

64. Исследование взаимодействия в системе  $\text{HfO}_2 - \text{Ta}$  // Там же. С. 22 – 25. Соавт. З. П. Богданова, Т. Н. Кешишян, М. С. Чупина, Б. С. Скидан, И. С. Иванов.

65. Новый класс композиционных материалов // Там же. – С. 26 – 28. Соавт. З. П. Богданова, Т. Н. Кешишян.

66. О механизме уплотнения в керметах // Там же. – С. 29 – 31. Соавт. Л. Б. Гутнова, В. И. Костиков, Г. А. Фомина.

67. Исследование некоторых свойств комбинированных волокон из карбида кремния и углерода // Там же. – С. 32 – 35. Соавт. А. В. Иванов, Т. Н. Кешишян, В. Ф. Богдан.

68. Исследование микроструктуры и некоторых свойств волокон из нитрида кремния и кремнезема // Там же. – С. 44 – 48. Соавт. А. В. Иванов, Т. Н. Кешишян.

69. Опыт применения метода математического планирования при поиске оптимальных условий получения нитевидных кристаллов гидросиликатов кальция с цепочечными кремне-кислородными



анионами // Там же. – С. 64 – 67. Соавт. Н. С. Никонова, В. В. Тимашев, А. Р. Евстигнеев.

1978

70. Влияние адсорбированной влаги на фазовый состав и некоторые свойства горячепрессованной керамики из VN и AN // Модифицирование свойств стекловидных и кристаллических материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1978. – Вып. 100-й. – С. 5 – 8. Соавт. А. В. Федотов, Е. А. Колчина, И. Г. Кузнецова, М. Д. Бершадская, Н. Г. Девятайкина.

71. Изучение закристаллизованных композиционных материалов в системах карбид вольфрама – кобальт, карбид тантала – сплав кобальта, никеля, хрома, алюминия // Там же. – С. 9 – 10.

72. Исследование влияния добавки ZrC на электросопротивление керамики из  $ZrO_2$ , стабилизированной окисью иттрия // Там же. – С. 19 – 20. Соавт. В. В. Тимашев, Е. Н. Куленко, Г. А. Фомина, Б. М. Барыкин.

73. Влияние среды на поведение смесей  $SeO_2$  и W при нагревании // Там же. – С. 33 – 36. Соавт. Т. Н. Кешишян, З. П. Богданова, Л. Н. Дроздова, Л. И. Сонова, М. С. Чупина.

1979

74. Исследование влияния температуры на структуру поликристаллических волокон диоксида циркония // Всесоюз. совещание «Реальная структура неорганических жаростойких и жаропрочных материалов»: тез. докладов. Первоуральск, 9 – 12 октября 1979. Соавт. Н. М. Астахова, Э. К. Захаров.

75. Изменение состава керамического сырья под влиянием «силикатных» бактерий // Там же. Соавт. С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник.

76. Микроструктура слоистых керамических материалов // Там же. – С. 299. Соавт. Н. С. Чернецкая, Т. В. Ефимовская.
77. Влияние структуры волоконитов из чистых оксидов на некоторые их свойства // Там же. Соавт. Н. М. Астахова.
78. Исследование условий получения и структуры композиционных материалов на основе нитрида бора // Там же. Соавт. С. В. Морозов, И. Г. Кузнецова, Т. В. Ефимовская.
79. Влияние условий кристаллизации на микроструктуру эвтектических композиций карбид-металл // Там же. Соавт. Н. И. Демиденко, Б. С. Скидан.
80. Влияние добавок  $Y_2O_3$  и  $SiO_2$  на спекание и структуру керамики из  $AlN$  // Там же. – С. Соавт. Н. А. Грачева, И. Г. Кузнецова, С. В. Морозов, Т. В. Ефимовская.
81. Влияние реальной структуры керамических материалов на основе оксидов на стойкость к термическому удару // Там же. Соавт. Е. В. Тимашева, Г. А. Фомина.
82. Исследование структуры и свойств керметов «Оксид иттрия - хром» в зависимости от параметров горячего прессования // Там же. Соавт. Л. Б. Гутнова, В. М. Костиков, Г. А. Фомина, И. П. Шепилов.
83. Микроструктура и дефекты в эвтектической композиции  $SeO_2 - W$  // Там же. Соавт. З. П. Богданова, Т. Н. Кешишян, М. С. Чупина, Г. Д. Пасечник.
84. Электрические и тепловые свойства керметов на основе ниобия // Порошковая металлургия. – 1979. – № 11. – С. 63 – 65. Соавт. В. А. Алексеев, Т. С. Мыльников.
85. Спекание и свойства порошка  $Al_2O_3$ , полученного плазменным методом // III Всесоюзный симпозиум плазмохимии: тез. докладов, М., 24 - 27 ноября 1979. – С. 48 – 50. Соавт. Б. С. Скидан, И. Р. Невский, Л. Н. Петров, Н. П. Лякишев.

86. Исследование условий получения теплоизоляционных материалов на основе оксидных поликристаллических волокон // Механизм и кинетика процессов синтеза силикатных и тугоплавких неметаллических материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1979. – Вып. 108-й. – С. 57 – 60. Соавт. Е. В. Тимашева, Г. А. Фомина.

87. К вопросу металлизации корундовой керамики титаном // Там же. – С. 61 – 63. Соавт. Н. С. Чернецкая, Н. М. Астахова.

88. Изучение влияния скорости кристаллизации на микроструктуру и некоторые свойства эвтектики  $\text{CeO}_2 - \text{W}$  // Там же. – С. 63 – 65. Соавт. З. П. Богданова, Т. Н. Кешишян, М. С. Чупина.

89. Влияние волокна BN на некоторые свойства керамики из нитрида бора // Там же. – С. 86 – 89. Соавт. С. В. Морозов, О. В. Книжевская, И. Г. Кузнецова.

1980

90. Микробиологическая активность и ее влияние на физико-химические свойства глин // Проблемы технологии, структурообразования и свойства современных строительных материалов: Тр. III Конференции молодых ученых. Киев, 22 – 25 января 1980. – С. 28 – 30. Соавт. С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник.

91. Некоторые свойства горячепрессованного материала на основе BN и  $\text{SiO}_2$  // Методы получения, свойства и области применения нитридов: материалы Всесоюз. семинара. Рига, 13 – 15 февраля 1980. Соавт. С. В. Морозов, И. Г. Кузнецова, Ю. С. Староверов.

92. Исследование условий получения теплоизоляционного материала на основе волокна BN методом химической пропитки // Там же. Соавт. Н. Г. Девятайкина, И. Г. Кузнецова, Р. С. Синельщикова.

93. Влияние некоторых технологических факторов на спекание, микроструктуру и механическую прочность керамики из нитрида

алюминия // Там же. Соавт. Н. А. Грачева, И. Г. Кузнецова, А. И. Рабухин, Э. Е. Неделько.

94. О влиянии структуры на термостойкость корундовой керамики // Стекло и керамика. – № 3. – 1980. – С. 22 – 23. Соавт. Е. В. Тимашева, Г. А. Фомина.

95. Условия формования керамики на полиорганосилоксановой связке // Стекло и керамика. – 1980. – № 2. – С. 18 – 19. Соавт. Г. В. Боталова, В. Н. Дрогин, А. В. Беляков, Е. Д. Лебедева, В. С. Осипчик.

96. Влияние  $\gamma$ -облучения на оптические свойства прозрачной керамики из оксида иттрия // Стекло и керамика. – 1980. – № 5. – С. 25 – 26. Соавт. Е. С. Лукин, М. А. Зубахина, А. М. Даценко.

97. Изучение условий пропитки вязкого волокна в растворе метилсилоксана в ацетоне НТЛ // Строительство и архитектура. Госстрой СССР. ЦНИТИ по строительству и архитектуре. – Раздел Б, Вып. 11. – С. 55 – 56. Соавт. А. В. Иванов, Т. Н. Кешишян.

98. Оценка возможности создания керамического эвтектического материала на основе  $\text{CeO}_2$  и W // Технология неметаллических конструкций: тез. докладов VII Всесоюз. Конференции. – Обнинск, 1980. – С. 14. Соавт. З. П. Богданова, М. С. Чупина, Л. П. Кусалова.

99. Некоторые свойства окисной керамики со сложной структурой // Там же. Соавт. Е. В. Тимашева, Г. А. Фомина.

100. О разрушении слоистых керамических материалов // Там же. Соавт. Н. С. Чернецкая, Б. С. Скидан, В. Т. Загоскин, В. Х. Кулиев.

101. Изучение структуры и фазового состава высокотемпературных теплоизоляционных материалов на основе поликристаллических волокон чистых оксидов // Там же. – С. 41. Соавт. Н. М. Астахова, В. В. Судков, Г. Д. Пасечник, Г. А. Егорова.

102. Изучение влияния некоторых факторов на прочность керамики из карбида кремния // Там же. – С. 54. Соавт. Т. В. Александрова.

103. Изучение условий получения керамики на основе BN и AlN методом электрофореза // Там же. – С. 65. Соавт. Л. В. Виноградова, И. Г. Кузнецова.

104. Изучение условий формования керамических изделий с использованием водорастворимых терморезистивных связующих // Там же. – С. 66. Соавт. Т. А. Валгина.

105. Исследование плазменно-дуговой металлизации нитридной керамики // Там же. – С. 79. Соавт. В. Т. Гринченко.

106. Новый метод металлизации керамики на основе  $Y_2O_3$  // Там же. – С. 80. Соавт. Н. А. Капралова, М. В. Кузнецов.

107. Обработка глин силикатными бактериями // Стекло и керамика. – 1980. – № 8. – С. 14 – 16. Соавт. С. Н. Вайнберг, В. Н. Скрипник.

108. Влияние технологических параметров на свойства оксидной керамики со слоистой структурой // Химия и технология силикатов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. 1980. – Вып. 116. – С. 11 – 14. Соавт. Е. В. Тимашева, Н. А. Плахотниченко, Г. А. Фомина.

109. Разрушение композиционных материалов слоистой структуры // Там же. – С. 14 – 15. Соавт. Р. Н. Абоев, Б. С. Скидан, Л. Н. Петров.

110. Исследование условий получения «самоармированной» керамики из нитрида алюминия с добавками оксида иттрия и оксида кремния // Там же. – С. 19 – 21. Соавт. Н. А. Грачева, Т. В. Ефимовская, Н. В. Панкратов, И. Г. Кузнецова.

111. Микроструктура металлизированных покрытий на керамике из нитрида алюминия // Там же. – С. 21 – 25. Соавт. М. В. Кузнецов, В. Т. Гринченко, Н. А. Капралова.

112. Обогащение глинистого сырья с помощью силикатных бактерий // Там же. – С. 34 – 37. Соавт. С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник.

113. Исследование кинетики и определение энергии активации рекристаллизационного роста зерен в волокнах из нитрида кремния // Там же. – С. 37 – 40. Соавт. А. В. Иванов, Т. Н. Кешишян.

1981

114. Новый полимерно-керамический материал // Стекло и керамика. – 1981. – № 4. – С. 18 – 19. Соавт. Н. Ф. Майникова, Е. Д. Лебедева, В. С. Осипчик, С. А. Ахназарова, М. С. Акутин.

115. Высокотемпературная печь с нагревателями из хромита лантана // Электронная промышленность. – 1981. – № 7 – 8. – С. 88 – 89. Соавт. В. Л. Балкевич, Ю. Г. Егоров, И. А. Захаров, Н. А. Иофис, В. В. Осико, В. М. Татаринцев.

116. Развитие новых методов получения активных к спеканию порошков // XII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. – Баку: «Наука». – 1981. – Т. 5. – С. 192. Соавт. А. В. Беляков, Е. С. Лукин, Б. С. Скидан, В. Н. Сычев.

117. Структурообразование глинистых дисперсий, обработанных силикатными бактериями // Стекло и керамика. – 1981. – № 9. – С. 17 – 19. Соавт. С. Н. Вайнберг, В. Н. Скрипник, Г. З. Комский.

118. Оценка высокотемпературной устойчивости композиционных материалов на основе дисилицида молибдена // Методы получения, физико-химические свойства и применение боридов, силицидов и сплавов на их основе: Всесоюз. семинар. Киев, 1981. Соавт. Е. Н. Куленко, Г. А. Фомина.

119. Некоторые принципы выбора добавок для получения прозрачной керамики // Строение и свойства силикатных материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1981. – Вып. 118. – С. 78 – 79. Соавт. А. В. Беляков, Е. С. Лукин, В. П. Тарасовский.

120. Вакуумная плазменно-дуговая металлизация керамики // Там же. – С. 102 – 109. Соавт. В. М. Кузнецов, В. Г. Гринченко, Н. А. Капралова.

121. Получение нитевидных кристаллов гексаборида лантана // Электронная техника. Сер. Материалы. – 1981. – № 11. – С. 24 – 26. Соавт. З. П. Богданова, Т. Н. Кешишян, Л. П. Кусалова, М. С. Чупина.

122. Выращивание нитевидных кристаллов металлоподобных соединений // XVIII Всесоюзная конференция по эмиссионной электронике: тез. докладов, «Наука». – 1981. – С. 283. Соавт. З. П. Богданова, Т. Н. Кешишян, Л. П. Кусалова, М. С. Чупина

1982

123. Усадка плотной керамики // Стекло и керамика. – 1982. – № 5. – С. 23 – 25. Соавт. Н. Т. Андрианов, Н. И. Водопьянов, П. И. Ермаков, И. Е. Онегин, Н. А. Фомушин.

124. Условия получения тонкодисперсного порошка  $\alpha$ -карбида кремния из полиметилсилоксана // Неорганические жаростойкие материалы, их применение и внедрение в народное хозяйство: тез. докладов. Всесоюз. совещания. – Кемерово, 8 - 10 сентября 1982. – С. 108. Соавт. Т. В. Александрова.

125. Получение высокотемпературных сверхтеплоизоляторов из чистых оксидов // Там же – С. 112. Соавт. Н. М. Астахова.

126. Электросопротивление керамики из нитрида алюминия, синтезированного различными методами // Там же. – С. 132. Соавт. Н. А. Грачева, М. М. Лиин, Т. М. Саркисян, И. Г. Кузнецова, Э. Г. Неделько.

127. Влияние условий синтеза порошка нитрида бора на его спекание при горячем прессовании // Там же. – С. 136. Соавт. Н. Г. Девятайкина, И. Г. Кузнецова, А. И. Захаров, В. А. Силаев, В. С. Дукарский.

128. Влияние геометрии слоев на свойства корундовых материалов слоистой структуры // Там же. – С. 218. Соавт. Н. С. Чернецкая, Б. С. Скидан.

129. Получение защитных покрытий из нитрида алюминия // Там же. – С. 227. Соавт. В. С. Леви, Б. С. Скидан, Ю. С. Староверов, М. В. Кузнецов.

130. Определение оптимального состава огнеупорного бетона с заполнителем из плавленого кварца для коксовых кольцевых печей // Там же – С. 425. Соавт. Г. Н. Макаров, А. И. Бенделев.

131. Измельчение оксида железа в электромагнитном аппарате // Стекло и керамика. – 1982. – № 7. – С. 20 – 22. Соавт. А. Б. Махонько.

1983

132. Изучение синтеза минерализатора в системе  $MnO - Cr_2O_3 - SiO_2$  и влияние его на свойства корундовой керамики // Синтез и исследование материалов на основе силикатов и других тугоплавких соединений: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1983. – Вып.123. – 1983. – С. 24 – 30. Соавт. Н. Т. Андрианов, П. Н. Ермаков, В. М. Лытина, И. Е. Онегин, Н. А. Фомушин.

133. Исследование кинетики рекристаллизации и некоторых свойств поликристаллических волокон из карбида кремния // Там же. – С. 33 – 36. Соавт. А. В. Иванов, Т. Н. Кешишян.

134. Спекание смесей порошков в системе  $BaTiO_3 - V_2O_5$ . // Стекло и керамика. – 1981. – № 4. – С. 18 – 20. Соавт. Э. Г. Гаврыховска.

135. Исследование влияния структуры керамики на керамические свойства // Высокотемпературные материалы для МГДЭС. М.: «Наука», 1983. – С. 193 – 198. Соавт. Е. В. Тимашева, Г. А. Фомина.

136. Изучение фазовых равновесий в системах  $BaTiO_3 - V_2O_5$ ,  $BaTiO_3 - V_4X_3O_{12}$  // Высокотемпературная химия силикатов и оксидов:



тез. докладов V Всесоюз. совещания. – 1982. – С. 85 – 86. Соавт. Э. Г. Гаврыховска.

137. Керамические композиционные материалы // Журнал ВХО им. Д. И. Менделеева. – 1982. – № 5. – С. 26 – 32.

138. Керамика // Химический энциклопедический словарь. М.: «Советская энциклопедия». – 1983. – С.253.

139. Керметы // Химический энциклопедический словарь. М.: «Советская энциклопедия». – 1983. – С.253.

140. Огнеупоры // Химический энциклопедический словарь. М.: «Советская энциклопедия». – 1983. – С. 396 – 397.

141. Фарфор // Химический энциклопедический словарь. М.: «Советская энциклопедия». – 1983. – С. 610.

142. Фаянс // Химический энциклопедический словарь. М.: «Советская энциклопедия». – 1983. – С. 610.

143. Использование силикатных бактерий в производстве керамических изделий // Керамическая промышленность. Экспресс-информация, Технология строительных материалов. М. – 1983. Вып. 9. – С. 22 – 24. Соавт. С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник.

144. Механические свойства материалов ZrC – Co // Порошковая металлургия. – 1983. – № 11. – С. 107 - 110. Соавт. Н. И. Демиденко, Б. С. Скидан.

145. Исследование водостойкости горячепрессованной керамики из нитрида бора // Нитриды. Методы получения, свойства и области применения: тез. докладов V Всесоюз. семинара. – Т. 1. – С. 131. Соавт. Н. Г. Девятайкина, И. Г. Кузнецова.

146. Спекание керамики из нитрида алюминия с добавками карбоната кальция // Там же. – С. 31. Соавт. Н. А. Грачева, И. Г. Кузнецова, Э. Е. Неделько.

147. Использование рекристаллизованного карбида кремния для огнеприпаса // Стекло и керамика. – 1983. – № 11. – С. 16 – 17. Соавт. Б. И. Поляк, Т. В. Александрова.

148. Структура и свойства высокоогнеупорной керамики на основе диоксида церия и его твердых растворов // Огнеупоры. – 1984. – № 2. – С. 26 – 29. Соавт. Е. Е. Подклетнов, Р. Я. Попильский.

149. Повышение термостойкости керамики на основе диоксида церия с добавками // Огнеупоры. – 1984. – № 3. – С. 20 – 22. Соавт. Е. Е. Подклетнов, Ф. А. Акопов, И. М. Залеская.

150. Оптимальные условия измельчения материалов в электромагнитном аппарате // Стекло и керамика. – 1984. – № 3. – С. 23 – 24. Соавт. Н. Б. Котлярова.

151. Оценка высокотемпературной устойчивости композиционных материалов на основе дисилицида молибдена // Методы получения, физико-химические свойства и применение боридов, силицидов и сплавов на их основе: Всесоюз. семинар. – Киев. Соавт. Е. Куленко, Г. А. Фомина.

152. Керамика применяемая в жестких эксплуатационных условиях // Новые книги за рубежом. – 1984. – № 2. – Серия Б. – С. 47 – 58.

1985

153. Обработка сырья и керамических масс // XIV Конференция Силикатной Промышленности и Науки о силикатах, 6 - 10 мая, Будапешт. – 1985. Соавт. В. В. Баранов, С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник.

154. Керамика на основе нитрида алюминия и металлов // Стекло и керамика. – 1985. – № 2. – С. 23 – 25. Соавт. Е. Н. Бухарин, А. А. Алексеев.

155. Реологические свойства шликера, обработанного бактериями // Стекло и керамика. – 1985. – № 4. – С. 18 - 19. Соавт. В. В. Баранов,

С. Н. Вайнберг, Г. З. Комский, Ю. В. Ножникова, В. П. Скрипник, Т. Н. Солнышкина, О. В. Яценко.

156. Керамика флюоритового типа для высокотемпературных энергетических установок // Стекло и керамика. – 1985. – № 4. – С. 19 – 21. Соавт. Е. Е. Подклетнов, Ф. А. Акопов, О. Г. Эллерт, Т. К. Рунова, В. М. Новоторцев.

157. Влияние биообработки на сушку и обжиг облицовочных плиток // Стекло и керамика. – 1985. – № 5. – С. 27 – 28. Соавт. В. В. Баранов, С. Н. Вайнберг, Г. З. Конский, Ю. В. Ножникова, В. П. Скрипник, Т. Н. Солнышкина, О. В. Яценко.

158. Улучшение свойства Гжельской керамики // Стекло и керамика. – 1985. – № 6. – С. 18 – 19. Соавт. В. М. Логинов, Н. С. Югай, Н. А. Титова.

159. Изучение структуры керамики при спекании оксидов церия и тантала // Стекло и керамика. – 1985. – № 7. – 1985. – С. 26 – 28. Соавт. Е. Е. Подклетнов, Г. Б. Вальяко, К. Г. Долгирева, Ф. А. Аного.

160. Трещиностойкость огнеупорного грануло-слоистого материала из  $Al_2O_3$  // Огнеупоры. – 1985. – № 8. – С. 10 – 13. Соавт. Д. А. Иванов, Г. А. Фомина.

161. Влияние биообработки на технологические свойства шликера и прессовок // Экспресс-информация. – 1985. – Сер. № 5. – Вып. № 3. – С. 3 – 8. Соавт. В. В. Баранов, С. Н. Вайнберг, Ю. В. Ножникова, В. П. Скрипник, В. А. Сидорова, Т. Н. Солнышкина, О. В. Яценко.

1986

162. Карбидокремниевые нагреватели с односторонним токоподводом // Всесоюзное научно-техническое совещание «Керамика-86»: тезисы докладов, М., 13 – 17 октября 1986. – С. 46. Соавт. Б. И. Поляк, В. В. Герасимов, Б. В. Паркаев, Ф. Г. Сорокина.

163. Технологические основы биологической обработки керамических масс // Там же. – С. 53. Соавт. В. В. Баранов, С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник, А. Н. Чернышев.

164. К определению трещиностойкости керамики при изгибе призматических образцов с надрезом // Заводская лаборатория. – 1986. – № 9. – С. 58 – 59. Соавт. С. М. Баринов, Д. А. Иванов, С. В. Кохан, Г. А. Фомина.

165. Влияние метода синтеза порошков нитрида алюминия на спекание и теплопроводность керамики из AlN // Микрозернистые порошковые материалы: сб. научн. трудов. – Киев, НППМ, 1986. – № 106. – С. 102 – 105. Соавт. Н. А. Грачева, И. Г. Кузнецова, М. Д. Бершадская, В. Е. Неделько.

166. Влияние агрегации частиц нитрида бора на его полиморфный переход в кубическую модификацию // Там же. – С. 128 – 130. Соавт. Н. В. Гришина, А. И. Захаров.

167. Крупнозернистые карбидокремниевые электронагреватели, получаемые реакционной сваркой // Конструкция и технология получения изделий из неметаллических материалов: тез. докладов конференции. М. – 1986. – Ч. 1. – С. 10. Соавт. Б. И. Поляк, Г. С. Россихина.

168. Обжиг керамики // Труды в общегосударственной конференции с международным участием, ЧССР, Карловы-Вары, 25 – 26 мая 1986. Соавт. В. М. Логинов, А. М. Курбанов.

169. Training engineers in technology of ceramics Ceramic Engineering Education World Wide N.Y. 1986. – № 4. – P. 137 – 163.

1987

170. Влияние метеорологических условий на качество фарфора // Стекло и керамика. – 1987. – № 2. – С. 24 – 25. Соавт. А. М. Курбанов, Л. В. Корчагина.

171. Гексаферрит бария на основе отходов гальванических производств // Стекло и керамика. – 1987. – № 4. – С. 5 – 6. Соавт. И. Г. Степанченкова, С. В. Макаров, В. А. Зайцев, А. С. Данилов.

172. Влияние температуры утильного обжига на белизну и свойства фарфора: Труды XIII Конференции по фарфору, 2 – 4 июня 1987. ЧССР, Карловы-Вары, С. 74 – 75. Соавт. А. М. Курбанов, В. М. Логинов.

173. Влияние биообработки на свойства фарфоровых масс // Там же – С. 81 – 83. Соавт. С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник, А. П. Чернышев.

174. Прочная керамика в системе  $Al_2O_3 - ZrO_2 - Y_2O_3$  // Огнеупоры. – 1987. – № 2. – С. 8 – 10. Соавт. Е. С. Лукин, Н. М. Астахова, Е. В. Быкова.

175. Труды 2-ой Конференции по химической технологии керамики, стекла и композиционных материалов // Новые книги за рубежом. – 1987. – С. 315 – 317.

176. Свойства технической и конструкционной керамики // Новые книги за рубежом. – 1987. – № 9. – С. 31 – 33.

177. Новые керамические материалы для перспективных тепловых двигателей // Новые книги за рубежом. – 1987. – № 10. – С. 30 – 32.

178. Зерновой состав полидисперсных глиняных смесей и плотность их упаковки // Стекло и керамика. – 1987. – № 8. – С. 18 – 19. Соавт. В. М. Логинов, Н. В. Титова, Т. Л. Неклюдова.

179. Пористая структура золокерамических изделий // Стекло и керамика. – 1987. – № 10. – С. 20 – 21. Соавт. О. Н. Токаева, В. Е. Токаев.

180. Синтез образцов системы  $ZrO_2 - SrO_2$  // Неорганические материалы. – 1988. – № 11. – С. 80 – 83. Соавт. А. В. Беляков, Р. Я. Попильский, В. С. Митрохин, Н. Т. Джигайло, Л. Б. Боровкова, В. С. Бакунов.

181. Производство керамических изделий с применением биотехнологии // Госплан Молд. ССР, Молдав. НИИ, НТИ и ТЭИ, Информационный листок о научно-техническом достижении, № 88. – С. 72. Соавт. С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник.

1988

182. Глины и керамическое сырье // Новые книги за рубежом. – 1988. – Серия «Техника». – № 7. – С. 30 – 31.

183. 257 Синтез материалов системы // Неорганические материалы. – 1988. – №. – С. 80 – 83. Соавт. В. С. Бакунов, Л. Б. Боровкова.

184. Реологические свойства фарфоровой массы, обработанной силикатными бактериями // Стекло и керамика. – 1988. – № 8. – С. 20 – 22. Соавт. А. П. Ченышев, С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник.

185. Влияние структуры переходной зоны соединения керамика – металл на прочность получаемых материалов // Фазовые превращения в процессе синтеза силикатных материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1988. – Вып. 153. – С. 75 – 83. Соавт. Н. С. Чернецкая, Б. С. Скидан, А. А. Жарких, А. В. Сергеев.

186. Использование золь – гель процессов в технологии керамики // Там же. – С. 110 – 115. Соавт. Л. М. Крайнова.

187. Новые высокотеплопроводные объемные СВЧ поглотители // Электронная техника. – 1988. – Сер. Материалы. – Вып. 6. – С. 66 – 70.

1989

188. Влияние условий обжига на фазообразование фарфора и его свойства // Физико-химические основы синтеза оксидных и силикатных материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1988. – Вып. 146. Соавт. А. В. Корчагина, А. М. Курбанов, В. М. Логинов.

189. Золь-гель процесс в технологии изделий из кремнезема // Труды VI Всесоюзного совещания по высокотемпературной химии силикатов и оксидов. Соавт. Л. М. Крайнова.

190. Образование нитрида кремния из рисовой шелухи // Физико-химические основы переработки бедного сырья и отходов промышленности при получении жаростойких материалов: тез. докладов Всесоюз. конференции, Сыктывкар, 1989. – С. 11. Соавт. А. И. Захаров, О. А. Саркисян.

191. Марганцевая и (или) железная руда – окислительные компоненты в термитной смеси для жаростойких покрытий // Там же. – С. 141. Соавт. В. В. Дудин, Н. И. Торопов, И. С. Стручков.

192. Титаносодержащие пасты для металлизации керамики из нитрида алюминия // Электронная техника. – 1989. – Сер. Материалы. – Вып. 6. – С. 57 – 59.

1990

193. Введение в технологию хозяйственной керамики // Новые книги за рубежом. Серия «Б» Техника. – 1990. – № 1. – С. 113 – 114.

194. Некоторые факторы, определяющие белизну фарфора // Тр. Международной конференции «Силисер», Нюрнберг, 26 – 28 сентября 1990. Соавт. В. М. Логинов, А. М. Курбанов.

195. Долговечность керамики пластического и полусухого формования // Стекло и керамика. – 1990. – № 9. – С. 4. Соавт. В. Ш. Бинчкаускас.

196. Ферриты для электромагнитных измельчителей из отходов гальванических производств // Физико-химические основы переработки низкосортного сырья и отходов производства при получении строительных материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1990. – С. 80 – 82. Соавт. И. А. Степанчикова, В. А. Зайцев.

197. Получение карбида и нитрида кремния из рисовой шелухи // Там же. – С. 87 – 93. Соавт. А. И. Захаров, О. А. Саркисян.

198. Структура и состав композиционных материалов, полученных пирохимическим синтезом из термитных смесей // Там же. – С. 128 – 132. Соавт. В. В. Дудин, Н. И. Горопов, И. С. Стручков.

199. Получение нитевидных кристаллов карбида кремния из гидролизованного лигнина рисовой шелухи для производства конструкционных материалов // Конструкционная керамика для народного хозяйства: тез. докладов II отраслевого семинара: Центр НТИ «Поиск». – 1990. – С. 14 – 15. Соавт. А. И. Захаров, О. А. Саркисян, Н. А. Лукашева.

200. Силикатные бактерии улучшают фарфор // Труды Международной конференции «СИЛИСЕР» 1990. 28 сентября, Нюрнберг. – С. 14. Соавт. С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник, А. Н. Чернышев.

201. Причины восстановления металлизации кобальта на фарфоровых изделиях декорированных кобальтовой подглазурной краской // Тр. XXIV конференции по фарфору и технической керамике в Карловых-Варах, 12 – 14 июля 1990. – С. 61. Соавт. В. М. Логинов, Л. Х. Югай.

1991

202. Твердость керамики // Новые книги за рубежом. Серия «Б». – 1991. – № 2. – С. 33 – 34.

203. Электрокерамика // Новые книги за рубежом. Серия «Б». – 1991. – № 3. – С. 18 – 20.

204. Взаимосвязь структуры и свойств поверхностно модифицированной керамики // Новые книги за рубежом. Серия «Б». – 1991. – № 5. – С. 19 – 20.

205. Получение карбида кремния из продуктов переработки рисовой шелухи // Огнеупоры. – 1991. – № 10. – С. 15 – 17. Соавт. А. И. Захаров, О. А. Саркисян, Н. А. Лукашева.



206. Комплексная безотходная утилизация органической и минеральной частей рисовой шелухи // Гидролизная и лесохимическая промышленность. – 1991. – № 7. – С. 10 – 12. Соавт. А. И. Захаров, О. А. Саркисян, А. М. Филатова, Н. Д. Хомченко, А. В. Горелов.

207. Алкоголятный способ получения порошков оксидов алюминия, титана, циркония и их смесей // Семинар «Золь-гель процессы получения неорганических материалов», Пермь, 22 – 24 октября 1991. Соавт. Н. А. Куликова.

1992

208. Silicon Carbide and Nitride from Lignin of Rice Husk // Proceeding of the Second International Symposium of Refractories. Beijing, China, 1992, P. 165 – 167. Zakharov A. I.

209. Получение нитрида кремния из отходов переработки рисовой шелухи // Тугоплавкие нитриды и материалы на их основе: сб. статей, Киев, 1992. – С. 37. Соавт А. И. Захаров, О. А. Саркисян.

210. Ученые возрождают красоту // Наука в России. – 1992. – № 5 – 6. – С. 82 – 83.

211. Карбид и нитрид кремния, полученные из отходов гидролизного производства // «Новые технологии и оборудование в производстве керамики»: тез. докладов школы-семинара, М. – 1992. – С. 44. Соавт. А. И. Захаров.

1993

212. Очистка и дезагрегация порошка карбида кремния, полученного из продуктов переработки рисовой шелухи // Совещание по строительным материалам «СИЛСТРОМ – 92»: тез. докладов, 19 – 20 января 1993, М. – С. 38 – 39. Соавт. А. И. Захаров, Н. А. Лукашева.

213. Получение новой кристаллической модификации из аморфной двуокиси кремния в условиях ударно-волнового воздействия // Всероссийская научно-практическая конференция «Высшая школа

России и конверсия»: тезисы докладов, М., 20 – 26 ноября 1993. – С. 212 – 213. Соавт. Л. В. Бачурин, С. Е. Кузнецов, Б. С. Светлов, В. Г. Хотин, А. Н. Цвигунов.

214. Керамика и медицина // Стекло и керамика. – 1993. – № 9 – 10. – С. 23 – 25. Соавт. Т. А. Карабанова.

215. Новая модификация диоксида кремния, полученного в условиях ударно-волнового воздействия // Стекло и керамика. – 1993. – № 9 – 1. – С. 42. Соавт. А. В. Беляков, С. Е. Кузнецов, Б. С. Светлов, В. Г. Хотин, А. Н. Цвигунов.

1994

216. Влияние параметров синтеза на свойства гидроксиапатита // Стекло и керамика. – 1994. – № 7 – 8. – С. 30 – 31. Соавт. О. Б. Луданова.

217. Разработка новых материалов с использованием эффективных методов синтеза порошков и волокон // Российская научная конференция «Композиционные материалы и покрытия»: тез. докладов, М.: МГАТУ, ноябрь 1994. – С. 33. Соавт. А. В. Беляков, А. И. Захаров.

218. Принципы создания биопокровов для титана // VIII Международная конференция молодых ученых и студентов по химии и химической технологии, МКХТ-94, М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, декабрь 1994. – С. 14. Соавт. О. Б. Луданова.

219. Problems of Ceramic Education and Industry in Russia // Euroforum-94, April, 1994, Hohn-Grenhausen, Germany.

1995

220. Биосовместимые стеклокристаллические покрытия для титановых сплавов // Стекло и керамика. – 1995. – № 4. – С. 22 – 25. Соавт. О. Б. Луданова.

221. Разработка нового синтеза порошка AlN // III Международная конференция «Наукоемкие технологии»: тез. докладов, Тверь, сентябрь

1995. – С. 115. Соавт. М. Д. Чернецкая, Г. А. Ахмадиева, И. Г. Кузнецова.

222. Бактерии и их использование в технологии керамики // Всероссийское совещание «Наука и технология силикатных материалов в современных условиях рыночной экономики: тез. докладов. М., июнь 1995. – С. 80.

223. Биокерамические покрытия для титана из фосфата кальция // Там же. – С. 98. Соавт. О. Б. Дуданова, М. А. Шубаева.

224. Керамические фасетки для исправления зубных дефектов // Там же. – С. 98 Соавт. Б. Ш. Молдабекова, М. А. Такташова.

225. Пористая основа для мембран из корундовых микросфер // Там же. – С. 99. Соавт. Е. А. Апраксина.

226. Влияние покрытия мелющих тел из гексаферрита бария на эффективность измельчения // Там же. – С. 99.

227. Разработка кобальтосодержащей краски на основе шпинели // Там же. – С. 123. Соавт. Н. С. Югай, Т. Л. Неклюдова.

228. Результаты физико-химического исследования монокристаллов меланофлагита, полученного при взрыве // Там же. – С. 132. Соавт. А. Н. Цвигунов, Б. А. Максимов, В. Г. Хотин, С. Е. Кузнецов.

229. Образование когерентно сопряженных фаз в процессе кристаллизации кремния в присутствии паров свинца // Там же. – С. 133. Соавт. А. Н. Цвигунов, В. Г. Хотин, С. Е. Кузнецов, Б. С. Светлов.

230. Новая модификация кремния, полученная при взрывном действии // Стекло и керамика. – 1995. – № 9. – С. 22 – 25. Соавт. А. Н. Цвигунов, В. Г. Хотин, Б. С. Светлов.

1997

231. Сравнение традиционного и нетрадиционного способа производства кордиерита для формования экструзией // II Русско-Корейский объединенный семинар по электрокатализаторам: тез.

докладов, Россия, Новосибирск, 16 – 17 июня 1997. – С. 58 – 61. Соавт. Н. А. Прокудина, З. Р. Исмагилов.

232. Спекание карбоната кальция в присутствии добавки карбоната лития // Стекло и керамика. – 1997. – № 12. – С. 9 – 11. Соавт. А. А. Пороскова.

233. Образование сферического корунда при взрывном горении смесей, содержащих гидроксид алюминия // Стекло и керамика. – 1997. – № 10. – С. 24 – 26. Соавт. А. Н. Цвигунов, В. Г. Хотин, С. Е. Кузнецов, Б. С. Светлов.

1998

234. Металлизационные покрытия, не взаимодействующие с керамикой из нитрида алюминия // Стекло и керамика. – 1998. – № 3. – С. 19 – 23. Соавт. В. А. Курсеков, В. Г. Леонов.

235. Синтез  $\text{FeAl}_2\text{O}_4$  при ударно-волновом воздействии // Стекло и керамика. – 1998. – № 9. – С. 17 – 18. Соавт. А. Н. Цвигунов, В. Г. Хотин, А. С. Красиков, Т. Б. Пузырева, Б. С. Светлов.

236. Детонационный синтез взрывом новой модификации оксида алюминия из гиббсита // Стекло и керамика. – 1998. – № 12. – С. 16 – 20. Соавт. А. Н. Цвигунов, В. Г. Хотин, А. С. Красиков, Т. Б. Пузырева, Б. С. Светлов.

237. Разработка технологии порошков керамических материалов с использованием новых методов // Журнал РХО им. Д. И. Менделеева. – 1998. – Т. XLII. – № 6. – С. 152 – 156.

238. Теплоизоляционная керамика на основе полых корундовых микросфер // V Международная конференция «Научно-технические технологии: тез. докладов, Ярославль. – 1998. – Т. 2. – С. 270 – 271. Соавт. Р. В. Кулинко, Б. И. Поляк, С. А. Постников.

1999

239. Керамика на основе нитрида бора, полученная реакционным спеканием // Стекло и керамика. – 1999. – № 1. – С. 14 – 17. Соавт. И. В. Голубев.

240. Теплоизоляционная корундовая керамика на основе полых микросфер // Стекло и керамика. – 1999. – № 3. – С. 15 – 16. Соавт. Б. И. Поляк, С. В. Постников.

241. Технология силикатных материалов // Развитие инженерного дела в Москве. М.: Новый век. – С. 241 – 248. Соавт. В. С. Тимофеев, Б. А. Карамышев, В. С. Матвеев, Н. Ю. Михайленко, Л. М. Сулименко, М. Н. Филатова, С. П. Черных, Е. А. Чернышев.

242. Sacrificial Layer Materials Complex Usage for Immobilization of High Level Nuclear Wastes // OECD Workshop on Ex-vessel Debris Coolability, Karlsruhe, Germany, 15 – 18 November, 1999. Акопов F. A., Barykin V. M., Borodina T. I., Koryakina M. V., Lukin E. S., Mineev N. E.

243. Новый экологически чистый теплоизоляционный материал на основе корунда // XIII Международная конференция молодых ученых «Успехи в химии и химической технологии» МКХТ-99: тез. докладов. – 1999. – Вып. XIII. – Ч. 2: РХТУ. – С. 64. Соавт. М. В. Корякина, Б. И. Поляк, С. А. Постников.

244. Синтез новой модификации оксида алюминия со структурой шпинели при ударно-волновом воздействии на гиббсит // Стекло и керамика. – 1999. – № 8. – С. 16 – 18. Соавт. А. С. Красиков, А. Н. Цвигунов, В. Г. Хотин.

245. Resistance of Zirconia Refractories to the Iron Oxide Melt // Proceedings of the OECD Workshop on Ex-vessel Debris Coolability. Karlsruhe, 15 – 18 November 1999. Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe 2000, S. 536 – 543. Акопов F. A., Акopyan A. A., Barykin V. N., Belmaz N. O., Borovkova L. B., Borodina T. I., Valyano G. E., Lukin E. S., Mineev V. N., Chernyshov G. P.

2000

246. Sacrificial Layer Materials Complex Usage for Immobilization of High Level Nuclear Wastes // Proceedings of the OECD Workshop on Ex-Vessel Debris Coolability. Karlsruhe, 15 – 18 November 1999. Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe 2000, S. 557 – 566. Akopov F. A., Akopyan A. A., Barukin B. N., Borodina T. I., Koryakina M. V., Lukin E. S., Mineev V. N., Chernyshov G. P.

247. Sacrificial Layer Compositions for Immobilization of Radioactive Waste in Nuclear Reactor External Catcher // The 8 International Conference. September 30 – October 4, 2000. Bruges, Belgium, p. 116. Akopov F. A., Mineev V. N., Lukin E. S., Traktuev O. M.

248. Синтез новой модификации оксида алюминия, ганита и цинкита при детонации // Стекло и керамика. – 2000. – № 11. – С. 24 – 26. Соавт. В. Г. Хотин, А. Н. Цвигунов, В. В. Васкевич, А. С. Красиков, Б. С. Светлов.

249. Международная научно-практическая конференция «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее» (секция керамики) // Стекло и керамика. – 2000. – № 3. – С. 36 – 37.

2001

250. Взаимодействие металлического расплава с диоксид циркониевыми огнеупорами внешней ловушки // Атомная энергия. – 2001. – Т. 90. – Вып. 6, июнь. – С. 460 – 466. Соавт. В. Н. Минеев, Ф. А. Акопов, О. М. Трактueв, А. А. Акопян, Б. Н. Барыкин, Л. Б. Боровкова, Т. И. Бородинa, Е. С. Лукин.

251. Взаимодействие металлического расплава с диоксид циркониевыми огнеупорами внешней ловушки // Атомная энергия. – 2001. – Т. 91 – Вып. 1, июль. – С. 28 – 35. Соавт. В. Н. Минеев, Ф. А. Акопов, С. Б. Онуфриев, Б. Н. Барыкин, Л. Б. Боровкова, Е. С. Лукин, Г. Е. Вальяно, Г. П. Чернышов.

252. Формование заготовок из карбида кремния путем замораживания водного шликера // Стекло и керамика. – 2001. – № 6. – С. 10 – 11. Соавт. М. В. Корякина, Н. В. Ризайкина.

253. Sacrificial Layer Composition Optimization for Immobilization of Radioactive Waste in Nuclear Reactor External Catcher // The 8 International Conference, Bruges, Belgium, 30 September – 4 October 2001, p. 116. Lukin E. S., Akorov F. A., Mineev V. N

254. Влияние строения сиботаксических групп на процессы кристаллизации синрокоподобных расплавов // II Всероссийская конференция по фундаментальным проблемам радиохимии и атомной энергетики: тез. докладов, Н. Новгород, ноябрь 2001. – С. 62. Соавт. В. Н. Минеев, Н. А. Макаров.

2002

255. Детонационный и ударно-волновой синтез  $\sigma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  и новой модификации оксида алюминия  $\lambda$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  // Всероссийская конференция «Процессы горения и взрыва в физикохимии и технологии неорганических материалов»: тез. докладов. М. – 2002. – 24 – 27 июня, С. 506 – 509. Соавт. А. Н. Цвигунов, В. Г. Хотин, А. С. Красиков, Б. С. Светлов.

256. Технологические основы управления свойствами экологически чистых материалов и технологическими процессами их производства для металлургической и огнеупорной промышленности // Химия и химические продукты: тез. докладов, РХТУ. – 2002. – С. 14. Соавт. В. С. Осипчик, Н. Н. Тихонов.

257. Детонационный и ударно-волновой синтез оксидных фаз со структурой шпинели // Там же – С. 31. Соавт. В. Г. Хотин, А. Н. Цвигунов, А. С. Красиков, Б. С. Светлов.

258. Разработка электронного учебного пособия по курсу «Химическая технология керамики и огнеупоров» // Четвертая

межвузовская учебно-методическая конференция «Многоуровневое химико-технологическое образование в России: проблемы и возможности развития»: тез. докладов, М., 9 – 10 апреля 2002. – С. 28. Соавт. Н. Т. Андрианов, А. В. Беляков, И. Я. Гузман, Е. С. Лукин, Н. А. Макаров, Ю. М. Мосин, Б. С. Скидан.

259. Оптимизация состава материалов внешних ловушек ядерных реакторов // Атомная энергия. – 2002. – Т. 93. – Вып. 5, ноябрь, – С. 348 – 357. Соавт. В. Н. Минеев, Ф. А. Акопов.

260. Некоторые вопросы теплового состояния внешней ловушки и выбора ее оптимальной конфигурации // Инженерно-физический журнал. – 2002. – Т. 75. – № 1. – С. 3 – 8.

261. Термомеханическая стойкость защитного материала на основе циркониевых огнеупоров // Новые огнеупоры. – 2002. – № 2. – С. 42 – 47. Соавт. В. Н. Минеев, Ф. А. Акопов.

262. Вклад ученых университета в развитие химии и технологии силикатных материалов «Российский университет им. Д. И. Менделеева – прошлое, настоящее, взгляды в будущее». – М., 2002. – С. 245 – 267.

### 2003

263. Титановые композиции для жертвенного материала ловушки атомного реактора // Стекло и керамика. – 2003. – № 9. – С. 39 – 41. Соавт. Ф. А. Акопов, Э. Б. Боровкова, А. С. Воробьев, В. Н. Минеев, В. А. Петров.

264. 50 лет плодотворного сотрудничества // Новые огнеупоры. М. – 2003. – № 10. – С. 7 – 8.

265. Жертвенный материал для ловушки расплава атомного реактора // Международная научно-практическая конференция «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее»: сб. научн. тр., РХТУ им. Д. И. Менделеева. – 2003. – С. 137 – 143. Соавт. Э. Б. Боровкова, В. Н. Минеев, В. А. Петров, А. Ю. Воробьев.



266. Образование минералоподобных матриц для иммобилизации топлива и продуктов деления при тяжелой аварии ядерного реактора // Атомная энергия. – 2003. – Т. 95. – Вып. 6. – С. 446 – 450. Соавт. В. Н. Минеев, А. П. Паршин и др.

267. Взаимодействие  $ZrO_2$  керамики с расплавом активной зоны атомного реактора // Международная научно-практическая конференция «Наука и технология силикатных материалов – Настоящее и будущее»: сб. научн. трудов, РХТУ им Д. И. Менделеева. – 2003. – С. 17 – 18. Соавт. Ф. А. Акопов, В. Н. Минеев, Г. Е. Вальяно, Т. И. Бородина.

268. Совершенствование технологии керамики из нитрида алюминия // Там же. – С. 148 – 151. Соавт. И. Г. Кузнецова.

269. Пористая керамика на основе дистенсиллиманитового концентрата // Там же. – С. 189 – 193. Соавт. Б. Л. Красный, С. А. Журавлев.

270. Влияние дисперсности на циркона на белизну глазури санитарно-технических изделий // Там же. – С. 204 – 209. Соавт. В. В. Михалев, Е. Н. Малецкая.

2004

271. Огнеупоры на основе оксида алюминия и диоксида циркония // Новые огнеупоры. – 2004. – № 4. – С. 30 – 34. Соавт. Е. С. Лукин, О. П. Ополоник, Н. А. Макаров.

272. Международная научно-практическая конференция «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее» (секция керамики) // Стекло и керамика. – 2004. – № 3. – С. 36 – 37.

2005

273. Цеолитсодержащие глинистые породы как сырье в производстве керамических стеновых материалов // Строительные материалы. – 2005. – №2. – С. 52 – 53. Соавт. А. Г. Ашмарин.

274. Керамические стеновые материалы из цеолитсодержащего глинистого сырья // Стекло и керамика. – 2005. – № 10. – С. 14 – 16. Соавт. А. Г. Ашмарин.

275. Die Benutzung der Zeolithgehaltigen Tonstoffe ist ein wichtiger Faktor in der Erweiterung des Rohstoffstandards bei der Produktion der Keramikwandstoffe *Keramische Zeitschrift*. – 2005. – №11. – S. 25 – 28. Aschmarin A. G.

276. Применение оксидов редкоземельных металлов для окраски художественных изделий объединения «Гжель» // Успехи химии и химической технологии: сб. научн. трудов РХТУ им. Д. И. Менделеева, 8 – 10 июня 2005. – Т. XIX. – № 8 (56). – С. 75 – 78. Соавт. В. М. Логинов, Б. С. Скидан.

277. К вопросу производства керамических стеновых материалов на основе цеолитного глинистого сырья // Стекло и керамика. – 2005. – № 11. – С. Соавт. А. Г. Ашмарин.

2006

278. Применение оксидов редкоземельных металлов для декорирования фарфора // Стекло и керамика. – 2006. – № 9. – С. 9 – 10. Соавт. Е. П. Горбатов, А. А. Кондрукевич и др.

279. Каолины для производства санитарно-технических изделий // Стекло и керамика. – 2006. – № 9. – С. 17 – 21. Соавт. В. В. Михалев.

2007

280. Свойства глин для производства санитарно-технических изделий // Стекло и керамика. – 2007. – № 3. – С. 10 – 14. Соавт. В. В. Михалев.

281. Цветовые особенности фарфора, содержащего оксид неодима // XVIII Международная научно-техническая конференция «Конструкции и технологии получения изделий из неметаллических материалов»: тез.

докладов, Обнинск, 23 – 25 октября 2007. – С. 120 – 123. Соавт. Ю. Т. Платов, А. А. Кондрукевич.

282. Использование оксида неодима для окрашивания фарфора // Шестая Всероссийская научно-практическая конференция «Керамические материалы: производство и применение»: тез. докладов, Великий Устюг, 12 – 15 марта 2007. Соавт. В. М. Логинов, Ю. Т. Платов.  
2008

283. Цвет фарфора, содержащего оксид неодима // Стекло и керамика. – 2008. – № 6. – С. 27 – 31. Соавт. А. А. Кондрукевич, Ю. Т. Платов, Л. Х. Русович-Югай, Е. П. Горбатов.

284. Микроструктура фарфора, содержащего оксид неодима // Стекло и керамика. – 2008. – № 10. – С. 32 – 6. Соавт. А. А. Кондрукевич, Ю. Т. Платов.

285. Материалы для ловушки расплава активной зоны атомного реактора // Международная научно-практическая конференция «Высокотемпературные материалы и технологии в XX I веке». – РХТУ им. Д. И. Менделеева, 12-13 ноября 2008. Соавт. Ф. А. Акопов, Э. Б. Боровкова, Г. П. Чернышев, Е. С. Лукин – электронный ресурс.

286. Комплексная оценка влияния оксида неодима на цветовые и структурные особенности твердого фарфора // Международная научно-практическая конференция «Высокотемпературные материалы и технологии в XX I веке». – М. РХТУ им. Д. И. Менделеева 12 – 13 ноября 2008. Соавт. А. А. Кондрукевич, Ю. Т. Платов – электронный ресурс.

2009

287. Микроструктура фарфора, содержащего оксид неодима // Авторы – составители: Лукин Е. С., Беляков А. В., Макаров Н. А. [и др.]. Дмитрий Николаевич Полубояринов (1899 – 1975). У истоков отечественной огнеупорной промышленности. Сер. «Знаменитые

менделеевцы». – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. – 2009. – С. 238 – 248.  
Соавт. А. А. Кондрукевич.

## ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. А. с. 265446 СССР. Способ отверждения кремний-органических смол / Соавт. М. С. Акутин, В. С. Осипчик, В. Г. Мнацаканян, К. С. Корольков. 1968.
2. А. с. 376416 СССР. Способ отверждения кремний-органических смол / Соавт. В. С. Осипчик, М. С. Акутин, В. Я. Ленский, И. К. Санин, Б. П. Яценко. 1970.
3. А. с. 322939 СССР. Способ получения фтористого водорода и карбида кремния / Соавт. Л. Н. Архипова, Ю. Н. Горячева, Б. В. Громов, В. А. Зайцев и др. 1970.
4. А. с. 395412 СССР. Огнеупорный материал / Соавт. Д. М. Карпинос, В. М. Грошева, Б. П. Михащук, Г. А. Тоцкая, Д. Н. Полубояринов, Ю. И. Слинкин. 1970.
5. А. с. 5493815 СССР / Соавт. Г. М. Сафронов, В. Н. Батог, Т. А. Заславская, В. П. Репко, А. А. Майер, Л. Н. Дмитрук, Л. П. Фомченков, В. М. Скориков. 1971.
6. А. с. 59771 СССР / Соавт. М. С. Акутин, С. М. Бреховских, В. В. Дудин, Л. Е. Кудряшова, Е. Д. Лебедева, В. С. Осипчик. 1971.
7. А. с. 59771 СССР / Соавт. М. С. Акутин, С. М. Бреховских, В. В. Дудин, Л. Е. Кудряшова, Е. Д. Лебедева, В. С. Осипчик, Г. Н. Осьминская, Б. П. Яценко. 1971.
8. А. с. 357183 СССР. Огнеупорный материал / Соавт. Д. Н. Полубояринов, А. С. Метушевский, Д. М. Карпинос, В. М. Грошева, Е. П. Михащук. 1972.
9. А. с. 381650 СССР. Огнеупорный материал / Соавт. Д. М. Карпинос, В. М. Грошева, Б. П. Михащук, Л. М. Волкогон, Д. Н. Полубояринов, Ю. И. Слинкин. 1973.

10. А. с. 395650 СССР. Композиция на основе полиолефина / Соавт. М. С. Акутин, М. А. Кербер, В. С. Осипчик, А. Н. Шабдаш, Б. Н. Редченко, Н. В. Шмарова. 1973.
11. А. с. 361645 СССР. Огнеупорный материал / Соавт. Д. М. Карпинос, В. М. Грошева, Е. П. Михашук, Г. А. Тоцкая, Д. Н. Полубояринов, Ю. И. Слинкин. 1973.
12. А. с. 381650 СССР. Огнеупорный материал / Соавт. Д. М. Карпинос, В. М. Грошева, Е. П. Михашук, Л. М. Волкогон, Д. Н. Полубояринов, Ю. И. Слинкин. 1973.
13. А. с. 456487 СССР. Способ получения нитевидных кристаллов нитрида бора / Соавт. Э. Д. Яковлева, Н. Н. Новицкая. 1974.
14. А. с. 446489 СССР. Огнеупорный материал / Соавт. Д. М. Карпинос, В. М. Грошева, Ю. А. Пилиповский, В. А. Голевич, Ю. М. Шаматов, Д. Н. Полубояринов. 1974.
15. А. с. 442172 СССР. Бетонная смесь / Соавт. Ю. М. Бутт, В. В. Тимашев, В. В. Кудряшов. 1974.
16. А. с. 467147 СССР. Метод непрерывного электролитического получения перфорированной металлической фольги / Соавт. В. В. Бондарев, Б. С. Скидан, Н. М. Булгакова, Э. К. Захаров. 1974.
17. А. с. 477974 СССР. Керамический материал / Соавт. Д. М. Карпинос, В. М. Грошева, Ю. А. Пилиповский, В. А. Голенович, Ю. М. Шаматов, О. Ф. Черняков, Д. Н. Полубояринов. 1975.
18. А. с. 481578 СССР. Огнеупорный материал / Соавт. Д. М. Карпинос, В. М. Грошева, Л. М. Волкогон, Ю. А. Пилиповский, В. А. Голенович, Ю. М. Шаматов, Д. Н. Полубояринов. 1975.
19. А. с. 530048 СССР. Пресс-материал на основе полиметилфенилсилоксановой смолы / Соавт. Ю. Ф. Рыжков, В. С. Осипчик, М. С. Акутин, Е. И. Чибисов, Т. Е. Маркина, В. А. Силаев. 1975.

20. А. с. 530017 СССР. Композиционный материал / Соавт. Д. М. Карпинос, В. М. Грошева, А. Е. Рутковский, Г. П. Орлова. 1976.
21. А. с. 527405 СССР. Композиционный материал / Соавт. Д. М. Карпинос, В. М. Грошева, В. А. Голенович, А. Е. Рутковский, Г. А. Лужанский, Э. Д. Яковлева. 1976.
22. А. с. 555632 СССР. Шихта на основе порошка нитрида бора и способ изготовления изделий / Соавт. Д. Н. Полубояринов, А. В. Федотов, И. Г. Кузнецова, Э. Д. Яковлева, М. Д. Бершадская, А. Г. Аветиков. 1976.
23. А. с. 553228 СССР. Огнеупорный материал / Соавт. Д. М. Карпинос, В. М. Грошева, В. П. Морозова, С. П. Литовченко, Б. П. Ермолка. 1976.
24. А. с. 567794 СССР. Шихта для получения армированного пеностекла / Соавт. Т. Н. Кешишян, О. А. Мусзик. 1976.
25. А. с. 607815 СССР. Композиция для изготовления искусственного поделочного камня / Соавт. О. А. Неделяев, А. И. Доснин, В. П. Кравченко. 1978.
26. А. с. 607402 СССР. Способ получения волокнистого материала из карбида кремния / Соавт. А. В. Иванов, Т. Н. Кешишян. 1978.
27. А. с. № 611513 СССР. Автоэлектронный метод / Соавт. М. С. Чупина, Б. С. Скидан, Н. И. Демиденко. 1978.
28. А. с. 638046 СССР. Способ изготовления керамических изделий / Соавт. Р. Ф. Малтышева, Е. Д. Лебедева, М. С. Акутин, В. С. Осипчик, И. М. Демонис.
29. А. с. 652149 СССР. Композиционный материал / Соавт. Д. М. Карпинос, М. В. Грошева, В. М. Зильберберг, А. Е. Рутковский, Л. С. Супрун. 1978.
30. А. с. 638047 СССР. Композиционный материал / Соавт. Г. А. Фомина, И. П. Шепилов, Б. С. Скидан, Е. В. Тимашева. 1978.

31. А. с. 707126 СССР. Высокотемпературный материал / Соавт. В. В. Друнин, Л. Б. Гутнова, Б. М. Барыкин, В. Н. Кузнецов, Е. В. Тимашева, Г. А. Фомина. 1979.
32. А. с. 707127 СССР. Высокотемпературный материал / Соавт. В. В. Друнин, Л. Б. Гутнова, Б. М. Барыкин, В. Н. Кузнецов, Е. В. Тимашева, Г. А. Фомина. 1979.
33. А. с. 696718 СССР. Высокотемпературный материал / Соавт. Л. Б. Гутнова, В. Н. Кузнецов, Г. А. Фомина, Г. П. Телегин, В. М. Костиков, И. П. Шепелов. 1979.
34. А. с. 737097 СССР. Смесь для изготовления литейных стержней / Соавт. А. В. Беляков, И. М. Демонис, В. Н. Дрогин, В. С. Осипчик.
35. А. с. 747097 СССР. Способ изготовления керамических изделий / Соавт. Н. Ф. Майникова, Р. А. Москальнов, Г. В. Боталов, М. С. Акутин.
36. А. с. 704037 СССР / Соавт. К. И. Рябцев, И. Г. Кузнецова, А. А. Майер, Н. А. Грачева.
37. А. с. 754810 СССР. Керамический прозрачный материал / Соавт. Е. С. Лукин, Г. Б. Тельнова, Р. Я. Каньш.
38. А. с. 824633 СССР. Шихта для изготовления композиционных материалов / Соавт. Д. М. Карпинос, В. М. Грошева, А. Е. Рутковский, С. А. Воробьева, Н. А. Петрунина, Л. Е. Редчиц. 1980.
39. А. с. 764309 СССР. Способ изготовления электрических нагревателей / Соавт. В. Л. Балкевич, М. А. Андрианов, Б. И. Поляк, Ю. М. Мосин, В. Е. Сотников. 1980.
40. А. с. 853977 СССР. Способ получения керамического прозрачного материала / Соавт. Е. С. Лукин, Г. Б. Тельнова, Н. П. Куклев, Н. П. Социн, Р. А. Кангин, С. А. Кузнецов, В. Г. Виноградов. 1981.
41. А. с. 881502 СССР. Вращающийся под кольцевой печи / Соавт. А. И. Бенделев, И. А. Макаров. 1981.



42. А. с. 791697 СССР. Способ получения термостойкой керамики / Соавт. Е. В. Тимашева, Г. А. Фомина.
43. А. с. 992490 СССР. Электропроводный керамический материал / Соавт. Ф. А. Акопов, Е. Е. Подклетнов, Г. П. Чернышев. 1981.
44. А. с. 1021122 СССР. Высокотемпературный электропроводный материал / Соавт. Ф. А. Акопов, Е. Е. Подклетнов, Г. П. Чернышев.
45. А. с. 952816 СССР. Шихта для изготовления огнеупорного материала / Соавт. А. И. Бенделев, И. А. Макаров, Е. Г. Дудеров. 1982.
46. А. с. 952817 СССР. Шихта для изготовления огнеупорного материала / Соавт. А. И. Бенделев, И. А. Макаров, Е. Г. Дудеров. 1982.
47. А. с. 984187 СССР. Шихта для изготовления огнеупорных изделий / Соавт. Е. И. Давыденко, Ю. Г. Горячковский, Т. А. Сыроваткина, В. С. Осипчик, Е. Д. Лебедева, М. С. Акутин, Г. В. Батанова, Л. М. Демиденко. 1982.
48. А. с. 996325 СССР. Способ получения волластонита / Соавт. Ф. С. Перес, В. П. Скрипник, С. Н. Вайнберг, А. Б. Клигер, А. А. Жук. 1982.
49. А. с. 992483 СССР. Способ обработки керамических масс / Соавт. С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник. 1982.
50. А. с. 995593 СССР. Теплопреобразователь / Соавт. В. Л. Балкевич, А. В. Сатановский, В. Е. Сотников, Ю. М. Мосин, М. А. Андрианов, Н. А. Иофис. 1982.
51. А. с. 1002273 СССР. Шихта для получения изделий из нитрида алюминия / Соавт. Н. А. Грачева, И. Г. Кузнецова, О. Е. Суркова, Т. М. Саркисян, Э. Е. Неделько, М. Д. Бершадская, А. Г. Аветиков.
52. А. с. 1002273 СССР. Шихта для получения изделий из нитрида алюминия / Соавт. Н. А. Грачева, И. Г. Кузнецова, О. Е. Суркова, Т. М. Саркисян, Э. Е. Неделько, М. Д. Бершадская, А. Г. Аветиков.

53. А. с. 986903 СССР. Электропроводный керамический материал / Соавт. Ф. А. Акопов, Е. Е. Подклетнов, Г. П. Чернышев. 1982.
54. А. с. 1105292 СССР. Раствор для удаления никелевых покрытий, нанесенных химическим способом / Соавт. В. С. Кузько, А. Л. Горкуненко, И. В. Кудряшов, Н. Т. Андрианов. 1982 - 1984.
55. А. с. 1069329 СССР Композиционный материал / Соавт. Е. С. Лукин, Е. И. Давыденков, З. И. Павлова, Ю. Г. Горлаковский, Д. В. Трапезьева, Л. В. Фатеева, В. С. Буркин, Н. И. Натенок, М. И. Харитонов. 1982 - 1983.
56. А. с. 1196096 СССР. Смесь для изготовления водорастворимых стержней / Соавт. А. В. Беляков, Л. Н. Курзякова. 1982.
57. А. с. 186239 СССР / Соавт. В. А. Кобзарь, Е. М. Ланин, В. В. Булавкин, Н. А. Смоленцев, А. В. Беляков, Н. С. Чернецкая, К. С. Павлов, В. А. Лякин, С. В. Телерский, Э. А. Шахнов. 1983.
58. А. с. 1128541 СССР. Способ изготовления керамических изделий из нитрида бора / Соавт. И. Г. Кузнецова, А. В. Федотов, М. Д. Бершадская, В. Г. Аветиков, Э. А. Кнышев, В. А. Рябин, М. И. Ярмоленко, В. И. Черных. 1984.
59. А. с. 1159282 СССР. Состав шихты для изготовления керамического материала / Соавт. Е. Н. Бухарин, А. А. Алексеев. 1984.
60. А. с. 1159283 СССР. Состав шихты для изготовления керамического материала / Соавт. Е. Н. Бухарин, А. А. Алексеев. 1985.
61. А. с. 1222660 СССР. Способ изготовления стеновых керамических изделий / Соавт. О. Н. Токарева, В. И. Бургамистров, А. Г. Навроцкий, Г. Н. Дуденкова, Е. С. Жук, В. Г. Токаев, И. И. Миушкин. 1985.
62. А. с. 119229 СССР / Соавт. И. И. Демченко, В. П. Скрипник, Г. А. Ягодин, Т. В. Кузнецова, Б. В. Гусев, А. И. Швачко, С. Н. Вайнберг. 1985.

63. А. с. 1196096 СССР. Смесь для изготовления водорастворимых стержней / Соавт. А. В. Беляков, Л. Н. Курзякова. 1985.
64. А. с. 235428 СССР / Соавт. В. А. Ксенофонтова, Е. А. Зенина, В. Я. Шестоपालов, В. А. Панкратов, А. В. Беляков, И. М. Демонис. 1985.
65. А. с. 1294787 СССР. Способ изготовления керамических изделий / Соавт. В. В. Баранов, С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник, В. А. Сидорова, Т. Н. Солнышкина, Г. Г. Крыжановская. 1985.
66. А. с. 235428 СССР / Соавт. В. А. Ксенофонтова, Е. А. Зенина, В. Я. Айзикович, В. А. Панкратов, А. В. Беляков, И. М. Демонис. 1986.
67. А. с. 136190 СССР. Шихта для получения теплопроводных керамических изделий / Соавт. И. Г. Кузнецова, В. А. Ильенко, М. Д. Бершадская, Э. Е. Неделько, В. К. Ерошев, Л. И. Боброва, Е. Н. Бухарин. 1986.
68. А. с. 1374710 СССР. Состав шликера для горячева литья под давлением / Соавт. И. Г. Кузнецова, Э. Е. Неделько, М. Д. Бершадская, Е. И. Чернышев, М. М. Погожева, А. А. Алексеев, А. Г. Садковский, О. Б. Кулиев, А. К. Мурашов, Л. А. Бересневич. 1986.
69. А. с. 1391023 СССР. Состав для металлизации нитридной керамики / Соавт. В. И. Куриков, Л. И. Бересневич, М. А. Погожева. 1986.
70. А. с. 1391021 СССР. Состав для изготовления керамического материала / Соавт. А. Л. Юрков, Б. С. Скидан. 1986.
71. А. с. 23877553 СССР. Способ изготовления автоэмиссионного многоистрийного катода / Соавт. Б. С. Скидан, Е. С. Чикишева, М. С. Чупина. 1986.
72. А. с. 1406994 СССР. Бетонная смесь / Соавт. Г. А. Ягодин, В. В. Гусев, В. А. Загурский, Н. С. Никонова, А. В. Простяков, В. В. Митюшин, Ю. Р. Кривобородов, В. П. Скрипник. 1986.

73. А. с. 1385501 СССР. Сырьевая смесь для изготовления силикатных изделий / Соавт. Г. А. Ягодин, Т. В. Кузнецова, Н. С. Никонова, В. В. Митюшин, Ю. Р. Кривобородов, В. П. Скрипник.

74. А. с. 1606496 СССР. Сырьевая смесь для получения майоликовых масс / Соавт. В. М. Логинов, А. М. Курбанов. 1988.

75. А. с. 1550233 СССР. Способ получения поликристаллического кубического нитрида бора / Соавт. К. П. Бурдина, А. И. Захаров, Н. А. Попова. 1988.

76. А. с. 1485634 СССР. Способ получения нитрида бора / Соавт. И. Г. Кузнецова, М. Д. Бершадская, Н. Г. Девятайкина, М. И. Ярмоленко, Н. В. Корецкая, В. Д. Власов. 1989.

77. А. с. 1548175 СССР. Керамическая масса для изготовления стеновых изделий / Соавт. В. Ш. Бинчкаускас. 1989.

78. А. с. 1614417 СССР. Способ изготовления керамических изоляторов на основе нитрида алюминия / Соавт. И. Г. Кузнецова, Т. М. Саркисян. 1990.

79. А. с. 1692999 СССР. Способ получения вяжущего / Соавт. Т. В. Кузнецова, В. П. Рисович, Н. С. Немцова, В. В. Митюшин, Ю. Р. Кривобородов, А. В. Пристянов, Е. А. Чеботарь, Т. И. Леонова, В. И. Прихно. 1990.

80. А. с. 1698221 РФ. Способ изготовления твердого фарфора / Соавт. В. М. Логинов, А. М. Курбанов. 1991.

81. А. с. 1653270 РФ. Способ получения порошка нитрида кремния / Соавт. И. Г. Кузнецова, Т. М. Саркисян. 1991.

82. А. с. 1680667 РФ. Способ обработки керамической массы / Соавт. С. Н. Вайнберг, В. П. Скрипник, А. Н. Чернышев, В. А. Шобанов, Г. Г. Крыжановская, М. И. Бродская. 1991.

83. А. с. 1696386 РФ. Способ получения нитрида кремния / Соавт. А. И. Захаров, Э. Б. Прилуцкий, О. А. Саркисян. 1991.

84. А. с. 1699917 РФ. Способ получения карбида кремния / Соавт. А. И. Захаров, Э. Б. Прилуцкий, О. А. Саркисян. 1992.

85. Патент РФ 1828637. Способ получения порошка нитрида алюминия. 1992.

86. Патент РФ 2029752. Способ получения плотной теплопроводной керамики на основе нитрида алюминия / Соавт. И. Г. Кузнецова, М. Д. Чернецкая. 1995.

87. Патент РФ 2187852. Ловушка расплава активной зоны ядерного реактора.

**ДИССЕРТАЦИОННЫЕ РАБОТЫ,  
ВЫПОЛНЕННЫЕ ПОД РУКОВОДСТВОМ А. С. ВЛАСОВА**

1. Исследование и регулирование свойств керметов в некоторых системах корунд - металл: дис. ... канд. техн. наук / Б. С. Скидан; Научн. рук. Д. Н. Полубояринов, А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1966. – 143 с.

2. Сравнительное изучение способов выращивания кристаллов окиси магния и исследование их свойств: дис. ... канд. техн. наук / А. С. Метушевский; Научн. рук. Д. Н. Полубояринов, А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1972. – 171 с.

3. Исследование условий синтеза и разработка технологии волокон нитрида бора: дис. ... канд. техн. наук / Э. Д. Яковлева; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1975. – 223 с.

4. Физико – химические исследования поведения систем металл – окисел при нагревании, где металл - W, Ta, Mo, окисел -  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $Cr_2O_3$ : дис. ... к.х.н. / Г. Д. Пасечник; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1976. – 179 с.

5. Исследование влияния волокнистых и зернисто-дисперсных добавок на вспенивание, структуру и свойства пеностекла: дис. ... канд. техн. наук. / О. А. Мусвик; Научн. рук. Т. Н. Кешишян, А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1977. – 173 с.

6. Разработка условий получения и изучения свойств керамики из окиси алюминия, полученной газопламенным методом: дис. ... канд. техн. наук / С. М. Абрамян; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1977. – 159 с.

7. Исследование условий получения поликристаллических окисных волокон: дис. ... канд. техн. наук / Н. О. Толстикова; Научн.

рук. А. С. Власов, Э. К. Захаров. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1977. – 167 с.

8. Исследование условий кристаллизации бинарной системы  $\text{CeO}_2$  - W: дис. ... канд. техн. наук / З. П. Богданова; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1978. – 182 с.

9. Изучение условий получения и свойств закристаллизованных композиционных материалов в некоторых системах карбид металла - металл: дис. ... канд. техн. наук / Н. И. Демиденко; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1980. – 198 с.

10. Исследование условий получения и свойств керамических композиционных материалов на основе нитрида бора: дис. ... канд. техн. наук / С. В. Морозов; Научн. рук. А. С. Власов, консультант И. Г. Кузнецова – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1981. – 150 с.

11. Вакуумная плазменно-дуговая технология металлизации керамики в производстве изделий электровакуумной техники: дис. ... канд. техн. наук / Н. А. Капралова; Научн. рук. А. С. Власов, В. П. Гринченко. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1982. – 210 с.

12. Огнеупорные материалы для подин коксовых печей: дис. ... канд. техн. наук / А. И. Бенделев; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1983. – 182 с.

13. Воздействие бактерий на состав и технологические свойства керамического сырья: дис. ... канд. техн. наук / С. Н. Вайнберг; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, Кишинев: Молдавский Научно-исслед. и проектно-конструкторский ин-т строительных материалов, 1983. – 278 с.

14. Получение сегнетокерамики в системах  $\text{BaTiO}_3 - \text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$  и  $\text{BaTiO}_3 - \text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$ : дис. ... канд. техн. наук / Э. Г. Гаврыховска; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1983. – 176 с.

15. Получение термостойкой оксидной керамики со слоистой и грануло-слоистой структурой: дис. ... канд. техн. наук / Е. В. Тимашева; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1983. – 196 с.

16. Высокотемпературные теплоизоляционные материалы из поликристаллических волокон оксидов алюминия и циркония: дис. ... канд. техн. наук / Н. М. Астахова; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1984. – 193 с.

17. Разработка состава и технологии керметов систем AlN - Me (Fe, Ni, Cr, Mo, W) для объемных поглотителей электромагнитной энергии: дис. ... канд. техн. наук / Е. Н. Бухарин; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. – 184 с.

18. Влияние биообработки керамических масс на технологию и свойства керамических облицовочных плиток: дис. ... канд. техн. наук / В. В. Баранов; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. – 162 с.

19. Получение и свойства поликристаллических волокон нитрида и карбида кремния: дис. ... канд. техн. наук / А. В. Иванов; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1986. – 174 с.

20. Разработка технологии магнитных гранул из оксидов для электромагнитных измельчителей: дис. ... канд. техн. наук / Н. Б. Котлярова; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1986. – 232 с.

21. Корундовые керамические материалы со слоисто-гранульной структурой: дис. ... канд. техн. наук / Д. А. Иванов; Научн. рук. А. С. Власов, Г. А. Фомина – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1987. – 159 с.

22. Термостойкая электропроводная керамика на основе твердых растворов диоксида циркония: дис. ... канд. техн. наук /



Е. Е. Подклетнов; Научн. рук. А. С. Власов, Ф. А. Акопов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1987. – 156 с.

23. Керамика на основе кубического нитрида бора с регулируемой микроструктурой: дис. ... канд. техн. наук / А. И. Захаров; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1988. – 182 с.

24. Влияние биообработки масс на технологические свойства фарфора: дис. ... канд. техн. наук / А. Н. Чернышев; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1990. – 187 с.

25. Порошки и нитевидные кристаллы карбида и нитрида кремния из отходов переработки рисовой шелухи: дис. ... канд. техн. наук / О. А. Саркисян; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1993. – 132 с.

26. Кобальтовые подглазурные краски, устойчивые к действию высоких температур и газовых сред, для декорирования фарфора: дис. ... канд. техн. наук / Югай Нам Сун; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1997. – 159 с.

27. Твердый фарфор с добавкой оксида неодима: дис. ... канд. техн. наук / А. А. Кондрукевич; Научн. рук. А. С. Власов. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2008. – 122 с.

## **ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ**

Б. С. СКИДАН, А. С. ВЛАСОВ, Д. Н. ПОЛУБОЯРИНОВ

## ИЗУЧЕНИЕ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ КЕРМЕТОВ СИСТЕМЫ

$\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Me}$

Керамика чистых окислов находит самое широкое применение в различных отраслях промышленности [1 – 3]. Несколько ограничивает применение окисной керамики ее низкая сопротивляемость к удару. В литературе [1, 4] указывалось, что легирование окисной керамики металлами, то есть создание керметов, увеличивает ее ударную вязкость. Там же приводятся данные, касающиеся систем  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Cr}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{W}$ .

Целью настоящей работы являлось исследование ударной вязкости керметов системы  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Me}$ , где  $\text{Me} - \text{W}, \text{Mo}, \text{Nb}, \text{Cr}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe}$ , и изучение путей ее повышения.

Для проведения исследований воспользовались усовершенствованной методикой определения ударной вязкости [5]. Определения проводились на образцах  $3,7 \times 3,7 \times 35$  мм, спеченных в вакуумной печи ТВВ-4 при температурах, близких к температурам плавления легкоплавкой составляющей кермета.

Повышение содержания металла в кермете приводит к увеличению значения ударной вязкости. Особенно это заметно при содержании металла более 30 об. %. На рис. 1 представлена кривая зависимости ударной вязкости от содержания металла (Nb) в кермете ниобий – корунд. Значения ударной вязкости изменяются от 4,47 кгсм/см<sup>2</sup> при содержании 30 % (объемн.) металла до 67,3 кгсм/см<sup>2</sup> при содержании металла 82 % (объемн.).

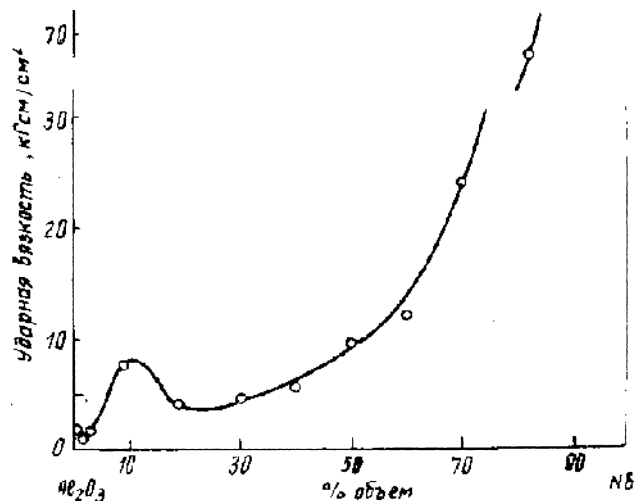


Рис. 1. Зависимость ударной вязкости кермета  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Nb}$  от состава

С увеличением содержания металла изменяется и характер разрушения образцов. На рис. 2 представлены кривые разрушения образцов керметов с содержанием металла 30 (1) и 82 % (2). Из рисунка видно, что разрушение кермета с корундовым каркасом является «хрупким», у кермета с металлическим каркасом проявляется некоторое пластическое течение (кривая 2), что выражено увеличением длительности процесса разрушения и характером кривой, на которой имеются неярко выраженные перегибы.

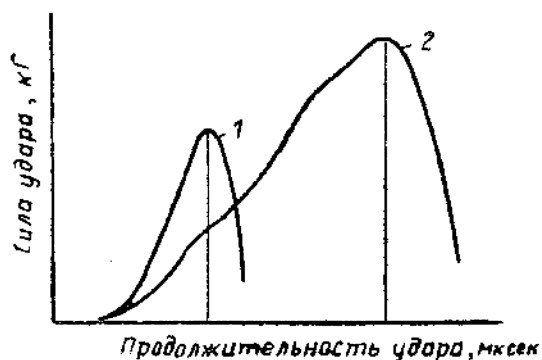


Рис. 2. Кривые разрушения образцов кермета. Состав кермета: 1 – 70 %  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 30$  % Nb; 2 – 18 %  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 82$  % Nb

Следует отметить аномальное повышение ударной вязкости с 1,2 для  $Al_2O_3$  до 7,8 кгсм/см<sup>2</sup> кермета  $Al_2O_3 - Nb$  при содержании металла 9,0 об. %. Такое же отклонение наблюдалось на кривой зависимости прочности при изгибе от состава. Видимо, упрочнение кермета происходит из-за более плотной упаковки зерен обеих фаз, что подтверждается данными о пористости. При содержании в кермете ниобия 1 % (объемн.) пористость его составляет 4,0 %, при содержании 9 % (объемн.) была нулевой, при дальнейшем увеличении содержания металла до 30 % пористость возрастает до 1 %.

Ударная вязкость кермета зависит от адгезионного сцепления частиц металла и корунда: площади контакта, формы частиц и их химического взаимодействия.

Пористость оказывает существенное влияние на ударную вязкость керметов. Из таблицы видно, что на плохо спекающихся керметах, в которых металл не взаимодействует с окислом ( $Al_2O_3 - Ni$ ;  $Al_2O_3 - Co$ ,  $Al_2O_3 - Fe$ ,  $Al_2O_3 - W$ ), не удалось получить высокую ударную вязкость. Она лежит в пределах от 0,60 до 1,0 кгсм/см<sup>2</sup> при содержании 50 об. % металла.

### Ударная вязкость керметов

Кермет	Состав, % объем.		Добавка сверх 100 %	Пористость, %	Прочность при изгибе, кг/см <sup>2</sup>	Ударная вязкость, кгсм/см <sup>2</sup>
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	металл				
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Ni	50	50		33,0	430	0,85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Co	50	50	–	29,5	680	0,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + W	50	50	–	24,0	810	0,70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Mo	50	50	–	3,0	3440	1,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Nb	50	50	–	2,5	4880	10,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Ni	50	50	2 % TiO <sub>2</sub>	16,0	1230	1,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Ni	50	50	4 % TiO <sub>2</sub>	11,0	1680	2,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Co	50	50	2 % TiO <sub>2</sub>	14,0	1490	1,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + W	50	50	1 % Ni	4,5	3050	1,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + W	50	50	3 % Zr	7,0	3500	2,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe	50	50	2 % TiO <sub>2</sub>	13,5	1220	1,60

У хорошо спекшихся нелегированных керметов типа Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Nb, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Mo значения ударной вязкости были 10,6 кгсм/см<sup>2</sup> – для первого и 1,3 кгсм/см<sup>2</sup> – для второго керметов, содержащих 30 об. % металла.

При введении легирующих добавок наблюдалось повышение ударной вязкости керметов. Так, при введении в кермет Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Ni двуокиси титана спекание кермета (без химического взаимодействия между металлом и окислом) улучшалось, уменьшалась пористость с 33 до 16 % и увеличивалась ударная вязкость с 0,8 до 1,52 кгсм/см<sup>2</sup> для кермета, содержащего 50 % никеля. То же самое наблюдалось при введении в кермет Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – W добавки никеля, что также привело к увеличению ударной вязкости с 0,65 до 1,18 кгсм/см<sup>2</sup> при содержании металла 50 %.

Существенное влияние на ударную вязкость оказывают добавки, которые взаимодействуют как с металлом, так и с окислом, образуя третий промежуточный упрочняющий слой. При добавлении в кермет  $Al_2O_3 - W$  металлического циркония ударная вязкость увеличивается с 0,65 до 2,64 кгсм/см<sup>2</sup>.

#### Выводы

Ударная вязкость керметов  $Al_2O_3 - Me$ , где металл – W, Mo, Nb, Cr, Co, Ni, Fe, возрастает с увеличением содержания металлической фазы. С уменьшением пористости ударная вязкость растет. В присутствии легирующих добавок, которые дают промежуточный слой, как в случае введения Zr в кермет  $W + Al_2O_3$ , ударная вязкость керметов также значительно возрастает.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Керметы. Под ред. Тинккло Д ж. Р. и Крэндалла Ч. Б. М., ИЛ, 1962.
2. Д. Н. Полубояринов, В. Л. Балкевич, Р. Я. Попильский. Высокоглиноземистые огнеупорные и керамические материалы, М., Госстройиздат, 1960.
3. Новые материалы в технике, М., 1962.
4. А. Н. Августиник. Ж. ВХО им. Д. И. Менделеева, № 2, 156 (1960).
5. Б. С. Скидан, А. С. Власов, Д. Н. Полубояринов. Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева, вып. 50, 210 (1966).

А. С. ВЛАСОВ, Ю. И. СЛИНКИН, Э. К. ЗАХАРОВ, В. А. ГРУНИЧЕВ  
**ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ РОСТА НИТЕВИДНЫХ  
КРИСТАЛЛОВ КАРБИДА КРЕМНИЯ**

Потребность науки и техники в нитевидных кристаллах в настоящее время очень велика, однако их производство в промышленных масштабах находится в стадии разработки. Большинство методов получения нитевидных кристаллов SiC [1 – 11], описанных в литературе, либо малопригодны для промышленных масштабов (в виду сложности аппаратуры, агрессивности среды, низкой производительности), либо страдают существенным недостатком, а именно, загрязнением полученных кристаллов побочными продуктами.

Известно, что образование карбида кремния в интервале температур 1300 – 1700 °С идет, главным образом, за счет взаимодействия моно окиси кремния и окиси углерода по реакции



При этом на один моль образовавшегося SiC получается 2 моля SiO<sub>2</sub>, что затрудняет рост кристаллов карбида кремния [10].

В работе [11] рассматриваются процессы получения карбида кремния взаимодействием кремнезема с углеродом при 1300 – 1550 °С в атмосфере аммиака или смеси азота и водорода. Однако авторы работы не указывают на влияние газовой среды на выход и качество нитевидных кристаллов карбида кремния. Так как при взаимодействии кремнезема с углеродом реакция образования карбида кремния идет с участием окиси углерода, то последняя будет существенно влиять на выход SiC. Кроме того, не выяснена также и роль водорода в процессе роста кристаллов.



В связи с вышеизложенным, мы попытались выяснить влияние концентрации окиси углерода в газовой среде, водорода, состояния подложек и других технологических параметров на выход и рост нитевидных кристаллов карбида кремния.

Моноокись кремния, необходимая для протекания реакции (1), образовывалась в результате взаимодействия кремнезема с углеродом и водородом



Нитевидные кристаллы выращивали в вакуумных печах сопротивления с графитовыми нагревателями и экранами. Шихта загружалась в графитовый тигель, который помещался в рабочее пространство печи в зону с максимальной температурой. Над тиглем устанавливали графитовые подложки. Ввод газа осуществлялся снизу таким образом, чтобы поток его омывал сначала тигель, а затем подложки. В ходе эксперимента оптическим пирометром ОППИР-017 измерялась температура и тигля и подложки, что позволяло контролировать температурный перепад в рабочем пространстве печи. Опыты проводились при 1300 – 1550 °С.

В качестве шихты использовалась смесь кремнезема и нефтяного кокса. Использовался кремнезем различных марок: кварцевый песок, безводная кремневая кислота и кремнезем, полученный гидролизом тетраоксида кремния. Последний имел минимальное количество примесей. Кремнезем и кокс размалывали до размера зерен 0,5 – 1 мм и готовили смеси с мольным соотношением Si: C от 1,5: 1 до 1 : 1,8. В результате было установлено, что изменение соотношения Si: C в этих пределах не оказывало заметного влияния на выход нитевидных кристаллов SiC. Наибольший выход кристаллов имеет место при

использовании кремнезема, полученного из  $\text{SiCl}_4$ , что, по-видимому, вызвано его большей активностью.

При исследовании влияния потока газа ( $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2 + \text{N}_2$ ) и его влажности на выход кристаллов  $\text{SiC}$  пользовались как естественной, так и принудительной конвекцией газа. В первом случае печь заполняли водородом или смесью  $\text{H}_2$  и  $\text{N}_2$ , во втором случае газы пропускали снизу в течение опыта. В тигель помещали кварцевый песок, при этом моноокись кремния образовывалась главным образом по реакции (3). Окись углерода образовывалась при взаимодействии влаги, содержащейся в газах, с графитовым тиглем. Образовавшаяся по реакции (1) двуокись кремния, в свою очередь, реагирует с водородом по реакции (3) и уходит из зоны осаждения карбида кремния. Таким образом, на подложках при определенной температуре осаждается карбид кремния, свободный от кремнезема.

Влияние парциального давления водяного пара на изменение веса подложки и тигля с кварцевым песком представлено на рис. 1. Опыты проводились при температуре  $1500^\circ$ . Влажность водорода определялась по точкам росы. Как видно из графика, при парциальном давлении водяного пара в водороде от 6 мм рт. ст. и выше влажность газа (а следовательно, и концентрация  $\text{CO}$  в газовой фазе) мало влияет на выход кристаллов карбида кремния. Это можно объяснить, по-видимому, тем, что вся моноокись кремния вступает в реакцию образования карбида кремния.

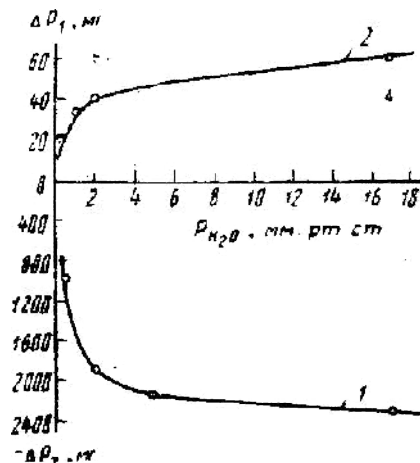


Рис. 1. Изменение веса тигля с кварцевым песком и подложки в потоке водорода в зависимости от его влажности. Температура  $1500^{\circ}\text{C}$ , давление водорода 1 ата, выдержка 2 ч. 1 – Изменение веса тигля с кварцевым песком; 2 – изменение веса подложки

На основании этих данных можно утверждать, что для получения максимального выхода кристаллов карбида кремния необходим избыток окиси углерода. Хотя стехиометрическое мольное соотношение  $\text{SiO} : \text{CO}$  составляет 3: 1, практически максимальный выход получается при мольном соотношении  $\text{SiO} : \text{CO} \sim 1 : 10$  и выше.

Наблюдение за зарождением и ростом нитевидных кристаллов на графитовых подложках осуществлялось в одинаковых условиях, но при различных выдержках при определенной температуре. После опыта подложки рассматривали под микроскопом и фотографировали.

На рис. 2 показано начало осаждения нитевидных кристаллов. Как видно из рисунка, на подложке вначале вырастают либо единичные кристаллы, либо сгустки кристаллов. Вероятно, осаждение начинается в активных местах подложек. В данном случае куст из нитевидных кристаллов  $\text{SiC}$  образовался, по-видимому, благодаря скоплению примесей в этом месте. Однако это предположение требует тщательной проверки, так как известно, что примеси на подложке могут иметь

двойную роль: в одних случаях они ускоряют зарождение и рост кристаллов, в других – наоборот, замедляют этот процесс. Многочисленные опыты показали, что хороший рост нитевидных кристаллов наблюдается лишь на «новых» подложках. На подложке, которая уже использовалась для выращивания кристаллов, добиться хорошего выхода крайне трудно.

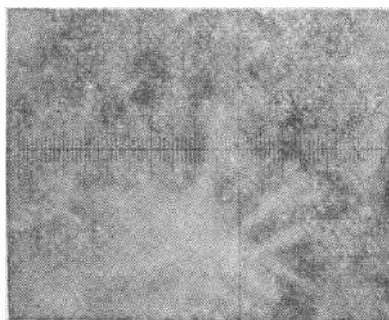


Рис. 2. Графитовая подложка после опыта, проведенного при следующих условиях: температура тигля с  $\text{SiO}_2$  – 1450 °С, давление водорода 1,1 ата, выдержка – 0,5 н

На многих нитевидных кристаллах, выращенных этим методом, на конце кристалла образуется шарик с металлическим блеском, который растворяется только в смеси плавиковой и азотной кислот. Это указывает на то, что он состоит из кремния. В связи с этим можно предположить, что образование и рост нитевидных кристаллов карбида кремния происходит не только по реакции (1) из газовой фазы, но и с участием жидкой фазы (кремния, насыщенного углеродом). Об этом сообщалось ранее [11 – 13]. Предварительные измерения показали, что прочность нитевидных кристаллов, выросших по V–L–S-механизму, значительно ниже прочности кристаллов, выращенных из газовой фазы.

Следует также отметить рост очень качественных нитевидных кристаллов в отверстиях подложек, когда потоки газов как бы омывают кристалл. Прочность на растяжение таких кристаллов достигает  $\sim 3000$  кг/мм<sup>2</sup>. Кроме того, обычно отсутствует шарик на конце, что

предполагает, вероятно, рост этих кристаллов через паровую фазу, а не по V–L–S-механизму.

#### Выводы

1. Получены нитевидные кристаллы карбида кремния, практически свободные от кремнезема.
2. Определено оптимальное мольное соотношение монооксида кремния и окиси углерода в газовой фазе, которое составляет 1 : 10 ÷ 1 : 12.
3. Установлено, что прочность на растяжение нитевидных кристаллов, выросших из газовой фазы, выше прочности нитевидных кристаллов, выросших по V–L–S-механизму.
4. Установлено, что водород является переносчиком кремнезема.
5. Нитевидные кристаллы SiC хорошо растут только на «новых» подложках.



1. W Pultz. U. S. Patent, № 3161473, 23 – 208, Dec. 1964.
2. W. Pultz. Англ. патент № 1015844. C01B, 7.8.1964, опубл 5.01.1966.
3. W. Pultz. U. S. Патент № 3335049. кл. 161 – 176, 10.03.65, оп. 8.08.67.
4. W. Pultz. U. S. Патент № 3371995, кл. 23 – 208, 09.07.65, оп. 05.03.68.
5. Фр. пат. № 1558697, C 23c, 11/00, 12.3.68, оп. 28.2.68.
6. ФРГ. пат. № 1196169, кл. 12, 31/36, 16.04.62, оп. 10.03.66.
7. N. P. Kirchner, P. Knoll. J. Amer. Ceramic Society, 46, № 6 (1963).
8. S. Susman, R. Spenser Spsiggs, H. S. Weber. Silicon Carbide a High Temperature Semiconductors, Boston. Mass. Apr 2 – 3, p. 94, 1959.
9. Патент США. № 3306705, кл. 23 – 208, 28.2.1967.
10. Патент США № 3386840, Сe 106 – 44, июнь 1968.
11. Фр. пат. № 1419728, C01B, 05.10.1964, оп. 10.1965.
12. Peter T. B. Chaffer. Ceramic Age, 82, № 6, 46 (1966).
13. R. S. Wagner, W. C. Ellis, K. A. Kacbson, S. M. Arnold. J. Appl. Phys., 35 (10), 2993 (1964).

УДК 666.764.52 : 666.345

Н. С. ЧЕРНЕЦКАЯ, Ю. И. СЛИНКИН, И. Я. ГУЗМАН, А. С. ВЛАСОВ  
**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕАКЦИОННОГО СПЕКАНИЯ  
КОМПОЗИЦИИ SiC – C В ПАРАХ КРЕМНИЯ**

Уплотнение, понимаемое как снижение пористости заготовки, ее меняющей своего объема, в ходе реакционного спекания, имеет место в случае, если

$$\frac{\gamma_{нач}}{\gamma_{кон}} \left( 1 + \frac{\Delta P}{100} \right) > 1 \quad (1)$$

где  $\gamma_{нач}$  и  $\gamma_{кон}$  – истинная плотность соответственно исходного и конечного продукта реакции;  $\Delta P$  – увеличение массы при химической реакции.

Снижение пористости спекаемой заготовки тем больше, чем выше истинная плотность исходного продукта и привес и ниже истинная плотность конечного продукта.

Уплотнение при реакционном спекании заготовок, содержащих карбид кремния и углерод, в парах кремния полностью определяется характером и полнотой взаимодействия твердого углерода шихты с парообразным и в некоторых условиях также с жидким кремнием. При этом образуется карбид кремния  $\beta$ -модификации, который является связкой по отношению к зернам вводимого в исходную шихту карбида кремния  $\alpha$ -модификации. В итоге получается керамический материал, получивший наименование самосвязанного карбида кремния.

При реакционном спекании композиции SiC – C в парах кремния достигается высокая плотность, поскольку реакция взаимодействия углерода с кремнием характеризуется высоким привесом ( $\Delta P_T = 233 \%$ ),

значительно превосходящим таковой в других вариантах реакционного спекания. Для сравнения укажем, что теоретический привес известной реакции взаимодействия кремния с азотом при получении нитрида кремния составляет всего 66,7 %.

При отсутствии усадки в обжиге, что практически имеет место, действительно следующее выражение

$$\rho_{кон} = \rho_{нач} \left( 1 + \frac{\Delta P}{100} \cdot \frac{\%AK}{100} \right) \quad (2)$$

где  $\rho_{кон}$  – конечная плотность спекаемой заготовки;  $\rho_{нач}$  – плотность сырца;  $\Delta P$  – наблюдаемое увеличение массы при реакционном спекании;  $\%AK$  – содержание активного компонента (в данном случае углерода) в шихте.

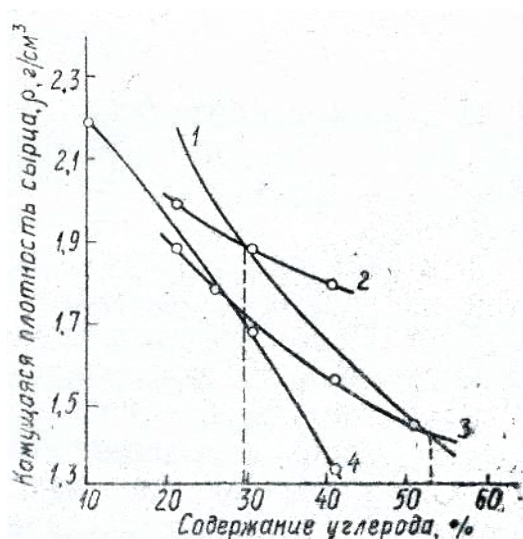
В идеальном случае для получения теоретической плотности керамики на основе карбида кремния с нулевой пористостью конечная плотность спекаемой заготовки  $\rho_{кон}$  должна быть равна истинной плотности карбида кремния  $\gamma_{SiC} = 3,21 \text{ г/см}^3$ . Представляется возможным рассчитать требуемую для этого плотность исходного сырца при различном содержании углерода и условии полного завершения процесса, т. е. когда практический привес равен теоретическому ( $\Delta P_n = \Delta P_T = 233 \%$ ).

$$\rho_{нач} = \frac{3,21}{1 + \frac{233}{100} \cdot \frac{\%AK}{100}} \quad (3)$$

На рисунке представлена соответствующая расчетная кривая (1)  $\rho_{нач} = f(\%AK)$

Практически плотность сырца зависит от целого ряда технологических факторов. В данном случае в первую очередь от соотношения в шихте зерен карбида кремния и дисперсного углерода,

размера зерен карбида кремния и углерода, давления прессования, плотности исходных компонентов.



Зависимость плотности сырца от содержания углерода: 1 – расчетная кривая; 2 – высокоожженный нефтяной кокс; 3 – низкоожженный нефтяной кокс; 4 – высокодисперсный углерод марки ТМ-15

В данной работе изменяли соотношение карбида кремния и углерода, давление прессования и тип углеродистого компонента. В качестве последнего использовали малозольный нефтяной кокс (зольность в пределах 0,8 – 1,7 %), разной степени термической обработки (удельная поверхность 3,5 – 4 м<sup>2</sup>/г; плотность низкоожженного 1,46 и высокоожженного 2,06 г/см<sup>3</sup>), а также высокодисперсный углерод марки ТМ-15 (удельная поверхность 14,5 м<sup>2</sup>/г, плотность 1,81 г/см<sup>3</sup>).

Смеси карбида кремния и соответствующих углеродистых компонентов в различных соотношениях после увлажнения водным раствором клеящей добавки подвергали прессованию при удельном давлении от 400 до 1500 кГ/см<sup>2</sup>. После сушки до постоянного веса определяли кажущуюся плотность и пористость заготовок. Экспериментальные данные о зависимости плотности от содержания углеродистого компонента при давлении прессования 1000 кГ/см<sup>2</sup>



представлены графически на рисунке. Точки пересечения экспериментальных кривых с расчетной кривой указывают необходимое количество соответствующего углеродистого компонента, которое в принципе может обеспечить достижение теоретической плотности керамики.

Анализ кривых свидетельствует о том, что с увеличением истинной плотности исходного углеродистого компонента его содержание необходимо снижать. С увеличением давления прессования, ведущим к увеличению плотности сырца, содержание углерода также необходимо несколько снижать.

Что касается углерода марки ТМ-15, то соответствующая ему кривая не пересекается с расчетной. Это означает, что при использовании материала с такой плотностью и дисперсностью вообще невозможно получить керамику с теоретической плотностью, так как исходные заготовки в реальных условиях прессования нельзя уплотнить до необходимой величины.

Весьма важным обстоятельством, на которое в литературе не обращали внимания, является роль исходной плотности используемого углерода. Установлено, что в конечном счете снижение пористости заготовки при реакционном спекании определяется соотношением молярных объемов конечного и начального продукта. Чем меньше плотность, т. е. больше молярный объем используемого углерода, тем меньше приращение объема в ходе реакции взаимодействия его с кремнием и соответственно меньше эффект заполнения пор новообразованным продуктом. При использовании нефтяного кокса с плотностью 1,46 и 2,06 г/см<sup>3</sup> приращение объема при его полном превращении в  $\beta$ -SiC составляет соответственно 51 и 114 %. Величина приращения объема является наиболее важным показателем,

позволяющим рассчитывать изменение пористости при реакционном спекании

$$P_{кон} = P_{нач} - K \left( 1 - \frac{P_{нач}}{100} \right) \quad (4)$$

где  $P_{кон}$  – конечная пористость заготовки;  $P_{нач}$  – исходная пористость сырца;  $K$  – приращение объема при взаимодействии углерода с кремнием, рассчитанное для шихты с заданным соотношением карбида и углерода.

Как следует из рисунка и расчетов по уравнению (3), при достигнутой плотности сырца полное спекание может быть достигнуто при введении около 30 % высокопрокаленного нефтяного кокса и несколько более 50 % низкопрокаленного кокса.

Таким образом, основными факторами, обуславливающими достигаемую степень уплотнения при реакционном спекании композиции SiC – C в парах кремния являются исходная пористость заготовки, зависящая от зерновых составов исходных компонентов, соотношения карбида кремния и углерода, давления прессования, и величина приращения объема при взаимодействии углерода и кремния, зависящая от содержания углевода в шихте и его истинной плотности.

УДК 548.55:546.261

А. С. ВЛАСОВ, К. И. ДОДОНОВА, Э. К. ЗАХАРОВ, Е. А. ИОНКИНА  
**ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПОКРЫТИЯ УГЛЕРОДНЫХ  
ВОЛОКОН КАРБИДАМИ**

В композитах, теплоизоляционных матах, устойчивой к высоким температурам бумаге, керамике и других материалах [1 – 4] в качестве армирующих составляющих стали находить применение нитевидные кристаллы и поликристаллические волокна. Последние, обладая меньшей прочностью чем нитевидные кристаллы, дешевле и при соответствующей отработке технологии характеризуются удовлетворительными и стабильными прочностными характеристиками.

В данной работе приводятся некоторые результаты, связанные с совершенствованием методики получения поликристаллических волокон тугоплавких соединений.

При выборе объектов исследования учитывали, что волокна должны обладать: высоким модулем упругости; малой истинной плотностью; максимальной прочностью при растяжении; температурой плавления или диссоциации выше 2000 °С; хорошей смачиваемостью и нерастворимостью в материале матрицы при изготовлении и во время службы в композиционном материале.

Некоторые характеристики тугоплавких карбидов

Материал	Вид материала *	Плотность, $b$ , г/см <sup>3</sup>	Модуль Юнга, кГ/мм <sup>2</sup> , $E$	$E/b$	Температура плавления или диссоциации, °С	Температура синтеза в пром. условиях, °С	Коэффициент термического расширения, $25 - 800^\circ \alpha \times 10^6 \text{ град}^{-1}$
SiC	НК	3,20	70000	21900	2200		4,7
MgO	НК	3,65	35000	9700	2800		14,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	НК	4,00	53200	13400	2050		8,0
Углерод	НК	2,2	68600	31100	3650		2,0
SiC	В	3,09	49000	15900	2600	2200	4,7
B <sub>4</sub> C	В	2,52	4900	19400	2250	2400	4,5
TiC	В	4,25	50400	12500	3140	2100	7,4
WC	В	15,5	72800	4650	2600	~ 1500	6,2
TaC	В	14,48	53430	$370 \cdot 10^3$	3880	~ 1600	8,2
NbC	В	7,82	34450	$440 \cdot 10^3$	3500	2000	7,8
Углеродное и графитовое	В	1,50	21000	13900	3650	~ 2000	2,6

\* НК – нитевидные кристаллы; В - поликристаллическое волокно.

Указанным требованиям в большей мере отвечают графитовые и углеродные волокна. При низкой плотности (1,4 – 2,2 г/см<sup>3</sup>) средняя прочность при растяжении угольных и графитовых волокон приближается к 280 кГ/мм<sup>2</sup>, они обладают сравнительно высоким модулем упругости (до 21000 кГ/см<sup>2</sup>), при повышенных температурах не теряют прочность и упругость. Однако из-за химического взаимодействия с различными материалами графитовые и углеродные волокна как армирующие наполнители должного применения до сих пор еще не получили.

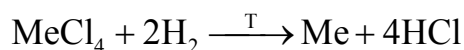
Защитив поверхность угольных или графитовых волокон покрытием, обладающим хорошим сцеплением с волокном и матрицей, высокой прочностью при повышенной температуре, термической и химической стойкостью, высокой температурой плавления, однородностью, непрерывностью и доступностью, можно получить долговечный армирующий наполнитель на угольной или графитовой основе.

Среди лучших материалов для защитных покрытий угольных и графитовых волокон можно назвать карбиды IV, V, VI групп периодической системы. Они имеют самую высокую температуру плавления, их коэффициенты термического расширения близки по значению к таковым для угольных и графитовых волокон, они устойчивы при высоких температурах (более 2000 °С) в нейтральной и восстановительной средах, а также в вакууме; при низких температурах (около 1000 °С) изделия из многих карбидов устойчивы даже в окислительной атмосфере.

В таблице приведены некоторые характеристики карбидов, которые были объектами исследования в данной работе. Синтез этих карбидов из металлов или их окислов и углерода в промышленных условиях протекает при высоких температурах. Использование накопленного в промышленных условиях опыта и данных по высокотемпературному синтезу карбидов при создании покрытий оказалось неприемлемым по следующим причинам: во-первых, при таких условиях процесс карбидизации протекает настолько быстро, что волокно (полностью становится карбидным; во-вторых, при температуре выше 2000 °С трудно управлять термическим процессом.

Поэтому при изготовлении карбидных покрытий на угольных и графитовых волокнах пришлось использовать процессы восстановления

хлоридов металлов в водороде из газовой фазы по обобщенной реакции [5]



или осаждения металла при кристаллизации из расплава легкоплавкого металла (например, олова) с последующей диффузией металла в волокно [6].

Благодаря использованию этих двух приемов удалось снизить температуру образования карбидных покрытий на 500 – 600 °С и сделать процесс более управляемым.

В качестве объектов исследования были выбраны три вида волокон: угольное и графитовые (ПАН и вискозное), в качестве металлосодержащих компонентов – хлориды кремния, бора, титана, вольфрама. Для выращивания из расплава в качестве металла-растворителя использовали олово, а растворяемых компонентов – порошки металлов тантала и ниобия.

На рис. 1 представлена схема трубчатой электрической печи, в которой осуществляли процесс образования покрытия на углеродных и графитовых волокнах. Хлориды металлов в реакционную зону подавали потоком водорода, пропускаемого над источником, расположенным в низкотемпературной части печи. Из раствора-расплава покрытие получали в печи (рис. 1), в центральную часть которой устанавливали графитовую ванночку с расплавом олова (рис. 1, а). В ванночку под графитовый гнет в расплав олова помещали угольные и графитовые волокна.

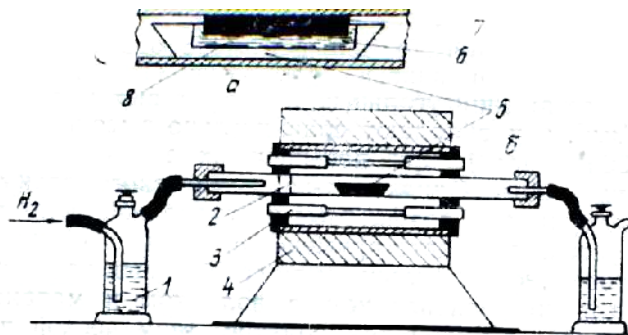


Рис. 1. Схема установки (а). Схема лодочки для покрытия волокна металлом из расплава (б): 1 – галогенид металла; 2 – гетер; 3 – силиконовые нагреватели; 4 – корпус печи с теплоизоляцией, 5 – лодочка; 6 – олово; 7 – графитовый гнет; 8 – углеродные волокна

После образования покрытия волокна заливали мономером с инициатором полимеризации, после твердения которого образцы полировали и травили. Кроме того, образцы волокон исследовали с помощью фазового рентгеновского анализа. Толщину покрытий определяли с помощью электронной микроскопии.

Температура процесса самым существенным образом влияет на скорость образования карбида. При высоких температурах (более 1700 °С) взаимодействие протекает быстро и полно, в результате чего образуются чисто карбидные нити без углеродной сердцевины. Прочность полностью карбидных волокон, состоящих из крупных зерен, ниже, чем углеродных. На рис 2 представлена зависимость прочности при растяжении графитных волокон (ПАН волокно 0,16 мкм) от толщины карбидного покрытия, из которого видно, что прочность до 3 мкм почти не изменяется, а затем резко начинает снижаться, достигая предельной величины 160 кГ/мм<sup>2</sup> при полной карбидизации. Поэтому можно считать, что наиболее подходящим должен быть режим, обеспечивающий образование покрытия толщиной 2 – 3 мкм.

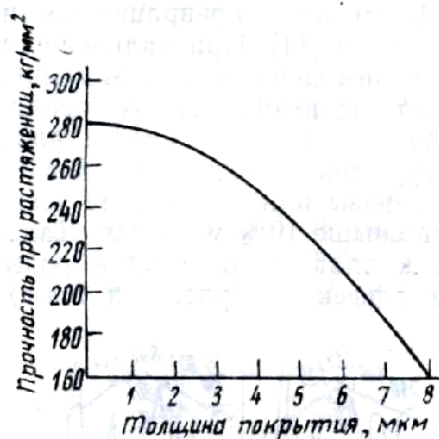


Рис. 2. Зависимость прочности при разрыве от глубины металлизации волокон

По данным петрографического и электронномикроскопического обследования волокна состоят из довольно плотных мелкозернистых структур без пор и видимых дефектов. Фазовый рентгеновский и химический анализы позволили с определенной достоверностью установить присутствие карбидных фаз на волокнах.



1. Kelly A., Davies G. I. Met. rew., 1965, v. 10, № 37, 37, p. 1 – 77.
2. Современные композиционные материалы, под редак. Светлова И. Л., М., «Мир», 1970, с. 338.
3. Raynan G. V., Wakeman D. W. Proc. Roy. Soc., 1947, [A], v. 190, p. 82.
4. Волокнистые композиционные материалы, под редакцией Бокштейна С. З., М., «Мир», 1967, с. 95 – 166.
5. Korë Karakygзассу, J. Chem. Soc. Jap. Ind. Chem. Sec., 1971, v. 74, № 4, p. 586 – 590.
6. Rashid M. S., Wirkus C. D. Amer. Cer. Soc. Bull., 1972, v. 51. № 11, p. 836 – 839.



Е. С. ЛУКИН, А. С. ВЛАСОВ, кандидаты техн. наук,

М. А. ЗУБАХИНА, А. М. ДАЦЕНКО, инженеры

МХТИ имени Д. И. Менделеева

## **ВЛИЯНИЕ $\gamma$ -ОБЛУЧЕНИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОЗРАЧНОЙ КЕРАМИКИ ИЗ ОКСИДА ИТТРИЯ**

Оксид иттрия считается устойчивым к радиоактивному облучению. Плотная керамика из  $Y_2O_3$  при температуре 750 °С после облучения потоком быстрых нейтронов ( $1 \cdot 10^{22}$  н/см<sup>2</sup>) сохраняет свои размеры и модуль упругости<sup>1</sup>. Имеются сведения о применении оксида иттрия в качестве разбавителя ядерного топлива для атомных реакторов<sup>2</sup>. Однако в литературных источниках нет подробного описания исследований радиационной устойчивости керамики из  $Y_2O_3$ .

Получение  $Y_2O_3$  в виде прозрачной керамики позволяет достаточно просто исследовать ее устойчивость к радиоактивному излучению – по изменению оптических свойств, т. к. при воздействии облучения меняется окраска керамики.

В настоящей работе приведены результаты изучения светопропускания прозрачной керамики из  $Y_2O_3$  после воздействия  $\gamma$ -облучения.

Исходными материалами для изготовления прозрачной керамики служили промышленный оксалат иттрия с массовым содержанием примесей менее 0,01 % и оксихлорид гафния марки х. ч., вводимого в пересчете на  $HfO_2$  в количестве 6 % (молярная доля). Смешивание и

---

<sup>1</sup> Термоэмиссионные преобразователи и низкотемпературная плазма. Под ред. Б. Я. Мойжеса и Г. Е. Пикуса. М., Наука, 1973.

<sup>2</sup> Андерсон В. К – В сб.: Редкоземельные металлы. М., Metallургия, 1965, с. 559.

измельчение компонентов проводили мокрым способом в течение 5 мин на планетарной мельнице в барабанах из органического стекла при соотношении материала, воды и шаров 1:1:5. Использовали шары из спеченного оксида иттрия. После высушивания смесь солей иттрия с добавками прокаливали при 1200 °С в течение 2 ч для их разложения и синтеза твердого раствора. Основной размер частиц полученного порошка > 1 – 2 мкм и менее, максимальный размер агрегатов до 8 мкм. Удельная поверхность порошка, определенная по адсорбции азота, составляла 8,5 м<sup>2</sup>/г.

Образцы в виде дисков диаметром 30 и высотой 2 – 3 мм прессовали при давлении 100 МПа на связке из поливинилового спирта, обжигали при 1400 °С на воздухе, а затем спекали в вакууме при 1900 и 2000 °С. Образцы, обожженные при 1900 °С, имели желтый цвет, а при 2000 °С – черный. Разный цвет образцов обусловлен, по-видимому, явлениями, связанными с потерей кислорода. Эти образцы имели одинаковую плотность (5,18 – 5,19 г/см<sup>3</sup>), средний размер кристаллов 20 – 25 мкм. Структура материала практически беспористая, с плотной упаковкой кристаллов, имеющих четкие границы. Максимальный размер кристаллов не превышал 50 мкм.

После обжига в вакууме образцы для осветления прокаливали на воздухе при 1400 °С, в результате чего все они приобретали бледно-желтую окраску, обусловленную, очевидно, присутствием избыточного кислорода. Часть этих образцов затем прокаливали в вакууме для получения состава, близкого по содержанию кислорода к стехиометрическому составу Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; эти образцы получались бесцветными.

Установлено, что параметр решетки у образца черного цвета составлял 10,584 Å, а у бесцветного – 10,5891 Å. У остальных образцов параметр решетки был близок к параметру решетки бесцветного

материала. Таким образом, можно полагать, что у образцов черного цвета имеет место нестехиометрия по кислороду, что приводит к деформации решетки, а также к образованию центров интенсивного окрашивания.

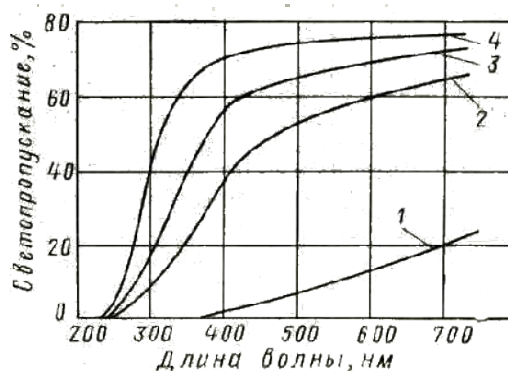


Рис. 1. Светопропускание образцов в видимой области спектра  
 1 – черного цвета; 2 – желтого цвета; 3 – осветленного на воздухе; 4 – осветленного последовательно на воздухе и в вакууме

Спектры светопропускания исследуемых образцов в видимой области приведены на рис. 1. Все образцы независимо от условий их обжига и осветления в инфракрасной области спектра характеризовались светопропусканием 80 – 85 %. В видимой области спектра образец черного цвета практически не был прозрачным. Наибольшую прозрачность имели образцы, последовательно осветленные на воздухе и в вакууме.

Образцы облучали на установке РХМ-20 (источник излучения –  $Co^{60}$ , вид излучения –  $\gamma$ -лучи, удельная доза излучения – 55 рад/с). После непрерывного облучения измеряли светопропускание в видимой области спектра. Максимальная продолжительность облучения 100 – 110 ч.

Образцы, осветленные после обжига на воздухе и в вакууме, по окончании облучения приобретали розовую окраску, причем наибольшая интенсивность окраски при одинаковой продолжительности облучения была у образцов, осветленных на воздухе. Видимых

изменений окраски у исходных образцов (черного и желтого цветов) отмечено не было даже после длительного облучения.

После облучения светопропускание образцов черного цвета не изменялось, а у образца желтого цвета несколько снижалось (на 5 – 6 % при длине волны 450 – 500 нм), причем на кривых поглощения экстремальных значений не наблюдалось. Кривая светопропускания образца, облученного в течение 30 ч, практически совпадает с кривой светопропускания образца, облученного в течение 95 ч.

Светопропускание образцов, осветленных на воздухе, а также последовательно на воздухе и в вакууме, после облучения существенно уменьшалось в видимой области спектра (рис. 2). При этом наибольшее изменение светопропускания наблюдалось после 15 – 20-часового облучения, а при облучении в течение 35 – 45 ч светопропускание практически не снижалось, т. е. образцы насыщались центрами окраски. Максимальное уменьшение светопропускания образцов, осветленных на воздухе, составляло 30 %, а у образцов, осветленных последовательно на воздухе и в вакууме, – около 20 %. Все образцы, изменяющие окраску под действием облучения (независимо от их происхождения), имели минимальное светопропускание при длине волны 480 нм.

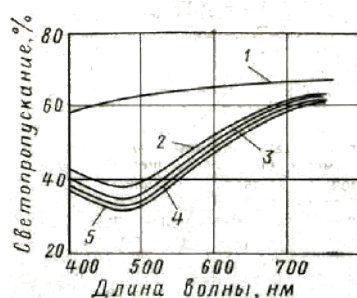


Рис. 2. Изменение светопропускания исходных образцов, осветленных на воздухе по окончании облучения

1 – после осветления на воздухе при 1400 °С; 2 – после 15 ч облучения; 3 – после 35 ч облучения; 4 – после 45 ч облучения; 5 – после 110 ч облучения

Установлено, что образование центров окраски стабильно только при непрерывном облучении. После облучения наблюдалось самопроизвольное высвечивание, т. е. постепенное уменьшение интенсивности окрашивания, вызванное действием  $\gamma$ -облучения. Примерно через 5 – 6 ч пребывания облученных образцов при обычном освещении окраска, полученная в результате облучения, полностью исчезала. При этом быстрее теряли окраску образцы, последовательно осветленные на воздухе и в вакууме.

При нагревании облученные образцы люминесцировали. Для сравнения интенсивности высвечивания при нагревании были сняты кривые термолюминесценции исследуемых образцов (рис. 3). Наибольшей интенсивностью термовысвечивания характеризовались образцы, обладавшие наибольшей степенью окрашивания после облучения. Это имевшие избыток кислорода образцы, которые после обжига осветляли на воздухе. Образцы, осветленные дополнительно в вакууме, т. е. отличающиеся лучшими оптическими свойствами, обладали меньшей интенсивностью термовысвечивания. Температура максимального высвечивания линейно зависит от его интенсивности и составляет, например для образцов, осветленных на воздухе, около 170 °С.

По температурной зависимости интенсивности термовысвечивания определена энергия активации электронов при перебросе их с нормального уровня активатора (иона гафния) в валентную зону (3,3 эВ). Определена также длина волны высвечивания, которая оказалась одинаковой для всех исследуемых образцов – 550 нм.

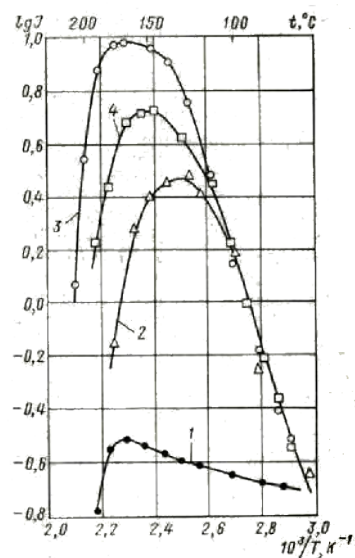


Рис. 3. Зависимость интенсивности высвечивания  $I$  образцов от температуры

$1$  – исходный черного цвета;  $2$  – исходный желтого цвета;  $3$  – осветленный дополнительно в вакууме;  $4$  – осветленный на воздухе при  $1400\text{ }^\circ\text{C}$

Образование центров окраски при облучении обусловлено, по-видимому, захватом электронов ионами гафния в твердом растворе оксидов гафния и иттрия. Энергетический уровень захвата электронов можно определить по формуле

$$\Delta E = 1,25/\lambda,$$

где  $\lambda$  – длина волны поглощения, мкм.

Величина  $\Delta E$  для длины волны захвата 480 нм составила 2,6 эВ; энергетический уровень высвечивания при 550 нм был равен 2,5 эВ. Таким образом, с уровня поглощения 2,6 эВ происходит самопроизвольный переход на уровень 2,25 эВ, с которого начинается термовысвечивание. Для наилучшего по оптическим свойствам материала ширина запрещенной зоны, определенная по краю полосы пропускания, составила 4,15 эВ. Следовательно, уровни поглощения и высвечивания находятся несколько выше половинного уровня

запрещенной зоны (рис. 4). Нормальный уровень активатора (в данном случае иона гафния) располагается немного выше верха валентной зоны, а возбужденные уровни – ниже дна зоны проводимости.

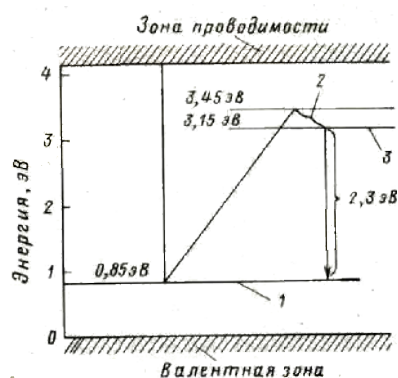


Рис. 4. Схема зонного строения твердого раствора оксидов иттрия и гафния и поглощения энергии при облучении и выделения в процессе термолюминесценции

1 – нормальный уровень активатора  $\text{Hf}^{4+}$ ; 2 – безызлучательный переход; 3 – возбужденный уровень иона активатора

Проведенные исследования показали, что при обжиге керамики в вакууме происходит образование в твердом растворе, имеющем состав  $\text{Y}_{2-x}\text{Hf}_x\text{O}_{3+x/2}$ , нестехиометрии по кислороду, что вызывает деформацию решетки. Это приводит к тому, что той интенсивности  $\gamma$ -излучения, которая использовалась, недостаточно, чтобы вызвать захват электронов атомами катионов, т. к. при наличии вакансий по кислороду их энергетические связи усилились. Поэтому при облучении практически не наблюдалось поглощения на кривых пропускания у образцов непосредственно после обжига в вакууме.

При облучении образцов, осветленных на воздухе и дополнительно в вакууме, образуются центры окраски, обусловленные захватом электронов катионами. Разная степень окрашивания этих образцов связана, по-видимому, с различным содержанием в них кислорода.

УДК 666.336

С. Н. ВАЙНБЕРГ, инж., А. С. ВЛАСОВ, д-р техн. наук,

В. П. СКРИПНИК, канд. техн. наук

Молдниистромпроект, МХТИ имени Д. И. Менделеева

## **ОБРАБОТКА ГЛИНЫ СИЛИКАТНЫМИ БАКТЕРИЯМИ**

Как известно, эффективным способом улучшения свойств керамических масс, используемых для производства строительной керамики и тонкокерамических изделий, является их вылеживание в шихтозапасниках. При этом один из методов повышения качества масс – использование деятельности бактерий. Бактерии участвуют в разложении органических веществ и разрушении глинистых минералов, что увеличивает пластичность сырья<sup>1</sup>. Однако эти процессы в обычных условиях протекают довольно длительно, из-за чего во многих случаях вылеживание сырья становится экономически неоправданным. Поиск и применение более активных штаммов бактерий для ускорения указанных процессов позволило бы значительно сократить сроки вылеживания сырья и улучшить его качество.

В. Г. Александровым в 1939 г. были выделены из сероземов Средней Азии бактерии, обладающие специфической способностью разрушать алюмосиликаты. Они были названы «силикатными»<sup>2</sup>. О получении и свойствах активных штаммов таких бактерий, наиболее интенсивно расщепляющих силикатные минералы, сообщается в работах В. Я. Сегодиной<sup>3</sup> и М. И. Терновской.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Булавин И. А. и др. Технология фарфорового и фаянсового производства. М., Легкая индустрия, 1975.

<sup>2</sup> Александров В. Г. Силикатные бактерии. М., Сельхозгиз, 1953.

<sup>3</sup> Сегодина В. Я. – В сб.: Пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Одесса, ОСХИ, 1972.



Авторы настоящей статьи поставили задачу изучить изменение основных технологических характеристик глин в зависимости от вида применяемых штаммов бактерий, их концентрации, длительности обработки, температуры и влажности массы. Объектом исследования служила глина Веселовского месторождения марки ВГП следующего химического состава (массовая доля, %): 55,48 SiO<sub>2</sub>, 29,37 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,03 TiO<sub>2</sub>; 0,89 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,43 FeO; 2,15 CaO; 0,32 MgO; 1,84 K<sub>2</sub>O; 0,39 Na<sub>2</sub>O; 8,38 п. п. п.

В исследовании использовали штаммы № 1, 3, 4 с титрами соответственно 0,3, 3 и 150 млн. клеток в 1 мл. Обработка глины включала увлажнение ее водными суспензиями, содержащими 0,01 – 0,5 % жидкого препарата указанных штаммов силикатных бактерий (в пересчете на сухое вещество), до влажности 10 – 60 % (с интервалом 10 %), выдержку при температуре 10, 15, 20, 25, 30 °С в течение 30 сут с отбором проб через каждые 2 сут. Пробы высушивали, после чего определяли числа пластичности глины в соответствии с ГОСТ 212.16.1 – 75. Контролем служила глина, обработанная водой при аналогичных условиях.

Анализ полученных при исследовании данных (влажность 60 %, температура выдержки 30 °С, концентрация штамма 0,5 %) показывает (рис. 1), что наибольшие скорости увеличения и значения чисел пластичности наблюдаются у глины, обработанной штаммом № 4, поэтому в дальнейшем использовался только этот штамм.

---

<sup>4</sup> Терновская М. И. – В сб.: Полеводство и орошаемое земледелие. Одесса, ОСХИ, 1973.

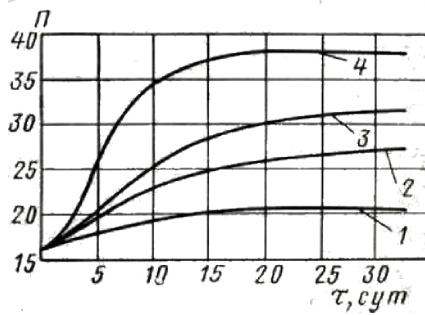


Рис. 1. Изменение числа пластичности  $\Pi$  глины в зависимости от длительности обработки  $\tau$

1 – без обработки; 2, 3, 4 – при обработке штаммами № 1, 3, 4 соответственно

Повышение концентрации силикатных бактерий от 0,01 до 0,5 % при той же влажности и температуре выдержки приводит к росту числа пластичности в 1,1 – 2,3 раза (рис. 2).

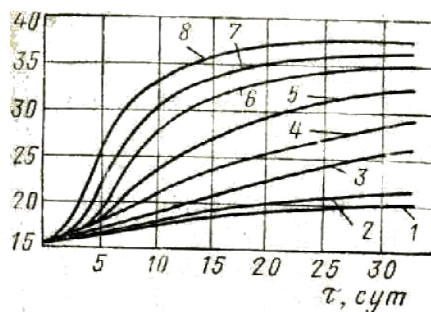


Рис. 2. Изменение числа пластичности  $\Pi$  глины в зависимости от длительности обработки  $\tau$  штаммом № 4 различной концентрации

1 – при обработке водой; 2 – при обработке штаммом с концентрацией 0,01 %; 3 – то же, 0,05 %; 4 – то же, 0,1 %; 5 – то же, 0,2 %; 6 – то же, < 0,3 %; 7 – то же, 0,4 %; 8 – то же, 0,5 %

Влажность и температура (рис. 3, 4) также играют важную роль. Увеличение влажности массы от 10 до 40 % при той же концентрации и температуре выдержки приводит к повышению числа пластичности в два раза. Дальнейшее изменение влажности до 60 % незначительно влияет на число пластичности. Это, вероятно, обусловлено тем, что по

мере роста влажности происходит диспергация глинистых агрегатов и соответственно, увеличивается поверхность контакта между бактериями и глиной, что повышает эффективность действия бактерий. Однако этот процесс протекает до достижения определенных значений влажности. При более высоких значениях зерна становятся более разобщенными, но дальнейшей диспергации их не наблюдается.

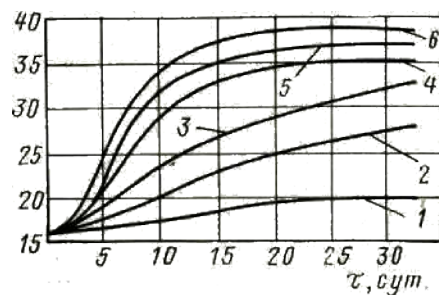


Рис. 3. Изменение числа пластичности  $\Pi$  глины в зависимости от длительности обработки  $\tau$  штаммом № 4 при влажности глины 1 – 10 %; 2 – 20 %; 3 – 30 %; 4 – 40 %; 5 – 50 %; 6 – 60 %

Рост температуры до 30 °С способствует интенсивному развитию и отмиранию культуры бактерий, вследствие чего быстрее происходит увеличение числа пластичности глины. Уменьшение температуры до 10 °С вызывает замедление роста числа пластичности, что связано с неблагоприятными условиями для жизнедеятельности бактерий.

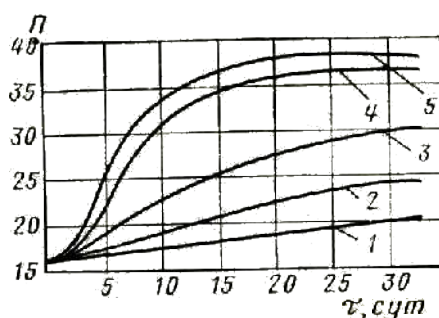


Рис. 4. Изменение числа пластичности  $\Pi$  глины в зависимости от длительности обработки  $\tau$  штаммом № 4 при влажности 60 %, концентрации препарата 0,5 % и температуре 1 – 10 °С; 2 – 15 °С; 3 – 20 °С; 4 – 25 °С; 5 – 30 °С

На интенсивность изменения числа пластичности влияет и продолжительность бактериальной обработки. Так, в первые двое суток число пластичности изменялось незначительно, что, возможно, обуславливалось адаптацией бактерий к данной минеральной среде. Наиболее интенсивное изменение числа пластичности отмечено в течение последующих 5 сут, за этот отрезок времени оно достигло 80 % максимального значения. При дальнейшем увеличении продолжительности вылеживания до 16 – 17 сут интенсивность изменения числа пластичности снижается, и в интервале от 17 до 30 сут пластичность не меняется. Причиной, вероятно, является накопление в массе продуктов метаболизма бактерий.

В глине, обработанной только водой после 30-суточного вылеживания, также отмечено некоторое увеличение числа пластичности, однако в значительно меньшей степени, чем после обработки силикатными бактериями (см. рис. 1).

Полученные данные позволили выбрать наиболее эффективные параметры обработки глины силикатными бактериями: штамм № 4, длительность обработки 7 – 16 сут, температура 25 – 30 °С, концентрация препарата 0,3 – 0,5 % по отношению к массе сухой глины, влажность 40 – 50 %.

При оптимальных значениях указанных параметров проведена обработка глины и определены изменения некоторых основных характеристик ее (табл. 1, 2).

Таблица 1

Свойства	Глина	
	без обработки	после обработки
Формовочная влажность, %	31,3	34,5
Число пластичности	16	31,3
Воздушная линейная усадка, %	7,2	8,8
Предел прочности при изгибе, МПа:		
воздушно-сухих образцов	7,2	11,9
обожженных при 1100°C образцов	89	151
Водопоглощение, %, после обжига при температуре, °С:		
950	15,7	12,4
1000	13,3	9,6
1050	11,5	7,0
1100	8,0	4,5
1150	2,6	1,9
1200	2,5	1,7
1250	2,4	1,6
Общая линейная усадка, %, после обжига при температуре, °С:		
950	9,0	9,5
1000	10,9	11,4
1050	14,1	15,3
1100	15,3	15,9
1150	17,0	18,1
1200	17,7	18,6
1250	17,1	18,8

Обработка глин силикатными бактериями позволила увеличить пластичность, предел прочности при изгибе в воздушно-сухом и обожженном состоянии, снизить водопоглощение, повысить содержание частиц менее 0,001 мм.

Таблица 2

Глина	Массовое содержание частиц, %, размером					
	> 0,25 мм	0,25 – 0,05 мм	0,05 – 0,01 мм	0,01 – 0,005 мм	0,005 – 0,001 мм	< 0,001 мм
Без обработки	–	2,30	1,31	9,33	19,64	67,42
После обработки	–	0,56	1,0	1,58	8,96	87,90

Наряду с отмеченным положительным эффектом наблюдается и ухудшение некоторых показателей. Так, формовочная влажность возросла на 3 %, воздушная усадка в 1,22 и общая в 1,23 раза, что связано с повышением дисперсности глин.

Рост пластичности обусловлен, по-видимому, повышением дисперсности глины, и действием продуктов, выделяющихся при разложении минералов бактериями. Высокую прочность сырца, видимо, можно объяснить действием коллоидных соединений кремнезема, гидроксидов железа, алюминия, полисахаридов, кремний- и металлоорганических продуктов, выделяемых при жизнедеятельности бактерий, а также увеличением дисперсности массы.

Разложение глинистых минералов бактериями приводит к снижению температуры образования новых минеральных фаз при обжиге. Повышение дисперсности увеличивает поверхность соприкосновения частиц и их реакционную способность. Указанные факторы обуславливают снижение температуры спекания, водопоглощение и рост прочности обожженных образцов.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что на эффективность обработки глин силикатными бактериями влияют вид и концентрация применяемого штамма, продолжительность воздействия бактерий, температура и влажность массы. Бактериальная обработка позволяет в 4 – 5 раз сократить продолжительность вылеживания глины, улучшить некоторые физико-механические показатели керамики.

УДК 666.3:678.7

Н. Ф. МАЙНИКОВА, Е. Д. ЛЕБЕДЕВА, В. С. ОСИПЧИК,  
С. Л. АХНАЗАРОВА, кандидаты техн. наук, М. С. АКУТИН,  
А. С. ВЛАСОВ, доктора техн. наук  
МХТИ имени Д. И. Менделеева

## **НОВЫЙ ПОЛИМЕРНО-КЕРАМИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ**

В настоящее время формование керамических изделий широко осуществляется методом горячего литья под давлением. Органической связкой при этом служит парафин и смеси на его основе. Количество связки в керамической массе составляет 10 – 18 %\*.

Известно, что при обжиге отформованных изделий наблюдаются большие усадки (до 15 %), сопровождающиеся короблением<sup>1</sup>. Особенно трудно изготовление таким способом изделий сложной конфигурации с малыми допусками по размерам.

Разработанная новая связка для формования керамических материалов способствует сохранению формы и размеров керамического изделия в процессе изготовления и не требует дополнительного ее выжигания<sup>2</sup>.

Проведившиеся исследования были направлены на поиск оптимальных условий получения малоусадочного материала на основе порошка керамики 22ХС и полиметилсилоксанового связующего ПМС.

В качестве отвердителей, уменьшающих температурно-временные параметры переработки материала, применяли октаметилциклотетрасилазан (ОМЦТСз) и

---

\* Здесь и далее массовое содержание в процентах.

<sup>1</sup> Грибовский П. О. Горячее литье керамических изделий. М. – Л., Госэнергоиздат, 1956.

Лугин Л. И. и др. – Стекло и керамика, 1978, № 1, с. 29.

<sup>2</sup> Авторские свидетельства 562540, 615109.



октаметилциклотетрасилазоксан (ОМЦТСс). Для улучшения технологических свойств – снижения усилий формования и адгезионного взаимодействия с металлом пресс-инструмента – в высоконаполненный материал (степень наполнения до 85 %) вводили многозольный алкилсалицилат кальция (МАСК), бариевую соль сульфокислоты (СБ-3), диалкилдитиофосфат цинка (ДФ-11) и этилтриэтоксисилан (ЭТЭС).

Получение полимерно-керамического материала – процесс сложный, зависящий от ряда количественных и качественных факторов, значения которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Факторы	Уровни факторов	
	+ 1	– 1
$X_1$ – вид отвердителя	ОМЦТСз	ОМЦТСс
$X_2$ – массовое содержание отвердителя, %	0,2	0,1
$X_3$ – то же, модифицирующего вещества, %	0,4	0,2
$X_4$ – выдержка изделия в форме, мин	1,5	1,0
$X_5$ – массовое содержание наполнителя, %	80	82

Значения уровней факторов, варьируемых на четырех уровнях, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Уровни факторов	Вид модифицирующего вещества $X_6$	$X_7$ – температура отверждения, °С
А	ДФ-11	190
В	СБ-3	170
С	МАСК	150
Д	ЭТЭС	130

В план введены пять факторов на двух уровнях, из которых один качественный ( $X_1$ ) и четыре количественных ( $X_2 - X_5$ ), и два фактора на четырех уровнях ( $X_6 -$  качественный и  $X_7 -$  количественный).

В результате проведенных опытов получен ряд значений откликов:  $Y_1 -$  прочность при сжатии,  $Y_2 -$  прочность при изгибе керамических образцов.

Главный эффект факторов  $X_i$  ( $i = 1, \dots, 16$ ), введенных на двух уровнях, рассчитывали по формуле

$$m_i = 1/N * [\sum Y(X_1^{+1}, X_2^{+1}, X_3^{+1}, \dots, X_{16}^{+1}) - \sum Y(X_1^{-1}, X_2^{-1}, X_3^{-1}, \dots, X_{16}^{-1})],$$

где  $m_i -$  разность между суммой откликов во всех опытах, в которых  $X_i$  установлен на верхнем уровне, и суммой откликов во всех опытах, в которых  $X_i$  установлен на нижнем уровне, деленная на число опытов  $N$  в плане.

Для оценки значимости эффекта использован  $t$ -критерий<sup>3</sup>. Эффекты факторов, введенных в планирование на четырех уровнях, вычисляли отдельно для каждого уровня. Значимость различия между эффектами уровней факторов, введенных в планирование на четырех уровнях, проверяли с помощью множественного рангового критерия Дункана<sup>4</sup> с доверительной вероятностью  $P = 0,95$ .

Анализ результатов оценки значимости факторов показал, что увеличение прочностных показателей образцов наблюдается при концентрации отвердителя 0,1 %, соответствующей нижнему уровню. Так как вид отвердителя не влияет значимо на прочностные характеристики образцов, выбрали ОМЦТСз как недорогой и недефицитный.

---

<sup>3</sup> Налимов В. В. Применение математической статистики при анализе вещества. М., Физматгиз, 1960.

<sup>4</sup> Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента (пер. с англ.). М., Мир, 1967.

Вид и количество модифицирующего вещества влияют на свойства керамики. Наиболее эффективными являются ДФ-11 и СБ-3 при их содержании в массе 0,4 %.

Оптимальным количеством является 18 % ПМС, что соответствовало нижнему уровню этого фактора. Увеличение концентрации связующего в материале выше такой величины отрицательно сказывается на свойствах керамики.

Образцы формовали при 130 °С, так как при этой температуре достигается максимальная прочность.

На основании проведенного полного факторного анализа полученных результатов были установлены оптимальные условия получения и формования полимерно-керамического материала, которые приведены ниже.

Соотношение связующего и наполнителя	18/81,5
Отвердитель ОМЦТСз	0,1 %
Модифицирующее вещество ДФ-11	0,4 %
Температура формования образцов	130 °С
Выдержка изделия в форме (в расчете на 1 мм толщины)	1,5 мин

Отформованные образцы были подвергнуты обжигу при 1600 °С с выдержкой 2 ч со скоростью подъема температуры 200 °С в 1 ч в окислительной среде. Образцы без отвердителей и модифицирующих веществ после обжига растрескались, а образцы из предложенного материала имели прочность при изгибе и сжатии 100 и 500 МПа (1000 и 5000 кгс/см<sup>2</sup>) соответственно.

Таким образом, при совместном введении отвердителей типа циклосилазанов (или циклосилазоксанов) и поверхностно-активных модифицирующих веществ значительно интенсифицируется процесс формования изделий из полимерно-керамических материалов: продолжительность выдержки под давлением сокращается в 1,5 – 2 раза,

не требуются предварительный подогрев и последующая термообработка прессованных изделий, температура формования снижается на 30 – 50 °С, уменьшается адгезионное взаимодействие на границе раздела формируемый материал – металл, что повышает срок службы оснастки, улучшаются физико-механические характеристики полимеров (необожженных изделий) и керамики. Благодаря снижению уровня остаточных напряжений в прессованных изделиях их можно подвергать температурной обработке с высокими скоростями нагрева – до 150 – 200 °С в час.

УДК 666.3.022.2

Н. Б. МОХОНЬКО, инж., А. С. ВЛАСОВ, д-р техн. наук

НИЛ ФХММ и ТП,

МХТИ им. Д. И. Менделеева

## **ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ АППАРАТЕ**

Измельчение, являющееся одной из основных операций производства керамики, процесс довольно энергоемкий и дорогой, поэтому разработка оптимальной технологии помола имеет большое значение<sup>1</sup>. Известно, что наиболее простым и экономичным способом измельчения твердых частиц является механическое.

Для тонкого помола материалов в технике широко применяют шаровые, вибрационные, струйные мельницы, аттриторы. Основными их недостатками являются большая продолжительность процесса измельчения, малая удельная энергонапряженность на единицу объема камеры и низкая однородность получаемых смесей<sup>2</sup>. Для получения ферритовой керамики исследовали процесс измельчения оксида железа в электромагнитном аппарате (ЭМИ).

В Научно-исследовательской лаборатории физико-химической механики материалов и технологических процессов Главмоспромстройматериалов разработаны опытные электромагнитные измельчители различной вместимости (от 1 мл до 500 л), основанные на использовании движения множества постоянных магнитов в переменном магнитном поле.

---

<sup>1</sup> Журавлев Г. И. Химия и технология ферритов. Л., Химия, 1970.

<sup>2</sup> Левин Б. Е. и др. Физико-химические основы получения, свойства и применение ферритов. М., Металлургия, 1979.

Мелющими телами в ЭМИ являются магнитные гранулы. Ряд факторов влияет на производительность ЭМИ и качество обрабатываемого материала. Например, важную роль играет качество гранул – их магнитные параметры и износостойкость.

Цель нашей работы – изучить условия измельчения в ЭМИ сухим способом оксида железа (до удельной поверхности  $0,5 - 1,0 \text{ м}^2/\text{г}$ ), который является одним из исходных материалов при изготовлении магнитных гранул и ферритов.

Оксид железа измельчали в лабораторном ЭМИ при частоте магнитного поля 50 Гц. Исходные частицы оксида железа имели форму пластин размером  $1 - 10 \text{ мм}$ , толщиной  $0,1 - 2 \text{ мм}$ , с удельной поверхностью около  $100 \text{ см}^2/\text{г}$  (по прибору ПСХ-4).

В качестве мелющих тел использовали магнитные гранулы диаметром  $2 - 8 \text{ мм}$  из гексаферрита бария. Удельную поверхность измеряли методом воздухопроницаемости на поверхностемере Соминского – Ходакова<sup>3</sup>.

На основании предварительного изучения условий помола был выбран интервал соотношений массы оксида железа и массы мелющих тел, который измеряли в пределах от 1:15 до 1:5.

На первом этапе изучали динамику измельчения во времени. Из рис. 1 видно, что имеются три стадии измельчения. На первой (в течение 5 мин) происходит быстрое увеличение удельной поверхности. На второй этот процесс замедляется, прирост удельной поверхности за минуту снижается. На третьей наблюдается насыщение.

---

<sup>3</sup> Соминский Д. С., Ходаков Г. С. – Инф. сообщ. № 21. М., Промстройиздат, 1956.

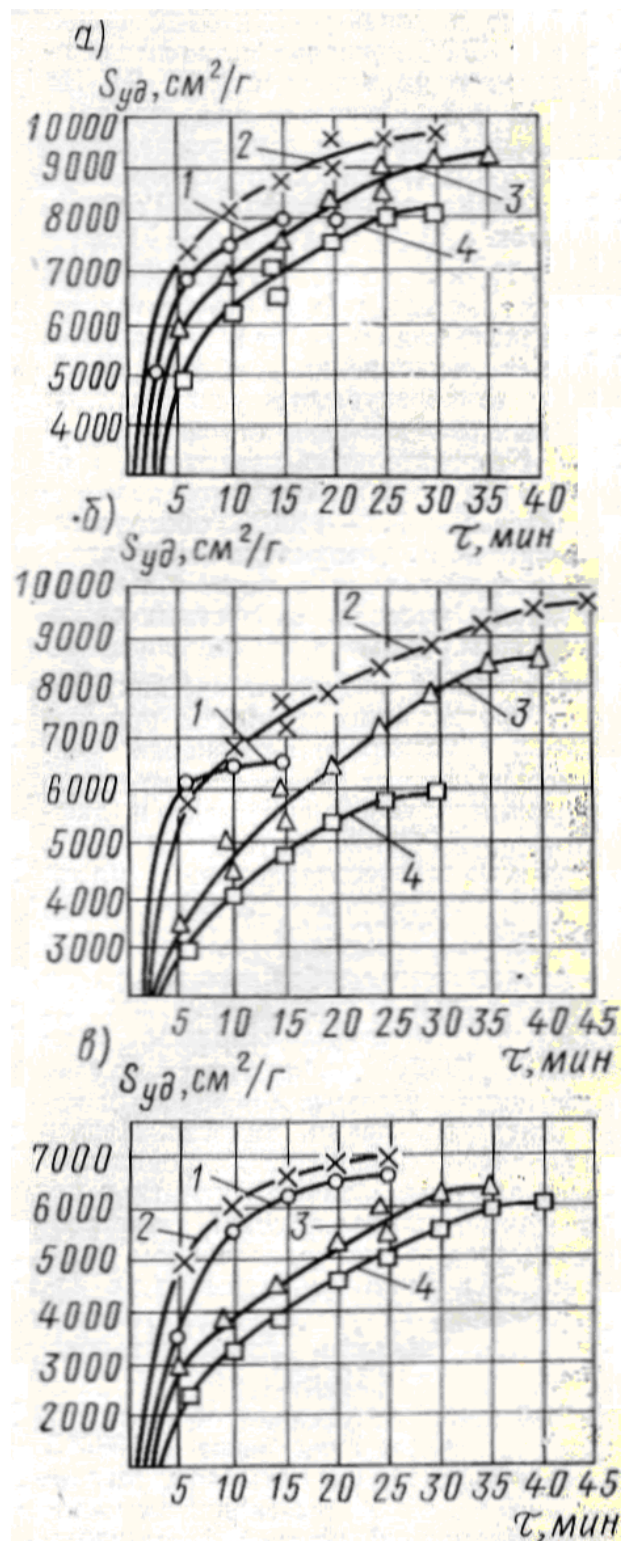


Рис. 1. Зависимость удельной поверхности  $S_{уд}$  порошка оксида железа от продолжительности измельчения  
 а – соотношение масс оксида железа и магнитных гранул 1 : 15; б – то же, 1 : 7,5; в – то же, 1 : 5; 1 – магнитные гранулы диаметром 2 мм; 2 – то же, 3 мм; 3 – то же, 5 мм; 4 – то же, 8 мм

На первой стадии измельчения гранулами диаметром 3 мм прирост удельной поверхности  $dS/dx$  (см. рис. 1) составил 1400 см<sup>2</sup>/г (при соотношении 1:15), 1200 см<sup>2</sup>/г (при соотношении 1:7,5) и 1000 см<sup>2</sup>/г (при соотношении 1:5).

На второй стадии измельчения при помоле магнитными гранулами диаметром 3 мм удельная поверхность  $dS/dx$  увеличилась на 150 см<sup>2</sup>/г независимо от выбранных соотношений массы измельчаемого оксида железа и массы магнитных гранул.

На первой стадии измельчения в течение 5 мин удельная поверхность оксида железа возросла в 70 раз (см. рис. 1, а, кривая 2), затем при увеличении продолжительности измельчения в 5 раз удельная поверхность повысилась всего лишь в 1,4 раза. Снижение прироста удельной поверхности на второй стадии связано, по-видимому, как с упрочнением частиц при уменьшении их размеров, так и с повышением сопротивления удару за счет возросшего числа контактов в порошке, в результате чего часть энергии магнитных гранул расходуется на преодоление сцепления между частицами<sup>4</sup>.

На третьей стадии не наблюдается прироста удельной поверхности оксида железа, наступает равновесие между измельчением частиц и их агрегацией. Фактически на этой стадии помол прекращается<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Ходаков Г. С. Физика измельчения. М., Наука, 1972.



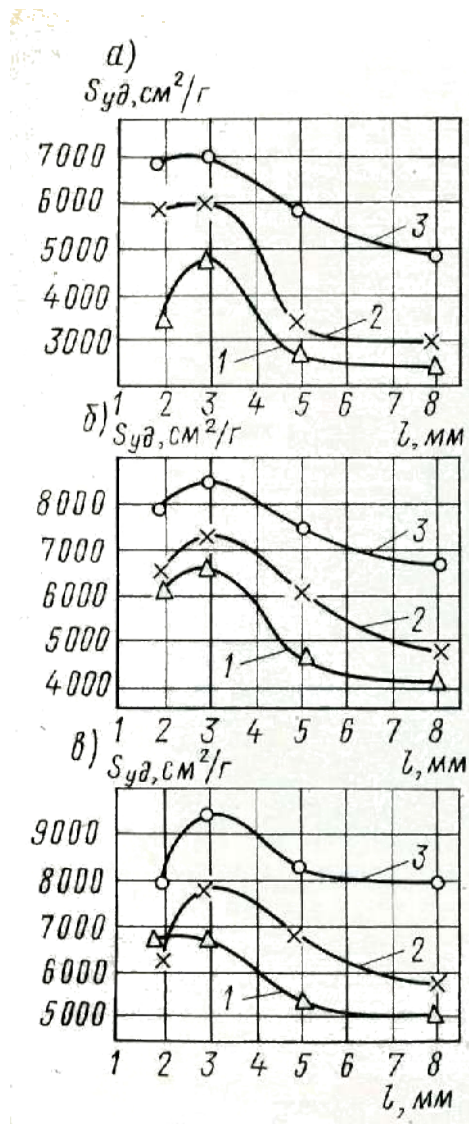


Рис. 2. Зависимость удельной поверхности  $S_{уд}$  порошка оксида железа от размера магнитных гранул

*a* – на первой стадии (через 5 мин помола); *б* – на второй стадии (через 15 мин помола); *в* – на третьей стадии (через 25 мин помола); 1 – соотношение массы оксида железа и массы магнитных гранул 1:5; 2 – то же, 1 : 7,5; 3 – то же, 1 : 15

В ЭМИ продолжительность измельчения уменьшается в десятки раз, а динамика измельчения остается неизменной, как и в других мелющих агрегатах.

Установлено, что независимо от соотношений массы оксида железа и массы магнитных гранул на удельную поверхность существенно влияет размер мелющих тел (рис. 2). Максимальные значения удельной поверхности наблюдались при измельчении гранулами диаметром 3 мм.

В процессе измельчения оксида железа магнитными гранулами диаметром более 3 мм при указанных соотношениях массы порошка и массы гранул и на трех стадиях помола с ростом размера гранул скорость измельчения уменьшалась.

Энергия магнитных гранул диаметром 3 мм, являющихся мелющими телами, достаточна для разрушения частиц оксида железа. При этом их количество в единице объема остается достаточным, чтобы обеспечить большое число контактов, необходимых для измельчения.

На процесс измельчения существенно влияет соотношение массы оксида железа и массы магнитных гранул. Замечено, что с увеличением массы оксида железа по отношению к массе магнитных гранул эффективность помола снижается и практически исключается возможность достижения удельной поверхности более  $0,7 \text{ м}^2/\text{г}$ . Ухудшение процесса помола при возрастании соотношения масс порошка и гранул связано с тем, что оксид железа, обладающий слабым ферромагнетизмом, при помещении в рабочую камеру экранирует магнитное поле, тем самым способствуя замедлению движения магнитных гранул. Кроме того, с увеличением массы оксида железа в единице объема повышается условная динамическая вязкость смеси, что также приводит к уменьшению вращающего момента магнитных гранул, а следовательно, к снижению эффективности измельчения.

Определить количество намолотого гексаферрита бария в оксиде железа не удалось из-за того, что изменение массы магнитных гранул

было в пределах погрешности взвешивания. Полученные данные относятся только к процессу измельчения оксида железа.

Таким образом, на первой стадии измельчения удельная поверхность порошка возрастает пропорционально продолжительности измельчения, так как разрушение частиц происходит на менее прочных участках. На второй стадии процесс замедляется, что связано, по-видимому, с упрочнением частиц и увеличением числа контактов в порошке. На третьей стадии дисперсность не изменяется, поэтому экономически выгодно осуществлять измельчение на первых двух стадиях. Наиболее эффективно этот процесс проходит при использовании гранул диаметром 3 мм.

При помоле оксида железа до удельной поверхности  $0,6 \text{ м}^2/\text{г}$  независимо от соотношения масс оксида железа и магнитных гранул (от 1:15 до 1:5) на первой стадии измельчения (в течение 5 мин) эффективность помола одинакова, а для получения более высокодисперсных порошков соотношение массы оксида железа и массы магнитных гранул должно быть 1:15.

УДК 666.646.04:576.8

В. В. БАРАНОВ, инж., С. Н. ВАЙНБЕРГ, канд. техн. наук,  
А. С. ВЛАСОВ, д-р техн. наук, О. И. ЯЩЕНКО, В. А. СИДОРОВА,  
инженеры, В. П. СКРИПНИК, канд. техн. наук, Т. Н. СОЛНЫШКИНА,  
Ю. В. НОЖНИКОВА, инженеры  
МолдНИИСтромпроект, НИИСтройкерамика, МХТИ  
им. Д. И. Менделеева

## **ВЛИЯНИЕ БИООБРАБОТКИ МАССЫ НА СУШКУ И ОБЖИГ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПЛИТОК**

Повышение качества керамических плиток, снижение материальных и топливно-энергетических затрат при их производстве являются актуальными задачами. Один из путей их решения заключается в улучшении процессов сушки и обжига изделий.

Установлено<sup>\*</sup>, что в результате биологической обработки глинистого сырья существенно изменяются его характеристики: снижается чувствительность к сушке, интенсифицируется процесс спекания, повышаются прочностные показатели после сушки и обжига.

В связи с этим значительный интерес представляет изучение воздействия биологической обработки на свойства керамических масс, используемых для производства плиток внутренней облицовки стен.

Были исследованы керамические массы ПО Минскстройматериалы (МЗСМ) и Кишиневского завода отделочных материалов (КЗОМ) следующих составов (%<sup>\*\*</sup>): МЗСМ – 48 веселовской глины ВГП, 22 нефелинового концентрата, 17 кварцевого песка, 8 доломита, 5 плиточного боя, сверх 100 %: 3 бентонита, 0,1

---

<sup>\*</sup> Вайнберг В. Н., Власов А. С., Скрипник В. П. – Стекло и керамика, 1980, № 8.

<sup>\*\*</sup> Здесь и далее массовое содержание.

кальцинированной соды, 0,28 жидкого стекла; КЗОМ – 48 веселовской глины ВГП, 28 нефелин-сиенита, 8 отходов камнепиления известняка (мулузы), 16 плиточного боя, сверх 100 %: 1 бентонита, 0,3 триполифосфата натрия.

Используя принятую на заводах технологию, на стадии перемешивания шликера в смесительный бассейн ввели суспензию силикатных бактерий, шликер выдерживали в течение 5 сут. Полученные из такой керамической массы образцы названы в работе опытными. Плитки, изготовленные из необработанной бактериями массы, были контрольными. Была проведена оценка свойств опытных и контрольных образцов и установлено влияние биообработки на процессы сушки и спекания сырца облицовочных плиток.

На полуфабрикате после прессования изучали поведение керамической массы при нагревании. Из рис. 1 видно, что опытный образец характеризуется в отличие от контрольного гораздо большим экзотермическим эффектом в интервале от 0 до 450 °С, связанным, по-видимому, с окислением органических веществ, образующихся в процессе жизнедеятельности бактерий. Указанный эффект маскирует эндотермический эффект, обусловленный удалением адсорбированной воды из массы. Более пологая форма пика эндотермического эффекта при 450 – 670 °С, вызванного дегидроксилизацией и разрушением кристаллической решетки глинистых минералов, свидетельствует о снижении степени кристалличности минералов, ослаблении связей в их структуре. Это подтверждается существенным изменением формы и размера пика эндотермического эффекта при 740 – 860 °С, у обработанного образца его интенсивность в 2 раза слабее и он более растянут.

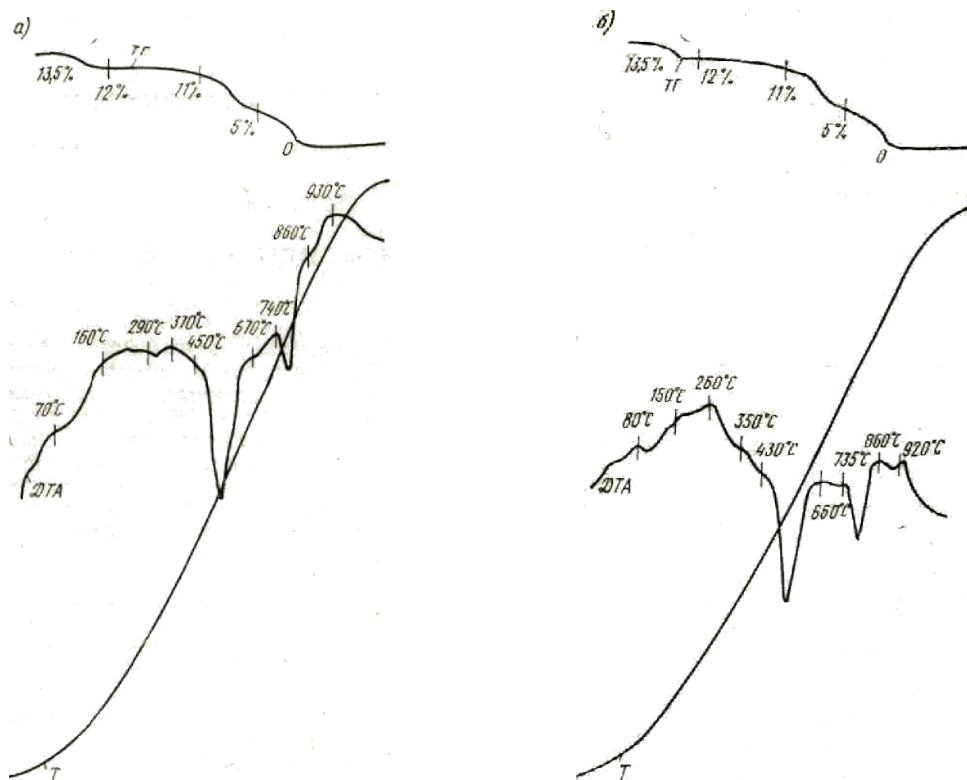


Рис. 1. Термограммы опытного (а) и контрольного (б) образцов

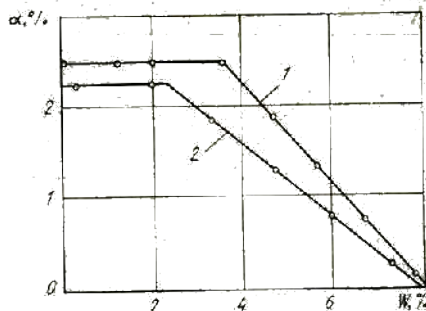


Рис. 2. Зависимость линейной усадки  $\alpha$  опытного (1) и контрольного (2) образцов от влажности  $W$

Определение линейной усадки в зависимости от влажности (рис. 2) показало, что усадка опытных образцов выше контрольных. Это связано с повышением дисперсности частиц, наличием в керамической массе коллоидных элементоорганических соединений, полисахаридов. Присутствие этих веществ, обладающих клеящей способностью, приводит к образованию прочных связей между частицами массы, в результате чего повышается ее трещиностойкость, коэффициент

чувствительности к сушке снижается на 40 %, в 2 раза возрастает механическая прочность сырца.

При изучении влияния биологической обработки на процесс спекания на стадии первого обжига была выявлена необходимость снижения температуры обжига опытных плиток МЗСМ с 1040 до 970 °С и плиток КЗОМ с 1025 до 960 °С (табл. 1).

Таблица 1

Плитки	Температура обжига, °С	Водопоглощение, %	Усадка, %	Предел прочности при изгибе, МПа
МЗСМ:				
контрольные	1040	15,8	2,2	11,7
опытные	970	5,6	0,6	12,9
КЗОМ:				
контрольные	1025	16,0	2,0	13,4
опытные	1025	14,5	1,9	15,4
контрольные	960	20,1	1,2	9,9
опытные	960	16,9	1,5	12,5

При снижении температуры обжига опытных плиток их водопоглощение и прочность соответствуют аналогичным показателям контрольных, обожженных при более высокой температуре. Кроме того, вследствие уменьшения температуры обжига усадка плиток снижается на 8 – 11 %. Контрольные плитки, обожженные при пониженных температурах, не отвечают предъявляемым к ним требованиям.

Исследование микроструктуры опытных и контрольных образцов подтверждает полученные данные. Распределение основных

кристаллических фаз – кварца и полевого шпата – в опытном образце более равномерное, чем в контрольном. Микроструктура опытного образца более плотная и мелкозернистая. По периферии зерен кварца распределяются неосновные кристаллические фазы, причем их количество в контрольном образце невелико, тогда как в опытном их содержание значительно увеличивается и достигает 20 – 25 %. Общая пористость контрольного образца на 7 – 10 % выше опытного.

Таким образом, процесс спекания опытных плиток при пониженных температурах прошел более полно по сравнению с контрольными.

Снижение температуры первого обжига приводит к необходимости уменьшения температуры второго обжига, в противном случае готовая продукция имеет дефекты. Поэтому температура второго обжига была снижена с 970 до 950 °С.

Плитки МСЗМ глазурировали методом полива глазурью ДМ-2, плитки КЗОМ – глазурью К26. Характеристики плиток после второго обжига приведены в табл. 2.

Таблица 2

Плитки	Водопоглощение, %	Предел прочности при изгибе, МПа	Усадка, %
МЗСМ:			
контрольные	14,2	13,5	2,3
опытные	13,6	14,1	0,7
КЗОМ:			
контрольные	15,3	18,4	2,0
опытные	15,7	21,7	1,5



Результаты испытаний показали, что плитки, полученные из опытной массы и обожженные при пониженных (по сравнению с контрольными) на 65 – 70 °С температурах, отвечали всем требованиям ГОСТ 6141 – 82 и имели хороший товарный вид благодаря лучшему разливу глазури и уменьшению количества наколов. Термостойкость всех плиток была одинаковой – цек на глазури появлялся при теплосмене 175 – 20 °С.

Данные оптической микроскопии свидетельствуют, что у контрольных плиток слой прилегания глазури очень неровный, имеются раковины размером 4 – 8 мкм на границе черепок-глазурь, в глазурном слое отмечено большое количество пор. При снижении температуры обжига общая пористость достигает 30 %, а у опытных плиток составляет не более 15 %.

Анализ годной продукции, проведенный на КЗОМ, показал, что по сравнению с контрольной партией в опытной партии количество плиток 1-го сорта увеличилось с 39 до 42 %, 2-го сорта – с 19 до 26 %, количество брака уменьшилось на 2 %.

Таким образом, биологическая обработка керамической массы позволяет улучшить режимы сушки плиток, снизить на 65 – 70 °С температуру обжига, уменьшить в 1,3 – 3,3 раза усадку плиток при сохранении их прочности.

Внедрение биообработки при производстве керамических плиток для внутренней облицовки стен дает возможность снизить расход топлива на 8 – 10 %, существенно сократить затраты на ролики, уменьшить количество брака, повысить сортность выпускаемой продукции.

УДК 666.762.9

Е. Е. ПОДКЛЕТНОВ, Г. Е. ВАЛЬЯНО, инженеры,

А. С. ВЛАСОВ, д-р техн. наук,

Ф. А. АКОПОВ, канд. техн. наук,

Н. Г. ДОЛГИРЕВА, инж.

ИВТАН, МХТИ им. Д. И. Менделеева

## **ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ КЕРАМИКИ ПРИ СПЕКАНИИ ОКСИДОВ ЦЕРИЯ И ТАНТАЛА**

Для создания технологии производства высокоогнеупорной электропроводной керамики<sup>1</sup> представляет интерес изучение процессов образования керамики в бинарной системе  $\text{CeO}_2 - \text{Ta}_2\text{O}_5$ .

В качестве исходных материалов были использованы диоксид церия марки ЦООП с массовой долей  $\text{CeO}_2$  99,99 % и пентаоксид тантала ч. с массовой долей  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  99,95 %. Для синтеза керамических составов проводили сухое смешивание и помол дисперсных порошков оксидов в планетарной мельнице в течение 15 мин. Брикетывали при давлении 100 МПа, затем обжигали. Синтез материалов осуществляли при 1650 °С в воздушной среде в течение 5 ч.

Обожженные брикеты дробили и мололи на планетарной мельнице. Отсутствие намола железа проверяли пробой на роданистый аммоний. Удельная поверхность порошков после помола, определенная методом низкотемпературной адсорбции азота, составила 4000 см<sup>2</sup>/г, что соответствует среднему размеру частиц 5 мкм.

Образцы керамики формовали при давлении 100 МПа и обжигали в воздушной среде при 1700 °С в течение 5 ч.

---

<sup>1</sup> Подклетнов Е. Е., Акопов Ф. А., Власов А. С. и др. – Огнеупоры, 1984, № 3.

Были изготовлены образцы керамических составов с содержанием 1, 3, 5, 15 и 50 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Подобные составы обладают высокой электропроводностью<sup>2</sup>, но структура материала, во многом определяющая стабильность его рабочих характеристик, до настоящего времени не изучена.

На обожженных образцах определяли предел прочности при сжатии и растяжении и динамический модуль упругости. Предел прочности измеряли на образцах диаметром и высотой 12 мм при осевом и диаметральной сжатии. Модуль упругости измеряли на ультразвуковом дефектоскопе по продолжительности прохождения импульса через образец (см. таблицу).

Самыми высокими прочностными показателями обладает состав с 3 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Изучение микроструктуры позволило объяснить полученные результаты.

Поверхность изломов образцов керамики исследовали на сканирующем электронном микроскопе «Стереоскан S4-10». Однородность фазового состава и размер образующихся кристаллов оценивали в иммерсионной жидкости на микроскопе «Неофот-2». Распределение химических элементов в керамике контролировали на рентгеновском микроанализаторе MAP-2 на полированных шлифах.

Рентгеновский фазовый анализ материала после синтеза показал, что преобладающей фазой во всех образцах является кубический твердый раствор флюоритового типа. Параметр решетки чистого CeO<sub>2</sub>  $a = 5,411 \pm 0,001 \text{ \AA}$ . При введении пентаоксида тантала параметр решетки несколько уменьшается, для состава с 3 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  $a = 5,406 \text{ \AA}$ , для составов начиная с 5 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и более  $a = 5,4004 \pm 0,002 \text{ \AA}$ . При этом составы с содержанием до 3 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (включительно) являются однофазными, а все остальные составы содержат примеси

---

<sup>2</sup> А. с. 906972.

тетрагональных твердых растворов, соединений с пироклорной структурой, а в образце с 50 %  $Ta_2O_5$  зафиксировано образование танталата церия  $CeTaO_4$ .

Керамические материалы по структуре можно разбить на три группы: первая включает составы с содержанием до 5 %  $Ta_2O_5$ , вторая ограничивается составом с 5 %  $Ta_2O_5$ , а третья объединяет составы, содержащие более 5 %  $Ta_2O_5$ .

Из рисунков *а* и *б* видно, что плотно уложенные и хорошо связанные пористые частицы имеют существенно большие размеры, чем исходная фракция. Для состава с 99 %  $CeO_2$  и 1 %  $Ta_2O_5$  характерен интервал линейных размеров частиц 20 – 60 мкм, для состава с 97 %  $CeO_2$  и 3 %  $Ta_2O_5$  он расширяется благодаря наличию частиц размером до 100 мкм. Рентгеноспектральный анализ показал некоторую неравномерность распределения Ta в этих образцах – его содержание колеблется в интервале  $\pm 10$  % (по массе) от общего количества.

В результате петрографического анализа в иммерсионной жидкости установлено, что основная масса представлена кристаллами кубической сингонии, окрашенными в синий цвет. Размер кристаллов соответствует размеру частиц, фиксируемых электронным микроскопом.

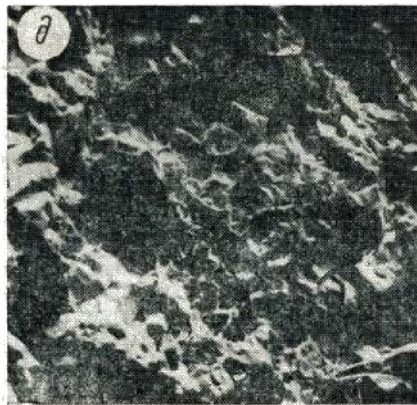
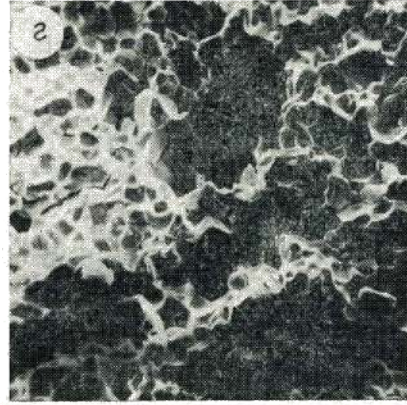
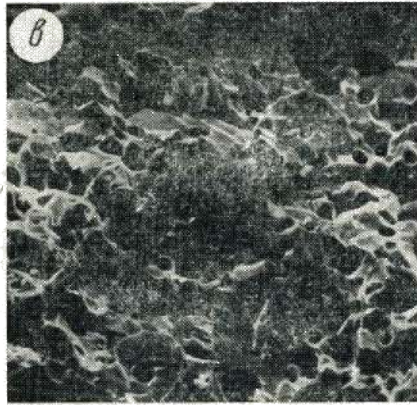
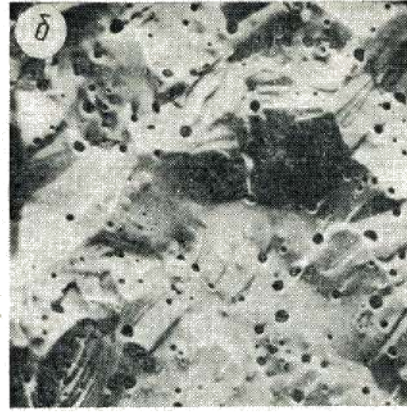
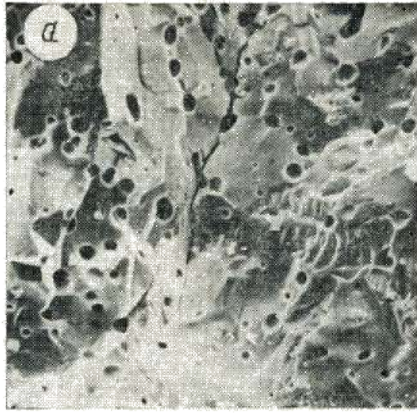
Оценка пористости дала следующие результаты: керамика, содержащая 1 %  $Ta_2O_5$ , имела пористость 7,5 %, а пористость состава с 3 %  $Ta_2O_5$  равнялась 5 %.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что в обоих материалах интенсивно протекали процессы диффузии, обеспечившие существенный рост кристаллов твердого раствора. Наиболее характерен в этом отношении образец с 3 %  $Ta_2O_5$ .

Молярное содержание Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	Предел прочности, МПа		Модуль упругости, ГПа	Пористость (общая), %
	при растяжении	при сжатии		
1	23,5	175,4	142	7,5
3	30	220,5	154	5,0
5	19,5	145,3	132	8 – 12
15	14,1	111,7	112	16,0
50	8,6	96,2	106	18 – 20

Состав с 5 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> занимает промежуточное положение между первой и третьей группами (см. рисунок в). В образце этого состава визуально обнаружены участки, имеющие две, по-разному окрашенные зоны: периферийная зона участков темно-синего цвета и основная, центральная часть желтого цвета. Периферийную зону составляют плотноуложенные частицы с линейными размерами 10 – 30 мкм. На поверхности частиц - присутствуют выделения более мелкодисперсной фазы (0,5 – 5,0 мкм). В желтой зоне размер частиц составляет 10 – 20 мкм, между частицами значительно чаще, чем в синей области, прослеживаются граничные трещины, а количество включений мелкодисперсной фазы возрастает. При получении излома частицы в этой области легко выкрашиваются из материала, создавая впечатление о его повышенной пористости. При помощи петрографического анализа желтой зоны в образце с 5 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> зафиксировано наряду с кристаллами кубической сингонии появление фазы низшей сингонии. Пористость в синей зоне составляет 8 %, в желтой – 12 %.

Полуколичественный рентгеноспектральный анализ показал значительные колебания количества тантала в желтой области. Его содержание в мелкодисперсных выделениях было в несколько раз выше по сравнению с более крупными частицами.



Структура поверхности сколов образцов керамики на основе  $\text{CeO}_2 - \text{Ta}_2\text{O}_5$  ( $\times 500$ ) *a* – 99 %  $\text{CeO}_2$  – 1 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ; *б* – 97 %  $\text{CeO}_2$  – 3 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ; *в* – 95 %  $\text{CeO}_2$  – 5 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ; *г* – 85 %  $\text{CeO}_2$  – 15 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ; *д* – 50 %  $\text{CeO}_2$  – 50 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$

Таким образом, в образце с 5 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  диффузия компонентов состава ограничена; размер зерен твердого раствора на основе диоксида церия меньше, чем в образцах с 1 и 3 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ . На границах зерен

появляется существенное количество фазы, сильно обогащенной Ta. Подобное явление можно объяснить, если предположить, что в системе  $\text{CeO}_2 - \text{Ta}_2\text{O}_5$  имеет место ограниченная растворимость  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  в  $\text{CeO}_2$ . Граничные трещины могут возникать в процессе охлаждения материала из-за различных ТКЛР образующихся фаз или их возможного полиморфизма.

Микроструктура образцов третьей группы показана на рисунках *з* и *д*. Основную часть образца с 15 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  составляют разнообразной формы полиэдры, между которыми часто имеются трещины. Зерна становятся менее пористыми, чем в описанных образцах, размер их составляет 6 – 15 мкм. В образце присутствуют также крупные полости глубиной до 80 мкм, ограниченные частицами округлой формы.

Петрографический анализ показал, что введение 15 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  приводит к появлению большего количества желтых кристаллов по сравнению с образцами с 5 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ; размеры кристаллов возрастают до 15 мкм. Значительное увеличение количества фазы с высоким содержанием Ta фиксирует и рентгеноспектральный анализ, причем характер распределения Ta такой же, как в желтой зоне образца с 5%  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ .

Поверхность излома образца с 50 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  составлена из весьма неоднородных по размерам и форме частиц (см. рисунок *д*). В отдельных областях зерна материала покрыты пленочными образованиями, на поверхности много крупных полостей. Очевидно, процесс спекания идет с участием жидкой фазы.

Сопоставление полученных результатов позволяет сделать вывод, что при содержании 3 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  образуется наиболее плотный и прочный материал. При большем содержании  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  свойства керамики ухудшаются из-за плохого спекания многофазной системы, что сопровождается увеличением пористости и появлением трещин.

Таким образом, при синтезе и спекании керамики в системе  $\text{CeO}_2 - \text{Ta}_2\text{O}_5$  наблюдается образование твердых растворов. Область существования кубического флюоритового твердого раствора  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  в  $\text{CeO}_2$  ограничена молярным содержанием  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  примерно 3 %. Увеличение содержания  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  более 3 % приводит к появлению многофазной системы и ухудшению механических характеристик. При значительном содержании  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  (50 %) спекание проходит с участием жидкой фазы, что подтверждается частичным оплавлением и глянцевой поверхностью образцов. Максимально плотные, прочные и хорошо спекшиеся образцы керамики без трещин получены при содержании 3 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ .

Результаты исследований могут найти применение при разработке электропроводной керамики для высокотемпературных энергетических установок.



УДК 666.3-127

О. Н. ТОКАЕВА, канд. техн. наук,

А. С. ВЛАСОВ, д-р техн. наук,

В. Е. ТОКАЕВ, канд. техн. наук

ВНИИстром, МХТИ им. Д. И. Менделеева

## **ПОРИСТАЯ СТРУКТУРА ЗОЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Экономическая и техническая целесообразность применения зол ТЭС в качестве основного компонента в производстве стеновых керамических изделий не вызывает сомнений. В настоящее время как в СССР, так и за рубежом проводятся работы по оптимизации технологии таких изделий, улучшению их структуры.

Ранее [1] было показано, что один из путей улучшения спекания золокерамики – увеличение скорости нагрева сырца, изготовленного на основе золы, подвергнутой предварительной флотации. Существенное влияние на структуру оказывают также способ формования [2] и конечная температура обжига.

Материалы, полученные на основе зол ТЭС, относятся к пористым. Их пористая структура во многом определяет эксплуатационные свойства изделий (долговечность, морозостойкость, прочность). Поэтому для получения золокерамических изделий с высокими эксплуатационными свойствами необходимо воздействовать, в первую очередь, на их структуру, а именно, на размер и характер распределения пор, их общее количество и вид.

Цель настоящей работы – изучить пористую структуру золокерамических изделий в зависимости от таких технологических факторов, как предварительное флотирование золы, способ формования, скорость нагрева и конечная температура обжига.

Работу проводили на золе Приднепровской ГРЭС, содержащей до 18 % углистых остатков. Флотация золы по способу, предложенному Днепропетровским горным институтом, позволяет снизить содержание углистых остатков до 1 – 3 %\*. Химический состав золы и глины, примененной как связующее в количестве 30 %, приведен ранее [1]. Были исследованы образцы из масс: № 1 – на основе исходной золы (70 %) и глины (30 %); №2, 3, 4, 5 – на основе флотированной золы (70 %) и глины (30 %).

Образцы пластического формования (кубы со стороной 50 мм) изготавливали на лабораторном вакуум-прессе при влажности массы 18 %, а полусухого прессования – на гидравлическом прессе ПСУ при удельном давлении прессования 40 МПа и влажности 8 %.

Для оценки распределения пор по размерам применяли метод эталонной порометрии (а. с. 543852). Из обожженных образцов вырезали таблетки диаметром 20 и высотой 1 мм. Эталоном служил образец, диапазон размеров пор которого шире, чем у исследуемых образцов. Насыщение образцов и эталонов проводили в декане. Расчет общей и открытой пористости проводили по данным насыщения образцов в декане. Виды пор и характер их распределения изучали на сканирующем электронном микроскопе.

Полученные результаты приведены в таблице и на рис. 1 и 2.

Образцы на основе исходной золы с большим содержанием углистых остатков характеризуются высокими значениями общей и открытой пористости. Закрытая пористость практически отсутствует. Кривая распределения пор по размерам имеет три максимума: в интервалах 1 – 1,3, 2 – 4 и 8 – 9 мкм, что указывает на значительную неоднородность структуры. В образце преобладают поры с радиусом 3 –

---

\* Здесь и далее массовое содержание.

4 мкм. Однако имеются и крупные поры (более 10 мкм), обусловленные выгоранием крупных частиц углистых остатков. Изделия с такой структурой (рис. 2, а) характеризуются низкой прочностью (4,2 МПа).

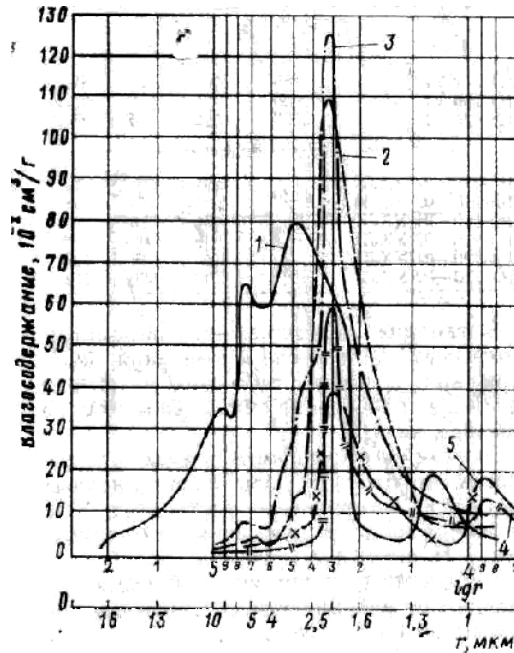


Рис. 1. Распределение пор по размерам в образцах  
Номера кривых соответствуют номерам образцов в таблице

Флотация исходной золы позволяет получать изделия с однородной и мелкозернистой структурой (рис. 2, б). По кривой распределения (см. рис. 1, кривая 2) видно, что в образцах отсутствуют поры размером более 10 мкм. Преобладают мелкие поры (2,0 мкм). Судя по характеру максимума, поры близки по размерам, что указывает на достаточную однородность структуры. Снижается общая и открытая пористость. Увеличивается объем закрытых пор. Такое улучшение пористой структуры закономерно обуславливает увеличение прочности образцов до 44 МПа.



Рис. 2. Микроструктура обожженных образцов ( $\times 1000$ )  
а – образец № 1; б – то же, № 2; в – № 3

Кривая 3 (см. рис. 1) характерна для образцов, полученных при относительно небольшой скорости нагрева ( $85\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ ). При сравнении кривых 2 и 3 видно, что они различаются лишь незначительным сдвигом максимума в сторону более крупных пор, т. е. снижение скорости нагрева с  $340$  до  $85\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{ч}$  не оказывает существенного влияния на характер распределения пор по размерам. Более высокие значения общей и открытой пористости образцов можно объяснить тем, что со снижением скорости нагрева уменьшается количество жидкой фазы.

Анализ кривых 2 и 4 (см. рис. 1), а также данных таблицы указывает на существенные различия в структуре образцов. При переходе от полусухого прессования к пластическому формованию при одном и том же значении максимума величина высоты пика уменьшается почти вдвое, он становится уже, что указывает на однородность пор. Уменьшается доля относительно крупных пор (более  $5\text{ мкм}$ ), появляются мелкие поры радиусом менее  $1\text{ мкм}$ , при этом преобладают округлые поры (см. рис. 2, в). При существенном снижении общей и открытой пористости повышается доля закрытых пор. Образцы с такой структурой имеют наивысшую прочность  $62\text{ МПа}$ .

Показатель	Свойства образцов, полученных способом				
	полусухого прессования			пластического формования	
	1	2	3	4	5
Скорость нагрева, °С/ч	340	340	85	340	340
Температура обжига, °С	1050	1050	1050	1050	1000
Пористость, %:					
открытая	46,2	36,1	39,7	21,6	26,3
закрытая	0,6	5,3	2,8	8,6	6,6
Кажущаяся плотность, кг/см <sup>2</sup>	1340	1760	1770	1880	1000
Водопоглощение, %	29,2	13,6	14,0	9,3	10,5
Предел прочности при сжатии, МПа	4,2	44,1	31,2	62,0	41,1

Снижение температуры обжига с 1050 до 1000 °С, судя по расширению максимума, ведет к ухудшению однородности структуры. Отмечается повышение общей и открытой пористости. Уменьшается объем закрытых пор.

Оптимальными характеристиками обладают образцы, полученные на основе флотированной золы и обожженные по скоростному режиму (340 °С/ч) с выдержкой при 1050 °С. Данная структура обладает и наивысшей прочностью.

Все образцы на основе флотированной золы имеют поры радиусом менее 10 мкм, причем преобладают поры размером около 2 мкм. Образцы характеризуются повышенной морозостойкостью, что подтверждено испытаниями.

Таким образом, наиболее эффективным воздействием на структуру золокерамических материалов является флотация золы с повышенным содержанием углекислых остатков. Способ формования и

скорость нагрева также влияют на структуру. Установленные зависимости позволяют эффективно воздействовать на структуру золокерамических материалов для получения изделий с заданной структурой и эксплуатационными свойствами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов А. С., Токаева О. Н., Гонтмахер В. Е. Влияние скорости нагрева на структуру золокерамических изделий // Стекло и керамика. – 1986. – № 9. – С. 20 – 21.
2. Дуденкова Г. Я., Токаева О. Н. Керамические стеновые изделия на основе флотированной золы // Тр. ин-та ВНИИСтром. – 1987. – Вып. 61(89). – С. 54 – 62.

УДК 621.762

А. С. ВЛАСОВ, О. В. ЛУДАНОВА

РХТУ им. Д. И. Менделеева

## **БИОСОВМЕСТИМЫЕ СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ**

(обзор)

Эмалевые покрытия и композиционный материал металл – эмаль обладают исключительными, а иногда и уникальными свойствами по сравнению с другими покрытиями и металлами: отсутствие пор, твердость, устойчивость к истиранию, высокие удельные характеристики качества поверхности, декоративность, стойкость к действию агрессивных сред, высоких температур, света и облучения, физиологическая безвредность, абсолютная устойчивость к холоду и т.п. Существует обширная литература по эмалям, в которой излагаются основные теоретические вопросы строения эмалей [1, 2], рассматриваются физико-механические свойства эмалевых покрытий, свойства металлов, годных для эмалирования, в том числе титана [1, 3, 4], дается подробное описание технологии эмалирования, приводятся способы нанесения эмалей [5 – 9] и т.д.

В монографии Н. В. Авдеева [10] изложены и систематизированы технологии различных по функциональным свойствам покрытий, существующие и перспективные способы нанесения (наплавление, напайвание, наирование, напыление, осаждение, окрашивание), а также способы получения покрытий путем механической, термической, физической, термомеханической обработки и т.д. Рекомендуются методики выбора присадочного материала, способа создания покрытия исходя из химического состава, формы и размеров детали, характера

производства и др. Приводятся примеры практического применения различных способов материалопокрывтия (в частности, для медицинских целей).

Титан и его сплавы можно покрывать силикатными или стеклокерамическими, а также стеклометаллическими композиционными эмалями разной плавкости [1, 3]. В последние годы растущее беспокойство относительно вымывания некоторых элементов, таких как Ni или Cr, при длительном пребывании материалов в теле пациента стимулировало более широкое использование в медицинской практике нетоксичных материалов, таких как титан.

Материалы для медицины должны отвечать большому числу взаимоисключающих требований [11], из которых требование биологической совместимости является наиболее строгим. Титановые сплавы, обладающие очень высокой коррозионной стойкостью, что позволяет отнести их к биоинертным материалам, сравнительно мягки, и эта особенность дает им возможность намного лучше сочетаться с костными тканями. Однако недостаточная биосовместимость титана и его сплавов порождает проблему долговременного использования титановых имплантатов, подвергающихся циклическим нагрузкам.

При имплантации титановых протезов в живой организм не возникает прочного соединения их с костью. Проблему биосовместимости титана пытаются решать различными способами [12, 13]: применять пористые металлические имплантаты; композиционные материалы с использованием металла, полимеров, стекла, керамики и др.; биосовместимые покрытия.

Традиционно эмалирование титана и его сплавов применяют исключительно для защиты от высокотемпературной коррозии и агрессивных сред [1, 14]. Проведено множество теоретических и прикладных исследований по созданию покрытий методом



эмалирования для титановых сплавов [5, 15, 16], приводятся рецептуры специальных эмалей [3, 15], рассматриваются особенности поведения титана и его сплавов при высокой температуре [17 – 19].

Известно, что технология эмалирования титана практически не отличается от эмалирования стали. Обжиг проводят в атмосфере воздуха. Покрытия на титане не требуют грунта [1, 3].

Анализ патентной литературы показал, что в последнее время в ряде стран – Японии, Германии, Испании [12, 13, 20] – проводятся исследования по созданию и применению стеклокерамических покрытий для титановых имплантатов с целью обеспечения биосовместимости. В качестве покрытия используют композицию биостекло – гидроксилapatит.

Основу биоэмалей как для титановых сплавов [13, 20], так и для других специальных сплавов (Co – Cr, Ni – C, Fe – Cr) [3] составляют щелочноалюмо(боро)силикатные стекла. Такие биокерамические эмали являются совместимыми с тканями живого организма в биологическом отношении лишь тогда, когда они не содержат ванадия [3]. Однако вопросы теории создания стеклокристаллических биопокровтий для титановых сплавов освещаются крайне мало [21]. Очевидно, что технология биопокровтий для титана должна быть аналогичной получению эмалей. Но требование биосовместимости композита накладывает ряд ограничений и предъявляет особые требования к составу покрытий и их технологии.

Существуют попытки создания керамического покрытия на титане с использованием непосредственно биоактивного гидроксилapatита [12]. Полученные с помощью плазменного напыления керамические гидроксилapatитовые покрытия разрушаются при длительном циклическом нагружении из-за различий в физических свойствах материалов покрытия и основы [20]. Кроме того, такие покрытия

пористые. В работе [21] и в пат. США 5077132 предлагается функциональное градиентное покрытие с использованием биоинертного стекла: композит гидроксилapatит – биостекло – титановый сплав, в котором стекло играет роль компенсатора свойств титана и гидроксилapatита.

Требования к биостеклу системы гидроксилapatит – стекло – титан: биоинертность, ТКЛР стекла менее  $9,7 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  [20], отсутствие кальций-фосфатной составляющей, температура наплавления не выше  $1000 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Как правило, эмали для титана содержат относительно много диоксида кремния и мало оксидов щелочных металлов, иногда большие доли  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  [3, 6, 15, 16], температуры вжигания составляют  $900 - 1150 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Влияние различных оксидов на свойства силикатных стекол отражено в таблице [22].

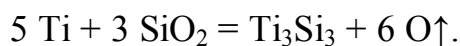
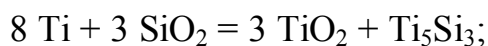
Ограничение на отсутствие кальций-фосфатной составляющей вводится для обеспечения биоинертности стекла и возможности в дальнейшем получить биоактивную поверхность композита (например, путем выщелачивания стекла [20]).

Покрытие обладает более высокой прочностью, если ТКЛР эмали меньше, чем у металла, так как эмаль лучше сопротивляется действию сжимающих напряжений [1]. Разница в ТКЛР устанавливается эмпирически и обычно не превышает 15 %.

Температура плавления титана  $1668 \text{ } ^\circ\text{C}$ , но химическая активность этого металла, т.е. большое сродство к кислороду и склонность к газонасыщению, приводит к охрупчиванию титана и его сплавов при нагреве выше  $600 \text{ } ^\circ\text{C}$ , что ухудшает механические свойства изделий [3] и накладывает ограничения на температуру и продолжительность обжига покрытия. Одновременно высокое сродство титана к кислороду обеспечивает отличную адгезию эмалей [6], которые наносятся без

грунта и специальных активаторов сцепления. При этом даже при толщине слоя более 1 мм сохраняется хорошая прочность сцепления.

На основании исследований, проведенных А. Я. Ситниковой [1, 15, 23], установлено, что при эмалировании титана у поверхности металла находятся твердая краевая зона, насыщенная газом, и промежуточный слой, состоящий из разных кристаллических фаз со стороны эмали. В результате реакции на границе раздела из титана и кремнезема образуются силициды, а также оксиды титана. При этом возможны следующие реакции титана [23]:



Выделившийся кислород частично расходуется на окисление титана и частично диффундирует в металл. Оксиды титана могут переходить в раствор. Вместе с силицидами и стеклофазой они образуют слой сцепления. Считается [3], что сцепление эмали с титаном осуществляется посредством промежуточного слоя, в высокой степени кристаллического и имеющего много анкерных точек. Чем выше температура и продолжительность последующей выдержки, тем быстрее протекают процессы на границе металл – эмаль. Накопление в зоне контакта титана с покрытием продуктов реакции ( $\text{Ti}_5\text{Si}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiO}$ ) приводит к постепенному ослаблению прочности сцепления, а затем и к отслаиванию покрытия [23].

Компоненты сплавов (и титановых, в частности) с большими по абсолютной величине отрицательными значениями  $\Delta G_T^0$  реакции окисления и  $\varphi_{\text{Me}}^0$ , сильной единичной связью  $\text{Me} - \text{O}$ , склонны к активному взаимодействию с покрытиями. Целесообразно оценивать термодинамические характеристики компонентов покрытий, обладающих по сравнению с компонентами сплавов более высокой

термодинамической устойчивостью, более сильной связью с кислородом [17].

При нагреве сплавов с силикатными покрытиями даже без окислительной среды можно предположить окисление поверхности сплавов за счет кислорода,  $\text{OH}^-$ -ионов и воды, содержащихся в покрытии [14], что особенно актуально для титановых сплавов, обладающих большим сродством к кислороду [17].

Свойство	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{B}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{ZrO}_2$	$\text{TiO}_2$
Температура							
плавления	+	+	-	-	-	+	-
Вязкость	+	+	-	-	-	+	-
Склонность к							
кристаллизации	+	-	-	-	-	+	-
Поверхностное							
натяжение	+	+	-	-	-	н	-
Плотность	-	+	-	+	+	+	+
Механические							
свойства	+	+	+	-	-	+	н
Химическая							
стойкость	+	+	+	-	-	+	+
Температурное							
расширение	-	-	-	+	+	-	-
Показатель							
преломления	-	н	н	-	-	+	+
Термостойкость	+	+	+	-	-	+	+

"+" – значение свойства увеличивается, "-" – то же, уменьшается; "н" – нет сведений.

Существует около полутора десятков методов создания неорганических покрытий на металле [10, 23]. В случае получения биосовместимого покрытия для титана наиболее приемлемым является нанесение присадочного материала электрофоретическим осаждением (ЭФО) с последующим обжигом. Преимущества ЭФО состоят в следующем [3, 23]:

получаются равномерные, плотные, сплошные слои в широком диапазоне толщин (0,1 - 1000 мкм);

легко регулируется толщина покрытия;

не требуется тщательная очистка поверхности;

используется для изделий сложной формы;

достаточная плотность и прочность слоя;

возможно нанесение нескольких слоев с одним обжигом.

Недостатки ЭФО:

необходим подбор электродов для обеспечения равномерности электрического поля;

сложность аппаратуры;

требуется подбор дисперсионной среды.

В работе [23] подробно рассмотрены технология электрофоретического нанесения покрытий, особенности этого процесса, а также влияние на ЭФО ряда факторов: дисперсионной среды, электролитов, электрохимических процессов, дисперсности твердой фазы, концентрации суспензий.

Результаты создания биосовместимых покрытий для титановых сплавов приводятся в работах [20, 21] и в пат. США 5077132. Композиции из стеклянной фритты с различным содержанием гидроксилпатита (от 30 до 80 % по массе) многократно наносили на титановую подложку плазменным напылением с последующим обжигом каждого слоя. Толщина покрытия не превышала 200 мкм. Имплантаты с

биопокрытием стекло – гидроксилapatит прошли успешные клинические испытания и рекомендуются для использования в стоматологии и ортопедии.

Таким образом, обзор литературных данных показал, что имеются все предпосылки для успешной разработки на основе известных технологий покрытий для титановых сплавов, которые обеспечивали бы биосовместимость имплантатов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литвинова Е. И. Металл для эмалирования. – М.: Металлургия, 1987. – 280 с.
2. Бакалин Ю. И. Макроструктура эмалевых покрытий. – Минск, 1978. – 128 с.
3. Петцольд А., Пештман Г. Эмаль и эмалирование: Справочник. – М.: Металлургия, 1990. – 574 с.
4. Николаева Л. В., Борисенко А. И. Тонкослойные стеклоэмалевые и стеклокерамические покрытия. – Л: Наука, 1980. – 88 с.
5. Технология эмали и эмалирования металлов. – М.: Стройиздат, 1965. – 316 с.
6. Аппен А. А. Температурустойчивые неорганические покрытия. – Д.: Химия, 1976. – 296 с.
7. Эмалирование металлических изделий. – Л: Машиностроение, 1972. – 494 с.
8. Ткачев А. Г., Кушнарев А. С., Козьярский А. Я. Технология эмали и защитных покрытий. – Новочеркасск, 1993. – 108 с.
9. Техника художественной эмали, чеканки иковки. – М.: Высш. шк., 1986. – 192 с.
10. Авдеев Н. В. Технология и выбор способа материалопокрывтия. – Ташкент: Мехнат, 1990. – 270 с.

11. Веденков В. Г. Материалы биомедицинского назначения для наружного применения, инструментов, медицинских аппаратов и имплантатов. – М., 1988. – 72 с.
12. Hench L. L. Bioceramics: From concept to clinic // *Am. Ceram. Soc.* – 1991. – V. 74. – № 7. – P. 1471 – 1510.
13. Tomsia A. P., Moya J. S., Guitian F. Hydroxylapatite coatings on Ti-based alloys // *Indianapolis. 96th Annual Meeting.* – 1994. – P. 2.
14. Солнцев С. С. Защитные технологические покрытия и тугоплавкие эмали. – М.: Машиностроение, 1994. – 256 с.
15. О механизме взаимодействия титана с силикатными покрытиями / А. Я. Ситникова, И. Б. Баньковская, И. С. Анитов и др. // *ЖПХ.* – 1971. – № 9. – С. 1929 – 1933.
16. Межфазное взаимодействие на границе контакта титана с силикатными расплавами / А. Я. Ситникова, А. А. Аппен, В. Н. Федоров и др. // *ЖПХ.* – 1974. – Т. 47. – № 9. – 1922 – 1926.
17. Окисление титана и его сплавов / А. С. Бай, Д. И. Лайнер, Е. Н. Слесарева, М. И. Цыпин. – М.: Металлургия, 1970. – 320 с.
18. Войтович Р. Ф., Головки Э. И. Высокотемпературное окисление титана и его сплавов. – Киев: Наукова думка, 1984. – 256 с.
19. Томашев Н. Д. Титан и коррозионностойкие сплавы на его основе. – М.: Металлургия, 1985. – 80 с.
20. Endosseous dental implants of bioactive composite materials of hydroxylapatite containing glass-coated titanium / S. Maruno, K. Hayashi, Y. Sumi, et al. // *CRC Handbook of Bioactive Ceramics.* – 1988. – V. 2. – P. 187 – 192.
21. Ban S., Maruno S., Hasegawa J. Effect of etching condition on the formation of bioactive surface of hydroxylapatite – glass – titanium composite // *Jap. J. Appl. Phys. Pt. 2.* – 1991. – V. 30. – № 7B. – P. 1333 – 1336.

22. Химическая технология стекла и ситаллов. – М.: Стройиздат, 1983. – 431 с.
23. Ситникова А. Я., Андриюшенко Н. С. Использование минерализатора для исследования взаимодействия титана с покрытиями // Защитные высокотемпературные покрытия. – Л.: Наука, 1972. – С. 353 – 359.



А. С. ВЛАСОВ, А. А. ПОРОСКОВА

РХТУ им. Д. И. Менделеева

## **СПЕКАНИЕ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ В ПРИСУТСТВИИ ДОБАВКИ КАРБОНАТА ЛИТИЯ**

Известно несколько способов спекания карбоната кальция. Для получения изделий из  $\text{CaCO}_3$  используются метод горячего изостатического прессования с созданием требуемой атмосферы и жидкофазное спекание карбоната кальция с добавками, например,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  при температуре 1300 – 1600 °С и  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  при температуре 620 °С [1 – 3].

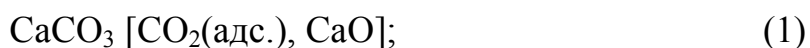
В наших экспериментах изучена возможность получения спеченного карбоната кальция путем его перекристаллизации при жидкофазном спекании с добавкой карбоната лития при достаточно низких температурах. Использование добавки связано с необходимостью спекания через жидкую фазу, в то время как для того, чтобы конгруэнтно расплавить кальцит, требуется давление  $\text{CO}_2$  102,5 МПа при температуре 1339 °С [4].

Спекание карбоната кальция зависит от многих факторов: полиморфной формы  $\text{CaCO}_3$ ; степени чистоты исходного сырья, количества добавки, способствующей спеканию; условий обжига (скорости нагрева, температуры и продолжительности обжига).

Безводный карбонат кальция при обычном давлении и температуре встречается в двух полиморфных формах: кальцит – устойчивая форма с ромбоэдрическими кристаллами плотностью 2,71 г/см<sup>3</sup>, и арагонит – метастабильная форма с орторомбическими кристаллами плотностью 2,94 г/см<sup>3</sup> [5, 6]. При нагреве на воздухе от 450 до 490 °С происходит превращение арагонита в кальцит.

Превращение кальцита в арагонит возможно в результате дробления кальцита при температуре окружающей среды. Поскольку арагонит является метастабильной формой и для него характерны два эндотермических эффекта [7] (397 – 417 и 810 – 910 °С), один из которых ниже температуры обжига, а следовательно, может влиять на процесс спекания карбоната кальция, необходимо так измельчать кальцит, чтобы арагонит не образовывался.

Измельчение карбоната кальция способствует как его спеканию, так и термическому разложению кальцита на CaO и CO<sub>2</sub>. Разложение карбоната кальция начинается при разных температурах, что, очевидно, связано с размерами исходных кристаллов и наличием примесей. В работе [8] рассмотрено влияние степени измельченности кальцита (с содержанием 99,5 % CaCO<sub>3</sub>) на его термодинамические и кинетические свойства. Предполагалось, что удельная поверхность кристаллов кальцита может оказывать существенное влияние на процесс разложения. Так, исходные скорости реакции при температуре 574 °С составили  $1,10 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$  для образцов с удельной поверхностью 4 м<sup>2</sup>/г и  $1,48 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$  для образцов с удельной поверхностью 25 м<sup>2</sup>/г. Энергия активации разложения уменьшается в зависимости от удельной поверхности. Она изменяется от 140,6 кДж/моль для кристаллов длиной 10 мкм до 182 кДж/моль для кристаллов диаметром 0,03 мкм в одинаковом интервале температур. Это колебание энергии активации в зависимости от размера зерен в работе [8] объясняется наличием двух последовательных этапов разложения:



Реакция (2) протекает быстрее за счет большей реакционной поверхности раздела фаз. В случае крупных кристаллов она протекает медленнее, чем реакция (1), и определяется структурой образца, а в

процессе разложения самых мелких кристаллов наблюдается более низкая энергия активации. Изучение данных дифференциального термического анализа позволило определить влияние удельной поверхности на термодинамику разложения кальцита. В результате исследования, проведенного на смеси из крупных (5 мкм) и мелких (0,07 мкм) кристаллов в соотношении 1:1, установлено наличие двух эндотермических пиков (при температурах 642 и 666 °С).

Скорость реакции разложения карбоната кальция зависит от скорости диффузии  $\text{CO}_2$  через слой активного  $\text{CaO}$  постоянной толщины [9]. Под активным  $\text{CaO}$  подразумеваются группы кальция и кислорода, все еще расположенные в исходной позиции, которую они занимают в решетке  $\text{CaCO}_3$ . Из-за ухода  $\text{CO}_2$  из этой решетки метастабильная структура должна быть очень пористой и активной. Поскольку  $\text{CaO}$  высоко реакционноспособен, представляется вероятным, что выделение  $\text{CO}_2$  является серией адсорбционно-десорбционных процессов, каждый из которых эквивалентен химической реакции. Активный  $\text{CaO}$  превращается в перекристаллизованный в свою обычную стабильную решетку  $\text{CaO}$ . Таким образом, скорость разложения зависит от количества активных групп  $\text{CaO}$  на поверхности раздела  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{CaO}$ .

При измельчении карбоната кальция на поверхности кристаллов появляется слой  $\text{CaO}$ , причем его толщина тем больше, чем меньше кристалл. При мокром помоле  $\text{CaO}$  взаимодействует с водой с образованием  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , который при температуре 577 °С разлагается на  $\text{CaO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Таким образом, чем мельче кристаллы, тем больше образуется при мокром помоле  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и тем больше потери массы в процессе обжига при температуре около 650 °С, что подтверждается нашими экспериментальными данными.

В работе [10] рассмотрено влияние примесей на кинетику разложения кальцита. Предполагалось, что различие в энергии

активации разложения кальцита с содержанием 98,2 %  $\text{CaCO}_3$  (110,5 кДж/моль) и 99,5 %  $\text{CaCO}_3$  (193,8 кДж/моль) обусловлено присутствующими в кальците примесями.

В качестве добавки, способствующей спеканию, использовали карбонат лития. Его введение в керамические массы при производстве фаянса, фарфора, огнеупоров, глазури позволяет значительно снизить температуру обжига, получить изделия более высокого качества, с меньшим ТКЛР и повышенной термостойкостью [11].

Карбонат лития способствует как декарбонизации, так и рекарбонизации карбоната кальция [12, 13], что при соблюдении соответствующих условий дает возможность использовать карбонат лития в качестве легкоплавкой добавки при жидкофазном спекании карбоната кальция.

Карбонат лития является очень хорошим катализатором для реакции карбонизации. Известно, что реакция между  $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$  лимитируется медленной диффузией  $\text{CO}_2$  сквозь слой  $\text{CaCO}_3$ , образующийся на частицах  $\text{CaO}$  в процессе карбонизации. Степень карбонизации  $\text{CaO}$  всегда увеличивается в присутствии  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  [13].

Карбонат лития и карбонат кальция образуют эвтектику (43 %  $\text{CaCO}_3$  и 57 %  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ), которая плавится при температуре 662 °С [13]. Температура, соответствующая максимуму на кривой ДТА и совпадающая с максимальной скоростью карбонизации, находится в зависимости от скорости нагрева на 10 – 30 °С ниже температуры плавления этой эвтектики.

Таким образом, влияние  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  на скорость реакции существенно зависит от количественного соотношения  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  и  $\text{CaCO}_3$  и температуры обжига. При этом скорости реакции и размер кристаллов конечного продукта различны:

при температуре плавления эвтектики  $\text{CaCO}_3$ , образующий защитное покрытие на  $\text{CaO}$ , растворяется и переосаждается в виде более крупных кристаллов  $\text{CaCO}_3$ , а реакция протекает на поверхности  $\text{CaO}$  с высокой скоростью;

при достаточном количестве  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  жидкая фаза не насыщается  $\text{CaCO}_3$ , ее содержание увеличивается при протекании реакции, причем сама жидкая фаза действует как защитное покрытие;

ниже температуры эвтектики добавки  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  способствуют уменьшению размера зерен поликристаллического  $\text{CaCO}_3$  поверхностного слоя, а повышение скорости реакции, вероятно, обусловлено диффузией  $\text{CO}_2$  по возросшему числу межзеренных границ.

Следовательно, для спекания карбоната кальция с добавкой карбоната лития необходимо выбрать температуру немного ниже температуры плавления эвтектики ( $< 662 \text{ }^\circ\text{C}$ ), подобрать оптимальную скорость нагрева и количество добавки (небольшое) для создания жидкой фазы, через которую должна происходить перекристаллизация кальцита.

Поскольку, с одной стороны, температура начала разложения карбоната кальция выше  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  [2], а с другой – жидкая фаза, способствующая спеканию, появляется при температуре не ниже  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  [14], необходимо создание атмосферы обжига, препятствующей разложению карбоната кальция. В качестве защитной атмосферы может быть использован  $\text{CO}_2$ . При спекании в атмосфере  $\text{CO}_2$  карбонат кальция без добавки карбоната лития начинает разлагаться при температуре  $920 \text{ }^\circ\text{C}$ , а с добавкой – при  $860 \text{ }^\circ\text{C}$  [3]. В процессе спекания карбоната кальция с 1 % карбоната лития при температуре  $620 \text{ }^\circ\text{C}$  в атмосфере  $\text{CO}_2$  средний размер зерен конечного продукта составляет 12 мкм, а при спекании на воздухе – 4 мкм. Однако спекание карбоната кальция на воздухе более эффективно по сравнению со спеканием в атмосфере  $\text{CO}_2$ .

Итак, при спекании карбоната кальция особое внимание следует уделять подготовке исходного порошка. Он должен полностью состоять из карбоната кальция, т.е. не содержать даже незначительных количеств CaO или Ca(OH)<sub>2</sub>, образующихся при чрезмерном измельчении карбоната кальция. При наличии примеси CaO или Ca(OH)<sub>2</sub> спекание необходимо осуществлять в атмосфере CO<sub>2</sub>.

Оптимальная температура обжига находится в интервале 620 – 650 °С. В качестве добавки, способствующей спеканию, рекомендуется использовать карбонат лития в количестве 1 – 2 %.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fujikawa T., Manabe Y, Tatsuno T. Hot Isostatic Pressing: Theory // Proc. 3rd Int. Conf. – 1992. – P. 135 – 142.
2. Shi Y.-Y., Messing G. L., Bradt R. C. Reactive-Phase Calsintering of Calcium – Carbonate – Derived Lime // Amer. Ceram. Soc. – 1984. – V. 67. – № 6. – P. 109 – 111.
3. Tetard F., Bernache-Assollant D. Sintering of Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-doped CaCO<sub>3</sub> // Ceram. Transactions. – 1995. – V. 51. – P. 561 – 566.
4. Минералогическая энциклопедия. – Л.: Недра, 1985. – 512 с.
5. Fries E., Marhic Ch. Étude par diffraction de rayons X des effets du broyage sur la calcite // Bull. Soc. Fr. Mineral. Cristallogr. – 1973. – V. 96. – № 2. – P. 91 – 96.
6. Verma A. R., Krishna P. Polymorphism and Polytypism in Crystals. – New York, 1966. – 341 p.
7. Горшков В. С., Тимашев В. В. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. – М.: Высш. шк., 1963. – 287 с.
8. Antolini R. Contribution a l'étude de influence de l'état de division de la calcite sur ses propriétés thermodynamiques et cinfitiques. – Lyon, 1961. – 109 p.

9. Ingraham T. R., Marier P. Kinetic Studies of the Thermal Decomposition of Calcium Carbonate // Chem. Eng. – 1963. – № 4. – P. 170 – 173.
10. Garcia Calvo Arranz M. A., Leton P. Effects of Impurities in the Kinetics of Calcite Decomposition // Thermochim. Acta. – 1990. – V. 170. – P. 7 – 11.
11. Кыдынов М. Физико-химические системы из солей одно- и двухвалентных металлов. – Фрунзе: Илим, 1977. – 183 с.
12. Huang J. M., Daugherty K. E. Catalytic Effect of Alkali Carbonates on the Calcination of Calcium Carbonate // Thermochim. Acta. – 1987. – V. 115. – P. 57 – 62.
13. Beruto D. Kim M. G., Barco L. Effect of  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  on Reaction Between CaO and  $\text{CO}_2$  // Amer. Ceram. Soc. – 1984. – V. 67. – № 4. – P. 274 – 278.
14. Olgaard D.L., Evans B. Effect of Second-Phase Particles on Grain Growth in Calcite // Amer. Ceram. Soc. – 1986. – V. 69. – № 11. – P. 272 – 277.

А. С. ВЛАСОВ, М. В. КОРЯКИНА, Н. В. РИЗАЙКИНА

РХТУ им. Д. И. Менделеева

## **ФОРМОВАНИЕ ЗАГОТОВОК ИЗ КАРБИДА КРЕМНИЯ ПУТЕМ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ВОДНОГО ШЛИКЕРА**

Карбидкремниевые изделия изготавливают методами полусухого прессования, пластического формования, трамбования [1], а более сложные формы изделий выполняют методами шликерного литья. При водном литье в пористые (гипсовые) формы важным становится регулирование таких параметров процесса, как скорость набора массы, усадка при подвялке, необходимая для извлечения отливки из формы. При литье карбидкремниевых изделий из водных шликеров формы быстро изнашиваются [2]. Основным недостатком метода горячего литья из шликеров – использование в качестве временной технологической связки парафина и ему подобных материалов. Применение парафина приводит к таким энерго- и трудоемким стадиям технологического процесса, как подготовка материалов и выжигание связки [3]. Кроме того, выгорание связующего представляет экологическую опасность.

Цель настоящей работы – разработать метод формования карбидкремниевых заготовок сложной формы, при использовании которого исключаются перечисленные недостатки.

Таким методом может быть замораживание водного шликера в металлической форме. Шликер состоял из порошков карбида кремния и углерода (сажи). Введение углерода позволяет получать изделия из самосвязанного карбида кремния при силицировании смеси SiC – C.

В ходе исследования необходимо было подобрать режим замораживания, определить режим вакуумной сушки, установить



возможность ее замены сушкой на воздухе, оценить свойства полученных образцов.

Было выбрано несколько составов твердой фазы шликера (см. таблицу).

При приготовлении шликера использовали 5%-ный водный раствор поливинилового спирта, что обусловлено следующими причинами: ПВС улучшает смачиваемость поверхности сажи, т.е. является ПАВ; ПВС – важный компонент шликера, так как имеет свойство при замораживании и размораживании структурироваться с образованием геля, поэтому заготовка после извлечения из формы не деформируется при температуре выше температуры замерзания; ПВС придает заготовке прочность как при извлечении ее из формы, так и при ее дальнейшем перемещении (пат. США 5861115) [4, 5].

Состав	Массовое		Соотношение
	содержание, %		
	C	SiC	SiC <sub>M10</sub> : SiC <sub>M40</sub>
1	30	70	40 : 60
2	40	60	40 : 60
3	50	50	40 : 60

Были использованы ПВС «Mowiol» марки 56-98 с молярной массой 195000 г/моль производства фирмы «Clariant», карбид кремния (зеленый) M10 и M40, технический углерод П803 с размером частиц < 1 мкм (по данным петрографического анализа) и пикнометрической плотностью 1,85 г/см<sup>3</sup>.

ПВС вводили в количестве 2 % от массы сухого вещества.

Сажу смешивали с раствором ПВС и водой. Затем в приготовленную суспензию вводили смесь порошков карбида кремния и перемешивали шликер в течение 1 ч. Влажность полученного шликера

составляла 42 %. Поскольку при перемешивании шликера наблюдалось вспенивание, в шликер в качестве пеногасителя добавляли октиловый спирт [6].

Образцы изготавливали в форме тиглей высотой 22 мм, с внешним диаметром 24 мм и толщиной стенки 3 мм.

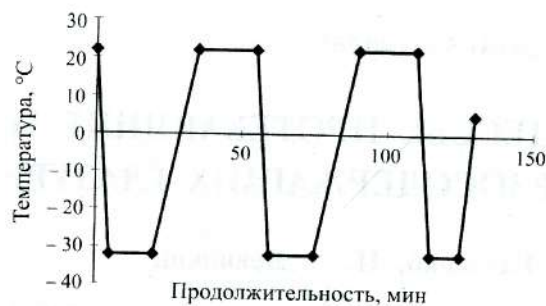
Шликер заливали через литниковое отверстие в металлическую форму, которую помещали в морозильную камеру. При этом формы можно использовать как металлические, так и полимерные. Замораживание проводили при температуре  $-32$  °С. После выдержки форму извлекали из морозильной камеры и оставляли на воздухе. Для определения оптимальной продолжительности замерзания заготовки выбрали интервал от 1 до 40 мин. Заготовка замерзала уже через 6 мин после начала замораживания, однако не набирала прочности, достаточной для извлечения из формы, и поэтому деформировалась.

Заготовки, выдержанные при отрицательной температуре более 15 мин, обладали достаточной прочностью для извлечения из формы. Поэтому оптимальная продолжительность при одинарном цикле замораживания составила 15 мин.

При однократном замораживании заготовка, извлеченная из формы и выдержанная при комнатной температуре, с течением времени деформировалась в результате таяния льда, и образцы растрескивались. Поэтому применяли сублимационную сушку, продолжительность которой была 25 мин.

В пат. США 5861115 установлено, что при неоднократном замораживании и размораживании, а также при использовании высокомолекулярного ПВС заготовка сохраняет свою конфигурацию после извлечения из формы и длительного пребывания на воздухе. Поэтому замораживание проводили по нескольким режимам, из которых выбран режим с минимальными числом и продолжительностью циклов

для образцов данного размера: продолжительность замораживания – 20 мин, продолжительность размораживания – 35 мин, число циклов – 2 (см. рисунок).



Режим замораживания

Приведенный режим замораживания позволяет получить достаточно прочную заготовку и исключить стадию вакуумной сушки. Усадка образцов при сушке на воздухе составила 4 %.

Обжиг образцов проводили в вакуумной печи в азотно-водородной смеси при температуре 1850 °C. Усадка образцов составов 1 и 2 после обжига была равна 0,1 %. Образцы состава 3 разрушились в ходе обжига.

В результате проведенной работы были получены образцы, свойства которых характерны для данного материала.

Таким образом, выполнена оценка метода формования заготовок из карбида кремния и сажи путем замораживания водного шликера. В качестве временной технологической связки и ПАВ для сажи рекомендуется использовать 5%-ный раствор ПВС. Применение высокомолекулярной модификации ПВС позволило отказаться от сублимационной сушки полуфабриката.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кайнарский И. С., Дегтярева Э. В. Карборундовые огнеупоры. – М.: Металлургиздат, 1963. – 252 с.
2. Добровольский Л. Г. Шликерное литье. – М.: Металлургия, 1967. – 235 с.
3. Грибовский П. О. Горячее литье керамических изделий. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961. – 399 с.
4. Ушаков С. Н. Поливиниловый спирт и его производные. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 483 с.
5. Сафронова И. П., Дегтярева Э. В., Кайнарский И. С. Исследование влияния добавок на упрочнение карбидкремниевых отливок // Огнеупоры. – 1975. – № 3. – С. 41.
6. Гузман И. Я., Садковская О. Д., Тумакова Е. И. Реологические и технологические свойства карбидкремниевых суспензий // Тр. ин-та / МХТИ им. Д. И. Менделеева. – 1967. – Вып. 55. – С. 162 – 166.

УДК 666.5-12

А. А. КОНДРУКЕВИЧ, А. С. ВЛАСОВ, Ю. Т. ПЛАТОВ

РХТУ им. Д. И. Менделеева, РЭА им. Г. В. Плеханова, ГГХПИ

**МИКРОСТРУКТУРА ФАРФОРА, СОДЕРЖАЩЕГО ОКСИД  
НЕОДИМА**



А. С. Власов, советник президента РХТУ им. Д. И. Менделеева,  
профессор, д-р техн. наук



А. А. Кондрукевич, аспирант кафедры ХТКиО

Использование различных добавок, окрашивающих твердый фарфор, связано с тщательной проработкой вопроса их влияния на микроструктуру готового материала. Ранее [1] было рассмотрено образование цвета фарфора, содержащего оксид неодима, обладающего способностью изменять цвет в зависимости от источника света. Определено оптимальное содержание  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  в фарфоре в количестве

5 %<sup>\*</sup>, а также установлена зависимость цвета изделий от среды обжига и источника света.

Известно, что введение оксида неодима в натриево-кальциево-силикатные стекла значительно снижает их вязкость при температуре выше 1000 °С, а повышение плотности происходит пропорционально увеличению его концентрации в стекле. Аналогичных работ по введению в фарфор  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  не известно, но в работе [2] описывается введение добавок  $\text{CdO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SrO}$ ,  $\text{ZnO}$  и  $\text{BaO}$  в расплав полевого шпата и фарфора, снижающих температуру начала смачивания твердой фазы и вязкость стеклофазы, и тем самым интенсифицирующих процесс обжига. Добавка в малых количествах  $\text{MgO}$  и  $\text{CaO}$  способствует значительному увеличению скорости кристаллизации муллита.

В работе [3] дан анализ равновесных физико-химических систем и предложены различные виды взаимодействия в них компонентов: химическое взаимодействие, приводящее к образованию химических соединений; образование твердых растворов или, иначе, изоморфных смесей смешанных кристаллов; отсутствие всякого взаимодействия между компонентами в твердом состоянии и обособлении их в виде самостоятельных структурных составляющих механических смесей. Такой анализ позволяет определить условия кристаллизации в системе как уже известных фаз, так и новых, что облегчает прогнозирование влияния добавок на систему. Введение добавок в состав фарфоровой массы оказывает существенное влияние на структуру материала, а следовательно, и на его свойства. В работе [4] предложена классификация добавок для фарфора, предусматривающая разделение их на четыре типа в зависимости от механизма действия.

---

<sup>\*</sup> Здесь и далее – массовое содержание.

Цель нашей работы – изучение влияния оксида неодима на формирование микроструктуры твердого фарфора и воздействие его на процесс спекания.

В качестве образцов для исследования использовали фарфоровую массу, на основе следующих сырьевых материалов (%): 35 - 45 каолина, 5 – 10 глины, 20 – 30 кварцевого песка, 20 – 30 пегматита, а также дополнительно вводили  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  в количестве 1, 3, 5, 7, 9 и 11 %. Для петрографии, рентгеновской дифрактометрии и низковакуумной растровой электронной микроскопии формовали фарфоровые плитки размером  $15 \times 15$  мм, которые обжигали при температуре  $1350^\circ\text{C}$  (по режиму: нагрев 16 ч, охлаждение 24 ч) и  $1410^\circ\text{C}$  (по режиму: нагрев 18 ч, охлаждение 26 ч). Для дифференциального термического анализа готовили порошок фарфорового шликера из массы без  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  (ФП) и с содержанием оксида неодима в количестве 5 %.

Микроструктуру фарфора изучали по методике [5] с использованием комплекса оборудования, предназначенного для подготовки проб (прозрачных шлифов), оптического поляризационного микроскопа VERSAMET-2 и системы автоматического анализа изображения «Бюлер-мед». В результате петрографического исследования был идентифицирован фазовый состав и определен полуколичественный состав фарфора производственного (ФП) и фарфора, содержащего 5 % неодима (ФПН-5). Количество пор определяли в проходящем свете на прозрачных шлифах ( $\times 284$ ), а содержание кварца – в проходящем поляризованном свете также на прозрачных шлифах ( $\times 284$ ).

Изменение структуры фарфора ФПН-5 по сравнению с образцом ФП незначительное (табл. 1, рис. 1), за исключением формы пор, которые у фарфора ФПН-5 в основном изолированные и хорошо оформленные (равной округлой формы) в отличие от пор фарфора ФП,

которые овальные и расположены по несколько штук. Крупные поры округлой формы наблюдаются на участках стекловидной фазы либо имеют тонкую каемку изотропных мелких кристаллов. Можно отметить, что кристаллических агрегатов  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  не обнаружено. По-видимому, оксид или растворяется в стеклофазе, или образует мелкодисперсную фазу, не различимую данным методом анализа.

Согласно общеизвестной классификации цветных стекол, один из основных критериев, влияющих на появление цвета, – способность красителя образовывать или не образовывать собственную кристаллическую фазу. Проверку данных предположений осуществляли следующими методами: рентгеновской дифрактометрией (РФА) на приборе «PHILIPS» PW-1710 с программным обеспечением идентификации фаз «Crystallographica», дифференциального термического анализа (система для термического анализа DTA-702 фирмы «Bahr») и низковакуумной растровой электронной микроскопии на приборе «JEOL» JSM-6480LV с приставкой энергодисперсионной спектроскопии JED-2300F. Низковакуумный режим работы позволяет исследовать образцы без напыления токопроводящего слоя, а приставка-спектрометр дает возможность выполнять качественный и количественный анализ состава твердотельных структур как в отдельных точках, так и в выделенных областях.



Таблица 1

Характеристика структуры фарфора	Фарфор	
	ФП	ФПН-5*
Количество остаточного кварца, %	13,7	12,9
Размер зерен кварца, мкм:		
средний	17,5	17,2
максимальный	120 – 130	120
Оплавление зерен кварца, мкм	1 – 2	1 – 2
Пористость, %	7,2	7,2
Размер пор, мкм:		
средний	14,0	15,0
максимальный	90 – 100	140
Характер пористости	Поры изолированные и смятые по несколько штук	Изолированные
Границы псевдоморфоз по полевоому шпату	Сохраняются	
Сетка игл муллита, мкм	2 – 10 10 – 20	2 – 10 Реже 10 – 20
Размер муллита, мкм	1	< 1
Скопление муллита	Локальное	Сетчатое, хорошо выраженное

\* Наблюдается увеличение количества стеклофазы.

Методом РФА образцов ФПН-5 идентифицирована кристаллическая фаза ортосиликата неодима  $2\text{Nd}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$  после обжига при температуре 1350 °С (рис. 2). Состав ортосиликата был уточнен, и вместо состава  $2\text{R}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$  установлен состав  $7\text{R}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2$ . Для последнего характерно существование значительной области гомогенности. В работе [6] соединения  $7\text{Nd}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2$  или  $7\text{Nd}_{4,67}\text{O}[\text{SiO}_4]_3$  с апатитоподобной структурой получены спеканием  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2$  при температуре ~ 1200 °С. Монокристаллы выращены из расплава. Для соединения  $7\text{Nd}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2$  характерна устойчивость при высоких

температурах, т. е. соединение  $7\text{Nd}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2$  плавится без разложения при температуре  $1940\text{ }^\circ\text{C}$ .

ДТА образцов ФП и ФПН-5 показал наличие нескольких термических эффектов. Эндотермические эффекты в интервале  $60 - 90\text{ }^\circ\text{C}$  с максимумами  $67\text{ }^\circ\text{C}$  (ФП) и  $82\text{ }^\circ\text{C}$  (ФПН-5) связаны с потерей физически связанной воды. Эндотермический эффект в интервале  $310 - 350\text{ }^\circ\text{C}$  с пиком  $335\text{ }^\circ\text{C}$  обусловлен разложением гидроксида неодима, т. е. при длительной выдержке в водной суспензии  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  способен гидратироваться. Полуторные оксиды редкоземельных элементов являются типичными основаниями, амфотерностью не обладают, основной характер их несколько ослабляется в ряду от лантана к лютецию. На воздухе прежде всего оксиды цериевой подгруппы медленно поглощают пары воды, превращаются сначала в гидратированные оксиды, затем в гидроксиды по следующей реакции:

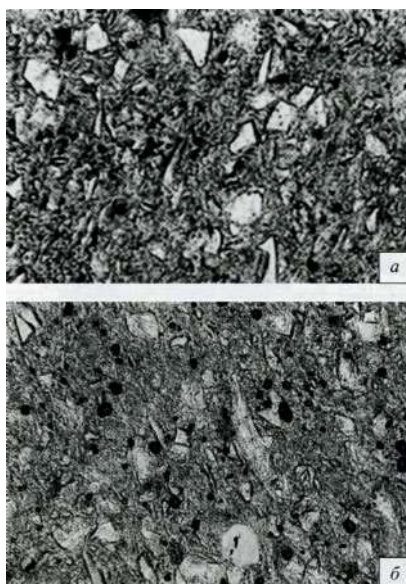
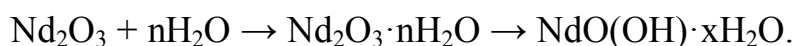


Рис. 1. Структура ( $\times 284$ ) фарфора ФП (а) и ФПН-5 (б)

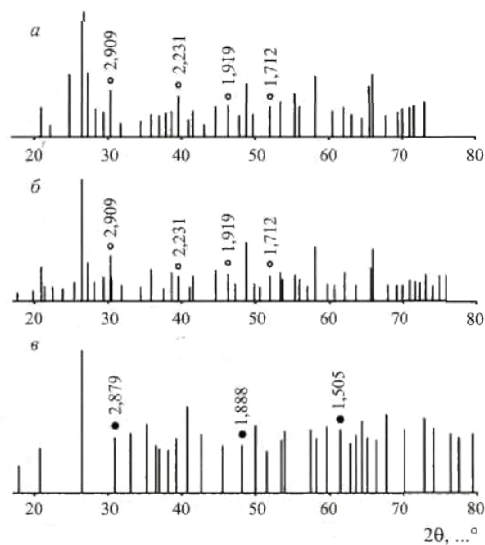


Рис. 2. Штрихрентгенограмма образцов фарфоровой массы, высушенной при температуре 110 °С (а), полуфабриката первого обжига при 900 °С (б) и фарфора, обожженного при температуре 1350 °С, с добавкой 5 %  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  (в)

○ –  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ; ● –  $2\text{Nd}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$

Эндотермический эффект в интервале 500 - 600 °С с максимумом при 550 °С связан с дегидратацией каолинита. В этом интервале температур наблюдается небольшое расширение образцов, вызванное полиморфным превращением  $\beta$ -кварца в  $\alpha$ -кварц. Эндотермический эффект, обусловленный полиморфным превращением кварца, поглощается большим по величине эффектом дегидратации каолинита и образования метакаолинита.

Экзотермический эффект в интервале температур 980 – 1010 °С с пиком при 997 °С соответствует началу процесса образования первичного муллита и появления жидкой фазы [7].

Пологий характер термограммы фарфора ФП в интервале температур 1190 – 1350 °С указывает на интенсивный процесс стеклообразования. При фазообразовании фарфора ФПН-5 добавка  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  сдвигает начало возникновения расплава на 40 – 50 °С, вероятно

за счет образования эвтектики в области более низких температур. Других выраженных эффектов не наблюдается, что может свидетельствовать в пользу образования ортосиликата неодима в процессе охлаждения фарфора, аналогично кристаллизации при охлаждении в двойных системах  $\text{Ln}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  в силикатных стеклах [8], что является типичным примером кристаллизации методом выращивания из расплава [3].

Данные низковакуумной растровой электронной микроскопии позволили предположить, в каком состоянии находится фаза ортосиликата в структуре фарфора. Анализировали поверхность образцов ФПН-5 при ускоряющем напряжении 30 кэВ в режиме с низким вакуумом. Выраженной кристаллической фазы ортосиликата неодима в структуре не обнаружено (рис. 3, табл. 2), а точечным спектральным элементным анализом выявлены нерастворившиеся частицы глины (точки 7, 4, 7), остаточного кварца (точки 5, 6, 8), псевдоморфоз по полевоому шпату (точка 2) и участки стеклофазы (точка 3).



Рис. 3. Структура фарфора ФПН-5 (а,  $\times 1000$ ), увеличение области 1 (б,  $\times 2000$ )

Спектральный элементный анализ области 2 показал наличие в ней 3,38 % неодима, или 4,21 % в пересчете на оксид неодима. Эти данные свидетельствуют о том, что фаза ортосиликата неодима, вероятно, имеет наноразмеры и поэтому более равномерно распределяется по стеклофазе. В пользу этого предположения говорит низкое цветовое различие АЕ (LAB) [2] образцов фарфора, а само распределение концентрации красителя при наведении цвета в стекле, по мнению некоторых авторов, описывается дифференциальным уравнением Фика.

В работе [7] охарактеризованы наиболее важные факторы, определяющие скорость жидкофазного спекания, которыми являются поверхностное натяжение и вязкость жидкой фазы, а также размер частиц твердой фазы. А скорость жидкофазного спекания, характеризуемая усадкой, прямо пропорциональна поверхностному натяжению на границе жидкость - твердая фаза (при условии хорошего смачивания, т. е. при малом поверхностном натяжении на границе жидкость – газ) и обратно пропорциональна вязкости жидкой фазы и размеру частиц твердой фазы.

Таблица 2

Точка	Массовое содержание в фарфоре ФПН-5, %							
	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	–	–	85,15	14,11	0,74	–	–	–
2	–	4,01	29,49	64,19	2,32	–	–	–
3	2,57	11,59	28,88	51,58	1,18	4,22	–	–
4	–	5,77	50,13	43,01	1,09	–	–	–
5	–	3,86	15,43	76,01	3,68	–	1,01	–
6	–	–	27,91	72,09	–	–	–	–
7	–	–	69,19	30,81	–	–	–	–
8	–	–	27,23	71,09	1,69	–	–	–
Область 2	2,28	5,15	19,40	66,57	1,60	0,78	–	4,21

Можно предположить, что размер частиц твердой фазы оставался постоянным. В этом случае решающее значение для жидкофазного спекания фарфора, содержащего оксид неодима, имеют существенно зависящая от температуры вязкость жидкой фазы и поверхностное натяжение расплава. При жидкофазном спекании ускоряющее влияние температуры на процесс проявляется в улучшении смачивающей способности расплава, которая связана с его поверхностным натяжением. Для расчета поверхностного натяжения силикатных расплавов А. А. Аппен предложил формулу:

$$\sigma_{расп} = \frac{\sum \bar{\sigma}_i \gamma_{im}}{\sum \gamma_{im}},$$

где  $\sigma_{расп}$  – поверхностное натяжение расплава,  $10^{-5}$  Н/см;

$\bar{\sigma}_i$  – удельные парциальные молярные коэффициенты поверхностного натяжения соответствующих компонентов (оксидов) в расплаве,  $10^{-5}$  Н/см;

$\gamma_{im}$  – содержание в расплаве каждого компонента (оксида), моль.

Расчет проводили на основе данных количественно-качественного РФА образцов фарфора с разным содержанием  $Nd_2O_3$ , с помощью которого было определено содержание кристаллической фазы для расчета стеклофазы. На рентгенограммах образцов наблюдаются четко выявленные межплоскостные расстояния, характерные для муллита, –  $d = 5,427, 3,391, 2,538, 2,201, 2,111$  и  $1,700$  Å (рис. 4, а), интенсивность которых с увеличением концентрации оксида неодима в фарфоре снижается. Исключение составляют межплоскостные расстояния, совпадающие со значениями ортосиликата неодима, –  $d = 3,159, 2,878$  и  $1,888$  Å (рис. 4, б, в), которые свидетельствуют об образовании данной кристаллической фазы. Расчет по методу А. А. Аппена показал, что с увеличением содержания  $Nd_2O_3$  в фарфоре поверхностное натяжение расплава возрастает (рис. 5), снижается вязкость стеклофазы и, как

следствие, улучшается смачивающая способность расплава и увеличивается растворение мелких зерен спекающегося материала. В результате этого интенсифицируется процесс спекания, что повышает кажущуюся плотность керамического материала и снижает его пористость (рис. 6).

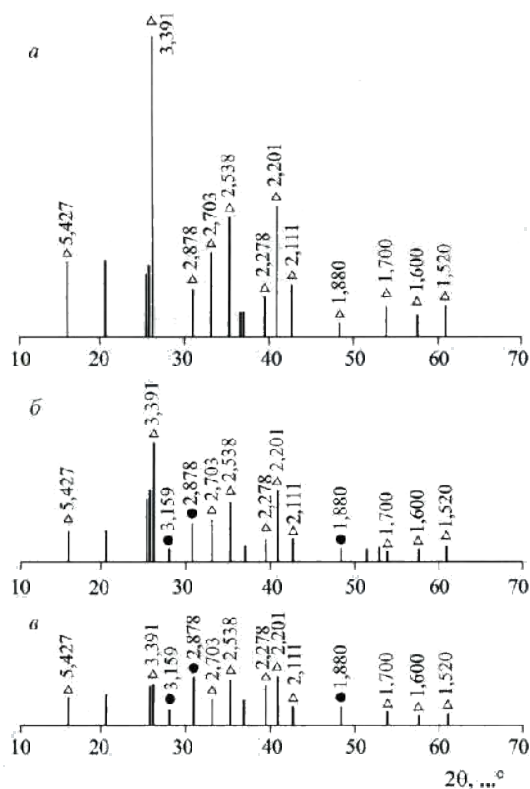


Рис. 4. Штрихрентгенограмма образцов фарфора, обожженных при температуре 1350 °С без красящих добавок – эталон (а), и с добавкой оксида неодима 5 % (б) и 11 % (в)

Δ –  $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ; ● –  $2Nd_2O_3 \cdot 3SiO_2$

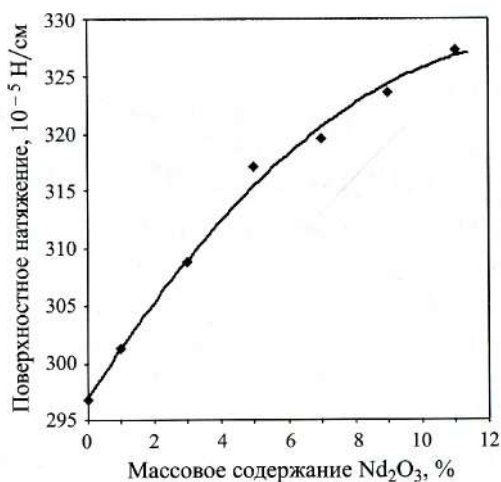


Рис. 5. Зависимость расчетного поверхностного натяжения (по А. А. Аппену) расплава стеклофазы фарфора, содержащего оксид неодима, при изменении его количества

О влиянии оксида неодима на микроструктуру фарфора можно судить по результатам петрографического анализа образцов фарфора, обожженных при разных условиях. Установлено, что с повышением содержания оксида неодима в фарфоре и температуры обжига количество муллита в псевдоморфозах по полевому шпату снижается, а в стеклофазе возрастает, причем в обоих случаях с увеличением размера кристаллов муллита. Это объясняется уменьшением вязкости расплава стеклофазы, а следовательно, улучшением процесса переноса вещества для роста кристаллов муллита [3]. Увеличение размера кристаллов муллита в псевдоморфозах связано с оплавлением границ зерен полевого шпата, которое максимально достигается при повышении температуры обжига и снижении вязкости расплава.

Вторичный муллит, образующийся в стеклофазе, формируется в условиях значительной гомогенизации фарфоровой массы, а его размеры также увеличиваются с повышением температуры обжига и уменьшением вязкости расплава. По морфологическим признакам вторичный муллит очень похож на муллит в псевдоморфозах по полевому шпату, но зерна его обычно меньше [9]. В образцах фарфора,



содержащих 1 – 11 % оксида неодима и обожженных при температуре 1350 °С, наблюдается увеличение размера кристаллов вторичного муллита с 1 – 2 до 4 – 6 мкм, а муллита в псевдоморфозах по полевому шпату – с 3 – 7 до 6 – 10 мкм по сравнению с фарфором без Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. В аналогичных образцах фарфора, обожженных при температуре 1410 °С, отмечается увеличение размера кристаллов вторичного муллита с 1 – 2 до 15 – 20 мкм, а муллита в псевдоморфозах по полевому шпату – с 4 – 12 до 20 – 25 мкм по сравнению с фарфором без Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

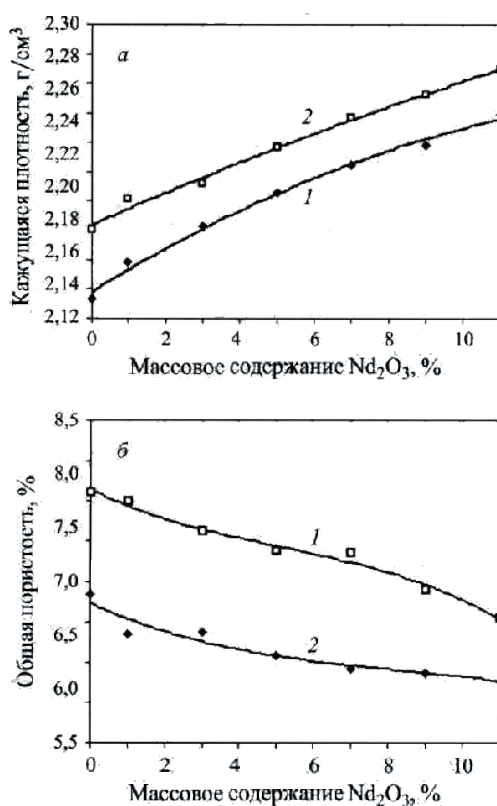


Рис. 6. Изменение кажущейся плотности (а) и общей пористости (б) фарфора с оксидом неодима в зависимости от его содержания и режима обжига

1 – обжиг при средневосстановительной (< 2 % СО) газовой среде, температура до 1350 °С; 2 – обжиг при сильновосстановительной (< 3,5 % СО) газовой среде, температура до 1410 °С

При содержании 9 – 11 %  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  наблюдается образование ликвационных участков: в образцах, обожженных при температуре 1350 °С, – размером от 10 – 20 до 40 мкм, а в образцах, обожженных при 1410 °С, – до 60 мкм. Известно, что концентрация ликвата на поверхности кристаллов муллита указывает на стремление системы к снижению внутренней энергии путем уменьшения энергии поверхности раздела фаз стеклофаза – кристалл муллита, что должно приводить к снятию части напряжений на границе раздела фаз [7].

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований можно представить следующую схему процесса структуро- и фазообразования в твердом фарфоре с добавкой оксида неодима.

Введение добавки оксида неодима в состав фарфоровой массы и повышение температуры обжига вызывает более активную перекристаллизацию муллита и кристаллизацию новообразования – ортосиликата неодима – из расплава стеклофазы. Установленное изменение микроструктуры твердого фарфора с добавкой оксида неодима нашло отражение в повышении кажущейся плотности, размере и форме пор за счет увеличения поверхностного натяжения и снижения вязкости стеклофазы.

Действие добавки оксида неодима на процесс кристаллизации новообразования (ортосиликата неодима) из расплава жидкой фазы при охлаждении характеризуется изменением химического состава и кинетики процесса возникновения расплава стеклофазы (с участием добавки). Добавка  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  в фарфор в количестве 5 % сдвигает начало возникновения расплава стеклофазы на 40 – 50 °С по сравнению с температурой стеклообразования фарфора ФП (1190 °С). Ускорение плавления стеклофазы связано, по-видимому, с появлением эвтектики. Более раннее образование жидкой фазы интенсифицирует процессы

переноса вещества за счет диффузии и вязкостного течения. Таким образом, оксид неодима можно отнести к добавкам, интенсифицирующим процесс спекания, т. е. ускоряющим переход от кристаллизационной к кристаллизационно-псевдокоагуляционной структуре.

При диффузии неодима в состав алюмосиликатного расплава изменяется его строение, что способствует образованию фазы – ортосиликата неодима. Следует отметить, что при сосуществовании более или менее полимеризованных структур процессом кристаллизации управляют менее полимеризованные структуры, более склонные к кристаллизации. Состав выделившихся кристаллических фаз при охлаждении расплава в значительной степени определяет диаграмма состояния системы каждого элементарного участка. В исходном расплаве, образующем стеклофазу фарфора с участием добавки оксида неодима, полная смешиваемость между элементарными участками должна отсутствовать, поскольку из расплава образуются, как минимум, два типа кристаллов – вторичный муллит и ортосиликат неодима.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондрукевич А. А., Власов А. С., Платов Ю. Т. и др. Цвет фарфора, содержащего оксид неодима // Стекло и керамика. – 2008. – № 6. – С. 27 – 31.
2. Масленникова Г. Н., Бешенцев В. Д., Орлова Р. Г., Богданис Э. 77. Свойства расплавов полевого шпата с добавками // Изв. АН СССР. Сер. Неорганические материалы. – 1986. – Т. 22. – № 4. – С. 636 – 639.
3. Масленникова Г. И., Мамаладзе Р. А., Мидзуга С, Коумото К. Керамические материалы. – М.: Стройиздат, 1991. – 320 с.

4. Платов Ю. Т. Белизна фарфора: природа, оценка и способы повышения: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 1995. – 45 с.
5. Югай Н. С., Логинов В. М, Неклюдова Т. Л. Методика изучения и оценки качества фарфора с помощью автоматических анализаторов изображения / ВИМС. – М., 1993. – 15 с.
6. Шевяков А. М, Андреев И. Ф., Семенов Н. Е. Фазовые равновесия в системах  $\text{CaSiO}_3 - \text{Ln}_2\text{SiO}_5$  // ДАН СССР. – 1977. – Т. 234. – №5. – С. 1148 – 1151.
7. Масленникова Г. Н. Модифицированная структура фарфора / ВНИИЭСМ. – М., 1996. – Сер. 5. – 49 с.
8. Анфилогов В. Н., Быков В. Н., Осипов А. А. Силикатные расплавы. – М.: Наука, 2005. – 357 с.
9. Грум-Гржимайло О. С. Муллит в керамических материалах // Тр. ин-та / НИИстройкерамика. – 1974. – Вып. 40-41. – С. 79 - 117.

Патент РФ 2187852.

ЛОВУШКА РАСПЛАВА АКТИВНОЙ ЗОНЫ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

**РОССИЙСКАЯ  
ФЕДЕРАЦИЯ**



(19) RU (11) 2187852 (13) C1

(51) МПК<sup>7</sup> G21C9/016

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ  
ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2001112464/06, 11.05.2001**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: **11.05.2001**

(45) Опубликовано: **20.08.2002**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **GB 2236210, 27.03.1991. RU 2169953 C2, 27.06.2001. RU 2164043 C1, 04.08.2001. DE 19949583 A1, 20.04.2000. DE 19949585 A1, 20.04.2000. АКОПОВ Ф. А. и др.**

**Взаимодействие компонентов расплава с диоксидцирконеовой керамикой. - Атомная энергия, 1996, т. 81, вып. 5, с. 468 - 471.**

Адрес для переписки:

**123182, Москва, пл. Курчатова, РНЦ «Курчатовский институт», директору Центра по коммерческой деятельности В. П. Кочеткову**

(71) Заявитель(и):

**Российский научный центр «Курчатовский институт»**

(72) Автор(ы):

**Акопов Ф. А.,  
Власов А. С.,  
Демин А. В.,  
Минеев В. Н.,**

**Слабкий В. Д.,**

**Трактурев О. М.,**

**Шестоперов И. Н.**

(73)

Патентообладатель(и):

**Российский научный центр «Курчатовский институт»**

## **(54) ЛОВУШКА РАСПЛАВА АКТИВНОЙ ЗОНЫ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к системам локализации расплава активной зоны ядерного реактора, предназначенным для снижения радиоэкологических последствий тяжелой аварии. Результатом, на которое направлено изобретение, является снижение агрессивного воздействия оксидов железа на теплоизолирующий защитный слой ловушки, что повышает надежность конструкции. Для этого предложена ловушка расплава, установленная на опорах под корпусом реактора, выполненная в виде емкости со сферическим днищем, включающим теплоизолирующий защитный слой из диоксида циркония и внешний слой из нержавеющей стали, на теплоизолирующем слое расположен дополнительный слой из материала, химически связывающего оксиды железа в расплаве. В частности, дополнительный слой выполнен из оксида неодима.

1 з.п.ф-лы, 1 ил.

Изобретение относится к системам локализации расплава активной зоны ядерного реактора (в дальнейшем называемыми «ловушками расплава»), предназначенным для снижения радиоэкологических последствий тяжелой аварии. Расплав образуется при тяжелой аварии с расплавлением активной зоны, сопровождаемой разрушением корпуса реактора.

Одной из важнейших задач снижения тяжести последствий тяжелой аварии на ядерном реакторе является сохранение герметичности контейнента, являющегося последним барьером на пути распространения продуктов деления (ПД) в окружающую среду.

Для решения этой задачи предлагаются различные варианты ловушки

расплава [1, 2]. Независимо от ее конструктивного оформления основное назначение ловушки состоит в том, чтобы:

- вместить и удержать от распространения всю массу расплава;
- обеспечить снижение температуры и эффективный отвод остаточного энерговыделения ПД;
- предотвратить проплавление основания шахты реактора (как правило, бетонное) и разрушение основных конструкций контейнмента внутри герметичной оболочки.

При этом конструкция ловушки расплава должна:

- сохранять работоспособность в пассивном режиме в течение всего периода эксплуатации реакторной установки;
- использовать имеющуюся в реакторной установке воду для охлаждения расплава;
- исключать неблагоприятные воздействия на контейнмент как при нормальной эксплуатации реакторной установки, так и в ходе аварии;
- иметь легкий доступ для выполнения профилактического осмотра и обслуживания;
- иметь умеренные капитальные затраты на сооружение.

Очевидно, что одна из основных функций ловушки - обеспечение эффективного отвода тепла от расплава - наиболее легко реализуема при условии его распределения на большой поверхности. Такой вариант ловушки рассматривается в проекте разрабатываемого Европейского водяного реактора (EPR) [3], в котором предлагается распределять расплав на площади около 180 м<sup>2</sup> вне шахты реактора с последующим заливом плоского слоя расплава водой, находящейся в баке-приямке [4]. Несмотря на целый ряд преимуществ, этот вариант имеет и ряд недостатков, которые ограничивают возможность его широкого

использования, в частности:

- до конца не изучены процессы растекания расплава и последствия, связанные с взаимодействием расплава с водой и др.;
- его практически нельзя использовать для модернизации уже действующих реакторов, герметичные помещения которых, как правило, не способны вместить ловушки подобных размеров.

Предложены варианты ловушек в виде больших емкостей из нержавеющей стали, которые расположены внутри шахты реактора непосредственно под корпусом высокого давления [5]. Чтобы избежать структурных изменений стали и снижения ее прочностных характеристик в процессе эксплуатации ловушки, ее температура не должна превышать 700 °С [6]. Для выполнения этого условия в различных вариантах ловушек используются защитные теплоизоляционные покрытия из графита [5], композиционных материалов на основе графита с добавлением карбидов, силикатов или боридов [7], а также из высокотемпературной керамики [8]; предусматривается создание специальных теплообменных устройств.

В качестве наиболее перспективного теплоизолирующего защитного материала для использования в ловушке расплава, с помощью которого перечисленные выше условия могут реализовываться оптимальным образом, рассматривается диоксид циркония [9], т.к. химически он относительно инертен, имеет достаточно высокую температуру плавления (~3000 К), термостоек, устойчив к механическим нагрузкам, обладает низкой теплопроводностью и т.д. Недостатком этого материала является возможность его разрушения в результате взаимодействия с оксидами железа, которые будут присутствовать в расплаве.

Наиболее близким к изобретению является ловушка расплава ядерного реактора, установленная на специальных опорах под корпусом реактора



и частично вмещающая его, выполненная в виде емкости со сферическим дном [10].

Сферическое дно емкости для приема расплава выполнено многослойным: внутренний и внешний (опорный) - из нержавеющей стали, а между ними расположен теплоизолирующий защитный слой в виде плотно уложенных блоков особой формы, изготовленных из  $ZrO_2$  керамики. Герметизация стыков между блоками выполняется циркониевым бетоном.

Отвод остаточного энерговыделения в расплаве осуществляется за счет излучения и путем охлаждения внешней поверхности ловушки либо воздухом, либо водой, которая за счет сил гравитации поступает в шахту реактора из специального бака. Этот бак расположен внутри герметичной оболочки вне шахты и служит для сбора воды, которая накапливается в контейнменте в ходе аварии.

К недостаткам этой конструкции ловушки следует отнести возможность разрушения керамического теплоизолирующего защитного слоя при взаимодействии с оксидами железа, входящими в состав расплава, а также оксидами, образующимися за счет взаимодействия нагретого слоя стали с воздухом контейнмента или при разложении пара. Исследования показали, что присутствие оксида железа в расплаве существенно повышает его коррозионную активность по отношению к  $ZrO_2$ , в то время как железо практически с ним не взаимодействует. Как отмечалось ранее, при развитии аварии содержание оксидов железа в расплаве может быть неопределенным и весьма существенным.

Разрушение огнеупорного слоя может привести, в свою очередь, к проплавлению стальной опорной стенки и попаданию расплава на бетонное основание шахты реактора, а при наличии в ней воды - и к паровому взрыву.

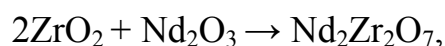
Техническим результатом, на которое направлено изобретение, является снижение агрессивного воздействия оксидов железа на теплоизолирующий защитный слой из  $ZrO_2$  керамики и тем самым повышение надежности конструкции ловушки в целом.

Результат достигается тем, что в ловушке расплава активной зоны ядерного реактора, установленной на опорах под корпусом реактора и выполненной в виде емкости со сферическим днищем, включающей теплоизолирующий защитный слой из диоксида циркония и внешний слой из нержавеющей стали, на теплоизолирующем слое расположен дополнительный слой из материала, химически связывающего оксиды железа в расплаве. В частности, дополнительный слой выполнен из оксида неодима ( $Nd_2O_3$ ).

Назначение этого дополнительного жертвенного слоя состоит в обеспечении связывания оксидов железа оксидом неодима и тем самым снижении их содержания в расплаве до уровня, не представляющего опасность разрушения слоя  $ZrO_2$ , покрывающего днище ловушки.

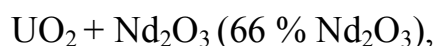
Результаты выполненных экспериментов и анализ химических процессов в расплаве, который представляет собой смесь, в основном,  $UO_2$ ,  $ZrO_2$  и  $Fe_2O_3$  показал, что в нем будут протекать следующие химические и физико-химические процессы:

1. При  $T = 2300$  °C



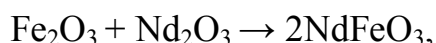
для образования 1 моля  $Nd_2Zr_2O_7$  необходимо 2 моля  $ZrO_2$  и 1 моль  $Nd_2O_3$ .

2. При  $T = 2200$  °C образуется эвтектика



при этом для образования эвтектики на 1 моль  $UO_2$  необходимо 2 моля  $Nd_2O_3$ .

3. При  $T = 1795 \text{ }^\circ\text{C}$



при этом для связывания 1 моля  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  необходим 1 моль  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ .

Таким образом, по мере остывания расплава в нем будет происходить связывание агрессивного по отношению к диоксидциркониевой керамике компонента -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  с образованием феррита неодима.

Суммарное количество  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ , которое следует поместить в ловушке, рассчитывается с учетом стехиометрических соотношений представленных выше реакций для каждого конкретного типа ядерного реактора по известному количеству материалов, находящихся в его активной зоне.

На чертеже показана принципиальная схема ловушки расплава, где

1. Контейнер;
2. Корпус реактора;
3. Активная зона;
4. Бак-приямок;
5. Теплоизолирующий слой (кирпичи из  $\text{ZrO}_2$ );
6. Направляющий экран (сталь);
7. Плавкие пробки (или управляемые);
8. Дополнительный слой из оксида неодима;
9. Теплоизолирующий слой корпуса ловушки (плотные кирпичи или насыпной слой из  $\text{ZrO}_2$ );
10. Корпус ловушки (сталь);
11. Опоры ловушки;
12. Основание шахты реактора (бетон).

Ловушка расплава активной зоны расположена в шахте реактора внутри контейнера 1. Между корпусом реактора 2 и ловушкой установлен

направляющий стальной экран 6, предназначенный демпфировать механическое воздействие струи расплавленных материалов активной зоны реактора 3 и фрагментов корпуса 2 и внутрикорпусных конструкций на элементы ловушки. Дополнительный 8 и теплоизолирующий 9 слой ловушки размещены внутри ее стального корпуса 10, установленного на опорах 11 на бетонном основании 12 шахты реактора. Для обеспечения более эффективного отвода тепла от расплава внутрь шахты реактора подается вода из бака-приямка 4 по трубопроводам, которые в условиях нормальной эксплуатации реактора изолированы от шахты с помощью плавких пробок 7, которые в аварийных условиях будут разрушаться при достижении заранее заданных температур. Внутренняя поверхность шахты реактора и внешняя поверхность направляющего экрана имеют теплоизолирующий слой 5, выполненный из  $ZrO_2$  кирпичей.

Предлагаемая конструкция ловушки является по существу ловушкой «сухого» типа, т. к. в момент первоначального контакта расплава с дополнительным слоем ловушки 8 в верхней его части вода будет отсутствовать и тем самым условия для возникновения парового взрыва исключаются.

На начальном этапе удержания расплава в ловушке его охлаждение осуществляется главным образом за счет нагрева материала ловушки, фазовых переходов и химических реакций, излучения с внешней поверхности. По мере повышения температуры в шахте реактора для интенсификации теплоотвода от ловушки можно использовать воду, находящуюся в баке-приямке 4 контейнента 1 и в других емкостях, расположенных внутри герметичной оболочки.

Пар, образующийся при контакте воды с внешней поверхностью ловушки, будет выходить из шахты в вышерасположенные помещения

контейнмента 1, где на более холодных поверхностях будет происходить его конденсация. Конденсат, в свою очередь, будет стекать вниз и накапливаться в баке-приямке 4. Таким образом, установится режим естественной циркуляции теплоносителя в контейнменте 1.

Для защиты металлических конструкций и бетонных стен в верхней части шахты реактора возможно потребуется использовать дополнительный теплоизолирующий слой 5, выполненный, например, с использованием кирпичей из плотного диоксида циркония или другого высокотемпературного материала.

Таким образом, предлагаемую конструкцию ловушки отличает простота, отсутствие активных элементов управления, требующих постоянного контроля и обслуживания в процессе эксплуатации, а также более высокая надежность защитного теплоизолирующего слоя из диоксида циркония за счет снижения содержания окислов железа в расплаве.

Литература.

1. Kuczera B. et al. Two Core Catcher Concepts for Innovative Future PWR Containments. Transactions of the American Nuclear Society, Vol. 66, P. 307 - 308, 1992.
2. Fieg G., Moschke M., Werle H. Studies for the Staggered Pans Core Catcher. Nuclear Tecnology, Vol. 111, P. 331 - 340, Sept. 1995.
3. Leny J. C. The European Pressurized Water Reactor. Kerntechnik 58, 1993, P. 353.
4. Weisshaup H., Bittermann D. Large Spreading of Core Melt for Melt Retention/Stabilization. Proc. 5th Int. Seminar on Containments of Nuclear Reactors, Karlsruhe, Aug. 1993, P. 347.
5. Patent 2653258/C, Germany, 1985.
6. Parozzi F., Magallon D., Wider H. U. et al. Feasebility of Experimental Programme on the Corium Retention Issue for ALWR Plants. Proc.

OECD/CSNI/NEA Workshop on Large Molten Pool Heat Transfer, NRC, Grenoble, France, 9 - 11 March, 1994, P. 479 - 502.

7. Patent 2363845/C/Germany, 1982.

8. Patent 9-211166/A/ Japan, 1997.

9. Акопов Ф. А., Акопян А.А., Барыкин Б.М. и др. Взаимодействие компонентов расплава с диоксидциркониевой керамикой. - Атомная энергия, 1996, т. 81, вып,5, с. 468 - 471.

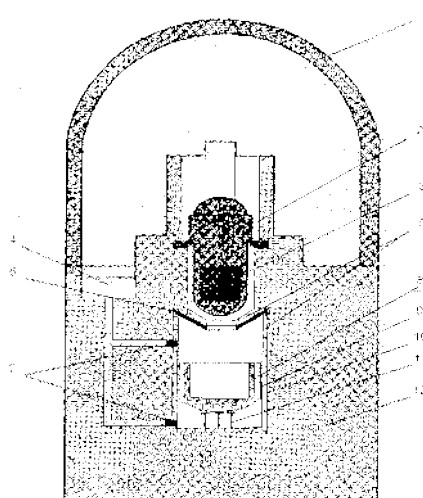
10. Patent GB 2236210 A,1991.

#### Формула изобретения

1. Ловушка расплава активной зоны ядерного реактора, установленная на опорах под корпусом ядерного реактора, выполненная в виде емкости со сферическим дном, включающей теплоизолирующий защитный слой из диоксида циркония и внешний слой из нержавеющей стали, отличающаяся тем, что на теплоизолирующем защитном слое расположен дополнительный слой из материала, химически связывающего оксиды железа в расплаве.

2. Ловушка по п.1, отличающаяся тем, что дополнительный слой выполнен из оксида неодима ( $Nd_2O_3$ ).

#### РИСУНКИ



## **ВОСПОМИНАНИЯ БЛИЗКИХ И ДРУЗЕЙ**

## Маргарита Сергеевна Чупина, сестра

Мои первые воспоминания о брате относятся к августу 1941 г. Ему десять лет, а мне – четыре. Мы с ним и с мамой уезжаем из Москвы. Нас провожает отец. Он уже мобилизован в ряды Красной Армии, но служит в Подмосковье, на Центральной авиаремонтной базе в Подлипках в должности авиационного бортового механика, и его отпустили на несколько часов, чтобы посадить нас в поезд.



Помню, что у нас много вещей, Толя несет ручную швейную машинку. Ему очень тяжело, и он без конца ее перехватывает из одной руки в другую. Швейная машинка – это наша главная ценность. Именно с ней мама – мастерица на все руки – связывает возможность прокормиться в эвакуации. Поэтому эту ношу она доверила именно Толе – внимательному и ответственному мальчику. У меня на спине маленький вещевой мешочек с продуктами на дорогу.

На станции Избердей Тамбовской области нас встречает папин старший брат дядя Володя, и на лошади в телеге мы едем в село Сергеевское.

Мама, урожденная Островская Анна Петровна, впервые оказалась в этом селе в 1912 г. трехлетней девочкой, когда ее отец, Островский Петр Васильевич, был определен на служение настоятелем Сергеевского храма Покрова Пресвятой Богородицы. А наш отец – Власов Сергей



Евдокимович - здесь в 1905 г. и родился в большой и крепкой крестьянской семье. Отсюда в 1927 г. он был призван на срочную службу в Красную Армию и зачислен в НИИ ВВС, где получил специальность авиационного механика. После увольнения в запас в ноябре 1929 г. отец устроился работать в должности старшего авиационного техника в системе Осоавиахима в аэроклуб № 3 сначала на Тушинском, а затем на Измайловском аэродроме. В 1930 г. он женился на нашей будущей матушке и перевез ее в Москву.

И вот теперь после одиннадцатилетнего перерыва она возвращалась в ставшее ей родным село. Его трудно было узнать. За эти годы оно пережило раскулачивание, коллективизацию и борьбу с «опиумом для народа». В результате в селе совершенно не осталось крупных и справных подворий, а дворы середняков оскудели. И не осталось храма. Слава Богу, дедушка умер в 1924 г. и не дожил до момента, когда храм разрушали и растаскивали все, чем он был наполнен, а также разбирали стены по кирпичику до самого основания. На черноземной Тамбовщине кирпичи на вес золота. Даже гранитный памятник с дедушкиной могилы, расположенной за алтарной апсидой храма, кому-то пригодился в хозяйстве. На его месте дедушкина семья – вдова и дочери – посадили куст сирени. Он растет и по сей день.

Мы остановились у маминих старших сестер Анастасии и Марии. У Марии было двое детей примерно Толиного возраста, наши двоюродные брат и сестра.

Едва осмотревшись, мама начала подготовку к зиме. Она бралась за любую работу – перелицовывала пальто, подновляла тулупы, распускала и перевязывала шерстяные кофты с проношенными рукавами, из какого-то родительского тряпья шила что-нибудь для детей. А в качестве оплаты ей несли, что у кого было на огороде – овощи, яблоки, груши, иногда даже муку, пшено, молоко, яички. Мама с

сестрами сушили фрукты, засаливали овощи, квасили капусту и каким-то особым образом вялили сахарную свеклу в мяте. Получалось что-то вроде цукатов. Старшие понимали, что заказов у мамы к весне не убавится, только расплачиваться будет нечем, и поэтому старались сберечь все, что удалось собрать в огороде и заработать.

Вскоре по приезде нас пригласили в гости к нашему родственнику, Власову Григорию Лазаревичу, старшему брату нашего дедушки Евдокима Лазаревича. Довольно неожиданное отчество для тамбовской глубинки, но, видимо, наш прадед родился на Лазареву субботу или еще какая причина. Григорий Лазаревич вместе со своей дочерью Любовью Григорьевной проживал в стороне от села, примерно в полутора километрах, обособленно. У них был крепкий просторный рубленый дом, сокрытый растущими вокруг деревьями. Всю жизнь наш двоюродный дедушка учительствовал в церковно-приходской школе, был глубоко уважаемым всеми человеком, никогда не ввязывался ни в какие политические, а тем более бытовые дразги, всегда был готов помочь и, как говорили, принципиально не запоминал, кто и сколько ему должен. Любовь Григорьевна пошла по его стопам и тоже была учительницей в Сергеевской школе.

Когда в селе работала комиссия по раскулачиванию, ни одна живая душа не обмолвилась о существовании весьма зажиточного селянина, и его никто не тронул. Комиссия уехала, а Григорий Лазаревич с дочерью остались спокойно доживать свой век. И жили они так, как считали нужным, ни на кого не оглядываясь. Кормились своим хозяйством и учительским трудом. Дом содержали в большой чистоте и порядке. В переднем углу у них висели удивительные иконы в богатых окладах, горела лампадка, а по всем стенам на полках были расставлены многочисленные книги: и религиозные, и научные, и светские, и книги по искусству.

В тот день нас встречали как самых дорогих гостей. Красиво накрыли стол, приготовили к нашему приходу вкусную еду. Толя за столом был как всегда безупречен, и я изо всех сил старалась не разлить что-нибудь на скатерть. А эти одинокие люди, всю жизнь посвятившие работе с детьми, были действительно искренне рады нам – чистым, нормально одетым с хорошей речью ребятам и нашей матушке, дочке приснопамятного настоятеля отца Петра. А потом Любовь Григорьевна занимала маму с Толей. Она показывала им какие-то красивые иллюстрированные книги, что-то рассказывала, объясняла. Возможно, в этот момент она и заронила в Толину душу зерно интереса к художественному мастерству. В школе Любовь Григорьевна была его учительницей и, можно предположить, приложила все усилия к его всестороннему, в том числе и эстетическому развитию, а на уроках рисования кому же, как не ей удалось привить ему хотя бы самые начальные навыки.

В селе, где нам предстояло жить, почти полностью отсутствовали мужчины. Остались только старики и инвалиды. А женщины чуть свет отправлялись на работу в колхоз, а потом до темноты трудились на своих подворьях, потому что только они кормили семью, а о колхозных трудоднях все хорошо известно. В таких условиях деревенские дети были полностью предоставлены сами себе. Их никто не кормил, не одевал, никто за ними не присматривал. Они сбивались в агрессивную стайку, которая добывала себе пропитание в огородах, колхозных садах и полях, материлась и похабничала. Когда они увидели обутого и одетого Толю, да еще и сказавшего им: «Здравствуйте, ребята!» – они растерялись. А он спокойно показал им рыболовные крючки и леску и предложил пойти на речку. Там они нарезали ивовых веток, сделали несколько удочек, накопили червей и к вечерней зорьке приготовились ловить рыбу. Ситуация была переломлена.

И хотя чаще всего им удавалось поймать самую мелочь, но это уже было поводом сварить на костре общую уху и похлебать ее в хорошей компании, благо осенью лук и картошка были в достатке. Постепенно круг общих интересов расширялся, и Толина роль в их коллективе возрастала. Он принимал деревенских детей такими, какие они есть, и прекрасно с ними ладил, хотя никогда не уподоблялся им в их порой жестоком озорстве и даже хулиганстве. Не препарировал кошек, не расстреливал птиц из рогатки, не курил, никогда не только не ругался матом, но и вообще не употреблял бранных слов. В нем не было совершенно никакой нравственной поврежденности, и вся окружающая грязь к нему не прилипала. Он был над ней.

Довольно часто брат бегал к дедушке Григорию Лазаревичу, знавшему и детскую, и взрослую деревенскую жизнь в совершенстве, и получал у него самые обстоятельные и доброжелательные советы: как поймать рыбу покрупнее, как ловить раков, чем заделать дырку в лодке, а позже – как сделать ледник – это такая круглая льдышка с углублением для сидения, чтобы кататься с горки – санок-то ведь не было. Дедушке все нравилось во внучатом племяннике. И его пригожее румяное личико, и легкая спортивная фигура, и его чистая московская речь, и то, как правильно он поставил себя с деревенскими ребятами, а также его неиссякаемое любопытство и желание научиться делать все своими руками. Но особенно старорежимного дедушку умиляла его благовоспитанность и достоинство, с которым он говорил: «Спасибо, я не голоден» и мужественно отказывался от предлагаемой вкусной еды. Старый учитель отдыхал душой с любознательным учеником и прилагал все усилия, чтобы в этот благодатный сосуд вместить как можно больше полезных знаний – и научных, и жизненных, и духовных. При встрече с мамой дедушка всегда благодарил ее за хорошего сына и пересказывал

ей все их разговоры в деталях. От него мама впервые услышала, что у Толи есть способности к рисованию.



Наша жизнь в деревне протекала относительно благополучно. Экономные сестры расчетливо вели хозяйство, и мы не голодали. Длинные зимние вечера мы проводили все вместе за большим столом. Ребята делали уроки. Сестры занимались каким-либо рукоделием. А когда уроки заканчивались, Толя читал вслух привезенную из Москвы книгу Вальтера Скотта «Айвенго». Скорее всего, мама решила взять с собой именно ее, чтобы в гнетущее военное время за чтением мы получали некую психологическую разгрузку – рыцарские турниры, храмовники, любовь, интриги. Позже летом Толя прочитал эту книгу и деревенским ребятам. Они слушали его, затаив дыхание. А после каждого чтения мальчишки сражались на самодельных мечах, а девчонки из листьев лопухов и хрена мастерили себе длинные юбки и воображали себя либо Ревекками, либо леди Ровенами.

Наши старшие находили возможности даже устраивать нам праздники. На Новый год и на Святки пекли пирожки с сюрпризом: в начинку клали денежку, колечко из маминого рукоделия, большую горошину на счастье, пуговицу – к обновке. Гадали. Заранее писали на бумажках возможные варианты развития событий на будущий год (и все счастливые), бумажки сворачивали в трубочки и укладывали в шапку, а в 12 часов ночи все вытягивали эти жребии, чтобы узнать судьбу. В праздники мы всей большой семьей, включая взрослых, играли в лото и карты. Между сестрами царило полное взаимопонимание и любовь, и мы, дети, также были дружны. И все бы хорошо, но в этих краях свирепствовала малярия, и с наступлением весны она буквально косила жителей села. Почтальон ежедневно обходил все дома и раздавал нуждающимся, что было из лекарств – хинин, акрихин, а когда не было таблеток, люди заваривали полынь.

В нашей семье я оказалась слабым звеном. Лето 1942 г. мы с мамой провели в борьбе с этим недугом. Болезнь то наступала, то давала передохнуть. А с ранней весны 1943 г. у меня началась самая тяжелая форма – тропическая малярия с ежедневными приступами. Когда я совершенно ослабла, к малярии добавилось двухстороннее воспаление легких, от которого не было никаких лекарств. Это было похоже на конец. Как утопающий за соломинку, мама послала отцу телеграмму: «Рита умирает. Малярия. Воспаление легких. Нет лекарств».

Но мне не суждено было умереть. Папа тогда продолжал служить в Подлипках на Центральной авиаремонтной базе, обслуживающей самолеты верховного командования. В день получения телеграммы туда на вынужденную посадку приземлился самолет командующего войсками Юго-Западного фронта генерала армии Н. Ф. Ватутина. Начальнику базы в течение часа было приказано устранить неисправность самолета. Присутствующий в свите особист сам из

личного состава руководства базы назначил исполнителей работы. Но они не умели ремонтировать самолеты! И тогда начальник базы, мобилизовав все свое мужество, обратился к Ватутину с просьбой разрешить привлечь к работе механика С. Е. Власова. Он разрешил.

Когда отец пришел, при нем не было никаких инструментов и приборов. Он попросил пилота запустить мотор в определенном режиме, а сам стал вслушиваться в издаваемые мотором звуки. После чего он проделал то же самое при другом режиме работы, при третьем. Эта диагностика требовала времени, и начальство начало уже не на шутку нервничать. И вот настал момент, когда отец исключительно по звуку работающего мотора все понял и отрапортовал, что дефект найден. Затем он принес все необходимое и устранил поломку. Самолет улетел.

Оправившись от стресса, начальник базы подошел к нему и сказал: «Проси, что хочешь». На что отец вынул мамину телеграмму и показал ему. Начальник отдал все необходимые распоряжения и буквально в течение часа были подобраны и упакованы все нужные для меня лекарства, соответствующие моему заболеванию, продукты питания, и гостинцы для здоровых членов семьи, а также решен вопрос поездки отца к нам на побывку. Папа успел.

Почти до середины лета мама за мной терпеливо ухаживала. С воспалением легких удалось справиться, а малярия меня не отпускала. Мне могло помочь только изменение места жительства, а это означало, что нам нужно возвращаться в Москву.

У Толи со здоровьем тоже было не все в порядке. Осенью он сильно простудился – провалился в полынью. Лечили его народными средствами – других не было. Кашель поборол, но у него держалась субфебрильная температура, появилась слабость, потливость, что заставляло думать о неполадках в легких.

Начались сборы домой. Там в Москве, как мы считали, у нас остался уютный дом, все необходимые вещи, приготовленные мамой на вырост, и все другое, что нужно для нормальной жизни.

Когда мы в сентябре 1943 г. вернулись в Москву, дом наш был настолько обобран, что даже была спорота с дивана обивка. Ни одежды, ни обуви, ни белья, ни игрушек, на что мы так рассчитывали. Думается, каково же было нашей матушке все это обнаружить! На руках двое нездоровых детей, зима на носу, отопление и готовка пищи – печка, и ни полена дров, никакой еды. Но она у нас была из тех, кто «коня на скаку...». Да и внешне походила на некрасовских женщин – высокая, статная.

Первым делом она выхлопотала (ходовое слово тех времен) продовольственные карточки на нас с братом, потом добилась нашего полного медицинского обследования. У брата были выявлены уплотненные очаги правого легкого и положительные пробы на туберкулез, а я была совершенно измождена малярией, которая, кстати, с переездом в Москву у меня прекратилась. На наше счастье у детских медицинских учреждений были тогда полномочия таким ослабленным детям выдавать талоны на дополнительное питание. На них стояла аббревиатура УДП, что означало – усиленное дополнительное питание, а счастливые обладатели таких талонов добавили свою расшифровку – умрешь днем позже. Но что бы там ни говорили, это УДП помогло нам пережить самую тяжелую для нашей семьи зиму 1943 – 44 гг. Полагалось с целью получения питания детям самостоятельно приходить в специальную столовую, но мы проживали от нее в полутора часах дороги, и матушка добилась разрешения самой получать еду и доставлять ее домой.

Из деревни мы привезли несколько килограммов сушеных яблок и самодельный картофельный крахмал. Из этих припасов каждое утро



мама варила компот-кисель, затем шла в магазин и получала по карточкам хлеб. Это был душистый белый хлеб, примерно половина большого батона. Как сейчас вижу: мама разрезает его на три части, две – с горбушкой для нас с Толей и одну среднюю потоньше себе. Из двух горбушек одна, как бы невзначай, оказывалась чуть-чуть поменьше. И моей задачей было успеть именно ее и схватить, а иначе ее бы взял Толя, а этого нельзя было допустить, ведь он был старше и болел сильнее. И вот этот хлеб с киселем был нашим ежедневным завтраком. Столовскую еду мама чем-то по-хозяйски дополняла и делила нам всем троим на обед и ужин.

Месяца через два мама и сама устроилась на работу на трикотажную фабрику вязальщицей-надомницей и стала получать продовольственную карточку. Ей нужно было связать за месяц шесть больших дамских жакетов. Это много. Положение осложнялось тем, что вязала она из вигони – отходов производства шерсти. Эту вигонь выдавали в виде больших мотков, верхние ряды которых от беспорядочного хранения были перепутаны. Разматывание этих мотков было нашей с братом задачей. Каждый вечер мы садились вокруг стола. Горела и коптила из-за некачественного керосина лампа, мама вязала, Толя держал на руках моток, а я терпеливо отыскивала концы, распутывала нитки, связывала их и сматывала в клубок, а когда доходили до упорядоченной части, мы надевали моток на ножки перевернутой табуретки, и тогда я мотала одна, а Толя вслух читал нам какие-нибудь книжки. К счастью, обокравшие нас жулики не были книгочеями, и у нас осталось несколько интересных для нас книг: «Зверобой» Ф. Купера, «Пятнадцатилетний капитан» Ж. Верна, «Всадник без головы» М. Рида... Боже! В какие дали мысленно уходили мы вместе с героями этих книг от войны, неустроенности, недоедания. Когда мама раздобыла круглый черный радиорепродуктор, наша жизнь

заиграла новыми красками. Мы слушали сводки Информбюро и на карте отмечали места сражений, слушали много замечательных песен о войне, о Родине, песни народов СССР и много классики.

Почти всю зиму 1943 – 44 гг. мы с братом провели дома. Я еще не училась по возрасту, а он, хотя и числился учеником 5-го класса, из-за болезни школу почти не посещал. Но у нас были серьезные домашние обязанности. Самая тяжелая, и лежала она на брате, – обеспечение водой. Ближайшая колонка находилась в километре от нашего дома. Два полных ведра Толе нести было тяжело, к тому же вода все равно расплескивалась, поэтому он носил ведра, заполненные на три четверти. И таких походов было как минимум два в день. Но если намечалась «помывка личного состава» или стирка маминых ужасных мотков вигони (а они были даже липкие от грязи), или стирка готовых вязаных жакетов, чтобы придать им правильную форму, тут уж требовалось воды много-премного, не менее 5 – 6 походов на колонку.

И еще дрова. Хотя мы с осени сделали запасы – лес-то рядом – и сложили добытое в сарай, но на каждый день нужно было что-то отпилить и что-то порубить, а затем заранее принести и уложить возле печки, чтобы дрова подсохли. Мы с братом научились пилить двухручной пилой, а топором колот, конечно же, он.

В свободное время Толя почти ежедневно рисовал. В основном с натуры. А натурой были какие-то домашние вещи, которые он специальным образом устанавливал. Из скатерти или маминого платка, собранных спадающими складками, он устраивал фон. Предметы для натуры он подбирал так, чтобы они тематически увязывались. Например, керосиновая лампа, раскрытая книга, чернильница или другой вариант: что-нибудь из кухонной утвари, несколько картофелин, луковица. Часто он рисовал виды из окна: две березы близко, прямо под окном, за ними заснеженное поле, слева опушка леса, а вдали у

горизонта совхозные бараки. Туда-то и ходили мы на колонку за водой. Ну а я ему служила главной человеческой натурой. Он рисовал мою голову, лицо в профиль, в фас, в полупрофиль, с серьезным выражением, смеющееся, подпертое кулаком. Также и руки – лежащие спокойно, ладонями вниз, скрещенные, сжатые в кулаки, ладонями кверху. Словом, все возможные варианты, чтобы научиться рисовать ту или иную часть тела. Я безропотно и с полной готовностью часами позировала ему, потому что была преисполнена чувством, что я помогаю любимому и очень талантливому старшему брату в его самом важном деле.

Рисовал он в основном карандашом или иногда грифелем на тонкой серой бумаге. Это все, что возможно было тогда достать. А потом маме удалось купить краски акварель в виде цветных пуговиц, наклеенных на картонку, кисточки из щетины и даже альбом из более толстой бумаги. Но эти кисточки совершенно не подходили к рисованию плохой акварелью на промокающей бумаге. И тогда мы с братом додумались для изготовления кисточек вырезать тонкие пряди из моих косичек. Мы брали прядь длиной сантиметра три-четыре и, держа за два кончика, посередине плотно и многократно перевязывали ее толстой ниткой. Один конец пряди был рабочим, а другой служил для прикрепления к тонкой палочке. По этой технологии мы могли делать кисти любой толщины и придавать окончанию любую форму – закруглять, заострять или подрезать ровно. А главное, мы могли их изготавливать сколько душе угодно и совершенно бесплатно. Косички позволяли.

А еще брат придумал замечательную развивающую игру. У нас был большой глобус. Сначала он разъяснил мне, что это такое. Обрисовал общую картину материков, островов, океанов, морей, городов. Что каким цветом и шрифтом обозначается. А игра состояла в

том, что каждый из нас по очереди заранее выбирал и давал другому задание найти на глобусе какой-нибудь географический объект. Читать на тот момент я уже умела прилично и к игре была готова. Искать можно было хоть весь день, но найти нужно было обязательно, а иначе – проиграл. Начинали с крупных объектов: найди Африку, найди Тихий океан, но за пару зим географию земного шара мы изучили довольно прилично. Причем это было полезно нам обоим, ведь он-то тоже был всего лишь не ходящий в школу пятиклассник.

Большую роль в нашей жизни также играло радио. Самой любимой передачей из всех был «Клуб знаменитых капитанов» с чудесной песенкой: «В шорохе мышинном, в скрипе половиц медленно и чинно сходим со страниц...». Мы также слушали замечательные музыкальные передачи, радиоспектакли, концерты по заявкам. У меня был хороший слух и музыкальная память. Я моментально запоминала все что слышала, а потом для мамы с братом устраивала концерты.

По тому, как мой старший брат относился ко мне, всегда в нем угадывался педагог. Если он обустроивал свое рисование, то он обязательно объяснял, почему он взял именно этот фон и что он хотел этим оттенить, или почему раскрытую книгу он положил с наклоном к зрителю – чтобы лучше соотносились размеры объектов картины. Если мы играли в географию, он был снисходителен и терпелив и всегда давал мне задание по силам. А если ему нужно было на чем-то сосредоточиться, и чтобы я к нему не приставала, он просто отвлекал меня заданием на половину дня найти на глобусе какой-нибудь о. Маврикий. А когда в какой-то малости мне удавалось его превзойти, например, в концерте-загадке по радио, где нужно было определить, какое произведение звучит и кто автор, или в какой-нибудь заковыристой географии, он радовался за меня в сто раз больше, чем если бы выиграл он сам.

К весне мама купила стельную козу Зорьку, которая вскоре принесла нам двух козлят. До чего же они были хороши – серенькие с мягкой волнистой шерсткой. Сначала мы их взяли в дом, а когда потеплело, перевели их на веранду. Для нас с братом они стали основной заботой и главными игрушками. Они быстро подрастали и становились еще краше и забавнее. К сожалению, это были козлики, и у них не было никаких шансов остаться несъеденными. Но мы к ним так привязались, что мама не знала, как подступиться к нам с решительным разговором. Она объясняла нам, что скотину не следует очеловечивать, что ее держат ради пользы – молоко, мясо... Постепенно стала проясняться дата, когда одного из них придется зарезать. Дни неслись, как встречный поезд. А мы все терзались мыслями: «Как же это можно таких хороших, таких веселых наших дружочков зарезать, да еще и съесть».

Но судьба распорядилась иначе. Однажды Толя печатал фотографии и оставил на веранде на полу кюветы с растворами химикатов. Несчастные козлята напились этой гадости, и утром мы обнаружили два трупика. Скорбь наша была безмерной, но светлой. Для нас всех троих, включая маму, этот исход оказался более приемлемым, чем тот, который планировался. Похоронили своих любимцев мы недалеко от дома, в лесу. Мама выделила нам старую наволочку, в ней-то они с Толей и несли их до места, а я – лопату. Мы вырыли глубокую ямку, положили туда усопших, закопали, а сверху посадили кустик орешника, чтобы никакие лесные звери, учуя запах, не разрыли могилку.

Весной мы вскопали огород. Мама купила ведро картошки, и каждую картофелину мы разрезали на кусочки, чтобы на них осталось хотя бы по одному-двум глазкам, аккуратно уложили их в лунки и закопали. Посадили также и другие овощи из семян и рассады. Оказалось, что у нас в огороде уцелели несколько кустов смородины,

малины, крыжовника и два или три дерева вишни. И когда все стало зеленеть и цвести, мы окончательно воспрянули духом.

Козье молоко укрепляло здоровье брата. Легочные хвори застabilизировались, и к нему вернулся румянец во всю щеку. А мой измученный малярией и акрихином организм совершенно не усваивал молоко, поэтому я оставалась такой же – кожа и кости – с синяками под глазами и чуть что падала в обморок.

Мы стали больше времени проводить вне дома, начали знакомиться с окрестностями. Однажды на дальней обочине аэродрома за ангаром мы обнаружили хранилище разбитых самолетов. Тут были и наши советские самолеты со звездами, и немецкие с крестами, и даже один американский дуглас. У некоторых были совершенно небольшие внешние повреждения – отбито крыло или хвостовая часть. Но внутри в кабинках особенно у иностранных самолетов были красивые обитые кожей кресла, большие табло с фосфоресцирующими приборами и множество разных других интересных деталей. Эта свалка никем не охранялась и, похоже, никому не принадлежала, да и кроме нас на ту пору поблизости никто и не проживал. Мы повадились ходить туда «летать». Брат – первый пилот, я – штурман. Когда мама узнала об этом, она, естественно, страшно перепугалась, ведь мы могли найти там что-нибудь опасное и пораниться. Нисколько не раздумывая, она вместе с нами отправилась туда, чтобы увидеть все своими глазами.

Оглядевшись, наша матушка-рукодельница сразу поняла, какие возможности открывает эта свалка для решения многих бытовых проблем. Прежде всего, мы нашли там несколько поврежденных парашютов, и из купольного шелка мама сшила и шторы, и чехол на ободранный диван, разнообразное белье и даже блузки. Отечественные самолеты У-2 (или По-2) были обиты перкалью – хлопчатобумажной невыбеленной тканью с каким-то жестким

покрытием. При сгибе это покрытие ломалось и отделялось от ткани. Таким образом, терпеливо ломая кусочек за кусочком, удавалось очистить значительные поверхности ткани. Окрасив эту перкаль анилиновым красителем с добавлением уксуса, мама получала уже более практичную материю нужного цвета. Из нее, например, была сшита моя первая школьная форма. Кожа с самолетных сидений также не осталась без внимания. Мама нарезала из нее заготовки, а позже, когда папа демобилизовался, они сами сшили из нее для нас с мамой сапожки, утепленные мехом, найденным там же. У папы были все инструменты на любые жизненные потребности, была и металлическая сапожная нога, и составные колодки для пошива обуви разных размеров, а, главное, у него были золотые руки и светлая голова. Но шитье сапог пришлось на осень 1945 года.

А пока, летом 1944 г., нам предстояло пережить еще одно испытание. Однажды Толя побежал за хлебом и быстро вернулся. Его невозможно было узнать. Кровь отхлынула от лица, его колотил озноб. Одними губами он прошептал: «Я потерял карточки». А это было самое начало декады. И мамочка, милая наша мамочка, Господи, помяни ее, и бровью не повела, только прижала его к себе и проговорила: «Успокойся, сыночка, Бог даст день, даст и пищу». О Боге она с нами почти не говорила. Думаю, боялась, что от меня из-за детской болтливости кто-нибудь узнает, что наш дедушка, а ее отец, был священником, и это нам может в жизни повредить. А тут, видимо, от нервного потрясения из глубины ее души бесконтрольно поднялись самые нужные для этого момента слова. После чего она быстро собралась и ушла, сказав, что у нее дела.

Вернулась домой она с покупкой, которая нас очень удивила. Это был свернутый в рулон матрас типа спортивного мата. (Как только она его тащила?). Развернув его на полу на веранде, мама взяла лезвие и

надпоролла углы матраса – там было труднее всего подступиться. А затем она подключила нас с братом к распарыванию. Каждый шел со своей стороны, стараясь изо всех сил не прорезать дырку. Затем споротую ткань мама привычным образом окрасила в черный цвет и, употребив имеющуюся в матрасе вату, она сшила две, а может, три, точно не помню, отличные телогрейки (куда более ликвидный товар, чем спортивные маты), а для подкладки и обшивки горловины и рукавов подошла имеющаяся у нас перкаль. Телогрейки были успешно обменяны на хлеб, что позволило нам пережить тяжелую декаду без карточек.

Этим же летом на аэродроме и прилегающей территории разместился гарнизон подразделений морской авиации, переведенный из г. Ейска. В срочном порядке к имеющимся пустующим зданиями было достроено еще несколько финских домиков, и нам, наконец, провели электричество и воду. Теперь колонка была установлена в ста шагах от дома. А вскоре прибыли семьи командного и летного составов, и у нас сразу началась совершенно иная жизнь.

Начал работать дом культуры, где регулярно раз в неделю демонстрировали кинофильмы, читали научно-популярные лекции с различными зрелищными иллюстративными опытами, приезжали артисты даже из ведущих театров и филармонии, да и собственный коллектив художественной самодеятельности гарнизона был очень сильным.

Нас, ребятню школьного возраста, также не оставили без внимания. Руководительница клуба Елена Леонардовна Борянова пригласила на беседу и у каждого, а нас было человек двадцать, поинтересовалась, чем бы он хотел заниматься в плане эстетического развития. Когда Толя изъявил желание учиться рисовать, его прикрепили к местному художнику, матросу молдаванину Ромулу. Он



имел какое-то художественное образование и занимался всевозможными оформлениями гарнизона в целом, а также актового зала дома культуры к многочисленным торжествам (был уже 1944 год!), а иногда и похоронам – случалось, что экипажи разбивались. Брат был у Ромула в подмастерьях, и это много ему дало и в получении профессиональных, правда, специфических навыков, и открывало доступ к работе столь необходимыми качественными карандашами, красками, кистями, к ватману, картону, о чем он и мечтать-то не мог. Советская власть всегда высоко ценила авиацию, и эта отрасль никогда и ни в чем не знала нужды.

У меня обнаружили голос и чувство ритма и определили в танцевально-хоровой кружок.

Зиму 1944 – 45 гг. мы встречали более подготовленными. У нас была коза, был кое-какой урожай с огорода и, когда папа приезжал на побывку, они с Толей сделали хороший запас колотых дров и сена для козы на всю зиму.

Я пошла в первый класс, Толя – в шестой. У нас появились новые друзья, новые интересы, но с наступлением холодов мы опять начали болеть и фактически повторили предыдущую зиму. Но мы любили сидеть дома, потому что нам было чем заняться. Так, у нас был патефон и пластинки. Некоторые из них нам особенно нравились, например, каватина Розины из оперы Россини «Севильский цирюльник», и чтобы их выучить, мы их записывали во время звучания через строчку: одну он, следующую я, и т.д. При нескольких повторениях мы успевали записать всю песню или оперную арию. И тогда я пела для своего самого преданного слушателя, и его внимание и волнение были для меня высшей похвалой. Сколько бы раз я не смотрела фильм «Приходите завтра», но в том месте, где Фрося Бурлакова объявляет: «Ария Розины. Музыка народная...», а потом изумительно поет, мне представляется

наш холодный, убогий домишко, патефон и два совершенно счастливых ребенка, прикоснувшихся к этой волшебной музыке.

При первой возможности Толя встречался с Ромулом, показывал ему свои рисунки, а потом приходил домой и делился со мной обретенным умением. Например, он сажал меня за стол и ставил передо мною чайную чашку специально, чтобы ручка была сбоку и предлагал ее нарисовать, как я ее вижу. Я с готовностью рисовала квадрат и сбоку дужку ручки. И тут он терпеливо и даже с удовольствием начинал мне объяснять, что вот этой линии контура – нет, а есть разница в цвете фона и чашки. Это и надо рисовать. Чашка белая, фон серый. Нарисуешь серый фон – у тебя обозначится стенка чашки. Верхней прямой линии квадрата тоже нет. Она была бы, если бы чашка стояла на уровне глаз. А в этом ракурсе сверху чашки – овал, и линия дна не прямая, а повторение того же овала. И так каждый раз.

Так в делах и хлопотах закончилась последняя военная зима, а на смену ей пришла весна 1945 г., а с ней незабываемый на все времена Великий День Победы! Как все его ждали. Мы, ребята, любили перечислять все возможные желания, которые в этот день непременно должны были исполниться. Среди этих часто меняющихся вариантов всегда было два обязательных желания: первое – папа вернется домой, а второе – мы отрежем по толстому куску белого хлеба, намажем сливочным маслом и посыплем сахарным песочком. Правда, с исполнением именно этих двух желаний нужно было еще подождать. Зато даже в самых смелых мечтах мы не могли себе вообразить, что же будет на самом деле и какую огромную всеобщую радость и всеохватывающее счастье принесет этот день.

На стадионе с утра гремел оркестр гарнизона, потом прошел митинг, а затем всех детей совершенно бесплатно угостили мороженым пломбир в круглых вафельках. После обеда в доме культуры были

исполнены песни и танцы республик СССР и песни военных лет. Исполняли служащие гарнизона матросы и офицеры, члены их семей и гражданский персонал. Ромул с Толиным посильным участием заранее нарисовали почти к каждому номеру свой задник. Где венки из цветов и фруктов, где горы, долины и барашки, где пшеничное поле в окружении берез, где военная тематика. К этому концерту мы готовились несколько месяцев, и вот пришел день, к которому он был приурочен. Я представляла (в это трудно поверить) Грузинскую республику и пела песню:

Там, где снежные вершины и зеленые долины

Там, где песни Руставели льются звуками свирели...

На мне было белое с зеленой отделкой платье в пол, а на голове шапочка-таблетка со спадающей и струящейся тканью. В талии платье было туго перехвачено широким поясом, и поскольку я была рослой девочкой и к тому же очень худощавой, то по фигуре из меня получилась неплохая горянка. Все дело портил курносый нос в веснушках и светлые косички. Концерт прошел с большим успехом.

Вечером руководство гарнизона выделило несколько машин, крытых полупорок с поперечными лавками, и мы поехали на Красную площадь. Я не помню, где нас высадили, и мы уже пешком вышли на улицу Горького в районе Пушкинской площади. Я никогда не видела такого скопления веселых, смеющихся, поющих и танцующих людей. Это был один счастливый организм. А потом вдруг все стихло и все замерли: на темном небе в свете прожекторов мы увидели портрет И. В. Сталина. Это было незабываемо! И опять радостное ликование.

День 9 мая 1945 г. дал нам, ребятам, ощущение причастности к Великой Победе, ощущение себя частицей народа-победителя, Великого Народа, а это – не хлебушек с маслом и песочком.

Перед кинофильмом в доме культуры в журналах «Новости дня» показывали, как вслед за нашими войсками по освобождаемой Европе шли другие наши мощные силы – покорители сердец европейцев, наши высококлассные артисты – Большой театр, Ансамбль народного танца под управлением И. Моисеева, наши великие музыканты, хоры всех фронтов и, на мое восприятие, вершина хорового искусства всех времен и народов – Ансамбль песни и пляски Красной Армии (оговорюсь сразу – тех лет) под руководством А. В. Александрова. Репертуар этого ансамбля был мужественен и светел, а вальс «Амурские волны» мы с братом вообще не слушали в обычном смысле этого слова, а с первых аккордов все в мурашках от макушки до пяток душою переносились на Дальний Восток, в тайгу к пенным берегам Амура и наслаждались плавным течением реки, пением сибирского ветра, тихим шумом тайги и серебристым блеском волн в лучах восходящего солнца. Исполнительское мастерство этого ансамбля и сила его воздействия на слушателя превосходили все мыслимые пределы. Так же было и в начале войны, когда только что написанная А. В. Александровым песня «Священная война» поставила «в ружье» всю страну. Нам было чем гордиться!

А 18 августа 1945 г. демобилизовался папа и возвратился домой. Мы все трое сразу почувствовали себя как за каменной стеной. Папа подлатал наше жилище: починил подтекающую крышу и дымящую печку, перестроил сарай, запасся сеном и дровами, а потом они с мамой купили керогаз – разновидность керосинки для приготовления пищи, купили еще одну козу Райку и завели кур. Наше хозяйство расширилось и укреплялось. Одновременно с этими делами папа устроился на работу в Аэрофотогеологическую экспедицию Министерства геологии СССР на должность техника звена. Часть самолетов этой мощной организации базировалась на нашем Измайловском аэродроме. В обязанности отца

входило их обслуживание и перевоз грузов в различные геологические точки в Крыму, в Средней Азии, в Казахстане и где-то в Заполярье. Выбор отцом именно этого места работы имел простое объяснение. Мы с Толей на ту пору еще физически не восстановились. Сейчас передо мною лежит бережно сохраненное мамой описание рентгеновского исследования брата от 25 января 1946 г. – те же плотные очаги справа над диафрагмой, а отсюда – необходимость в полноценном питании, козьем молоке, витаминах. А по поводу моей печени врачи говорили одно и то же – необходимо пополнение запаса гликогена, обильно содержащегося в сладких фруктах. Вот и решили папа с мамой, что эта работа откроет нам доступ к недорогим и высококачественным фруктам и овощам в свежем или сушеном виде, и что отец либо его коллеги (а тогда взаимопомощь людей была на высоте) будут постоянно привозить нездоровым детям витамины и гликоген из южных краев, тем более что основная папина база располагалась в Узбекистане, в г. Фергане. Осенью 1946 г., когда Толя поступал в восьмой класс 425-й школы-десятилетки и проходил очередное обследование, его легкие были чистыми, а для меня эта фруктотерапия тоже оказалась весьма действенной. Милые наши родители, как же трепетно и самозабвенно вы умели нас любить. Вечная вам память.

В последующие годы мы росли, учились, уделяли время занятиям по интересам, а Толино желание поступить в художественное училище из статуса грезы постепенно переходило в мечту, а в 1948 г. стало реальностью: он поступил в Московское областное художественное училище памяти 1905 года в класс известного советского скульптора С. Д. Меркурова, народного художника СССР, создавшего такие монументы, как статуя В. И. Ленина на канале им. Москвы, памятник Тимирязеву, горельеф «Расстрел 26 бакинских комиссаров» в Баку.



С первых дней брат с головой погрузился в занятия и пропадал в училище с утра до ночи, но при первой возможности он делился со мною наиболее яркими впечатлениями из его новой жизни. Главным его идолом сразу же сделался Микеланджело Буанаротти. Брат приносил и показывал мне репродукции его мраморной композиции «Пьета» – оплакивание Христа Богородицей,

статуи Вакха и величественной статуи Давида, которая при высоте 4,3 м была изваяна из цельного куска белого мрамора. Приносил также фотографии гробницы семьи Медичи во Флоренции с фигурами, символизирующими быстротекущее время. Но главным его потрясением стала Сикстинская капелла в Ватикане. О ней он знал все, и в подробностях мне рассказывал: как расписаны стены и, в особенности, восточная с огромной во всю стену фреской, представляющей картину Страшного суда. На ней приведено более 300 персонажей, а в центре Иисус Христос со святыми и Богородицей, вершащие суд над многочисленными грешниками. Грешники были показаны обнаженными. Позже все же было принято решение дописать на ряде персонажей набедренные повязки, а художник, выполнивший эту работу – Даниель де Вольтера, ученик Микеланджело и большой его почитатель, получил язвительное прозвище «рисовальщик штанов». Много других интересных подробностей рассказывал мне брат, и, в частности, в каких невероятных условиях работал художник, расписывая потолочные фрески площадью около 600 м<sup>2</sup>, лежа на спине

на высоких лесах. У него болело все тело, и после четырех лет работы он едва не лишился зрения. Там была изображена библейская легенда от сотворения мира до Великого Потопа.

Об этой Сикстинской капелле я могла бы привести еще множество интересных сведений, щедро подаренных мне братом, но цель у меня одна – показать, насколько глубоко он вживался в суть интересующего его творения, в сопутствующие детали и даже знал некоторые бытовые подробности и курьезы.

Мог ли тогда этот семнадцатилетний мальчишка представить себе, что через полвека с небольшим он своими глазами увидит эти шедевры, которые всю жизнь носил в своей душе. Мало того, сфотографируется рядом с Давидом и Пьетой, окажется в Сикстинской капелле.

И тут огромное спасибо Любви Владимировне, его второй жене, но об этом позже. Это благодаря ее энергичной жизненной позиции для Толи открылась возможность увидеть и Рим, и Флоренцию, и Ватикан, и Лувр, и Версаль, и многое другое.

Учился брат успешно, увлеченно и даже азартно. К третьему курсу ребята начали ощущать себя свободными художниками и малыми средствами стали формировать свою богемную внешность: отрастили волосы, пошили свободные блузы. Брат был очень хорош в этом облики с волнистыми волосами до плеч, жаль, что не осталось ни одной фотографии.

Но весной 1951 г. его вызвали повесткой в военкомат, чтобы отметить продление отсрочки от призыва на срочную службу в связи с учебой. Когда Толя явился туда с волосами до плеч, а в советское время это выглядело как вызов, у принимающего его офицера сразу возникла к нему неприязнь. И тут выяснилось, что брат к тому же забыл взять с собой приписное свидетельство. Этого разгильдяйства ему не простили и очень быстро оформили призыв в ряды Советской Армии. Скорее

всего, они имели на это право. Я не знаю законов тех времен, но вряд ли художественное училище давало броню от армии. Хотя если бы он так не разозлил сотрудника военкомата, ему могли бы дать и отсрочку.

Так на художественной карьере брата была поставлена точка.

А ведь ему всего-то и оставалось сдать предстоящую весеннюю сессию и завершить выполнение дипломной работы. Своей мечте брат посвятил почти десять лет детской и юношеской жизни. Все эти годы он жил в двух измерениях: вполне осознанное и добровольное участие в домашних делах и рисование. У него почти не оставалось времени, чтобы поиграть с мальчишками в футбол, погонять на велосипеде, встречаться с девушками, правда, у нас в гарнизоне не было ни одной



Боттичеллиевой Флоры – Весны, а других он не замечал.

Но факт, что его забирают в армию, он воспринял, как мне помнится, без особого эмоционального надрыва. Скорее всего, он считал, что после армии он снова вернется к любимому делу, не понимая, что три года перерыва в творческих профессиях, тем более на стадии становления, чаще всего имеют необратимые последствия. Родители досадовали, что из-за своей оплошности с приписным свидетельством он лишился любимой профессии (они-то это осознавали), но Толю этим никто не упрекнул. Да и армия тогда не была таким жупелом, как сейчас.



Так и стал Власов Анатолий Сергеевич 21 апреля 1951 года курсантом-механиком авиации. Думаю, не без помощи Особого отдела брат пошел в точности по отцовским стопам, и первым местом его службы стала Фергана.

В авиационных войсках он почувствовал себя как рыба в воде. Не зря же большую часть своей жизни он спал под рев самолетов, совершающих тренировочные ночные полеты, а пяти - шестилетним мальчишкой он облетал с отцом все окрестности на открытом самолете У-2. Кроме того, огромные преимущества ему давала его художественная подготовка. С первых дней службы на него возложили все работы по оформлению территории и помещений части, и тут опыт работы с Ромулом в детстве ему пригодился не меньше, чем знания, полученные в училище. Поскольку основные занятия он проходил вместе со всеми курсантами, на оформительские работы ему выделялось время, когда остальные ребята, например, бежали кросс в сапогах и при полной амуниции в тридцатиградусную жару. Фергана! Или что-нибудь аналогичное. Ему пригодился даже полученный в детстве опыт употребления в пищу прекрасных узбекских фруктов и овощей: тщательно мой и знай меру! Большинство его сослуживцев, объевшись этой снедью, оказывались в лазарете с острыми кишечными заболеваниями.

Так что на службе он сразу выдвинулся в примерные курсанты, и домой на имя родителей стали приходить благодарственные письма, одно из которых привожу здесь в качестве примера. В этой войсковой части также были организованы занятия с желающими курсантами по программе средней школы. С сентября 1951 г. Толя стал их посещать, а весной 1952 г. он успешно сдал экзамены на аттестат зрелости в средней школе рабочей молодежи № 2 г. Ферганы.

По последующим рассказам брата можно было судить, что служилось ему не только несложно, но и интересно. Несмотря на всю предшествующую жизнь в искусстве и прохладное отношение к школьной физике и математике, выяснилось, что в технике он отлично и разбирается, и соображает, а оформительская работа позволяла ему отдохнуть душой. К тому же на эти дела ему дали помощника. Его звали Бенья, но было ли это имя или прозвище – не помню. Однажды они с Беней готовились к какому-то празднику и на складе всевозможных многоцветных украшений нашли длинную коробку с гирляндами из искусственных цветов. Фантазия сработала быстро. Они установили коробку на табуретки, украсили ее гирляндами, и затем в нее улегся Бенья, заgrimированный под мертвеца. Сюрприз готовился для молоденькой медсестры, к которой Бенья был равнодушен и хотел привлечь ее внимание к своей особе, а она по каким-то делам должна была туда прийти. Увидев Бенью в гробу, девушка страшно перепугалась, начала ахать и охать, а когда подошла поближе, Бенья ей подмигнул. Сестричка покачнулась и упала без чувств. Тут уж охать и ахать пришлось шутникам. Хорошо, что ее обморок был неглубоким, она быстро пришла в себя и, главное, никому не рассказала об этой сомнительной шутке.

Но развлечения подобного рода, думаю, были единичными, и за время срочной службы брат не только получил аттестат зрелости, но также в совершенстве овладел своей военной профессией, относившейся к последним достижениям в области авиации, и перед демобилизацией сдал необходимые экзамены для получения офицерского звания. Но это было уже не в Фергане, а в Псковской области. Там с братом произошел случай, который мог вообще сломать всю его жизнь.

Толя готовился к сдаче экзамена по спецпредмету, используя материалы с грифом «Совершенно секретно». Материалы содержались в

трех тетрадях. По правилам он мог их получить под расписку в спецотделе и работать с ними, никуда не выходя. Но в помещении спецотдела было тесно, душно и неудобно, а он к тому времени был уже всеми уважаемым без пяти минут офицером, да еще и художником, и ему разрешили взять материалы на вынос. Войсковая часть располагалась в лесу, туда он и отправился заниматься через всем известную лазейку. Расположившись на небольшой лужайке, он проштудировал одну из тетрадей, затем встал, чтобы размяться и принялся повторять прочитанное на ходу. В какой-то момент его что-то отвлекло, он остановился и, действуя механически, вложил согнутую тетрадь в рогатину, образуемую двумя ветками растущего рядом куста. И совершенно об этом забыл. Далее он взялся за другую тетрадь, затем за третью. К вечеру он закончил работу и только тут обнаружил, что у него всего две тетради, а третьей – нет. Кто работал с документами «СС» в советское время поймет, какой ужас его охватил. Он прошарил руками всю лужайку, все проискал, безрезультатно. Ему ничего не оставалось, как возвращаться в часть. Сбрав все свое самообладание в кулак, он заглянул в окошко спецотдела, помахал имеющимися тетрадями и попросил оставить их до утра, чтобы позаниматься в казарме. Ему охотно разрешили.

Какие там занятия! Утеря такого материала для него означала трибунал. А сколько еще полетело бы голов из числа тех, кто стоял выше по служебной лестнице, а также из работников спецотдела... Ночь он не спал, и только ближе к утру забылся. И тут, как сказали бы мистики, ему в тонком сне было откровение. Он, как бы со стороны увидел себя с тетрадкой в руке, а затем рогатину на кусте и свои последующие действия. Там он и нашел свою пропажу целехонькой и невредимой. Вряд ли он тогда осмелился поделиться с кем-нибудь случившимся. А может быть, вообще, кроме меня об этом никто не знал.

Но, думаю сейчас, за давностью, этот секрет можно раскрыть. Тем более, как говорится, пришлось к слову.

Часто в различных жизненных ситуациях, начиная с детского возраста и через всю жизнь, я замечала, что у брата не бывало мучительных поисков, какое решение принять, какой вариант из нескольких выбрать, каким путем идти. Он находил и принимал сразу правильное решение как единственно возможное. Позже, интересуясь философско-нравственной литературой, я столкнулась с интересной точкой зрения, согласно которой во всех людях действует нравственный закон, позволяющий различать добро и зло. И что у некоторых людей этот закон так ярко выражен, что уже не человек управляет своими поступками, а нравственный закон руководит человеком, направляет его по пути совести, правды и не допускает, чтобы человек совершил моральную ошибку.

Почему я вспомнила об этом? Перед самым дипломом из художественного училища брата забрали в армию. А может быть, это был не его путь, и управляющий нравственный закон этот путь пресек. Теперь в армии брат не на шутку стал задумываться о военной карьере, для чего и сдал экзамены и получил офицерское звание. И тут это событие с тетрадкой. Безусловно, оно должно было его встряхнуть, остановить и дать понять – это не его путь. Поэтому-то 12 июня 1954 г. в компании таких же трех демобилизованных парней он появился дома. Вот оно счастье!

Он изменился. Стал более мужественным, крепким, но это не главное. И до армии он был и красивым, и душевно чистым, и совестливым юношей, но из-за своего чрезмерного крена в искусство в его восприятии действительности ощущался некий дефицит реальности, другими словами, он был чуть-чуть не от мира сего. А в армии, сохранив свои столь ценные нравственные достоинства, он обрел ощущение

почвы под ногами. Он приехал готовым к быстрым и эффективным действиям.

Еще во время службы он переписывался со своими сокурсниками, а вернувшись в Москву в личных встречах с ними убедился, что только один из выпускников Олег Комов работал по специальности. Но это был особый случай. Этот юноша происходил из семьи, в которой не одно поколение было связано с изобразительным искусством. И он, Олег Константинович Комов, стал известным советским скульптором и автором, например, памятника Андрею Рублеву в Москве, А. Т. Венецианову в Вышнем Волочке, памятников А. С. Пушкину в Твери, в Болдино, в селе Долна на юге Молдавии. Остальные выпускники перебивались случайными заработками, выпуская различную пропагандистскую продукцию, либо занимаясь низкопробной оформительской работой типа изготовления из папье-маше гигантских размеров колбас - сыров для витрин магазинов. Позже я узнала, что еще один его сокурсник Геннадий Распопов остался верным профессии, и что именно он является автором памятника В. С. Высоцкому во дворе театра на Таганке, установленного в 1988 г.

Понятно, что восстанавливаться в училище брат не стал. К тому же в армии он почувствовал вкус к технике, к реальным делам. А это означало, что ему нужно было срочно поступать в институт.



У двух приехавших с ним парней уже была определенность в вопросе трудоустройства в Москве, и примерно через две недели они с благодарностью покинули наш дом. Третий парень, Толя Макаркин, детдомовец, был один-одинешенек на белом свете. Но он вместе с братом в Фергане тоже получил аттестат зрелости и был также намерен поступать в институт.

И надо же было случиться такому совпадению, что именно весной 1954 г. и я окончила среднюю школу и собиралась поступать в МХТИ им. Д. И. Менделеева. В школе я получила отличную подготовку. Обдумав ситуацию, мы решили, что лучше меня в институт их никто не подготовит, поэтому все трое подали документы в Менделеевский институт. У нас оставалась только одна проблема без решения. Мы с братом изучали в школе французский язык, и я, хоть слегка, все же могла его подготовить. А у Толи Макаркина был немецкий, а точнее – никакого. В результате мы с братом поступили без малейших затруднений (я на ИХТ, а Толя – на силикатный), а Толя Макаркин, а иначе и быть не могло, завалил экзамен по иностранному языку.

После вступительных экзаменов наш ректор Н. М. Жаворонков провел несколько встреч с абитуриентами, которые остались чем-либо недовольны. На одну из них пошел и мой брат. Он рассказал ректору о бедственном жизненном положении своего друга, о том, что все другие предметы он сдал прилично, поручился, что его друг имеет самые серьезные намерения учиться и что он обязательно подтянет свой немецкий. Брат, видимо, был убедителен. И как не вспомнить то время и работавших тогда на высоких должностях титанов с благодарностью, ведь Н. М. Жаворонков своей властью разрешил зачислить А. Макаркина на первый семестр силикатного факультета условно, но с предоставлением и общежития и стипендии. А дальше начались занятия, картошка, коллкоквумы, туристические походы и песни у костра, сессии, практики, любви, словом, у каждого из нас своя бурная жизнь.

Толя Макаркин закончил институт и был распределен во Фрязино. Жаль, что жизненный путь его был недолгим.

В 1959 г. мы окончили институт, и брату предложили стажировку в США в порядке обмена. Он, естественно, согласился: в то время поехать за границу, да еще в капстрану, да еще в США, было очень

престижно. За полгода до ожидаемой поездки началась его всесторонняя подготовка. Он усиленно по много часов в день занимался английским языком, его здоровье было досконально проверено. Один из пальцев на его ноге в области ногтя был слегка деформирован (в детстве брат наступил на гвоздь), так ему сделали, говоря современным языком, пластику и привели палец и ноготь в полное совершенство. Когда подготовка подходила к концу, на Первомайские праздники 1960 г. нашу воздушную границу пересек американский самолет с пилотом Пауэрсом и пролетел полстраны, прежде чем его сбили наши силы ПВО, пилот катапультировался. И все. Отношения с США снова напряглись, и поездка была отменена. В то время мы очень горевали, что эта стажировка сорвалась, потому что, казалось, что она должна была открыть брату совершенно иные горизонты. Но мы ничего не знаем наперед. По прошествии примерно сорока лет мы с Толей сидели на даче на Десне, и по телевизору показывали передачу об А. Калугине, бывшем сотруднике КГБ, а затем сдавшем всю нашу резидентуру. В показанном сюжете его впервые называли предателем, а не борцом с тоталитарным режимом, как было в девяностых годах. И тут брат сказал: «Вот уж воистину Господь отвел. Ведь тогда, в шестидесятом, наши пути пересекались». Может быть, тогда они встречались на каких-либо беседах или комиссиях, как тогда было принято. Спрашивать я не стала. Но по теории о нравственном законе, ему в очередной раз был поставлен заслон, чтобы направить его на путь истины и правды.

Когда мы учились на третьем курсе, на физхиме была организована новая кафедра «Технология электровакуумного и полупроводникового производства», а состав первого выпуска учащихся был набран из студентов ИХТ факультета. Я оказалась в их числе и перешла на физхим. У брата на факультете со временем была проведена

какая-то своя комбинаторика, в результате которой появилась, если я ничего не путаю, специальность «Материалы квантовой электроники» или что-то в этом роде. И эти нововведения в институтской жизни привели к тому, что сферы нашей с братом деятельности настолько сблизились, что нам с ним удалось выполнить немало интересных совместных работ, написать несколько статей, получить не одно общее авторское свидетельство и подготовить несколько аспирантов, доведя их до защиты. Да и моя диссертационная работа, выполненная в 1972 г., называлась «Исследование газосодержания вакуумноплотных керамических материалов методом лазерной масс-спектрометрии».

Помимо совместных работ, мы постоянно оказывали друг другу взаимную помощь за счет возможностей наших мест работы. У нас в НИИ «Титан», например, я могла сделать для него различные исследования микрорельефа и состава микроповерхности материалов электронно-микроскопическим, микрорентгеновским и Оже-спектроскопическим методами, а эти исследования были блестящим украшением любой диссертации и публикации. А позже, в конце 90-х – начале 2000-х годов, когда наш институт был превращен в руины, наоборот, брат мне устраивал протекцию посмотреть кое-что на электронном микроскопе у А. М. Даценко.

Помогали мы с братом друг другу также имеющимися научными связями. Приведу один из примеров. Я занималась автоэлектронной эмиссией, и мне нужно было опробовать в качестве автокатода высоко ориентированный квазимонокристаллический графит, производимый в НИИ «Графит» (и этот гигант сейчас тоже разрушен). У этого института было всегда очень настороженное отношение к непроверенным людям извне. Толя на тот момент уже успел зарекомендовать себя там с самой лучшей стороны. Чтобы открыть мне туда доступ, он сам вместе со мной поехал к Н. Н. Шипкову, начальнику отдела именно по этой тематике,



познакомил нас, представил меня и как сестру, и как научного работника, и мне, как по мановению волшебной палочки, были открыты все двери и потом мы с его сотрудниками много лет эффективно работали.

Таких примеров нашей с братом взаимной помощи и поддержки не счесть.

Наши личные жизни шли своим чередом. У каждого из нас были и свои заботы, и наши общие, но когда возникала серьезная проблема, мы решали ее вместе. И я всю свою жизнь прожила, ощущая его плечо.

При огромном внимании к брату со стороны девушек, он никогда ни одной из них не оставлял никакой надежды на взаимность, вплоть до встречи в институте с однокурсницей Л. Зезиной. А ему тогда уже было двадцать три года. Правда, первая любовь не принесла ему счастья.

В Нине (Нине Кирилловне Ковалевой), ставшей его женой в 1960 г., сошлись все его представления о любимой женщине, соединилось чувство и воображение. Она была совершенна внешне: высокая, стройная, с тяжелыми светло-русскими волосами и с безупречно правильными чертами лица. Когда она работала в институте стоматологии как специалист по пластмассам в отделе



материаловедения, руководитель отдела обязательно как бы невзначай приглашал ее на все переговоры с больными. На вопрос, какую форму

той или иной части лица больная хотела бы иметь, ответ всегда был один и тот же – сделайте мне, как у вашей сотрудницы, показывая на Нину.

С Толей ее сближало и то, что она тонко чувствовала прекрасное, и, получив классическое воспитание, великолепно играла на фортепиано. Она стала ему достойной спутницей жизни, пока тяжкий недуг не поразил ее.

Сейчас я постараюсь описать один день из жизни брата, когда он был абсолютно счастлив. Шел примерно 1970 год. Они с Ниной и дочкой Кирой наконец обрели свое жилище (спасибо В. А. Зайцеву, бывшему тогда председателем жилищного кооператива) и уютно его обустроили.

Масленица. Толя напек две высоченные стопки блинов. Накрыт стол. Собрались близкие. И тут же в крошечной столовой-гостиной – музыкальный салон. Нина и ее подруга Наташа Дзершкович в четыре руки играют увертюру Бетховена «Эгмонт». Играют вдохновенно, мастерски. Смотрю на брата, он весь – сам слух, его кожа на щеках и шее покрыта мурашками, в глазах дрожат слезы восторга. Потом – гостеприимное застолье, и, под занавес, общее пение романсов под Нинин аккомпанемент.

Когда на Нину обрушилась болезнь, и стало ясно, что она может продолжаться многие годы, для брата не было иного пути, как взвалить на себя и трепетный уход за больной, и заботу о дочери, и все домашние хлопоты. И, что важно, его любовь к семье была настолько безраздельной и полной, что эту ношу он никогда не воспринимал как непосильную тяготу или кабалу, а видел в ней свой путь, свое предназначение, свою единственную и естественную возможность жизни.

На смену болезненным состояниям Нины приходили ремиссии, и она вновь на какое-то время становилась столь необходимой брату хозяйкой в доме, хрупкой и утонченной эстеткой. Помню в 1979 г. в такой счастливый период кто-то из их друзей по просьбе Нины привез из Германии книгу о Иерониме Босхе из серии «Великие мастера живописи», издаваемой во Франкфурте-на-Майне. Признаюсь, что на тот момент об этом художнике я не имела никакого представления. Это сейчас его картины растиражированы вплоть до глянцевого журналов, а тогда – нет. Книга была хорошо иллюстрирована. Посмотрев с большим вниманием репродукции картин, мы все трое испытали потрясение.

Брат был в полном восторге от колорита картин, от творческих возможностей, мастерства и абсолютной индивидуальности художника, в особенности в реалистических и сатирических изображениях людей. Я была буквально раздавлена неожиданностью тематики. Да, безусловно, мастерство такой силы, как будто рукой художника водил сам дьявол. Но в целом, как мне тогда показалось, – это апофеоз сатанинским созданиям и их проделкам и изменности человеческой природы.

И только Нина смогла понять – в искусстве Босха через болезненное ощущение человеческого несовершенства и глубины греховного падения звучит страстный призыв, обращенный к людям, – ужаснуться, понять и вернуться к изначальной христианской чистоте. И она была права.

Вот такая была Нина. Вечная ей память.

Вторая жена брата, Любовь Владимировна Колонина, Любаня, смогла дать ему зрелую женскую любовь, заботу и домашний уют. Особую роль в формировании его новой семьи сыграла дочь Любы Дина – на тот момент тринадцатилетний подросток. Очень милая, умненькая и

развитая девочка и расположенный к ней с распахнутой душой отчим сразу привязались друг к другу.

Дальнейшему сплочению семьи способствовали совместные дела по обустройству жизненного пространства и более всего – строительство нового дома на дачном участке Любиного отца на Десне. С какой скрупулезностью прорабатывали они весь проект большого кирпичного дома с подвалом, печью и камином, газовым отоплением и всеми удобствами для круглогодичного проживания. Толя успел приобрести необходимые для первого цикла строительства материалы – бетонные плиты, кирпич, цемент, необходимую древесину, и тут – гайдаровская реформа, которая в одночасье поглотила всю имеющуюся денежную наличность, а заработок профессора и зав. кафедрой отбросила до уровня тощего прожиточного минимума, да и то при нерегулярной выплате.

О том, чтобы нанять кого-либо для строительства дома, уже не могло быть и речи. И тогда Толя с Любой решили строить своими силами. Но Толин опыт в строительных работах включал в себя лишь «помощь» отцу в шестилетнем возрасте при строительстве деревянного домика на обочине Измайловского аэродрома и участие в сооружении бани в студенческом лагере в Тучково. И все. А о строительном потенциале Любы и говорить нечего. И ведь построили.

Правда, когда Толя приступил к кладке кирпичных стен, к нему подошел мужик, который на соседнем участке руководил возведением красного кирпичного особняка и предложил ему бартер: каменщик каждое утро выкладывает Толе углы дома на 2 – 3 или сколько нужно кирпичей, а тот вечером рассчитывается с ним двумя бутылками водки. Так и сложил брат двухэтажный кирпичный коттедж с эркером и с почти ровными линиями углов, а уж Люба расстаралась в части внутренней отделки.

И что характерно. Когда этот шестидесятилетний профессор с женой вдвоем ставили стропила или выполняли другую несвойственную им строительную работу на пределе физических сил, вокруг их участка и далее, сколько видел глаз, по всей Десне (ближнее Подмосковье!) новоиспеченные «владельцы заводов, газет, пароходов» силами лучших архитекторов и строителей спешно возводили умопомрачительные дворцы. И милый мой брат (а я это точно знаю!) не испытывал ни малейшей зависти к этим новым хозяевам жизни. Да и вообще и всегда он не знал, что такое зависть. Он отдавал должное тем, кто, скажем, был более одарен, образован, удачлив, силен, либо занимал высокое служебное положение, но его это никогда не травмировало. А если у него возникали мысли о недостаточности чего-то в себе или появлялись жизненные проблемы, он решал их своими силами, своим трудом, своим умением, своим упорством. И никогда никакого злопыхательства, никаких подножек, интриг и хитросплетений в его арсенале не было.

А дача в результате превратилась в комфортное с большим вкусом и умением обустроенное жилище с изысканно декорированным двором, а благодаря бесконечному хлебосольству хозяев она стала прибежищем многочисленных гостей и даже считаться местом традиционного сбора сотрудников Толиной кафедры. И кто бы мог подумать, но на этой



даче в гостях уже не один раз побывали сотрудники отделения общей реанимации института Склифосовского, с которыми, несмотря на

Толину кончину, удалось сохранить теплые отношения, поскольку они боролись за него до последнего удара сердца.

Помню, брат уже лежал в реанимации, наверное, это было в мае-июне. На мое присутствие он не реагировал, глаза были устремлены в одну точку. Я вела с ним односторонний разговор. На фразе: «Как только ты сможешь самостоятельно дышать, (и специально громко!) Люба заберет тебя на дачу, и мы с Игорем (это мой муж) будем за тобой ухаживать». При этих словах у него мгновенно вскинулись веки, взгляд стал осмысленным и наворачнулись слезы. Видно, и при таком тяжком состоянии Люба и дача его не отпускали из этого мира.

В течение полугода болезни жена практически каждый день приходила к Толе в больницу, ухаживала за ним, получала у врачей необходимые указания и информацию, «строила» весь младший медицинский персонал, и они совместными усилиями своевременно проводили все гигиенические процедуры, что было особенно важно, когда ко всем бедам брата добавилась еще и пролежневая болезнь. Один из ведущих врачей реанимации сказал однажды Любе, что он и не думал, что существуют такие преданные жены.

И его могила усилиями Любы всегда, независимо от времени года, в безупречном порядке и цветах.

Третья, и самая дорогая для моего брата женщина, родилась 9 октября 1964 г. Толе тогда уже было 33 года, да и Нине 28 лет, и в браке они уже состояли около четырех лет. Ребенок был долгожданным. Толина семья жила тогда вместе с нашими родителями на Сиреневом бульваре в квартире, которую мы получили при сносе домика у Измайловского аэродрома. Это была крохотная двухкомнатная хрущевка, и Толя с Ниной занимали в ней девятиметровую вытянутую комнату, в торце которой находился то ли встроенный шкаф, то ли чулан глубиной чуть побольше метра. Его-то брат и преобразовал в свой

«кабинет». Провел туда электричество, закрепил столешницу, сделал полки над столом для книг, а по всем остальным стенкам «кабинета» – полки для домашнего скарба. Там он и писал кандидатскую диссертацию.

Проживавшие в другой проходной комнате родители также с нетерпением ждали появления Толиного чада, и родившийся, наконец, ребенок вполне оправдал все ожидания близких. Крошечная Кира была кукольно хороша. Особенно ее украшали удивительные для русской новорожденной девочки кудрявые черные волосы и даже сзади на шейке в луночке опускалась к плечикам тоненькая волосяная косичка. Росла Кира крепким спокойным ребенком в атмосфере безграничного обожания со стороны родителей и бабушки с дедушкой. Годам к трем-четырем превосходящая всякую меру любовь окружающих не могла не пробудить в ней чувства свой исключительности и даже некой властности над ближними, правда, это проявлялось, главным образом, когда на день-другой к ним приезжала в гости моя дочка Маша, которая была постарше Киры на три года. Тут Кира с удивлением обнаруживала, что не одна она – любимая внученька, а есть еще конкурентка, а уж если Машу брал на руки Толя, или с ней играла Нина – все, сцена ревности была неизбежна.

И что интересно, в маленькой Кире спокойно уживались и детский деспотизм, и удивительная ранимость. До чего же она была трогательной и обезоруживающей в этой своей ревности. Никто вокруг не мог оставаться равнодушным к ее горю. Все, включая добродушную Машу, принимались ее жалеть и успокаивать. Думается, что еще в те детские времена в Кире зародилось свойство из множества окружающих людей избирать узкий круг самых близких и дорогих, которые были ей безгранично преданы, и она им была до конца открыта, а остальные ее

не интересовали, и она для них была тайной за семью печатями. Так, мне кажется, осталось и до сих пор.

Нина делала все для гармоничного развития дочери. У нее первой я увидела огромный конструктор ЛЕГО, который позволял собирать целый красочный пластмассовый город и выполнять еще много других различных задач. Книги она читала дочери самые правильные, способствующие умственному и эстетическому развитию. Понимая, что Кира внутренне отторгала назидательные беседы, Нина находила редкие, но интересные книги, где воспитательные вопросы преподносились не в лоб, а в ненавязчивой форме объяснялось «что такое хорошо и что такое плохо» (я не имею в виду Маяковского). А дедушка в конце 1965 г. вышел на пенсию и полностью взял на себя все прогулки и игры на свежем воздухе.

Школьные годы Киры проходили, когда они уже обзавелись квартирой на ул. Готвальда. В связи с этим произошли некоторые сбои с накатанного жизненного ритма. К Кире привязался хронический бронхит, с которым она дружит и по сей день. Тогда же Кира часто и подолгу вынуждена была пропускать занятия в школе в течение нескольких лет. Но дома любящими родителями были созданы все условия для ее развития и даже для занятий спортом.

Но после восьмого класса ситуация со здоровьем девочки улучшилась и в 1981 г. она закончила школу хотя и без медали, но с высоким средним баллом и без труда поступила в родной МХТИ им. Д. И. Менделеева на силикатный факультет. Параллельно оба эти года она играла за школьную команду в бадминтон, тренируясь в Менделеевке, участвуя даже в городских соревнованиях. А еще в 1978 г. она стала учиться пению и в 1980 г. поступила в музыкальную школу им. С. С. Прокофьева по классу вокала.



Передо мной лежит памятная для меня программа – приглашение на три отчетных выступления в концертном зале школы, проходившие в мае 1982 г. Во всех трех днях у студентки I курса и ученицы II класса Власовой Киры Анатольевны имеются концертные номера:

Э. Григ – «С водяной лилией»

Кариссими – «Победа, победа»

К. Молчанов – романс Женьки из оперы «А зори здесь тихие».

Примерно к этому периоду относится наша с Кирой и Машей поездка в Молдавию на отдых.

Путевки в пансионат на берегу Днестра Толя достал по протекции своего аспиранта С. Вайнберга. Жили мы там весело. Много дешевых фруктов, молодое вино, какие-то вкусные жареные лепешки с картошкой, с капустой. Ездили на экскурсии. Барышни мои были приметные. Обе гренадерского роста, обе серьезно занимались спортом. Маша играла в волейбол, а Кира – в бадминтон. Кира была немного поплнее Маши, но была до того пропорционально и рельефно сложена, что молдавские мужчины, по большей части некрупные, просто умирали, видя ее. И далее я хочу привести один пример из нашей жизни на отдыхе, который ярко характеризовал Киру тех лет.

Однажды девочки изъявили желание сходить на дискотеку. Мы выбрали самую цивилизованную, чистую, с хорошим освещением. Когда мы подходили к входу, нас обогнал лимузин и из него вышли два хорошо одетых представительных мужчины за тридцать. Я еще подумала, пришли присмотреть девочек помоложе и почище. И мои барышни сразу им попались на глаза. Мужчины стали приглашать



танцевать только их, причем один все время Машу, другой – Киру. Но долгие танцы, видимо, не входили в их планы. И в перерыве они стали предлагать девушкам поехать покататься по вечернему Кишиневу и поужинать в ресторане. Естественно, я стояла через человека от них и все слушала.

И тут Кира, неожиданно для меня, разыграла роль благовоспитанной барышни из аристократического семейства. Со всей изысканностью она сказала мужчинам за себя и за Машу, что им очень хотелось бы принять их предложение, но эта поездка немыслима без ее тети, Машиной мамы, с которой они приехали на отдых. А тетя ни за что не согласится поехать с их новыми знакомыми, поскольку ей их никто не представил. И дальше. Если они намерены все же такую поездку совершить, то пусть завтра после обеда озаботятся, кто бы мог их представить тете; лучше, если этот человек будет из руководства пансионатом. И еще. Если планируется ужин в ресторане, то девушки и тетя должны заранее знать, какие туалеты им следует предусмотреть, чтобы соответствовать регламенту вечера.

Эти тридцатилетние проходимцы были совершенно сбиты с толку и не знали, какой взять тон, чтобы отреагировать на ее слова. Послышался нетвердый лепет: «да, конечно, завтра после обеда, непременно будем». А Кира царственно развернулась, взяла Машу под руку, и они затерялись в толпе, но не от меня, потому что я двигалась за ними след в след.

Какой же это был для меня подарок. Как остроумно и иронично эта шестнадцатилетняя девочка смогла осадить взрослых распутных мужиков и, судя по их антуражу, людей с достаточно высоким положением. И, конечно же, на другой день «знакомиться с тетей» никто не приехал.

А в институте строгому папе не было совестно за свою дочку – она закончила его с красным дипломом, а по специальности «стекло и ситаллы» выполнила диссертационную работу, но, к сожалению, не смогла ее защитить, поскольку начались девяностые годы, которые все смешали и в научной, и в производственной, и в любой другой жизни страны. Возникли проблемы с проведением заводской апробации результатов. Так все и угасло.

А что касается вокала, то у Киры действительно был удивительный голос – редкого тембра контральто, и она в течение четырех лет пела в профессиональном квартете «Баллада» при ДК им. Русакова.

Как человек эстетически развитый, она привлекала молодых людей творческих профессий. Один из ее поклонников был художником, другой – певцом. Но когда в 1987 г. она встретила простого советского стоматолога Сашу Заруцкого, между ними сразу вспыхнуло взаимное чувство. В 1989 г. они поженились. Семья мужа приняла Киру как родную. Толя радовался ее счастью. А вскоре у Киры родились две очаровательные дочери – погодки Анюта и Танюша, которые заполнили все ее существо без остатка. Кто бы мог подумать, но из Киры получилась на редкость чадолюбивая мамаша, да и дедушка души во внуках не чаял. Сейчас девочки – чудные, милые, чистые, умнички – стали взрослыми. И с первой попытки поступили в интересовавшие их медицинские учебные заведения. А это, как известно, нелегко.

Глядя на Киру, я часто вспоминаю Анну Петровну, нашу с Толей мать и Кирину бабушку, для которой ради детей не существовало непреодолимых препятствий и непосильных дел. Например: для выпускных нарядов своих дочерей Кира сама создавала фасоны, выбирала ткани, выполняла весь крой, а затем их шила. А прошлогодний

Татьянин наряд во время выпускного вечера был признан самым стильным. И никаких Юдашкиных не надо.



Сейчас вся троица собирает, подновляет на компьютере пожелтевшие от времени и потертые на сгибах оставшиеся от их отца и деда документы, письма, рисунки, реставрирует его детские, школьные и военные фотографии. И я отдала им хранившийся у меня небольшой архив, бережно собранный еще нашей с Толей мамой, потому что считаю, и не мною это установлено, что человек жив, пока жива о нем память. А именно Толины потомки, Кира и ее дочери, принадлежащие к последующим поколениям, своей памятью смогут продлить его жизнь, уж по крайней мере еще на полвека, а там, Бог даст, Анята и Татуся вместе с собранным архивом передадут память о нем своим внукам.

Брат! Пусть память о тебе будет долгой и светлой!

Человек может проработать на одном и том же месте более пятидесяти лет, если эта работа ему по душе, если его окружают приятные ему коллеги-единомышленники, если они на этой работе получают ощутимые результаты и если эти результаты оцениваются по достоинству. В жизни брата все так сложилось. Не случайно упомянутый выше мистический управляющий нравственный закон привел его именно сюда, в Менделеевский институт, а теперь университет. Именно здесь брат был на месте. Именно на этой работе, связанной с воспитанием и обучением молодежи, пригодился и его

педагогический дар, и глубина профессиональных знаний, и умение их передать, и его высокая нравственность.

Как же много для него значила эта работа! Когда осенью 2009 г., после инфаркта, брат лежал в больнице на Пироговке, вечером накануне операции по стентированию аорты он был угрюм и сосредоточен. Мы пытались шутить, но получалось это у нас не очень складно. И тут ему на мобильный позвонил А. В. Беляков. Брата как будто подсветили изнутри. Он сразу оживился. У них начался какой-то разговор, обсуждение, словом, он воспрянул духом и потом до самого нашего ухода уже он шутил и подбадривал нас.

И еще. Брат уже лежал в реанимации в институте Склифосовского. И был подключен к аппарату искусственного дыхания. Из-за трубки в горле он не мог говорить. В ответ на наши вопросы он либо моргал, либо пожимал руку в смысле «да» или «нет». В таком состоянии он находился уже месяца три, и у нас зародилось беспокойство о состоянии его мыслительной функции. И тогда мы с Любой решились на такой эксперимент. С мобильного мы позвонили на кафедру, объяснили ситуацию, и с ним, конечно безответно, переговорило несколько человек. Нам удалось пронаблюдать (хотя и беззвучный и только одними движениями губ, но с огромным разнообразием эмоций на лице) самый настоящий разговор, в котором даже было понятно, когда происходила смена собеседника. Разговор продолжался около сорока минут, и мы поняли, что с мыслительной функцией все в полном порядке.

Когда в последние годы на брата начала наваливаться немощь, с каким же тактом, с какой бережливостью и чуткостью отнеслись к нему и руководство, и кафедра. Как вовремя П. Д. Саркисов предложил ему работу помощника президента университета вместо хлопотливого заведывания кафедрой. Спасибо, Павел Джибраелович! Какой опорой,

особенно в подготовке и в проведении заседаний большого Ученого Совета стал для него А. В. Беляков, какую помощь во всех текущих делах оказывали ему Е. С. Лукин, В. С. Осипчик, Н. Т. Андрианов и сколько внимания и заботы получал он от Н. С. Чернецкой и Л. С. Старовой. Спасибо всем, кто шел с ним по жизни, кто разделял с ним все трудности и радости, кто был ему так дорог.

А он не мыслил себе существования без этой работы: деревья умирают стоя.

## Кира Анатольевна Власова, дочь

У советского сатирика была фраза: «Теперь вы уже не студенты, а инженеры. Поэтому забудьте все, чему вас учили в институте...» К окончанию института действительно хорошо умеешь только учиться – копить знания и отчитываться за накопленное. Вполне адекватно можешь оценить уровень того, кто этими знаниями с тобой делится.

Курс «Теоретические основы технологии керамики и огнеупоров». Лектор – заведующий кафедрой, профессор А. С. Власов. Мой папа. Папа, который бреется каждое утро уютно мурчащей электрической бритвой. Папа, который готовит, моет посуду, стирает, а потом рисует: меня, маму, родных, вид из окна. Папа, который носит маму на руках – в воспоминаниях раннего детства просто так, со смехом и песнями, позже из больницы в больницу. Папа, который может все, может даже быть



мамой. Папа, который всегда 1 сентября провожает меня в школу. Папа, который поддерживает все мои начинания: уроки вокала, вождение автомобиля, курсы машинного вязания. Папа, который умеет деликатно обходить все препятствия и быть рядом. Друг, защитник, надежный во всем и всегда, до последнего вздоха и даже после. Истинный рыцарь без страха и упрека. Ему можно рассказать всё, но не всё рассказываешь, а только хорошее, чтобы не задеть, не потревожить. Который бережет тебя, а ты бережешь его. Не уберегла. Не смогла. Не успела.

Первая лекция почти без записей в тетрадь. Ошеломление... восхищение... и гордость. Ревнивые взгляды на однокурсников – и про себя: это мой, только мой папа. Бегом домой: «Мамочка, ты не представляешь, как наш папа читает лекции!..»

Я единственная сдавала экзамен другому профессору.



## **Любовь Владимировна Власова, супруга**

### **Мой муж А. С. Власов**

Прочтя мои очень личные воспоминания, некоторые могут усомниться в моей искренности. Но я перед светлой памятью о моем муже не имею права быть нечестной.

Все началось солнечным июньским утром, когда телефонный звонок разбудил меня, как мне показалось, совсем не вовремя. Ведь всего три часа прошло с того времени, как я вернулась из Ленинграда, где сопровождала большую американскую делегацию, посещавшую наш университет. Звонил один из моих бывших «учеников» – профессор, Анатолий Сергеевич, которого я обучала два года до этого английскому языку, перейдя из института иностранных языков на кафедру иностранного языка в МХТИ им. Д. И. Менделеева. Звонок был неожиданным, так как совсем незадолго до этого я узнала, что в семье Анатолия Сергеевича Власова случилась беда.

Так все и началось. Я была уже давно одна, в работе, заботе о дочери и родителях, самостоятельна, а здесь вдруг меня и моих близких окружили таким искренним вниманием, душевной теплотой и любовью, каких я никогда не испытывала. Удивительный такт Анатолия Сергеевича, благородство, скромность, непритязательность в быту, доброта и щедрость, а самое главное – искреннее желание приносить только радость и не делиться бедами и неприятностями поразили меня. В доме должен царить мир и покой. Мои родители обрели опору в лице Анатолия Сергеевича, так как постоянно ощущали его внимание, уважение и заботу о нашей большой семье, в которую он пришел жить. Все произошло так естественно, спокойно и гармонично, как будто мы давно уже были вместе.

Моя дочь, Дина, ей тогда было 13 лет, возраст сложный и колючий, делилась своими заботами и проблемами скорее с Толей, нежели со мной и он сделал все для того, чтобы их отношения стали теплыми, уважительными и доверительными.

Наши неожиданно возникшие чувства вернули нас в молодые годы, хотя мы старательно скрывали это от глаз институтских коллег. А ведь раньше я слышала, что Анатолий Сергеевич строг и требователен, но за все годы совместной жизни ни разу не стала свидетелем таких проявлений в нашей семье. Его удивительное трепетное отношение ко мне, теплота и забота окутывали меня. Его тайным девизом в нашей жизни, как я поняла, было – не обидеть ни словом, ни делом. Толя был крайне выдержан, сдержан в чувствах, в эмоциях, но только не по отношению ко мне. Его глаза светились нежностью, его любовь оберегала нашу семью.

Анатолий Сергеевич и его сестра Маргарита Сергеевна, очень схожие по характерам и взглядам на жизнь, всегда были опорой друг другу. Толя уважительно относился к советам сестры, считаясь с ее мнением, обращаясь к ней за помощью по работе (ведь она тоже ученый-химик). Добрая и дружная семья Маргариты стала близка нам, и семейные праздники мы зачастую проводили вместе.

Удивительная работоспособность, дисциплинированность, ответственность за кафедральные и институтские дела поражали меня.

Увлечение рисованием, наброски церквей, пейзажей, строений послужили началом нашего грандиозного плана постройки дома в начале 90-х годов. Я и не предполагала, что мысль о собственном летнем домике воплотится во что-то основательное и фундаментальное по тем временам и возможностям. Ведь Анатолий Сергеевич никогда не принимал скоропалительных решений, всегда действовал обдуманно и

взвешено, был стратегом во всем. И этой основательности подхода ко всем жизненным ситуациям я училась у него.

Благодаря помощи сотрудников кафедры, возглавляемой Анатолием Сергеевичем, (за что вся наша семья им очень признательна) мы восстановили основу сгоревшего родительского дома и приступили к постройке нашего. Время дефицита стройматериалов. Друзья и коллеги Анатолия Сергеевича, в частности В. В. Калиновский – руководитель объединения стройматериалов, В. М. Логинов – гендиректор объединения "Гжель" и многие другие откликнулись на все просьбы и обращения, и дом постепенно рос. Каждый кирпич нашего дома уложен умными руками профессора А. С. Власова, а я была в подмастерье. Его теоретические знания по строительству, цементу, кирпичу постепенно обретали практическую форму. Работали мы летом и зимой, не прекращая при этом научную и преподавательскую деятельность в институте. Основательность, выдержка, терпение Толи поражали меня. Я не слышала его жалоб на усталость и боль, а ведь такие физические нагрузки для человека за шестьдесят могли бы вызывать их. Но таков был мой муж, оберегавший меня от чрезмерных физических усилий. Теперь, глядя на кирпичики из Гжели и Кучино, уложенные Толиными руками, я с трепетом вспоминаю это трудное, но радостное для нас время.

И вот дом возведен и обустроен. Мы стали приглашать друзей, коллег посмотреть на наше рукотворное детище, которое, как Толя признавался, не идет ни в какое сравнение с теперешними виллами. В построенный своими руками дом Анатолий Сергеевич любил приглашать родных, коллег, давних друзей. В гостях у нас бывали видные ученые, а также ученики Анатолия Сергеевича; при этом всегда царила атмосфера гостеприимства, радушия, непринужденности общения, без разграничения на чины и звания.

Вот этот скромный дом стал нашим убежищем, но во всех отношениях очень теплым, куда мы практически переехали жить из шумной Москвы. Здесь на природе нам было очень комфортно. Уход за домом и садом, зимой – уборка снега, летом – еженедельная стрижка газона, все это – неперенные обязанности Анатолия Сергеевича, дававшие ему возможность «отдохнуть», нагрузившись физически. Иногда в шутку он говорил, что лучше бы было посадить картошку, больше пользы, да и хлопот меньше.

Анатолий Сергеевич с легкостью вошел в наше дачное окружение моих родных, давних друзей и подруг детства, он всегда радовался гостям, и был очень уважаем и почитаем. Наши неперенные дальние прогулки в лес, сбор грибов, зимой – лыжи, шашлыки, встречи у камина, беседы. Молча и уважительно он терпеливо участвовал в моей болтовне со знакомыми и подружками. Немногословен, но точен в оценках, и когда он высказывал свое мнение, прежде внимательно выслушав других, никогда не перебивая, оказывалось, что это суть того, что мы обсуждали до этого часами. Благородство, присущая ему интеллигентность, скромность, уважительное отношение ко всем окружающим независимо от возраста и положения располагали людей к непринужденному общению с ним.

Ставшие традицией с 1995 г. ежегодные кафедральные встречи в июле у нас на Десне полюбились всем. Баня, купание в реке, шашлыки под елями – воспоминания на весь год. В память об Анатолии Сергеевиче хотелось бы сохранить эту добрую традицию и впредь.

Толя исподволь, ненамеренно своим поведением, мироощущением, взглядом на жизнь, природу и искусство, многому меня научил. Он однажды заметил и привел известное изречение: «Чтобы понять друг друга, важнее смотреть не глаза в глаза, а в одном направлении». Оказывалось, что Толя замечал удивительные вещи,

мимо которых я проходила, не обратив внимания. Так, гуляя на природе, он подмечал игру света, причудливые оттенки неба, форму дерева, рисунок на камне, узор паутины. Посещая музеи и картинные галереи в России и за рубежом, умел точно подметить настроение художника, открывал мне тонкости его мастерства. Очень примечательно, что, перенеся в сентябре 2009 г. операцию на сердце, уже в ноябре пожелал посетить выставку картин английского художника Тернера в Музее изобразительных искусств, так его тянуло к живописи, краскам. Времени было немного, но иногда он покупал холсты и, как он говорил, «баловался красками». Я бережно храню его картины, т.к. это им выбранные темы, его видение окружающего мира.

Наше знакомство по времени совпало с тем временем, когда западный мир стал открываться для нас. Наряду с деловыми поездками Анатолия Сергеевича за рубеж, мы объехали много стран как туристы. И возраст был нам не помеха. К примеру, летом 2009 г., полежав с утра на морском пляже в Италии, мы отправлялись в родовой дом-музей Рафаэля в Урбино. Казалось, Толя знал все в живописи и, посещая картинные галереи, тихо мне подсказывал, на что обратить особое внимание.

А еще мне хотелось показать Толе Англию, где я однажды проходила стажировку. Это была наша последняя поездка за две недели до случившейся беды. В памяти хранится каждый день, проведенный вместе в Лондоне и Эдинбурге. С раннего утра и до вечера без усталости и жалоб (это через 3 месяца после инфаркта и операции на сердце) мы ходили по музеям и паркам, Побывали на концерте в известном Королевском Альберт Холле. Чтобы еще раз вспомнить об удивительной скромности Анатолия Сергеевича, расскажу об эпизоде, произошедшем там. Наши места в зале были высоко и, проходя, я заметила несколько свободных кресел, огражденных бархатной красной

лентой. Я поинтересовалась у служительницы, могут ли они оказаться незанятыми, и она ответила, что это именные кресла почетных английских лордов и их потомков, внесших средства на строительство концертного зала еще в XIX веке, и только с особого позволения могут быть предложены зрителям. Я объяснила, что мы из России и Анатолий Сергеевич – профессор московского университета. Мы тихо поднялись вверх, заняли наши места, и за несколько минут до начала представления к нам поднялась служительница и вежливо пригласила занять эти почетные места. Я перевела Толе, а он, как можно было и ожидать, отказался. Я его попросила, мы спустились, сели в красные бархатные кресла, но Анатолий Сергеевич не посмел удобно погрузиться в это кресло. Так и просидел два отделения на самом краешке, опасаясь, что он занял чье-то место не по праву. Да, он был таким!

Не идеализирую ли я его? Нет. Вспоминаю только то, что оставило след в памяти. Видела ли я его недостатки? Да, он был медлителен, на мой взгляд, и осторожен в принятии решений, но, как оказалось, его промедление не раз спасало нас от неверных действий. Ему оказалось не просто адаптироваться в быстро меняющейся России. Он внимательно следил за событиями в стране, но имел свое мнение, никого не критиковал и не подстраивался. У нас был свой мир, где нам было уютно и тепло, оберегая друг друга.

Уважительная поддержка заведующего кафедрой, профессора А. В. Белякова и сотрудников кафедры, коллег по университету и учеников Анатолия Сергеевича, понимание его солидного возраста и состояния здоровья, а также признание его заслуг руководством университета и, в первую очередь, глубокоуважаемым им профессором, академиком П. Д. Саркисовым, давали Анатолию Сергеевичу силы оставаться в строю и посильно выполнять работу.

Анатолий Сергеевич высоко ценил это понимание и отношение к нему коллег и друзей. Это, мне кажется, он отметил, переписав от руки в блокнот строки стихотворения любимого им поэта Ф. И. Тютчева,

*Когда дряхлеющие силы  
Нам начинают изменять  
И мы должны, как старожилы,  
Пришельцам новым место дать, -*

*Спаси тогда нас, добрый гений,  
От малодушных укоризн,  
От клеветы, от озлоблений  
На изменяющую жизнь;*

*От чувства затаенной злости  
На обновляющийся мир,  
Где новые садятся гости  
За уготованный им пир;*

*От желчи горького сознания,  
Что нас поток уж не несет  
И что другие есть призванья,  
Другие вызваны вперед;*

*Ото всего, что тем задорней,  
Чем глубже крылось с давних пор,-  
И старческой любви позорней  
Сварливый старческий задор.*

Да, Анатолий Сергеевич был признанным ученым, уважаемым человеком, а для нас, домашних, он был заботливым отцом и братом, любящим дедом, идеальным для меня мужем.

Я очень благодарна университету, где мы встретились с Анатолием Сергеевичем, узнали и полюбили друг друга. Важно, что в стенах университета бережно хранится и увековечивается память о моем муже, профессоре Анатолии Сергеевиче Власове.

Выражаю глубокую признательность руководству университета, всем коллегам и сотрудникам Анатолия Сергеевича за участие, помощь и поддержку.



**Н. Г. Горащенко, доцент кафедры химической технологии кристаллов**

**Анатолий Сергеевич Власов, каким я его запомнила**

Для меня Анатолий Сергеевич, это не только ученый, но и личность, наделенная огромным педагогическим и человеческим даром. Человек с большой буквы.

В молодости иногда случается так, что встреча с незаурядным человеком оказывает огромное влияние на ход всей твоей дальнейшей жизни.

Одним из таких людей для меня стал Анатолий Сергеевич.

Первое впечатление, первая встреча: учусь на 3-м курсе ИФХ. На кафедре керамики создается новая специальность – технология материалов квантовой электроники. Первых студентов, из числа отличников и хорошистов, набирают сразу на все курсы с ИФХ факультета. Лучшая подруга, Наташа Грачева, узнавшая об этом из первых рук, сразу же перешла туда. Я – в сомнениях. Тогда Наташа устроила мне на знаменитых антресолях кафедры керамики встречу с Анатолием Сергеевичем.

Конечно, все старые сотрудники и выпускники кафедры помнят это замечательное местечко в подвале главного, а тогда единственного корпуса МХТИ. Вообще, все наше здание МХТИ на Миусской, ныне главный корпус РХТУ, подобно старинному намоленному храму, имеет свою неповторимую ауру. Но антресоли, не знаю, почему, произвели тогда на меня совершенно неизгладимое впечатление своей необычностью, какой-то уютной рабоче-домашней обстановкой. Вот в этом-то, известном всем силикатчикам, уголке института я впервые увидела Анатолия Сергеевича. Красивого, веселого, увлеченного и умеющего заразить своим энтузиазмом. Наша беседа длилась часа два.

Строго говоря, даже не беседа. Это, в основном, был блестящий монолог увлеченного человека. Слушала я, как замороженная. Вопрос о том, переходить или не переходить на силикаты уже больше не существовал. Я помчалась в деканат физхима подавать заявление о переводе на тот самый силикатный факультет, которым физхимиков всегда пугали – вот будешь плохо учиться, переведем на силикаты.

Некоторое время спустя я стала студенткой группы, которую обучали по специальности «Химическая технология материалов квантовой электроники» на кафедре керамики и огнеупоров, о чем ни разу не пожалела.

Попав на силикатный факультет, мы, бывшие физхимики, сразу почувствовали огромную разницу в отношениях между людьми – на силикатах все было как-то проще, теплее и свободнее. Не последнюю роль для нас в этом играл Анатолий Сергеевич. После его увлекательных лекций, каждая из которых для нас была приобщением к чему-то абсолютно новому и притягательно интересному, домой не хотелось, и мы часто оставались в нашей технологической лаборатории и вели с ним беседы на любые темы, и о науке, жизни и моральных ценностях, о книгах и театре. Постепенно он приобщил нас к началам научной работы, стало интересно что-то сделать самостоятельно, и даже иногда получалось. Учебников по специальности, приборов и установок практически не было, их заменяли лекции, походы в библиотеку, личный практический опыт и наше собственное творчество. Все делали своими руками. При этом студенты всех курсов работали в лаборатории вместе и были одной дружной командой. Нам было интересно учиться! Анатолий Сергеевич смог создать в нашей лаборатории неповторимую атмосферу дружбы и увлеченности. Несмотря на принципиальность, а иногда и жесткость, Анатолия Сергеевича нисколько не боялись, а просто любили, уважали, восхищались им и обожали эти наши вечерние

посиделки в лаборатории. Педагогического таланта ему было не занимать, а это дано далеко не каждому, даже большому ученому.

Этот человек умел делать все! И пироги печь, и печки мотать, и микроскоп налаживать, и лекции читать, и статьи писать, причем делал это так здорово, что нам хотелось подражать ему. А про пироги – это не для красного словца – он их приносил в лабораторию, и у нас бывали частые совместные чаепития с пирогами «от Власова».

Еще очень хорошо помню практику в Харькове. Нас было там четыре подружки. Практика была долгая, целых 2 месяца на заводе монокристаллов. Там нас бесплатно кормили, поэтому мы бывали на заводе регулярно, но, по договоренности с руководителями, далеко не всегда в течение всего рабочего дня. Преподаватели с нами постоянно не находились, а периодически наезжали с проверками. И вдруг из Москвы дали знать, что у нас проездом по пути в Кременчуг будет Власов. Уже в 8:00 мы вместе со своими руководителями были на рабочем месте. Встретили Анатолия Сергеевича, все показали, доложили, руководители дали о нас прекрасный отзыв. Затем отвели его в знаменитые на всю Украину харьковские «Вареники», накормили, проводили к поезду, помахали ему ручкой и облегченно расслабились. Но уже через пару дней, часов в 10 утра, когда мы мирно спали в своей комнате в общежитии Харьковского Политеха, он постучал к нам в дверь. Потрясенные, мы вскакивали, как солдаты по тревоге. А коварный Анатолий Сергеевич заявил, что ему все наше представление показалось слишком уж благостным, поэтому на обратном пути он решил еще разок к нам наведаться, вот только были легкие сомнения, куда идти, на завод или в общежитие... В общем, все мелкие студенческие хитрости он видел насквозь. Кстати, еще один штрих к портрету, этот инцидент никаких последствий для нас не имел, просто нам было показано, что не

надо заниматься очковтирательством, и этот урок был усвоен на всю оставшуюся жизнь.

После окончания института общение с Анатолием Сергеевичем не прервалось. Со многими вопросами и проблемами мы бегали к нему, и всегда этот человек совершенно искренне делал все, что мог. Вот пример. Как-то, когда он уже давно возглавлял кафедру химической технологии керамики и огнеупоров, а я преподавала на своей кафедре, я, между прочим, пожаловалась ему, что мой сын, восьмиклассник, взялся к торжественному собранию в школе в честь Дня Победы записать рассказ человека, бывшего свидетелем событий, происходивших в Москве во время ВОВ, и вот теперь надо найти такого человека. Вдруг Анатолий Сергеевич мне и говорит: я тебя выручу. Оказывается он, будучи подростком, в течение всей войны жил около аэродрома, находившегося прямо в черте города в Измайлово, на котором работал его отец. Сначала он предложил записать для нас свои воспоминания, но потом решил сам прийти в школу и выступить на этом собрании. Анатолий Сергеевич не просто нас с сыном выручил, а выступил замечательно, с присущим ему талантом рассказчика, покорив всех слушателей и навсегда завоевав сердце моего сына. Интересно было всем, и детям, и учителям, и родителям, тем более, оказалось, что школа расположена как раз на бывшей территории того самого аэродрома.

Затем мы тесно сотрудничали в созданном на базе наших двух кафедр, а также кафедры стекла и ситаллов и ИОФ РАН, Учебно-научном центре перспективных материалов и технологий.

В этом Центре наши и приглашенные ученые читали слушателям лекции по технологии и применению перспективных материалов. Анатолий Сергеевич, приняв самое деятельное участие в создании Центра, был в нем одним из основных лекторов, ни разу, отговариваясь занятостью или плохим самочувствием, не пропустив свою лекцию. Он

делал это абсолютно бескорыстно, просто потому, что не мог иначе, всю свою жизнь прослужив делу подготовки не только хороших специалистов, но, что может быть, даже более важно, воспитанию нормальных порядочных людей.

Даже не верится, что его больше нет...

**А. И. Захаров, директор колледжа «Технический дизайн изделий из силикатных материалов», заведующий кафедрой общей технологии силикатов**

Мое знакомство с Анатолием Сергеевичем длилось более 30 лет – меня, первокурсника МХТИ, познакомил с ним отец, знавший его по годам аспирантуры. Анатолий Сергеевич показался мне солидным, приветливым человеком, с располагающей улыбкой и лукавым прищуром внимательных глаз.

Позднее я узнал Анатолия Сергеевича сначала как преподавателя, затем заведующего кафедрой и научного руководителя, по достоинству оценив его деловые качества. Придя в аудиторию студентом на его лекции, я увидел строгого, неулыбчивого профессора, который был озабочен, прежде всего, логикой подачи материала, чем впечатлением, производимым на аудиторию. Уже впоследствии, узнав Анатолия Сергеевича поближе и став преподавателем, я понял, что такая манера чтения лекций свойственна людям основательным и уважающим себя и студентов. Часто, готовя материал и читая лекции, я все больше вспоминаю именно преподавателей такого рода, чем лекторов с «живой манерой речи», может и потому, что сам не могу удержаться в лекциях от «лирических отступлений». И, впоследствии, листая его лекции, вынужден признать, что правы именно они, эти так называемые «зануды», к которым относился профессор Власов. Так, например, рассмотрение свойств керамики он начинал издалека – с электронного строения вещества, объясняя физический смысл классификаций материалов, обладающих различными свойствами. Систематичность, некоторая неторопливость, присущая академической науке, настраивала студентов на серьезный лад.

Кафедра керамики, на которую я был принят старшим лаборантом в 1982 г., была крепким, сплоченным коллективом, ведущим научные работы по многим направлениям. Преподавателями кафедры работали одни мужчины, как говорил мультипликационный Карлсон, «в полном расцвете сил» – в основном от 30 до 40 лет. Даже именитые профессора – Рафаил Яковлевич Попильский, Виктор Львович Балкевич и Иосиф Яковлевич Гузман – были не чинно присутствующими, а активно работающими. Работа кипела на всех «уровнях» – от профессора до аспиранта, вовлекая в свой водоворот студентов.

Анатолий Сергеевич был над этим потоком не сторонним наблюдателем, а руководителем, стремящимся направить энергию масс в то русло, которое, по его мнению, было наиболее перспективным. Ему было нелегко управлять столь активным коллективом. Важно главное: кафедра в течение долгих лет по праву была ведущим центром исследований в СССР по ряду важных направлений, кафедра готовила высококвалифицированных специалистов-технологов, в коллективе кафедры никогда не было серьезных конфликтов. Это, как любил говорить сам Анатолий Сергеевич, «на сухой остаток».

Из всех преподавателей Анатолий Сергеевич был наиболее дружен с Брониславом Сергеевичем Скиданом – человеком в высшей степени скромным и порядочным, «палочкой-выручалочкой» для всех кафедрян, ломающих приборы или затевающих их строительство. Оба рассудительные и неторопливые они всегда хорошо понимали друг друга.

Конечно, прежде всего, нас – сотрудников и аспирантов – несколько «напрягали» ежедневные (6 дней в неделю) проверки заведующим кафедрой журнала прихода-ухода: утром – без пяти минут 9 и часто вечером – ближе к 18:00. Не приветствовались коллективные вылазки в кино и посиделки на рабочем месте. Все работали на

результат и не совсем понимали, зачем их контролировать. Но, с другой стороны, положив руку на сердце, такой формальный подход многих дисциплинировал, а некоторым был просто необходим. Да и не было это основной проблемой ни нашей работы, ни работы самого Анатолия Сергеевича. Куда важнее были почти еженедельные научные семинары, бесконечные кулуарные обсуждения рабочих проблем и работа до 22:00 – 23:00 часов без всякого принуждения. И еще – капустники, которыми славилась кафедра.

На капустниках Анатолий Сергеевич снимал маску сурового заведующего и вполне мог подыграть общему сценарию. Например, так было на праздновании Нового 1983 года, когда кафедра превратилась в площадку предвыборной компании губернатора американского штата XX в. На роль кандидата в губернаторы устроители этого «шоу» прочили, конечно же, Анатолия Сергеевича. У нас были некоторые сомнения о том, что он согласится выставить себя на всеобщее обозрение в ковбойской шляпе (штат был южным) под легкомысленную музыку, да еще произнести написанную нами предвыборную речь. Но опасения были напрасны – роль кандидата в губернаторы и владельца салуна, в котором мы все собрались, была исполнена на высоком уровне. Мало того, в этом безобразии приняли участие и приехавшие к Н. Т. Андрианову два руководителя из Донского. Анатолий Сергеевич был моим научным руководителем не только по кандидатской диссертации, но и по целому ряду тем. Вспоминая совместные работы, я прихожу к выводу, что в нем удачным образом сочетались, в хорошем смысле этого слова, научный консерватизм и стремление изучать необычные, нетрадиционные для технологии керамики проблемы. Так, удалось под его руководством заниматься несколько далекими от классических технологий задачами – получением и спеканием боразона (фазы нитрида бора высокого давления) и разработкой синтеза и



материалов, получаемых из содержащей аморфный кремнезем шелухи риса. В постановке этих исследований и в процессе работы над ними я видел в Анатолии Сергеевиче и ученого-стратега, с моей точки зрения, верно определяющего возможные пути научного поиска, и практика, не забывшего про технику эксперимента и дающего дельные советы.

Он не опекал своих аспирантов, некоторые из них не смогли дойти до защиты, но всегда помогал решать важные организационные проблемы. В случае необходимости, принимал нехарактерные для него решения, например, при покупке дефицитных инструментов и оборудования, что было тогда связано с определенным риском. Его подпись появлялась под необходимыми документами, а дальше дело было за исполнителем.

Анатолий Сергеевич мог управлять своими эмоциями в весьма сложных ситуациях. Даже когда «перестроечная волна», сопровождавшаяся лихой критикой начальства, дошла до нашей кафедры, он достойно воспринял этот «огонь по штабам» (как говорил некогда Мао Цзедун). На заседаниях кафедры той поры его критиковали и доценты, руководящие научными группами, и совсем молодые ассистенты. Несмотря на критику, Анатолий Сергеевич не отвечал взаимными упреками и в дальнейшем никогда не напоминал нам о таких высказываниях.

Несмотря на то, что Анатолия Сергеевича нельзя было заподозрить к склонности к авантюризму, в перестроечные и постперестроечные времена он соглашался на проведение неоднозначных, с точки зрения научных перспектив, работ, которые могли бы финансово поддержать сотрудников кафедры. Его важной заслугой, я считаю, сохранение преподавательского коллектива кафедры в те сложные времена практически полного безденежья.

Анатолий Сергеевич принял живое участие в организации и работе на силикатном факультете Высшего колледжа «Технический дизайн изделий из силикатных материалов». В нем всегда жил художник, он никогда не прекращал рисовать и интересоваться искусством. Анатолий Сергеевич с удовольствием принимал участие в просмотрах по графике и нередко заходил на экзамены по дизайну. Он высоко ценил художественную керамику, образцы которой украшали его кабинет.

В течение последних 15 лет Анатолий Сергеевич и его жена, Любовь Владимировна, приглашали к себе на дачу коллектив кафедры, организуя, ставшими тут же традиционными, «власовские посиделки». Анатолий Сергеевич представал перед нами в роли радушного хозяина, готовя шашлык, растапливая баню и (было такое подозрение) подогревая воду в речушке, протекавшей рядом. И в подготовке этих приемов он проявлял основательность: казалось, даже погоду для таких встреч он выбирал, пользуясь какими-то своими надежными источниками.

Наверное, каждый из нас может вспомнить Анатолия Сергеевича в различные времена, в различных ситуациях, но, кажется, что именно в последние годы он раскрылся таким, каким был на самом деле – мудрым и доброжелательным.

**В. В. Калиновский, главный инженер Кучинского керамико-плиточного комбината (1969 – 1983гг.), Генеральный директор (1983 – 2003 гг.)**

### **Строчки памяти**

Вспоминая свои встречи с Анатолием Сергеевичем Власовым, я все время испытываю какое-то непроизвольное желание позвонить и подъехать к нему на кафедру, потрепаться о жизни нашей, услышать его суждения о всяких делах, всегда очень убедительные и аргументированные, причем, при этом присутствует чувство виноватости от того, что давно не встречались.

Нельзя сказать, что мы были закадычными друзьями. Дружба это слишком большое чувство, которое объединяет людей, и у нас не было такой близости. Но при встречах мы ощущали себя свободно и комфортно, и чувство приязни, по-моему, было обоюдным.

Я поступил в МХТИ им. Д. И. Менделеева в 1954 г. Это была моя вторая попытка стать студентом. Первая, годом раньше, в Киеве, в знаменитом КПИ на сварочном факультете кончилась полным фиаско из-за моей болезни во время приемных экзаменов.

В МХТИ меня притащил мой двоюродный брат Ленька Музыченко, который провел меня по институтскому лабиринту и убедил, что это лучший вуз в стране. Но предупредил, чтобы я ни в коем случае не шел на силикатный факультет. В силу упрямства и предубеждения к советам свысока смотревшего на меня третьекурсника-топливника я все таки пошел и поступил на силикатный, о чем ни разу в жизни не пожалел.

Это я к тому, чтобы показать свою полную легкомысленность в выборе своего пути в жизни, и насколько это отличается от отношения к своей жизни серьезных людей.

А серьезные люди – это студенты, бывшие офицеры, почти все члены партии, которые нашли возможность поступить в институт, именно в тот, который хотели. Среди них был и Анатолий Сергеевич Власов.

Первая же сессия показала, что эта серьезность была решающей, ни один из них экзамен не завалил, хотя им учиться было, конечно, труднее, чем нам, вчерашним школьникам. Мы учились в разных группах, поэтому с Анатолием Сергеевичем практически не общались.

Более близкое общение началось уже тогда, когда я работал главным инженером Кучинского керамкомбината. У нас появились студенты-практиканты, менделеевцы. Как правило, их привозил на практику Анатолий Сергеевич. Мы садились, заключали договор, намечали рабочие места, где ребятам можно было проходить практику, обсуждали, как ее проходить, назначали руководителей. Все было очень серьезно. Анатолий Сергеевич был тогда уже заведующим кафедрой технологии керамики и огнеупоров. Чисто научные интересы его были совсем в другой области керамики, не строительной, но он живо интересовался нашими проблемами.

На комбинате мы начали техническое перевооружение производства керамической плитки, переходили на однократный обжиг, низкотемпературные составы масс и глазурей, на обжиг в роликовых печах.

Это было новое слово в строительной керамике, сказанное в нашей стране. Первая в мире опытно-промышленная линия однократного обжига облицовочной плитки в роликовой печи заработала на нашем комбинате.

В 1971 г. у нас появилась первая промышленная линия с роликовой печью для производства плитки для полов, а к концу 70-х их стало уже десять.

Конечно, это очень интересовало Анатолия Сергеевича, наши встречи стали более частыми, и на комбинате, и на кафедре.

У него был ровный, уравновешенный, спокойный характер. Любая проблема с ним обсуждалась серьезно и не торопясь, скрупулезно рассматривались все аргументы за и против. У нас (я имею в виду своих работников на комбинате), появлялось много завиральных идей, ведь технология с применением низкотемпературных масс была совершенно новым делом. Мы эти свои придумки проверяли практически, тратили много сил и средств впустую. Иногда получались, на первый взгляд, замечательные результаты, но при обсуждении, как например, в случае с низкотемпературными глазурями, Анатолий Сергеевич высказывал сомнения насчет долговечности качественных свойств глазури.

Низкотемпературные глазури имели в своем составе низкоплавкое стекло, и, несмотря на то, что масса и глазурь давали вполне допустимые показатели различия коэффициентов термического расширения, и после обжига изделия были термостойкими, по его мнению, со временем возможно ухудшение поверхности. В принципе, так оно и произошло. Через три - четыре года глазурь на поверхности плитки начинала трескаться, выщелачиваться, вплоть до разрушения плитки.

Таким образом, оправдались сомнения Анатолия Сергеевича, он был прав, и впоследствии от низкотемпературных глазурей отказались.

Наши встречи стали более частыми. На комбинате мы достаточно много времени уделяли разработке составов низкотемпературных масс для плиток для полов, поиску возможностей применения для производства этих изделий низкоплавких глин. Это имело большое значение и для технологии, и для экономики. Применявшихся до тех пор в этом производстве тугоплавких и огнеупорных глин в России было очень мало, почти вся потребность в них обеспечивалась за счет украинских месторождений.

Мы проводили множество испытаний с бесконечными вариациями составов, получались иногда обнадеживающие результаты. Зная об этом, Анатолий Сергеевич предложил мне привести в определенную систему эти хаотичные исследования и готовить научную работу для последующей защиты в качестве диссертации.

Я не считал эту свою деятельность достойной называться научной, но он с этим не согласился. С присущей ему методичностью он принялся «долбить меня», заставляя планировать исследования, делать выводы, описывать их и публиковать в статьях. Чтобы не показаться уж совсем полным недотепой, я поступил в аспирантуру, в институт «НИИСтройкерамика». Мне это было удобно, поскольку институт рядом, за забором комбината.

Моим научным руководителем стал Василий Федорович Павлов, заведующий лабораторией плиток для полов, а потом и заместитель директора института по научной работе. Два года я «болтался» в аспирантуре, сдавал кандидатские экзамены, что-то писал, пытался систематизировать и собрать в какую-нибудь цельную конструкцию, но Павлова это не устраивало. При каждой встрече он предлагал новый план.

Власов следил за этим процессом и, в конце концов, сказал, что хватит валять дурака, время уходит, материал стареет, давай смотреть все материалы.

Вот тут я и понял, что значит настоящий научный руководитель. Он заставил меня составить детальный план работы, предложил переработать кучу литературы. Еженедельно (а это было для меня непросто, я все-таки был главным инженером комбината, где работало три тысячи человек) я докладывал ему, что я сделал, что написал, и переделывал.

Всю зиму я как проклятый, писал, переписывал, рисовал иллюстрации. Анатолий Сергеевич держал меня под жестким контролем, и я уже начинал его потихоньку ненавидеть. Он заставил меня сделать математическую обработку результатов экспериментов, тогда это было в моде. Для этого мне пришлось заниматься еще и математикой, в принципе делать что-то отдаленно похожее на то, что сегодня выполняется одним кликом компьютера.

В общем, получилась работа. Когда я показал ее своему руководителю В. Ф. Павлову и сказал, что собираюсь защищать ее на Ученом Совете в МХТИ, он работу одобрил, но предупредил, что в МХТИ мне ее не защитить.

Прошла предзащита на Ученом Совете НИИСтройкерамики, а затем, где-то через месяц, успешная защита диссертации на Ученом Совете в МХТИ им. Д. И. Менделеева.

Только благодаря Анатолию Сергеевичу Власову, его настойчивости и требовательности завершилась эта работа.

Собственно, именно в это время произошла наша профессиональная стыковка с Анатолием Сергеевичем на почве керамики. Для меня как специалиста, инженера-технолога, это был крупный шаг вперед, а для него – маленький эпизод в его многосторонней деятельности ученого. Казалось бы, зачем ему возиться с заскорузлым практиком, приучать его думать, ведь лично для него никаких преимуществ, никаких выгод эта опека не сулила!

Просто это свидетельствует о высокой внутренней культуре человека, о его нравственности и, конечно, доброжелательности. И ведь я был не единственным таким подопечным. Сколько он посвятил своих сил и трудов, работая на Гжельском комбинате, на других заводах! И везде в итоге замечательные результаты.

Самое главное, что хотелось бы сказать, вспоминая свое общение с Анатолием Сергеевичем, это то, что он был хорошим человеком. Человеком высокообразованным, эрудированным, с широким диапазоном самых разнообразных интересов. С ним можно было обсуждать вопросы высокой политики, правда, всегда с изрядной долей иронии. В этом вопросе он был сведущ, годы членства в КПСС и работы секретарем парткома института не могли пропасть зря.

С ним можно было говорить о литературе, он всегда был в курсе последних книжных новинок.

Что касается искусства, то я совершенно неожиданно в разговоре узнал, что у него любимый вид отдыха – сходить на натуру, на эскизы. Он очень оживился, когда я признался, что тоже подвержен этой слабости, правда, в гораздо меньшей степени из-за полного отсутствия времени. У него были замечательные пейзажи.

Анатолий Сергеевич очень любил нашу русскую природу. Как-то, будучи у него в гостях на даче, я увидел совушку, сычика. Оказывается, на трех густых елках прямо около дачного забора жили эти совушки. Надо было видеть, как у него светились глаза, когда он о них рассказывал и показывал их. Совы не будут жить рядом с плохим человеком, они чувствуют, когда их любят.

Однажды, по линии Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева состоялся семинар по технологии силикатов для членов общества с выездом в город Плес. Обычно на таких семинарах кроме официальной части, где делают доклады, сообщения, много проводят времени за застольными мероприятиями. Но в этот раз мы как-то объединились с Анатолием Сергеевичем и посвятили время Плесу,



Последний снимок  
на 50-летию выпуска  
ХТС 1959 г.



окружающей природе, музеем Левитана. Была золотая осень, будто сошедшая с полотен Левитана. Это же часть «Золотого кольца» России, от совместного пребывания мы получили громадное удовольствие, это запомнилось на всю жизнь.

Как-то раз я прихожу к нему на кафедру в Тушино, а он учит японский язык! Не знаю, насколько он его освоил, в это время он ждал гостей из Японии, но, во всяком случае, на английском он общался совершенно свободно.

Анатолий Сергеевич дружил с Павлом Джибраеловичем Саркисовым, заведующим кафедрой стекла и ректором института. Эта дружба ценна еще и тем, что они много положили сил и здоровья на строительство корпусов института в Тушине. Построен современный институт, теперь уже университет.

Обычно трудно, будучи на рабочем месте, отвлечься от текучки и переключиться на общение с человеком, сидящим напротив. Обязательно зазвонит телефон, кто-то помешает, иногда напросится на резкость. У Анатолия Сергеевича такого не было. Полное внимание, никаких телефонов или вызовов, искреннее участие и уважение к собеседнику. Это всегда замечаешь, и становится даже неловко, если попусту отнимаешь время. Всегда благожелательное, внимательное, искреннее отношение, причем ко всем. Ну, а если человек недостойн такого отношения, то с ним и никакого общения.

Последняя наша встреча с Анатолием Сергеевичем состоялась на 50-летию выпуска факультета химической технологии силикатов 1959 г. в апреле 2009 г.

Как всегда, искренняя радость от встречи, доброжелательная улыбка, желание сказать друг другу что-нибудь хорошее, согревающее.

И никто не думал, что это в последний раз...

**Е. С. Лукин, профессор кафедры химической технологии керамики и огнеупоров**

### **Об Анатолии Сергеевиче Власове**

Я познакомился с Анатолием Сергеевичем Власовым в сентябре 1960 г., когда начался учебный год на 5 курсе. В середине сентября Дмитрий Николаевич Полубояринов вызвал меня и сказал: «Евгений Степанович, нужно разработать какой-нибудь новый метод определения термостойкости керамических материалов. Это будет Ваша курсовая и дипломная работа. Что нужно сделать – я не знаю. Идите и думайте».

Анатолий Сергеевич в то время был уже лекционным ассистентом и выполнял диссертационную работу по разработке нового в то время керамического материала – кермета в системе  $Al_2O_3 - Si$ . Он был для нас большим авторитетом, поэтому по многим вопросам технического характера мы обращались в первую очередь к нему. Я рассказал Анатолию Сергеевичу, какую задачу Дмитрий Николаевич передо мной поставил, и он посоветовал мне посмотреть иностранную литературу по термостойкости. В то время институт выписывал много иностранных журналов. И я открыл журнал Американского керамического общества № 1 за 1955 год, который был полностью посвящен проблемам термостойкости керамических материалов.

В этом журнале я нашел краткое описание метода, который хотелось бы осуществить на нашем курсе. Я сконструировал установку, которую одобрил Анатолий Сергеевич, и в наших мастерских ее достаточно быстро изготовили. Принцип определения термостойкости был весьма интересным – образцы в виде полых цилиндров нагревали изнутри нагревателем из карбида кремния и определяли температурный перепад в стенке полого цилиндра при его разрушении. Характеристикой термостойкости и была величина температурного

перепада. Изготовление установки и отработка методики были моей учебной и дипломной работой, которую я защитил в июне 1961 г. Я получил диплом с отличием и был первым по успеваемости. Дмитрий Николаевич предложил мне остаться на кафедре работать. Сначала я был старшим лаборантом и после сдачи в печать статьи по результатам дипломной работы по докладной Д. Н. Полубояринова был переведен на должность младшего научного сотрудника.

Когда я приступил к работе на кафедре, Дмитрий Николаевич снова вызвал меня и дал новое поручение – сконструировать и запустить печь для исследований свойств керамических материалов при температурах выше 2000 °С. Задача была сложная, да и опыта в таких делах практически не было. Поэтому я снова обратился к Анатолию Сергеевичу, который уже хорошо разбирался в вакуумной технике и в вакуумных печах, так как к этому времени он наладил и работал на вакуумной печи ТВВ-4, в которой обжигал образцы керметов. Он посоветовал сконструировать вакуумную установку, так как только в ней можно было получить температуры до 2000 °С и даже выше. Наверное, целый месяц я делал чертежи, советуясь все время с Анатолием Сергеевичем. Когда чертежи были готовы, Дмитрий Николаевич попросил главного инженера Подольского завода огнеупоров Дмитрия Самойловича Рутмана, с которым он был очень дружен, изготовить все детали по подготовленным чертежам. Через месяц все было изготовлено, и я привез печь на кафедру. За это время были приобретены насосы, изготовлена подставка, но еще полтора или два месяца ушло на то, чтобы обеспечить в печи необходимый вакуум, изготовить экраны и нагреватели. Наконец все было готово и на ней можно было проводить определение высокотемпературных свойств.

Сначала я работал на этой печи, выполняя диссертационную работу по определению примерно пяти свойств плотной оксидной

керамики до температуры 2000 – 2500 °С в вакууме и аргоне. Нужно отметить, что когда сотрудники ряда предприятий и вузов узнали о наличии такой установки у нас на кафедре, то многие обращались к Дмитрию Николаевичу с просьбой определить те или иные свойства их керамических материалов. Анатолий Сергеевич все это время интересовался, как работает печь и нет ли каких-то трудностей в ее эксплуатации.

В конце 1962 г. Дмитрию Николаевичу ректор предложил организовать при кафедре специализацию «Материалы квантовой электроники», и он, конечно, согласился. Организацию он поручил Анатолию Сергеевичу Власову. Необходимо отметить, что Анатолий Сергеевич с очень большим вниманием и энтузиазмом отнесся к этому поручению. Необходимо было отремонтировать выделенные помещения, закупить необходимое оборудование, установить его и привести в рабочее состояние, составить перечень дисциплин и программы. Хотя всю подготовительную работу выполнил Анатолий Сергеевич, руководителем специализации Дмитрий Николаевич, по видимому, по приказу ректора, пригласил Александра Артемьевича Майера. Всех нас это очень удивило. Анатолия Сергеевича тоже. Но работа есть работа. Усилиями всего коллектива обучение студентов по этой специализации успешно развивалось. В этом оказывали помощь и сотрудники кафедры, например Игорь Измаилович Нагаюк, который хорошо разбирался в электротехнике и электронике и помогал наладить многие приборы, необходимые для проведения учебной и научно-исследовательской работы.

Я в это время выполнял диссертационную работу, которую защитил в мае 1965 г. Я был переведен в ассистенты и по просьбе Анатолия Сергеевича и с согласия Дмитрия Николаевича подготовил и с сентября 1965 г. стал читать на новой специализации два курса лекций

«Техника высоких температур» и «Техника высокого вакуума». Одновременно Анатолий Сергеевич поручил подготовить по этим курсам лабораторный практикум и методические пособия. Через какое-то время лабораторный практикум стал вести Эдуард Константинович Захаров, который был принят на эту специализацию преподавателем. Анатолий Сергеевич просил меня полностью перейти на эту специализацию, но Дмитрий Николаевич был против, да я и сам не хотел, так как по керамике были начаты новые работы с моим участием. Оба курса я вел до 1975 г., до того как заведующим кафедрой был назначен А. А. Майер. Он передал эти курсы другому преподавателю. В 1976 г. специализацию «Материалы квантовой электроники» вместе с А. А. Майером перевели на физико-химический факультет, а заведующим кафедрой был назначен Анатолий Сергеевич Власов, который в 1978 г. защитил докторскую диссертацию.

К чести Анатолия Сергеевича необходимо отнести его глубокое уважение к Дмитрию Николаевичу Полубояринову, которого не стало в 1975 г., и он старательно стремился сохранить те творческие и дружелюбные отношения в коллективе кафедры, которые существовали при Дмитрие Николаевиче. В этом большую помощь ему оказывали наши профессора – Рафаил Яковлевич Попильский, Виктор Львович Балкевич и Иосиф Яковлевич Гузман.

Анатолий Сергеевич внимательно следил за выполнением научно-исследовательских работ аспирантами, сотрудниками и преподавателями кафедры и всячески поддерживал их при оформлении диссертационных работ. На кафедре работал научным сотрудником один из лучших специалистов страны в области технологии карбидокремниевых нагревателей Борис Иосифович Поляк, у которого всегда было очень много работы, и он никак не мог сосредоточиться на оформлении диссертации. Анатолий Сергеевич перестал его уговаривать

и своим волевым решением отправил Б. И. Поляка по приказу ректора в творческий отпуск. В результате Борис Иосифович оформил диссертацию и с успехом ее защитил. Впоследствии Борис Иосифович стал доцентом и прекрасным преподавателем.

Со мной случилась та же самая история. В самом начале 80-х годов Анатолий Сергеевич много раз мне говорил об оформлении докторской диссертации, но я все время ссылаясь на нехватку времени. Тогда без моего ведома он написал докладную ректору и с 1 сентября 1982 г. отправил меня в творческий отпуск. К этому времени под моим руководством было защищено с десятков диссертаций, поэтому интересного материала накопилось достаточно много. Но в связи с разными обстоятельствами я защитил ее только в 1988 г. При этом не обошлось без помощи Анатолия Сергеевича. У меня было 34 листа иллюстраций, и 10 из них были сделаны лично А. С. Власовым. За это я ему был очень благодарен.

В 80-е годы коллектив кафедры под руководством Анатолия Сергеевича показал себя дружным, сплоченным и очень трудолюбивым. Всегда у нас были хоздоговорные работы со многими организациями, в выполнении которых принимали активное участие преподаватели, сотрудники, аспиранты и студенты. Регулярно проводились семинары, на которых преподаватели и научные сотрудники делились своими достижениями и помогали аспирантам в решениях их научных проблем. Наверное, поэтому до 1990 – 1992 гг. выполнение диссертационных работ было на очень высоком уровне.

В эти годы в некоторых научных работах, проводимых нашей группой, принимал участие и Анатолий Сергеевич. В частности, у нас был договор с Болгарией, где-то в 1987 г. мы с Анатолием Сергеевичем ездили в Софию и познакомились достаточно близко с болгарским коллегой – Иваном Попивановым, для которого мы изготавливали

частично стабилизированный диоксид циркония для изготовления деталей двигателей.

В 1989 г. наш факультет переехал в новый корпус в Тушино. Переезд был довольно тяжелым, но все члены кафедры при непосредственном участии Анатолия Сергеевича принимали активное участие в переезде – демонтаж оборудования, погрузка, разгрузка, установка в новом корпусе, наладка и т.д. Совместными усилиями все это было сделано, и с 1 сентября 1989 г. кафедра в новом корпусе приступила к учебному процессу.

В 1990 г. по приглашению китайских коллег, организованному А. В. Беляковым, который за год до этого побывал там на стажировке, мы целой делегацией посетили Китай. Я тогда был деканом, поэтому возглавлял делегацию, а в составе делегации был Анатолий Сергеевич Власов, Тамара Васильевна Кузнецова и Римма Яковлевна Ходаковская. Поездка была интересной, но с точки зрения реальных контактов по сотрудничеству продолжения не нашла.

В 1992 г. практически прекратилось финансирование от предприятий, и все молодые сотрудники вынуждены были уйти с кафедры. Остались одни преподаватели, Людмила Сергеевна Староверова, Надежда Семеновна Чернецкая, Валентина Яковлевна Пименова, Ирина Григорьевна Кузнецова, Александр Николаевич Цвигунов. Годы были тяжелыми, сплоченность преподавателей и определенный энтузиазм Анатолия Сергеевича помогли нормально вести учебный процесс, а преподаватели самостоятельно вместе со студентами вели научные работы в задел на будущее. Это впоследствии оказалось очень полезным.

В 1996 г. Анатолия Сергеевича пригласили на стажировку в Южную Корею, где он пробыл 8 месяцев. Руководить кафедрой он

поручил Брониславу Сергеевичу Скидану, который нормально справился с этой работой.

Нужно отметить, что после 1992 г. отношения между преподавателями стали более тесными, часто вместе общались, обсуждая текущие дела, характер у Анатолия Сергеевича изменился, он стал более мягким, с большим вниманием относился ко всем членам кафедры.

В 1997 г. Анатолий Сергеевич рекомендовал коллегам из Южной Кореи пригласить меня помочь им решить проблему получения пористой керамики из оксида магния с заданными свойствами. Так мне удалось побывать в Южной Корее в городе Тайджоне в институте проблем энергетики. Пробыл я там 10 дней, из которых 6 дней были рабочими, когда мне удалось сделать образцы керамики из оксида магния с необходимыми свойствами. Сами корейцы не могли их сделать полгода. Через некоторое время из Кореи пришло письмо Анатолию Сергеевичу с благодарностью в решении важной для них задачи.

Начиная с 1998 г. общая ситуация на кафедре постепенно стала улучшаться. Пришли на кафедру молодые перспективные аспиранты – Н. А. Макаров, С. А. Першиков, стали поступать на кафедру хорошо подготовленные студенты со специализации «Композиционные материалы», которые заканчивали сначала бакалавриат, затем магистратуру, а некоторые – и аспирантуру.

В середине 90-х годов на кафедру вернулась Нелля Александровна Попова, на плечи и голову которой «свалилась» полностью работа со всеми студентами и аспирантами по проведению ДТА и микроскопического анализа. Мы все обязаны ей в этом очень напряженном труде. И в настоящее время она делает то же самое. Анатолий Сергеевич всегда стремился оградить Неллю Александровну от чрезмерной нагрузки, но не всегда это получалось.



В 1998 г. вместе с некоторыми сотрудниками кафедры мы с Анатолием Сергеевичем приняли участие в научно-исследовательской работе, которая проводилась через МНТЦ совместно с Институтом высоких температур, по разработке огнеупора на основе диоксида циркония для ловушки ядерных реакторов. Анатолий Сергеевич самостоятельно проводил работу, привлекая в основном студентов, по созданию материалов жертвенного слоя. За счет части выделенного финансирования нам удалось приобрести на кафедру компьютер, печь с хромитлантановыми нагревателями, отрезной алмазный станок и электронные весы. После окончания этой работы мы вместе с Анатолием Сергеевичем продолжали сотрудничать с ОИВТ РАН по разработке оригинальной конструкции броневых материалов с применением высокопористой прочной керамики. Эта работа проводилась успешно, но сравнительно недолго, до тех пор, пока не стало руководителя коллектива ОИВТ Владимира Николаевича Минеева, который был крупным и влиятельным специалистом в области ядерной и военной техники.

Первые 7 – 8 лет XXI в. никаких кардинальных изменений в работу кафедры не внесли, хотя учебная и научные работы проводились в соответствии с возникающими изменениями и потребностями. Развивались работы по диоксиду циркония, электронной керамике, золь-гель процессам, были вновь начаты работы по прозрачной керамике, корундовой керамике с эвтектическими добавками, огнеупорам из оксида алюминия, причем у всех было стремление выйти на нанотехнологические процессы.

Небольшие объемы финансирования, которые мы приобретали с достаточно большим трудом, не позволяли нам расширить объем работ и привлечь новых сотрудников. Тем не менее, в этот период на кафедру

пришли молодые сотрудники и преподаватели – Сергей Першиков, Николай Макаров, Мария Вартанян и затем Дмитрий Лемешев.

Анатолий Сергеевич в эти годы поддерживал тесные контакты с заводом «Кировский фарфор», и мы довольно часто вместе с ним посещали этот завод и обсуждали текущие проблемы с руководством. Сын директора, его заместитель по новым технологиям Василий Михалев был в то время аспирантом Анатолия Сергеевича.

В 2008 г. Анатолий Сергеевич по его же просьбе по состоянию здоровья был переведен на должность советника в Коллегию советников при Президенте РХТУ, а кафедру возглавил Алексей Васильевич Беляков. Анатолий Сергеевич продолжал работать, руководил дипломными работами и аспирантской работой Андрея Кондрукевича, успешно защитившего диссертацию в 2008 г.

В феврале 2010 г. с Анатолием Сергеевичем произошел несчастный случай, и он попал в больницу, где пролежал в тяжелом состоянии 162 дня. 24 июля, к великому нашему огорчению его не стало. Непоправимы утраты, когда уходят из жизни учителя и друга.

Я считаю Анатолия Сергеевича Власова своим другом и учителем, наравне с Д. Н. Полубояриновым, Р. Я. Попильским, В. Л. Балкевичем, И. Я. Гузманом. Практически большую часть своей жизни мы работали вместе и сделали много интересного в науке.

Оглядываясь назад, часто возникает мысль о том, что как же было хорошо работать в коллективе, который создал и которым руководил Дмитрий Николаевич Полубояринов, а затем Анатолий Сергеевич Власов.

Хотелось бы пожелать молодым, и, наверное, Анатолий Сергеевич со мной согласился бы:

Младым ученым душу греет звезды заветная мечта,  
И пусть они об этом помнят и не забудут никогда.  
Стремитесь сердцем и дыханьем прорваться к ней,  
Но никогда не забывайте учителей!

Анатолий Сергеевич Власов останется в наших душах человеком  
высокого качества, благородной души и нашим руководителем! Спасибо  
за то, что Анатолий Сергеевич Власов многие годы был рядом с нами!

**Спасибо ему!**

**Л. А. Орлова, профессор кафедры химической технологии  
стекла и ситаллов**

### **Об Анатолии Сергеевиче Власове**

Наше знакомство с Анатолием Сергеевичем состоялось в первые дни сентября 1958 г., когда я стала студенткой группы С-11, а он куратором нашей группы, группы очень неоднородной по возрасту, интересам, по отношению к учебе, взглядам на жизнь. Возраст моих сокурсников был от 17 до 30 с лишним лет, поскольку это был год, когда стажники получили право льготного поступления в вуз без экзаменов, и наша группа наполовину состояла из представителей уже с достаточно большим жизненным опытом, прошедших армейскую службу и проработавших на разных предприятиях.

Анатолий Сергеевич много сил, времени, внимания уделял каждому из нас, будучи сам студентом 4-го курса. В первые дни он вел себя как «нянь», помогая нам разыскивать нужные аудитории, поскольку на первых порах трудно было ориентироваться в сложных лабиринтах наших коридоров, потом передавал нам свой студенческий опыт, как не запускать занятия и достойно сдавать сессию. Во время экзаменов он часто стоял за дверью аудитории, переживая за нас, особенно за ребят-стажников, которым нелегко приходилось на первых курсах. Многих он буквально вытаскивал, ведя переговоры с преподавателями, деканатом: хорошо зная каждого из них, он видел их школьные пробелы, видел их старания, делал все, чтобы им помочь, понимая, что на старших курсах они возьмут реванш. Так это и случилось: большинство из них прекрасно защитили дипломные проекты и работы, поскольку за спиной у многих был производственный стаж работы на предприятиях силикатного профиля.

Все годы нашей учебы он был нашим бессменным куратором и вел нас по жизни, помогая преодолевать все преграды. Вероятно, не без его влияния меня избрали комсоргом группы, и мое общение с ним стало постоянным, поскольку он был человеком необыкновенно ответственным и свои кураторские функции выполнял безукоризненно. Но самое главное это было не формальное отношение к работе с нами, а он отдавал нам частицу своей души, его заботило все: наша учеба, наше духовное развитие, отношения между юными и «старичками», жизнь и быт в общежитии, так как многие студенты нашей группы были иногородние и жили в общежитии. Он, будучи уже тогда мудрым человеком, имея дар воспитателя, сумел установить дружеские отношения со всеми в группе. Для нас, «школьников», он был Анатолий Сергеевич, для «старших» – Толя, но все мы к нему относились с большим уважением, хотя в то время не понимали, что он отдает нам время и силы, которые ему самому нужны на свою учебу, на защиту диплома, на занятия любимой живописью, на свою личную жизнь, но мы были эгоистичны и особенно не интересовались его жизнью и его проблемами.

Хорошо помню, как он озаботился тем, что многие ребята в группе курят и стал думать, что мы с ними должны делать, чтобы искоренить эту их дурную привычку. Когда мы повзрослели и перешли на 3-й курс, он стал нас готовить к будущей профессии и осознанному выбору специальности, так как в наши годы распределение по кафедрам проходило на 4-м курсе. Анатолий Сергеевич организовывал нам экскурсии на стекольные, керамические и цементные заводы, сам он в это время учился уже в аспирантуре. До сих пор помню, как он мне пересказывал содержание лекций по философии, которые он слушал. Именно от него я узнала о Фрейте, Ницше, их основных идеях. Хорошо помню его советы по самовнушению. Как-то во время ноябрьской

демонстрации я очень замерзла, и он посоветовал: «Сведи лопатки вместе и повторяй: мне тепло, мне тепло». Эти слова у меня до сих пор звучат в ушах, хотя прошла уже целая жизнь.

Анатолий Сергеевич был человеком с большим чувством юмора, у него на каждую ситуацию находился анекдот или забавный случай из жизни. С ним всегда было интересно общаться, круг его интересов был огромен от научных проблем и путей их решения до живописи, путешествий, воспитания детей, строительства дома, мудрых советов по решению конфликтных ситуаций. Я благодарна судьбе, что в моей жизни был Анатолий Сергеевич Власов.

**В. С. Осипчик, заведующий кафедрой технологии переработки  
пластмасс**

### **Власов Анатолий Сергеевич**

Об А. С. Власове писать и говорить с одной стороны просто, с другой – сложно описать его жизнь, очень яркую, насыщенную, в которой успехи всегда чередовались со сложными жизненными ситуациями.

Анатолий Сергеевич всегда отличался широким кругозором, и на все проблемы у него всегда было свое мнение, как правило, неординарное и оригинальное.

Все работы он делал очень добротнo, особенно ему нравились строительные работы, причем в них он вкладывал всю свою душу. Он был прирожденным строителем, ему нравилась работа каменщика, из камня он сам складывал печи и камины. Он очень любил работать в саду, а весной сам занимался подрезкой садовых деревьев – яблонь и вишен, и это являлось своего рода произведением садового искусства.

Анатолий Сергеевич обладал большой выносливостью. Я бывал с ним в трудных командировках в Сибири: в Красноярске, Богучанске, Енисейске, Туруханске, в которых были сложные ситуации и долгие часы приходилось быть в дороге, и Анатолия Сергеевича никогда не покидало чувство юмора и спокойствие. Где бы он ни был, его всегда интересовала история и культурное наследие городов. В Астрахани, Волгограде, Кишиневе, Ленинграде и других городах ему всегда было интересно и всегда у него возникало желание узнать что-то новое.

Вспоминается случай, когда мы поездом ехали из Волгограда в Астрахань и сошли на остановке вместо Капустиного Яра-1 на Капустином Яре-2. Жара была за 40 °С, мы были в пиджаках, и нам пришлось идти по степи более двух часов. Когда, наконец, мы дошли,

вместо того, чтобы отдохнуть (а сил уже практически не было), Анатолий Сергеевич предложил встретиться с руководством предприятий.

Анатолий Сергеевич был человеком высокой эрудиции, глубоко интересовался проблемами археологии и производства древней керамики. Я помню, как в городе Анапа, где проводились реставрационные работы древнего города Горгипия, мы встречались с научным руководителем археологической экспедиции и как Анатолий Сергеевич практически прочитал лекцию по научным проблемам сохранения древней керамики. По этим материалам впоследствии была послана работа на Международный Конгресс по археологии в Канаду.

Его глубокие знания в области производства китайского фарфора практически помогли ему разработать процесс производства микроорганизмов для обработки глин и создать технологию производства специальной керамики.

Мне приходилось с Анатолием Сергеевичем бывать несколько раз в городе Кишиневе, где были представлены эти работы, а также в институте строительных материалов Минска. Я видел, как слушали Анатолия Сергеевича, как ярко и убедительно он доказывал преимущество своих технологий и как участвовал в их реализации.

Особенно яркие впечатления об Анатолии Сергеевиче сложились у меня, когда мы стали проводить совместные научные работы. Известно, что наиболее эффективные разработки имеют место, когда они происходят на стыке наук. И здесь нам повезло, что мы нашли общие точки соприкосновения, общий подход и общее понимание перспектив проводимых работ. Нам удалось создать полимерно-керамические материалы с комплексом уникальных свойств, которые до сих пор практически не достигнуты. И здесь роль Анатолия Сергеевича огромна! Хорошо зная проблемы технической керамики, он сам



синтезировал нитрид бора и создал условия синтеза совместных структур кремний-элементоорганических полимеров и специальных керамических материалов. Эти работы были реализованы в ведущих отраслях промышленности: авиации, космической технике, машиностроении, металлургии, химической промышленности, автомобилестроении и др. Особенно перспективным оказалось применение полимерно-керамических материалов для создания новых элементов конструкций, работающих в условиях сверхвысоких температур.

И до последних дней его жизни мы сотрудничали в создании новых материалов. За несколько дней до несчастного случая мы обсуждали с Анатолием Сергеевичем и его дипломниками возможность создания полимерно-металло-керамических материалов для проведения уникальных ремонтно-восстановительных работ, и я надеюсь, что эти работы будут успешно продолжены его учениками А. В. Беляковым и А. И. Захаровым.

Могу сказать, что наши работы по полимерно-керамическим материалам получили золотую медаль на I Всесоюзном конкурсе лучших работ Министерства высшего образования.

Хотелось бы отметить еще одну его человеческую черту: его щедрость и скромность, особенно в материальных вопросах. Мы получали с ним различные гранты, и стоило огромных трудов уговорить его взять деньги, которые мы заработали.

Анатолий Сергеевич был прекрасным организатором! Мне приходилось с ним работать и в комсомоле, и в партийном комитете, и в международном лагере «Буревестник». Самые сложные ситуации, а они зачастую были на первый взгляд неразрешимыми, ему приходилось решать бескомпромиссно и в основном принимать правильные решения.

Особенно мне вспоминается довольно тяжелая обстановка в 70-х гг. XX в., когда Анатолий Сергеевич был избран секретарем парткома, и благодаря ему практически все конфликтные ситуации не вышли за пределы ректората и профкома.

Стиль работы Власова Анатолия Сергеевича, заложенные им традиции – человеческие, педагогические, научные – сохраняются и сейчас как на кафедре, которой он посвятил всю свою жизнь, так и среди его учеников!

**Б. И. Поляк, доцент кафедры химической технологии керамики и огнеупоров**

### **Слово об Анатолии Сергеевиче Власове**

#### **1**

Всего год не дожил Анатолий Сергеевич Власов до своего 80-летия, которое сегодня достойно отмечает многочисленный отряд его учеников и продолжателей, российские и зарубежные коллеги. Этому же должны послужить и воспоминания о нем менделеевцев.

Однако нелегко писать об Анатолии Сергеевиче, когда еще не прошла боль нашего с ним расставания, когда еще не верится, что больше не увидим этого красивого крепкого мужчину с пронизательным взглядом и улыбкой на лице, которое только что выражало озабоченность или размышление. Но наша печаль, говоря по-пушкински, становится светлой от самой личности Анатолия Сергеевича, отдавшего Менделеевскому университету свою недюжинную энергию, творческую мысль и добрые чувства.

Хотя полная оценка вклада Анатолия Сергеевича в развитие науки о керамике и керамического общества в нашей стране еще впереди, но уже сегодня в интернете можно моментально узнать, сколько сотен научных публикаций он имел, членом каких академий он был, какие звания и награды имел. Ознакомившись в библиотеках с трудами и изобретениями Анатолия Сергеевича, можно удивиться широте его научных интересов и деятельности: от бытовой и художественной керамики до материалов для космоса и атомной энергетики.

И все же главным делом жизни профессора Анатолия Сергеевича Власова было обучение и воспитание студентов и аспирантов. Выходя из его кафедры керамики и огнеупоров, они становились важным залогом прогресса в производстве керамики и других отраслях науки и

техники. Он любил заниматься с ними как в учебном процессе, так и в общественной или спортивной жизни университета. Для них он всегда был доступен и относился к ним с уважением. Он считал, что ради них кафедра и существует.

Армия, руководящая общественная работа, работа доцентом, заведование кафедрой – таковы были этапы трудовой деятельности Анатолия Сергеевича. Свойства и опыт, приобретенные на каждом из них, способствовали успеху последующего. В частности, служба в армии привила ответственность за полученное задание, требовательность к себе и подчиненным, строгое соблюдение правил и порядка, стремление помочь товарищу. Эти же качества он воспитывал как в студентах и аспирантах, так и в нас, сотрудниках кафедры.

Однако заведующий кафедрой – это не только педагог и генератор научных идей, но и администратор. В последней своей ипостаси Анатолий Сергеевич отвечал лермонтовской формуле: «слуга царю, отец солдатам». Мы, сотрудники, аспиранты и студенты, «кафедряне», как он любил нас называть, всегда находили у него помощь, справедливое разрешение конфликтов и трудных ситуаций, а когда надо было, и защиту. При этом ему, наверно, непросто было управлять коллективом, в котором наряду с «профессорами-тяжеловесами» В. Л. Балкевичем, Р. Я. Попильским, И. Я. Гузманом, то есть еще не так давно его учителями, состояли и его аспирантские однокашники и почти ровесники. Ситуация для заведующего кафедрой психологически непростая, особенно в последнем случае, где она напоминает положение тренера спортивной команды, который сам только что закончил за нее выступать. Однако Анатолий Сергеевич сумел сохранить на знаменитой «полубояриновской кафедре» добрые межличностные отношения и традиции, благоприятный психологический климат. Несмотря на характерное для него стремление к лидерству, отношения с

сотрудниками у него было равными, простыми и подчинялись только интересам дела и единству коллектива. К личным проблемам сотрудников и аспирантов он всегда относился с сочувствием и был отзывчив.

Сотрудникам кафедры Анатолий Сергеевич помогал побыстрее раскрыть их потенциал, смело поручал им ответственную работу, выдвигал на факультетские и университетские руководящие должности (Е. С. Лукин, А. В. Беляков, Ю. М. Мосин, А. И. Захаров и др.). Могло показаться, что возникает что-то вроде «всесильного керамического лобби в эшелонах власти». Но это, конечно, шутка. Просто его кадровые рекомендации всегда были хорошо обоснованными, поэтому, как правило, принимались как в университете, так и вне его. Таким же авторитетом он пользовался и в решении учебно-методических проблем. Неоднократно приходилось быть свидетелем того, как с ним советовались профессора кафедр других факультетов (физическая химия, пластмассы, взрывчатые вещества и др.).

Любимым детищем Анатолия Сергеевича был кафедральный научный семинар, регулярность работы которого соблюдалась неукоснительно. Обсуждавшиеся на нем научные проблемы чаще всего совпадали с темами диссертаций, но бывали и доклады представителей других научных центров и предприятий. Такой семинар был особенно полезен для аспирантов и молодых сотрудников. Атмосфера в семинаре была непринужденной и демократической. Молодые не были скованы и откровенно делились своими рабочими проблемами и трудностями, получали ценные замечания и советы. Была полная свобода мнений и высказываний. В этом отношении все участники семинара независимо от статуса были равны, хотя, по правде говоря, сам Анатолий Сергеевич «был равнее»: он на каждом заседании активно участвовал в дискуссии, давал советы докладчикам как по конкретным вопросам, так и в целом

по продолжению работ. На семинаре «обкатывались» не только работы, но и сами исполнители: проходя путь от аспиранта-первокурсника до старшего научного сотрудника или профессора, получали опыт защиты своих и оценки чужих научных результатов и вообще публичных выступлений и дискуссий. Приятно сознавать, что эта традиция сохраняется на кафедре и сегодня.

Был Анатолий Сергеевич и умелым организатором, так сказать, «коллективного разума». Нельзя забыть плодотворные кафедральные «десанты», которые Анатолий Сергеевич выбрасывал на предприятия керамического производства для решения их острых проблем. Запомнились выезды почти всем преподавательским составом на заводы в Донской, Гжель, Подольск. Они кроме взаимной пользы предприятиям-партнерам и кафедре способствовали еще и сплочению коллектива.

Сплочению коллектива кафедры Анатолий Сергеевич уделял большое внимание. Сказывалась закваска и опыт, полученные еще в комсомоле. Он был организатором и активным участником незабываемых «Дней здоровья» в Тушино спортивных игр и праздничных встреч. Своим личным участием он вносил в них стройность и повышал «содержательный уровень», особенно в незабываемых застольях. Нам с ним всегда было легко пошутить и повеселиться. Наиболее радостными были юбилейные встречи, на которые собирались многочисленные гости-выпускники кафедры. Вот это были настоящие «наши», а мы, кафедряне, для них – своими, а кафедра А. С. Власова для них – родным домом!

Молодым менделеевцам, наверно, интересно знать, каким человеком был Анатолий Сергеевич, чем интересовался, кроме работы. Любил ли он искусство, литературу, музыку, животных? Из редких бесед на отвлеченные темы я понял, что, несмотря на уход из области

художественного творчества (в юности он учился в художественном училище), он навсегда сохранил к нему интерес, а вместе с тем и личные контакты с бывшими однокашниками, а теперь известными художниками и скульпторами. С большим интересом он совершал экскурсии по старинным усадьбам Подмосковья, а когда появилась возможность, то и по городам Западной Европы, из которых больше всего ему нравилась Вена.

Хотя времени для чтения после работы оставалось очень мало и уходило оно в основном на чтение чужих рукописей и диссертаций, все же с интересом относился он и к художественной, и к исторической литературе.

Не слышал от него, любил ли он Малера или Рихарда Штрауса, но уж Иоганна Анатолий Сергеевич любил точно. Говорил, что ему нравятся произведения Дунаевского, и сожалел, что их незаслуженно постепенно забывают. С восхищением отзывался о современных песнях Дружинина.

Из животных Анатолий Сергеевич больше всех любил собак. Рассказывал, как, будучи в корейской командировке, он со словами: «Собака для меня – друг» отказывался от традиционных угощений из собачьего мяса.

О политике мы с ним никогда не говорили, хотя запомнились некоторые его реплики. Так, в финале неудавшейся Перестройки я от него услышал: «Демократическую перестройку надо было начинать не сразу со всего общества, а с самой партии». Жизнь подтвердила эту мудрую оценку.

А любил ли Анатолий Сергеевич женщин? Ну, конечно, любил, особенно сотрудниц кафедры. Правда, иногда возникал вопрос: «А почему же на его кафедре не было женщин-преподавательниц?». Ответ может быть такой: «Вот именно потому, что он их любил и знал, сколь

тяжела была бы для них эта работа на его кафедре, где она обязательно дополнялась тесным и нелегким сотрудничеством с керамическими и огнеупорными заводами». Правда, уникальная женщина-ученый Ирина Григорьевна Кузнецова, как говорили, сама отказалась от доцентства. Она не желала оторваться от своего детища – редкинского алюмонитридного производства, тем более что по его проблемам она с постоянным интересом сотрудничала с самим Анатолием Сергеевичем.

И все же больше всего Анатолий Сергеевич любил работу. Даже летние отпуска он проводил на педагогическом посту, являясь одним из руководителей спортивного лагеря в Тучково. У «трудоголика» иначе и быть не могло.

А тому, *как* работать, у него можно было поучиться. Прежде всего надо сказать, что брался он только за достойное дело. Начинать его сразу и выполнял как можно быстрее. Он однажды признался мне, что забота о невыполненной работе утомляет его больше, чем сама работа. Помню, как профессор Р. Я. Попильский как-то удивлялся: «Вечером сделаешь серьезное замечание по рукописи Анатолия Сергеевича, а утром у него уже все переделано!». Исходя из моих наблюдений, провожу следующий мысленный эксперимент. Предлагаю Анатолию Сергеевичу обратиться в химический вуз какой-нибудь развивающейся страны Африки с предложением платной научно-методической помощи. Он это одобряет и... тут же берет лист бумаги, моментально пишет письмо генсеку ООН и относит текст на компьютер Николаю Макарову для отправки по электронной почте. Это было бы в его стиле.

Черновой работы он тоже не чурался. Когда на него как доцента была возложена работа по оборудованию лаборатории «технология монокристаллов для квантовой электроники» (выбор, доставка, затаскивание и перетаскивание, монтаж, наладка и т. п.), она легла на его плечи буквально. Позднее, уже будучи заведующим кафедрой, он



своими руками собирал и ремонтировал электропечи, предназначенные для собственных исследований.

Хотя я не был партийцем, но однажды до меня дошел слух, что Анатолия Сергеевича собираются перевести в аппарат ЦК КПСС. Я, конечно, расстроился: не хотелось терять такого коллегу. Но когда увидел, как он вместе с нами самоотверженно работал на овощной базе, перетаскивая на себе мешки с картошкой и капустой, я успокоился. Понял, что такой человек в политические чиновники не годится, поэтому А. С. Власов останется с нами.

Особо хотелось бы отметить истинный интернационализм Анатолия Сергеевича. Для него главным было не происхождение человека, а каков он и как он относится к делу и людям. Он привлекал к себе в аспирантуру молодежь из Армении, Грузии, Азербайджана и других республик, его личными друзьями были люди разных национальностей (Э. Захаров, В. Осипчик, А. Рохваргер, И. Демонис, Г. Цейтлин, Ф. Акопов, Ю. Мальчевский, Цзяндун-хуа). Об этом хотелось сказать сейчас, когда проблема межнациональных отношений становится столь актуальной.

Закончить то небольшое, что мне известно из его личной жизни, хочется перефразированием цитаты из известного кинофильма: «Характер русский, стойкий. Науке и высшей школе предан. В быту скромн».

## 2

Познакомился я с Анатолием Сергеевичем, когда он был студентом-дипломником у Виктора Львовича Балкевича, у которого я работал инженером. Я видел, как студент Анатолий упорно «грызет гранит керамической науки», а позднее, наблюдал, как аспирант Анатолий Сергеевич увлеченно и тщательно работает по новому для кафедры керметному направлению. Присутствуя при моих текущих

информациях и консультациях с Виктором Львовичем, он узнавал о моей работе на Подольском огнеупорном заводе по проблемам производства и усовершенствования карбидкремниевых электронагревателей. С тех пор и до конца моей работы на кафедре он относился к ней с живым интересом. Он знал, что я делаю научные доклады, самостоятельно пишу статьи, имею изобретения и медали ВДНХ, но бездумно откладываю написание диссертации.

Придя к руководству кафедрой, Анатолий Сергеевич заявил о своей полной поддержке нашей совместной с Подольским заводом работы. Более того, понимая значение достигнутых результатов для отечественной промышленности и ее инвалютную эффективность, он однажды предложил выдвинуть ее на Государственную премию. Но, с другой стороны, он решил, что, если я *за месяц* не представлю диссертацию к защите, кафедра со мной расстанется. Это свое решение он деликатно и умело передал мне через третье лицо. А так как вне кафедры и любимого дела я себя уже не представлял, это требование в назначенный срок было выполнено, и моя жизнь стала совсем другой. Вот почему я считаю его моим большим другом, хотя мы с ним отдельно от кафедры никогда не общались. Выходит, он был талантливым педагогом не только для юношей и девушек, но и для лиц постарше.

Сразу после получения мною ученой степени Анатолий Сергеевич перевел меня на должность старшего научного сотрудника, а спустя несколько лет, когда грянула Перестройка и некоторые препоны были сняты, он без промедления перевел меня на возделенную должность доцента. К слову сказать, на эту же доцентскую стезю поставил он и засидевшегося в ассистентах нашего незабвенного Бронислава Сергеевича Скидана и Николая Трофимовича Андрианова, которого он вернул на кафедру из НИИЭС с опытом решения проблем, актуальных для промышленности.

Больше всего я ценил полное доверие, которое он оказывал мне как в педагогической, так и в научной работе. Так, он поручал мне единоличное научное руководство диссертациями, хотя я не был доктором наук. При этом я всегда был полностью уверен в его поддержке и помощи, если бы они потребовались. Почти четверть века работы на кафедре, руководимой Анатолием Сергеевичем, были для меня творчески насыщенными и результативными. Уверен, что также оценивают свою работу и другие преподаватели и сотрудники кафедры. Он всегда поощрял инициативу и не допускал ни диктата, ни мелкой опеки.

Последний период работы Анатолия Сергеевича Власова совпал с Перестройкой и последующими «лихими девяностыми» годами. Трудности, связанные с перемещением кафедры в Тушино, ломка системы финансирования научных работ, а точнее, его отсутствие, потеря интереса к высшей школе у части молодежи и, что было особенно болезненно, у госаппарата, – все это требовало от Анатолия Сергеевича сверхусилий для удержания обычного высокого уровня работы кафедры. И он с этим достойно справлялся, проявлял инициативу сам и поддерживал ее у сотрудников. Именно в это время при горячей поддержке Анатолия Сергеевича и с помощью Минчермета СССР (Ю. Д. Сагалевич, В. Д. Шедогубов, В. А. Науменко) мне удалось организовать межотраслевую научную лабораторию по проблемам производства карбидкремниевых электронагревателей. Тем самым удалось не только сохранить на кафедре это традиционное направление работ, но и кадры, в том числе трех новоиспеченных кандидатов наук А. В. Иванова, В. Е. Сотникова и А. Л. Юркова, молодых ученых... и к тому же крепких мужчин, что было немаловажно при переезде и обустройстве на новом месте. Они успешно проводили исследования и испытания на Подольском и Запорожском огнеупорных, Тольяттинском

автомобильном и других заводах. При этом тоненький финансовый ручеек впадал в высыхающий бассейн кафедры. Надо сказать, что Анатолий Сергеевич никогда не касался этих дел лаборатории. А доверие, как известно, окрыляет... даже в пенсионном возрасте.

Как известно, Анатолий Сергеевич вышел из семьи авиационного техника и в армии служил в авиационной части. Это сказалось на его интересе к авиации и привело к творческому содружеству кафедры с Всероссийским институтом авиационного материаловедения (И. Демонис, В. Прилепский). И может быть, поэтому на скучных докладах и нудных выступлениях он взбадривал себя тем, что рисовал самолеты. Вот и я чувствую, что выхожу из регламента и Анатолий Сергеевич уже начал бы рисовать самолеты.

Перечитал написанное, а там что-то и о себе. Пожалуй, это неизбежно в воспоминании о другом человеке, особенно, если ты с ним жил и работал в одном коллективе, точнее, одной дружной команде. Надеюсь, коллеги-менделеевцы великодушно простят мне такую нескромность.

Возможно, эти воспоминания об Анатолии Сергеевиче Власове выйдут в серии «Знаменитые менделеевцы». Вдумываясь в слово «знаменитые», я решил, что оно происходит от «знамени». И тут в моем представлении возникла цепочка имен-знамен: Д. И. Менделеев – знамя химической науки, Д. Н. Полубояринов – знамя русской керамической школы, А. С. Власов – знамя родной менделеевской кафедры керамики и огнеупоров, которая держит его достойно и высоко. С честью и благодарной памятью об Анатолии Сергеевиче!

**Н. А. Прокудина, ведущий научный сотрудник Ассоциации «АСПЕКТ», доцент кафедры физической химии Московской государственной академии тонкой химической технологии им. М. В. Ломоносова**

**Светлой памяти А. С. Власова**

Вот он идет, такой «свой», выделяясь из толпы «чужеземцев» ясными васильковыми глазами и статной фигурой. А он и вправду оказался своим на той далекой чужбине. Тогда, в середине 90-х годов, между Россией и Южной Кореей начались обмены в научной сфере, и Анатолий Сергеевич Власов был из числа первых российских ученых, приглашенных в НИИ Южной Кореи. В этом уголке Востока, где все было так необычно, мы и встретились. К тому же, Восток – не просто «дело тонкое» – это кусочек конфуцианского мира со своими укладом и традициями, которые для нас, европейцев, не только непривычны, но порой доходили до «детективов». И здесь всегда на помощь приходили они: Анатолий Сергеевич и его жена, умница и красавица Люба.

Их гостеприимная семья оказалась центром притяжения не только для русских, но и зарубежных европейских, американских и корейских ученых и учителей английского языка из Канады и США. По выходным дням их по-русски хлебосольный дом всегда был полон гостей. Все бурлило и кипело: стоял веселый смех, шутки, европейцы обменивались своим опытом жизни в Южной Корее. Оказалось, что для каждого иностранного визитера в этой стране было много чего непривычного, а порой и странного. И здесь опять Анатолий Сергеевич, умудренный жизненным опытом, советовал, как лучше поступить, всегда отмечая при этом, что в любой ситуации человек должен вести себя достойно.

А потом уже в России я напросилась на стажировку к нему на кафедру в Менделеевку, где мне посчастливилось окунуться в чудесный

мир керамики. Благодаря помощи Анатолия Сергеевича и сотрудников его кафедры в течение месяца удалось провести цикл работ по синтезу и формовке высокотемпературных керамических материалов.

Светлая память об Анатолии Сергеевиче, его доброте, порядочности и сердечности навсегда останутся в моем сердце. На таких людях держится Россия. На таких людях держится Земля.

**А. Л. Чимишкян, профессор кафедры химии и технологии органического синтеза**

**Власов Анатолий Сергеевич**

**Воспоминания о друге и коллеге**

Власов Анатолий Сергеевич – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, член Международной академии высшей школы и Российской технологической академии, лауреат Государственной премии СССР, более 30 лет возглавлявший кафедру керамики и огнеупоров, и наряду с вышеперечисленным вошел в историю Менделеевки как руководитель партийной организации института, секретарем которой он был в 1971 – 1972 гг. Активно заниматься общественной работой Власов начал еще в студенческие годы, был комсоргом, входил в состав факультетского бюро, а в 1968 г. стал секретарем комитета ВЛКСМ института, заменив на этом посту В. А. Зайцева, который уехал на стажировку за рубеж в соответствии с планом выполнения его диссертационной работы.

Мне удалось познакомиться с Анатолием Сергеевичем в начале 60-х годов, когда, работая секретарем комитета комсомола МХТИ им. Д. И. Менделеева, я контактировал с руководством силикатного факультета, где Анатолий Сергеевич после окончания института начал работать лекционным ассистентом.

Начало наших внеслужебных взаимоотношений продолжилось в 80-е гг., когда, я, занимаясь «тихой охотой» в Подмосковных лесах Куровского направления Казанской железной дороги, встречал Анатолия и пользовался его консультациями при сортировке собранных грибов, в которых он прекрасно разбирался. Сбору грибов он посвящал свободное время в отпускной период, отвлекаясь от активного дачного строительства.

В 1976 г. мне посчастливилось вместе с Анатолием участвовать в служебной заграничной командировке в Японию. Дело в том, что в 1974 г. между МХТИ им. Д. И. Менделеева и Нагойским политехническим институтом был подписан договор о сотрудничестве в организации учебного процесса и проведении научных исследований. Договор предусматривал безвалютный обмен делегациями сотрудников и студентов и был рассчитан на пять лет. В это время Власов завершал работу над докторской диссертацией, посвященной проблемам технологии композиционных материалов. В этом направлении исследований он в соавторстве с Б. С. Скиданом создает технологию волокнистых и нитевидных кристаллов, совместно с Е. С. Лукиным разрабатывает принципы получения прозрачной керамики, а с Н. Т. Андриановым – технологию получения керамических матриц для катализаторов. Оказалось, что аналогичные исследования проводились и в Нагойском политехническом институте, и поэтому Власов стал авторитетом в составе нашей делегации. Вообще поездка в Японию оказалась весьма полезной для менделеевцев в плане познания подходов к компьютеризации учебного процесса и использования ЭВМ в научных исследованиях.

Наряду с научной программой японская сторона предоставила прекрасную возможность ознакомиться с бытом и историей страны. Культурная программа предусматривала экскурсионную поездку в Киото на скоростном экспрессе, развивавшем скорость до 200 км/ч, с посещением ландшафтных заповедников, буддийских монастырей, музеев и выставок. Впечатляющими были торжественные вечерние застолья с японской кухней и соответствующим этикетом. При этом Анатолий обращал на себя внимание, демонстрируя умелое владение японскими палочками. Запоминающимися остались совместные песнопения под фортепианный аккомпанемент, который обеспечивал



Н. Г. Дигуров. Оказалось, что японцы прекрасно знают русские народные песни и поют их на русском языке.

В начале 70-х гг. меня с Анатолием Сергеевичем сблизил совместная работа в парткоме института. Здесь уместно будет вспомнить, что рекомендацию мне при вступлении в ряды КПСС давал Власов.

Опыт работы в парткоме позже пригодился А. С. Власову, когда он в 1975 г. был назначен замполитом спортлагеря.

В 70 – 80-е гг. было непросто работать первичным партийным организациям вначале под напором перестроечных новаций М. С. Горбачева и затем ельцинских решений, направленных на развал Союза. Несмотря на массу проблем, коммунисты института своей работой содействовали совершенствованию учебного процесса и проведению воспитательной работы среди молодежи. Продолжались ставшие традиционными работы на овощных базах, уборка урожая в совхозах Талдомского района Московской области.

В это же время совершенствуется работа института по организации отдыха детей сотрудников в пионерском лагере. В 70-е гг. начинается переоснащение спортлагеря, где появляется новая столовая, а вместо палаток возводятся удобные для проживания домики. Продолжается ставшая традиционной для института работа в интернациональном лагере на Черном море для отдыха иностранных студентов.

Энтузиастами в проведении этой работы среди силикатчиков были Л. М. Сулименко и А. И. Рабухин.

В 70-е гг. в институте получила поддержку инициатива студенчества по возрождению былых традиций, связанных с созданием команды КВН, только если в шестидесятые годы лидерами в этой работе были силикатчики во главе с Юрием Стояновым, то теперь физхимики и

кибернетчики, руководимые двумя Михаилами – Розенкевичем и Марфиным. В культурно-массовой работе популярными становятся такие мероприятия, как «День смеха», «День первокурсника» и др.

Главным делом руководства МХТИ им. Д. И. Менделеева в это время было покончить с Тушинским долгостроем и добиться выполнения Правительственного решения 1965 г. по строительству новых корпусов общежития и учебного комплекса в Тушине. При поддержке партийного комитета ректорат принимает ряд решений по кадровому укреплению ОКСа и командированию ведущих сотрудников на работу по руководству строительством. Принятые решения не заставили себя долго ждать и обеспечили в 1977 г. сдачу в эксплуатацию 20-этажного корпуса общежития, а в 1978 г. – корпуса ИХТ факультета.

В плане реализации задач по вводу в эксплуатацию этих объектов институт возвращается к проверенной практике по привлечению студентов к работе комендантами и директорами студгородков. Начав в 1967 г. работу в должности коменданта корпуса общежития, Н. И. Акинин вырос до известного ученого, руководителя кафедры и в настоящее время занимает должность проректора университета. В развитие вышесказанного хочется отметить роль А. С. Власова и кафедры керамики в становлении как руководителя Управления студгородка, а затем профессора кафедры ХТВМС А. И. Козлова. Ему при сотрудничестве с Е. С. Лукиным удалось разработать полиуретановую технологию получения высокодисперсных кремнийсодержащих носителей для закрепления на них многофункциональных катализаторов.

В начале 70-х гг. в институте складывается нервная обстановка в связи с болезнью С. В. Кафтanova. И здесь уравновешенность и тактичность секретаря партийного комитета А. С. Власова способствовали нивелированию негативных проявлений. Только к

1973 г. эти проблемы институту удалось преодолеть с приходом нового ректора Г. А. Ягодина.

Подытоживая вышесказанное, необходимо отметить, что Анатолий Сергеевич Власов был интеллигентным человеком, умел работать в коллективе, никогда не принимал необдуманных решений, т. е. он был тем менделеевцем, кем университет по праву может гордиться.

## **КАРТИНЫ КИСТИ А. С. ВЛАСОВА**



**Закат на реке (35 × 25 см)**





**Подсолнухи (30 × 21 см)**



**Италия. Желтое поле (35 × 25 см)**





**Храм Покрова на Нерли (12 × 19 см)**





**Храм на холме (15 × 10 см)**



**Каменистый берег (16 × 11 см)**





Дорога к мельнице (46 × 26 см)





**Нежный подарок художника жене (20 × 30 см)**

Научное издание

**АНАТОЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ ВЛАСОВ (1931 - 2010).  
ЧЕЛОВЕК, КОТОРЫЙ СДЕЛАЛ СЕБЯ САМ ЗНАМЕНИТЫМ КЕРАМИКОМ.**

Составители

Беляков Алексей Василевич  
Лукин Евгений Степанович  
Макаров Николай Александрович,  
Захаров Александр Иванович  
Чернецкая Надежда Сергеевна  
Вартанян Мария Александровна  
Евтеев Антон Александрович  
Иконников Константин Игоревич

Редактор Р. Г. Чиркова

Подписано в печать 28.10.2010 г. Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 20,7.

Уч.-изд. л. 20,7. Тираж 150 экз. Заказ .....

Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева

Издательский центр

Адрес университета и издательского центра:

125047, Москва, Миусская пл., 9