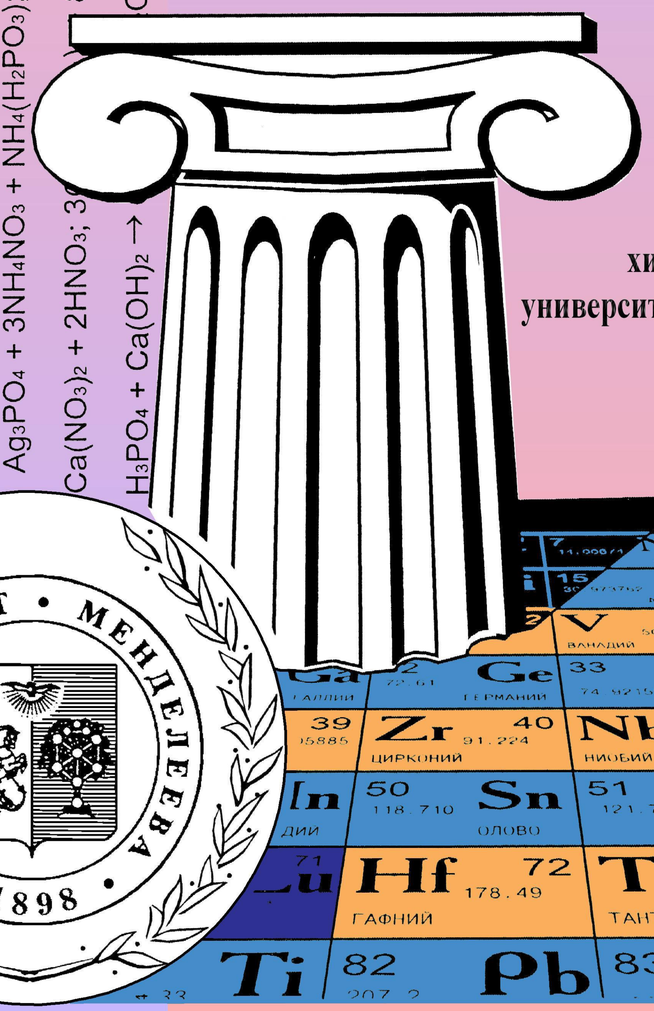
ЗНАМЕНИТЫЕ МЕНДЕЛЕЕВЦЫ

АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ ОСОКИН



Российский
химико-технологический
университет им. Д.И.Менделеева

Москва 2010

ЗНАМЕНИТЫЕ МЕНДЕЛЕЕВЦЫ

Печатается по решению
редакционной коллегии
издательского проекта

«Знаменитые менделеевцы»

в составе:

В. А. Колесников (председатель)
А. В. Беляков
В. Ф. Жилин
А. П. Жуков
Е. П. Моргунова
П. Д. Саркисов
Н. Ю. Денисова
А. И. Родионов
Г. А. Ягодин

АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ ОСОКИН
(1945 – 2007)

Ученый, педагог, организатор

Москва 2010

АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ ОСОКИН

УДК 666.9
ББК 63.3:35.41
А46

Александр Павлович Осокин – ученый, педагог, организатор (1945 – 2007).
А46 Сер. “Знаменитые менделеевцы” / автор – составитель: Е. Н. Потапова. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2010. – 307 с.
ISBN 978 – 5 – 7237 – 0864 – 8

В седьмой 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 инженерной академии, заведующего кафедрой химической технологии композиционных и вяжущих материалов РХТУ им. Д. И. Менделеева Александра Павловича Осокина. В сборник включены избранные работы А. П. Осокина, 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 цементной промышленности.

УДК 666.9
ББК 63.3

ISBN 978 – 5 – 7237 – 0864 – 8

© Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, 2010
© Потапова Е. Н., составление, 2010

К читателям!

Имя доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации Александра Павловича Осокина широко известно и занимает достойное место в плеяде ученых, имена которых составляют гордость и славу не только Менделеевского университета, но и всей нашей страны.

В стенах родной Менделеевки он прошел все ступени профессиональной карьеры – от студента до заведующего одной из ведущих кафедр. Александр Павлович был (крайне печально по отношению к нему употреблять слово БЫЛ, но, тем не менее, был) ЛИЧНОСТЬЮ одаренной, разносторонней, целеустремленной, уникально работоспособной и фанатично преданной своему делу, что позволило ему достойно проявить себя во многих областях деятельности.

Проф. Осокин А. П. был высококвалифицированным педагогом высшей школы. Он успешно вел подготовку инженерных кадров, применяя новые технологии образования, широко использовал результаты научно-исследовательских работ для внедрения в учебный процесс. Под его руководством подготовлено свыше 300 инженеров химиков-технологов, 4 доктора и 20 кандидатов наук. Можно назвать его педагогом-новатором. Его личной заслугой является организация на факультете Химической технологии силикатов (ныне Институт высокотемпературных материалов и технологий) ускоренной трехгодичной формы обучения студентов из числа выпускников техникумов.

Александр Павлович был талантливым ученым. Творчески развивая традиции научной школы Ю. М. Бутта и В. В. Тимашева, под его руководством вместе с учениками и коллегами были разработаны технологии сульфатированного и марганецсодержащего портландцемента, новый способ по-

лучения клинкера при термоактивации карбонатного компонента, высокоэффективные составы расширяющихся и напрягающих цементов для водо- и газонепроницаемых конструкций, а также научные основы эффективного применения различных отходов в технологии портландцемента, которые были освоены на ряде заводов (более 15, в том числе ОАО «Воскресенскцемент», ОАО «Вольскцемент», ОАО «Щуровоцемент», ОАО «Спасскцемент» и другие заводы) со значительным экономическим эффектом. По результатам исследований им опубликовано 280 работ, в том числе получено 70 авторских свидетельств и патентов на изобретения. Работы Осокина А. П. докладывались на последних шести конгрессах по химии цемента, многочисленных международных и российских совещаниях и конференциях. Его научные заслуги были отмечены государством почетным званием «Заслуженный деятель науки» Российской Федерации.

Александр Павлович был выдающимся организатором. Он внес значительный вклад в укрепление связей кафедры с предприятиями цементной промышленности, что позволило организовать в 1976 году на базе кафедры одну из первых отраслевых лабораторий по разработке новых способов производства клинкера и новых видов вяжущих материалов, руководителем которой он был и назначен. В 1996 году по его инициативе и при его непосредственном участии при РХТУ им. Д. И. Менделеева был создан Научно-технический центр по композиционным материалам, который занял достойное место среди научных организаций цементной отрасли.

А. П. Осокин внес большой вклад и в развитие Менделеевского университета. В период 1984 – 1989 гг. он был проректором РХТУ им. Д. М. Менделеева по развитию материально-технической базы. Под его руководством было осуществлено строительство трех учебно-лабораторных корпусов и культурно-спортивного комплекса и получены разрешительные документы на строительство нового корпуса Университета в Тушине.

Я рад, что мне довелось проработать вместе с Александром Павловичем много лет. Мы встречались с ним и в кабинете ректора, и на заседаниях Ученого Совета, и на научных конференциях, и на футболе, и за дружеским столом. Александр Павлович в любой ситуации оставался самим собой – борцом по своей натуре, человеком широкой души, оптимистом, открытым, жизнерадостным и дружелюбным человеком. Таким он и останется в нашей памяти.

Надеюсь, что книга об Александре Павловиче Осокине с интересом будет встречена читателями.

Президент РХТУ им. Д. И. Менделеева П. Д. Саркисов

ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АЛЕКСАНДРА ПАВЛОВИЧА ОСОКИНА

Александр Павлович Осокин родился в Москве 28 января 1945 года. С 1951 по 1962 годы учился в средней школе № 750. В 1962 году он поступил в МХТИ им. Д. И. Менделеева, который окончил в 1968 году, и по распределению был оставлен для работы на кафедре химической технологии вяжущих материалов в должности старшего лаборанта. С этого момента для него начинается серьезная научная работа и интересная кафедральная жизнь, которая продолжалась потом в течение почти 40 лет.

В 1969 году он опубликовал совместно со своими учителями свою первую статью, посвященную влиянию структуры спеков оксида кальция и двухкальциевого силиката на процесс миграции в них расплава, и после этого был переведен на должность младшего научного сотрудника.

С 1970 по 1973 годы А. П. Осокин обучался в аспирантуре МХТИ и в 1973 году защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Комплексное исследование физико-химических свойств клинкерных расплавов с целью интенсификации процессов алитообразования». После окончания аспирантуры был оставлен в институте младшим научным сотрудником, а затем в 1975 году переведен на должность старшего научного сотрудника.

С 1976 году началась преподавательская деятельность Александра Павловича, сначала ассистентом, затем доцентом и профессором. В 1985 году Осокин А.П. защитил докторскую диссертацию по теме "Химия и технология клинкерообразования в оксидно-солевых расплавах". В 1993 году возглавил кафедру "Химическая технология композиционных и вяжущих материалов”.

Наряду с учебной деятельностью А. П. Осокин много времени уделял научной работе. Основное направление исследований Осокина А.П.

Заседание преподавателей кафедры (2002 г.).
Слева направо: Ю. Р. Кривобородов, Е. Н. Потапова, С. П. Сивков, Л. И. Сычева, А. П. Осокин, Т. В. Кузнецова, В. В. Большов, Е. А. Косинов

заключалось в разработке новых видов вяжущих и композиционных материалов, способов интенсификации технологических процессов производства цемента. Он являлся специалистом в области кинетики гетерогенных процессов, протекающих при синтезе и гидратации цементов. Особое признание получили его работы, посвященные изучению строения и свойств оксидно-солевых расплавов, процессов растворения и кристаллизации клинкерных минералов, термоактивации реакции алитообразования и модифицирования структуры клинкера. Комплекс выполненных исследований позволил проф. Осокину А.П. выявить физико-химические закономерности формирования микро- и макроструктуры клинкеров различного состава. Изучение механизма алитообразования в высокоосновных алюмоферросиликатных расплавах явилось основой для разработки способов интенсификации процесса обжига, которые заключаются в направленном регулировании свойств реагирующих жидких и твердых фаз. Разработанные научные основы формирования модифицированных клинкеров и цементов позволили ему обосновать возможность и доказать экспериментально образование ряда минералов в

сульфатированных ферритных расплавах и разработать технологию получения новых расширяющихся компонентов для получения композиционных вяжущих материалов.

Теоретические положения, сформулированные проф. Осокиным А.П., и полученные закономерности явились основой для разработки ряда технических решений, обеспечивающих снижение топливо- и энергоемкости производства, повышение качества и организацию производства новых видов продукции. Апробация и внедрение разработанных решений проводились по всей стране – в России, Украине, Белоруссии, Киргизии, Казахстане, Таджикистане, Узбекистане.

Предложенный проф. Осокиным А.П. физико-химический подход к анализу процессов синтеза и гидратации модифицированных цементов изложен в написанных им монографиях «Химия высокоосновных алюмоферро-

«Силикаты» уже построены.
На ступеньках корпуса ХТС (1989 г.)
Слева направо: первый ряд –
ректор П. Д. Саркисов,
ученый секретарь университета
Л. А. Добронравова,
профессор А. П. Осокин;
второй ряд –
секретарь парткома А. П. Жуков,
проректор В. Ф. Жилин,
начальник ОКСа А. В. Терехов,
проректор А. Ф. Егоров

силикатных расплавов» (1980), «Клинкерообразование в оксидно-солевых расплавах» (1987), «Модифицированный портландцемент» (1993) и др.

Александр Павлович внес большой вклад в развитие Университета. В феврале 1984 года ректорат МХТИ имени Д. И. Менделеева возложил на Осокина А. П. обязанности проректора по контролю за капитальным строительством в Тушине. В то время параллельно с проектированием нового корпуса ХТС факультета шло строительство культурно-спортивного комплекса (КСК). На этом посту Александр Павлович проработал пять лет. За это время были построены КСК и блок поточных аудиторий, достроен корпус физико-химического факультета (Институт материалов современной энергетики и нанотехнологий) и начаты отделочные работы на корпусе силикатного факультета (Институт высокотемпературных материалов и технологий). При этом доцент Осокин продолжал обучать студентов и руководить научными исследованиями своих сотрудников. В том, что ХТС факультет в сентябре 1989 года переехал в Тушино и сразу приступил к учебному процессу и научным работам, большая заслуга Александра Павловича. Только благодаря его обаянию, связям с производством и производственниками, неуемной энергии и большим организаторским способностям в процессе строительства удавалось решать множество мелких и крупных проблем. Зачастую, те или иные решения (и не только по стройке) принимались, так сказать «на грани фола»: «А, что, если… Давайте попробуем сделать так… Да, это кажется не реальным, но если ничего не делать, то точно ничего не получится». И ведь получалось, но это было не везение, а хорошо организованная работа. И тогда забывались и сложности и трудности. Главное, что все задуманное Александром Павловичем, свершалось.

А. П. Осокин, работая на кафедре, был тесно связан с промышленностью, знал ее проблемы и помогал успешно решать. Это позволило организовать на кафедре в 1975 году одну из первых в стране отраслевых лабораторий с прямым финансированием из Министерства промышленности строитель-

На практике со студентами в г. Пунана-Кунда. 1979 г.

ных материалов СССР, одним из руководителей которой был назначен Осокин.

В 1990 году Осокин А. П. добился разрешения Министерства высшего образования на организацию в МХТИ трехгодичной формы обучения студентов для выпускников Воскресенского химико-механического техникума, и в том же году были приняты первые студенты. Такая форма обучения оказалась весьма жизнеспособной. Многие «выпускники-ускоренники» возглавили различные предприятия по производству вяжущих материалов. Напри-

Встреча со студентами в общежитии в Тушине, 1986 г.

мер, Ю. И. Львов в совсем молодом возрасте (до 30 лет) был назначен техническим директором завода «Гигант».

Тесные связи кафедры и предприятий способствовали появлению новой формы сотрудничества: предприятия безвозмездно спонсируют учебу лучших студентов кафедры путем учреждения персональных стипендий. Предприятиями отрасли было выделено 9 таких стипендий. И за каждой такой стипендией стояли трудные переговоры Осокина А. П. с руководством предприятий. Здесь очень пригодилось умение Александра Павловича убедить собеседника вначале выслушать его, а затем принять нужное для кафедры решение.

Начало 90-х годов было не лучшим временем, как для всей страны, так и для кафедры. Резко сократился объем производства строительных материалов, снизилась востребованность научных разработок предприятиями. Чтобы выжить в этих условиях надо было искать новые формы сотрудничества. И в 1996 году РХТУ им. Д. И. Менделеева и АО «Альфа Цемент» создали «Научно-технический центр», руководителем которого был назначен А. П. Осокин. На основе заключенного соглашения РХТУ предоставил для НТЦ необходимые лабораторные площади, а ОАО «Альфа Цемент» оснастило лаборатории современным оборудованием. В результате по техническому оснаще-.

Команда победителей чемпионата МХТИ по волейболу. 1971 г.
Слева направо: сидят –
Р.А. Болдырев, В. Ф. Малов,
А. П. Осокин;
стоят – В.П.Чернецкий, Е. С. Лукин,
А. В. Беляков

нию лаборатория кафедры стала самой передовой в цементной промышленности России

А. П. Осокин был талантливым ученым, отличным педагогом, выдающимся организатором, надежным товарищем. Любую, даже порой невыполнимую задачу, он решал быстро и четко, иногда применяя нестандартные решения. Остроумие и доброжелательный юмор, ответственность и собранность, упорство и настойчивость, контактность и инициативность, воля к победе – это те качества, которые позволяли ему побеждать не только в «высоких» кабинетах, но и на реальных спортивных площадках. Александр Павлович был прекрасным спортсменом. Он принимал обязательное участие во всех факультетских и институтских соревнованиях (по футболу, волейболу, баскетболу, бадминтону, настольному теннису, шахматам): играл сам и своей энергией заряжал других. Неутомимая энергия Александра Павловича выплескивалась в незабываемые «Дни здоровья», которые вначале проходили в спортлагере в Тучкове, а позже – на даче Осокина или, как он сам ее называл, на «базе отдыха». Такие дни очень сплачивали коллектив кафедры, ведь вначале была подготовка, затем на природе различные мероприятия, в том

День здоровья. Спортлагерь МХТИ. 1978 г.
«Проиграл на лыжах В. В. Тимашеву, но выиграл в другом»

числе, независимо от времени года, футбол. Ну, а затем, конечно, традиционный шашлык. Подведением итогов «Дней здоровья» были стенгазеты с огромным количеством фотографий. Потом еще долго вспоминали, сколько набрали грибов, кто спилил на участке березку, чья команда победила в футболе.

Являясь учеником Ю. М. Бутта и В. В. Тимашева, Александр Павлович очень трепетно относился к своим учителям. Только благодаря его огромной настойчивости увидела свет книга «В. В. Тимашев. Избранные труды. Синтез и гидратация вяжущих материалов», изданная в 1986 году в издательстве «Наука». Ежегодно, в день рождения Тимашева 26 декабря А. П. Осокин был организатором поездок на кладбище друзей и коллег Владимира Васильевича. И все это – дань памяти людям, которые научили его специальности, смогли рассмотреть в нем способность и трудолюбие, поверили ему.

Выступление на Международном совещании по химии цемента, посвященном памяти В.В.Тимашева. 2000 г.

В 2000 году к 70-летию со дня рождения В. В. Тимашева при активном участии Александра Павловича было организовано и проведено Международное совещание по химии цемента, посвященное памяти учителя. Вот как об этом написал один из друзей и коллег Александра Павловича З. Б. Энтин:

Сидели мы как-то, шел треп ни о чем,
За слово цеплялося слово.
Сказал вдруг Осокин: «А ну-к, проведем
Симпозиум в честь Тимашева»…

Идея немедля понравилась всем.
Попробуем, братья-славяне.
Составили списки ученых и тем,
Проблема одна – нету «мани»…

Работа кипит, только «мани» все нет,
А нужны в короткие сроки.
Поняв, что без пользы весь Оргкомитет,
За дело принялся Осокин.

Гордыню презрев и потупив глаза,
Проблемы в уме подытожив,
Он разным цементным персонам сказал:
«Подайте, ребята, кто может!»

Откликнулся Штерн, сорок тысяч подал,
Джабиров сыграл добродея,
Да Брызжик приличную сумму прислал,
Да двадцать подкинул Авдеев.

Еще подключились Ходыкин, Литвин,
Дал даже десяточку Богуш…
Вот так наполняют по каплям кувшин,
Коль капель достаточно много.

Тем временем тезисы к нам потекли,
Конца им все не было видно.
Когда же мы точку поставить смогли,
Портфель получился солидным.

Припомним, когда мы решили начать,
Никто не предвидел заранье,
Что Оргкомитету удастся издать
Трехтомник трудов Совещанья.

На 70-летии ХТС факультета. Декабрь 2003 г.

В 2006 году к 100-летию со дня рождения Б. М. Бутта стараниями Александра Павловича был проведен коллоквиум и выпущена книга «Ю. М. Бутт. Избранные труды».

А.П.Осокин – высококвалифицированный педагог высшей школы. Под его руководством подготовлено свыше 300 инженеров химиков-технологов, 4 доктора и 20 кандидатов наук. По результатам научно-педагогической деятельности А. П. Осокин в 1997 году избран академиком Российской Инженерной Академии, а в 1998 г.ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

Человек большой ответственности и высокой требовательности к себе, А. П. Осокин снискал глубокое уважение и признательность знавших его людей. Неутомимая жажда дела, необходимость быть в гуще первоочередных важнейших дел, а вместе с тем и умение вносить неоценимый вклад в решение того или иного вопроса – главные неотъемлемые черты Александра Павловича на протяжении всех творческих лет его жизни.

Человек жив, пока его помнят. Как написал коллега и друг Александра Павловича Б. С. Альбац:

«И все мы будем вместе с ним,

Как он навечно будет с нами».

Кандидат технических наук,
С. П. Сивков

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ
ПРОФЕССОРА А. П. ОСОКИНА

УДК 666.942.046.044.001.5

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ СПЕКОВ CaO И C_2S НА ПРОЦЕСС МИГРАЦИИ РАСПЛАВА В СПЕК

Совместно с Н. Ф. Васильевой, Ю. М. Буттом, В. В. Тимашевым

[В сб.: Силикаты. Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева.
М., 1969. Вып. 63. С.201–204.]

Ускоряющее воздействие миграции расплава в зерна минералов на процесс гетерофазного взаимодействия твердой и жидкой фаз в силикатных системах отмечалось рядом авторов [1-3]. Поэтому представляло интерес выяснить влияние структуры спеков CaO и C_2S на процессы перемещения в них расплава, а также получить кинетические характеристики указанного процесса.

В работе использовались образцы CaO, выпиленные из плотного мрамора и обожженные при 1100-1400 ºС в течение 2 *ч*, а также образцы CaO и C_2S, отпрессованные из соответствующих порошков под давлением 2000 *кГ/см*^{2} и обожженные в электровакуумной печи ТВВ-4 при 1600-2000 ºС. Исследования общей пористости указанных спеков, произведенные методом гидростатического взвешивания образца в ацетатной пленке, показало (рис. 1), что при низких температурах обжига зависимости плотности спеков (ρ) и их общей пористости (П) от температуры антибатны и прямолинейны.

Пористость образцов CaO, полученных из мрамора, уменьшалась от 44,76% ($T_{обж}$=1100 º) до 27,33% ($T_{обж}$=1400 º). Микроструктура этих спеков была выполнена округлыми частицами размером порядка 5-10 *мкм*, сросшимися между собой в точках контакта. В зависимости от типа упаковки зерен изменялся размер и форма пор между ними. В изученных спеках CaO малой плотности размер пор колебался от 0,4 до 1,0 R, где R − размер кристаллов.

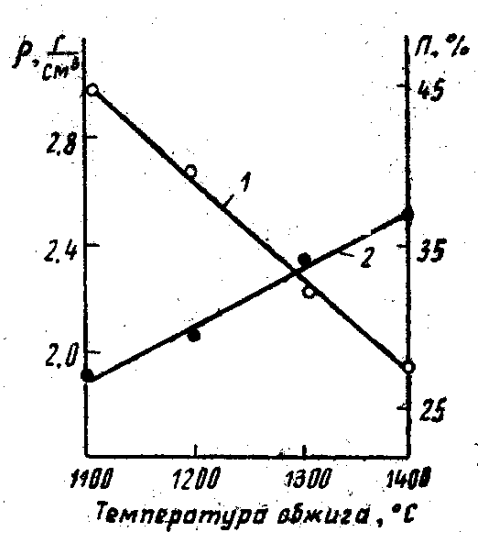


Рис.1. Зависимость общей пористости *(1)* и плотности *(2)* образцов CaO, выпиленных из мрамора, от температуры обжига

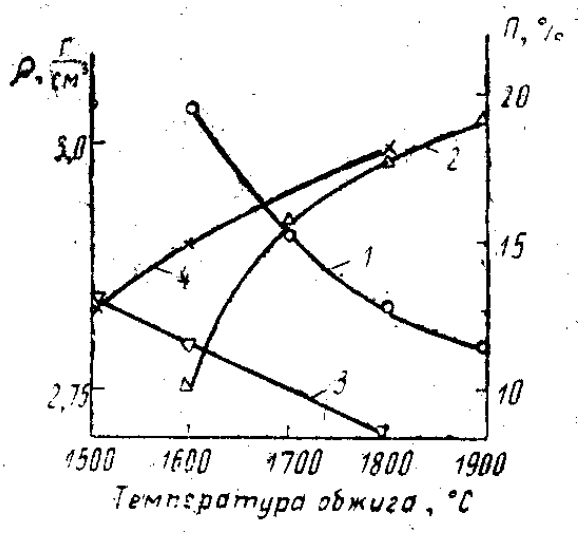


Рис.2. Влияние температуры обжига на пористость *(1, 3)* и плотность *(2, 4)* прессованных образцов CaO *(1, 2)* и C_2S *(3, 4)*

Зависимость пористости прессованных образцов CaO от температуры характеризовались наличием точки перегиба при 1700 º (рис. 2). До этой температуры величина прироста плотности образцов CaO как выпиленных из мрамора, так и прессованных на каждые 100 º увеличения температуры составляла 0,16 г/см^3; при повышении температуры обжига скорость прироста плотности снижалась до 0,05 г/см^3.

Согласно Френкелю [4], полученная зависимость плотности зерен CaO указывает на то, что, начиная с температуры 1700 º, процесс твердофазового спекания CaO переходит в свою вторую фазу − образованию из разрозненных сросшихся между собой в отдельных точках контакта кристаллов монолитного тела, пронизанного разобщенными порами. Это положение подтверждено и экспериментально данными петрографического анализа. Исследование структурной пористости плотноспеченных образцов CaO, выполненное на ртутных поромерах низкого и высокого давления марки ПА-3м, показало, что размер пор колеблется в пределах 5000-180 Å, с преобладанием последних в наиболее плотноспеченных образцах ($T_{обж}$=1900 º). В образцах C_2S

(рис.2) процессы спекания переходят во вторую фазу при более низких температурах, чем в образцах CaO. Так, уже в спеках, обожженных при 1500 º, истинная пористость составляет величину 13,8%, что соответствует пористости образцов CaO, обожженных при 1800 º.

Исследуемые образцы CaO и C_2S при 1400 º погружались в расплав на глубину 2-3 *мм* и выдерживались в нем в течение 1-33 *мин*. Расплав характеризовался составом (вес. %): 54,8 CaO; 6,0 SiO_2, 22,7 Al_2O_3; 16,5 Fe_2O_3. По окончании выдержки образец извлекался из расплава и быстро охлаждался на воздухе. Глубина пропитки учитывалась в одном строго определенном направлении (перпендикулярно торцевой поверхности образца, приводимой в соприкосновение с расплавом) и определялась с помощью микроскопа.

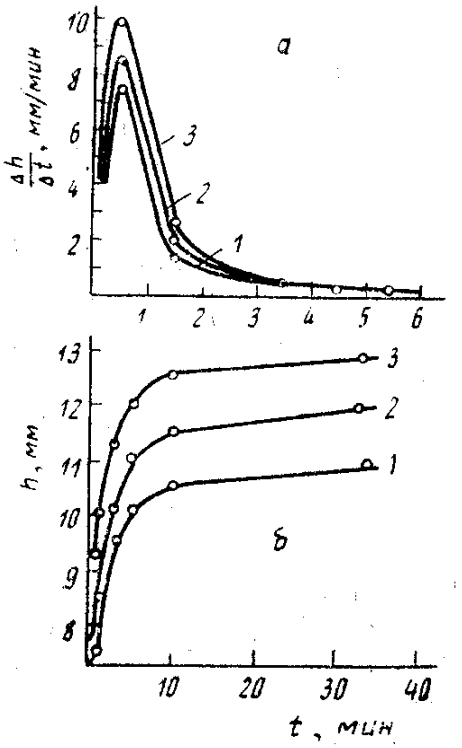


Рис.3. Влияние времени миграции на скорость *(а)* и глубину *(б)* подъема расплава в образцах CaO, обожженных при температуре, °C: *1* – 1200; *2* – 1300; *3* - 1400

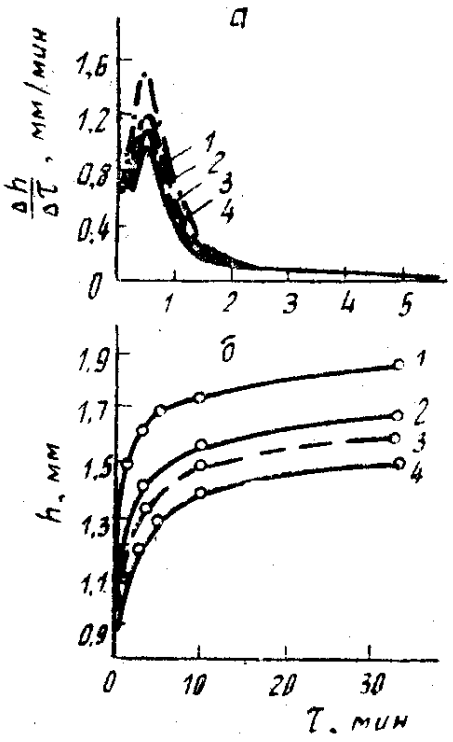


Рис.4. Влияние времени миграции на скорость *(а)* и глубину *(б)* подъема расплава в образцах CaO, обожженных при температуре, °C: *1* – 1600; *2* – 1700; *3* – 1800; *4* - 2000

Как показали исследования, скорость пропитки образцов расплавом определяется структурой спека. Наличием в спеках разветвленной сети сообщающихся капилляров (плохоспеченные образцы CaO) объясняется значительная скорость подъема расплава в ней − 7,5-10 *мм/мин* − в первую минуту пропитки (рис.3). В плотные спеки CaO ($П_{ист}$ = 13,8-11,67%) расплав мигрирует значительно медленнее – со скоростью 1,5-1,0 *мм/мин* (рис.4).

Микрокапиллярами в спеках CaO и C_2S, по данным расчета капиллярного потенциала $\psi_к$ [5], являются поры размером менее 100 Å, величина $\psi_к$ которых составляет $7 \cdot 10^5$ *дин·см/г*

$$\psi_k = \frac{2\sigma}{\gamma_{ж}} \cdot (\frac{1}{R_м})$$

где $\psi_к$ - капиллярный потенциал, *дин·см/г*; σ - поверхностное натяжение, *дин/см*; $(\frac{1}{R_м})$ - средняя кривизна мениска, *1/см*; $\gamma_{ж}$ - плотность жидкости, *г/см*^{3}. Микрокапилляры характеризуются тем, что в них практически устраняется влияние силы тяжести столба заполняющего материала, вследствие чего последний может подниматься на большую высоту и с течением времени заполнить весь объем капилляра. В капиллярах же большего диаметра, чем 100 Å, на величину подъема расплава эта сила оказывает влияние, что приводит к заполнению лишь соответствующей части их объема. В массе спеков CaO и C_2S, как указывалось, преобладают макрокапилляры (180-5000 Å). Поскольку последние заполняются расплавом (на соответствующую долю объема) весьма быстро, то наиболее интенсивная пропитка жидкой фазой исследовавшихся спеков CaO и C_2S осуществлялась в течение первой минуты. После заполнения крупных капилляров расплав мигрировал в массу спеков по микрокапиллярам вплоть до полного их заполнения. Однако небольшое число таких капилляров не позволяло, естественно, мигрировать большим массам расплава, что сказалось на резком снижении скорости пропитки. По мере все большего заполнения микрокапилляров процесс пропитки тео-

ритически должен затухать. Практически же процесс миграции расплава в спеки не прекращается полностью и после достижения им максимальной высоты подъема в макро- и микрокапиллярах, это связано с химическим взаимодействием компонентов жидкой фазы с кристаллами CaO и C_2S, сопровождающимся растворением перегородок между отдельными кристаллами и вскрытием новых незаполненных расплавом пор, а также с утолщением тонких пленок расплава на стенках узких капилляров. Обладая избытком свободной энергии, тонкие пленки жидкости в микрокапиллярах стремятся к уменьшению этой энергии, что происходит, например, в процессе их утолщения. Таким образом, тонкие смачивающие пленки жидкости в микрокапиллярах (или микротрещинках) производят «расклинивающее давление» [6], являющееся в узких концах микрокапилляров, куда еще может проникнуть смачивающая жидкость, весьма большим (в случае воды - около 2500 *кГ/см*^{2}).

Действительно, в спеках CaO большой плотности скорость миграции снижается к 33 минутам до 0,005 *мм/мин*, а в слабоспеченных – до 0,020-0,015 *мм/мин*. Однако и при длительных выдержках пористость спека регламентирует скорость процесса.

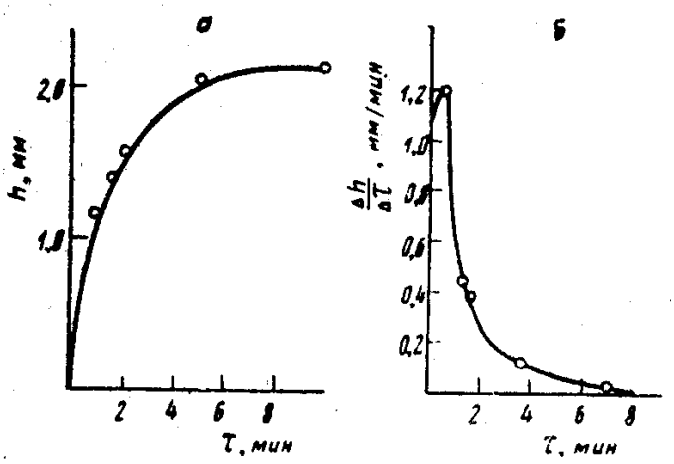


Рис.5. Влияние времени миграции на скорость *(а)* и глубину *(б)* подъема расплава в образцах C_2S с пористостью 13,8%

Процесс миграции расплава в спеки CaO и C_2S одинаков по механизму. Скорость пропитки расплавом спеков C_2S с пористостью 13,7% снижалась во времени от 1,2 до 0,005 *мм/мин* (рис.5), а для соответствующих образцов CaO величина скорости изменялась от 1,1 до 0,005 *мм/мин*. Указанное явление косвенно доказывает полную смачиваемость эвтектическим клинкерным расплавом поверхности спеков как CaO, так и C_2S.

Для описания с достаточной степенью точности процесса пропитки расплавом исследованных образцов оказалось пригодным, как показали расчеты, уравнение Альтшуллера, выведенное им для начальной стадии капиллярной пропитки тупиковых и сквозных пор растворителем

$$l = \sqrt{\frac{r \cdot \sigma \cdot \cos\theta}{2 \cdot \eta} \cdot t}$$

где l - глубина пропитки, *см*; r - радиус капилляра, *см*; σ - поверхностное натяжение расплава, *дин/см*; θ - угол смачивания; η - вязкость, *пуаз*; t - время пропитки, *сек*.

Расчеты, выполненные с помощью приведенной формулы, показали, что пропитка зерен CaO и C_2S клинкерным расплавом в реальных условиях обжига портландцементных сырьевых смесей совершается за доли минуты, при условии, что зерна не подверглись в значительной мере процессам рекристаллизации, т.е. наблюдается совпадение расчетных данных с полученными экспериментально.

Выводы

Скорость процесса миграции клинкерного расплава в спеки CaO и C_2S при условии одинаковой смачиваемости их поверхности расплавом определяется пористой структурой спеков и мало зависит от их минералогической природы.

Зерна CaO и C_2S размером до 100 *мкм* различной плотности в реальных условиях клинкерообразования пропитываются расплавом за доли минуты.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Б. Романовский. Автореферат канд. дисс., МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1959.
2. О. К. Ботвинкин, Е. М. Шпильков. Стекло и керамика, № 10, 1 (1956).
3. П. П. Будников, О. Х. Геворкян. Огнеупоры, №7, 291 (1950).
4. П. П. Будников, А. М. Гинстлинг. Реакции в смесях твердых веществ,

Стройиздат, М., 1965.

5. А. В. Лыков, М. В. Смольский. Тепло - и массообмен в капиллярнопористых телах, «Наука и техника», 1965.
6. П. А. Ребендер. Вестн. АН СССР, №8, 5 (1940).
7. А. В. Лыков. Теоретические основы строительной теплофизики. Изд. АН БССР, 1961.
8. Б. В. Дерябин, М. А. Альтшуллер. ДАН СССР, 46**,** 139 (1962).

УДК 666.3.532.73.620.1.05

КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В КЛИНКЕРНОМ РАСПЛАВЕ

Совместно с В. В. Тимашевым, С. И. Иващенко, Б. С. Альбацем, Л. С. Филипповой

[В кн.: XII конференция силикатной промышленности и науки о силикатах, Будапешт: Силиконф, т.1, 1977. С. 25-47]

Кислотно-основное взаимодействие в оксидных расплавах во многом определяет параметры их структурно-чувствительных свойств. Изменение строения и, как следствие этого, вязкого течения и поверхностной энергии фазы, образующейся при спекании портландцементных клинкеров, оказывает решающее воздействие на кинетику их жидкофазного спекания.

В настоящем докладе рассматривается кислотно-основное взаимодействие, протекающее в высокоосновных расплавах системы CaO-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3, и его влияние на вязкое течение жидких фаз и процесс спекания портландцементных сырьевых смесей.

Кислотно-основное равновесие расплава

Структура и свойства клинкерной жидкой фазы зависят от соотношения оксидов CaO, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 в расплаве, содержания примесных элементов и определяются характером взаимодействия между кислотными и основными компонентами системы.

Понятие «основности» и «кислотности» в окисных системах широко используются в практике, однако еще не создан однозначный критерий для количественной оценки «основности» расплавов для широкого диапазона составов.

Кислотно-основные свойства индивидуальных окислов характеризуются или энергией связи $Me-O$ [Шварцман, Томилин (1957)] или электроотри-

цательность катиона ($ЭО$), с увеличением которых возрастает кислотность окислов, или размером и степенью окисления катиона, на который диссоциирует данный окисел (схема Косселя) [Карапетьянц, Дракин (1970)]: уменьшение степени окисления и увеличение радиуса иона способствует усилению основности соединений. То есть отношение заряда иона Z к его радиусу r является количественной характеристикой кислотно-основных свойств элемента: с увеличением Z/r кислотность растет. Так, например, у SiO_2, являющегося кислотой, энергия связи $Me-O$ равна 102 ккал·число Авогадро, электроотрицательность (по Полингу) кремния - 1,8; отношение Z/r -9,52. Наоборот, у CaO, имеющего основные свойства: E_{Me-O} – 32ккал·число Авогадро, $ЭО$ -1,0; Z/r -2,02.

Типичным основанием в окисных расплавах является ион кислорода [Сун, Сильверман (1945)], отдающий свои электроны металлам, и основность системы определяется, поэтому концентрацией или активности ионов кислорода, которые относительно меньшей энергией удерживаются в SiO_4^{4-} - тетраэдре («немостиковой кислород») [Стегмайер (1948), Ашен (1967)], чем в $[Si_2O_7]^{6-}$, где часть ионов кислорода удерживается большей энергией, т.е. являются мостиковыми. Упрощая, можно представить в расплаве следующее равновесие трех форм кислорода: «свободный» анион кислорода O^{2-}, связанный одной валентностью с ионом кремния O- (-Si-O) и анион, находящийся внутри кремнекислородного комплекса O^0 (-Si-O-Si-).

От соотношения мостиковых (O^0), немостиковых (0^-) и свободных (O^{2-}) ионов кислорода зависит координационное окружение катионов [Чарльс (1969)], и, следовательно, функция, которую они выполняют в структурной сетке расплава. Константа равновесия $K=\frac{[O^0]\cdot[O^{2-}]}{[O^-]}$ не является постоянной для данной системы и зависит от природы и содержания примесных элементов и температуры расплава, что обуславливает изменение его кислотно-основных свойств.

Роль примесных элементов весьма сложна и не всегда совпадает для различных систем [Кюне (1965)]. Окислы щелочных и щелочноземельных металлов способствуют увеличению активности ионов кислорода в стекольных и шлаковых расплавах [Еськов (1968), Евтюхина (1970), Ванюков (1973)], повышая тем самым основность последних. Возрастание количества кислотных окислов (P_2O_5, SiO_2 и др.) способствует повышению кислотности большинства систем, вследствие снижения активности кислородных ионов [Сырицкая (1965), Евтюхина (1970), Ванюков (1973)].

Клинкерная жидкая фаза характеризуется высоким (до 60-70%) содержанием основного (CaO) и пониженным количеством кислотного (SiO_2) компонентов и содержит амфотерные составляющие (Al_2O_3 и Fe_2O_3), которые в зависимости от основности расплава могут выполнять функцию оснований или кислот:

$$\text{а)}\ Me_2O_3 = 2Me^{3+} + 3O^{2-} \qquad \text{б)}\ Me_2O_3 + O^{2-} = 2MeO_4^{\,5-} \qquad (1)$$

где Me – Fe и Al.

В первом случае амфотерные компоненты (Al_2O_3 и Fe_2O_3) легко диссоциируют с отщеплением атомов кислорода (т.е. являются основаниями). Причем катионы Al^{3+} и Fe^{3+} находятся в расплаве в октаэдрической координации по кислороду (AlO_6^{9-} и FeO_6^{9-}).

В том случае, когда амфотерные окислы выполняют функцию кислот (уравнение 1-б), они присоединяют к себе дополнительные атому кислорода, занимая тетраэдрические полости жидкой фазы (AlO_4^{5-} и FeO_4^{5-}).

При определенных условиях в клинкерном [Бутт (1976)] и шлаковых [Есин (1966), Ванюков (1973), Рояк (1973)] расплавах существует динамическое равновесие, между различными координационными формами амфотерных элементов Al и Fe:

$$MeO_4^{\,5-} \leftrightarrow MeO_6^{\,9-} \qquad (2)$$

Таким образом, в расплавленных алюмоферросиликатных системах одновременно присутствуют катионы Al и Fe, находящиеся в тетраэдрической

и октаэдрической координации, а их количественное соотношение зависит от основности системы, определяемой активностью ионов кислорода.

Одновременное существование различных координированных форм ионов алюминия в окисных расплавах отвечает энтропийному минимуму системы [Аппен (1974)].

В клинкерной жидкой фазе присутствуют, в основном, простейшие кремнекислородные анионы $[SiO_4]^{4-}$, о чем свидетельствуют результаты расчетов [Есин (1973)], спектрального (табл.1) и химического методов анализа. Вместе с тем в расплаве возможно присутствие некоторого количества и ионов $Si_2O_7^{6-}$, однако интенсивность реакции нейтрализации, характерной для полимеризованных систем при повышении их основности [Шварцман (1957), Бутт (1967), Сычев (1967) и Есин (1973)], в данном случае все-таки не значительна.

$$Si_2O_7^{6-}+O^{2-}\leftrightarrow 2SiO_4^{4-} \qquad (3)$$

Изменение активности ионов кислорода в присутствии примесных элементов сказывается лишь на координационном окружении амфотерных элементов системы, поэтому основным фактором, определяющим физико-химические свойства клинкерной жидкой фазы, является координация ионов Al и Fe, которые в зависимости от основности расплава могут измерять свою структурную функцию согласно уравнению (2).

Кислотно-основные свойства клинкерного расплава были оценены с помощью отношения между различными координационными формами амфотерных элементов (из уравнения 2), которое характеризует количество установившегося некоторого равновесия в обратимом процессе:

$$K=\frac{[Me^{3+}]\cdot[O^{2-}]}{MeO_4^{5-}}\ , \qquad (4)$$

где Me: Fe и Al.

Анализ соотношения (4) показывает, что увеличение концентрации в расплаве окислов, повышающих активность кислородных ионов (окислы ще-

лочных и щелочноземельных металлов) вызывает смещение равновесия в сторону образования дополнительного количества радикалов типа MeO_4^{5-}, повышая тем самым вязкость системы. Действительно, присутствие в клинкерной жидкой фазе кислотных составляющих (B^{+3}, P^{+5}, d-элементы и др.), которые притягивают к себе ионы кислорода, уменьшая их активность и, тем самым, понижая основность системы в целом, приводит к увеличению доли ионов Al и Fe, находящихся в октаэдрической координации, что деструктурирующее сказывается на жидкой фазе, увеличивая ее текучесть. Таким образом, в зависимости от кислотно-основных свойств примесных элементов, амфотерные катионы расплава Al^{3+} и Fe^{3+} занимают октаэдрические и тетраэдрические полости в структуре жидкости, изменяя при этом количество связанных с ними анионов O^{2-}. Изменение координации амфотерных элементов приводит к тому, что при уменьшении количества связей, приходящихся на один ион Al и Fe, возрастает энергия одной связи и при диффузии или вязком течении анионов не происходит разрыва связей $Me-O$, а наблюдается перемещение групп AlO_4^{5-} и FeO_4^{5-} совместно с анионами кислорода. В результате этого повышается вязкость расплава, снижаются подвижность ионов и электропроводимость системы.

Вязкость расплавов

Предложенная схема кислотно-основного взаимодействия была подтверждена при изучении влияния различных химических соединений на вискозиметрические характеристики клинкерной жидкой фазы. Состав расплава масс. %: CaO- 57,0; SiO_2- 7,5; Al_2O_3- 22,6; Fe_2O_3- 12,9, соответствовал жидкой фазе портландцементного клинкера с нормальными значениями модулей KH=0,9; n=2,0; p=1,75, образующейся при температуре 1450 ºС. Вязкость измерялась ротационным электровискозиметром ЭВИ-7О ПМ. Концентрация вводимых соединений контролировалась методом химического анализа.

Как и предполагалось, окислы щелочных и щелочноземельных элемен-

тов повышали вязкость матричной системы (за исключением MgO), вследствие смещения кислотно-основного равновесия (уравнение 2) в сторону возрастания доли тетраэдрических группировок AlO_4^{5-} и FeO_4^{5-} (рис.1). Различная степень влияния окислов на вязкое течение расплава объясняется различием кислотно-основных свойств растворенных катионов, которую можно оценить по отношению заряда иона Z к радиусу r (Z/r), по электроотрицательности катиона ($ЭО$) и энергии связи его с кислородом (E_{Me-O}). Замена металлов вдоль ряда

$$Mg \rightarrow Ca \rightarrow Sr \rightarrow Ba \rightarrow Na \rightarrow K \qquad (5)$$

при их эквивалентной концентрации в расплаве равной 0,1 M способствует возрастанию его вязкости. В такой же последовательности располагаются катионы по усилению своих основных свойств (рис.2).

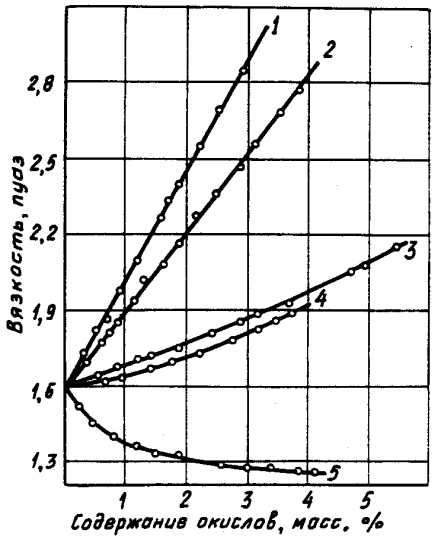


Рис.1. Изотермы (1450 °С) вязкости клинкерного расплава в присутствии: 1 – K_2O; 2 – Na_2O; 3 – BaO; 4 – SrO; 5 - MgO

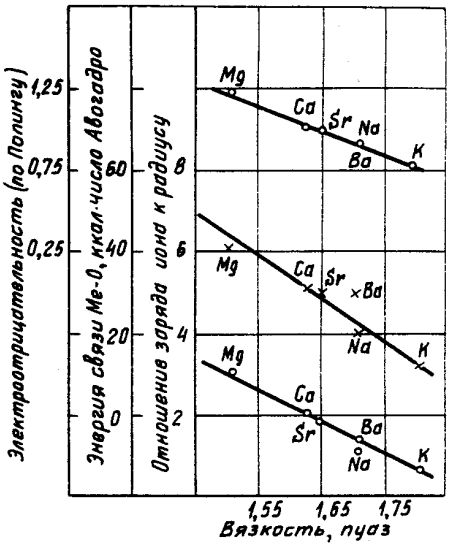


Рис.2. Зависимость вязкости клинкерного расплава от соотношения Z/r вводимого катиона, энергии связи катиона с кислородом и $ЭО$

Наблюдаемое уменьшение вязкости расплава в присутствии MgO можно объяснить результирующим действием двух факторов. Во-первых, оценивая кислотно-основные свойства Mg^{2+}, нужно отметить, что данный элемент

обладает наименьшими основными свойствами, вследствие чего смещение существовавшего в расплаве равновесия в сторону образования дополнительного количества тетраэдрических анионов Al и Fe незначительно. Во-вторых, ион кальция, являющийся превалирующим катионом в данной системе, способен связывать кремнекислородные и другие комплексные группировки по схеме R_1–O–Ca–O–R_2, где R_1, R_2 – SiO_4^{4-}, или AlO_4^{5-}, или FeO_4^{5-}. В этом случае энергия связи CaO–O определяет устойчивость указанных гетерокомплексов и зависит она как от свойств центрального иона радикала, так и от ближайшего окружения. Присутствие катионов с равной или меньшей, чем у Ca^{2+}, электроотрицательностью ($ЭО$) – (K^+, Na^+, Sr^{2+}, Ba^{2+}) не оказывает существенного влияния на энергию этой связи. Электроотрицательность же катиона магния превышает $ЭО$ Ca^{2+} и это различие более существенно, чем предыдущее. Поэтому в присутствие Mg^+ связь Ca–O становится более ионной, вследствие чего уменьшается ее энергия и снижается прочность. Таким образом, при введении MgO в расплав понижение вязкости последнего обусловлено, в основном, уменьшением силы связи Ca–O в гетерокомплексах. Результаты исследования вискозиметрических характеристик свидетельствует о том, что определяющим в данном случае является ослабление прочности гетерокомплексов, вследствие чего и наблюдается снижение вязкости системы.

Введение в клинкерный расплав кислотных компонентов (*d*-элементы вставных декад IV (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn), V (Mo и Cd) и VI (W) периодов и *p*-элементы III (B, Al), V (P), VII (F, CI) групп) деструктурирует систему, понижая ее вязкость вследствие того, что данные компоненты своим присутствием понижают основность жидкой фазы как системы и тем самым смещают динамическое равновесие амфотерных элементов (уравнение 2) в сторону образования дополнительного количества катионов и октаэдрических анионов Al и Fe (рис.3а, б; 5).

По интенсивности воздействия на уменьшение вязкости клинкерной

жидкой фазы d-элементы при их концентрации в расплаве равной 0,1 *M* располагаются в следующей последовательности:

$$Mo \rightarrow W \rightarrow V \rightarrow Cr \rightarrow Ti \rightarrow Mn \rightarrow Fe \rightarrow Co \rightarrow Cu \rightarrow Ni \rightarrow Zn \rightarrow Cd \qquad (6)$$

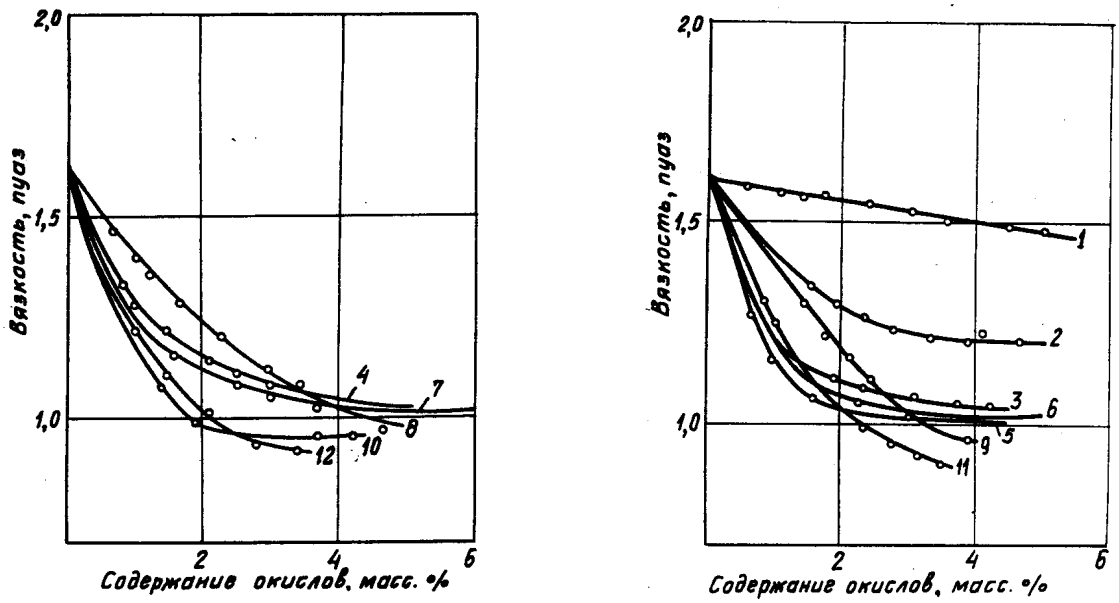


Рис.3. Изотермы (1450 °) клинкерного расплава в присутствии:
1 – CdO; 2 – WO_3; 3 – V_2O_5; 4 – CuO; 5 – Cr_2O_3; 6 – TiO_2; 7 – MoO_3;
8 – Ni_2O_3; 9 – ZnO; 10 – Fe_2O_3; 11 – Co_2O_3; 12 – Mn_2O_3

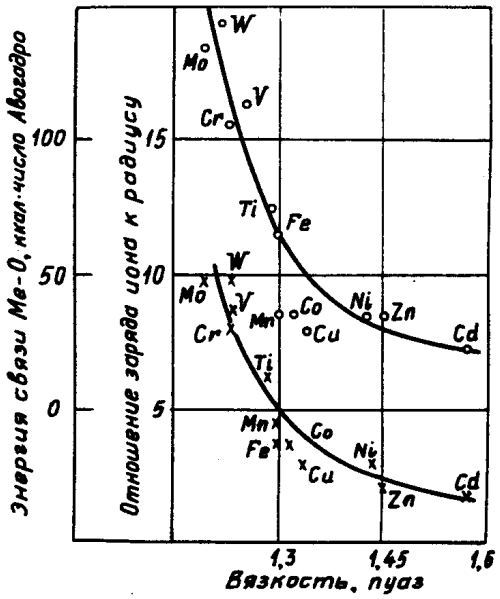


Рис.4. Зависимость вязкости клинкерного расплава от отношения Z / r вводимого катиона и энергии связи катиона с кислородом

В такой же последовательности располагаются они по силе возрастания кислотных свойств (рис.4). По увеличению кислотности *p* - элементы располагаются в ряд:

$$F \rightarrow Cl \rightarrow S \rightarrow P \rightarrow B \rightarrow Al \qquad (7),$$

который соответствует последовательности расположения их по силе воздействия на уменьшение вязкости расплава (рис. 5-6).

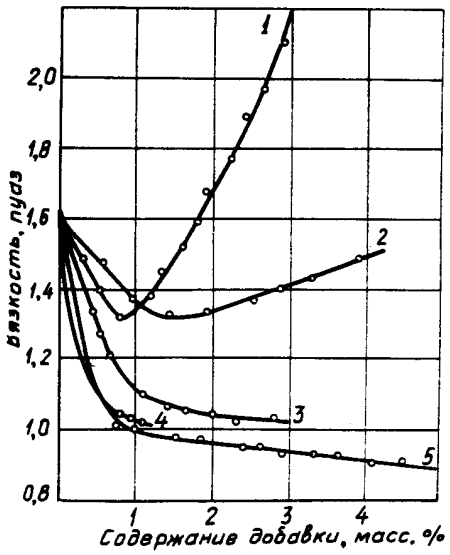


Рис.5. Изотермы (1450 °) вязкости клинкерного расплава в присутствии: 1 – P_2O_5; 2 – Al_2O_3; 3 – Cl^-; 4 – F^-; 5 – B_2O_3

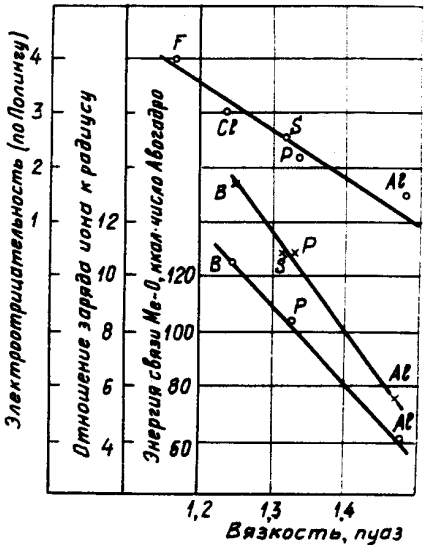


Рис.6. Зависимость вязкости клинкерного расплава от энергии связи иона с кислородом, отношении Z/r вводимого иона и его *ЭО*

Значительное разжижающее действие B_2O_3, несмотря на сравнительно небольшую кислотность, можно объяснить тем, что B^{3+}, характеризующийся двумя координационными числами относительно кислорода – 3 и 4, при введении его в расплав интенсивно присоединяет к себе атомы кислорода, образуя комплексы BO_4^{5-}, которые замещают в структуре жидкой фазы анионы SiO_4^{4-}, AlO_4^{5-} и FeO_4^{5-}, переводя ионы Al^{3+} и Fe^{3+} в катионное состояние, что деструктурирует систему.

Кроме того, следует учитывать большое влияние величины превышения Т ликвидуса системы на ее физико-химические свойства [Бутт (1976)],

вследствие появления жидкой фазы в присутствии B_2O_3 при значительно более низкой температуре.

Первоначальное понижение вязкости при небольших концентрациях P_2O_5 (до 1%) и Al_2O_3 (до 1,5%) объясняется смещением существующего динамического равновесия под действием кислотных свойств добавок в сторону увеличения числа октаэдрических анионов Al и Fe. Однако последующее возрастание концентрации в расплаве P_2O_5 и Al_2O_3 ведет к развитию собственных комплексов PO_4^{5-} и AlO_4^{5-}, характеризующихся пониженной скоростью диффузии [Бутт, Тимашев (1967)] и способствует также укрупнению алюмосиликатных комплексных анионов [Есин (1966), Евтюхина (1970)], что в обоих случаях повышает вязкость матричной жидкой фазы.

Для определения координационного состояния ионов AI были проведены спектроскопические исследования стекол, полученных резким охлаждением клинкерных расплавов, содержащих различные микрокомпоненты. ИК-спектры образцов регистрировали на спектрофотометре УР-10 фирмы К. Цейс (ГДР) в области частот 400-1200 $см^{-1}$. Образцы препарировали методом таблетирования, используя в качестве инертной среды оптически чистый KBr (3 мг исходного стекла на 250 г KBr).

Изменение разрешения и интенсивности полос поглощения в полученных ИК - спектрах подтверждает существование в системе сдвига динамического равновесия между различным координационным состоянием иона Al: $Al^{IV} \leftrightarrow Al^{VI}$ в ту или другую сторону под действием кислотно-основных свойств вводимых элементов. ИК–спектр закаленного бездобавочного стекла (рис.7) имеет полосы поглощения, характерные как для AlO_4 (750 $см^{-1}$ и 810 $см^{-1}$), так и для AlO_6 (425 $см^{-1}$, 520 $см^{-1}$).

При введении добавок кислотного характера (Cl^-, F^-, B_2O_3, MoO_3) на ИК-спектрах образцов отмечается увеличению поглощения в области валентных колебаний 400–700 $см^{-1}$, что может свидетельствовать о сдвиге равновесия в сторону образования AlO_6 (рис. 7, табл.). На всех ИК-спектрах от-

сутствует минимум поглощения 575 см$^{-1}$, характерный для исходного стекла. Это свидетельствует об увеличении поглощения в интервале 500-700 см$^{-1}$. Присутствие в системе соединений основного характера (BaO, SrO) приводит к уменьшению поглощения (разрешение и интенсивность полос поглощения незначительны) в области 400-700 см$^{-1}$,что может быть связано со сдвигом равновесия в сторону образования дополнительного количества AlO_4.

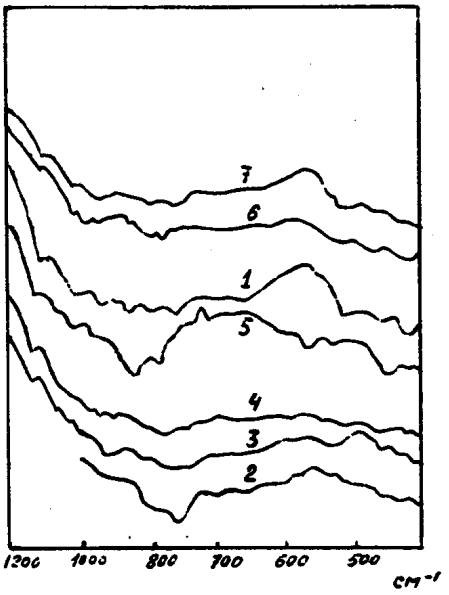


Рис.7. ИК-спектры модифицированных стекол

Таким образом, анализ вискозиметрических параметров клинкерного расплава в присутствии большого числа различных химических элементов позволяет утверждать, что хотя абсолютные значения вязкости жидкой фазы и определяются подвижностью кремнекислородных анионов [Бутт (1976)], однако изменение вискозиметрических характеристик конкретных систем зависит от смещения динамического равновесия реакции амфотерных элементов (2) под действием кислотно-основных свойств вводимых добавок.

Поверхностное натяжение расплавов

Изучение влияния различных микродобавок на поверхностное натяжение расплава дает возможность получить необходимые данные для прогнозирования условий образования клинкерных гранул, кинетики растворения и кристаллизации минералов.

Введение в клинкерную жидкую фазу *s*- элементов (Na, K, Mg, Sr, Ba) позволило выявить следующую закономерность: с ростом значений $ЭО$, Z/r и E_{Me-O} катионов повышается поверхностное натяжение системы. Это свидетельствует о том, что связь между исследуемыми катионами и анионами кислорода, обуславливающая притяжение поверхностного слоя к расплаву, но-

сит в основном электростатический, т.е. ионный характер. Присутствие в жидкой фазе d - элементов изменяет характер зависимости σ от Z/r, $ЭО$, и E_{Me-O}, что вызвано гомеополярной связью, доля которой у последних увели-

Таблица

Основные характеристики ИК-спектров модифицированных стекол, полученных закалкой клинкерных расплавов

№ п/п	Количество модифицирующей добавки, масс.%	Характеристика ИК-спектров				
		Область 700-1300 $см^{-1}$			Область 400-700 $см^{-1}$	
		SiO_4	Si-O-Si	AlO_4	AlO_6	Si_2O_7
1	Бездобавочное стекло (матричный расплав)	860 920 940 1000 1080	1080	750 810	425 460 520	-
2	5,68 B_2O_3	935	-	780 810	440 470	-
3	6,20 MoO_3	860 950 1080	1080	780	425 475 510 720	-
4	1,06 F^-	860 930 1080	1080	800	410 425 470 520	-
5	3,00 Cl^-	935 1000 1080	1080	785 835	420 450 520 570	-
6	6,15 BaO	860 930 960 1000 1080	1080	750 790	425 465 525	-
7	3,50 SrO	860 925 1000	1080	750 770 800	425 460 520	-

чивается. Чем больше отношение $Z/r, ЭО$ или энергия связи E_{Me-O} (где Me- соответствующий d- элемент), тем легче вытесняются на поверхность образуемые данными катионами комплексные анионы типа CrO_3^{2-}, MoO_4^{2-}, WO_4^{2-}, VO_4^{3-}, тем ниже должно быть поверхностное натяжение расплава (рис.8). Аналогичная зависимость наблюдается и при введении в расплав p- элементов. Полученные данные по вязкости и поверхностному натяжению расплавов использовали для расчета изменения размера частиц клинкера в процессе спекания.

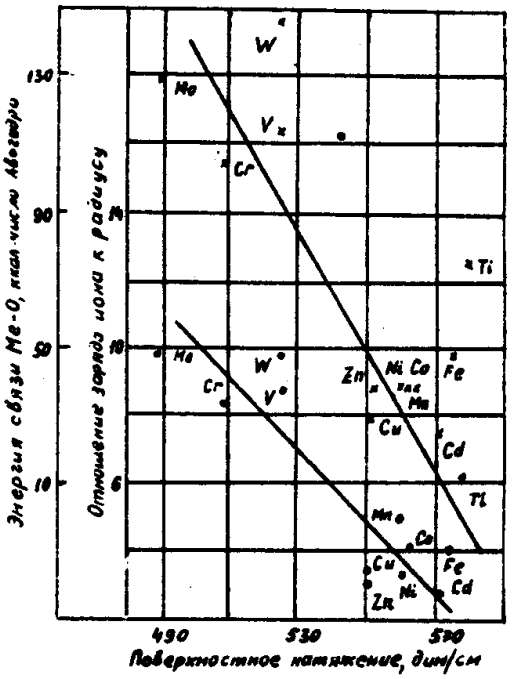


Рис.8. Зависимость поверхностного натяжения расплава от отношения Z/r вводимого катиона и энергии связи катиона с кислородом

Спекание в присутствии расплава

Процесс агрегирования порошков в присутствии жидкой фазы (расплава) является важной стадией в производстве цементного клинкера.

Движущая сила агрегирования порошков в присутствии расплава (стягивающая сила) обусловлена стремлением системы к уменьшению полной свободной энергии [Гегузин (1967)] и определяется уравнением

$$F = \sigma\pi R\left\{\sin^2\varphi\left[\frac{\cos(\varphi+\theta}{1-\cos\varphi} - \frac{1}{\sin\varphi - \frac{(1-\cos\varphi)[1-\sin(\varphi+\theta)]}{\cos(\varphi+\theta)}}\right] + 2\sin\varphi\cdot\sin(\varphi+\theta)\right. \qquad (8)$$

где: σ - поверхностное натяжение расплава, *дин/см*;

θ - краевой угол смачивания, *град*;

φ - угол, зависящий от количества жидкой фазы;

R - размер частиц, см.

Применительно к условиям вращающейся печи уравнение (8) изменяется; рассмотрение схемы действующих сил (9) показывает, что величина конечного конгломерата частиц определяется соотношением F/P, где P - вес частицы. В случае если соотношение $F/P > 1$, частицы стягиваются, при $F/P < 1$ частицы скользят друг относительно друга [Тимашев (1976)]. Соотношение F/P имеет вид:

$$\frac{F}{P} = \frac{3}{4} \cdot \frac{\sigma}{R^2 \gamma g} f(\theta, \varphi) \qquad (9)$$

Анализ уравнения (9) показывает, что увеличение размера частиц R сильно влияет на соотношение F/P и при определенном критическом размере частиц $R_{крит}$, когда $F/P = 1$, частицы агрегироваться не будут. В этом случае процесс спекания локализуется внутри исходного зерна и размер частиц существенно не меняется.

На практике, как правило, средний размер конечных клинкерных конгломератов на порядок больше среднего размера частиц обжигаемого материала перед зоной спекания.

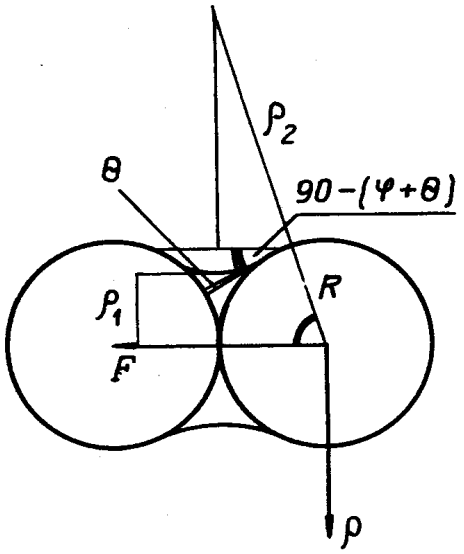


Рис.9. Схема действия сил

Размер частиц постепенно увеличивается по мере прохождения материалом зоны спекания. Согласно (8) сила сцепления при этом возрастает. Как уже отмечалось выше, увеличение размера частиц не является процессом неограниченным, оно лимитируется гравитационной составляющей P. С увеличением R отношение F/P будет резко уменьшаться. При этом могут иметь место два варианта процесса агрегирования. Первый - когда величина F/P достигает критического значения уже в первой половине зоны спекания (участок с повышением температуры материала до максимальной); второй - когда это значение будет достигнуто в конце зоны спекания. В первом случае

образованные конгломераты уплотняются длительное время в присутствии жидкой фазы. В результате конечные зерна клинкера должны иметь более узкий гранулометрический состав и плотную структуру как внутри, так и в поверхностных слоях, чем во втором случае. Во втором случае процесс агрегирования завершается лишь к концу зоны спекания, когда содержание жидкой фазы в материале резко снижается. Уплотнение образованных конгломератов происходит практически лишь за счет твердофазного спекания, скорость которого очень мала по сравнению с жидкофазным. В результате зерна клинкера, особенно в поверхностных слоях, очень пористы и легко рассыпаются под действием термомеханических напряжений. Пойдет ли процесс агрегирования по первому или второму варианту зависит от количества, состава и свойств жидкой фазы, размера слипающихся частиц, определяющих, в конечном счете, и движущую силу процесса агрегирования и его скорости.

Рациональная организация процесса спекания для получения крупных зерен клинкера (10-20 *мм*) узкого гранулометрического состава будет заключаться в том, чтобы получить высокие значения стягивающей силы (F) в начале зоны спекания. Это может быть обеспечено, в первую очередь, повышением размера частиц спекающегося материала. Скорость же процесса агрегирования не должна быть слишком большой, чтобы избежать завершения этого процесса в самом начале зоны спекания, когда основная масса материала представлена мелкими частицами. Замедленная скорость процесса агрегирования может сместить окончание этого процесса во вторую часть зоны спекания, что приведет к образованию большого количества пылевидных частиц. Следовательно, существуют оптимальные значения скорости агрегирования.

На основании приведенных выше измерений вязкости, а также поверхностного натяжения расплавов, угла смачивания и усадки смесей различного состава были сделаны расчеты и проведен анализ движущей силы процесса агрегирования.

Одним из факторов, влияющих на стягивающую силу, является количество жидкой фазы в спекающейся системе. В уравнении, определяющем стягивающую силу, количество расплава характеризуется углом φ. Расчеты, выполненные на вычислительной машине, показали, что при изменении угла φ от 0 до 1º, стягивающая сила резко увеличивается, а при изменении угла φ от 1 до 30º монотонно уменьшается на 5% (рис.10).

Еременко (1968) проведен анализ влияния смачивающей способности жидкостей на величину стягивающей силы. Авторы показали, что при θ отличном от нуля сила сцепления частиц резко уменьшается и равна нулю при θ=90º ($\theta_{\text{крит.}}$ = 90 º при φ = 0 º, то есть когда количество жидкой фазы бесконечно мало). Если φ не равно нулю, то $\theta_{\text{крит.}}$ определяется соотношением $\theta_{\text{крит.}}=90-\frac{\varphi}{2}$ [10], которое показывает, что в области значений суммы θ и $\frac{\varphi}{2}$, не превышающей 90 º, действует сжимающее усилие; в противном случае имеет место расталкивание частиц. То есть при жидкофазном спекании будет отсутствовать сжимающее капиллярное давление, проводящее либо к перегруппировке частиц, либо к растворению материала частиц на контакте [Кинжери (1959)]; другими словами, будет отсутствовать усадка и спекание.

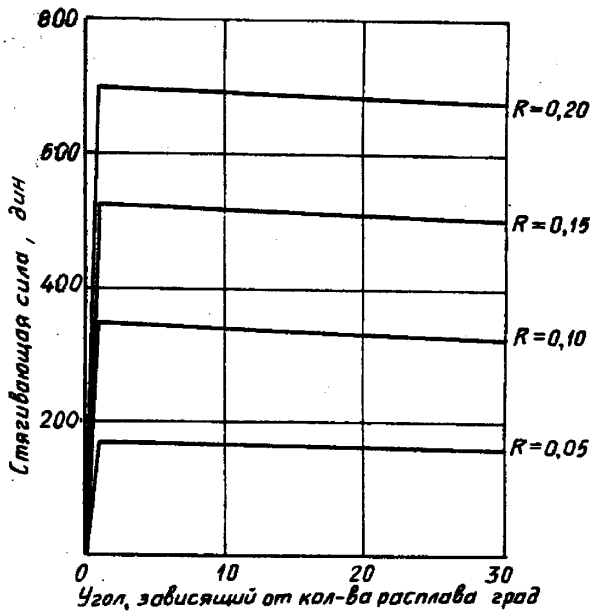


Рис.10. Влияние количества расплава на величину стягивающей силы. R – размер частиц

Авторами настоящей работы были измерены краевые углы смачивания, образуемые расплавами различного состава с добавками MgO, SO_3, R_2O на плотноспеченных подложках CaO и C_2S. Величины краевых углов смачива-

ния не превышают 30 º, а сумма $\theta + \frac{\varphi}{2}$ меньше 90 º. Величина краевого угла смачивания зависит от поверхностного натяжения жидкой фазы по уравнению

$$\cos\theta = \frac{\sigma_{тг} - \sigma_{тж}}{\sigma_{жг}} \qquad (11)$$

где: $\sigma_{тг}$ - поверхностное натяжение на границе раздела твердое тело-газ, дин/см;

$\sigma_{тж}$ - поверхностное натяжение на границе раздела твердое тело-жидкость, дин/см;

$\sigma_{жг}$ - поверхностное натяжение на границе раздела жидкость- газ, дин/см.

Увеличение поверхностного натяжения $\sigma_{жг}$ приводит к увеличению краевого угла смачивания, что, согласно уравнению (8), отрицательно сказывается на величине стягивающей силы. В то же время сила, стягивающая частицы, прямо пропорциональна величине поверхностного натяжения жидкости. Проанализируем вклад каждого из указанных параметров в величину стягивающей силы. Для этого рассчитаем по уравнению (8) силу сцепления при различных θ и $\sigma_{жг}$ (R= 0,3 см, = 30 φ º):

θ, град	0	10	20	30
F, дин	900	792	744	665

σ =560
дин/см

σ, *дин / см*	560	340
F, *дин*	900	563

θ=0º

Расчетные данные показывают, что изменение краевого угла смачивания от 0 до 30º при неизменном поверхностном натяжении уменьшает силу сцепления частиц на 25- 30% (рис.11). А при θ = 0º, например, если в расплав введены добавки поверхностно – активных веществ, и поверхностное натяжение расплава низкое, величина стягивающей силы уменьшается на 35 – 40%. Следовательно, влияние поверхностного натяжения на силу сцепления превышает влияние краевого угла смачивания.

Кроме того, необходимо иметь в виду, что в реальных системах по-

верхность зерен клинкера никак нельзя отнести к идеально гладкой, а зависимость краевого угла смачивания от шероховатости твердой поверхности имеет вид [Дерягин (1946)]:

$$\cos\theta = K\cos\theta_0 \text{ и } K = S_0 / S,$$

где K - коэффициент шероховатости;

θ и θ_0 - краевые углы смачивания, измеряемые на шероховатой и гладкой поверхностях;

S и S_0 – площадь шероховатой и гладкой поверхностей.

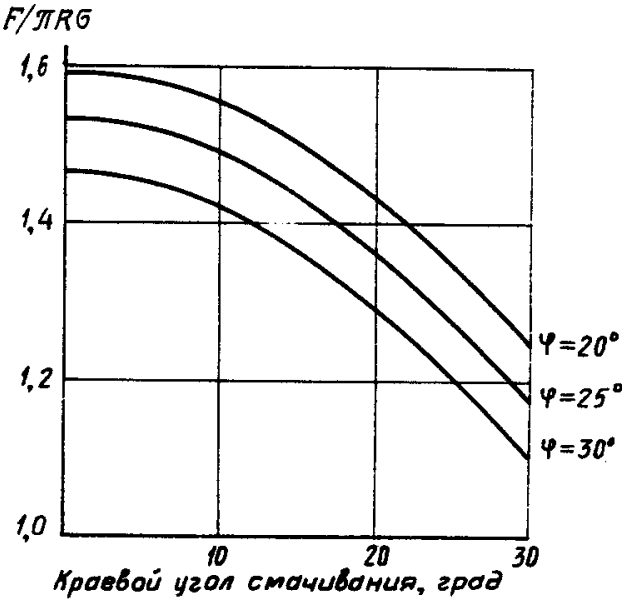


Рис.11. Влияние краевого угла смачивания на величину стягивающей силы. 1 - $\varphi = 25^o$; 2 - $\varphi = 30^o$; $\varphi = 35^o$

Увеличение шероховатости поверхности, смачиваемой жидкостями с $\theta < 90^o$, к которым относятся и исследованные расплавы, приводит к уменьшению значений θ по сравнению с гладкой поверхностью. Химическое взаимодействие между твердой и жидкой фазами также влияет на величину краевого угла смачивания. Это связано с изменением шероховатости поверхности, состава жидкой фазы вблизи поверхности раздела, а также с образованием промежуточных соединений. Поэтому есть основания предполагать, что в реальных системах углы смачивания будут меньше, чем измеренные, и вклад этого параметра в величину стягивающей силы еще больше снизится.

Согласно теории жидкофазного спекания [Тимашев (1976), Чех (1963)], скорость уплотнения частиц под действием сил поверхностного натяжения описывается уравнением:

$$\frac{dl / l_0}{d\tau} = \frac{\sigma}{\eta R} f(\varphi, \theta) \qquad (13)$$

где $\frac{dl/l_0}{d\tau}$ - скорость уплотнения (скорость относительной линейной усадки);

η - вязкость расплава, пуаз.

Уравнение (13) учитывает зависимость скорости уплотнения сферических частиц от свойств жидкой фазы и ее количества при определенном размере частиц.

При анализе процесса агрегирования предполагалось, что исходный размер частиц и скорость уплотнения в начале спекания постоянны, поскольку изменение этих параметров в интервале температур 1350-1500 ºС при введении в шихту различных добавок незначительно, по сравнению с изменением в тех же условиях поверхностного натяжения и вязкости жидкой фазы.

Полученные расчетные данные показали, что возрастание значений поверхностного натяжения способствует увеличению зерен спекающихся порошков (рис.12).

Однозначной взаимосвязи между размером зерен клинкера и изменением вязкости не установлено.

Из уравнения (13) видно, что конечный размер зерен клинкера обратно пропорционален скорости усадки. Можно предположить, что определенным «оптимальным» скоростям усадки будут соответствовать оптимальные значения вязкости расплавов, что и приведет к увеличению конечного размера зерен клинкера.

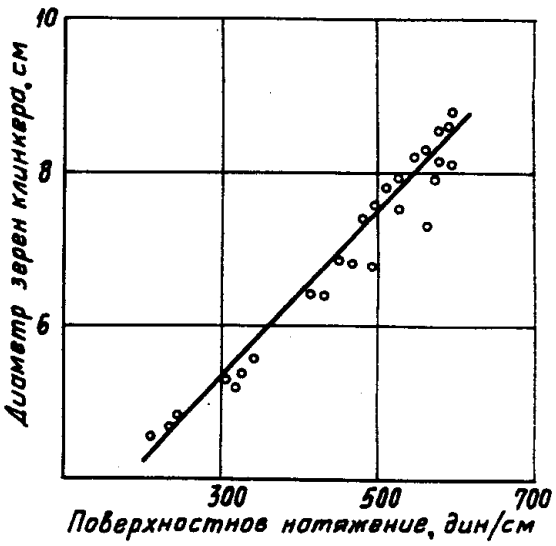


Рис.12. Взаимосвязь диаметра зерен клинкера с поверхностным натяжением

Наиболее благоприятное воздействие на процесс агрегирования и получение равномерного по гранулометрии материала (отсутствие мелких фракций) оказывают элементы или их сочетания, незначительно изменяющие

поверхностное натяжение маточного расплава и понижающие их вязкость (*d* - элементы 4-го периода, кроме V и Cr, а также B, Mg, Al, Cd, сочетания Na и Mg). Положительное влияние добавок Mg и Al подтверждено в практике цементного производства.

Совместное присутствие соединений серы и щелочей в расплаве вызывает его расслоение. Менее плотный расплав, характеризующийся низким поверхностным натяжением, вытесняется на поверхность частиц, в результате чего агрегирование резко ухудшается – получается мелкий пылевидный продукт. Завершение агрегирования при относительно низких температурах (в начале спекания), как это имеет место в присутствие серы, а также низкое поверхностное натяжение, обусловливают получение мелких зерен, за исключением тех случаев, когда исходный размер частиц уже достаточно велик.

При постоянстве химического состава сырьевых смесей, что, как правило, имеет место на устойчиво работающих цементных заводах, количество и свойства расплава, а также размер частиц перед зоной спекания будут определяться температурным уровнем процесса. Изменяя последний, можно воздействовать на агрегирование зерен клинкера.

Исследования, выполненные на вращающихся печах 5х185 *м*, 4,5х170 *м* и 4х150 *м*, позволили выявить зависимость между расчетной температурой газового потока в зоне спекания и гранулометрическим составом клинкера. Выявленная зависимость представляет собой кривую с ярко выраженным максимумом, то есть существует экстремальная область температур газового потока в зоне спекания, который соответствует наибольший размер зерен клинкера. Как правило, это клинкер узкого гранулометрического состава с преобладающим диаметром зерен 10-12 *мм*.

Перевод печей на работу с рациональными технологическими параметрами позволил нормализовать гранулометрический состав клинкера и улучшить технико-экономические показатели на ряде заводов.

Заключение

Направленное регулирование процессом спекания портландцементных сырьевых смесей может осуществляться путем изменения их химического состава или оптимизацией режимов термической обработки. Различные химические элементы, введенные в состав спекающихся шихт, изменяют кислотно-основное равновесие в образующемся расплаве и, тем самым, вызывают изменение его физико-химических свойств (вязкости, поверхностного натяжения, электропроводности и т.п.), оказывающих решающее влияние на кинетику синтеза минералов и процесса агрегирования мелких частиц обжигаемого материала в зерна клинкера.

Выполненные теоретические исследования подтверждены в промышленных условиях при получении портландцементных клинкеров в мощных вращающихся печах.

Литература

1. Аппен А. А. (1967): Температуроустойчивые неорганические покрытия, стр.61, «Химия», Ленинград.
2. Аппен А. А. (1974): Химия стекла, «Химия», Ленинград.
3. Бутт Ю. М., Тимашев В. В. (1967): Портландцементный клинкер, Стройиздат, Москва.
4. Бутт Ю. М., Тимашев В. В., Осокин А. П. (1976): VI Международный конгресс по химии цемента, т.1, стр. 132, Стройиздат, Москва.
5. Ванюков А. В., Зайцев В. Я. (1976): Теория пирометаллургических процессов, «Металлургия», Москва.
6. Гегузин Я. Е. (1967): Физика спекания, «Наука», Москва.
7. Дерягин Б. В. (1946): ДАН СССР, 51, 357.
8. Евтюхина И. А., Коршикова В. Г., Кунин Л. Л. (1970): Свойства и структура шлаковых расплавов, стр. 107, «Наука», Москва.
9. Есин О. А., Гельд П. В. (1966): Физическая химия пирометаллургиче-

ских процессов, ч.2, «Металлургия», Москва.
10. Есин О. А. (1973): ЖФХ, 47, 8, 2108.
11. Еременко В. Н., Найдич Ю. В., Лаврененко И. А. (1968): Спекание в присутствии жидкой металлической фазы, «Наукова думка», Киев.
12. Еськов А. С., Смакота Н. Ф. (1968): ЖПХ, 41, 6, 1206.
13. Карапетьянц М. Х., Дракин С. И. (1970): Строение вещества, «Высшая школа», Москва.
14. Kingeri W. D. (1959): J. Appl. Phys., 30, 3, 301.
15. Кюне К. (1965): Стеклообразное состояние. Труды IV Всесоюзного совещания, «Наука», Москва.
16. Рояк С. М., Школьник Я. Ш., Орлова Л. А. (1973): ЖПХ, 46, 1, 18.
17. Sun K. H., Silberman A. (1945): Journ. Am. Ceram. Soc., 28, 1, 8.
18. Stegmdier W., Dutzei A. (1948): Glasstechn. Berichte, 18, 11, 297. 18, 12, 353.
19. Сычев М.М., Зозуля П. В. (1967): Труды Государственного Всесоюзного проектного и научно-исследовательского института цементной промышленности, 33, стр. 3, Ленинград-Москва.
20. Сырицкая З. М., Якубик В. В. (1965): Стеклообразное состояние. Труды IV Всесоюзного совещания, «Наука», Москва.
21. Тимашев В. В., Альбац Б. С. (1976): VI Международный конгресс по химии цемента, стр.165, Стройиздат, Москва.
22. Шварцман Л. А., Томилин И. А. (1957): «Успехи химии», 26, №5, 554.
23. Charles R. I (1969): Phys. And Chem. Glasses, 10, №5, 169.
24. Cech B. (1965): «Powdir Met.», 1, 112.

УДК 666.940:061.3

АЛИТООБРАЗОВАНИЕ В ОКСИДНО-СОЛЕВЫХ РАСПЛАВАХ

Совместно с В. В. Тимашевым, В. Г. Акимовым и Е. Н. Потаповой

[В Сб.: Химия и химическая технология силикатных материалов. Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М., 1983. Вып. 128). С.90-98.]

Кинетика алитообразования определяется сочетанием элементов в микрообъемах клинкерного зерна, и процесс интенсифицируется с повышением подвижности клинкерной жидкости, контактирующей с зонами белитового состава. Распределение микроэлементов по фазам зависит от их поверхностной активности в расплаве. В трехкальциевый силикат в большей степени внедряются поверхностно-активные компоненты. В присутствии различных оксидно-солевых систем наблюдается изменение морфологии и дефектности кристаллов, при оптимальном составе комплексов формируются наиболее реакционные формы клинкерных минералов.

Современные представления о процессе алитообразования позволяют охарактеризовать его как совокупность кислотно-основных взаимодействий, протекающих в оксидно-солевых расплавах, основными из которых являются: диффузионное растворение микрокристаллов CaO и C_2S; диффузия ионов Ca^{2+}; O^{2-}; $Si_xO_y^{z-}$ от граней растворяющихся частиц к зонам роста кристаллов C_3S; образование и рост кристаллов C_3S.

Различие в скоростях растворения CaO и C_2S и подвижности кремнекислородных анионов, ионов Ca, Mg, Na и др. приводит к тому, что в клинкерном расплаве образуются области различного химического состава [1]. В зависимости от состава этих областей изменяется лимитирующая стадия процесса алитообразования. В областях с повышенной концентраций ионов кальция и, особенно, Na^+ и K^+, белит интенсивно корродирует и, процесс синтеза C_3S определяется скоростью растворения оксида кальция. В белитовых, более кислых областях, образование C_3S лимитируется скоростью диф-

фузии Ca^{2+} из богатых известью областей расплава к зародышам кристаллов и скоростью растворения C_2S [1,2]. Таким образом, скорость процесса алитообразования зависит как от состава клинкерной жидкой фазы, так и от состава локальных областей, существующих в микрообъемах клинкерного зерна.

Изучение локальной области зерно C_2S + расплав P_1 (состав расплава P_1, масс.%: CaO-57; SiO_2-7,5; Al_2O_3-22,6; Fe_2O_3-12,9) показало, что вокруг зерна C_2S образуется слой жидкой фазы толщиной 6-8 мкм, с составом отличным от исходного (P_1). Методами рентгеновского и химического анализа установлен состав расплава (P_2) в таком слое, масс.%: CaO-55,94; SiO_2-9,23; Al_2O_3-22,17; Fe_2O_3-12,66. Соотношение A/F в расплавах остается постоянным, C/S - снижается, в основном, за счет повышения концентрации кремнезема.

Вязкость (η) отдельно синтезированного расплава, прилегающего к зерну C_2S (P_2), измеренная ротационным методом на электровискозиметре ЭВИ-70 ПМ [3], составляла 0,18 Па·с, что превышает значение η расплава P_1, равного 0,16 Па·с [1] и хорошо согласуется с кислотно-основным равновесием, существующим в клинкерной жидкости. Значение энергии активации вязкого течения возрастает с 364 кДж/моль до 376 кДж/моль, что указывает на незначительное упрочнение анионного каркаса расплава.

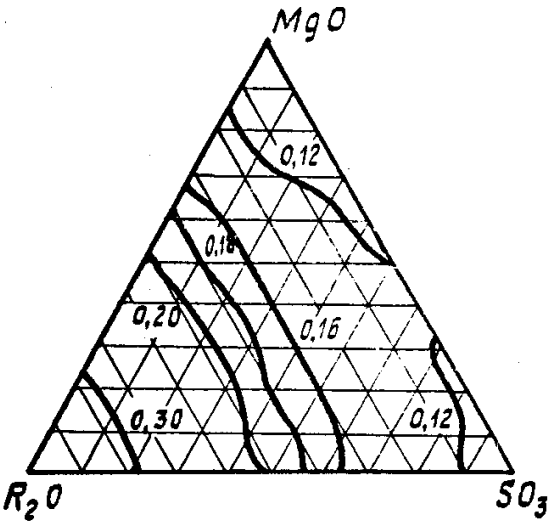


Рис. 1. Изокомы вязкости расплава P_2 в присутствии комплекса R_2O-MgO-SO_3 при 1450 °C

Действие индивидуальных соединений R_2O, MgO, SO_3, F, Cl, P_2O_5 на вязкое течение расплава P_2 аналогично их влиянию на клинкерную жидкую фазу P_1 [1]. При этом изотермы η смещаются в область с повышенными значениями вязкости. Сочетание в расплаве ионов SO_4^{2-}, F или Cl с Na^+ и, осо-

бенно, K^+ вызывает микро- и макроликвацию в клинкерной жидкости. При совместном присутствии в жидкой фазе ионов Na, K и Mg ее свойства не изменяются аддитивно в зависимости от концентрации ионов. В высокощелочных областях системы вязкость возрастает до 1,00-1,65 Па·с (рис. 1). Небольшие концентрации ионов Na и K (до 2 масс. %) могут полностью компенсироваться введением Mg и S. Для данной системы характерна обширная область ликвации. Образующиеся при ликвации солевые расплавы сульфатно-щелочного состава характеризуются в 2-3 раза меньшим поверхностным натяжением, что затрудняет протекание процессов агрегирование материала в зоне спекания и вызывает клинкерное пыление. С повышением концентрации ионов Mg в расплаве растворимость в нем щелочных сульфатов повышается, и его расслоение наступает при больших концентрациях серы и щелочей. Методом математического планирования изучено совместное действие MgO, R_2O и SO_3 на η расплава P_2. Область оптимального состава с минимальной вязкостью лежит в интервале: R_2O 0-1,5 масс. %, MgO 4-5 масс.%, SO_3 4-5 масс. %. Повышение указанных соотношений между оксидами приводит к увеличению η, обусловливающему рост толщины пограничного слоя вокруг растворяющейся частицы. Вследствие этого затрудняется диффузия с поверхности твердого тела и уменьшается скорость растворения C_2S.

Во фтор- и хлорсодержащих соединениях и, особенно, в различных смешанных оксидно-солевых системах, ликвационные явления наблюдаются при более низких концентрациях элементов. Введение фторида или хлорида кальция в силикатный расплав в количестве 2-3 масс.% приводит к снижению вязкости в 1,5-2 раза, а введение смесей $CaC1_2$-$CaSO_4$, CaF_2-$CaSO_4$, CaF_2-$CaC1_2$ до 1,5-2 масс.% вызывает повышение подвижности клинкерной жидкости в 10-15 раз и снижение энергии активации вязкого течения в 3-5 раз. Соответственно ускоряются и процессы минералообразования.

Таким образом, в локальной области C_2S + расплав P_1 вокруг зерен бе-

лита образуется вязкий пограничный слой расплава P_2, тормозящий растворение кристаллов. Введение в расплав оксидно-солевых систем существенно снижает вязкость жидкой фазы и, тем самым, интенсифицирует процесс растворения белита и алитообразования в целом. В большинстве случаев сочетание элементов более эффективно, чем индивидуальных соединений при абсолютных концентрациях тех и других [4]. Это позволяет в 1,5-2 раза уменьшить концентрацию катализатора при использовании комплексных оксидно-солевых расплавов в качестве реакционной среды для синтеза C_3S.

Скорость взаимодействия области оксида кальция с белитовой областью лимитируется диффузией ионов кальция. Однако в различных областях скорость диффузии ионов изменяется и определяется составом расплава. Между зернами CaO-C_2S, CaO-C_3S, CaO-C_2S-C_3S образуются зоны расплава, обогащенные Ca^{2+}, в которых зарождаются кристаллы C_3S. Зонально расположенные расплавы, характеризующиеся концентрационными градиентами и разными кислотно-основными свойствами, при соприкосновении обмениваются на границе раздела ионами, стремясь к равновесному составу. При больших объемах расплава усреднению их состава способствует конвекция, но в тонких капиллярах и пленках перенос вещества осуществляется только за счет диффузии. Сохранение в зернах клинкера неодинаковых по составу объемов расплава - метастабильная микроликвация, и наличие ликвационных жидкостей приводит к выделению твердых фаз, находящихся в равновесии с этими жидкостями. Кинетика процесс а алитообразования была оценена по значениям эффективных коэффициентов диффузии иона Ca^{2+} (D_{Ca}) на межфазной границе локальных объемов CaO+ P_1 (*А*) - C_2S+P_1 (*Д*); CaO+C_2S+P_1 (*В*) - C_2S+P_1; CaO+C_3S+P_1 (*С*) - C_2S + P_1. Для этого были составлены модельные системы, которые взаимосвязаны между собой. Составы систем приведены в табл. 1.

В системы *А*, *В* и *С* вводили CaO, меченный β- активным изотопом Ca^{45}. После диффузионного обжига при 1400 и 1450 °С с различной изотер-

Таблица 1

Система	Состав, масс.%			
	CaO	C_2S	C_3S	P_1
А	70	-	-	30
В	40	30	-	30
С	40	-	30	30
Д	-	70	-	30

мической выдержкой определялось распределение Са по глубине образцов и по уравнению Фика для диффузии в полубесконечное пространство рассчитывали значение эффективного D_{Ca}. С увеличением времени изотермического спекания вследствие уплотнения структуры спека происходит снижение D_{Ca} (табл. 2).

Наибольшее значение D_{Ca} наблюдается для системы *А-Д*, что объясняется отсутствием химического взаимодействия в системе *А*. В системе *В* параллельно с диффузией иона Ca^{2+} из диска *В* в *Д* идет образование C_3S в самой системе *В*, и это снижает глубину проникновения Ca^{2+} через межфазную границу, уменьшая, тем самым, значение вычисленного D_{Ca}. Значение эффективного коэффициента диффузии нона Ca^{2+} в рассмотренных системах

Таблица 2

Значение эффективных коэффициентов диффузии

Система	1400 °С $D \cdot 10^9$, м^2/с			1450 °С $D \cdot 10^9$, м^2/с		
	10	20	30	10	20	30
А-Д	1,44±0,02	1,30±0,01	1,20±0,02	2,82±0,02	2,56±0,01	2,36±0,02
В-Д	0,53±0,01	0,44±0,02	0,36±0,01	2,41±0,01	2,01±0,02	1,75±0,01
С-Д	1,39±0,01	1,23±0,01	1,12±0,01	1,12±0,01	2,43±0,02	2,19±0,03
А по [1]	-			5,31		

практически в 2 раза меньше D_{Ca} в клинкерной жидкой фазе, что обусловлено, главным образом, протеканием реакции алитообразования, а также извилистостью диффузионного пути и влиянием поверхности твердых частиц при диффузии в тонких капиллярах.

При модифицировании клинкерной жидкой фазы различными элементами изменяется вязкость расплава, что приводит к изменению D_{Ca} и, следовательно, скорости распространения зоны C_3S. Влияние вида расплава изучали на модельной системе *А - Д*. Расплав P_1 модифицировали двумя комплексами CaF_2-$CaSO_4$. (при соотношении 50:50 мол. %) и R_2O-MgO-SO_3 (R_2O: MgO:SO_3 = 1:11:8). Так, при введении 3 масс.% R_2O-MgO-SO_3 вязкость расплава снижается с 0,16 (для исходного P_1) до 0;11 Па·с и до 0,02 Па·с при введении 2 масс.% CaF_2-$CaSO_4$, а значения D_{Ca} возрастают, соответственно, до $4{,}1\cdot10^{-9}$ И $21{,}3\cdot10^{-9}$ $м^2/с$, подчиняясь закономерности Стокса-Эйнштейна $D \cdot \eta = const$.

Кинетика расширения зоны C_3S на контакте локальных систем *А* и *Д* выражается параболической зависимостью (рис. 2):

$$X = K / \eta \cdot \sqrt{\tau},$$

где: X - ширина зоны C_3S, м; τ - время, с; η - вязкость жидкой фазы, Па·с; *К* – константа, зависящая от свойств реагентов.

Для систем *В-Д* и С-*Д* характерны аналогичные зависимости. Подобная функция $X = K \cdot \sqrt{\tau}$ ранее была установлена Ехансеном [5,6]. Присутствие в расплаве элементов, повышающих η (например, R_2O) замедляет рост слоя C_3S вокруг зерен CaO. В маловязкой клинкерной фазе в присутствии различных оксидно-солевых систем процесс алитообразования ускоряется, что дет к интенсивному росту X (рис.2).

Получены экспериментальные данные (рис.3), свидетельствующие об увеличении содержания свободного оксида кальция с ростом вязкости клинкерной жидкой фазы, которые описываются уравнением:

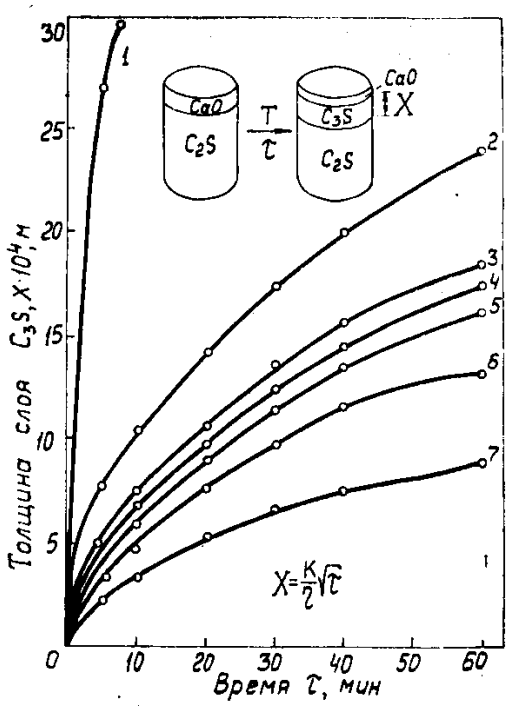


Рис. 2. Рост слоя алита во времени в модифицированных расплавах:
1 – CaF_2+$CaSO_4$; 2 – F;
3 – MgO+R_2O+SO_3; 4 – SO_3;
5 – MgO; 6 – б/д; 7 – R_2O

$$C = a + E / b(\eta - d)^{1.71}, \qquad (2)$$

где C - содержание $CaO_{своб}$, масс. %;

a, b, d - постоянные (a=0,03; b=6,6 моль/кДж; d=0,11 Па·с);

E - энергия активации процесса растворения CaO (E=264 кДж/моль); η - вязкость расплава (η > 0,11 Па·с).

Эти данные хорошо подтверждается кинетическими зависимостями, отражающими влияние дисперсности частиц CaO и C_2S и вида расплава на процесс алитообразования в системе CaO (14,83 масс.%) – C_2S (55,17 масс.%) - расплав (30 масс.%). Процесс синтеза алита в данной системе удовлетворительно описывается уравнениями Р.Кондо и Ерофеева-Колмогорова, что свидетельствует о диффузионном механизме процесса алитообразования.

В реальных сырьевых смесях механизм процесса алитообразования изменяется в зависимости от дисперсности карбонатного компонента. При использовании мелкокристаллического известняка и достаточной степени гомогенизации сырьевой смеси механизм процесса соответствует модели Яндера, а кинетика реакции в сферических координатах описывается уравнением Гинстлинга-Броунштейна.

В клинкерном зерне образуются области белита, объем которых более чем в 3 раза превышает объем исходных зерен SiO_2, и вокруг них равномерно распределяется оксид кальция. Процесс синтеза контролируется диффузией образовавшихся при растворении CaO ионов Ca^{2+} и O^{2-} в зоны расплава с по-

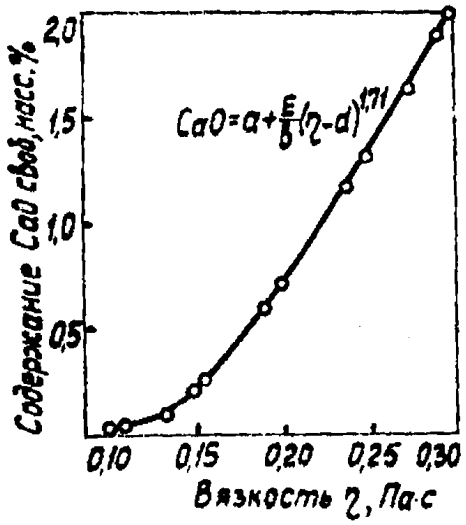


Рис. 3. Влияние вязкости расплава на кинетику связывания оксида кальция

вышенной кислотностью.

В случае крупнокристаллического известняка, при жидкофазном спекании клинкера, реализуется модель Баррера [7]. В зерне клинкера формируются области, обогащенные CaO, при достаточно равномерном распределении кристаллов белита. Для данной системы характерно появление диффузионной границы вокруг скоплений кристаллов оксида кальция. Процесс в этом случае лимитируется взаимодействием CaO с расплавом. Кристаллы алита растут в направлении белитовых зон, поглощая их, а на участках скоплений CaO остаются поры. При этом возможно образование ненасыщенной алитовой фазы с понижением C/S.

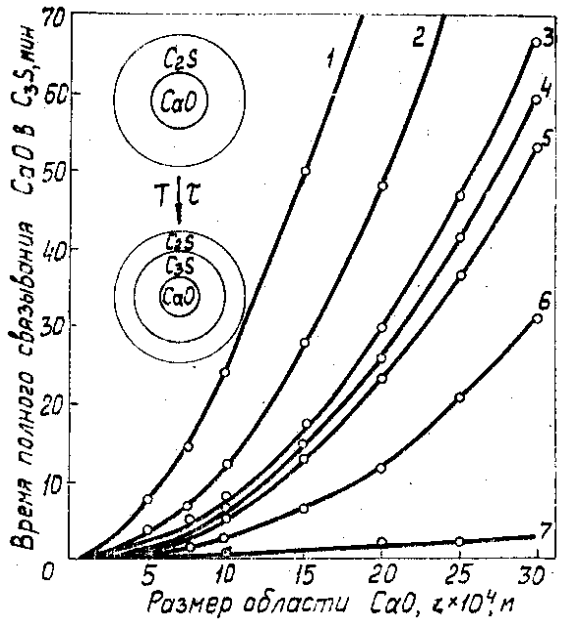


Рис .4. Влияние среднего размера области оксида кальция на продолжительность алитообразования в расплавах, содержащих различные элементы:
1 - R_2O; 2 – б/д; 3 - MgO; 4 - SO_3;
5 - MgO+ R_2O+SO_3; 6 - F; 7 - CaF_2+$CaSO_4$;

Описывая процесс алитообразования с помощью модели Баррера, рост слоя алита, схематически представленный на рис. 4, вокруг области оксида кальция может быть выражен уравнением:

$$X_{сф} = \sqrt[3]{3r^2 \cdot K / \eta \cdot \sqrt{\tau} + r^3} - r, \quad (3)$$

где $X_{сф}$ - ширина зоны C_3S вокруг области CaO, м; r - начальный размер (радиус) области CaO, м; K - константа из уравнения (1); η - вязкость жидкой фазы, Па·с; τ - время реакции; с. Однако из анализа соотношения CaO и C_2S в

локальном объеме, размер зоны C_3S не может превышать $X'_{сф}$, определяемого соотношением:

$$X'_{сф} = r \cdot \sqrt[3]{\frac{(1-\alpha_{CaO}) \cdot M_{C_2S} \cdot \rho_{CaO}}{(1-\alpha_{C_2S}) \cdot M_{CaO} \cdot \rho_{C_2S}} + 1}, \qquad (4)$$

где M - молекулярная масса, моль;

ρ - плотность, кг/м^3; α_{CaO} - содержание расплава в области CaO, доли ед.,

α_{C_2S} - содержание расплава в области C_2S + P_2, доли ед.

Совместное решение уравнений (3) и (4) позволяет определить необходимую продолжительность спекания для полного усвоения области оксида кальция радиусом r:

$$\tau = K \cdot \eta^2 \cdot r^2 \left[\left(\sqrt[3]{\frac{(1-\alpha_{CaO}) \cdot M_{C_2S} \cdot \rho_{CaO}}{(1-\alpha_{C_2S}) \cdot M_{CaO} \cdot \rho_{C_2S}} + 1} + 1 \right)^3 - 1 \right]. \quad (5)$$

Модифицирование клинкерной жидкой фазы микроэлементами или их сочетаниями существенно ускоряет связывание оксида кальция в C_3S (рис. 4). Так при снижении вязкости расплава с 0,16 до 0,04 Па·с размер области CaO, полностью перешедший в течение 30 мин в алит, возрастает с 160 до 300 мкм.

При реализации модели Баррера скорость алитообразования замедляется, что обусловливается образованием крупных кристаллов C_3S. При ускорении процесса за счет повышения интенсивности нагрева [8] и дисперсности компонентов [9], а также при снижении вязкости расплава формируется мелкокристаллическая структура клинкера, способствующая получению высокомарочных цементов. При формировании алитовой фазы в результате протекающих процессов растворения и кристаллизации непрерывно изменяется элементный состав расплава. Важное значение имеет поступление и выход из клинкерной жидкости при кристаллизации твердых растворов C_3S ионов Na^+, K^+, SO_4^{2-}, Mg^{2+}, F^-, Cl^-, Mn^{3+} и др. В процессе алитообразования концентрация некоторых модификаторов уменьшается. Это наблюдается для ионов

с высокой поверхностной активностью и подвижностью в клинкерной жидкости, например Na, K, S. В этом случае концентрация модификаторов в центре кристаллов C_3S выше, чем в периферийных слоях. Поверхностно-инактивные элементы, например Mg, Ba, Ti, Mn и др. в процессе растворения C_2S и кристаллизации C_3S накапливаются в жидкой фазе, что обусловливает их более высокую концентрацию в пограничных областях кристалла. В результате в центре кристаллов стабилизируется одна модификация, например M_I в присутствии Mg^{2+}, а в их периферийной части другая – M_{III} [10]. В целом же в алите в большей степени растворяются поверхностно-активные компоненты, а малоактивные концентрируются в алюмоферритной фазе.

При повышенном содержании MgO и щелочей наиболее часто в клинкере образуется моноклинная модификация алита (M_I) в сочетании с тетрагональным C_3A. Цементы на основе таких клинкеров характеризуются пониженной активностью. Однако при определенных условиях MgO может стабилизировать M_{II} и даже тригональную форму алита, которая, наряду с кубическим C_3A, образуется при избыточном содержании SO_3 по отношению к щелочам. В этом случае цементы имеют высокую прочность. Аналогичное явление наблюдается и для других модификаторов. Для повышения качества портландцемента следует создавать условия для стабилизации в клинкере триклинной модификации алита или кристаллов с зональным строением, поскольку в этом случае переходная область характеризуется повышенной дефектностью и гидратационной активностью. Внедрение ионов модификаторов в кристаллическую решетку различных фаз портландцементного клинкера способствует образованию дополнительного количества дефектов в структуре минералов [11,12]. Как было установлено, плотность дислокаций в алите изменяется от $3{,}0\cdot10^{12}$ до $4{,}1\cdot10^{14}$ $м^{-2}$ в зависимости от концентрации и химической природы внедряющегося элемента. В результате замещения ионов Ca^{2+} и Si^{4+} на ионы микродобавок Mg, Ba, Zn, Mn, Na, Al, Ti и S происходит увеличение концентрации электронных парамагнитных центров на кисло-

родных вакансиях от $1{,}3\cdot10^{21}$ до $1{,}0\cdot10^{22}$ кг$^{-1}$. Концентрация дырочных центров на вакансиях атомов кальция увеличивается от $1{,}6\cdot10^{21}$ до $2{,}1\cdot10^{22}$ кг$^{-1}$ при замещении ионов Si^{4+} на S^{6+}, Ti^{4+} и Al^{3+}. В кристаллах минерала образуются свободные носители заряда, причем дырочный тип проводимости изменяется на электронный при внедрении ионов Fe^{2+}, Fe^{3+}, Co^{2+}, Ni^{2+} в структуру кристаллов C_3S. Внедрение ионов Mg^{2+}, Ba^{2+}, Cd^{2+}, Al^{3+}, Cl^{-}, F^{-} в кристаллическую решетку C_3S приводит к увеличению концентрации дырок до 10^4 раз, что существенно превышает количество образующихся вакансий атомов Ca, Si и O.

Учитывая зональное строение алита в промышленных клинкерах, закономерно предположить, что увеличение концентрации дефектов в центре кристаллов вызвано распределением, главным образом, поверхностно-активных элементов, а в периферийной части - поверхностно-инактивных. Поскольку количество ионов с высокой поверхностной активностью и подвижностью в клинкерной жидкости ограничено, то концентрация дислокаций, вакансий и т. д. по границам кристаллов преобладает, что, несомненно, оказывает влияние на гидратационную активность минерала, причем наиболее существенное в начальные сроки.

Комплексные исследования реакционной способности алитов методами ядерного магнитного резонанса, микрокалориметрии и рентгеновского фазового анализа позволили установить изменение длительности отдельных стадий гидратации минерала в зависимости от дефектности его структуры [13]. Внедрение ионов Mg^{2+}, Ba^{2+}, Cd^{2+}, Ti^{4+} и др. вызывает уменьшение длительности I и II стадий на 5-40 и 10-80% соответственно, причем длительность ранних стадий гидратации тем меньше, чем больше соотношение между концентрацией свободных носителей заряда и плотностью дислокаций на поверхности кристаллов. Увеличение отношения C/S приводит к увеличению длительности индукционного периода на 20-35% по сравнению с минералом стехиометрического состава. Уменьшение длительности

начальных стадий гидратации минерала вызвано ускорением образования и последующим разрушением пленки первичных гидратов на активных центрах поверхности зерен алита, концентрация которых увеличивается в кристаллах с микродобавками. Скорость перехода ионов Ca^{2+}, OH^-, Mg^{2+}, Ba^{2+}, Cd^{2+} и т. д. в раствор возрастает при увеличении концентрации точечных дефектов, приходящихся на каждую дислокацию на поверхности частиц алита. При высокой скорости образования гидрата его структура, очевидно, наиболее дефектна и менее устойчива. Кроме того, жидкая фаза интенсивно пересыщается Ca^{2+} и OH^-, следовательно, возможно образование большего количества кристаллов гидратов, которые при достижении определенных размеров разрушают менее прочную гидратную пленку, в результате чего сокращается длительность индукционного периода. Степень гидратации алитов также зависит от концентрации дефектов (главным образом, дислокаций и свободных носителей заряда), возникающих в результате внедрения ионов микродобавок в решетку минерала, и превышает эталонную в 2-16 раз на ранних стадиях гидратации.

Таким образом, для интенсификации процессов минералообразования, оптимизации структуры и свойств портландцементного клинкера процесс синтеза его следует проводить в соответствии с моделью Яндера (но не Баррера) при гомогенном распределении или избирательном введении катализаторов-модификаторов, повышающих подвижность клинкерной жидкости, наводящих дефекты в структуре кристаллов и способствующих формированию наиболее реакционноспособных модификационных и морфологических форм клинкерных минералов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутт Ю. М., Тимашев В. В., Осокин А. П. VI Международный конгресс по химии цемента. - М.: Стройиздат, 1976, т. 1, с. 132 - 151.
2. Хроми С. VI Международный конгресс по химии цемента. - М.: Стройиздат, 1976, т. 3, с. 268 – 273.

3. Бутт Ю. М., Тимашев В. В., Осокин А. П. - Тр. Международного съезда по стройматериалам и силикатам. - Веймар: 1973, с. 55 – 74.
4. Сычев М. М., Зозуля П. В. Цемент, 1966, .№ 4, с, 5-7; - Тр. НИИЦемент, 1967, № 33, с. 3 – 11.
5. Christensen N. H., Jepsen O. L., Jahansen V. Cem. And Concur. Res., 1978, № 6, p. 693 – 702.
6. Christensen N. H., Simonsen K. A. J. Amer. Ceram. Soc., 1970, 53, № 7, p. 361 – 364.
7. Barrer R. M. Phil. Mag., 1944, 35, .№ 12, p. 802.
8. Ono J. VII International Congress on the Chemistry of Cement.-Paris, 1980, v. 2, p. 1/206 – 212.
9. Chromy S. VII International Congress on the Chemistry of Cement.-Paris, 1980, v. 2, p. 1/56 – 61.
10. Maki I., Ogiwara T., Chromy S. Cemento, 1981, 81, № 2, p. 53 – 60.
11. Timashev V. V. Akimov V. G. VII International Congress on the Chemistry of Cement.-Paris, 1980, v. 2, p. 203 – 207.
12. Тимашев В. В., Акимов В. Г. Тез. докл. Всесоюзного симпозиума по кристаллохимии и фазовым соотношениям в силикатных и окисных системах. – Л.: 1978, с. 32 – 33.
13. Акимов В. Г. Автореф. дисс. канд. техн. наук. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1980. – 16 с.

УДК 666.9.015.22

НОВОЕ О ПРОЦЕССАХ КЛИНКЕРООБРАЗОВАНИЯ

Совместно с Б. С. Альбацем

[Цемент. Специальный выпуск. I Международное (IX Всесоюзное) совещание по химии и технологии цемента. г. Москва, 1996 г. С. 20 – 26.]

Реферат *Обзорная статья освещает вопросы влияния химико-технологических факторов на процессы клинкерообразования. Делается вывод о необходимости нового аппаратурного оформления технологического процесса для обеспечения физических и химических параметров сырьевой смеси и системы технологического контроля.*

Summary *The article is a review of the problems of influence of chemical and technological factors on clinker formation processes. Necessity is urged of a new apparatus arrangement of the technological process to ensure the required physical and chemical parameters of the raw mix and the proper functioning of the technological control system.*

Процессы клинкерообразования по-прежнему привлекают к себе пристальное внимание ученых и производственников. При этом решаются, по меньшей мере, три основные задачи: обеспечение высокого качества клинкера, позволяющего снизить его долю в составе цемента; уменьшение энергозатрат в процессе клинкерообразования; использование вторичных ресурсов в составе сырья и топлива без ущерба для окружающей среды. Оптимальное решение всех задач предполагает более совершенное аппаратурное оформление процессов клинкерообразования.

Среди основных факторов, предопределяющих эффективность этих процессов, следует, в первую очередь, упомянуть следующие; требования к исходным сырьевым материалам и сырьевым смесям (гомогенность, дисперсность, химико-минералогический состав), условия синтеза конечных

клинкерных фаз, кинетику процессов. Перечисленные факторы не исчерпывают всего спектра явлений в процессе клинкерообразования, но именно им в последние время уделяется повышенное внимание в рамках решения перечисленных выше задач.

В последние годы значительно расширился ассортимент сырьевых материалов для производства цемента как природного, так и искусственного происхождения [1-18], что было продиктовано необходимостью ресурсо- и энергосбережения. Вместе с тем обострились вопросы, связанные с переработкой этих материалов в цементном производстве. В разных странах стали вырабатываться технические требования к цементному сырью, учитывающие, с одной стороны, технологически полезные свойства входящих в него соединений, а с другой - их экологически допустимые концентрации.

Так, в Германии рекомендована классификация вторичных сырьевых материалов, пригодных для использования в ограниченных количествах и при определенных условиях в производстве цемента [2]. Туда входят известьсодержащие отходы, литейные пески, золы, шлаки, отходы переработки нерудных материалов, огарки, фторсодержащие материалы. Во многих странах учитывают содержание в сырьевых материалах таких элементов, как цинк, хром, фосфор, фтор, натрий, калий. Особо жесткие требования предъявляются к материалам, содержащим токсичные элементы из серии тяжелых металлов, обладающие повышенной летучестью: кадмий, ртуть, таллий, мышьяк, кобальт, никель, селен, торий, а также к эмиссии диоксидов углерода, серы и оксидов азота. Указанные ограничения должны учитываться при выборе цементного сырья и анализе процессов их термической обработки.

В настоящее время в России разработаны технические требования к цементному сырью, учитывающие современный уровень знаний, состояние сырьевой базы, высокие требования к качеству цементов, энерго- и ресурсосбережению, а также экологию. Этот документ представляет собой систему тестов, характеризующих требования, обусловленные рациональным исполь-

зованием сырья, качеством клинкера, интенсификацией процессов, экономией топливно-энергетических ресурсов, экологией, выбором способа производства и технологии переработки сырья. Наряду с конкретными значениями физических и химических характеристик практически по всем видам используемого сырья и сырьевых смесей в технических требованиях приводятся рекомендации по рациональному и эффективному использованию сырья.

Гомогенность сырьевой смеси. Фактор гомогенности изучался давно и ранее оценивался, главным образом, по степени мергелизации карбонатного компонента. С вовлечением в производство известняков различной степени кристалличности, закарстованности, химической неоднородности, а также запесоченных глин, глинистых сланцев, различного рода заменителей кремнеземсодержащего компонента (шлаки, золы, базальты, горелые породы, опоки, отработанные пески и др.), вследствие больших различий в их размалываемости, концентрация основных клинкерообразующих оксидов в отдельных фракциях сырьевой смеси достигает подчас полярных значений, что замедляет диффузионные процессы на стадии твердофазового взаимодействия и формирования алита в присутствии расплава. Так, при сопоставлении значений КН фракций более 125; 90... 125; 63...90; 32...63 и менее 32 мкм сырьевых смесей из различных материалов установлено [19], что чем больше КН отдельных фракций отличается от среднего значения для всей смеси, тем хуже ее спекаемость. Поскольку промышленные сырьевые смеси на 70...90% состоят из частиц размером менее 40 мкм, целесообразно оценивать спекаемость смесей по разнице абсолютных значений CaO и SiO_2 во фракции менее 40 мкм и средними для всей смеси: [CaO_{-40} – $CaO_{с.см.}$] и [SiO_{2-40} – $SiO_{2с.см.}$] [20]. Каждый из этих критериев не должен превышать 1%, чтобы обеспечить удовлетворительное спекание на стадии твердофазового синтеза, повышенную константу скорости алитообразования в условиях жидкофазового спекания и повышенное на 5...7% содержание алита в клинкере. При этом более заметное влияние указанных критериев на стадии жидкофазового спекания

объясняется более равномерным распределением белита в спеке и уменьшением, вследствие этого, диффузионного пути ионов кальция к участкам растворения белита в расплаве.

В клинкерах промышленного производства практически всегда наблюдаются области неравномерного распределения минералов и различия в их микроструктуре [21]. Это объясняется тем, что вследствие химической неоднородности исходной сырьевой смеси поля кристаллизации твердой фазы C_2S, находящейся в равновесии с жидкой фазой, отделены от полей кристаллизации CaO областями, содержащими алит в расплаве. Непосредственно в процессе обжига могут появиться такие факторы, влияющие на неоднородность состава и структуры клинкера, как появление в оксидном расплаве микрообъемов сульфатно-щелочного или галогенсодержащего состава [22], вследствие рецикла материальных потоков в печах, особенно сухого способа, или присадки золы топлива, агломерация частиц обжигаемого материала в присутствии расплава [23], колебания скорости нагрева материала и температуры обжига [24, 25].

В присутствии высокоподвижного оксидного расплава или при наличии в нем зон галогенсодержащего состава скорость растворения CaO в расплаве превышает скорость растворения C_2S, и алит кристаллизуется в областях, близких к последнему, иногда захватывая его кристаллы. Впоследствии это может приводить к разрушению кристаллов алита из-за деформативных напряжений, вызванных гетеровалентным замещением малоразмерными ионами Al^+ и Fe^+ более крупных ионов Ca в поверхностном слое кристалла алита [26].

При ликвации оксидного расплава с появлением зон сульфатно-щелочного состава кристаллы белита резорбируются и быстро растворяются, скорость же растворения CaO низкая. Формирование алита затруднено, клинкер характеризуется крупнокристаллической структурой. Поддержание в сырьевой смеси соотношения $MgO / (SO_3 + K_2O)$ на уровне не менее 2-2,3

позволяет практически полностью исключить возникающую неоднородность.

В процессе агломерации частиц в зоне спекания межчастичные участки обогащены расплавом, в результате чего кристаллы алита, расположенные в них, имеют относительно больший размер.

Колебания температуры обжига и скорости нагрева, свойственные промышленным вращающимся печам, обусловливают различие в скорости зародышеобразования и роста кристаллов алита, приводя к неравномерности в структуре клинкера, а также к зональному строению самих кристаллов алита. Зональное строение характеризуется наличием в поверхностных и внутренних объемах кристалла разных модификаций, M_I или M_{III}, градиентом концентраций примесей и различной степенью дефектности [27].

Дисперсность. Этот фактор следует рассматривать как совокупное проявление эффекта роста поверхностной и внутренней энергии вещества, поскольку процесс измельчения стимулирует оба эти эффекта. Важную роль играет удельная поверхность, соотношение различных фракций в сырьевой смеси, их химический состав, степень активации частиц. Оптимальное сочетание всех этих элементов позволяет обеспечить максимально развитую поверхность между реагирующими частицами, обладающими высоким запасом внутренней энергии.

Данные статистической обработки дисперсных характеристик большого количества промышленных сырьевых смесей дали следующие результаты [19]. Колебания SiO_2 в крупных фракциях составляют 0,1...40% (более 200 мкм) и 2...45% (более 80 мкм). Колебания CaO соответственно 18...54 и 25...54%. Малые составляющие распределены более равномерно. При снижении доли SiO_2, вносимого в смесь фракцией более 200 мкм, до значения менее 0,1%, а фракцией более 80 мкм - менее 0,5%, реакционная способность смесей повышается. При малом (менее 0,5%) содержании SiO_2 во фракции более 80 мкм степень завершенности твердофазовых реакций прямо пропор-

циональна удельной поверхности смеси, определяемой методом низкотемпературной адсорбции азота. С увеличением содержания SiO_2 зависимость принимает экстремальный характер с оптимумом 10... 12 $м^2/г$. Это обусловлено переизмельчением карбонатного компонента при сверхтонком измельчении и уменьшением степени равномерности распределения зернового состава смеси (n), определяемого из уравнения Розина – Раммлера. В свою очередь, зависимость степени завершенности твердофазовых реакций от «n» носит экстремальный характер с оптимумом «n», близким к единице. При этом достигается максимально плотная упаковка частиц и, следовательно, наиболее развитая контактная поверхность между потенциальными реагентами, сокращающая пути диффузии.

Сопоставление процессов клинкерообразования при спекании конкретных заводских смесей, различающихся химико-минералогическим и дисперсным составом, представлено в табл. 1.

Уменьшение доли SiO_2, вносимого в смесь крупными фракциями, интенсифицирует как твердофазовое, так и жидкофазовое спекание и тем больше, чем больше градиент SiO_2 в грубо- и тонкомолотой смеси. Увеличение содержания алита в тонкомолотых смесях обусловлено снижением соотношения C/S в силикатах и взаимодействием не вошедшего в твердые растворы CaO с белитом. Смещение состава алюмоферритной фазы в более алюминатную область свидетельствует о возможности дополнительного образования алита за счет оксида кальция, появляющегося при термическом разложении C_3A. Более тонкое измельчение кремнеземсодержащего компонента приводит не только к уменьшению размера частиц, но и к изменению структуры минералов, к ослаблению связи гидроксила с алюмосиликатным каркасом, к аморфизации кремнезема. При этом экзоэффект белитообразования на кривых ДТА фиксируется при пониженной на 20...30 °С температуре [20].

Механоактивация частиц сырьевой смеси при измельчении способствует накоплению внутренней энергии за счет повышенной концентрации

Таблица 1

Наименование и характеристика сырьевой смеси			Сырьевые компоненты	Характеристика дисперсности сырьевой смеси			$K_{yc}^{mфc}\cdot$ $\cdot 10^{-6}$	$CaO_{своб}$ в клинкере, масс. %		$K_{C_3S}\cdot$ $\cdot 10^{-4}$	C_3S в клинкере, масс.% (РФА)		C/S в клинкерных фазах		Состав АФ-фазы в клинкере, 1410 °С (МРСА)
КН	n	p		$[0,01\cdot R_{008}\cdot SiO_2]$, масс.%	d, мм	n		1350 °С	1410 °С		1350 °С	1410 °С	C_3S	C_2S	
невьянская			кристаллический известняк, глина	2,99	35	0,90	0,6	4,23	3,30	1,20	41	46	3,65	2,68	C_6AF_2
0,92	1,8	1,0		0	26	0,85	3,6	2,77	0,41	2,00	53	56	3,15	2,49	C_4AF
спасская			органогенный известняк, глина	1,10	32	0,80	2,9	4,17	2,40	2,13	46	48	3,60	2,64	C_4AF
0,97	1,9	1,6		0	20	0,90	3,9	0,81	0,10	3,00	52	54	3,40	2,50	C_6A_2F

Примечание. В табл. 1 приняты следующие обозначения:

$[0,01\cdot R_{008}\cdot SiO_2]$ – доля SiO_2, вносимого в смесь остатком R на сите 008;

d и n – соответственно, размер частиц и степень равномерности распределения зернового состава по уравнению Розина-Раммлера;

$K_{yc}^{mфc}$ – коэффициент скорости усадки при твердофазовом спекании, характеризующий степень завершенности этого процесса, по [20];

K_{C_3S} – константа скорости алитообразования в диапазоне температур 1320-1440 °С (по Кондо);

C/S – отношение CaO/SiO_2 в клинкерных фазах по данным микрорентгеноспектрального анализа (МРСА)

дефектов [28-30]. Так, при интенсивной обработке с ударно-сдвиговым характером разрушения энергия активации процесса декарбонизации снижается почти в два раза, содержание $CaO_{связ.}$ в процессе синтеза C_2S при 1000 °С повышается с 55 до 70...80%, ускоряется усвоение $CaO_{своб.}$ при жидкофазовом спекании. Причиной этому является уменьшение размеров блоков микрокристаллитов и роста микроискажений кристаллической решетки твердых тел.

Диспергация сырьевой смеси с помощью высококачественного гидравлического удара и кавитации приводит к изменению параметров кристаллической решетки твердых тел (известняк, глина), повышению реакционной способности отдельных компонентов и смеси в целом примерно на 30%, обеспечивает увеличение на 5...8% содержание алита в клинкере. Механоактивация сырьевой смеси белого клинкера позволяет снизить температуру обжига на 200 °С и избежать появления кластеров из ионов железа, снижающих белизну [31].

Состав обжигаемого материала

В современной цементной технологии просматриваются две тенденции, имеющие общую цель – энергосбережение. Первая – получение высокоалитового клинкера, обладающего высокой гидратационной активностью, с последующим разбавлением его минеральными добавками при помоле цемента. Вторая – получение малоэнергоемкого клинкера с характеристиками, близкими к рядовому. Очевидно, что оптимальным вариантом является сочетание обеих тенденций. В настоящем обзоре рассматривается проблема синтеза малоэнергоемких и, в первую очередь, низкоосновных клинкеров.

Известно, что теоретически возможная экономия теплоты при снижении КН сырьевой смеси на 0,1 составляет около 3,5% от общего расхода теплоты при сухом способе производства или около 2% – при мокром способе [32]. Поскольку этот расчет основан только на изменении расхода теплоты клинкерообразования, то в практических условиях обжига можно ожидать

большей экономии за счет уменьшения температурного уровня процесса и, следовательно, некоторого снижения потерь теплоты в окружающую среду, с отходящими газами и с клинкером. Вместе с тем нельзя не отметить скептического взгляда на данную проблему [3].

Наиболее распространенный прием при получении белитовых клинкеров – термохимическая стабилизация более активной высокотемпературной модификации ά-C_2S, обладающей высокой степенью ионности связи Ca-O (97 против 87 для β-C_2S) и повышенной дефектностью кристаллической решетки. Термохимическая стабилизация достигается резким охлаждением клинкера (более 1000 град/мин в интервале 1300...900 °C) и введением в сырьевую смесь оксидов бария, серы, щелочей, марганца, а также комплексов $R_2O+Al_2O_3+Fe_2O_3$; $MgO+Mn_2O_3+Al_2O_3+Fe_2O_3$ и др.[33-36].

В ряду активных белитовых клинкеров находится и сульфоалюминатный клинкер, где носителем прочности наряду с ά-C_2S выступает и C_4A_3S, причем в ранние сроки твердения без предварительного резкого охлаждения [34]. Аналогичны в этом отношении и сульфоферритные и сульфоалюмоферритные клинкера, имеющие пониженный коэффициент насыщения [22, 27].

В последнее время установлено также [38], что переходу β → α-C_2S способствует пересыщение решетки белита оксидом кальция, начиная с C/S =2,14 и более. При этом повышается гидратационная активность вяжущего на его основе. Согласно [39], с увеличением в решетке безводного минерала объемной концентрации ионов кальция гидратационная активность силикатов и алюминатов кальция возрастает. Стабилизация α-C_2S в белитовых клинкерах повышает их гидратационную активность до уровня 50...60 МПа, тем не менее, размалываемость таких клинкеров и ранняя прочность цементов на их основе остается низкой [3].

Работами Л.Г. Судакаса [40], Е. А. Мясниковой [41] была сформулирована концепция целесообразности создания максимально неравновесных условий синтеза белитовой фазы, исключающих ее рекристаллизацию, отрица-

тельно влияющую на дальнейший ход процессов клинкерообразования. Это отчетливо проявляется в базальтсодержащих смесях с КН =0,8....0,85, в которых значительное количество белита формируется в присутствии расплава.

Упомянутая концепция получила дальнейшее развитие в работах, проведенных совместно учеными «НИИцемента», «Гипроцемента» и РХТУ им Д. И. Менделеева, часть которых опубликована [20,42,43]. Исследования проводились на сырьевых смесях с КН =0,80...0,87; n = 2,0...2,2 и p = 0,9…2,1, составленных как на основе чистых реактивов, так и на базе природных компонентов различной минеральной природы. В качестве контрольных принимались смеси с КН =0,90…0,94; n = 2,0...2,2; p = 0,9...1,2. В опытных смесях по сравнению с контрольными кремнеземистый компонент дополнительно измельчался, повышалась скорость нагрева. Охлаждение резкое воздушное было одинаково для всех смесей. Характеристика некоторых промышленных смесей, условия спекания и фазовые составы полученных спеков представлены в табл. 2.

По данным микрорентгеноспектрального анализа, соотношение C/S в кристаллах алита низкоосновных клинкеров АО «Горнозаводскцемент» уменьшается с 3,07 до 2,84 по мере повышения скорости нагрева и увеличения глиноземного модуля, достигая значения C/S в алите рядового (контрольного) клинкера – 2,85. Соотношение A/F в алюмоферритной фазе, наоборот, растет с 0,99 до 2,29, также приближаясь к значениям, характерным для рядового клинкера – 2,04.

Превышение фактического содержания алита над расчетным (эффект алитизации), особенно в высокоалюминатных клинкерах, полученных в неравновесных условиях синтеза, давно предсказанное применительно к рядовым составам [44], находит экспериментальное подтверждение для низкоосновных. Механизм эффекта алитизации может быть представлен в виде реакций взаимодействия белита с CaO, не вошедшим в твердый раствор с силикатными фазами, а также с CaO, появляющимся при термическом разложении C_3A по схеме:

Таблица 2

Наименование и характеристика сырьевой смеси			Характеристика дисперсности**	Температура спекания, °С	Скорость нагрева смеси, град/мин	Фазовый состав (колич. РФА), масс. %				
КН	n	p				C_3S***	C_2S	C_3A	C_4AF****	C_6A_2F****
горнозаводская										
0,81	2,0	1,2	1100	1400	20	$\frac{42.5}{37,5}$	42,0	-	13,6	-
0,82	2,0	2,0	1100	1400	20	$\frac{49,0}{40,0}$	32,0	8,3	-	8,0
0,92	2,0	1,2*	550	1450	5	$\frac{51,0}{56,0}$	29,0	2,0	-	14,0
воскресенская										
0,82	2,0	1,9	0,60	1400	20	$\frac{45,5}{42,4}$	31,0	11,5	-	12,0
0,86	2,0	2,0	0,52	1400	20	$\frac{58,5}{49,2}$	20,7	10,6	-	10,2
0,94	2,0	1,2*	3,20	1450	5	$\frac{63,5}{63,7}$	18,5	3,8	-	14,2

* Контрольные (производственные) смеси.

** Для горнозаводской смеси приведены значения удельной поверхности кремнеземсодержащего компонента, $м^2/кг$;
для воскресенской – значения остатка сырьевой смеси на сите 02, масс. %.

*** В числителе – фактический, в знаменателе – расчетный составы.

*** Состав АФ-фазы определялся методом микрорентгеноспектрального анализа.

$7C_3A \rightarrow C_{12}A_7+9C$; $C_2S+C \rightarrow C_3S$. Низкоосновной алюминат, растворяясь в алюмоферритной фазе, смещает ее состав в более алюминатную область: $C_{12}A7+2C+7C_4AF \rightarrow 7C_6A_2F$.

Аналогичные результаты получены при введении в низкоосновную смесь углеотходов [43]. При этом зафиксированы отклонение химического состава клинкерных фаз от стехиометрии, зональное строение кристаллов алита, повышенная степень их дефектности.

В соответствии с изменением фазового состава клинкеров (увеличением содержания C_3S) из низкоосновных смесей и химического состава самих фаз (преобладание менее плотного алюмоферрита состава C_6A_2F) меняются и свойства клинкеров. Размалываемость клинкеров, показатели прочности при сжатии и темп твердения цементов приближаются к значениям, характерным для алитовых составов.

Целесообразность сочетания неравновесных условий синтеза за счет быстрого обжига с понижением КН сырьевой смеси при умеренно повышенных значениях силикатного и глиноземного модулей была отмечена китайскими учеными [45, 46]. В условиях быстрого обжига расплав появляется при более низкой температуре, в результате чего силикатные минералы и белит, в частности образуются реакцией в «твердожидкой» фазе, а не последовательно: белит в твердой, алит в расплаве, с возможной рекристаллизацией C_2S, как это имеет место в обычном обжиге.

По мнению В. Д. Барбанягрэ с сотрудниками [47], в системе $CaO-SiO_2 – Al_20_3 – Fe_20_3$ при неравновесных условиях быстрого обжига (быстрый нагрев, грубый помол известняка) в интервале 1130...1270 °С могут появиться высоко силикатные расплавы геленито–псевдоволластонитового состава, интенсифицирующие процессы клинкерообразования.

Понятие «быстрый обжиг» весьма относительно. В работах [45, 46] скорость нагрева составляла 600 град/мин, что недостижимо при существующей технологии. Практически достигнутая скорость нагрева в

коротких вращающихся печах, оснащенных теплообменниками и декарбонизатором, с соотношением длины к диаметру, равным 10, составляет 20...30 град/мин. Это, как показали наши исследования, достаточно для реализации неравновесных условий синтеза активных клинкерных фаз, обусловливающих высокое качество клинкера, в том числе и из низкоосновной сырьевой смеси.

Выше были рассмотрены пути активизации белитовой фазы, уменьшающие или предотвращающие ее рекристаллизацию, облегчающие растворение C_2S в расплаве и последующую кристаллизацию алита. Важной остается и проблема активизации оксида кальция. Одним из способов, разрабатываемых в настоящее время, является его термоактивация [22]. Показано, что при растворении образца CaO, полученного декарбонизацией при 1400 °С, на первой стадии превалирует механизм самопроизвольного диспергирования на блоки вследствие проникновения расплава по капиллярам относительно пористого образца. Коэффициент диффузии ионов Ca^{2+} от поверхности кристалла в расплав при пониженной плотности образца термоактивированного CaO заметно повышается. При этом интенсифицируется образование алита, фактический выход которого на 6...7 % больше. Было отмечено изменение модификации алита с M_I на $M_I + T_{III}$ и увеличение объема его элементарной ячейки, особенно по периферии клинкерных гранул. Повышение основности расплава способствует внедрению ионов Ca^{2+} в поверхностный слой кристаллов алита, приводя к увеличению отношения C/S в нем по сравнению с внутренними слоями. Подобное явление наблюдается часто в промышленных клинкерах, особенно при повышении скорости нагрева, когда расплав постоянно насыщен ионами Ca^{2+}. При относительно медленном обжиге, благоприятном для рекристаллизации CaO и снижения его растворимости в расплаве, восстановление кислотно-основного равновесия происходит за счет замещения малоразмерными ионами Al^{+} и Fe^{+} из расплава ионов Ca^{2+} в кристалле

алита, что может привести к его разрушению [26]. Отклонение состава алита от стехиометрического сопровождается образованием дополнительного количества дырочных парамагнитных центров на вакансиях атомов кальция и электронных парамагнитных центров на кислородных вакансиях. Повышение дефектности кристаллов минералов обусловливает более легкую размалываемость клинкера и в совокупности с увеличением фактического содержания алита – повышенную гидратационную активность цемента. Следует отметить, что сочетание обжига низкоосновных смесей с эффектом термоактивации CaO, реализуемым путем вдувания части известняка в зону спекания вращающейся печи, является предпосылкой создания высокоэффективной малоэнергоемкой технологии получения клинкера на действующих установках с минимальными затратами.

Кинетика алитообразования

Кинетические уравнения базируются на скорости усвоения извести в определенных температурно-временных условиях. Наиболее адекватно описывает этот процесс уравнение Ерофеева-Колмогорова и Кондо [22]. Вновь предпринятая попытка описать кинетику в диапазоне 1200... 1400 °С не дает сколько-нибудь надежных результатов, т.к. в этом диапазоне имеет место совокупность твердо- и жидкофазовых процессов [48].

Как правило, с повышением температуры спекания степень превращения CaO возрастает. В присутствии маловязких расплавов, например, при наличии в них Mn_2O_3, MgO, K_2SO_4+MgO+Mn_2O_3, R_2O+MgO+SO_3, ликвационных зон сульфатно-щелочного или галогенсодержащего состава влияние температуры на степень превращения снижается. Существенную роль играет концентрация соединений, разжижающих расплав [22].

Чаще всего в промышленных смесях при температурах 1300...1440 °С кривые изменения константы скорости реакции алитообразования от температуры характеризуются пилообразной кривой. Для смесей, у которых крупные фракции обогащены кремнеземом, константа скорости в на-

чале жидкофазового периода (1320...1350 °С) практически постоянна, отражая инертность белитовой фазы. Участки уменьшения константы скорости реакции свидетельствуют об изменении природы процесса. Алитообразования в данном случае не происходит. Наоборот, идет распад алитовой фазы под воздействием деструктивных напряжений, возникающих в результате ионного обмена, описанного выше. Энергия активации проникновения ионов Al внутрь кристалла алита составляет около 1500 кДж/моль, что в несколько раз больше энергии активации любого из элементарных актов алитообразования. Устранение аномальных участков в алитообразовании может быть достигнуто рациональным сочетанием активации расплава (повышенное количество, низкая вязкость) и состоянием растворяющихся твердых фаз (свежеобразованные мелкие, пористые, дефектные кристаллы CaO и C_2S, что, например, характерно для скоростного обжига). В этом случае скорость зародышеобразования превышает скорость роста кристаллов алита. Количество алита в готовом клинкере увеличивается.

Оптимальное соотношение температуры и времени спекания можно установить, исходя из экспоненциальной зависимости между этими параметрами.

Агломерация, в процессе, клинкерообразования

Этому вопросу в последние годы уделяется все больше внимания как при исследовании традиционных процессов клинкерообразования (агломерация частиц в зоне спекания вращающейся печи), так и при разработке новых технологий. Так, в работах В. К. Классена, И. Н. Борисова и др. [42-52] с помощью физического моделирования условий формирования гранул и обмазки во вращающейся печи установлена прямая связь между этими процессами. Определен оптимальный размер гранул 10...20 мм и рациональный температурный режим, соответствующий образованию устойчивой обмазки. Показано, что размер гранул зависит от количества жидкой фазы и

дисперсности материала.

Гранулообразование прямо связано с формированием макро- микроструктуры клинкера, поскольку определяется не только названными параметрами, но и вязкостью и поверхностным натяжением расплава, скоростью усадки образующегося агломерата [23], т.е. параметрами, ответственными, прежде всего, за пористость и кристаллическую структуру клинкера. Не случайно поэтому, что плотность (вес литра) клинкера является основным показателем его качества в системах контроля многих зарубежных цементных предприятий [53, 54].

Появляются и новые технологические решения, развивающие идею целесообразности высокотемпературного спекания предварительно агломерированной в холодном или горячем состоянии сырьевой смеси [23]. Среди них отечественные разработки по обжигу прессованной ленты на поверхности расплавленного металла [55, 56], по высокотемпературной грануляции пылевидного материала [57]. Японские исследователи предложили способ и установку по агломерации подогретой в циклонных теплообменниках цементной сырьевой муки в слоевой печи или струйном грануляторе с последующим обжигом агломератов в печи кипящего слоя при температуре 1300...1700°С [58]. В Германии разработан способ изготовления мелкозернистого цементного клинкера, предусматривающий формирование из слабоувлажненной сырьевой муки агломератов различной формы, которые после подсушки спекают до образования клинкера [59]. Предложен также способ агломерации подогретой и частично кальцинированной сырьевой муки в печи кипящего или фонтанирующего слоя при температуре, близкой к температуре спекания, с последующим обжигом в короткой вращающейся печи при 1310...1300 °С [60].

Все упомянутые способы обжига агломерированной смеси, с физико-химических позиций, создают наиболее благоприятные неравновесные условия формирования клинкерных фаз за счет сокращения времени спекания ма-

териала и частичного совмещения твердо- и жидкофазовых реакций, о чем было сказано выше.

Заключение

Краткий анализ исследований процессов клинкерообразования, выполненных в последние годы, показывает, что углубились знания в области рационального использования сырья на основе научно обоснованных технических требований, влияния физических и химико-минералогических характеристик сырьевых смесей на кинетику процессов, формирования состава фаз, включая расплав, соотношения фаз в готовом клинкере. Повышенный интерес проявлен к получению цементного клинкера на основе агломерированной смеси.

Полученные результаты позволяют констатировать, что существующая технология требует нового аппаратурного оформления, которое бы в полной мере обеспечивало заданные физические и химические параметры сырьевой смеси и ее термообработки, а также эффективную систему технологического контроля. Это, прежде всего, касается обеспечения и поддержания необходимой степени гомогенности, дисперсности сырьевых смесей, активации промежуточных и конечных продуктов реакций клинкерообразования, рациональных режимов обжига с повышенной скоростью нагрева, разработки надежных способов агломерации сырьевой смеси, особенно в горячем состоянии.

Литература

1. И. Г. Лугинина, В. М. Коновалов. Цементы из некондиционного сырья. Новочеркасск. 1994г, с. 231.
2. Г. К. Моир, Ф. П. Глассер. Минерализаторы, модификаторы и активизаторы процесса клинкерообразования. 9-й МКХЦ, г.Нью-Дели, Индия, 1992г. [содержание ген. докладов], тема 1. Химия, структура и свойства клинкера. М., 1994, с. 101-105.
3. С. Шпрунг, М. Делор. Влияние мероприятий по энергосбережению и

контролю за охраной окружающей среды на свойства клинкера. Там же, с. 153-183.

4. В. К. Гор, С. А. Хадилкар, П. Г. Леле, С. Х. Пейдж, А. К. Чаттерджи. Использование промышленных отходов в производстве цементов экономит сырьевые ресурсы.9-й МКХЦ, г.Нью-Дели, Индия, 1992г. [содержание сообщений], тема 1. Формирование и свойства клинкера. М., 1994, с. 145-154.
5. М. В. Коугия. Редкие элементы в сырье, клинкере и пыли цементных заводов. Тр. Всероссийского совещания «Наука и технология силикатных материалов в современных условиях рыночной экономики», 6-9 июня 1995г., тезисы докладов. М., 1995, с. 16.
6. А. В. Брыжик. Применение эффективных сырьевых материалов в производстве цемента АО «Осколцемент». Там же, с. 15.
7. П. П. Гайджуров, В. В. Бородавкина. Физико-химические процессы низкотемпературного клинкерообразования при использовании техногенных материалов. Там же, с. 17.
8. Л. Д. Шахова, А. В. Устименко. Особенности использования никелевого шлака в качестве сырьевого компонента портландцементного клинкера. Там же, с. 20.
9. А. В. Абакумов, А. П. Варлаков, В. Г. Савельев. Белитовое вяжущее низкотемпературного синтеза с использованием некоторых промышленных отходов. Там же, с. 25.
10. А. И. Классен, Е.В.Текучева. Использование вскрышного мергеля Стойлинского ГОКа для производства цемента. Тр. Межд. конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии строительных материалов, изделий и конструкций», ч.1 «Энерго- и ресурсосбережение и экологические аспекты в силикатной технологии». Белгород, 1995, с. 44-45.
11. С. В. Новикова. О совместном влиянии примесей на доломитизированное сырье. Там же, с. 71-72.

12. В. К. Тарарин, В. И. Мосьпан, О. Ф. Лелебина и др. Отходы магнитного обогащения окисленных железных руд - компонент портландцементной сырьевой шихты. Там же, с. 86-87.
13. Y. Alter, Y. Bechmann, K-H. Bender u.s.w. Bestimmung von Spurenelementen in Stoffen der Zementherstellung. Schriftenr. Zementind. 1993, №55, s. 1-295.
14. И. Г. Лугинина, Н. Г. Каркозашвили. Влияние фосфогипса на магнийсодержащее сырье. Цемент. 1993г., №2, с. 28-29, 48.
15. В.К. Классен, В. И. Беляева. Использование вскрышных пород месторождения боксита на Савинском цементном заводе. Прогрессивные строительные материалы и изделия на основе использования природного и техногенного сырья. Тезисы докладов научно-технической конференции. О-во «Знание», СПб, 1992, с. 71.
16. А. Н. Классен, И. Н. Борисов, Г. Г. Феддерау. Использование глинистых сланцев на Кантском цементном заводе. Там же, с. 68-69.
17. А. П. Осокин, Б. С. Альбац, Е. Н. Потапова, В. В. Бурыгин, И. Н. Наумкина. Применение промышленных отходов в технологии портландцементного клинкера. Физ-хим. основы переработки низкосортного сырья и отходов производства при получении строительных материалов, МХТИ, М., 1990, с. 21-25.
18. Л. Н. Шухнин, С. В. Поддубный. Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера. Цемент, №1, 1993, с. 80-82.
19. L. Dreiser, N-V. Schafer. Praction analyses vor evalusting the heterogeneity of ran nenls. Zement-Kalk-Gips. 1990, 43 [9], p. 445-451.
20. А. Л. Шеин. Оптимизация дисперсности и химического состава сырьевой смеси при получении малоэнергоемкого клинкера. Автореферат канд. диссертации. НИИцемент, М., 1994, с. 16.
21. В. Йохансен, Т. В. Кузнецова. Формирование клинкера и новые процессы. 9-й МКХЦ, г.Нью-Дели, Индия, 1992 [содержание ген. докладов], тема 1.

Химия, структура и свойства клинкера. М., 1994, с. 67-97.

22. А. П. Осокин, Ю. Р. Кривобородов, Е. Н. Потапова. Модифицированный портландцемент. М., Стройиздат, 1993, 322 с.
23. Л. М. Сулименко, Б. С. Альбац. Агломерационные процессы в производстве строительных материалов. М., ВНИИЭСМ, 1994, 297 с.
24. И. Маки. Влияние технологических параметров обжига на характер кристаллизации алита. 8-й МКХЦ, Рио-де-Жанейро, 21-27 сентября 1986г., тема 1. М., 1988, с. 56-88.
25. Б. С. Альбац, Ю. Р. Кривобородов, В. П. Рязин. Формирование состава фаз портландцементного клинкера и кинетика алитообразования. Цемент, № 3, 1993, с. 14-16.
26. Б. С. Альбац, В. П. Рязин, Ю. Р. Кривобородов, А. Л. Шеин. Механизм распада алита при спекании промышленных сырьевых смесей. Цемент, 1992, № 1, с. 40-45.
27. Т. В. Кузнецова, А. П. Осокин, В. Г. Акимов, и др. Влияние микроструктуры минералов на гидратационную активность портландцемента. Тр. НИИцемента, 1986, в.97, ч. 1, с. 91-96.
28. М. А. Вердиян, В. Н. Третьяков, В. С. Богданов и др. Эффективность дискретно - непрерывных процессов измельчения твердых тел. Цемент, 1995, № 4, с. 19-21.
29. Л. М. Сулименко. Механоактивация портландцементных сырьевых шихт. Цемент, 1994, № 2, с. 38-40.
30. Ю. Р. Кривобородов. Свойства клинкеров из высокодисперсных сырьевых смесей. УШ Всесоюзное научно-техническое совещание по химии и технологии цемента [разделы I и II]. М., 1991, с. 135-137.
31. И. В. Иванькин, Е. Г. Авакумов, Н. И. Комарова и др. ЖПХ. 1993, 66, № 11, с. 135-137.
32. Ж. П. Мерик. Малоэнергоемкое клинкерообразование. 8-й МКХЦ, г.Рио-де-Жанейро, 21-27 сентября 1988г. Тема I. Формирование и свойства

клинкера. М., ВНИИЭСМ, 1988, с. 80-89.

33. Х. Учикава, Ш. Ханехара, Т. Широсака. Взаимосвязь между зональной структурой алита, пластинчатой структурой белита и технологией их производства, составом и кристаллической структурой. 9-й МКХЦ, г.Нью-Дели, 1992г. [содержание сообщений]. Тема I. Формирование и свойства клинкера. М., НИИцемент, 1994, с. 11-20.
34. И. Мильке, А. Мюллер, Й. Штарк. Активный белитовый цемент. Там же, с.178-186.
35. А. И. Бойкова, Л. В. Грищенко, Г. И. Нилова, А. И. Доманский. Белиты сложного состава. Цемент, 1980, № 7, с. 9-11.
36. М. Моранвиль-Регур, А. И. Бойкова. Химия, структура, свойства и качество клинкера. 9-й МКХЦ, г.Нью-Дели, 1992г. [содержание генер. докладов]. Тема 1. Химия, структура и свойства клинкера. М., НИИцемент, 1994, с. 11-66.
37. С. В. Самченко, Ю. Р. Кривобородов. Влияние технологических факторов на структуру и фазовый состав сульфоалюмоферритных клинкеров. Цемент, 1993, № 1, с. 15-19.
38. Р. А. Соколова. Исследование влияния степени насыщения белитовой фазы оксидом кальция. Цемент, 1994, № 3, с. 47.
39. R. Trettin, I. Oliew. Modellvorstellungen zur Reaktivitat und zum Reaktionsverlauf von Klinkerphasen. Ibausil. 12 Int. Banstofftag, Weimar, 22-24 Sept. 1994, Bd.3. - Weimar. - 1994, s. 119-128.
40. Л. Г. Судакас, А. Ф. Крапля, А. А. Федик. Научные принципы производства активных низкоосновных клинкеров. Цемент, 1989, № 3, с. 16-17.
41. Е. А. Мясникова. Клинкерообразование в базальтосодержащих сырьевых смесях с пониженным коэффициентом насыщения. Цемент, 1992, № 2,с. 31-37.
42. А. П. Осокин, Б. С. Альбац. Малоэнергоемкая технология низкоосновных цементов. Всероссийское совещание «Наука и технология силикатных ма-

териалов в современных условиях рыночной экономики», 6-9 июня 1995г. Тезисы докладов. М., 1995, с. 8-9.

43. А. П. Осокин, В. Г. Акимов, В. Н. Панюшкин, А. Е. Сапачев. Высокоактивный низкоосновный портландцементный клинкер. Там же, с. 29.
44. В. В. Тимашев, В. Н. Юнг. О возможности получения клинкера с коэффициентом насыщения больше единицы. Цемент, 1956, № 4, с. 4-6.
45. Цэн Шан Син, Сюй Фэнцзюань. Исследование механизма формирования портландцементного клинкера в различных условиях обжига. 9-й МКХЦ, г.Нью-Дели, Индия, 1992г. [содержание сообщений]. Тема 1. Формирование и свойства клинкера. М., НИИцемент, 1994, с. 47-56.
46. Ху Щугуан. Исследование температуры, времени и диапазона модулей портландцементной сырьевой смеси в условиях быстрого обжига. Там же, с. 75-83.
47. В. Д. Барбанягрэ, В. М. Шамшуров, Т. И. Тимошенко. Особенности процесса спекания цементных смесей. Цемент, 1993, № 2, с. 21-24.
48. R. Bozovic, I. Ianckovic, R. Nikovic. Application of kinetic equations to the description of portland cement clinker formation process. I. Serb.Chem. Soc. 1993, 58, № 7-8, p. 591-598.
49. И. Н. Борисов, В. К. Классен. К вопросу о механизме формирования обмазки во вращающейся клинкерообжигательной печи. Всероссийское совещание «Наука и технология силикатных материалов в современных условиях рыночной экономики», 6-9 июня 1995г. Тезисы докладов. М., 1995, с. 24.
50. И. Н. Борисов. Процессы агломерации и спекания при клинкерном пылении. Межд. конференция «Ресурсо- и энергосберегающие технологии строительных материалов, изделий и конструкций». Тезисы докл. Часть 1 «Энерго- и ресурсосбережение и экологические аспекты в силикатной технологии». Белгород, 1995, с. 13.
51. И. Н. Борисов, Е. А. Казанец. Влияние процесса агломерации материала на устойчивость обмазки. Там же, с. 17-18.

52. И. Н. Борисов, В. К. Классен, Ю. А. Гуртовой и др. Изучение процесса образования обмазки и агломерации материалов во вращающейся печи. Цемент, 1993, № 2, с. 18-20, 47.
53. Т. В. Кузнецова, Л. Н. Грикевич. Современные представления о процессах формирования портландцементного клинкера. Цемент, 1995, №3, с.24-30.
54. International Cement Conference «Cemtech». St-Petersburg, Russia, 6-9 Iuni, 1993, s. 145-176.
55. Н. И. Иванов, А. П. Гаврилов, М. С. Седов, Н. Ф. Федоров. Способ производства керамических и цементных клинкеров. Патент 2010779, Россия, МКИ 550 CO4B 7/36. Б.И. № 7, 1994.
56. Л. Г. Бернштейн, В. Н. Буланов, Ю. В. Никифоров и др. Способ производства цементного клинкера и установка для его производства. Патент 2010780. Россия, МКИ 550 C 04 B7/44. Б.И. № 7, 1994.
57. В. В. Гончаров, И. И. Воронков и др. Устройство для высокотемпературных грануляций пылевидного материала. А.с. 1689746. СССР, МКН550F 27 B 15/00, Б.И. № 41, 1991.
58. Т. Сэкава, К. Мукан, К. Татэхаяси. Клинкер низкотермичного цемента и способ его получения. Заявка 222974, Япония, МКИ550 CO 4 B 7/36. Заявлено 3.03.89г., опубликовано 12.09.90г. Кокай токке Кохо. Сер. 3 [1], 1992, 54, с.263-273 и Установка для обжига цементного клинкера. Заявка 2229745, Япония, МКИ 550 CO 4 B 7/45. Заявлено 10.11.88г., опубликовано 12.09.90г. Там же, с. 287-296.
59. Verfahren zur Herstellung mikrofeiner zement Klincer. Wissing W.N. 4037956, ФРГ, МКИ 550 CO 4 B 7/48. CO 4 B 7/38, опубликовано 4.06.92г.
60. D. Kupper, W. Rother. Verfahren zur Herstellung von Zementklinker. Krupp Polisius AG, № 4219697.3, ФРГ, МКИ 550 CO 4 B 7/48, опублик. 23.12.93г.

УДК 666.942.015.224.001

ЛИКВАЦИЯ В РАСПЛАВЕ. ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, ВЛИЯНИЕ НА АЛИТООБРАЗОВАНИЕ И КАЧЕСТВО КЛИНКЕРА

Совместно с Е. Н. Потаповой

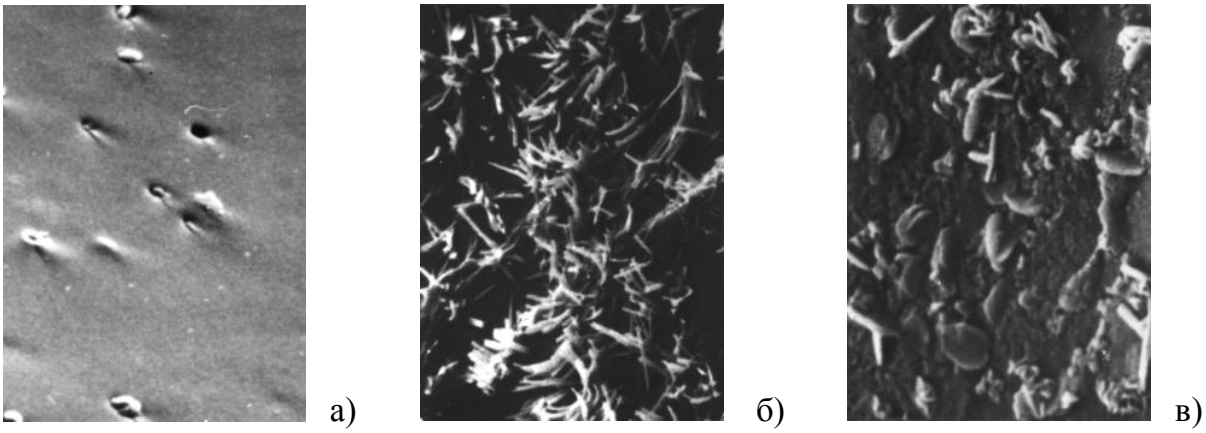
[В кн.: XX Всероссийское (IV Международное) совещание начальников лабораторий цементных заводов. Москва, 20-24 мая 2002 г. – С-Пб: Изд-во «Информатизация образования», 2002. С. 132-140.]

Фазовый состав и микроструктура портландцементного клинкера формируется в результате непрерывно протекающих процессов растворения и кристаллизации минералов. Определяющее влияние на эти процессы оказывает изменяющийся элементный состав расплава, поступление и выход из клинкерной жидкой фазы при кристаллизации твердых растворов ионов Na^+, K^+, SO_4^{2-}, Mg^{2+}, F^-, Cl^- и др.

В клинкерах промышленного производства практически всегда наблюдаются области неравномерного распределения минералов и различия в их микроструктуре [1]. Это объясняется тем, что вследствие химической неоднородности исходной сырьевой смеси поля кристаллизации твердой фазы C_2S, находящейся в равновесии с жидкой фазой, отделены от полей кристаллизации CaO областями, содержащими алит в расплаве. Непосредственно в процессе обжига могут появиться такие факторы, влияющие на неоднородность состава и структуры клинкера, как появление в оксидном расплаве микрообъемов сульфатно-щелочного или галогенсодержащего состава [2], вследствие рецикла материальных потоков в печах, особенно сухого способа, или присадки золы топлива, агломерация частиц обжигаемого материала в присутствии расплава [3], колебания скорости нагрева материала и температуры обжига [4,5].

Изменение свойств клинкерной жидкой фазы при введении в нее модифицирующих добавок обусловлено растворением введенных компонентов в расплаве. При этом формируется либо гомогенная жидкость, либо (при превышении растворимости) - гетерогенная система расплав - твердое тело. Так в присутствии Mg^{2+} или Mn^{3+} вязкость жидкости снижается с 0,08, соответственно, до 0,035 и 0,02 Па·с при концентрации MgO и Mn_2O_3 в расплаве 4 масс.%. Последующее увеличение концентрации ионов в расплаве вызывает повышение значений η, что объясняется превышением растворимости оксидов в расплаве. В присутствии же сульфатов или композиций на основе R_2SO_4 вязкость клинкерной жидкости интенсивно снижается до концентрации 2-3 масс.% соли в расплаве, а затем практически не изменяется, что обусловлено возникновением микро- и макроликвации в жидкости. При содержании R_2SO_4 более 1 масс.% происходит микрорасслаивание расплава (рис.1-а). Размер ликвационных зон возрастает с уменьшением электроотрицательности катионов (s-элементов) с $(0,6\text{-}1,3)\cdot10^3$ А (1 масс.% K_2SO_4) до $(1\text{-}3)\cdot10^3$ А (1 масс.% Na_2SO_4). При концентрации R_2SO_4 3 масс.% микроликвация переходит в макроликвацию – солевая фаза выделяется из оксидной (рис.1-б).

В случае добавления к ликвирующим расплавам с сильным катионом компонента, содержащего более слабый катион, имеет место распределение его между сосуществующими фазами, что приводит к изменению ликваци-



а) б) в)

Рис.1. Микроструктура клинкерных стекол, модифицированных (масс.%):
а – 1,0 Na_2SO_4; б – 4,2 Na_2SO_4; в – 2,0 $K_2SO_4\cdot2MgSO_4$

онных свойств расплава. При введении в ликвирующий сульфатно-щелочной расплав оксида магния происходит распределение его между сосуществующими фазами. В результате повышения поверхностной энергии оксидного расплава возрастает растворимость в нем щелочных сульфатов, и ликвационные явления ослабляются (рис.1-в). При высоких концентрациях Mg^{2+} макроликвация полностью подавляется. Так, в присутствии комплекса R_2O-MgO-SO_3 (при соотношении элементов R_2O:MgO:SO_3 =1:11:8) макроликвация в клинкерной жидкости не обнаружена. Изменение указанного соотношения элементов приводит к образованию новых комплексов, изменяющих свойства расплава и вызывающих микро- и макрорасслаивание системы. При этом ликвируют системы на основе образующихся комплексов. Для щелочемагниевых расплавов с повышенной концентрацией сульфат-ионов характерно как микро- , так и макрорасслаивание жидкости [6].

Ликвационные явления в галогенсодержащих расплавах наблюдаются при меньших концентрациях ионов, чем в сульфатных, и даже при отсутствии щелочных катионов. Фторидные расплавы ликвируют при концентрации 1 масс. % F^- (размер капель (2-3)·10^3А), а хлоридные - при большей концентрации ионов (3 масс.%) (рис.2 -а). Аналогичная закономерность прослеживается и при введении солевых эвтектик. Во фторсодержащих системах образуются ликвационные области в виде капель, размер которых уменьшается с (6-12)·10^3А (для 1 масс.% CaF_2+$CaSO_4$) до (0,5-1,0)·10^3А (для 1 масс.% CaF_2+$CaCl_2$) (рис.2 -б, в). В хлорсульфатном расплаве ликвационные зоны образуют лабиринтообразную структуру.

Образующиеся на основе систем R_2O-$CaSO_4$-MgO, $CaCl_2$-$CaSO_4$, CaF_2-$CaSO_4$ и др. при ликвации композиционные оксидно-солевые расплавы характеризуются на один-два порядка меньшей вязкостью и в 2-4 раза меньшим поверхностным натяжением, чем оксидные расплавы, формирующиеся в системе C-S-A-F C-A-F-S [2]. Поэтому можно предположить, что в присутствии оксидно-солевых расплавов будут интенсифицироваться процессы рас-

творения и кристаллизации минералов.

Изучение взаимной растворимости оксидного и солевого расплавов свидетельствует о том, что это достаточно сложный процесс, зависящий от состава вводимых модификаторов.

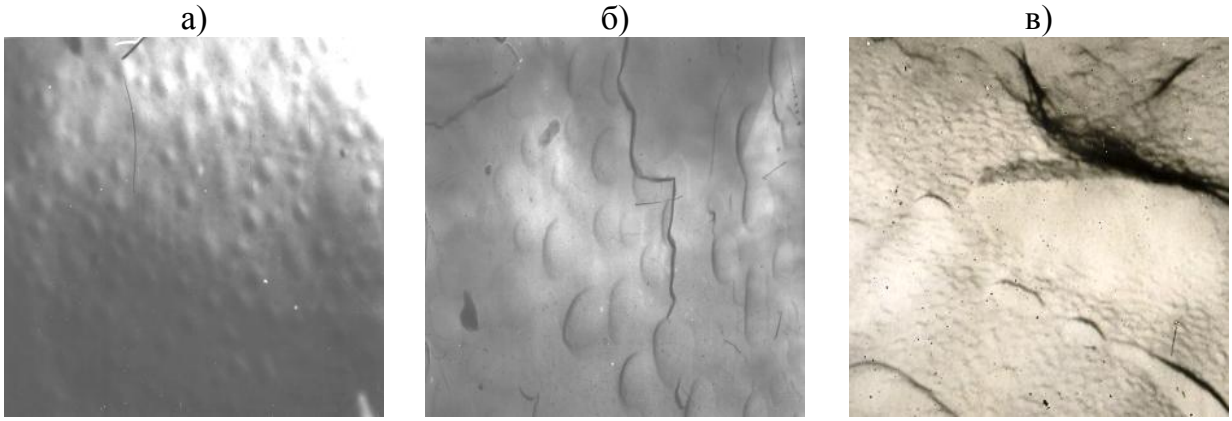


Рис.2. Микроструктура клинкерных стекол, модифицированных (масс.%): а – F^-; б – CaF_2+$CaSO_4$; в – CaF_2+$CaCl_2$

Ликвируют клинкерные расплавы в присутствии щелочных сульфатов. Вводимые в комплексе с R_2SO_4 ионы изменяют взаимную растворимость R_2SO_4 и оксидного расплава. Они могут образовывать с сульфатами щелочей более легкоплавкие эвтектики (в этом случае ликвируют данные эвтектики) или же присутствовать нерастворенными в матричном расплаве. Растворимость оксидов клинкерного расплава в солевом определяется свойствами солевого расплава. В солевых расплавах на основе R_2SO_4 растворяется 5,90-5,95 мас.% CaO, 1,3-1,4 мас.% SiO_2, а Al_2O_3 и Fe_2O_3 практически не растворяются. Концентрация CaO в расплавах на основе комплексов Na_2SO_4-K_2SO_4-$MgSO_4$, $Na_2SO_4 \cdot 3MgSO_4$ и $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ составляет 13,49-13,78 мас.%. Содержание в них SiO_2 возрастает до 1,39-2,31%, наблюдается растворение Al_2O_3 и Fe_2O_3 в количестве 0,19-1,09 %. Высокая растворимость CaO в сульфатно-магнезиальных расплавах обусловлена образованием промежуточных соединений типа K_2SO_4-$CaSO_4$-$MgSO_4$ и $K_2SO_4 \cdot 2CaSO_4$.

Растворимость CaO в композиционных солевых расплавах на основе

CaF_2- $CaCl_2$, CaF_2- $CaSO_4$, $CaCl_2$-$CaSO_4$ изменяется от 8,21 до 15,38% с ростом температуры в диапазоне 850-1200 ^{o}C (рис.3). Максимальная растворимость CaO (12-15%) при температурах 800-950 ^{o}C наблюдается для солевого расплава на основе $CaCl_2$- $CaSO_4$. Ее значения снижаются при последовательной замене анионов в ряду $Cl^- \rightarrow F^- \rightarrow SO_4^{2-}$.

В солевых высокоподвижных расплавах более интенсивно растворяется CaO, и они выполняют функцию транспортной среды для катионов кальция, диффундирующих в локальные области, обогащенные кремнеземсодержащими компонентами, где происходят образование и кристаллизация алита. По данным химического анализа борно-кислотной вытяжки, при кристаллизации ликвирующих солевых расплавов, насыщенных оксидами кальция, алюминия, кремния и железа, образуется 4-9 мас.% C_3S+C_2S. Это подтверждается и комплексом физико-химических методов исследования.

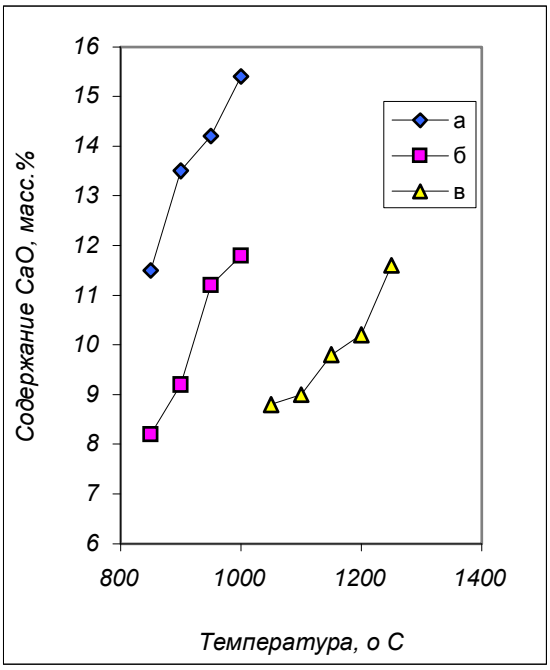


Рис. 3. Влияние температуры на растворимость CaO в эвтектических солевых расплавах:
а – $CaCl_2$+$CaSO_4$;
б- $CaCl_2$+CaF_2;
в – CaF_2+$CaSO_4$

Из многочисленных работ отечественных и зарубежных исследователей [7-9] следует, что процесс алитообразования контролируется скоростью диффузии ионов кальция в расплаве. Изучение скорости диффузии Ca^{2+} в многокомпонентных системах, осложненных физико-химическими реакциями, с помощью метода радиоактивных индикаторов показало [6], что значение эффективного коэффициента диффузии изменяется от $1{,}12 \cdot 10^{-9}$ до $2{,}82 \cdot 10^{-9}$ $м^2/с$ в зависимости от состава взаимно диффундирующих систем, темпе-

ратуры и времени изотермического спекания. При увеличении продолжительности спекания вследствие повышения плотности спека значение D_{Ca} снижается, в то время как с ростом температуры оно возрастает. Модифицирование клинкерного расплава микроэлементами приводит к увеличению скорости диффузии иона кальция. Так, при введении в расплав 3 масс.% CaF_2+$CaSO_4$ и R_2O+MgO+SO_3 значения D_{Ca} возрастают с $2{,}50\cdot10^{-9}$ соответственно до $21{,}3\cdot10^{-9}$ и $4{,}1\cdot10^{-9}$ $м^2/с$, подчиняясь закономерности Стокса-Эйнштейна.

В клинкерном расплаве, содержащем Na_2SO_4 и K_2SO_4, возникают ликвационные зоны сульфатно-щелочного состава, в которых белит интенсивно корродирует под действием поверхностно-активных катионов Na^+ и K^+. Скорость растворения (J) C_2S в этом случае в 2-3 раза превышает J_{CaO} [6], и процесс лимитируется кинетикой взаимодействия оксида кальция с расплавом.

В результате быстрого растворения белита в клинкерной жидкости и медленной диффузии образовавшихся кремнекислородных анионов [10] они обогащают области расплава, непосредственно прилегающие к растворяющимся зернам C_2S. Возникающий при этом градиент концентрации является движущей силой, стремящейся вернуть систему к состоянию равновесия, т.е. к равномерному распределению ионов в расплаве. Однако более низкая подвижность кремнекислородных радикалов по сравнению с такими ионами, как Al^{3+}, Fe^{3+}, Ca^{2+}, Na^+, K^+ и др., а также непрерывно протекающий процесс растворения C_2S поддерживают повышенную концентрацию комплексов в этих областях и создают предпосылки для образования микронеоднородностей. Окружающие эти микрообъемы катионы Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+ и др. вступают во взаимодействие с комплексами типа $[Si_nO_{3n+1}^{(2n+2)}]$, что приводит к их деполимеризации и образованию изолированных тетраэдров $[SiO_4^{4-}]$, которые соединяются с ионами Ca^{2+}, образуя решетку трехкальциевого силиката [2].

Ликвирующие сульфатно-щелочные расплавы, характеризующиеся

низким поверхностным натяжением, затрудняют диспергацию зерен CaO и диффузионное растворение отдельных кристаллов. В результате процесс алитообразования замедляется, жидкая фаза медленно насыщается Ca^{2+}, и за счет диффузии происходит постепенный рост образовавшихся кристаллов алита, обусловливающий крупнокристаллическую структуру клинкера. При медленном растворении кристаллов CaO наблюдается захват их растущими кристаллами алита, и в этом случае блокированные зерна оксида кальция не вступают в реакцию алитообразования, и их появление способствует увеличению содержания $CaO_{своб}$ и снижению количества алита в клинкере по сравнению с расчетным значением.

При подавлении ликвации в присутствии Mg (или при небольшом содержании сульфатно-щелочных расплавов) формируется мелкокристаллическая структура клинкера с отчетливой кристаллизацией минералов (рис.4 -а, б). Высокая подвижность оксидного расплава ускоряет диффузию ионов Ca^{2+} и SiO_4^{4-} от мест их перехода в расплав к растущим граням C_3S. В этом случае наблюдается соизмеримость значений J_{CaO} и J_{C2S}, а процесс алитообразования лимитируется диффузией катионов кальция, и его интенсификации способствует повышение подвижности оксидного расплава. Наиболее отчетливо влияние ликвации на микроструктуру клинкера прослеживается при увеличении концентрации в расплаве $Na_2SO_4 \cdot 3MgSO_4$: при содержании соли 1 масс.% ликвация не наблюдается, и происходит формирование мелких кристаллов C_3S , а при увеличении содержания соли до 4 масс.% ликвационные явления обусловливают образование крупных кристаллов алитовой фазы. В неликвирующих расплавах с пониженной вязкостью, содержащих Mn_2O_3, MgO, $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$, $K_2SO_4+MgO+Mn_2O_3$ и др., формируется мелкокристаллическая структура клинкера.

Во фторсодержащих расплавах при растворении CaO и C_2S сразу же образуется алит. Мелкокристаллический C_3S указывает на быстрое пересыщение жидкой фазы и образование большого количества центров кристалли-

зации алита. Характерно, что с увеличением содержания F^- в расплаве изменений в характере кристаллизации не происходит. Вытянутая форма кристаллов C_3S свидетельствует о кристаллизации его из расплава.

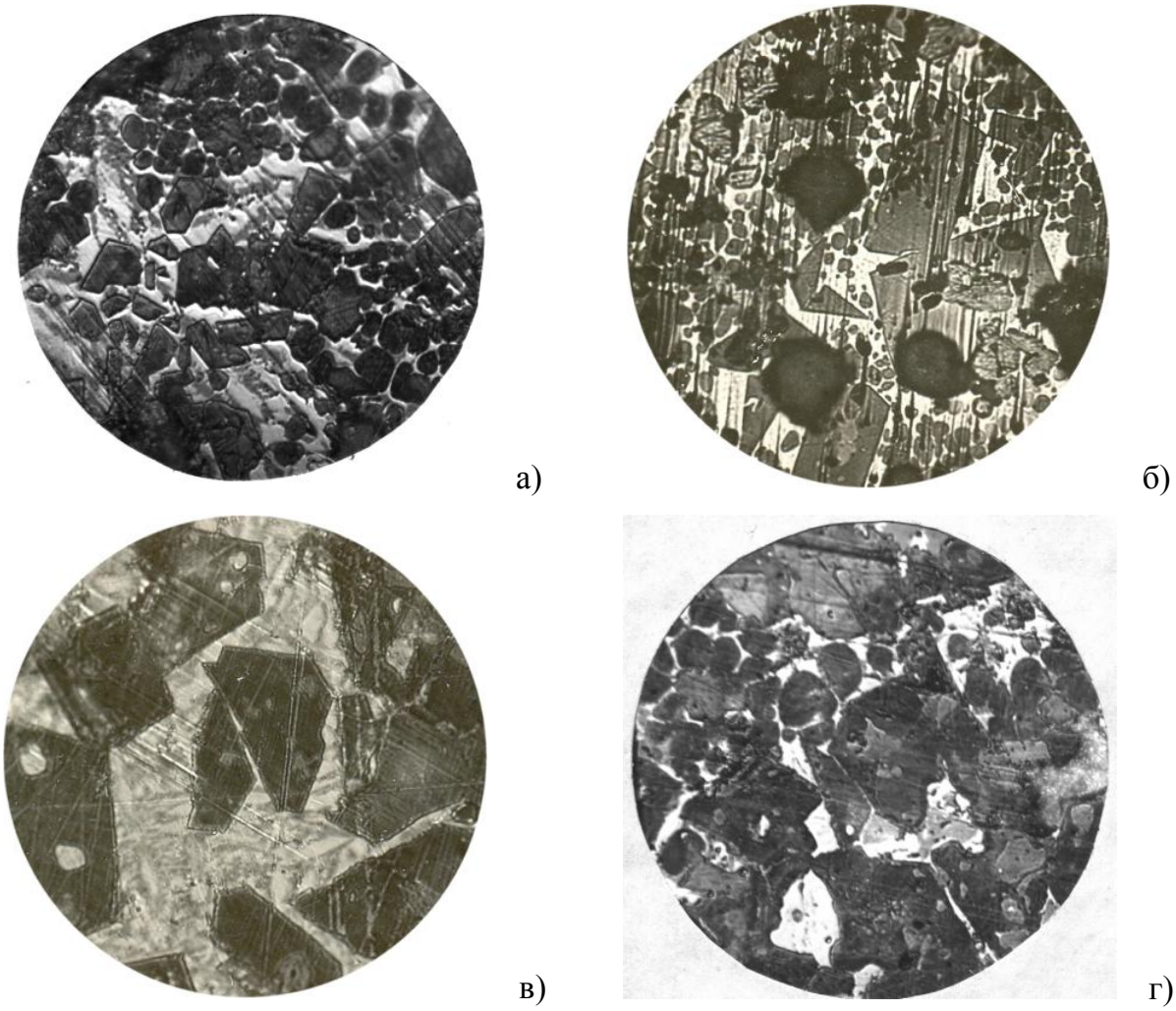


Рис. 4. Кристаллизация минералов в модельных системах при введении в расплав (масс.%):
а - 2,0 Na_2SO_4; б – 2,0 $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$; в – 1,0 Cl^-; г – 1,0 CaF_2+$CaSO_4$

В присутствии небольших количеств хлорид-ионов (1 масс.%) отмечается отчетливая мелкокристаллическая структура клинкера (рис. 4 -в). При большем содержании галогенида в структуре появляются зерна $CaO_{своб}$, что, видимо, можно объяснить кристаллизацией их из расплава. Следовательно, в присутствии ионов F^- и Cl^- $J_{CaO} > J_{C2S}$.

Интенсификация процесса алитообразования при содержании галоге-

нидов до 1 масс.% связана с существенным снижением вязкости клинкерного расплава [2]. Дальнейшее увеличение содержания фторидов и хлоридов в расплаве незначительно снижает вязкость и отрицательно сказывается на кристаллизации минералов.

В оксидно-солевом расплаве, содержащем CaF_2+$CaSO_4$, процесс синтеза алита протекает интенсивнее, чем во фторсодержащем расплаве. Это выражается в уменьшении размеров исходных зерен двухкальциевого силиката и увеличении размеров кристаллов алита (рис.4 -г). Повышение концентрации фторид-сульфатного комплекса в расплаве свыше 3 масс.% ухудшает кристаллизацию. Оптимальное содержание этого комплекса 2-3 масс.%.

В системе с $CaCl_2$+$CaSO_4$ характер кристаллизации минералов с увеличением количества модификаторов в расплаве не изменяется, хотя скорость синтеза C_3S при этом возрастает. В присутствии $CaC1_2$+CaF_2 отмечается отчетливая кристаллизация минералов. Скорость синтеза C_3S при увеличении концентрации данного комплекса свыше 2 масс.% также не изменяется.

В целом в присутствии всех галогенсодержащих модифицирующих добавок наблюдается следующая общая закономерность: с увеличением количества ликвационных областей размер кристаллов алита уменьшается, а их грани приобретают нечеткие очертания вследствие рекристаллизационных процессов, протекающих в солевых расплавах. Скорость растворения CaO превышает J_{C2S}, и это различие усиливается с ростом кислотности пограничного слоя при адсорбции ионов F^-, Cl^- и SO_4^{2-}. В ликвирующих солевых расплавах $J_{CaO} \geq J_{C2S}$, и кристаллизация часто происходит на поверхности зерен C_2S. Наиболее интенсивно процесс алитообразования протекает в присутствии композиционных солевых расплавов, и скорость реакции повышается в следующем ряду: $CaCl_2$+$CaSO_4$ $\rightarrow$ CaF_2+$CaSO_4$ $\rightarrow$ CaF_2+$CaCl_2$. Соответственно уменьшается и размер кристаллов C_3S.

Полученные результаты свидетельствуют о существенном влиянии со-

става ликвирующих расплавов на прочностные показатели портландцемента. Клинкера с четкой мелкокристаллической структурой характеризуются высокой прочностью. Так, в присутствии в клинкерном расплаве фторсодержащих ликвирующих систем CaF_2+$CaSO_4$ и CaF_2+ $CaCl_2$ прочность цементов на сжатие составляет, соответственно, 67 и 64 МПа, что превышает прочность бездобавочного цемента (56 МПа). Появление в клинкерном расплаве ликвационных зон сульфатно-щелочного состава приводит к снижению прочностных показателей. В присутствии Na_2SO_4 ликвирующие сульфатно-щелочные расплавы затрудняют процесс алитообразования, что вызывает снижение прочности при сжатии до 45 МПа. В клинкерах, характеризующихся менее выраженной сульфатно-щелочной ликвацией (например, с добавкой $Na_2SO_4 \cdot 3MgSO_4$), гидратационная активность несколько возрастает (до 53 МПа), однако прочность их при сжатии все равно меньше, чем аналогичный показатель бездобавочных клинкеров.

Результаты проведенных исследований в сочетании с литературными данными [1-2, 6-10] позволяют сделать вывод, что формирование алитовой фазы, микро- и макроструктуры клинкерных гранул протекает при появлении в системе устойчивого расплава, характер этих процессов определяется количеством, составом и строением клинкерной жидкости. Каталитическое влияние на процесс алитообразования оказывают расплавы с пониженной вязкостью и высокой поверхностной энергией. Формирование в клинкерном зерне высокоподвижных расплавов может осуществляться за счет изменения кислотно-основного равновесия между различными координационными формами алюминия и железа в направлении повышения доли октаэдрических катионов и путем создания галогенсодержащих ликвационных областей, активизирующих растворение CaO. Характер влияния элементов на свойства (вязкость, поверхностное натяжение, скорость диффузии ионов) оксидного расплава совпадает с их действием на кинетику процессов минералообразования. Наибольшее ускорение реакций наблюдается в присутствии соедине-

ний, содержащих s-элементы с пониженной основностью (Ba → Sr → Mg), а также p- и d-элементы, характеризующиеся повышенной кислотностью (F, Cr, Cl, S, Mn, Ti и др.). Комплексное влияние элементов, достигаемое применением различных отходов, более эффективно, чем действие индивидуальных соединений, и оптимизация состава композиций позволяет достигать значительного катализируемого эффекта и получать алитовые клинкера при 1350 ^{o} С. Подавление сульфатно-щелочной или активизация галогенсодержащей ликвации в клинкерном расплаве является одним из эффективных путей оптимизации структуры клинкера и повышения качества портландцемента.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Йохансен, Т.В.Кузнецова. Формирование клинкера и новые процессы. – 9-ый МКХЦ, г. Нью-Дели, Индия, 1992 (содержание ген. Докладов), тема 1. Химия, структура и свойства клинкера. М., 1994, с.67-97.
2. А.П.Осокин, Ю.Р.Кривобородов, Е.Н.Потапова. Модифицированный портландцемент. – М., Стройиздат, 1993. –322 с.
3. Л.М.Сулименко, Б.С.Альбац. Агломерационные процессы в производстве строительных материалов. – М., ВНИИЭСМ, 1994. – 297 С.
4. И.Маки. Влияние технологических параметров обжига на характер кристаллизации алита. – 8-ой МКХЦ, Рио-де-Жанейро, 21-27 сентября 1986 г., тема 1. М., 1988, с. 56-88.
5. Б.С.Альбац, Ю.Р.Кривобородов, В.П.Рязин. Формирование состава фаз портландцементного клинкера и кинетика алитообразования. – Цемент, № 3, 1993, с. 14-16.
6. А.П.Осокин, Е.Н.Потапова. Клинкерообразование в ликвирующих расплавах. – 8-ой МКХЦ. – Рио-де-Жанейро, 21-27 сентября 1986 г., тема 1. М., 1988, с. 72-76.
7. N.H.Christensen, O.L.Jepsen., V.Johansen. Rate of Alite-Formation in Clinker-

Sandwiches. - Cement and Concrete Research, - 1978. - Vol. 23. - N3. - P.89-92.

8. V.V.Timashev. The Kinetic of Clinker Formation. The Structure and Composition of Clinker and its Phases. - 7th Intern. Congress of the Chemistry of Cement. - Paris: Edation Septima, 1980. - Vol. 1 - P.3/1-28.
9. V.Johansen. Model for Reaction Between CaO Particles and Portland Cement Clinker. - J. Amer. Ceram. Soc. - 1973. - Vol.56. - N9. - P.450-454.
10. Ю.М.Бутт, В.В.Тимашев, А.П.Осокин. Механизм процессов образования клинкера и модифицирование его структуры. - 6-й Международный конгресс по химии цемента. - М.: Стройиздат 1976. - Т.1. - С.132-151.

УДК 666.9.015.224.043.3

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НИЗКООСНОВНЫХ КЛИНКЕРОВ

Совместно с Т. В. Кузнецовой, В. Г. Акимовым и В. Н. Панюшкиным

[В кн.: Труды 9-го Международного конгресса
по химии цемента, Дели, т.2, 1992. С. 88-93.]

РЕЗЮМЕ

Эта работа представляет результаты по исследованию влияния состава, структуры и гидратационной активности клинкеров, полученных обжигом сырьевой смеси (КН=0,7–0,8; n = 2,4–2,5; p = 0,9–1,0) на основе известняка, глины и огарков с различными катализаторами, содержащимися в промышленных отходах. Выполненные исследования показали целесообразность термохимической активация процессов минералообразования в технологии высокоактивных низкоосновных клинкеров. Экономия топлива при обжиге таких клинкеров при 1300 – 1350 ^{o}C составляет 10-20 % по сравнению с высокоосновными клинкерами.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из способов снижения энергозатрат при производстве цемента является перевод промышленности на выпуск белитовых клинкеров повышенной активности. За счет выбора соответствующих режима обжига и охлаждения белит активизируется до такой степени, что можно преодолеть замедленное нарастание прочности, свойственной минералу. При производстве низкоосновных клинкеров нужно стремиться получить не только высокоактивный твердый раствор на основе β–, ά– и α– C_2S, но и повысить реакционную способность многофазной системы в целом.

ЭКСПЕРИМЕНТ

Исследовано влияние состава, структуры и гидратационной активности клинкеров, полученных обжигом сырьевой смеси (КН=0,7– 0,8; n = 2,4 – 2,5; p = 0,9 – 1,0) на основе известняка, глины и огарков с различными катализаторами, содержащимися в промышленных отходах при температуре 1350–1450 °С, Применение мергеля позволяет дополнительно снизить температуру обжига на 100 °С.

Оценку характера минералообразования клинкеров, а также продуктов их гидратации проводили при помощи оптической и растровой электронной микроскопии, рентгеновского фазового и рентгеноспектрального анализов, ИК-спектроскопии. Гидратационную активность цементов при В/Т=0,4 исследовали на рентгеновском дифрактометре, а прочность затвердевшего камня с гипсом (3% SO_3) определяли на разрывной машине. Расчет энергетических затрат на клинкерообразование выполняли по величине теплового эффекта растворения клинкера и сырьевой смеси в HF. Растворение проводили в термостатированной ячейке адиабатического калориметра при температуре 25 ° С при соотношении твердое: жидкое = 1:2000.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Применение промышленных отходов положительно влияет на процесс минералообразования при спекании клинкера. С точки зрения формирования дефектных кристаллов силикатов кальция, которые образуют твердые растворы, внедрение ионов, значительно отличающихся по размерам и зарядам от ионов Ca^{2+} и Si^{4+}, является наиболее предпочтительно и в этом случае внедрение аниона в подрешетку дает лучший результат. Поэтому в качестве модифицирующих компонентов следует использовать отходы, содержащие соединения фосфора, хрома, серы и титана. Введение углеродсодержащих добавок в состав сырьевых смесей способствует термохимической активации процесса минералообразования (рис.1), поскольку создаются локальные уча-

Рис.1. Микроструктура низкоосновного клинкера, синтезированного при 1350 °С с углеродсодержащей добавкой

стки при его горении с температурой 2145-2160 °С, еще до начала декарбонизации основной массы известняка (300-700 °С). Это приводит также к увеличению нестехиометрии состава основных минералов портландцементного клинкера, образованию твердых растворов с примесными элементами и различных типов дефектов. Микроэлементы, внедренные в структуру таких кристаллов, увеличивают дефектность их строения на несколько порядков. В областях нестехиометрического состава алита и белита концентрация свободных носителей заряда возрастает в 46-69 и 40-150 раз соответственно, а плотность дислокаций на локальных участках кристаллов выше средних значений в $10\text{-}10^3$ раз. Минералогический состав клинкеров, определенный экспериментально, не всегда соответствует расчетным данным. При значениях КН от 0,67 до 0,70 наблюдается отклонение от теоретических значений в сторону увеличения количества алита и уменьшения количества белита, при КН=0,8 отмечено противоположное явление. В расчетах необходимо учитывать соотношение между концентрациями углерода и добавок в составе сырьевой смеси, Для клинкеров, содержащих соединения серы в качестве минерализатора (табл. 1), наибольшие отклонения при C/SO_3=0,3. Использование фосфор–, хром– или марганецсодержащих отходов изменяет численное значение этого соотношения, однако не влияет на характер установленной закономерности. Минералогический состав клинкеров, синтезированных при температуре 1350 и 1400 °С, идентичен. Снижение температуры обжига до

1200 °С не позволило получить качественные спеки.

Таблица 1. Минералогический состав клинкера

№№ п/п	КН	C/SO_3	Концентрация, %		
			алит	белит	алюминаты и алюмоферриты
1.	0,70	0,0	12	59	30
2.	0,69	0,3	20	48	30
3.	0,68	0,6	15	53	28
4.	0,67	0,9	14	54	32
5.	0,76	0,0	27	46	28
6.	0,75	0,3	25	43	31
7.	0,74	0,6	20	47	31
8.	0,72	0,9	18	49	31
9.	0,80	0,0	31	38	31
10.	0,79	0,3	28	38	33
11.	0,77	0,6	26	40	33
12.	0,76	0,9	24	43	32

Во всех клинкерах стабилизируется смесь триклинной и моноклинной модификаций алита. В центре кристаллов алита с моноклинной модификацией определена M_{Ia} **(**$CaO/SiO_2 > 3,0$), а на границе – M_{Ib} **(**$CaO/SiO_2 < 3,0$) форма минерала. Белит стабилизируется в β– форме. Однако небольшое количество присутствует в ά– и α-C_2S. Увеличение скорости охлаждения клинкера с 20 до 5000 ^oC/мин приводит к росту содержания высокотемпературных форм белита, и кристаллы силикатов кальция характеризуются большим диапазоном участков нестехиометрического состава. Реакционная способность алитов и белитов нестехиометрического состава повышается на 15-20%, а прочность при сжатии увеличивается на 2-7 МПа.

Введение оптимального количества добавки (C/SO_3=0,3–0,6) в состав сырьевой смеси при обжиге клинкера приводит к максимальному увеличению его гидратационной активности в результате возрастания дефектности строения основных минералов. Степень гидратации силикатной составляющей (алит + белит) достигает 56-65% (28 сут.), а прочность при сжатии образцов увеличивается на 8-31% по сравнению с эталонными значениями (табл.2) в результате уменьшения их пористости, образования мелких кристаллов низкоосновных гидросиликатов кальция.

Таблица 2. Гидратационная активность минералов и клинкеров

№№ п/п	Степень гидратации, %					Прочность при сжатии, МПа	
	алит	белит		силикаты			
	Время твердения, сут						
	1	1	28	1	28	1	28
1.	50	4	20	14	37	4,7	36,2
2.	65	4	38	21	56	7,0	60,2
3.	80	4	24	21	41	4,89	48,3
4.	50	4	12	14	31	4,5	40,7
5.	50	4	27	21	52	6,9	50,9
6.	58	9	30	27	57	9,0	67,9
7.	62	4	28	21	53	7,0	61,8
8.	74	4	27	22	47	6,4	48,1
9.	58	9	35	31	60	9,7	58,7
10.	58	9	42	31	65	14,0	85,0
11.	57	9	37	28	62	11,0	67,0
12.	67	14	29	33	54	8,4	46,9

Величина теплового эффекта клинкерообразования, зависящая от значения КН, как показали исследования, составляет 1900-1910 и 1510-1690 кДж/кг для рядового алитового и синтезированных низкоосновных клинкеров, соответственно. Экономия топлива при обжиге белитового клинкера определяется 10-20%, по сравнению с алитовым. Отклонение от стехиометрии

состава алитов, вызванное неравномерным распределением основных и примесных ионов в структуре минерала, приводит к существенному изменению энергосодержания вещества, На образование силикатов кальция с CaO/SiO_2 =2,8 и 3,2 расходуется 665 и 710 кДж/кг соответственно, что на 13 и 6% меньше, чем для минерала с CaO/SiO_2 = 3,0, а их реакционная способность превышает эталонные значения. На образование высокоактивных белитов и алюминатов кальция также требуется меньшее количество энергии, однако, значения энтальпии их образования близки: 720-728 и 732-784 кДж/кг, соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенные исследования показали целесообразность применения термохимической активации процессов минералообразования в технологии высокоактивных низкоосновных клинкеров. Использование промышленных отходов совместно с углеродсодержащими компонентами в составе сырьевой смеси позволяем увеличить прочность цементного камня на 8-31% в результате образования клинкера с зональным строением кристаллов, отличающихся повышенной реакционной способностью при взаимодействии с водой. Экономия топлива при обжиге таких низкоосновных клинкеров при температуре 1350 °С составляет 10-20%, по сравнению с высокоосновными.

УДК 666.32

СВОЙСТВА РАСПЛАВОВ СУЛЬФОФЕРРИТНЫХ И СУЛЬФОАЛЮМОФЕРРИТНЫХ КЛИНКЕРОВ

Совместно с Ю. Р. Кривобородовым и С. В. Самченко

[Техника и технология силикатов, 1994, № 3-4, с. 7-10]

Ключевые слова: сульфоферриты кальция, сульфоалюмоферриты кальция, каркасная структура расплава, кислотно-основное равновесие, вязкость, поверхностное натяжение.

Формирование сульфоферритов и сульфоалюмоферритов кальция при обжиге сырьевых смесей с повышенным содержанием гипса протекает при образовании в клинкерном зерне высокоподвижных сульфатированных ферросиликатных и алюмоферросиликатных расплавов [1]. Регулирование свойств этих расплавов позволяет снизить энергозатраты на получение таких клинкеров.

Область расплавов сульфоферритных клинкеров рассматривали в системе $CaO – Fe_2O_3 – SiO_2$, а сульфоалюмоферритных - в системе $CaO – Al_2O_3 - Fe_2O_3 – SiO_2$, в высокожелезистой ее части, так как в отличие от сульфоферритных клинкеров, где содержание оксида алюминия регламентируется 4-5%, в сульфоалюмоферритных клинкерах он играет роль минералообразующего оксида. Сульфат кальция рассматривался как минерализатор, поскольку он не образует химических соединений, как в сульфоалюминатных клинкерах, а при формировании конечных фаз входит в их структуру в виде твердых растворов [2,3]. Пути кристаллизации выбранных составов клинкеров проходят через инвариантные точки, соответствующие составам, образующимся в реальных условиях расплавов. В высокожелезистой части диаграммы $CaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3 – SiO_2$ расплав образуется при температуре 1623 К и, по данным работы [4], имеет следующий состав (в %): CaO 49,6;

Al_2O_3 17,1; Fe_2O_3 26,8; SiO_2 6,5 (расплав 1). В системе CaO - Fe_2O_3 – SiO_2 состав расплава характеризуется следующим содержанием оксидов (в %): CaO 29; Fe_2O_3 66; SiO_2 5 (расплав 2). Температура ликвидуса этого расплава составляет 1463 К [5].

Силикатные расплавы имеют каркасную структуру, слагающуюся из различных кремнекислородных радикалов [6,7]. В алюмоферросиликатных расплавах портландцементных клинкеров, помимо этого, присутствуют группировки амфотерных ионов алюминия и железа, которые обусловливают существование в расплаве кислотно-основного равновесия между различными их координационными формами [8]. Существование силикатных расплавов ниже температуры солидуса и их способность при резком охлаждении образовывать стекло позволяют изучать структуру расплавов с помощью ИК-спектроскопии. Поскольку структурные изменения расплавов влияют на их вязкость и поверхностное натяжение, с этих позиций можно объяснить изменение последних.

Вязкость расплава измеряли ротационным злектровискозиметром ЭВИ-70 ПМ, а поверхностное натяжение - методом максимального давления в газовом пузырьке. Сырьевые смеси, соответствующие составам расплавов 1 и 2, плавились при температуре, превышающей температуру ликвидуса. Примесные компоненты вводились в расплав непосредственно перед измерениями. После измерений осуществлялась закалка расплавов. Фиксация их в стеклообразном состоянии контролировалась петрографическим методом.

Каркасная структура резко охлажденных расплавов указанных составов представлена, по данным ИК-спектроскопии, кремнекислородными мотивами островного типа (максимум полос поглощения в области 800-980 см-^{1}, а также структурами с более полимеризованными тетраэдрами SiO_4^{4-} (поглощение в области 1050·1060 $см^{-1}$). Ионы алюминия и железа находятся как в IV, так и в VI координации (полосы поглощения в области 400 $см^{-1}$ и 500-600 $см^{-1}$) (рис. 1 и 2).

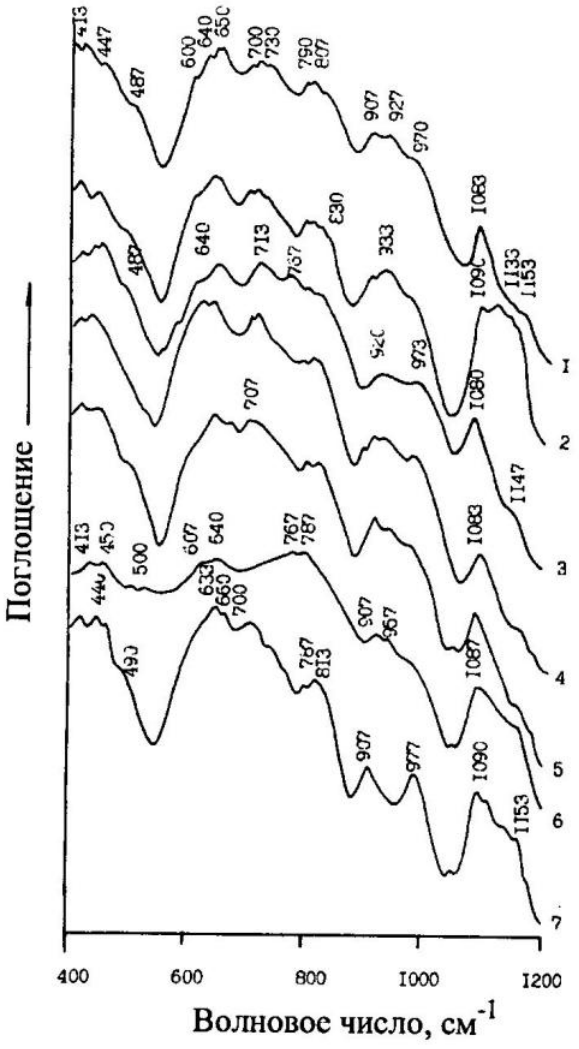


Рис. 1. ИК-спектры резкоохлажденных алюмоферросиликатных расплавов 1: 1 – исходный расплав (p=0,64); 2 – расплав с p>0,64; 3 – расплав с p<0,64; 4 – $CaSO_4$; 5 – MgO; 6 – MgO и $CaSO_4$ (p>0.64); 7 – MgO и $CaSO_4$ (p<0.64)

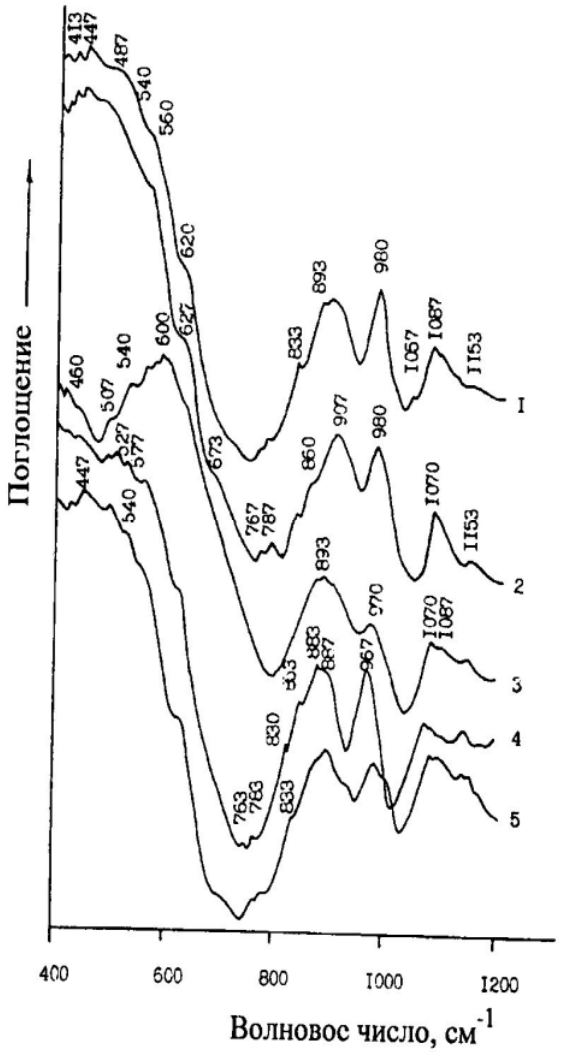


Рис. 2. ИК-спектры резкоохлажденных ферросиликатных расплавов 2: 1 – исходный расплав; 2 - Al_2O_3; 3 – MgO; 4 - $CaSO_4$; 5 – комплекс MgO, Al_2O_3 и $CaSO_4$

При обжиге клинкеров все примесные компоненты входят в состав расплава, и их присутствие обусловливает изменение, прежде всего каркасной структуры, а, следовательно, и свойств расплава. Совместное их влияние на структуру и свойства расплавов более сложное, чем индивидуальное.

Насыщение расплава 1 оксидами алюминия или железа способствует

изменению глиноземного модуля расплава (p=64). Введение в расплавы 1 и 2 до 6% оксида алюминия приводит к изменению мотивов структуры расплавов. Смещение полос 1050 $см^{-1}$ к 1070 $см^{-1}$ свидетельствует о том, что ионы алюминия внедряются в кремнекислородные мотивы расплава, которые все же остаются полимеризованными. Увеличение полос поглощения в области 800-960 $см^{-1}$ показывает, что часть ионов алюминия пошла на образование алюмосиликатов с островной структурой. При этом глиноземный модуль расплава 1 увеличивается до 0,9. Такие незначительные изменения в структуре расплава приводят к некоторому снижению вязкости: с 0,05 до 0,025 Па·с для расплава 1 и с 0,035 до 0,02 Па·с для расплава 2. Зависимость изменения вязкости от количества Al_2O_3 носит линейный характер (рис.3).

При снижении глиноземного модуля расплава 1 до 0,4 интенсивное снижение вязкости вызвано структурными изменениями в расплаве. Уменьшение интенсивности полос поглощения на 1080 $см^{-1}$ свидетельствует о деполимеризации алюмоферросиликатного мотива расплава. Увеличение интенсивности в области 500-600 $см^{-1}$ показывает, что ионы алюминия и железа находятся в большей степени в VI координации в виде AlO_6^{9-} и FeO_6^{9-}, которые более подвижны и способствуют более интенсивному вязкому течению расплава.

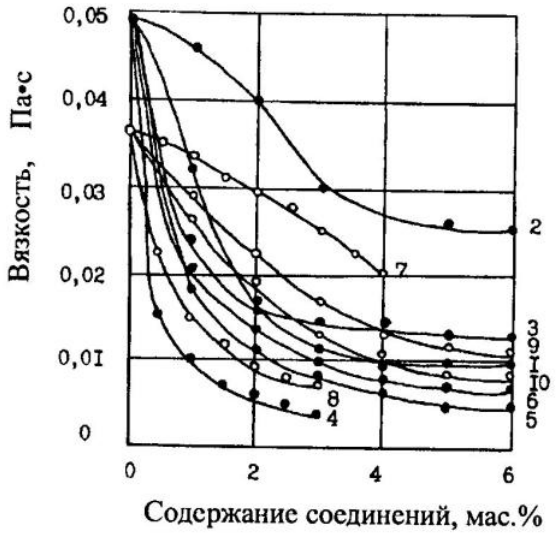


Рис. 3. Изотермы вязкости расплава 1 (T=1623 К) и расплава 2 (T=1493 К) при растворении в них некоторых соединений: 1-6 – для расплава 1: 1 – p=0,64; 2 - p>0,64; 3 - p<0,64; 4 – $CaSO_4$ 5 – MgO; 6 – $CaSO_4$ и MgO (p<0.64); 7-10 – для расплава 2: 7 – Al_2O_3; 8 – MgO; 9 - $CaSO_4$; 10 – комплекс MgO, Al_2O_3 и $CaSO_4$

Деполимеризация кремнекислородных мотивов расплава и суль-

фата кальция происходит с разложением в расплаве на ионы Ca^{2+} и SO_4^{2-}. Ионы Ca^{2+} способствуют образованию островной структуры силикатных мотивов, хотя имеются полимеризованные силикатные и алюмоферросиликатные мотивы (поглощение 1050 и 1087 $см^{-1}$), а ионы SO_4^{2-} за счет высокой кислотности сдвигают динамическое равновесие между различными координационными формами амфотерных оксидов алюминия и железа в сторону образования более подвижных в расплаве форм AlO_6^{9-} и FeO_6^{9-}, о чем свидетельствует увеличение интенсивности полос в области 500-600 $см^{-1}$. Вязкость расплавов 1 и 2 при таких структурных перестройках достигает соответственно 0,015 и 0,012 Па·с. Введение в расплавы сульфата кальция в количестве 5% существенно снижает их вязкость, а дальнейшее увеличение его содержания не приводит к заметному уменьшению вязкости.

Наиболее интенсивно снижает вязкость расплавов оксид магния (см. рис.3). Подобно иону Ca^{2+}, ион Mg^{2+} деполимеризует расплав, встраиваясь между тетраэдрами SO_4^{2-}, о чем свидетельствует рост интенсивности полос поглощения в области 800-900 $см^{-1}$, хотя при этом остаются полимеризованные алюмоферросиликатные мотивы. Совместное присутствие всех примесных оксидов и сульфата кальция в расплаве 2 влияет, прежде всего, на кислотно-основное равновесие в расплаве (увеличение интенсивности полос в области 580-600 $см^{-1}$). Отсутствие полосы на 1070 $см^{-1}$, характерной для колебаний S - O связи в ферросиликатах, позволяет сделать вывод о том, что оксид алюминия, в отличие от его индивидуального действия на структуру расплава влияет на кислотно-основное равновесие расплава. Увеличение в расплаве Ca - O связей с кремнекислородными тетраэдрами компенсирует деполимеризующее действие MgO на каркасную структуру расплава.

Совместное влияние сульфата кальция и оксида магния на структуру и свойства расплава 1 при изменении его глиноземного модуля имеет более сложный характер. Это обусловлено наложением и взаимным дополнением двух основных действий этих добавок: во-первых, деполимеризацией алю-

моферросиликатных мотивов и, во-вторых, смещением кислотно-основного равновесия. Однако при p>0,64 в расплаве остаются алюмосиликатные структуры, которые отсутствуют в расплаве при p<0,64. Т.е. последний более деполимеризован и, следовательно, характеризуется более низкой вязкостью.

В зависимости от вида модифицирующей добавки, а для расплава 1 и от значения глиноземного модуля, температура ликвидуса снижается на 30-60 ^{o}C. Увеличение температурного интервала существования расплавов с низким значением вязкости интенсифицирует процессы минералообразования, а кристаллизационная способность расплавов и растворение ранее образовавшихся в процессе твердофазового синтеза кристаллов улучшаются, так как поверхностное натяжение расплавов уменьшается (рис.4).

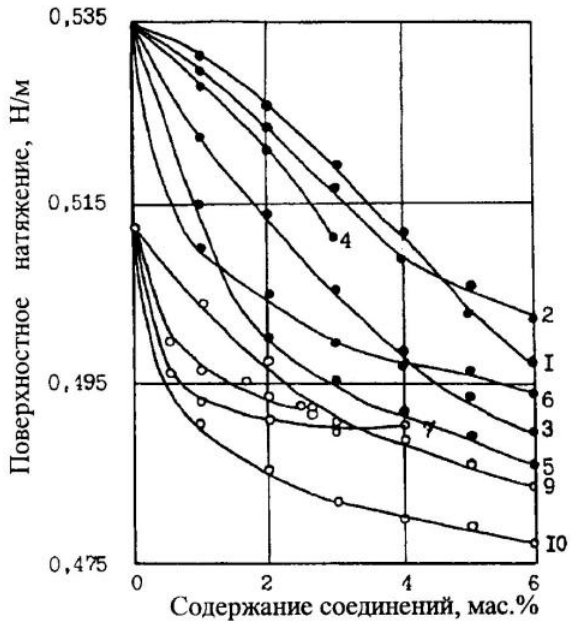


Рис. 4. Изотермы поверхностного натяжения расплава 1 (Т=1623 К) и расплава 2 (Т=1493 К) при растворении в них некоторых соединений: 1-6 – для расплава 1: 1 – p=0,64; 2 - p>0,64; 3 - p<0,64; 4 – $CaSO_4$; 5 – MgO; 6 – $CaSO_4$ и MgO (p<0.64); 7-10 – для расплава 2: 7 – Al_2O_3; 8 – MgO; 9 - $CaSO_4$; 10 - комплекс MgO, Al_2O_3 и $CaSO_4$

Наиболее интенсивно снижает поверхностное натяжение расплавов сульфат кальция, поскольку ион SO_4^{2-} в расплаве обладает повышенной поверхностной активностью, а ион Ca^{2+} деполимеризует кремнекислородные мотивы, которыми, по данным работы [9], обогащен поверхностный слой расплава. Ионы магния, алюминия и железа характеризуются низкой поверхностной активностью, в результате чего поверхностное натяжение изменяется незначительно. Как показано выше, при совместном присутствии MgO и

$CaSO_4$ в расплаве 1 с p>0,64 этот расплав более деполимеризован и, следовательно, поверхностный слой обогащен деполимеризованными кремнекислородными мотивами. Действие поверхностно-активного иона SO_4^{2-} приводит к большему снижению поверхностного натяжения.

Установлено, что введение в расплавы, образующиеся при обжиге сульфоферритных и сульфоалюмоферритных клинкеров, примесных оксидов (MgO) и модифицирующих добавок ($A1_2O_3$ и $CaSO_4$) интенсивно снижает вязкость этих расплавов. Поверхностное натяжение при этом изменяется незначительно, что способствует хорошей агрегации частиц в зоне спекания вращающихся печей и снижению пыления.

Поскольку формирование основных фаз сульфоферритных и сульфоалюмоферритных клинкеров происходит в присутствии жидкой фазы, изменяя состав и структуру таких расплавов путем введения различных добавок, можно управлять процессами образования сульфоалюмоферритов и сульфоферритов кальция, а также модифицировать эти фазы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование твердых растворов сульфоферрита кальция /А. П. Осокин, В. Г.Акимов, Ю. Р. Кривобородов, Е. П. Павленко/ Гидратация и твердение цемента: Тр. НИИцемента. – М., 1982. – с. 81 – 87.
2. Самченко С. В. Минералообразование в алюмоферритных системах в присутствии сульфата кальция/ Цемент. - 1989. - N 3. – С. 19 – 20.
3. Бережной А. С. Многокомпонентные системы окислов. - Киев: Наукова думка, 1970. – 545 с.
4. Levin E. M., Robbins C. K, Memurdie H. F. Phase Diagrams for Ceramists/ The American Ceramic Society. – 1964. – 413 p.
5. Горшков В. С., Савельев В. Г., Федоров Н. Ф. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений. - М.; Высшая школа, 1988. – 100 с.

6. Бабушкин Б. И., Матвеев Г. М., Мчедлов-Петросян О. П.. Термодинамика силикатов. - М.; Стройиздат, 1972. – 351 с.
7. Тимашев В. В., Осокин А. П. Химия высокоосновных алюмоферросиликатных расплавов: Обзор. информ./ ВНИИЭСМ. - М., 1980. – 64 с.
8. Определение поверхностных концентраций в расплавах CaO - $A1_2O_3$ – SiO_2 / А. А.Офицеров, Л. Н. Соколов, В. В.Байдов и др. // Доклады АН СССР. - 1971. – т.199. - № 5. – С. 1107 – 1109.

УДК 666.942.015.224

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ КЛИНКЕРООБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИИ «Р-ОБЖИГ»

Совместно с Е. Н. Потаповой, Е. И. Советниковым, Р. М. Дзвонковским, А. Г. Холодным

[В сб.: Фазовые превращения в процессе синтеза силикатных материалов: МХТИ им. Д. И. Менделеева. М., 1988. Вып. 153. С. 40-45.]

При реализации технологии «Р-обжиг» изменяются механизм синтеза алита и свойства формирующихся клинкеров, что обусловливает повышение производительности вращающихся печей, снижение удельного расхода топлива на обжиг клинкера, увеличение срока службы футеровки и активности клинкера. В сравнении рассмотрены свойства (гранулометрический состав клинкеров, фазовый состав по сечению гранулы, микротвердость, размалываемость, степень гидратации и прочность клинкеров, параметры элементарной ячейки и модификации алита) клинкеров традиционной технологии и «Р-обжига». Показаны особенности процессов минералообразования при реализации технологии клинкера «Р-обжиг».

Современные тенденции в развитии химической технологии направлены на снижение энергетических затрат и повышение качества продукции в совокупности с ростом производительности труда. Решение этих важнейших проблем является первоочередной задачей, стоящей перед цементной промышленностью.

В последние годы успешно внедряется в промышленность малоэнергоемкий способ обжига клинкера, названный «Р-обжигом», существенно интенсифицирующий технологический процесс. При реализации этого способа в составе сырьевой смеси снижается доля $CaCO_3$, что позволяет повысить эффективность работы зоны декарбонизации и улучшить грануляцию материала в печи. В высокотемпературном газовом потоке происходит термическая активация образующегося оксида кальция, что способствует ускорению

его растворения в расплаве и интенсификации алитообразования. За счет эндотермического процесса температура в зоне спекания снижается до 1673 К, корпуса печи на 150-200 ^{o}C, при этом происходит перераспределение тепла по длине печи и улучшается защитный слой обмазки.

Освоение технологии «Р-обжиг» на вращающейся печи с циклонными теплообменниками Липецкого цементного завода [1], печах мокрого способа ПО «Воскресенскцемент» [2] и «Акмянцементас» [3] свидетельствует о повышении производительности печей на 10-15%, снижении удельного расхода топлива на 10-15 кг/т клинкера, увеличении срока службы футеровки в 1,5-2 раза и активности клинкера на 4-9 МПа [1]. Однако достигнутые результаты не исчерпывают возможностей данной технологии, поскольку при ее совершенствовании, например в циклонных теплообменниках, можно добиться степени декарбонизации 85-95%, а в этом случае мощность печи возрастает на 35-40%.

Достигнутые высокие технико-экономические показатели при реализации технологии «Р-обжиг» объясняются, прежде всего, изменением механизма синтеза алита и иными свойствами формирующихся клинкеров. Для клинкеров, полученных по технологии «Р-обжиг», характерно присутствие максимума на кривой распределения гранул по размерам при 10-15 мм (до 40%) (рис. 1). Причем мелкие гранулы характеризуются более равномерным распределением минералов, а также более равномернозернистой структурой алита. Для гранул размером более 20 мм характерна зональность строения алитовой фазы, когда области с хорошо ограненными кристаллами алитовой фазы размером 80-120 мкм соседствуют с зонами, состоящими из кристаллов C_3S размером 8-30 мкм с неправильными геометрическими формами, с частым включением промежуточного вещества и белита; часто наблюдаются сростки кристаллов. Размеры таких мелко- и среднекристаллических зон составляют до 200х 400 мкм. Иногда они образуют явные окружности. Такая зональность увеличивается при движении от центра к периферии гранулы,

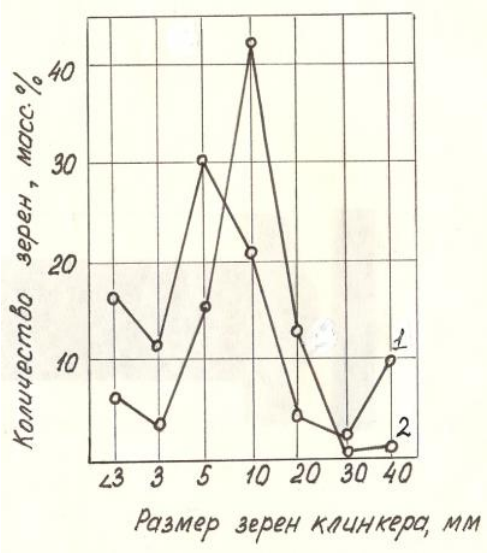


Рис.1. Содержание фракций в клинкерах, полученных во вращающейся печи 4,5х150 м:
1 – по технологии «Р-обжиг»;
2 – при обычном режиме обжига

что, по-видимому, обусловлено характером гранулообразования в условиях «Р-обжига», когда параллельно с процессом алитообразования в результате взаимодействия между термоактивированным CaO и белитом на поверхности гранул происходит процесс их агрегирования. Вследствие этого внутренняя часть гранул сложена крупными, совершенными, а периферия - мелкими и средними кристаллами алита. Зональность в строении остается и после завершения агрегации мелких гранул в крупные. Подобный механизм гранулообразования подтверждается тем, что зерна белита и свободного оксида кальция встречаются исключительно в крупнокристаллических зонах алита. По краям гранул наблюдаются области с хорошо оформленными кристаллами алита размером 40-80 мкм. Для клинкеров обычного режима обжига при движении от центра к периферии размер кристаллов алита в целом увеличивается от 30-60 до 60-100км, при этом улучшается и кристаллизация.

Исследования строения гранул по их сечению показали, что для клинкеров «Р-обжига» характерно на 6-11 мас. % алитовой фазы больше, чем при обычном способе обжига (рис. 2). Поверхностный слой гранул обычного клинкера обеднен алитом, что также подтверждено результатами петрографического анализа. В клинкерах, полученных по технологии «Р-обжиг», наблюдалась обратная картина: в направлении к поверхности гранул концентрация C_3S равномерно повышается при практически пропорциональном снижении содержании C_2S. Это может быть объяснено следующим образом.

По данным исследований, проведенных с помощью метода радиоактивных индикаторов, материал пребывает в зоне спекания значительное вре-

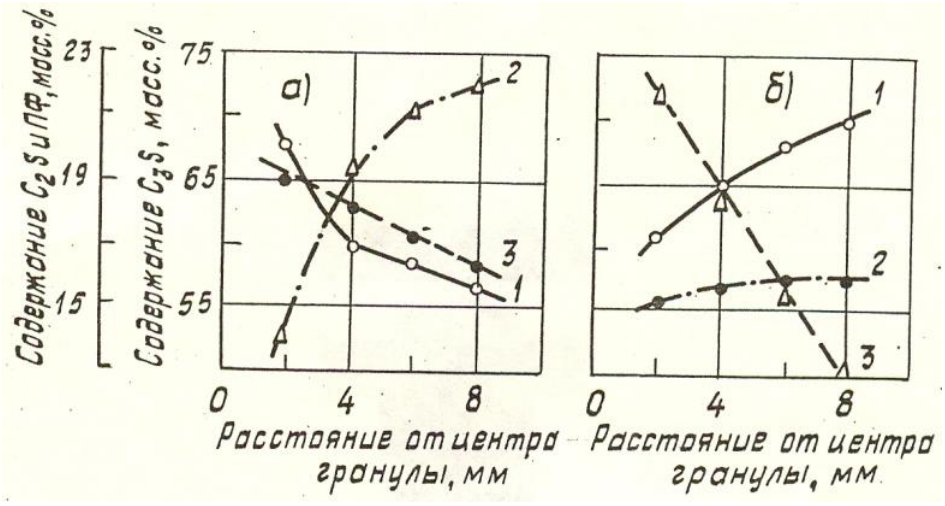


Рис.2. Изменение минералогического состава по глубине гранул клинкеров: *а* – традиционной технологии; *б* – технологии «Р-обжиг»; *1, 2, 3* – содержание C_3S, C_2S и промежуточной фазы

мя после агломерации первичных зерен. В более разогретом по отношению к ядру гранул поверхностном слое создаются повышенные концентрации материалов-плавней и благоприятные условия кристаллизации алита. Этому также способствует повышение содержания активированного оксида кальция в направлении к поверхности гранул, что вытекает из установленного характера распределения осаждающегося из газовой фазы CaO. При обычном способе обжига в мощных вращающихся печах создается короткая и близкая к обрезу печи зона спекания, в которой процесс налипания на поверхность крупных конгломератов мелких гранул не успевает завершиться. Высокая температура начала охлаждения клинкера и рыхлая структура поверхности гранул обусловливают интенсивное конвективное перемещение расплава в сохраняющие прежнюю температуру их центральную часть. В результате миграции жидкой фазы из обогащенного в зоне спекания поверхностного слоя гранул ее содержание по сравнению со средней частью гранул становится ниже на 3% (рис. 2). Основная доля алитовой фазы выкристаллизовывается в конце зоны спекания и в зоне охлаждения, в связи с чем содержание ее в центральной части по сравнению с поверхностной выше на 10%.

Характеристические группы отражений на рентгенограммах промышленных клинкеров позволяют идентифицировать полиморфизм алита и рассчитать объем элементарной его ячейки. По данным рентгеноструктурного анализа для клинкеров, полученных по технологии «Р-обжиг», наблюдается повышение значений параметров элементарной кристаллической решетки; если для рядовых клинкеров параметры равны a = 12,206, b = 7,021, c = 24,972 Å, то для клинкеров «Р-обжига» соответственно, 12,220, 7,025 и 24,981 Å. Объем ячейки C_3S возрастает от центра к периферии гранул, а для рядовых клинкеров он практически не изменяется по объему клинкерного зерна (рис. 3).

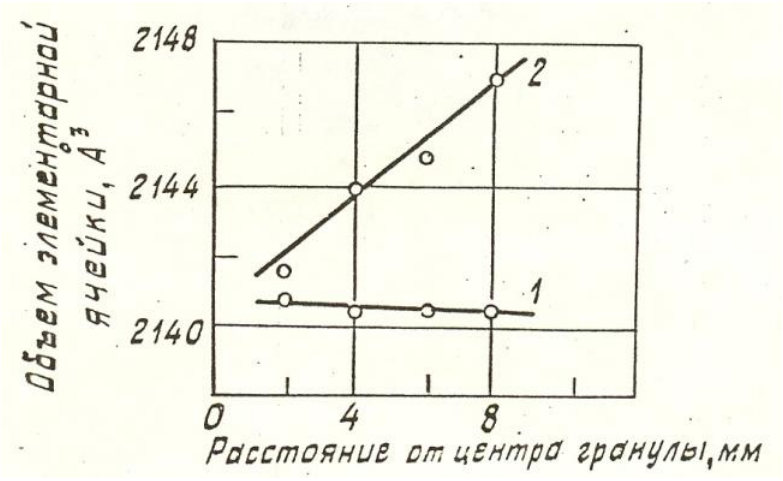


Рис.3. Изменение объема элементарной кристаллической решетки алита по глубине гранулы размером 20 мм:
1 – обычный режим; *2* – «Р-обжиг»;

Анализ формы дифракционных отражений свидетельствует о том, что при обычном режиме обжига алит фиксируется в моноклинной полиморфной модификации M_1 по всей глубине гранулы. При «Р-обжиге» в центре гранул алит находится в моноклинной форме M_I (до 4-10 мм), ближе к краю наряду с моноклинной модификацией обнаруживается и триклинная полиморфная форма T_{II} содержание которой увеличивается по грануле до 6-8 мм (при размере гранулы до 10 мм) и до 10-14 мм (при размере гранулы 20 мм). Последующее движение от центра к периферии сопровождается уменьшением доли триклинной модификации и снижением объема элементарной кристаллической ячейки алита.

Данное явление связано с тем, что образующийся алит первоначально

фиксируется в триклинной полиморфной модификации T_{II} и переходит в M_I с ростом температуры и продолжительности обжига. Поэтому крупнокристаллический алит, образующийся на ранней стадии обжига, фиксируется в M_1 . О высокой степени совершенства его тонкой структуры свидетельствует низкая величина элементарной кристаллической ячейки алита (V). По периферии мелкокристаллический алит, напротив, отличается морфологической неупорядоченностью. О несовершенстве его кристаллической структуры свидетельствует повышенная величина V. Поскольку алит образуется в результате взаимодействия белита с термоактивированным оксидом кальция и находится в зоне высоких температур относительно недолго, то он еще не полностью переходит из T_{II}, в которой он образовался, в M_I модификацию. Увеличение содержания M_I и уменьшение V на самом краю гранулы вызвано высокой температурой и большим количеством расплава, что способствует активному протеканию процесс а перекристаллизации алита.

Проведенные исследования показали, что при получении клинкеров по традиционной технологии на основе достаточно гомогенных и дисперсных сырьевых смесей наблюдается практически равномерное и близкое к стехиометрии соотношение *C/S* по объему кристаллов алита, хотя концентрация модифицирующих ионов изменяется [4, 5]. Неравномерность состава алитовой фазы особенно проявляется при реализации технологии «Р-обжиг». Исследование строения кристаллов алита в промышленных клинкерах методом микрорентгеноспектрального анализа на приборе «Camebax» позволило установить ярко выраженную зональность структуры кристаллов, причем наблюдалось уменьшение отношения *C/S* от центра кристаллов к их краям. В центре кристаллов, как правило, отношение *C/S* > 3, т.е. возможно преимущественное распределение CaO, а по краям кристаллов отношение *C/S* меньше 3. Аналогичное явление свойственно также кристаллам белита. Локальный рентгеноспектральный анализ элементного состава кристаллов али-

та показал образование внутри участков, по составу занимающих промежуточное положение между алитом и белитом. Уменьшение отношения *C/S* по границам кристаллов алита вызвано как пониженной температурой обжига (1673 К) и высокой скоростью алитообразования, так и пересыщением центральной части катионами кальция. Формирование в таких неравновесных условиях кристаллов алита с зональным строением обусловлено высокой скоростью растворения высокоактивного CaO в расплаве с повышенной кислотностью, образующихся в низкоосновном клинкере, что вызывает высокую степень пересыщения жидкой фазы катионами кальция. При этом, наряду с интенсивным ростом образовавшихся кристаллов C_3S, происходит и кристаллизация алита в диффузионном слое растворяющихся частиц CaO за счет связывания ионами Ca^{2+} кремнекислородных анионов из расплава. Образующийся «вторичный» алит вследствие интенсивной его кристаллизации характеризуется нестехиометрией состава.

Уменьшение отношения *C/S* в алите приводит к образованию дополнительного количества дырочных парамагнитных центров на вакансиях атомов кальция - $(Ca^{2+})^{+}$ и электронных парамагнитных центров на кислородных вакансиях - $(Ca^{+2})^{e}$, $(Si0_4)^{e}$, концентрация которых по данным Акимова В. Г, закономерно увеличивается на 5-15%. Концентрация свободных носителей заряда повышается на 5-8%. Увеличение отношения $CaO/Si0_2$ вызывает уменьшение концентрации свободных носителей заряда *p*-типа.

Повышение дефектности кристаллов обусловливает снижение их микротвердости: алита с 4520 до 4040, белита с 4950 до 4250, алюмоферритной фазы с 6090 до 5640 МПа, повышение размалываемости клинкера на 15-20%, степени гидратации на 5-8%. Причем степень гидратации меняется в зависимости от размера гранул и по их сечению (таблица).

Изменение фазового состава и повышение степени гидратации клинкеров технологии «Р-обжиг» обусловливает повышение на 3-5 МПа прочности цементного камня при изгибе и сжатии независимо от гранулометрического

состава клинкеров.

Результаты петрографического анализа клинкеров, полученных по традиционной технологии и «Р-обжиг», позволяют объяснить различные их свойства условиями формирования структуры.

Таблица

Гидратационная активность алита

Размер гранулы, мм	Распределение кристаллов по грануле	Степень гидратации алита (%) при В/Т=0,5 после 28 сут твердения
Традиционная технология		
10	поверхность	68
	центр	69
Технология «Р-обжиг»		
10	поверхность	76
	центр	71
20	поверхность	73
	центр	69

При обычной технологии обжига кристаллы алита возникают и растут вблизи зерен оксида кальция. Рост кристаллов происходит в сторону от зерен CaO и осуществляется одновременно с растворением белита, вступающих в контакт с растущими гранями алита. На месте растворяющихся зерен оксида кальция остаются участки жидкой фазы.

Судя по направлению роста кристаллов алита, диффузия ионов кальция в расплаве происходит с большей скоростью, чем противоположное по направлению движение продуктов растворения белита.

Наиболее быстро растут грани алита, обращенные к диффузионным потокам Ca^{2+}, перемещающимся от зерен CaO к скоплениям кристаллов белита. По мере приближения растущих граней алита к белитовым зернам они интенсивно растворяются, что приводит к появлению слоя расплава между скоплениями зерен белита и кристаллами алита, а также способствует приоб-

ретению растворяющимися зернами белита уплощенного габитуса. Некоторые зерна белита захватываются растущими кристаллами алита в виде включений.

Вокруг зерен оксида кальция создается слой кристаллов алита, являющийся препятствием для диффузии CaO к поверхности растущих граней алита и, следовательно, задерживает процесс растворения и усвоения извести.

При реализации технологии «Р-обжиг» механизм усвоения оксида кальция меняется. Существенным является то, что частицы известняка попадают в систему, где уже произошло зародышеобразование алита и наблюдается рост его кристаллов. Образование новых зародышей кристаллов алита в такой системе маловероятно. Таким образом, можно предположить, что CaO, попадающий на поверхность формирующихся клинкерных гранул отличается отсутствием оболочки из кристаллов алита, препятствующих растворению оксида кальция.

При традиционном способе обжига на определенной стадии клинкерообразования в жидкой фазе возникает пересыщение кристаллов алита, приводящее к образованию зародышей этого соединения. Наибольшее пересыщение возникает вблизи зерен CaO, свидетельством чего является кристаллизация кристаллов алита у зерен оксида кальция. По-видимому, в дальнейшем пересыщение жидкой фазы ионами Ca^{2+} уменьшается, однако несмотря на это, концентрация CaO оказывается достаточной для роста кристаллов алита. При технологии «Р-обжиг» происходит растворение зерен оксида кальция и рост расположенных рядом кристаллов алита. И в том случае, когда оксид кальция попадает на участок, сложенный белитом, происходит растворение зерен CaO и диффузия ионов кальция через слой зерен белита к растущим граням кристаллов алита.

Таким образом, при рассмотрении свойств (гранулометрический состав клинкеров, фазовый состав по сечению гранулы, микротвердость, размалываемость, степень гидратации и прочность клинкеров, параметры элементар-

ной ячейки и модификации алита) клинкеров традиционной технологии и «Р-обжига» показаны особенности процессов минерало- и клинкерообразования при реализации технологии клинкера «Р-обжиг».

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимашев В. В., Осокин А. П., Пономарев И. Ф. и др. Тез. докл. VI Всес. научн.-техн. совещ. по химии и технол. цемента. -М.: ВНИИЭСМ, 1982, с. 149-152.
2. Макаров О.Н., Осокин А. П., Болдырева Л. М. Пром-сть строит. материалов. Сер. 1. Цементная промышленность. -М.: ВНИИЭСМ, 1983, вып. 5, с. 15-17.
3. Монтвила В. В., Митузас А. Ю. Тез. докл. V Всес. научн.-техн. совещ. по химии и технологии цемента. - М.: ВНИИЭОМ, 1980, с. 106-109.
4. Корнеев В. И. Тр. VI Междунар. конгресса по химии цемента. - М.: Стройиздат, 1976, т. 1, с. 71-74.
5. Тимашев В. В., Осокин А. П., Акимов В. Г. и др. Краткие тез. докл. на V Всес. научн.-техн. совещ. по химии и технол. цемента. - М.: ВНИИЭСМ, 1982, с. 128.

УДК 666.949.2

СВОЙСТВА РАСШИРЯЮЩИХСЯ ЦЕМЕНТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Совместно с Ю. Р. Кривобородовым

[Цемент и его применение, 2004, № 6. С. 43-46.]

Наиболее рациональным способом достижения прогресса в стройиндустрии является развитие новых технологий производства бетона и железобетона на основе использования качественно новых материалов.

Известно, что усадка цементного камня вызывает растягивающие напряжения, которые превосходят прочность бетона при растяжении, в результате появляются трещины. Решение этой важной проблемы обусловила разработку составов и технологий расширяющихся цементов (РЦ). Цемент, обладающий большим потенциалом расширения, в состоянии не только компенсировать вредное влияние растягивающих напряжений, но и напрягать арматуру, заложенную в бетоне. В соответствии с этой особенностью расширяющегося цемента В. В. Михайловым и С. Л. Литвером [1] введен термин «напрягающий цемент». Работы по созданию расширяющихся цементов прошли длинный путь развития. Начавшись в начале 1950-х годов, расширяющиеся цементы в течение длительного времени выпускались в нашей стране в виде опытных партий, и только в 1972 году была выпущена первая промышленная партия напрягающего цемента на Усть-Каменогорском цементном заводе, а затем быстро в течение 2-3 лет выпуск этого вида цемента был освоен на многих цементных заводах. В связи с большой потребностью строительной индустрии в расширяющихся цементах работы в этом направлении быстро развивались. В 1991 году объем выпуска РЦ достигал почти 1 млн.т в год [2]. Начавшаяся новая экономическая политика в стране резко сократила выпуск РЦ, как и цемента в целом. Однако в настоящее время расширяющиеся цементы приобрели как бы «второе дыхание»: из всех специ-

альных видов цементов они оказались наиболее востребованными. Эта тенденция прослеживается и в других развитых странах [3].

Разновидности цементов. Особенности использования этих цементов в различных областях строительства предопределяют требования к ним, особенно к способности расширяться, что и положено в основу классификации цементов: безусадочные, расширяющиеся, напрягающие.

Расширяющиеся компоненты. В качестве расширяющихся компонентов при производстве цемента используют:

– промышленные продукты, содержащие алюминаты кальция (глиноземистые и сталерафинировочные шлаки, шлаки от производства феррохрома, ферробора и ферротитана) [4];
– отходы производства (карбоалюминатные соединения [5], высокоосновные золы;
– природные материалы, подвергнутые теплообработке. Их добавка к портландцементу обеспечивает образование при гидратации гидросульфоалюмината кальция (алуниты [6], каолинитовые глины);
– искусственные расширяющиеся добавки, например, сульфатированные клинкеры, получаемые обжигом смеси из известкового, глиноземсодержащего или железистого компонента и гипса [7,8].

Практика показала, что использование сульфатированных клинкеров в качестве расширяющейся добавки позволяет получать более однородный по качеству цемент со стабильными свойствами, поскольку технология их производства в максимальной степени обеспечивает регулирование фазового состава и микроструктуры спецклинкеров, вещественного состава и дисперсности расширяющихся цементов. Поэтому при организации производства РЦ на заводах, по нашему мнению, следует отдавать предпочтение сульфатированным клинкерам в качестве расширяющихся компонентов.

Высокосульфатированные клинкеры разделяются на три типа: сульфоферритные (СФК), сульфоалюмоферритные (САФК), сульфоалюминатные

(САК). Основной фазой сульфоферритного клинкера является $C_2F{\cdot}C\bar{S}$, наряду с которым может образовываться сульфоферрит состава $CF{\cdot}0{,}3C\bar{S}$. Сульфоалюмоферритный клинкер содержит сульфоалюмоферриты кальция состава $C_2A_xF_{1-x}\bar{S}_n$, где «x» колеблется от 0,1 до 0,8, а «n» - от 0,02 до 0,5. Сульфоалюминатный клинкер представлен сульфоалюминатом кальция $C_4A_3\bar{S}$. Во всех этих клинкерах второй по значимости является фаза C_2S, поскольку почти все природные материалы и промышленные отходы содержат значительное количество кремнезема. Соотношение между этими фазами во многом определяет свойства получаемых клинкеров. Как показали многочисленные исследования и практика производства обычного портландцемента, его качество зависит от многих технологических факторов: состава и гидратационной активности клинкера, вещественного состава цемента, тонкости его измельчения и т.д. Эти же факторы оказывают влияние и на расширяющиеся цементы.

На кафедре химической технологии композиционных и вяжущих материалов РХТУ им. Д.И. Менделеева на протяжении ряда лет проводятся исследования по выявлению влияния на гидратационную активность клинкера природы сырья, состава сырьевой смеси, ее реакционной способности, режимов обжига и охлаждения и других факторов. Разработки и рекомендации кафедры широко внедрены в промышленность.

Основными факторами, предопределяющими технические свойства РЦ, являются его вещественный состав, природа расширяющегося компонента, минералогический состав портландцементного клинкера, гранулометрический состав цемента и его компонентов.

Соотношение компонентов оказывает большое влияние на свойства цемента. При использовании одних и тех же исходных компонентов коэффициент корреляции между количеством расширяющейся добавки в цементе и расширением цементного камня равен +0.90, что свидетельствует о прямой тесной связи этих двух величин. В зависимости от количества введенного

расширяющегося компонента (РК) цемент может быть безусадочным или расширяющимся. Самонапряжение и линейное расширение цемента находятся в прямой зависимости от соотношения РК и гипса в цементе. Увеличение количества сульфата кальция обусловливает значительное повышение величины расширения и самонапряжения.

Фазовый состав отдельных компонентов, а именно портландцементного клинкера, оказывает значительное влияние на свойства РЦ. Значимость этого фактора особенно велико при получении напрягающих цементов.

При одинаковом вещественном составе РЦ (сульфоалюминатный клинкер ~ 10%) с увеличением количества C_3S в клинкере наблюдается тенденция повышения самонапряжения цемента. Но указанная взаимосвязь неоднозначна и зависит от содержания C_3A в цементе. При высокой прочности цементного камня, обусловленной повышенным содержанием C_3S в клинкере (60-65%), увеличение количества C_3A вызывает рост самонапряжения.

Повышение содержания C_3A в исходном клинкере в значительной степени способствует росту энергии расширения цемента и при низкой прочности последнего, вызванной малым количеством содержания алита, приводит даже к его разрушению (рис. 1).

При пониженном содержании C_3A в клинкере требуется повышенное количество РК с целью получения цемента с заданной величиной самонапряжения. В табл.1 приведены данные о количестве расширяющегося компонента в НЦ-20 в зависимости от содержания C_3A в цементе.

Влияние разновидностей расширяющихся компонентов на свойства напрягающего цемента также имеет большое значение. Так, при использовании сульфоалюмоферритных клинкеров с различным соотношением сульфоалюмоферритов кальция и суммы (C_3S+C_2S) и клинкеров при одинаковом содержании силикатов кальция, но различающихся составом сульфатированной фазы, получают цементы, различающиеся по техническим свойствам [9].

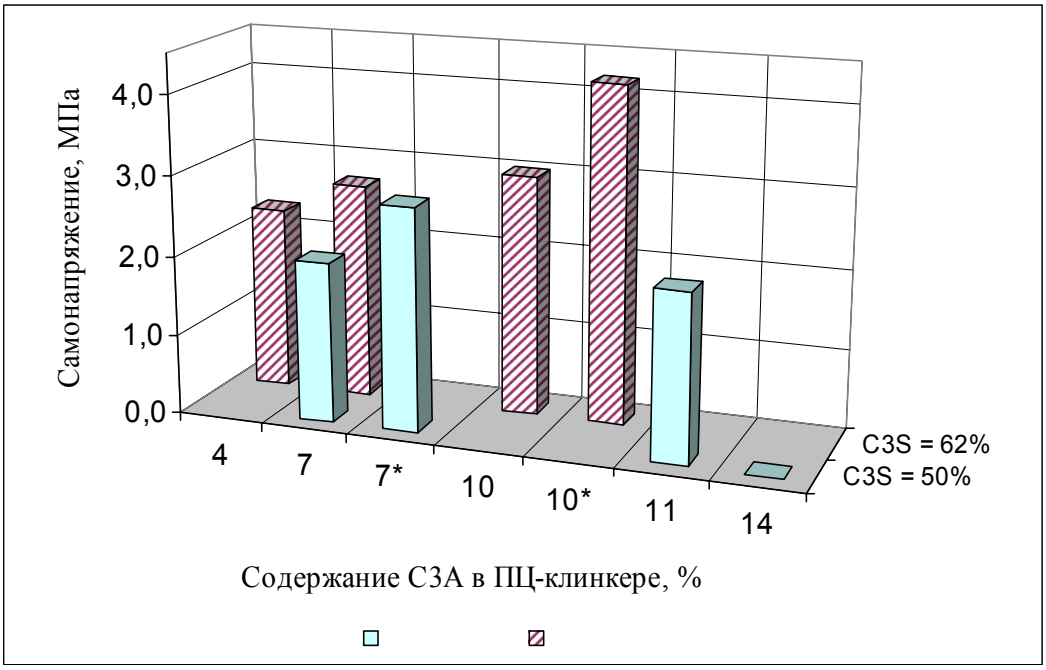


Рис.1. Влияние содержания C_3A в портландцементном клинкере на величину самонапряжения в цементах с различным содержанием C_3S

Таблица 1

Количество расширяющегося компонента (глиноземистый шлак) в цементе в зависимости от количества C_3A в ПЦ-клинкере

№№	Количество, %			CA/C_3A
	C_3A	РК	РК+гипс	
1	3	26	32	4,2
2	4	23	29	2,7
3	7	25	28	1,4
4	9	15	22	0,7
5	8	15	21	0,9

Сульфоферритные клинкеры имеют меньшие показатели линейного расширения и самонапряжения, а сульфоалюминатный клинкер достигает больших величин всех исследуемых характеристик. Однако сульфоалюмоферритные и сульфоферритные клинкеры обеспечивают цементам сроки

схватывания, аналогичные величинам портландцемента (начало схватывания 2-3 часа, конец – 4-5 часов). Сравнительные испытания цементов с использованием различных сульфатированных клинкеров приведены в табл.2.

Таблица 2

Результаты испытаний цементов на основе сульфатированных клинкеров

Тип клинкера	Прочность, МПа		Расширение, %		Самонапряжение, МПа	
	1 сут	28 сут	2 сут	28 сут	1 сут	28 сут
СФК	15	57	0,04	0,1	0,5	1,5
САФК	16,2	58	0,1	0,2	0,6	2,1
САК	18	62	0,1	0,4	1,0	3,2

Влияние тонкости помола на свойства цемента. Тонкость помола и грансостав цемента оказывает большое влияние на величину его расширения. При этом имеет значение дисперсность, как портландцементной составляющей, так и расширяющегося компонента РЦ и НЦ.

Увеличение тонкости помола портландцемента при постоянной степени измельчения расширяющегося компонента сопровождается повышением прочности расширяющегося цемента и снижением расширения цементного камня. Так, с повышением удельной поверхности портландцемента от 2500 до 4500 $см^2/г$ при постоянной величине $S_{уд.}$ – 2500 $см^2/г$ расширяющегося компонента прочность цементного камня увеличивается с 25 до 45 МПа, а расширение снижается с 1,2 до 0,1%. Такая закономерность в изменении свойств характерна для всех композиций цемента на основе любых расширяющихся компонентов различной дисперсности ($S_{уд}$ = 2500, 3000 и 4500 $см^2/г$). Это объясняется тем, что при низкой удельной поверхности портландцементной составляющей вследствие медленной гидратации в первые сроки твердения цементный камень имеет низкую прочность. Растягивающие усилия, возникающие при образовании эттрингита, обеспечивают большое расширение и низкую прочность.

При повышении тонкости помола цемента скорость его гидратации возрастает как за счет увеличения реагирующей поверхности частиц, так и их активности. Более высокая гидратационная активность мелких частиц обеспечивает ускорение формирования структуры цементного камня, поэтому увеличение тонкости помола портландцементной составляющей РЦ при грубом измельчении расширяющегося компонента обусловливает непрерывное повышение прочности и самонапряжения цементного камня.

При грубом помоле расширяющегося компонента образование эттрингита в твердеющем камне происходит постепенно в период, когда тонко размолотая портландцементная составляющая за счет быстрой гидратации приобретает повышенную прочность. Кристаллизация эттрингита в этих условиях приводит к повышению самонапряжения цементного камня.

Соотношение компонентов и их дисперсностей позволяет в широких пределах регулировать свойства РЦ для обеспечения практически любых требований строительной индустрии.

Строительно-технические свойства цементов. Качество РЦ характеризуется следующими показателями:

Сроки схватывания. Схватывание расширяющихся и напрягающий цементов на основе сульфатированных клинкеров практически находятся в тех же пределах, что и обычного портландцемента. При использовании сульфоалюминатного расширяющегося компонента иногда наблюдается ускорение начала схватывания цементного теста.

Прочность цементного камня при испытании расширяющихся и особенно напрягающих цементов характеризуется быстрым нарастанием в первые сутки твердения, которое затем в течение 3-7 сут несколько замедляется, что связано с интенсивным расширением структуры в этот период. При более длительном периоде твердения (3 мес. и более) по кинетике нарастания прочности напрягающий цемент опережает портландцемент.

Причем, сульферритсодержащие РЦ и НЦ имеют особенно высокие

значения на осевое растяжение [10], что предопределяет повышенное сопротивление трещинообразованию бетонов.

Расширение цементного камня при твердении в водных условиях интенсивно развивается в первые 10 сут, а затем стабилизируется. Твердение цементного камня на воздухе сопровождается усадкой, но в целом расширение цементного камня сохраняется на уровне +0,1%.

Водопроницаемость цементных растворов и бетонов наблюдается только до 3 сут твердения. Более длительное твердение сопровождается уплотнением структуры и через 7–10 сут изделия из самонапряженного бетона выдерживают гидравлическое давление более 20 атм.

Морозостойкость. Цементный камень из расширяющихся цементов без ограничения их расширения выдерживают 150 циклов, а при механическом ограничении цементного камня (например, арматуры в железобетоне) морозостойкость увеличивается. Испытания РЦ при твердении в металлических формах показали более 400 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Масло- и нефтестойкость. Высокие значения водо- и газонепроницаемости цементного камня из расширяющихся цементов, обусловленные его высокой плотностью, обеспечивают стойкость бетонов к воздействию масло- и нефтепродуктов, что позволяет рекомендовать расширяющиеся цементы для строительства хранилищ нефтепродуктов.

Коррозионная стойкость цементов высокая благодаря формированию плотного цементного камня при твердении расширяющихся цементов. Коэффициент стойкости образцов на основе сульфоферритных и сульфоалюмоферритных цементов, хранившихся в различных агрессивных средах через 12 мес. близок к единице (рис. 2).

Цементный камень на основе расширяющихся цементов обладает достаточно высокой стойкостью в хлоридной и хлоридно-магнезиальной среде. Это позволяет использовать РЦ при гидроизоляции различных объектов. До-

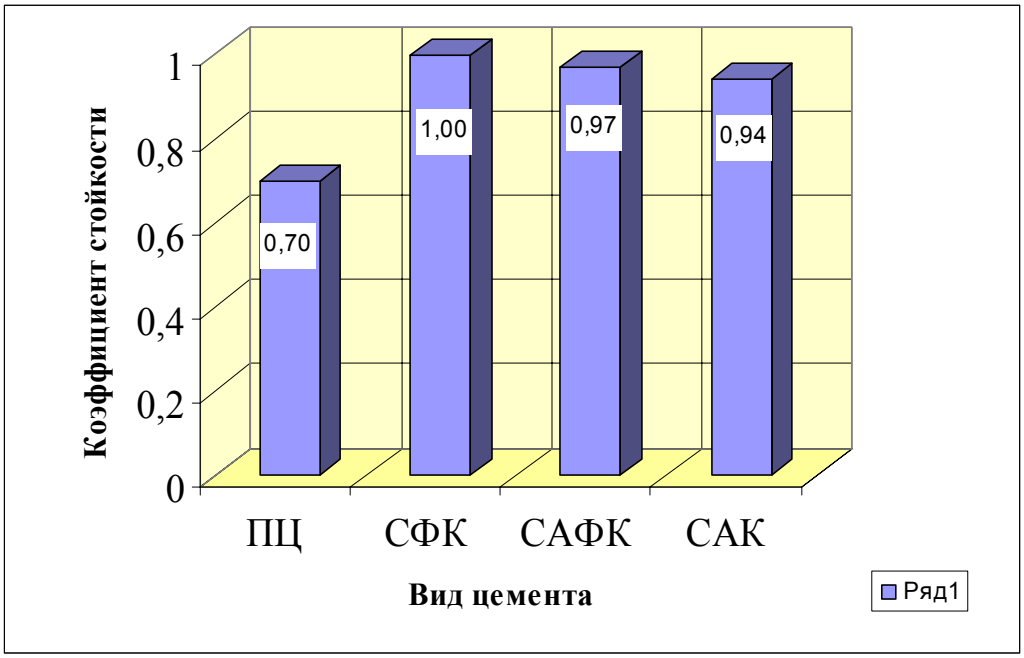


Рис.2. Влияние вида цемента на коррозионную стойкость цементного камня

бавление к расширяющимся цементам различных полимеров обеспечивает антикоррозийную защиту бетонных сооружений, находящихся под воздействием сильно агрессивных хлоридно-магнезиальных сред. Испытания в течение пяти лет образцов из расширяющихся полимерцементных растворов в промышленных объектах показывают полное отсутствие сбросов прочности. В то же время, образцы из цементно-песчаного раствора на портландцементе без расширяющихся добавок к трем годам хранения в агрессивных средах уменьшили предел прочности при сжатии на 17% по сравнению с образцами в возрасте одного года.

Применение расширяющихся цементов. Расширяющиеся цементы придают бетонам и растворам высокую водонепроницаемость, благодаря чему их успешно применяют для омоноличивания сборных железобетонных элементов, а также для сооружения водонепроницаемых конструкций из монолитного бетона в гидротехническом строительстве. Высокая плотность цементного камня позволяет применять расширяющиеся цементы при строительстве нефтегазовых скважин.

Гидроизоляция и антикоррозийная защита железобетонных конструкций. К объектам химической промышленности, очистным и подземным сооружениям предъявляются повышенные требования по антикоррозионной стойкости, плотности и непроницаемости с целью обеспечения их долговечности и исключения утечки хранимых материалов или, напротив, попадания грунтовых и технологических вод в заглубленные помещения.

Применяемая ранее антикоррозионная защита сгустителей на заводах калийных солей, представляющих собой железобетонные емкости, состояла из футеровки кислотоупорной плиткой, кислотоупорным кирпичом и оклейки тканью на эпоксидной шпаклевке с окраской перхлорвиниловым лаком. При воздействии агрессивной среды эта многослойная антикоррозионная защита разрушилась через три года.

При выполнении гидроизоляционных и антикоррозионных работ смесь расширяющегося цемента с песком и полимерными добавками, нанесенная давлением воздуха на изолируемую поверхность, создает очень плотную структуру бетона, которая еще больше уплотняется за счет образования и роста иглообразных кристаллов эттрингита. Такая гидроизоляция превосходит оклеечную изоляцию по надежности и долговечности, а стоимость существенно ниже.

Расширяющиеся цементы используют при возведении очистных сооружений из сборных элементов без гидроизоляции. Водонепроницаемость отстойников обеспечивалась за счет омоноличивания стыков бетоном на основе расширяющегося цемента.

Из бетона на расширяющихся цементах возводятся насосные станции подачи очищенных стоков с заглублением ниже поверхности земли на 7,5 м, т.е. ниже уровня грунтовых вод.

На расширяющихся цементах изготавливают кровельные плиты для создания безрулонной кровли при строительстве жилых зданий. Антикоррозийная защита на основе расширяющихся цементов успешно применяется

при ремонте жилых зданий, спортивных сооружений: покрытий трибун, ледовых катков, беговых дорожек и плавательных бассейнов.

Применение расширяющихся цементов в метростроении. Обеспечение водонепроницаемых тоннелей метро является одной из важнейших и трудно решаемых задач в метростроении. Сложность проведения работ заключается в том, что чеканка швов между тюбингами производится при наличии постоянного притока воды через стыки и отверстия чеканки. В этих условиях необходимо остановить приток воды за 5-7 мин, что обеспечивается быстросхватывающимся расширяющимся цементом.

Проведены промышленные испытания по замене чугунной обделки на монолитно-прессованную обделку тоннеля из бетона на основе расширяющегося цемента. Марка бетона для монолитно-прессованной обделки по прочности при сжатии составляла М400, а по водонепроницаемости – не ниже В-12. Результаты испытаний показывают перспективность использования расширяющихся бетонов в метростроении.

Расширяющиеся цементы используют при строительстве подземных сооружений в среднезернистых слабо- и средне трещиноватых гранитах в зоне сплошного развития многолетней мерзлоты толщиной до 200-300 м. При отрицательных температурах трещиноватые граниты представляют собой крепкую скальную породу, наиболее прогрессивным способ крепления которой является анкеровка крепи. Установка железобетонных анкеров при отрицательных температурах производится с применением расширяющегося цемента. Этот цемент обеспечивает высокое сцепление раствора со скалой и прочность железобетонных анкеров в короткие сроки твердения.

Особенно высокая эффективность применения коррозионно-стойких РЦ на сульфоферритной и сульфоалюмоферритной основе наблюдается при службе бетонных и железобетонных изделий и конструкций в условиях “вечной мерзлоты” (например в Якутии и т.п.) и при воздействии сульфатной или сульфатно-магнезиальной коррозии.

Заключение. Высокие технические свойства расширяющихся цементов широко используются для решения важных технических проблем, возникающих при строительстве различных сооружения, обеспечивая их плотность, прочность и коррозионную защиту от воздействия агрессивных сред. В зависимости от условий применения и требований к свойствам цементного камня можно регулировать составы и технологию РЦ в целях максимального повышения долговечности бетона. Эти проблемы могут быть решены в рамках сотрудничества с заинтересованными предприятиями.

УДК 658.562

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ В ОАО «ВОЛЬСКЦЕМЕНТ»

Совместно с В. Н. Семиндейкиным, М. В. Бахаревым, З. Б. Энтиным и Б. С. Альбацем

[Цемент и его применение, 1998, № 2, с. 10-13]

Реферат *В статье приводится обоснование необходимости разработки и применения системы управления качеством продукции на цементном заводе. Рассматривается структура такой системы и подготовки к ее внедрению в ОАО «Вольскцемент».*

Summary *The article offers justification of the necessity of developing and application of a system of production quality management at a cement plant. Reviewed are the structure of such a system and preparatory measures for its introduction in OAO VOLSKTSEMENT Company.*

Анализируя поступающие предложения на поставку цемента в ассортименте, а также общее состояние рынка специальных цементов, работники ОАО «Вольскцемент» пришли к заключению, что одним из перспективных видов, спрос, на который в обозримом будущем будет возрастать, является тампонажный цемент, удовлетворяющий требованиям технических условий американского нефтяного института (АНИ) спец API 10а. Однако спросом, по-видимому, будет пользоваться только цемент, имеющий лицензию на право применения монограммы АНИ, подтверждающей высокое качество этого вида продукции.

В свою очередь, обязательными условиями для сертификации тампонажного цемента монограммой АНИ являются разработка и внедрение на предприятии системы управления качеством продукции (далее «система качества») и формирование политики в области качества на текущий период и перспективу.

1. Задачи системы качества

Разработкой системы качества предприятие занялось вплотную с конца 1996 г. Работа выполняется при непосредственном участии научно-технического центра «Альфа Цемент» (далее НТЦ). Необходимо отметить, что у предприятия уже был определенный опыт работы с системой качества. На рубеже 1970-80 гг. комбинат «Вольскцемент» одним из первых в отрасли разработал и внедрил у себя комплексную систему управления качеством продукции (КС УПК). Система включала большое число стандартов предприятия и в целом охватывала все стороны управления качеством от добычи сырья до реализации продукции. Однако крупнейшим недостатком КС УКП является формализм, привязанность к спущенной сверху обязательной структуре самой системы и опять же сверху устанавливаемым плановым показателям по объему производства, ассортименту и качеству продукции. Это и определило не жизнестойкость КС УКП.

Новую систему качества следовало направить на решение одной, но исключительно важной задачи: она должна обеспечивать поставку потребителю только качественной продукции, полностью отвечающей нормативной документации, и исключать любые ситуации, при которых может быть отгружен и тем более отмечен знаком сертификации РФ или монограммой АНИ некачественный цемент.

Следует сразу подчеркнуть, что система качества не ставит перед собой заведомо нереальной задачи полностью исключить выпуск продукции пониженного качества. Назначение системы иное. Она должна создать на предприятии максимально благоприятные условия для выпуска высококачественной и наиболее перспективной для реализации продукции. С этой целью система должна обеспечивать максимальное внимание к вопросам качества со стороны любого работника предприятия независимо от должности, стимулировать развитие и совершенствование производства, создавать условия для предупреждения выпуска продукции пониженного качества. Однако если

снижение качества или выпуск брака все же произошли, система должна полностью, на 100% исключить возможность поставки такой продукции.

Важной задачей системы является также сохранение качества продукции на стадии обращения. Поэтому она должна охватывать не только собственно предприятие, но и смежников, включая поставщиков сырья, сбытовые организации, транспортников и т.п.

2. Структура системы качества

Разработанная ныне и выпущенная в ОАО «Вольскцемент» система качества состоит из:

1) собственно системы качества в виде комплекса взаимоувязанных стандартов предприятия около 20 стандартов), охватывающих все стороны деятельности по обеспечению качества (Система качества не включает в себя так называемую систему бездефектного труда (СБТ), являющуюся сердцевиной КС УКП и по существу представляющую систему штрафов за те или иные упущения в работе);

2) программы качества, регламентирующей процедуры обеспечения качества. Программа качества включает в себя технологические регламенты (ТР), включающие технологические карты и карты контроля технологических процессов, технологические инструкции (ТИ), должностные инструкции (ДИ), положения о структурных подразделениях предприятия;

3) политики в области качества. Политика формулирует основные цели в области качества, которые ставит перед собой предприятие и содержит планы оргтехмероприятий, направленных на достижение поставленных целей.

3. Стандарт системы качества

Стандарты системы качества ОАО «Вольскцемент» можно разделить на две основные группы. Первая носит общий характер и устанавливает це-

ли, задачи и порядок функционирования самой системы. Таких стандартов пять.

Стандарт предприятия (СТП) «Система качества. Основные положения» устанавливает цели и задачи системы качества, указывает на основные принципы организации и ограничения, связанные с особенностями технологии цемента. Стандарт устанавливает в системе качества четырехуровневую иерархическую структуру управления качеством. Для каждого уровня иерархии установлены основные задачи, которые следует формулировать и решать именно на этом уровне.

Стандарт включает структурную схему управления качеством и устанавливает распределение функций по обеспечению качества между структурными подразделениями предприятия. Стандарт устанавливает также обязательные процедуры по ведению и развитию системы.

СТП «Требования по программе качества» устанавливает типы нормативных документов, составляющих программу качества, требования к ним, порядок разработки, утверждения и внесения изменений. Основными типами документов являются ТР и ТИ. ТР в свою очередь состоит из комплекта технологических карт на каждую операцию и карт контроля технологических процессов.

ТР разрабатывается и утверждается на каждый вид продукции и устанавливает

- требования к используемому сырью и полуфабрикатам;

- требования к технологическому оборудованию;

- технологические режимы работы агрегатов, методы контроля их состояния, нормативы и допуски по каждому показателю, характеризующему ход технологического процесса;

- нормативы и допуски по показателям качества полуфабрикатов и готовой продукции;

- места и периодичность отбора проб, средства отбора и средства измерений и испытаний, методы испытаний, допустимые погрешности измерений и испытаний. ТР просматривается ежегодно. Результатом просмотра может быть продление срока действия или внесение изменений.

ТИ предназначены для рабочих ведущих профессий и устанавливают правила управления технологическими агрегатами. Инструкция содержит разделы, устанавливающие порядок пуска и остановки агрегатов, способы выявления нарушений технологических процессов и приемы по их устранению, приемы обеспечения высокого качества продукции. Отдельные разделы инструкции посвящены также предупреждению аварий и правилам безопасной работы.

ТИ для машинистов вращающихся печей и цементных мельниц были специально разработаны в ходе создания системы качества ОАО «Вольскцемент». Ранее на заводе пользовались типовыми правилами технической эксплуатации цементных заводов, утвержденными Минстройматериалов СССР, которые не учитывали индивидуальных особенностей предприятия и давно устарели.

СТП «Порядок разработки политики в области качества» устанавливает общую процедуру такой разработки, задачи, решаемые на каждом уровне иерархии.

Стандарт устанавливает, какие именно и кем должны быть подготовлены аналитические материалы, используемые при формировании политики в области качества. Аналитические материалы должны содержать:

- результаты технической и финансовой деятельности предприятия за предыдущий период;

- проблемы, возникшие у предприятия при реализации продукции;

- возможные объемы поставок продукции по длительным связям по ассортименту и качеству;

- состояние производства, обеспеченность сырьем и другими ресурсами, финансовое положение;

- прогноз появления на рынке новых эффективных видов цемента и оценку возможности их освоения;

- состояние дел по ассортименту и качеству у предприятий-конкурентов;

- перспективы изменения структуры рынка.

По всем этим и другим вопросам стандарта установлена процедура подготовки и рассматривания материалов, намечены головные исполнители и соисполнители. Качественная подготовка аналитических материалов является определяющим условием для принятия эффективной и реалистической политики в области качества.

СТП «Порядок работы с нормативными, документами» (НД) устанавливает единые правила обращения НД – как внешней по отношению к предприятию, так и внутренней, утверждаемой самим предприятием.

К внешней НД отнесены стандарты РФ, технические условия, в том числе спецификация АНИ 10а на тампонажные цементы, различные общегосударственные нормы и правила, обязательные для применения на предприятии, а также утвержденные проекты, ТР и другие документы, если они разработаны и утверждены сторонними организациями, но применяются в ОАО «Вольскцемент».

К внутренней НД относятся стандарты предприятия, ТР, ТИ и другие документы, утвержденные предприятием. Для внутренней НД стандарт устанавливает порядок разработки, утверждения и внесения изменений. Рассматриваемый стандарт устанавливает такой порядок обращения НД и обеспечения зарегистрированными рабочими экземплярами заинтересованных должностных лиц, который исключает даже непреднамеренное использование устаревшей или отмененной НД.

СТП «Порядок разработки положений о подразделениях и должностных инструкций» устанавливает структуру положений о подразделениях, порядок разработки, согласования и утверждения этих документов. Стандарт содержит также рекомендуемую форму должностной инструкции.

Вторая группа стандартов решает конкретные задачи управления качеством. На сегодняшний день разработано и внедрено 15 таких стандартов. Здесь уместно кратко рассмотреть только некоторые из этой группы стандартов.

СТП «Управление покупками. Порядок пересмотра заказов» устанавливает правила взаимодействия с поставщиками гипса, огарков и тары для упаковки цемента, а также правила контроля качества этих товаров. Положения этого стандарта могут также использоваться при заключении договоров на поставку мелющих тел, огнеупоров и другой продукции.

СТП «Управление технологией» устанавливает технические задачи, решаемые на каждом уровне иерархии, и определяет порядок планирования и идентификации технических процессов при изготовлении отдельных видов цемента, в том числе тампонажного по АНИ 10а. Стандарт устанавливает также порядок обслуживания технологических процессов, в том числе требования к квалификации персонала, оснащению рабочих мест, требования по соблюдению ТР, действия при нарушениях технологического процесса и т.д. Стандарт устанавливает также порядок мониторинга технологической документации, решает другие вопросы по управлению технологией.

Группа стандартов предприятия устанавливает правила контроля производства и качества продукции и ее приемки. В них установлены правила контроля технологических процессов, правила идентификации сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, требования к испытательному оборудованию и методам испытаний, правила контроля качества полуфабрикатов и готовой продукции, а также регистрации и хранения результатов испытаний. В стандартах разграничены права и продукции, относящиеся к заводской ла-

боратории и ОТК (В связи с внедрением системы качества в ОАО «Вольскцемент» ОТК выделен из состава заводской лаборатории в самостоятельное структурное подразделение). Заводская лаборатория выполняет все испытания, необходимые для ведения технологических процессов, ОТК – только приемосдаточные испытания, являющиеся основанием для приемки продукции и применения знаков сертификации. Определены также условия, при которых возможно применение знаков сертификации или монограммы АНИ. Выдача разрешения на применение знаков – исключительная прерогатива ОТК.

Отдельный стандарт устанавливает процедуры управления несоответствующей продукцией. Строгое выполнение требований этой группы стандартов исключает возможность поставки потребителю продукции ненадлежащего качества.

СТП «Метрологическое обеспечение» регламентирует права и обязанности метрологической службы предприятия. Стандарт расплывчато формулирует требования к обеспечению единства и достоверности измерений при контроле технологических процессов и качества продукции.

В последнем случае к метрологическому обеспечению предъявляются более жесткие требования, особенно в части аттестации и поверки ИО и СИ.

Группа стандартов, регламентирующих упаковку и отгрузку цемента, распространяется на ОАО «Вольскцемент» и Вольский терминал, которому принадлежат упаковочное отделение и силоса готовой продукции.

Стандарт устанавливает требования к таре, маркировке, правила обозначения тарированного цемента и товаросопроводительной документации знаком сертификации или монограммой АНИ, а также порядок складирования готовой продукции и защиты от повреждений и загрязнений. Стандарт устанавливает высокие требования к подготовке вагонов под погрузку цемента навалом, запрещает подачу под погрузку неисправных и неочищенных вагонов.

В числе специальных стандартов следует особо отметить

СТП «Поставка новой продукции на производство».

Стандарт устанавливает процедуру оценки возможности освоения новой продукции, организацию работ по освоению, в том числе порядок экспертизы внешней нормативной и технологической документации, порядок разработки и реализации технических мероприятий по освоению новой продукции, правила приемки и поставки на производство.

Освоение выпуска тампонажного цемента по АНИ 10а осуществляется в соответствии с этим стандартом.

Из других стандартов следует упомянуть *СТП «Разработка корректирующих мероприятий» и СТП «Проведение внутреннего аудита».* Первый из них устанавливает порядок выявления узких мест в обеспечении качества продукции, разработки и осуществления мероприятий по их устранению, а также оценки эффективности выполненных мероприятий. Второй направлен на анализ функционирования самой системы качества, контроля за выполнением установленных в системе процедур и их эффективностью. Осуществление внутреннего аудита позволяет собрать материалы, необходимые для саморазвития системы качества.

Заслуживает внимания *СТП «Статистические методы контроля качества».* По-видимому, на цементных заводах России такой стандарт разработан впервые.

Стандарт содержит следующие разделы:

- оценка уровня качества;
- анализ текущего уровня качества полуфабрикатов;
- приемка цемента в потоке;
- анализ состояния производственных процессов;
- оценка качества управления агрегатами.

В приложениях приведены статистические методы анализа соответствующих показателей, приведены примеры выполнения расчетов. На

предприятии внедрение стандарта начато в 1997 г. и будет продолжаться до полного охвата всех возможных объектов анализа.

4. Положения о подразделениях и должностные инструкции.

В связи с разработкой системы качества на предприятии пересмотрены или разработаны вновь все положения о структурных подразделениях и должностные инструкции на всех работающих. Основной задачей пересмотра этих документов является включение в них и детальная проработка вопросов обеспечения качества продукции. В положениях о функциональных подразделениях (отдел главного технолога, ОТК, заводская лаборатория, отдел главного метролога, отдел снабжения и др.) и производственных цехах регламентированы права, обязанности и ответственность данного подразделения по обеспечению качества продукции. Перечислены основные задачи управления качеством, которые им решаются, установлен порядок взаимодействия с другими структурными подразделениями и производственными цехами, в том числе указаны субъекты и объекты информационных потоков. В должностных инструкциях регламентированы требования к квалификации и объему знаний, необходимому для замещения соответствующей должности. Установлены права, обязанности и ответственность должностного лица в системе качества. В инструкции указаны административные и функциональные связи работника; установлено, от кого он получает и кому передает информацию, необходимую для выполнения служебных обязанностей. Перечислены основные вопросы, которые решаются самостоятельно, а также требующие согласования с другими должностными лицами. Определены действия должностного лица при возникновении нештатных ситуаций, определен порядок повышения квалификации и инструктажа по технике безопасности.

Новые должностные инструкции утверждены на всех работников предприятия, имеющих хотя бы косвенное отношение к качеству продукции, от заместителей генерального директора до рабочих ведущих профессий и дру-

гих рабочих, обслуживающих технологические агрегаты, средства транспорта, испытательное оборудование и т.п.

Инструкции являются персональными, т.е. составлены на конкретного работника и вручены ему лично. В личном деле работника содержится копия его должностной инструкции. Такой подход способствует повышению ответственности исполнителя за порученный участок работы.

5. Разработка и подготовка к внедрению системы качества.

Разработка системы качества в ОАО «Вольскцемент» была начата с изучения требований, предъявленных к таким системам принятыми в России международными стандартами ГОСТ Р ИСО 9.001-9004, а также требований к системам качества АНИ, изложенных в технических условиях АНИ Q1-94 «Разработка программ качества». Прежде всего, функциональная структура предприятия была приведена в соответствие с требованиями документов, указанных выше.

Из состава заводской лаборатории выделен отдел технического контроля, введена должность заместителя генерального директора по качеству продукции. На последнего возложено также ведение системы качества.

Пересмотрены и уточнены административные связи, установлены уровни иерархии в управлении производством и качеством продукции. Как упоминалось выше, разработка документов системы осуществлялась совместно с НТЦ. В связи с большим количеством документов, подлежавших разработке, и в целях достижения максимальной конкретности был принят принцип: должностную инструкцию для своих подчиненных подготавливает руководитель подразделения или начальник цеха, а для этих должностных лиц — заместители генерального директора по подчиненности. Стандарты предприятия разрабатывала рабочая группа, составленная из сотрудников НТЦ и предприятия.

Подготовленные проекты документов рассматривали руководители служб с привлечением экспертов, и после доработки они утверждались в установленном порядке.

Была организована широкомасштабная учеба, охватившая все должностные лица предприятия, проведена большая разъяснительная работа. В результате систему качества удалось разработать и внедрить за весьма короткий срок. В настоящее время осуществляется подготовка к сертификации системы в соответствии с ГОСТом Р 40.001-95. Основная часть документов системы переведена на английский язык и будет представлена в АНИ после подачи заявки на получение лицензии на применение монограммы АНИ для тампонажных цементов.

Особняком стоит вопрос об освоении тампонажных цементов по АНИ 10а. Предприятием реализована большая программа технических мероприятий по модернизации производства, отработана технология, выпущено несколько опытных партий. Получен цемент, удовлетворяющий требованиям АНИ 10а к цементам типа G и H умеренной и высокой сульфатостойкости. Заключен контракт на поставку испытательного оборудования, после его получения завод начнет подготовку к постановке тампонажных цементов по АНИ 10а на серийное производство.

ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА А. П. ОСОКИНА

Александр Павлович Осокин
родился 28 января 1945 года в г. Москве,
умер 30 мая 2007 г. в г. Москве

1962 г. Окончил среднюю школу № 750 в г. Москве.

1962–1968 гг. Учился в МХТИ им. Д. И. Менделеева; окончил его по специальности «Химическая технология вяжущих веществ».

1968 г. По распределению был оставлен для работы на кафедре химической технологии вяжущих материалов в должности старшего лаборанта.

1969 г. Переведен на должность младшего научного сотрудника.

1970–1973 гг. Учился в аспирантуре МХТИ им. Д. И. Менделеева; защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему: « Комплексное исследование физико-химических свойств клинкерных расплавов с целью интенсификации процессов алитообразования».

1976 г. Начало преподавательской деятельности. Прошел по конкурсу на должность ассистента по кафедре химическая технология вяжущих материалов.

1979 г. Избран на должность доцента.

1984–1989 гг. Проректор МХТИ по развитию материально-технической базы.

1985 г. Защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук на тему: «Химия и технология клинкерообразования в оксидно-солевых расплавах».

1986 г. Присвоено звание профессора

С 1993 г. Заведующий кафедрой химической технологии композиционных и вяжущих материалов.

1996 г. Возглавил «Научно-технический центр», созданный РХТУ совместно с ОАО «Альфа Цемент».

1997 г. Избран академиком Российской Инженерной Академии.

1998 г. Присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации»

ПРОФЕССОР А. П. ОСОКИН – СЛОВАМИ РОДНЫХ, КОЛЛЕГ, ТОВАРИЩЕЙ И УЧЕНИКОВ

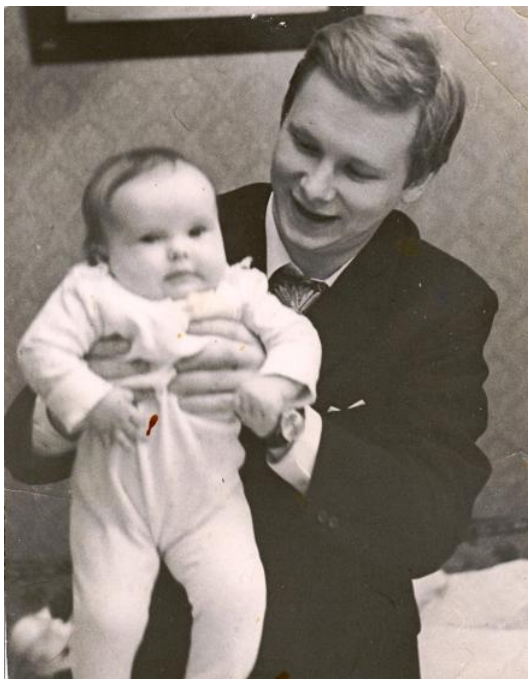
***Т. И. Осокина* -**
инженер-технолог
ОАО «Импульс»

На прогулке с первым внуком. 2004г.

В самом конце Великой Отечественной войны 28 января 1945 года в семье студентки и служащего появился сын. Его назвали в честь дедушки – Александром. Время было тяжелое, голодное и, поэтому, раннее детство было безрадостным. Саша рассказывал, что когда соседский мальчик выносил кусок белого хлеба с маслом и сахарным песком, он страшно ему завидовал и убегал домой. Воспитанием его занималась, главным образом, бабушка – женщина строгая, но несколько сварливая (я это почувствовала, прожив с ней 2 года). Но надо отдать ей должное – Сашу она очень любила. Дом, где он вырос, окружал большой сад. В саду росла целая аллея яблонь. Поэтому с раннего детства основными фруктами были яблоки, которые в течение всей жизни Саша любил больше всего. Он рос очень подвижным, любознательным ребенком. Его и в школу отдали с 6 лет. Школа находилась недалеко от дома, но еще ближе по пути в школу находился стадион «Локомотив». Очень часто, идя в школу, а чаще – по пути из школы – Саша заглядывал на стадион. Он полюбил футбол. На стадионе собирались ребята со всех ближних улиц. Это были пятидесятые годы. Стадион был практически единственным развлечением тогдашних мальчишек. Саша никогда не был хулиганом, но

местных хулиганов он знал очень хорошо, так как все они собирались на стадионе. А Саша был не плохим спортсменом, поэтому они к нему относились уважительно (во всяком случае, его не били).

Учился Саша хорошо, но часто, вместо школы он убегал играть в футбол, за что родителей вызывали в школу и устраивали им внушение. В старших классах он встал перед выбором: идти учиться в институт или профессионально заняться футболом и, даже учась на первых двух курсах МХТИ, он еще окончательно не решил чем ему заниматься. Однажды в разговоре с отцом он высказал сомнения по этому поводу, на что отец сказал: «Футболист, как и артист, должен быть первым и только тогда ты получаешь полное удовлетворение. И, кроме того, жизнь спортсмена коротка». После этого он с головой ушел в учебу, и до конца жизни много учился, а потом и работал. Спорт же стал для него своего рода хобби. И друзья у него были, главным образом люди, увлекающиеся спортом, не важно каким. Это могли быть и футболисты, и бадминтонисты, и преферансисты, и шахматисты…



С дочкой через 5 дней после защиты кандидатской диссертации. 31.12.1973 г.

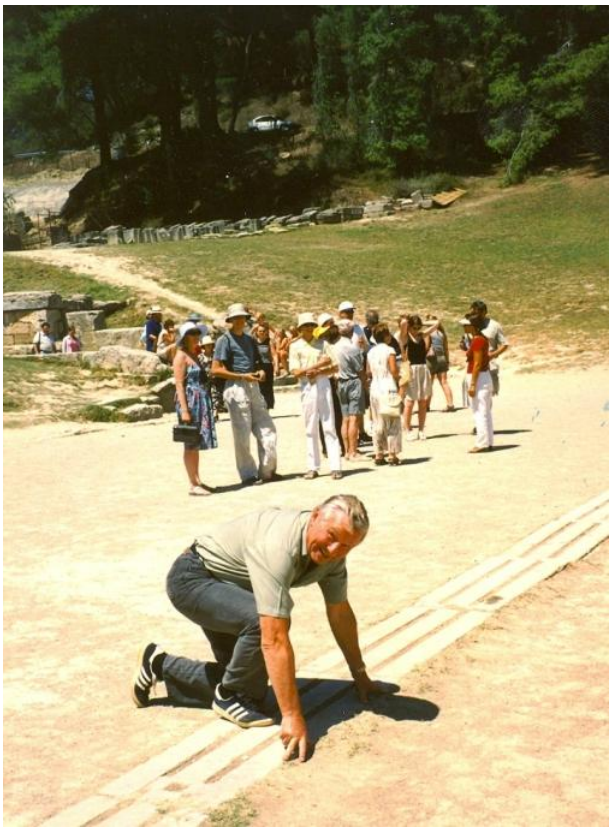
Но главным для него была работа. У него и семья, особенно в годы, когда он защищал сначала кандидатскую диссертацию, а затем и докторскую, была на втором месте. Я даже часто обижалась на него за это. Но по прошествии нескольких лет, поняла, что это все делалось для нас.

Саша очень трепетно относился к своей маме. Я не знаю ни одного сына, который столько бы внимания уделял матери. До последнего вздоха он ухаживал за ней, а ведь она была очень

больна, причем это продолжалось не один год.

А как хорошо он относился к моей маме! Ведь все прекрасно знают об отношениях зятя с тещей. По этому поводу есть тысяча анекдотов. А он прожил с ней 30 лет и никогда у них не было ни одного серьезного конфликта. Они друг без друга не могли съесть ни кусочка. Я за это ему очень благодарна. Он всегда очень уважительно относился к пожилым людям.

Мы с Сашей учились в одной школе, но с разницей в 4 года. И наша первая учительница была одна и та же. Естественно, что познакомились мы с ним гораздо позже. Я училась в институте, а он готовился к поступлению в аспирантуру. В 1971 году мы поженились, а в 1973 году у нас родилась дочь – Анечка. Саша был счастлив. В первый год жизни он уделял ей мало внимания, но когда она подросла, он очень много с ней занимался. К праздникам они выпускали газеты со смешными стихами для всей семьи. Он старался приучить ее к спорту: играл с ней в бадминтон, учил плавать. Конечно, в душе я понимала, что ему было бы интересней с сыном, ведь мальчики больше тянутся к отцам и любят спорт.



На отдыхе. Олимпия. 2002 г.

У него было немного времени заниматься семьей, но отпуск был полностью наш. В течение всех 36 лет нашей совместной жизни все отпуска мы проводили вместе.

К сожалению, время летит очень быстро. Саша узнал, что у него будет внук, когда он был уже неизлечимо болен. Когда родился Денис,

С любимым внуком. Лето 2006 года.

он был на седьмом небе от счастья. Ему так хотелось жить! Наконец-то в нашей семье появился мальчишка. Саша даже успел поиграть с ним в футбол в коридоре нашей квартиры, а летом они вместе жгли костер на даче. А второй внук родился за две недели до его кончины. Он только один раз его увидел: улыбнулся, и у него потекли слезы. А ведь Саша был очень мужественным человеком и отчаянным оптимистом. Он никогда не жаловался и все время утешал меня.

Я хочу, чтобы наши внуки выросли такими же добрыми, отзывчивыми, умными, каким был их дедушка.

Н. М. Иванов –
Главный научный специалист
Центра управления полетами

Александр Павлович Осокин родился 28 января 1945 г. в гор. Бабушкин (ныне Москва). Это был небольшой городишко на границе с Москвой, практически одноэтажный и поистине утопающий в садах.

Большую роль в жизни Александра, особенно в детские годы, играли бабушка Аня и дедушка Ваня. На их плечах «лежало» не только огромное хозяйство, но и, прежде всего – воспитание любимого внука. Сад и огород кормили семью, но чтобы внук рос здоровым и сильным, была куплена корова. В результате, в тяжелые послевоенные годы Сашок (как я называл Александра до последних дней его жизни) не знал особых трудностей. Бабушка обожала и баловала, как могла, своего драгоценного внучка и при этом следила за каждым его шагом и поступком. В противовес бабушке дедушка был строг, требователен. В первые годы жизни мать и отец Саши не очень много уделяли сыну времени – такого просто

1946 год. Татьяна Александровна (мать), Павел Михайлович (отец) и Анна Клементьевна (бабушка) А.П.

не было, хотя, естественно, любили и обожали своего малыша. Одним словом, Сашок рос в трудовой семье и доброжелательной обстановке, где его понимали и любили. Кто знал и видел Александра в детстве, отмечали его исключительное очарование.

Без какого-либо преувеличения Сашок-Сашуля был всеобщим любимцем родных и близких. А родственников у Александра было великое множество. Только у бабушки Ани было три родных сестры и 9 братьев. Все жили недалеко друг от друга. Сколь тяжела была наша жизнь в военные и первые послевоенные годы, я не хочу даже вспоминать, но в памяти остались приятные минуты общения с родственниками. Больше всего мы общались с семьей Александра. Моя мама была крестной матерью Сашка. Я не знаю, как это получилось, но крестная действительно стала для Александра второй матерью, и он ее всю жизнь уважал (даже обожал) и любил. Авторитет «кокочки» («моя кокочка» – так Сашок всегда – и ребенком и взрослым – звал мою мать) был исключительно высок; ее ненавязчивые советы, а иногда и жесткие требования крестник во все годы жизни принимал беспрекословно, ибо понимал, что крестная всегда желает ему только добра.

Шли годы. Сашок взрослел и из кудрявого малыша, которого иногда принимали за девочку, перерастал в прекрасного, обаятельного, физически развитого юношу, которого уж никак не примешь за девушку. Наши отношения с ним развивались в эти годы, как у нормальных детей.

Накануне окончания школы. 1962 г.

Есть, правда, одна «деталь», в значительной степени

определившая наши отношения в юношеские годы. Мы оба были фанатиками спорта. Учеба Александру давалась легко, и большую часть времени он проводил на стадионе «Стрела», что был рядом с их домом. Он блестяще был развит физически. Я не могу назвать хоть какой-то вид игрового спорта, которым не занимался бы Александр, и все у него получалось. Не важно во что, самое главное – играть. То ли это футбол, волейбол, баскетбол или настольный теннис, то ли это шахматы, домино или … карты. Лишь бы поиграть. Достаточно сказать, что уже в 16 лет он играл в футбольной команде мастеров «Локомотива», а об уровне его способностей говорит тот факт, что на тренировочных встречах будущий заслуженный мастер спорта, капитан команды ЦСКА и сборной СССР, всемирно известный футболист Альберт Шестернев не мог справиться с этим шустрым юношей. Альберт жил в Бабушкине недалеко от Александра. Он поближе познакомился и, несмотря на разницу в годах, подружился с Александром, который стал желанным гостем в доме у Шестерневых.

Так как я был старше Александра и на определенном этапе жизни и физически более развитым, то Сашка гордился и хвалился своим дядькой. Здесь можно вспомнить один эпизод. Я уже начал работать, а Сашок учился в 10 классе. Команда баскетболистов школы, где играл и Александр, была чемпионом Москвы среди школ. Естественно, ребята-школьники этим гордились и были о себе самого высокого мнения. И вдруг однажды от Сашки следует просьба, чтобы я с командой отдела, где работал, сыграл товарищеский матч с его командой. Я понял, что это для чего-то ему нужно, и согласился. Подробности опускаю. Мы разгромили команду школьников. Ребята были шокированы, особенно бросками в кольцо сверху. По дороге домой Сашок вдруг сказал мне: «Я говорил ребятам, что им далеко до настоящих баскетболистов. Надо больше и упорнее тренироваться. Хотите, сказал, я приглашу команду – любительскую - своего дядьки. Он вам покажет. Мало не покажется».

Мать Александра – Татьяна была моей двоюродной сестрой. Это была удивительная, незаурядная, умнейшая, исключительно добросовестная и отзывчивая женщина. Окончив Менделеевский институт с красным дипломом, она быстро продвигалась по работе, защитила кандидатскую диссертацию.

Несмотря на очень большую занятость, Татьяна всегда была в курсе дел своих родственников и друзей и полностью контролировала, а при необходимости энергично вмешивалась в домашние дела. Важно отметить, что забота о сыне, контроль за его учебой, здоровьем, его интересами и его жизнью в целом стояла у нее на первом месте. Поэтому мы ничуть не удивились, когда глубокой ночью, в тайне от сына она прибежала к нам домой с просьбой о помощи. Что случилось? Оказалось, что Александра, как исключительно талантливого и прекрасно спортивно развитого юношу, пригласили в футбольную команду «Локомотив». Я не знаю, по какой причине, но (со слов Татьяны) ему платили какие-то достаточно большие, по меркам того времени, деньги. «Коля, я тебя умоляю, помоги. Если так будет продолжаться, он может стать профессиональным футболистом. Бросит школу, учебу. Зачем ему нужны деньги? Чего ему не хватает? Он должен учиться! Он должен стать инженером». Я ее успокоил – пообещал, что внимательно изучу, чем «дышит» и что хочет Александр и сколь обоснованы ее опасения.

Надо сказать, что я спокойно воспринял просьбу Татьяны. Мое общение с Александром позволяло мне надеяться, что все разрешится благополучно. Сашок был для меня не племянник, а скорее брат. У нас не было каких-то секретов друг от друга. Он мне очень доверял, а я его не подводил. Я стал существенно больше общаться с Александром. В результате я сумел, как мне кажется, ненавязчиво, без напора войти в жизнь Александра и «согласовать» наши интересы. При этом я не читал никаких нотаций, ничего ему не навязывал и не запрещал, а просто беседовал с ним как равный с равным и достаточно аккуратно выяснял интересующие меня вопросы. Мы достаточно часто посещали спортивные и зрелищные мероприятия; я вместе с ним играл

в волейбол, футбол, баскетбол и т.п.

Мои беседы с Сашком были всегда построены так, что вопросы по учебе и будущим планам не звучали как ключевые – они возникали как бы сами собой. Приведу один пример. «Сашок, помнишь, я как-то рассказывал тебе про нашу учительницу химии. Мы не зря ею гордились. Недавно я узнал, что она стала «Заслуженным учителем». У тебя по химии проблем нет? К матери за помощью не обращаешься?». «Какие проблемы. Здесь все ясно и просто. Химия – это класс и, самое главное, мне интересно». «Это радует. А за свои пятерки должен благодарить нашу «химичку», которая блестяще все в нас «вкладывала». Другое дело математика. Вот здесь все четко и ясно. У тебя нет проблем? При случае все неясное могу тебе объяснить». «Колян! Спасибо. Я как-нибудь без тебя, я сам разберусь. Слушай, и что ты пристал ко мне с учебой? Все у меня нормально и, к счастью, нет проблем не только с химией и математикой, Но и с физикой, литературой и … физкультурой». Смеется. «Ладно» - думаю я. «Следующий раз я принесу тебе несколько задачек, и посмотрим, как ты будешь крутиться». Я знал, что зацеплю Сашку и он примет навязанную мной игру, ибо привык всегда только выигрывать. В результате мне пришлось изрядно потрудиться, придумывая что-то интересное, с «подковыркой». Спустя некоторое время «подкинул» Сашке более десяти задачек. Он, я считаю, блестяще справился с заданием. После этого случая я заверил его маму, что ее страхи относительно сына беспочвенны, у него все в порядке, и он без проблем поступит в институт.

На стадионе «Стрела», что рядом с домом Александра, состоялась товарищеская встреча «Локомотив» - «Динамо». Центральным нападающим в «Локомотиве» играл Саша. И тут случилась неприятная ситуация. В один момент Александр выходит один на один с вратарем «Динамо». Но на замахе для нанесения удара по воротам его настигает защитник «Динамо» Рябов и бьет по пятке так, что Сашка летит головой вперед. В результате – 11-метровый штрафной удар, который Сашок забивает, а потом идет к центру

поля и – падает. Его увозят в больницу, где определяют, что у него сотрясение мозга. Сашку вылечили, но он крепко задумался, что такое футбол и чем все это может закончиться. У нас с ним состоялась не одна беседа на эту тему, и он однозначно пришел к выводу, что карьера спортсмена не для него.

Шло время. Александр успешно окончил школу и без проблем поступил в институт. Всё это время мы тесно общались друг с другом. Все мои друзья на работе знали Сашка, так как он играл за футбольную, баскетбольную и волейбольную команды отдела, где я работал. Особенно здорово он помог нам стать чемпионами предприятия по футболу. Учеба Александра в институте

После трудного учебного дня. 1965 год.

проходила нормально, без «хвостов», хотя здесь не обошлось без некоторых проблем в другом направлении. Еще раз подчеркну, что Сашка был очень прямолинейный, горячий юноша, не терпящий несправедливости, умеющий постоять за себя и друзей и словом и «делом», так как физически он был развит очень хорошо. Однажды я узнаю от Татьяны, что Александра собираются исключить из комсомола. Я немедленно связываюсь с Сашком и прошу объяснить, что произошло. Он извинился передо мной за молчание, и подробно рассказал о том, что с ним приключилось. Я не сомневался в правдивости его рассказа, где он пытался объяснить свой поступок, но не выгораживал себя. Кратко суть сводилась к тому, что он, грубо говоря, излупил (но не покалечил) одного нахала, который во время танцев на институтском вечере оскорбил девушку, с которой танцевал Александр. Кстати, с этой девушкой Сашка впервые познакомился на этом вечере и никаких особых видов на дальнейшее знакомство не имел. Битым оказался зачинщик драки. Минусом со стороны Александра было формально то, что он несколько превысил меры за-

щиты. Выслушав Сашку, я без колебаний сказал, что он прав и нахалов надо наказывать. Более того, я высказал уверенность, что комиссия правильно во всем разберется, и он отделается условным наказанием. К счастью, все обошлось.

Почти охотник. 1971 год

Время летит быстро. Закончен институт, Александр поступил на работу. Все эти годы, да в целом всю жизнь, я «не лез» в личную жизнь Сашки, как и он в мою. Мы обсуждали только то, что было интересно или необходимо нам. В силу этого я не могу подробно сказать, в частности, о его взаимоотношениях с девушками. Но я уверен, что он никого не обидел или был нечестен с ними. Вспоминается один эпизод. Мы едем с ним на футбол. Накануне, я знал, он ходил в театр с девушкой. «Ну, как спектакль?», - спрашиваю я. «Да все нормально, если не считать, что я поругался с подругой и домой мы поехали порознь». «Что, что?». «Да она что-то слишком воображала. На выходе из театра я сказал ей до свидания и уехал». Вот тут я прочитал, вопреки своим принципам, целую нотацию. «Сашок! Как ты себя чувствуешь, когда возвращаешься домой по вашим темным улицам. А каково ей? А если что-то с ней случится, как ты будешь себя чувствовать? Трудно было тебе проводить ее до дома и у калитки сказать «Прощай» или что-то в этом роде. Сашок, я тебя не узнаю». Последовало длительное молчание, а затем «Колян! Ты прав! Я виноват, больше такого не будет».

Я пытаюсь вспомнить еще что-то в этом направлении, но ничего не

приходит на ум. Но я не могу подобрать слова, что я чувствовал, когда Сашок сообщил мне, что он женится, и попросил меня быть свидетелем в Загсе и тамадой на свадьбе. Я, конечно, с огромной радостью согласился, но не преминул сказать: «Сашок! От души поздравляю тебя и твою будущую супругу. Не сомневаюсь в твоем выборе и правильности твоего решения.

1972 год

Он не подвел свою Кокочку (и меня). Семья была у него на особом, самом важном месте. Он всегда помнил, что семья – это не только и не столько радости, сколько высочайшая ответственность и огромные заботы. Он трепетно относился к супруге.

Я ни разу не слышал от него или от кого-то, чтобы он сказал хоть одно плохое слово или высказал какое-то недовольство супругой; он безумно любил и гордился своей дочкой, а про внука и говорить нечего. Я говорю про внука, ибо второй внук родился всего за 20 дней до его смерти… Что Сашка чувствовал после рождения второго внука, которого он увидел всего один раз и которого назвали Александром, знал только он сам. Об отношении к семье и о нем, как мужественном человеке, говорит его поведение во время тяжелейшей болезни. Но об этом несколько позже. А сейчас хочу сказать, что все годы жизни мы не теряли связи друг с другом, мы дружили семьями, наши жены, что очень важно, полностью воспринимали и симпатизировали друг другу, им было комфортно не только с нами, но и между собой. Без какой-либо натяжки хочу сказать, что с Сашком всегда было интересно, он всегда был душой любой компании. Улыбчивый, остроумный, доброжелательный, он умело и ненавязчиво заводил компанию, всем было хорошо, тепло, интересно, все были раскрепощены, не хотелось расходиться и только удивля-

лись, как быстро летит время. Все, кто знал Александра, отмечали, что при общении с ним собеседник как-то незаметно подчинялся ему, «настраивался» на его волну, чувствовал его обаяние и при этом получал удовольствие и удовлетворение от хода беседы. Создавалось впечатление, что Сашка как-то по-хорошему светится и излучает добро. Создавалось впечатление, что он гипнотизирует друзей и собеседников, заставляя их забывать про заботы и неприятности и наслаждаться минутами отдыха и веселья. Про таких людей говорят – светлый человек. И это – наш Александр! Да, действительно, нам были отведены только минуты веселья, ибо у каждого из нас была своя жизнь с ее заботами, обязанностями, интересами, трудностями и радостями. Но при первой же возможности мы стремились встретиться друг с другом. Трудно передать словами, как мы радовались успехам друг друга и как переживали неприятности. Я пишу эти строки и сам себе завидую белой завистью, что в моей жизни был, – к сожалению, я говорю в прошедшем времени, – был такой родственник, друг и товарищ

В один из вечеров моя дочка спросила меня, как идут дела с воспоминаниями об Александре. «Ой, Катюша! Очень тяжело ворошить память и еще раз понимать, что мы потеряли. Многие могут подумать, что просто я отдаю долг, вспоминая родственника и представляю все в розовых тонах. Сейчас зачастую можно услышать слова, что в нашем обществе нет добра, нет любви к ближним. Но Сашок был как раз тот человек, который всей своей жизнью опровергал это утверждение». Вся жизнь ее крестника – Александра - была направлена на то, чтобы творить добро; он по-настоящему, по-хорошему любил родных и близких. Я не могу вспомнить хоть кого-то из его родных, кому он хоть однажды отказал в помощи. Он не считался со своим временем и, несмотря на исключительную занятость, по первому же звонку бежал, нет – летел на помощь. Все знали об этой черте характера Александра, и в критических ситуациях, при возникновении беды обращались к нему, и он никого не подводил. Творить добро – это была потребность его души. По-

этому я говорю, нет – утверждаю, что это был светлый человек. На лице его всегда сияла улыбка. При взгляде на него на душе становилось легче, а неприятности отступали, в крайнем случае, воспринимались не столь тяжело.

Еще раз скажу, что мы очень любили Александра, гордились им и его успехами. Чего стоят слова, сказанные ему моей дочкой Катериной на его шестидесятилетнем юбилее: «Сегодня уже было сказано очень много хороших слов о том, какой Александр Павлович замечательный руководитель, верный товарищ, надежный любящий муж, отец, а теперь уже и дедушка. Но мне кажется, что мы забыли о самом главном: посмотрите, какой великолепный мужчина находится во главе этого стола! Я думаю, что не одно дамское сердце замирало или начинало учащенно биться при появлении Александра Павловича. Его тонкий юмор, очаровывающая улыбка, веселые и лукавые голубые глаза лишали сна многих женщин. Александр Павлович, Вы настоящий мужчина, мужчина с большой буквы. С Вами хочется быть рядом и при этом быть слабой женщиной. Желаю Вам много сил, любви, тепла и много-много кокетливых женских улыбок! Я горжусь Вами и счастлива, что у меня есть такой замечательный брат!». Это звучало очень эмоционально, очень искренне. Она, естественно, знала о тяжелой болезни Александра и хотела его поддержать, вселить надежду, придать сил. Она ничего не придумывала, а говорила то, что чувствовала, что лежало на душе. Эти слова многого стоят и поистине определяют суть жизненного пути Александра глазами молодых, ибо Катерина на тот момент была вдвое младше своего двоюродного брата. На этом вечере мы еще и еще раз убедились, сколь мужественен наш незабвенный Сашок. Будучи безнадежно больным, затянутый в жесткий корсет, он ни одним жестом или словом не показал, как ему тяжело. Он был весел, шутил, никого не забывал: каждому старался сказать доброе слово.

Мне очень тяжело вспоминать и тем более писать о последних годах жизни дорогого мне человека. В 1999 г. мы узнали, что ему в силу необходимости предложили операцию на сердце, которая вскоре и была, как говорили,

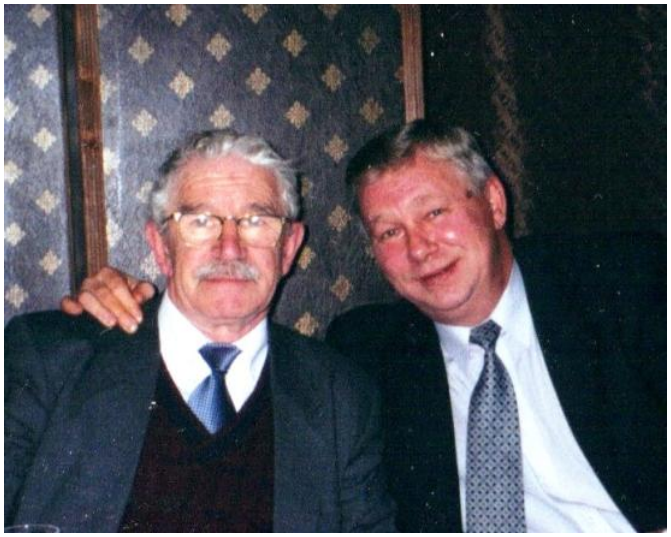
успешно проведена. Удачно прошел и послеоперационный период. Казалось, что основные неприятности остались позади. Он, как всегда с юмором, рассказывал о днях болезни. По его словам, чувствует он себя хорошо, врачи – прекрасные специалисты. Одним словом, все в порядке, жизнь налаживается и входит в привычное русло.

Прошло еще несколько лет. Позвонив Осокиным домой, я узнаю, что Саша лежит в больнице. Нам было сказано, что это некоторое обследование, профилактика, так как что-то спина болит. Действительно, достаточно скоро он вышел из больницы, но спустя несколько месяцев опять туда попал для проведения сеансов «химиотерапии». Стало ясно, что, несмотря на оптимизм Александра, дела обстоят плохо, и он заболел какой-то серьезной болезнью. Очень скоро я узнал диагноз болезни Александра. Я даже не слышал о такой болезни и попросил разъяснить, что это за болезнь, одного из врачей, обслуживающих космонавтов, Лямина Владимира Романовича. После моего вопроса его лицо стало как печеное яблоко. Слова были уже не нужны, но он мне все же объяснил, что это на всю оставшуюся жизнь, болезнь практически неизлечима. Стало страшно. Сашка обречен на муки до самой смерти. Совершенно ясно, что с каждой неделей ему становилось все хуже и хуже. Но еще и еще раз отмечу, что держался он до самой последней минуты жизни очень мужественно. Я вспоминаю посещение Александра за несколько недель до его смерти в больнице им. Боткина. Сашок встретил меня с улыбкой, и он не производил впечатления умирающего человека. Опять-таки отмечу, что мы говорили с ним только о хорошем, в том числе и о будущем, когда он выздоровеет.

Спустя почти два года после смерти Сашка я пишу эти строки и мне очень тяжело это делать. Ведь я и все, кто знали его, потеряли очень светлого, дорогого человека, который был примером для всех нас – человеком добра и мужества.

Саша, Сашок, Александр Павлович! Мы будем помнить тебя, пока живы!

***Б. С. Альбац* -**
доктор технических наук,
профессор,
ныне проживает
в г. Вашингтоне



В начале 60-х годов в НИИЦементе работало много выпускников МХТИ им. Д. И. Менделеева, в том числе и уже защитивших кандидатские диссертации. Среди них была Т. А. Осокина, одна из первых аспиранток Ю. М. Бутта. Все, работавшие под руководством Ю. М. Бутта, были от него без ума. Он этого заслуживал в силу своего безусловного научного авторитета, доброго характера и поразительного жизнелюбия. Я говорю поразительного, потому как жизнелюбие его было столь масштабно, что совмещало в себе и интерес ко всему новому в науке, и интерес к студенческой среде, её, как правило, новомодным «загибам», и умеренным загулам в рамках кафедральных посиделок, и интерес к лучшей половине человечества. Кстати, совсем уже недавно я заочно познакомился с выпускницей силикатного факультета Менделеевки 50-х годов. Так вот она, (а ей уже было за семьдесят), с нежной откровенностью поведала мне о том, что Юрий Михайлович в своё время «положил на неё глаз» и как это «ах, было приятно!» Т. А. Осокина тоже с восхищением отзывалась о Ю. М. Бутте и, по-видимому, это чувство опосредствованно отразилось на её материнских качествах при воспитании своего сына, который любил свою «мамку» необыкновенно.

Вообще, надо сказать, что пришедший на смену Ю. М. Бутта в заведовании кафедрой В. В. Тимашев, пожалуй, не меньше своего предшественника, был человеком многогранным, не чуждым, наряду с высоким профессио-

нализмом, обычных житейских интересов - спорта, культуры, дружеского общения. Он был лидером и в науке и в жизни. При нём стали традиционными дни здоровья, новогодние лыжные вылазки и прочие объединительные мероприятия, способствующие и творческому общению и эмоциональной разрядке. Т. В. Кузнецова, пришедшая как бы со стороны, тем не менее, очень мудро, тактично и органично продолжала сохранять сложившиеся на кафедре традиции, и это позволило всем членам коллектива оставаться творчески самостоятельными в любых проявлениях, не нарушая, однако накопленного ранее потенциала.

Я это всё к тому говорю, что А. П. Осокин по всем своим человеческим и профессиональным качествам был самым, что ни на есть естественным наследником и продолжателем сформировавшейся уже школы. В своё время, не видя, а точнее, не понимая перспективы дальнейшего своего роста, решил уйти из института. Всем молодым неймётся, им кажется, что синяя птица пролетит мимо и, если сразу не ухватишь её за нежные места, она больше не встретится. Но В. В. Тимашев смог отговорить Александра Павловича. Он был более опытный охотник и к тому же умел хорошо разбираться в людях. Как-то, не помню уж по какому поводу и кто именно, высказал Владимиру Васильевичу мысль, что задание, данное им Александру Павловичу, очень сложное и работа может сорваться. На это он ответил, что Александр Павлович справится лучше, чем кто-либо другой. Так оно и было. А уж много позже, когда началось великое «Тушинское дело» и Г. А. Ягодин назначил Александра Павловича проректором по строительству, лучшее доказательство тому, что «нет таких крепостей, которые бы...», стало окончательно очевидно. К тому же именно в это время была защищена докторская диссертация.

Говорить об А. П. Осокине очень даже не просто в силу его большой разносторонности: он и видный специалист в области физико-химии вяжущих материалов, специальных цементов, он прекрасный спортсмен (футбо-

На ГЭКе (теперь ГАКе) А.П.Осокин рядом с Б.С.Альбацем и Б.И.Поляком. 1988 г.

лист, бильярдист), он, что называется, компанейский человек, надёжный товарищ, внимательный по отношению к женщинам. Про таких часто говорят: «грешен, батюшка». А что такое грех, что значит грешен? Ведь если внимательно вникнуть в это понятие, то ведь Господь Бог наказал Адама с Евой не за то, что они совершили, откушав яблоко, а за то, что сделали это не с его позволения. А что касается «плодитесь, размножайтесь», так это Его Божье кредо и греха в этом нет, поскольку жизнь рождается. Можно привести и более свежее авторитетное мнения. Помните у Б.Окуджавы по поводу смерти В. Высоцкого:

> ... «Говорят, что грешил, что не к сроку свечу затушил,
> Как умел, так и жил, а безгрешных не знает природа».

Мы часто встречались с Александром Павловичем и в официальной и в достаточно приватной обстановке. Он был всегда собран, сосредоточен и весьма остроумен во время обсуждения специальных тем, будь это в высоких чиновничьих кабинетах или во время научных собраний. Его довольно часто употребляемое в беседах с руководством: «А можно вам задать каверзный вопрос?» заставляло собеседника почувствовать своё истинное место в разговоре. Сразу менялась тональность начальства от агрессивной до компромиссной, а порой и доброжелательной. Этот, казалось бы, элементарный приём позволял решать некоторые вопросы от технических до финансовых. А. П. Осокин унаследовал от своих учителей, особенно от В. В. Тимашева, способность говорить просто и доказательно, хотя и не без волнения. Мне кажется, что это естественно присуще людям, хорошо знающим предмет, но

очень заинтересованным в том, чтобы всё излагаемое стало понятно аудитории. Как-то, делая доклад на совещании начальников лабораторий, он так же, как когда-то В. В. Тимашев, признался, что жалеет, что не имеет достаточной заводской практики. И, тем не менее, во время внедрения двухстороннего питания печи с подачей известняка с горячего конца, он активно участвовал и в подготовке, и непосредственно в заводских испытаниях, прекрасно находя общий язык с местными кадрами.

А.П.Осокин в гостях у Б.С.Альбаца. Вашингтон. 2000 г.

Контактность – вот характерная черта А.П.Осокина. То, что сегодня модно называть термином «экстравертность». Он мог запросто общаться с научными авторитетами, с чиновниками разных ведомств и уровней, с людьми искусства и даже с религиозными деятелями. Он мне как-то рассказывал, что, летя в самолёте во Францию, познакомился с муфтием из Ташкента, после чего они к обоюдному удовольствию тут же распили живительную влагу. Или, например, стажируясь в Германии и живя в немецкой семье, он сблизился с хозяином, который в своё время воевал на Восточном фронте. Прошло время, бывший солдат из воинствующего юнца превратился в мудрого старца и захотел побывать в России (может и покаяться, кто его знает). Александр Павлович принимал его, проявляя участие и понимание. У нас с Александром Павловичем было довольно много совместных командировок и на цемзаводы, и на различные конференции, и прочие мероприятия. Совершенно сказочным было посещение в составе замечательной компании Камчатки,

Где восходящим солнцем опалённый
На нашем тесном дружеском столе
Ходил по кругу тот стакан гранёный
Под закусь из китового филе …….

Где, выйдя из трёхкомнатной квартиры,
Нетвёрдо на ногах ещё стоя,
Мы в океан бросали сувениры,
Чтоб вновь вернуться в чудные края.

У реки Северный Донец.
Белгород. 1994 г.

Яркие воспоминания остались у меня от совместного пребывания в Спасске-Дальнем, в Одессе и других городах и весях. Места-то все уж очень колоритные и мы полностью или, как сейчас принято говорить, адекватно, соответствовали этому... Все стихи, которые я в разное время посвящал Александру Павловичу, так или иначе, соотносятся с теми прекрасными моментами нашей жизни. Вот некоторые из них. Письмо из Германии (по поводу его стажировки в Германии, откуда он писал письма на кафедру).

Ich schreibe Sie! Чего же боле?
Was kann zu sprechen sagen Sie?
Намедни fressen wir bei Коля,
Mein Macht zu heute на мази.
Bei un hier alles gut, едрёныть,
Zum Beispil шмоток, о, main Got!
Sehr viel колготок и дублёнок.
Ich bin gegang, разинув рот.
Hier an kein sehnlich дорожках
Следы kein nahmend зверей,
Hier schnaps zu trinken чайной ложкой,

Ну, просто как у дикарей!
Ich wohne nach die Pansione.
Хозяйка, was sie sagen zu!
Но я держусь, иначе сгонят,
Mir diese Machte ни к лицу.
Воще-то жить in Deutshland можно,
Кругом покой и тишина,
Но с непривычки всё же сложно –
Проблем hier auch до хрена.
Проблема eins – жратвообилье,
Проблема zwei – полно шмотья,

Проблема drei – автомобилье,
Проблема fier – так это Я.
Кончаю, schwerlich перечесть,
Стыдом и страхом замираю,
И смело ей себя вверяю.

По поводу 60-летия А.П.Осокина:

Сколько бы лет не пропела кукушка,
Сколько бы счастья и горя не знал,
Главное – не оставался бездушным,
Щедро даря свой природный запал.
Ну и давай – это дело святое.
Мир ведь и держится только на тех,
Кто совершает, казалось, простое,
А на поверку приходит успех.

Счастье не ходит гуртом по дорогам,
Надо его добиваться в пути.
Ты заслужил его, мало ли, много;
С ним продолжай по ступеням идти.
Ты ведь шагаешь пока по Кавказу,
А Гималаи ещё впереди.
Дай Бог здоровья и сил, чтобы вмазать
После вершин, что уже позади.

И последнее, написанное после его безвременной кончины. Но прежде я хотел бы сказать, что, довольно часто общаясь с Александром Павловичем на протяжении последних месяцев, я ни разу не слышал от него жалоб, как и во время коронарного шунтирования, перенесённого ранее. Он был боец по своему характеру, по самой своей сути, и мы так надеялись на встречу. Не сложилось...

Мы что-то делаем не так,
Раз мы товарищей теряем.
Тускнеет свет, и полумрак
Уже ничем не измеряем.
Но в вечном таинстве свечей
Мы узнаём черты живые
И блеск ума, и пыл речей,
И наши годы молодые.

Живее Саши до сих пор
Нет среди нас и вряд ли будет.
Он в голубой ушёл простор,
Прорвав черту своею грудью.
Печаль в себе мы сохраним,
Пусть будоражит нашу память,
И все мы будем вместе с ним,
Как он навечно будет с нами.

З. Б. Энтин –
доктор технических наук,
профессор,
Генеральный директор «НТЦ»,
директор фирмы «Цемискон»

С Александром Павловичем Осокиным я знаком еще с начала 70-х, когда после защиты кандидатской диссертации работал в НИИЦементе. Здесь работала мать Александра Павловича Татьяна Александровна Осокина, и он ее часто навещал. Уже тогда он был полон новых и увлекательных идей, которые мы часто обсуждали.

Однако тесно мы начали взаимодействовать, а после и дружить, после создания «Альфа Цементом» совместно с РХТУ Научно-технического центра (НТЦ) в 1996 г. Генеральным директором НТЦ был назначен Александр Павлович, а его заместителем – я. В состав НТЦ вошли многие сотрудники кафедры и фирмы «Цемискон», а его резиденцией стала кафедра композиционных и вяжущих материалов РХТУ им. Д. И. Менделеева. Поначалу НТЦ должен был работать по заказам «Альфа Цемента» и оказывать научно-техническую помощь его предприятиям. Позднее мы работали уже со многими другими цементными заводами. С первого дня создания НТЦ не получал бюджетного финансирования и существовал только на доходы по хозяйственным договорам с цементными заводами, довольно быстро создав свою уникальную нишу в тематике работ.

Это было трудное время. Развал 90-х привел к тому, что выпуск цемен-

та сократился в несколько раз, многие заводы остановились. У предприятий не было оборотных средств, продажа цемента осуществлялась в основном по бартеру: за топливо, электроэнергию и другие ресурсы платили цементом, зарплату работникам выдавали талонами, а часто задерживали на длительный срок. И все же в этих сложнейших условиях предприятия обращались за помощью к НТЦ и находили средства для оплаты договоров.

Здесь раскрылась замечательная способность Александра Павловича привлекать к себе людей, внушать им надежду и доверие. Наши первые работы – новые для предприятий, а также для России виды цементов, улучшение ассортимента, экономия электроресурсов. Этот период запомнился частыми и длительными командировками на заводы: Вольск, Спасск, Горнозаводск, Щурово (в то время заводы «Альфа Цемента»), а затем Себряковцемент, Мальцовский, Мордовцемент, Камчатская помольная установка и другие.

Во всех этих поездках, часто длительных, мы, как правило, бывали вместе с А. П., и всегда останавливались в одном номере гостиницы. Так было удобнее, и работать и расслабляться. После работы иногда расслаблялись в компании руководства и работников предприятия, решая заодно сложные технические и финансовые вопросы. А. П. был здесь неподражаем. Наделенный огромным чувством юмора, сочетающимся с глубокой научной эрудицией, он так завораживал потенциальных оппонентов, что те соглашались почти со всеми нашими предложениями.

Вспоминаются некоторые эпизоды. Во время командировки в Спасск управляющий предприятием предложил нам ехать в Пусан (Южная Корея) для участия в переговорах. Корейцы хотели покупать у предприятия клинкер, который позволил бы получать высокодобавочный цемент, который по качеству был бы не хуже бездобавочного. В качестве консультанта для оценки научного уровня наших предложений корейцы пригласили специалиста из Сеульского университета. На бесчисленные вопросы корейцев отвечали Александр Павлович и я. Оценка оказалась высокой, и стороны пришли к со-

глашению.

Другой эпизод. Крупная Швейцарская компания обратилась в «Альфа Цемент» с предложением поставлять им из Вольска ежегодно большое количество тампонажного цемента по стандарту института нефти США при условии, что цемент будет сертифицирован этим институтом. В России, как впрочем, и в бывшем СССР, такой цемент никто не выпускал. Однако А. П. предложил Президенту «Альфа Цемент» Харифу заключить соглашение, пообещав, что НТЦ сможет в договоренные сроки разработать технологию и поставить этот цемент на производство. И хотя в тот момент никто не знал, что для этого надо, усилиями НТЦ новый цемент на Вольском заводе был освоен. Попутно пришлось выполнить и другую работу, необходимую для сертификации цемента в США – разработать, ввести в действие и сертифицировать систему менеджмента качества предприятия по международному стандарту ИСО 9001 и стандарту нефтяного института API Spec. Q1. Тампонажный цемент был освоен и сертифицирован в США, а завод устойчиво выпускает его до сих пор. Позже, аналогичную работу, но с учетом накопленного опыта значительно быстрее, НТЦ выполнил для Спасскцемента, а системы менеджмента качества по ИСО 9001 с помощью НТЦ разработаны и сертифицированы еще на многих крупных цементных заводах.

Александр Павлович был одним из основных организаторов всех последних Всесоюзных, а затем Всероссийских Совещаний по химии и технологии цемента, выступал с докладами на Международных конгрессах по химии цемента, с 80-х годов неизменно участвовал во всех Совещаниях начальников заводских лабораторий.

Нет сомнений, что только обаяние и большой организаторский талант Александра Павловича явились ключом к этим успехам. Должен откровенно сказать, что я безмерно благодарен Александру Павловичу и за его участие в моей судьбе. Будучи заведующим кафедрой он убедил меня подготовить к

Участники Международного совещания по химии цемента, посвященного памяти профессора Ю.М.Бутта. РХТУ им. Д.И.Менделеева, 1996 г. Слева направо: З.Б.Энтин, А.П.Осокин, Б.И.Нудельман, Й.Штарк

защите докторскую диссертацию, на что я уже махнул рукой. Он возвращался к этому вопросу при каждой нашей встрече, пока, наконец, я не внял его словам. И было это еще за несколько лет до создания НТЦ, когда совместной работы у нас еще не было.

Постоянно вспоминаю А. П. и с другой стороны. Он был очень общительным и галантным человеком, легко сходился с людьми. Его хобби - футбол – привело к тому, что он имел много друзей среди известных футболистов: от Альберта Шестернева (в свое время капитан сборной футбольной команды СССР) до Павла Саркисова. Во всех случавшихся застольях, юбилеях А. П. был бессменным тамадой, значительно повышая общий тонус мероприятия. Любил женское общество и пользовался в нем успехом. Вот два эпизода на эту тему.

После успешных переговоров в Пусане хозяева на радостях устроили для нас прием на заимке в лесу, пригласив туда правительственный хоровой ансамбль. Нужно сказать, что в Пусане у Александра Павловича очень болела нога, и он заметно хромал. Однако когда на заимке примадонна ансамбля пригласила его на танец, он забыл про хромоту и прекрасно с ней танцевал. После танца нога больше не болела.

Поздравление
З.Б.Энтина с юбилеем.
Москва. 2005 г.
Слева направо:
И.Д.Энтина, З.Б.Энтин,
А.П.Осокин,
Л.М.Сулименко,
А.В.Беляков

И еще. На одном из приемов в Спасске мы неожиданно повстречали Ирину Роднину и Оксану Пушкину, которые приехали туда по приглашению местных властей. А.П. сразу «подружился» с Родниной, а когда она пожаловалась на крутую лестницу, по которой трудно спускаться на высоких каблуках, подхватил ее на руки и снес вниз. А ведь у него в то время очень болело сердце, и на следующий день в самолете, когда мы возвращались в Москву, случился тяжелый сердечный приступ. Вскоре ему была сделана операция по коронарному шунтированию.

А вместе с тем, А.П. был преданным семьянином, очень любил жену и дочь. Каждый день, проведенный в командировках, обязательно вспоминал своих Танечку и Анечку. Бережно и заботливо относился к теще, в течение многих лет прикованной болезнью к постели.

А в мае 2007 г., за несколько дней до смерти, попросил, чтобы его отвезли из больницы домой. Сделал он это для того, чтобы перед близкой кончиной успеть взглянуть на только что родившегося второго внука. Так он сам объяснил мне свое решение. Внука в честь деда назвали Сашей.

В заключение два поздравления ко дню рождения Александра Павловича. Их разделяет всего два года, но какими трагическими они оказались…

Осокину. Январь 2005*

Вы рождены совсем не для елея
Мы лесть не пустим даже на порог.
Нам нужно лишь на дату юбилея
Озвучить предварительный итог.

Всё выше, и выше, и выше
Напор юбилейных речей.
Пусть каждый, кто видит и слышит
Вливается в этот ручей.

Вы рождены, чтоб в солевых расплавах
Вполне раскрыть связующую нить,
Чтобы понять ликвации злые нравы
И жидкой фазы свойства оценить.

Вы рождены вращалку как лошадку
Сухим кальцитом досыта кормить,
Сульфоферритом победить усадку
В НЦ подходы круто изменить.

Вы рождены, чтоб гол забить и даже
Прославить Менделеевский футбол.
И чтоб в футбольно-волейбольном раже
Ваш факультет на пьедестал взошел.

Вы рождены крепить образованье,
Студентов хоть чему-то научать,
Чтобы на лбы крутые отблеск знаний
Почаще наносил свою печать.

Вы рождены сиять под небосклоном
Не отрываясь всё же от земли,
И чтоб крутые дамы Цемискона
Вас от души приветствовать могли!

Всё выше, и выше, и выше
Вы свой продолжайте полёт.
И пусть нас Всевышний услышит
И больше здоровья пошлёт!

* На мотив популярной песни «Все выше, и выше, и выше…»

А. П. 28.01.2007

Что в день рожденья все желают другу?
Чтоб шёл вперёд, а не ходил по кругу,
Чтоб был вполне успешен в каждом деле
И чтоб здоровый дух в здоровом теле.

Желаю воли и ещё удачи.
Коль всё сложилось так, а не иначе
Ты сконцентрируй волю - в ней причина,
Чтобы была успешна медицина.

А если друг, увы, серьёзно болен,
Приходится желать железной воли,
Поскольку только воля на пределе
Удержит дух в измятом болью теле.

Увы, ни медицина, ни воля не помогли.

Т. В. Кузнецова -
доктор технических наук,
профессор
РХТУ им. Д. И. Менделеева

Александра Павловича Осокина я знаю чуть ли не с "пеленок". Конечно не в буквальном смысле, но узнала я о нем рано, в 1963 году. Тогда я еще работала начальником лаборатории цементного производства Стерлитамакского содово-цементного комбината. Для осуществления работы выездной сессии к нам приехали представители секции минеральных вяжущих Центрального Правления ВХО им. Д. И. Менделеева и сотрудники НИИЦемента, среди которых была и Татьяна Александровна Осокина - мать Александра Павловича. Татьяна Александровна была обаятельным человеком. Мы с ней подружились, и это доброе знакомство длилось сравнительно долго. Когда наша семья переехала в Москву, я начала работать в НИИЦементе младшим научным сотрудником. С этого момента наше знакомство переросло в дружбу. Косвенно я была свидетелем как мальчик Саша превращался в студента, аспиранта, научного сотрудника кафедры вяжущих материалов, а затем и преподавателя.

Вспоминаю, как он часто приходил в НИИЦемент вместе с Владимиром Васильевичем Тимашевым по вопросам хоздоговорных работ. Мне нравилось, как он работал. В. В. Тимашев, видимо, возлагал на него надежды, а Александр Павлович соответствовал эти надеждам - относился к работе с большой ответственностью и уменьем. Непосредственные контакты с Александром Павловичем показали, что он был таким же обаятельным и упорным

в достижении своей цели, как и Татьяна Александровна. Как говорят – «гены».

Вспоминаю, наступал 1982 год. В этом году должно было состояться Всесоюзное научно-техническое совещание по химии цемента, на котором в качестве одного из докладов на пленарном заседании должен был представлен доклад Тимашева В.В. «Физико-химические основы формирования структуры и свойств клинкера». Ко времени проведения совещания В.В.Тимашева уже не было. Я предложила сделать доклад Александру Павловичу. Доклад он сделал превосходно, держался очень спокойно, и только я понимала, как он в это время волновался, ведь шла проверка его возможностей. Все затем его хвалили, а я была довольна, что ожидания его отличного выступления оправдались.

В последующие годы, начиная с ноября 1982 года, работая на кафедре, я уже вплотную имела дела с А. П. Вплоть до сентября 1993 года он был одним из моих помощников как заведующей кафедры, хотя он в этот период несколько лет имел большую нагрузку по строительству Тушинского корпуса силикатного факультета.

За долгие годы совместной работы я его знала разным, но главным в его характере была целеустремленность, обаяние и юмор. Пожалуй, последние две особенности характера А.П. помогали ему во всем.

Приходилось часто вместе ездить в командировки, в которых, так или иначе, возникали иногда смешные случайности. Он умел так обыгрывать обстоятельства, что за праздничным кафедральным столом рассказывал их анекдотичный случай.

Вспоминаю поездку на Камчатскую помольную установку, где кафедра по хоздоговору с предприятием должна была участвовать в выпуске опытной партии цемента с добавкой цеолита. Директор завода договорился с руководством военного подразделения о выделении нам транспорта для поездки по окрестностям г. Петропавловска на месторождения цеолитовых пород. Вы-

делили нам два танка-бронетранспортера. И вот поехали! Поездка была еще та!

Зрелище было необыкновенное. В лесу деревья падали перед танком как срезанный маленький цветочек. Ехали долго, часа три-четыре. От грохота, пыли все уже почти «с ума посходили». Никак не могли дождаться, когда же мы достигнем природный геотермальный источник. В этот период у меня как-то нечаянно вырвалось: «Осокин, куда ты нас завез?». Потом позже Александр Павлович, умел этот эпизод так смешно рассказывать, что даже при неоднократном рассказе, это событии вызывало веселье.

Во время поездки на месторождения цеолитовых пород. Петропавловск-Камчатский. 1987г.

Еще один из случаев. В 1993 году мы с ним ездили в Германию по приглашению одной из цементных фирм. Там мы встретили одного нашего знакомого и все вместе в свободное от деловых встреч пошли в кафе-мороженое. Принесли нам буклет с фотографиями мороженного, и мы ничего не подозревая, ткнули пальцем в понравившееся фото, как бы совершая заказ. За столом мы сидели так, что я могла видеть, как готовят заказанное мороженное. Я сидела и посмеивалась, поскольку видела килограммовую порцию, которую принесли А.П., но я поплатилась, когда мне принесли заказанное мною мороженное, оно было в три раза больше, тут уже хохотал А.П. Это также стало одним из анекдотичных случаев на кафедральных посиделках.

В 1989 году встречали мы с ним И.Маки - одного из крупнейших специалистов в области микроструктуры клинкера и процессов минералообразования при его обжиге, профессора Нагойского технологического университета (Япония), приглашенного на кафедру на взаимообменной основе. После всех процедур по размещению мы их пригласили в ресторан при гостинице. Оказалось очень удачно. Ресторан был чисто русским, вся обслуга была одета в национальные костюмы, также как и музыканты. Небольшая группа состояла из баянистов и балалаечников, которые усердно развлекала присутствующих русскими песнями. За столом у нас возник непринужденный разговор, все чувствовали себя отлично. И, как всегда, А.П. начал с шуток. И.Маки так развеселился, поскольку в течение вечера шутки А.П. лились как из рога изобилия. Когда мы прощались, И.Маки сказал, какой Осокин весельчак, мне он очень понравился. Мне кажется, они стали друзьями.

На Поклонной горе профессора А.П.Осокин, Т.В.Кузнецова и И.Маки. 1994 г.

Хочу отметить еще раз о его личном обаянии. Не раз я знакомила его со своими друзьями, и часто уже после первой встречи они становились его друзьями, и связи с ними были уже более тесными, чем со мной.

Нельзя не вспомнить и о его отношении к своей семье. Много существует анекдотов по поводу отношений зятя и тещи. За все время нашего знакомства я никогда не слышала от него никакого отрицательного словечка. Он очень уважал Маргариту Кузьминичну (мать жены) и даже сам уже, будучи очень больным, помогал ей, как мог, поскольку у нее болели ноги, и она нуждалась в помощи. Вспоминаю, как он заботился о матери Татьяне Алексан-

дровне после ее операции: доставка лекарства, санитарные процедуры - все легло на его плечи. А как он любил свою дочь – Аню! Всегда носил с собой ее фотографию и при любом возможном случае показывал собеседнику, при этом непременно добавлял: «Это то лучше, что я сделал в своей жизни!»

О нем можно говорить много. Он был лидером и в науке, труде, семье, и среди друзей. Он был талантливым во всем. Если бы не увлечение наукой, он мог бы стать блестящим футболистом, о чем неоднократно говорили его друзья.

Напоследок хочу вспомнить о его Юбилее – 60-летие. Для этой встречи я просматривала томик В.Высоцкого и нашла интересное стихотворение. Не зачитывая полностью, я проговорила одно четверостишие, начинавшееся:

Дай бог Вам жизни две
И друга одного,
И света в голове,
И доброго Всего.

Кто бы знал, что через три года его не станет. Светлая память! Память о человеке, которого трудно забыть.

В. Г. Лемешев –
кандидат технических наук,
доцент МИКХиС

В спортивном лагере МХТИ. 1970 г.

Очень трудно писать о друге, которого уже нет. Впервые я познакомился с Сашей на футбольной площадке, когда я поступил в аспирантуру и наши кафедры сражались в футбол в рамках институтских спортивных соревнований. Я и сам неплохо играл в футбол, входил в сборную факультета и института, но впервые столкнулся с мастером, обладавшим виртуозной техникой и сокрушительным ударом.

Впоследствии, я узнал, что Александр Осокин окончил школу Олимпийского резерва, одновременно со знаменитым впоследствии Анатолием Шестерневым, защитником ЦСКА и сборной СССР, и сам играл за юношескую сборную СССР. Я не сомневаюсь, что если бы Саша продолжил спортивную карьеру, то вырос бы в игрока класса Боброва или Стрельцова.

Как всякий талантливый человек, Александр Осокин был талантлив во многих областях науки и спорта. Он прекрасно играл в настольный теннис (был финалистом первенства МХТИ), выступал за сборные факультета по баскетболу и бадминтону, играл в шахматы на уровне 1-го спортивного разряда. Не могу не сказать и о том, что когда мы большой компанией отдыхали в спортивном лагере «Буревестник», в Адлере, гиганты преферанса (Александр Осокин и Николай Андрианов) регулярно выигрывая от 3 до 5 руб. за игру в неофициальных пляжных турнирах, обеспечивали всю нашу компа-

нию прекрасным вином домашней выработки.

Бесспорны научные достижения А.П. Осокина. Будучи исключительно целенаправленным человеком, он последовательно защитил кандидатскую, и через сравнительно небольшой срок, докторскую диссертацию. Очень скоро Александр стал профессором, а потом и заведующим кафедрой химической технологии вяжущих материалов Краснознаменного факультета ХТС. Значительное количество научных разработок А.П. Осокина внедрено на производстве.

Не могу умолчать о том, что кафедры вяжущих материалов и керамики и огнеупоров всегда дружили между собой (не в пример кафедре стекла и ситаллов). Возможно, это определялось тем, что в это время кафедры возглавляли истинные интеллигенты Ю. М. Бутт и Д. Н. Полубояринов, и это во многом сближало сотрудников обеих кафедр.

Нельзя умолить и значительный, если не сказать, огромный, вклад Александра Осокина в строительство городка Менделеева на Сходне, основы нынешнего прекрасного институтского комплекса. Только благодаря настойчивости и таланту организатора проректора по строительству в Тушине, Александра Павловича Осокина, практически замершая стройка-«долгострой» пришла в движение, и были выстроены основные здания комплекса.

Став заведующим кафедрой, Александр Осокин ни сколько не изменился, по отношению к друзьям, оставаясь таким же мальчишкой, какими все мы были в возрасте учебы в институте. Он являлся одним из отцов-основателей клуба «Тотализатор», и был избран на пост Вице-президента Клуба. Впоследствии, в клуб на правах ассоциированного члена был принят ректор института П.Д. Саркисов. С горечью отмечу, что к настоящему времени, из 9 действующих и ассоциированных членов клуба, осталось 5.

Последний раз я видел Александра на праздновании его 60-летия и ничего, казалось, не предвещало такого трагического конца.

Я думаю, Саша простит меня за то, что я не был на его похоронах. Я хотел оставить в памяти тот образ веселого и молодого ученого, каким он был в жизни, и каким я запомнил его на нашей последней встрече.

И не только я, но и все наши друзья, будут помнить о нашем замечательном друге – Александре Павловиче Осокине.

А. В. Беляков –
доктор химических наук,
профессор
Директор Института
высокотемпературных материалов
и технологий

Ему «не было мучительно
больно за бесцельно прожитые
годы»

Первый раз я увидел А. П. Осокина в поезде, который вез нас в военные лагеря в г. Самбор Львовской области на границе с Чехословакией. Это было лето 1968 г., когда 20 августа наши войска вошли в Чехословакию для предотвращения контрреволюционного переворота, успешно проведенного у нас в 1992 г. Он шел по вагону, держа в руках футбольный мяч и объясняя всем, что взял его, поскольку неизвестно, какие мячи есть в лагерях и есть ли вообще. Тогда я не знал, что он прекрасно играет в футбол.

В этом я убедился во время встречи студентов с солдатами. Он сыграл лучше всех, забил гол и ловко несколько раз увернулся от командира нашего отделения плотного и здорового сержанта по фамилии Скурга. А.Осокин, как всегда, играл в нападении, а Скурга - в защите. Скурга, пытаясь отобрать мяч, как косой в присядке махал ногой, а А.Осокин ловко подпрыгивал вме-

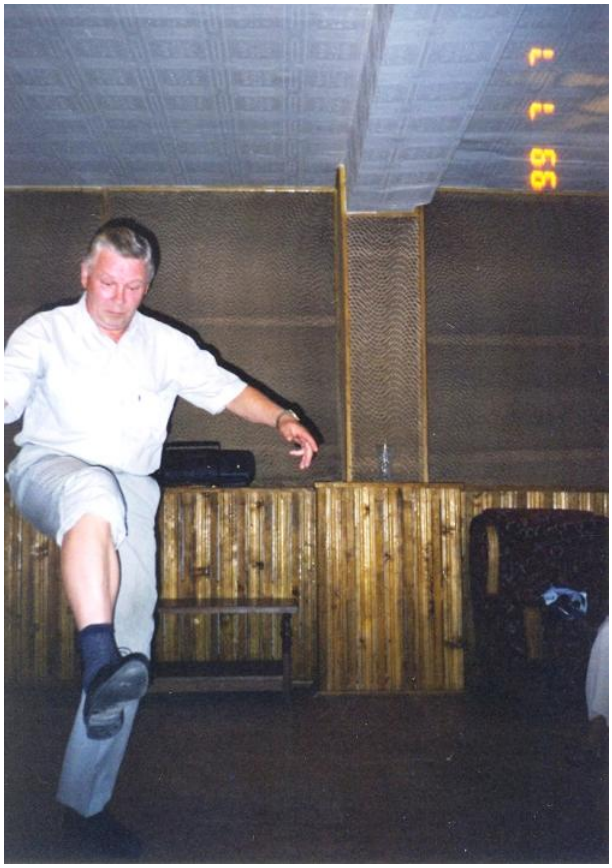
сте с мячом над проносящейся ногой, спасая свои ноги и не отдавая мяч.

Потом, уже в институте, я в первый раз встретился с ним на футбольном поле. Н. Т. Андрианов организовал тогда турнир по футболу между кафедрами факультета. Я только что поступил в аспирантуру на кафедру керамики, и мы играли с кафедрой цемента на небольшом поле во Дворце пионеров, располагавшимся за сквером перед зданием МХТИ на Миусской. Я был защитником, А.Осокин – нападающим. Стоял я, как положено, между А.Осокиным и воротами. А.Осокин, стоя ко мне спиной, получил мяч от В.Панюшкина, и, в одно касание перебросил его через себя и меня. Пока я с удивлением смотрел за полетом мяча, он успел повернуться, обежать меня, и, не давая мячу приземлиться, с лета пробил по воротам. Этот финт произвел на меня тогда неизгладимое впечатление. К счастью для меня, в тот раз он попал в штангу.

Он очень расстраивался неудачам и радовался успехам. В футбольных баталиях между кафедрами его основным партнером был тоже очень хорошо играющий Владимир Николаевич Панюшкин. А.Осокин в игре, особенно если они не выигрывали, настолько искренне и неистово переживал, что непрерывно кричал на В.Панюшкина, который не там стоит, не туда бежит, не так и не туда дает ему пас. Особенно его расстраивало, что он дает пас, а В.Панюшкина там нет. Он был уверен, что уж В.Панюшкин то должен понимать логику игры, причем именно так, как понимал ее А.Осокин.

А.Осокин умел делать финт с монеткой, которую он клал на носок ботинка, затем подбрасывал и ловил на шею. Он иногда показывал это финт в компаниях после застолий. Я ни разу не видел, чтобы кто-то из окружающих смог его повторить.

В то время Н. Т. Андрианов под эгидой профсоюзной организации сотрудников организовал в МХТИ олимпиады между сотрудниками факультетов по футболу, баскетболу, волейболу, настольному теннису, бадминтону, стрельбе, шахматам.



Коронный «финт» А.П. 1999 г.

А.Осокин играл азартно и самозабвенно, причем очень прилично, во все игровые виды спорта, включая шахматы, а также прилично стрелял. Я уверен, что его исключительные организаторские способности, умение увлечь людей и повести за собой проистекают именно из спорта. Умение играть в команде – великое качество, приобретаемое в командных играх. Осокин А. все делал неравнодушно, тем более на спортивных состязаниях. Он оправдывал свое имя Александр и всегда был заряжен только на победу.

Совершенно феноменальным было его отношение к друзьям. С ними он всегда действовал по суворовскому принципу «Сам погибай, а товарища выручай». В его жизни два раза это стоило ему больших неприятностей. Его выгнали из института за то, что он не бросил пьяного друга и вступился за него, хотя виноват был друг. Совершенно аналогичный случай произошел в военных лагерях, когда они пошли на почту за посылками, на обратном пути попали на гуцульскую свадьбу, где им, чтобы не обидеть хозяев, пришлось выпить. Друг не рассчитал своих возможностей, и на жаре его развезло, а А.Осокину пришлось его тащить в часть практически на себе. По дороге они попались патрулю. Бросив друга, А.Осокин бы легко скрылся, но это было не в его принципах. В результате исключение со сборов, которое, усилиями его тоже очень активной мамы, удалось заменить на 10 суток гауптвахты. Надо сказать, что А.Осокин никогда не терял головы после выпивки. Обычно при этом проявляются некоторые черты характера, которые в трезвом состоянии

многим удается скрывать. Некоторые становятся злобными и агрессивными, другие, напротив, веселыми, добрыми и отзывчивыми. А.Осокин относился именно к последним.

Подружились мы с А.Осокиным на общественной работе. Мы уже были в аспирантуре, когда я от партбюро отвечал за работу общественных организаций, а он входил в бюро комсомола сотрудников. Мы организовали информационный центр для координации на факультете работы профсоюзной организации и комсомольских организаций студентов и сотрудников. Нам повезло с тем, что лаборатория кафедры стекла и ситаллов (электронная микроскопия) располагалась у самого входа в институт, первая дверь налево. Там работали две комсомолки-сотрудницы: Наталья Михайленко и Татьяна Тимофеева. С Таней мы учились на одном курсе. Именно у них и стал базироваться ИЦ. Все оказалось просто и эффективно. В лаборатории лежал журнал поручений. При входе или выходе из института комсорги и профорги групп, курсов, а также члены профбюро и комсомольского бюро заглядывали в ИЦ и смотрели журнал поручений. Если для них была информация, то они расписывались и ставили число, а иногда и время. Выполнение поручений также фиксировалось в этом журнале. Находящиеся в лаборатории девушки, не прерывая необходимости устные пояснения к поручениям. Контроль выполнения поручений стал намного проще и эффективнее. Секретарем комсомольского бюро факультета был Влади-

У приборов по измерению скорости растворения. 1972 г.

мир Владимирович Вакулюк, который сразу сказал мне, что А.Осокин - это организатор от бога и советовал на него опираться, что было абсолютно справедливо. Его обязательность меня поражала. Если он что обещал, то прилагал все силы, чтобы выполнить обещание. А.Осокин сделал очень много для успешной работы Информационного центра.

Дополнительным поводом для наших тесных контактов было то, что часть его диссертации была посвящена изучению растворения минералов в клинкерных расплавах, а я занимался растворением керамики в расплаве мартеновского шлака и оксида железа. Он показал мне установку для вращения образца. Взяв ее за основу, я спроектировал установку с водоохлаждаемым вращающимся штоком, которую мы изготовили в двух экземплярах. Одну передали А.Осокину, на другой я сделал основную часть моей кандидатской диссертации. По результатам мы опубликовали статью, в которой я в единственный раз оказался соавтором с А.П.Осокина и В.В.Тимашева.

А.Осокин всегда умел найти выход из, казалось бы, безвыходных ситуаций. Однажды, когда он только что стал заведующим кафедрой, на совещании заведующих кафедрами факультета возникла неразрешимая ситуация.

Выступление А. П. Осокина на совещании по профагитационной работе. В президиуме (слева направо) – декан факультета ХТС М.В.Артамонова, парторг Б.С.Скидан, профорг А.В.Беляков, директор ПО «Воскресенскцемент» Макаров Н. И. Воскресенск. 1978 г.

Надо было разделить деньги по единому заказ-наряду (ЕЗН), которые, из-за сокращения финансирования в «лихие девяностые» оказались очень маленькими. Если делить по сложившимся процентам, то на кафедру ОТС приходилось очень мало средств. М. В. Артамонова, которая была зав.кафедрой ОТС справедливо сказала, что у ее кафедры нет возможностей получать хоздого-

вора и единственной возможностью является ЕЗН, но делиться никто из остальных заведующих не хотел. М. В. Артамонова обиделась и сказала, что так мы погубим кафедру ОТС. Возникла патовая ситуация. На мой взгляд, положение сложилось безвыходное. Выход нашел А.Осокин. На его кафедре дела шли неплохо. Она тесно сотрудничала с Альфа-цементом и получала от них хорошее финансирование, поэтому он предложил передать часть своей большой доли кафедре ОТС. Ситуация была разрешена, за что я был ему очень обязан. Нам удалось сохранить теплые отношения между кафедрами, которые только-только стали складываться. Этот шаг оказался тем более мудрым, что вскоре после неожиданного ухода на пенсию М. В. Артамоновой кафедрой ОТС стал заведовать его друг Л.М.Сулименко.

Силикатчики на юбилее П. Д. Саркисова в МАЗе. 2002 г. Слева направо: А.В.Беляков, Л.А.Орлова, А.П.Осокин, Н.Ю.Михайленко, А.С.Власов, Л.М.Сулименко

Кафедра для А.П.Осокина была вторым родным домом. У него была четкая система приоритетов: на первом месте семья, на втором – кафедра, на третьем – друзья. Причем, на мой взгляд, различие между ними было не очень большое, особенно между семьей и кафедрой. Большую часть времени он, как и большинство из нас, проводил на работе. Кафедру он боготворил и не жалел нее свих сил и здоровья. Причем такое отношение началось с поступления на кафедру и непрерывно усиливалось, особенно, после избрания заведующим. Ему досталось

очень трудное время развала страны и промышленности, когда большинство кафедр вузов оказались подобны рыбам, выброшенным на берег. А.Осокин всеми силами сопротивлялся сложившимся обстоятельствам. Благодаря своей кипучей энергии и коммуникабельности, он организовал на кафедре НТЦ и сумел уговорить Зиновия Борисовича Энтина перейти на кафедру. НТЦ и Энтин З. Б. с его универсальным умом сильно помоги кафедре успешно пережить «лихие девяностые». Надо отметить, что, как и его предшественники, А.Осокин с кадрами работать умел, прекрасно понимая, что «Кадры решают все».

Вспоминается случай еще с советских времен, когда А.Осокин выполнял диссертационную работу. У А.Осокина был лаборант, который хорошо работал и учился на вечернем отделении, причем весьма успешно. Я был хорошо знаком с этим лаборантом по совместным занятиям карате. Затем он решил перевестись на дневное отделение. Узнав об этом, А.Осокин уговорил меня поехать домой к лаборанту, чтобы отговорить его переходить на дневное отделение. Он горячо убеждал лаборанта, что работа на кафедре и обучение на вечернем отделении даст ему намного больше, чем обучение на дневном отделении. В армии лаборант уже отслужил, а ко времени окончания института у него практически будет готова кандидатская диссертация. Сейчас я верю, что так бы оно и было. Хотя из наших уговоров ничего не вышло, но А.Осокин, как всегда, до конца боролся за выполнение решения, которое он считал верным.

А.Осокин, несмотря на свою жесткую требовательность к сотрудникам, умел искренне сопереживать. Когда умер О. Л. Альтах, его семья оказалась в очень трудном положении. Так сложилось, что все в ней в этот период держалось только на Олеге Леонидовиче. Время было очень трудное (девяностые годы). Через какое-то время после похорон я предложил помочь семье О. Л. Альтаха от кафедр факультета, но у всех просто не было денег. Я поговорил об этом с А.Осокиным. Он сказал, что подумает. Через некоторое вре-

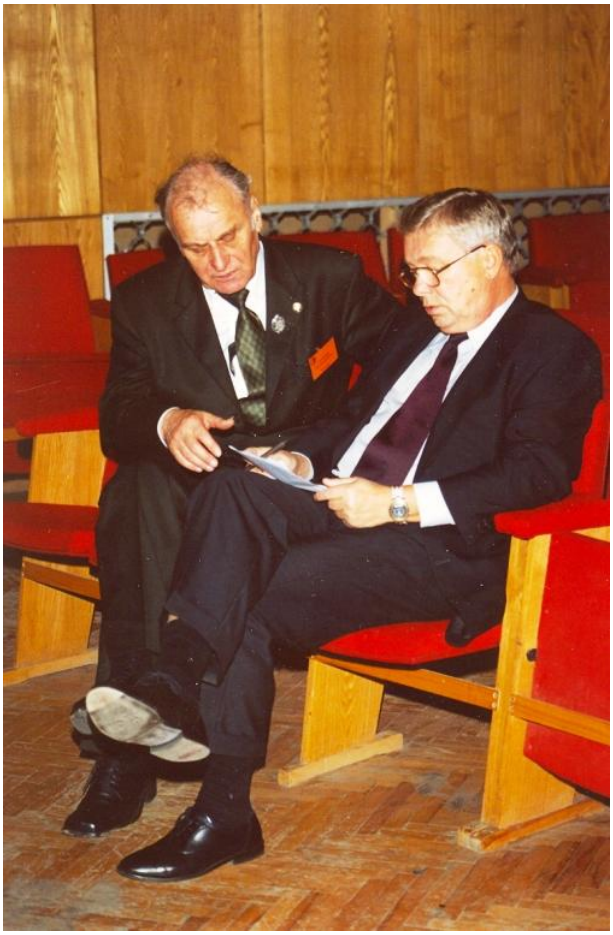
На юбилее Т. В. Кузнецовой. 2005 г. Слева направо: В. И. Шубин, Б. В. Гусев, Т. В. Кузнецова, П. Д. Саркисов, А. П. Осокин, А. В. Беляков

мя он предложил, чтобы мы с ним объединили деньги деканата и его кафедры до приличной суммы и передали их дочери О. Л. Альтаха. Только сделать это предложил тайно, чтобы не унижать таким примером другие кафедры, у которых такой возможности сейчас нет, и не вызывать нареканий от сотрудников своей кафедры и деканата. Мы так и сделали, а после этого его дочь позвонила и со слезами благодарила за помощь, которая оказалась очень кстати.

Такие люди как А.Осокин, к сожалению, рождаются редко. Он никогда не сдавался. Он умел радоваться жизни и получать от нее удовольствие. Когда его настигла смертельная болезнь, он до конца с нею боролся, соглашаясь на любые даже опасные эксперименты с новейшими лекарствами. Его жизнь – пример самоотверженного служения людям. Ему «не было мучительно больно за бесцельно прожитые годы». Нам всем надо его помнить и брать с него пример.

***Л. М. Сулименко* -**

доктор, технических наук,
профессор
РХТУ им. Д. И. Менделеева



Для меня Александр Павлович Осокин всегда был и остался Сашей. Хотя у нас были и совместные работы, но связывали нас много лет просто товарищеские отношения. Их прочность основывалась, скорее всего, на близости характеров. Думаю, что этому способствовало и то, что я был одним из ранних учеников Сашиного кумира Владимира Васильевича Тимашева.

Саша был человеком очень разноплановым, неординарным и его друзьям, коллегам он запомнился по-разному. Я же здесь хочу вспомнить об одной его черте, особенно наглядно проявившейся в последние годы. О его мужестве.

Он много лет болел очень тяжелой болезнью, но я не разу не услышал от него слово жалобы или уныния.

В последние дни жизни он не хотел, чтобы его видели больным, не разрешал навещать его в больнице. Перед майскими праздниками я все-таки напросился, сказал, что я на неделю уезжаю, а после дня Победы еще раз по-

звоню. Позвонил. Он сначала говорил, что может быть попозже, а потом решительно сказал: «Приезжай».

Выглядел он хотя и больным, резко похудевшим, но ни слова не было сказано о здоровье. Шутил, говорил о работе, о дальнейших планах. Радовался рождению второго внука. По секрету со счастливой улыбкой сказал, что внука назовут в его честь Сашей.

Расстался я с ним с твердым убеждением, что он еще поборется со своей болезнью, о чем рассказал и всем, кто расспрашивал об этом посещении. А совсем скоро его не стало. Поразительное мужество.

В. К. Классен –
доктор технических наук, профессор Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова

Воспоминание о СВЕТЛОМ ЧЕЛОВЕКЕ

Когда я думаю об Александре Павловиче Осокине, то я воспринимаю его как удивительно талантливого человека во всех областях деятельности: и в науке, и в спорте, и в педагогике, и в дружбе, и в организационной работе. Но главный его талант - это доброжелательность и любовь к людям!

Когда он появлялся в обществе, сразу создавалась какая-то праздничная атмосфера. Его лёгкий юмор и искромётные шутки вызывали у всех улыбку, смех и сближали людей. Он всегда с лёгкостью готов был оказать услугу, прийти на помощь и делал это так, как будто это представляло ему большое удовольствие. Вспоминаю, когда в 1995 году мне нужно было

встретить в Москве и привести в Белгород главного редактора журнала Zement-Kalk-Gips доктора Ф. Файге, то возникли определённые затруднения, и я задумался, кто сможет мне помочь в разрешении этих проблем - конечно Александр Павлович! Действительно, он с готовностью откликнулся на мою просьбу и легко и просто разрешил все мои затруднения.

Естественно наша родственная кафедра всегда с большой радостью ждала и приглашала его на все конференции и юбилеи, не только как крупного учёного, но и как радушного человека. Приезд Александра Павловича - всегда был праздник для кафедры и факультета. Перед одним из таких торжеств у него случился радикулит, что вполне естественно было веской причиной к тому, чтобы отказаться от приезда. Однако после моей убедительной просьбы и гарантии, что я буду его личным шофёром, он приехал к нам и, как всегда, украсил наше собрание и предоставил мне большое удовольствие постоянным общением.

Вспоминается ещё характерный для него жест. На одной из юбилейной конференции в РХТУ, когда он председательствовал, кто-то из гостей преподнёс в качестве сувенира коньяк. Он тут же принял оригинальное шуточное решение - каждому выступающему после завершения доклада преподносилась в качестве награды рюмка коньяка. Подобные юмористические сюрпризы были характерны для Александра Павловича и, естественно, всегда благожелательно воздействовали на всех присутствующих. Хочется привести ещё юмористический случай. На одном из технических советов в НИИЦЕМЕНТЕ на итоговом форуме, чтобы как-то подкрепить нашу взаимную симпатию и дружбу мы обменялись галстуками. Причём случилось так, что у меня был невзрачный, а у него роскошный. Через короткое время, приехав к нам на очередной юбилей, он в актовом зале перед тысячным коллективом подарил мне прекрасный галстук, мотивируя тем, чтобы впредь я имел достойную замену и не обманывал его недостойным товаром. Конечно, все оценили его юмор, что и подтвердили бурными аплодисментами.

Благожелательность, юмор и искромётность ума позволяли ему быстро расположить к себе людей, ранее с ним незнакомых. С удовольствием вспоминаю наше совместное пребывание с Александром Павловичем и Тамарой Васильевной Кузнецовой в Челябинске на торжествах после защиты одного из аспирантов. Он сразу же оказался в центре внимания в незнакомом коллективе и, как всегда, украсил этот вечер.

Известна также его удивительная способность иногда нестандартно, оригинальным способом решать организационные вопросы. Так в одном из случаев, когда директор завода долго не соглашался подписать один из документов, то он предложил пари - сыграть в шахматы и бильярд на желаемую подпись. Кстати, директор считал себя хорошим игроком в шахматы и бильярд, а Александра Павловича - посредственным. Как же был обескуражен директор, когда Александр Павлович одержал победу и в том и в другом случае и таким образом получил желаемую подпись. Здесь хочется подчеркнуть ещё одну характерную для него черту - если он что-либо делал, то делал с полной самоотдачей и, как правило, всегда побеждал. При всём этом он всегда оставался скромным человеком, и свои победы воспринимал с неизменно присущим ему юмором.

При всём своем весёлом и лёгком характере он был духовно богатым, тактичным и внимательным человеком. Вспоминаю, когда 1995 году мы четверо: он, Файге (из Германии), Алиса Николаевна и я по пути из Старого Оскола заехали на Прохоровское Поле и посетили воздвигнутый там храм, меня тогда очень тронул его жест. Он всем купил свечи и предложил по православному обычаю поставить их в память обо всех погибших на этом Ратном Поле независимо от их национальной принадлежности.

Завершая свои короткие воспоминания, хочу отметить, что Александр Павлович воспринимался и воспринимается мною и до сих пор как удивительно СВЕТЛЫЙ ЧЕЛОВЕК, приносивший и приносящий своей памятью радость людям!

Й. Штарк –

доктор технических наук, профессор института строительных материалов им. Ф.А.Фингера Баусхаус-Университета, Веймар (Германия)

А.П.Осокин и Й. Штарк у портрета своего учителя. Москва. 2003 г.

В сентябре 1968, когда я приехал в Москву в МХТИ. Саша уже занимался в аспирантуре у профессоров Ю. М. Бутта и В. В. Тимашева. Вначале я попал к профессору Будникову на кафедру «Общей технологии силикатов», а после его смерти перешёл на кафедру «Технологии вяжущих» к проф. Ю.М.Бутту и к «восходящей звезде» проф. В. В. Тимашеву, который пользовался уже тогда международным признанием. Это особенно выразилось в проведении международного конгресса по химии цемента в 1974 г. в Москве. С Сашей Осокиным я сблизился в первую очередь благодаря частым встречам по футболу против других кафедр факультета (стекла и керамики), он был замечательным футболистом! Он всегда был на 100% при деле и не только в игре, но и в научной работе.

На меня очень сильно повлияла его домашняя атмосфера. Саша жил со своей мамой в типичном русском деревянном доме на севере Москвы в окружении уютной зелени огородов. Все эти дома были снесены в 70-е годы, давая место для обычных «спальных районов ».

По возвращению в Германию мои контакты с Сашей Осокиным никогда не прерывались. Он постоянно принимал участие в международной конференции «IBAUSIL», проходящей в Веймаре, а я ездил в Москву, особенно часто после воссоединения Германии в 1989г.

Последний раз мы встретились в Москве в 2004 г. в гостинице «Россия» после моего возвращения из поездки по Полярному краю. Он уже тогда боролся со своей болезнью. Но мы оба были полны надежд на его выздоровление. К сожалению, все наши надежды не сбылись. И как у его известного предшественника проф. В. В. Тимашева, очень уж рано закончился и его впечатляющий научный путь.

МХТИ потерял выдающегося профессора, а я - одного друга.

Г. Фишер –
доктор наук,
доцент института строительных материалов им. Ф.А.Фингера Баусхаус-Университета,
Веймар (Германия)

Везет человеку,
которому удается уйти из этого мира живым
Уильям Клод Филдс

28-го января отмечен в моём календаре уже много лет подряд, для меня это потребность поздравить профессора Осокина с его днём рождения и пожелать ему всего наилучшего. Я познакомился с Александром Павловичем через профессора Штарка и научился его ценить и уважать как выдающегося и благородного представителя учёных России в области стройматериалов.

Налаженные партнёрские отношения между МХТИ и Баухаус- университетами в области стройматериалов – это его заслуга. Благодаря его личному вкладу эти контакты углубились и развились в дружеские связи. На протяжении многих лет мы старались друг друга поддерживать по мере возможностей и сил.

Как многолетний секретарь международной конференции по стройматериалам (IBAUSIL) я высоко ценю его постоянное участие в этом конгрессе, свидетельствующее одновременно о признании успехов в научной области института по строительным материалам им. Ф.А. Фингера.

Теперь уже профессора Сивков С. П., Сычёва Л. И. и Потапова Е. Н. вступили на путь, проложенный и углублённый им, благодаря личным и научным контактам. Продолжение его дел – это и есть самая высокая оценка всей его личности.

Александр Павлович ушёл из жизни слишком рано, но и за такой короткий срок жизни успел сделать много полезных дел. Он останется у меня вечно в памяти, как яркая личность, как человек и учитель, который был всегда примером и одновременно хорошим и близким другом.

И поэтому останется 28-е января для меня особым и не только потому, что в этот день родился и мой сын...

А. П. Жуков **–**
кандидат технических наук,
доцент, директор Центра
истории РХТУ
и химической технологии,
выпускник МХТИ 1964 г.

Портрет с ключевыми словами

Для включения памяти и информационного вихря воспоминаний о человеке, его времени, делах – в ассоциациях и реминисценциях не надо словаря ключевых слов. Когда ты видишь, слышишь имя *Александр Павлович*

Осокин, портрет в красках недавно ушедшего времени готов мгновенно. И ключевые термины в фамильном (именном) словарике проявляются сразу. **Менделеевка** (институт, университет): студент, аспирант, ассистент, доцент, профессор, проректор, заведующий кафедрой…

Александр Осокин пришел на Миусы в 1962 году, когда в Лосинке (бывший г. Бабушкин) учили в средней школе 11 лет. Поступил на физхим, на старейшую кафедру факультета – технология электровакуумных производств. Звала престижная вывеска ИФХ, да и реальный уровень подготовки на факультете впечатлял. К тому же, отцы высшей технической школы СССР тех лет сумели защитить свой студенческий контингент от нелепой (порой, может быть, не во всем) реформы хрущевских лет, когда первокурсники без трудового стажа, так называемые «школьники», должны были в течение двух лет работать на химических заводах Москвы и области, чередуя по неделе работу с учебой (при этом КЗОТ РСФСР разрешал работу на основных химических производствах не раньше 18 лет). Александр же начал свои трудовые университеты на картофельных полях Ступинского района, где получил боевое крещение и дослужился до бригадира. Однокашникам по набору ИФХ он запомнился веселой бесшабашностью, легким опьянением первых студенческих дней (а в Ступинской деревне, и ночей) и прекрасной игрой в футбол.

Футбол – очередное ключевое слово в портрете профессора А.П. Осокина. Футбол любил всегда и везде (и себя и в себе). Александр Осокин – воспитанник локомотивовской Ярославки, откуда вышел знаменитый красавец советского футбола, капитан сборной СССР на ЧМ–66 Альберт Шестернев. В популярной сборной силикатов (преподаватели и сотрудники) он «тащил» за собой по грязи площадки Дворца пионеров аксакалов факультета П. Саркисова, Н. Андрианова, Е. Лукина сотоварищи.

Силикаты. Как он появился на силикатах? ИФХ и ХТС даже в мифологической истории РХТУ не всегда близнецы-братья. Думаю, силикатчики об этом еще вспомнят. «Зацементовали» (не зацементировали же поначалу)

Благодарность парткома за организацию партхозактива МХТИ в г. Воскресенске (март 1989 г.). А.П. рядом с А.Ф.Жуковым и В.А.Колесниковым

ветераны факультета, и, думаю, за их терпение, такт (даже за отдельные взбучки) низкий поклон всем его учителям по силикатам и МХТИ.

Производство цемента – дело миллионнотоннажное. Сырье есть почти везде. Заводы разбросаны по всему Союзу. И где только не встречали в те годы А. П. – и в Щурове на Оке, и в Новороссийске во время бора, и на Камчатке в далеком Спасске. Ученик Ю. М. Бутта и В. В. Тимашева везде успевал, не только в делах цементных, готовил специалистов для самых заповедных уголков СССР. С годами не уставал дружить. Известный менделеевец Валерий Павлович Чижов постоянно с искренней благодарностью вспоминал о внимательном руководстве А. П. его кандидатской диссертацией.

Проректор. Менделеевке он отплатил сторицей (в частности!) своей прорабской службой на посту проректора по строительству. Ох, не легкая это работа – с нуля начинать строительство в Тушино, так и незавершенное по сей день…но А. П. ежедневными бдениями со СМУ различных номеров на планерках и оперативках свою локальную задачу решил – ХТС третьим из факультетов перебрался в Тушино. Одну нерешенную задачу друзья по футболу ставили порой в укор проректору по строительству и в шутку, и всерьез: «Что же ты, Александр Павлович, даже простенького стадиона для института не построил. И план был, и копейки необходимые, да вот руки не дошли». Да и сам профессор жалел об этом.

Рано, безвременно наш коллега, товарищ ушел из жизни. Еще одно ключевое слово к портрету из воспоминаний – его **любовь к жизни**. Жизни не виртуальной, не цирко-киношной, жизни нашей, грешной, простой и менделеевской.

О.А. Белимова -
кандидат технических наук,
заслуженный экономист
Московской области,
профессор филиала МГОУ
в г. Воскресенске

С сотрудниками кафедры химической технологии композиционных и вяжущих материалов факультета химической технологии силикатов я познакомилась в конце 70-х годов, работая на цементном заводе «Гигант» в г. Воскресенске Московской обл. Студенты этой выпускающей кафедры приезжали на наше предприятие для прохождения производственной практики. Осталось в памяти, что любое задание кафедры всегда на высоком уровне было обеспечено методически: профессорско-преподавательский состав постоянно и плодотворно разрабатывал необходимые методические указания, задания по НИРС, индивидуальные задания не только для студентов, но и для аспирантов. В то время сотрудничество между наукой производством считалось главным и претворялось в жизнь реальной практической деятельностью. На наш завод часто приезжали видные ученые РХТУ им. Д.И. Менделеева - Тимашев Владимир Васильевич, Кузнецова Тамара Васильевна, Осокин Александр Павлович, которые многие годы поочередно возглавляли кафедру химической технологии композиционных и вяжущих материалов.

Встреча с такими интересными людьми - это удача в жизни, общение

с ними - огромное удовольствие, а совместное сотрудничество - большое счастье.

Мне судьба подарила возможность сотрудничать с Александром Павловичем Осокиным, который очень обожал своих студентов, всегда сопровождал их на практику; формировал разнообразные темы дипломных проектов, которые можно было выполнить на базе цементного завода «Гигант» (потом ПО «Воскресенскцемент»). Поистине он принадлежал к таким руководителям, о которых говорят «он умел вести людей за собой, идя за ними». Последние годы его жизни мы общались с ним как коллеги высшей школы, поскольку из сферы экономической деятельности я перешла в педагогическую. В условиях перехода к рынку естественно возник вопрос: как эффективно работать в этой новой, практически неизвестной для нас обстановке. Александр Павлович очень переживал о дальнейшем развитии технических специальностей и их специализаций и совместно с Тамарой Васильевной Кузнецовой привлекал меня как человека со смешанным образованием (2,5 года учебы в МИХМе) к чтению лекций по теме « Взаимосвязь технических (технологических) специальностей с экономическими в цементной промышленности». Он мечтал на базе нашего филиала МГОУ и химико-механического техникума создать в г. Воскресенске факультет химической технологии силикатов по очной и заочной формам обучения, но к глубокому сожалению, не успел.

Проходит время, идет реорганизация высшего образования в нашей стране и современность идеи Александра Павловича до сих пор подтверждает жизнь.

В. Е. Каушанский -
доктор технических наук,
профессор МИКХиС

Светлой памяти хорошего человека

Я был достаточно хорошо знаком с Александром Павловичем по разным направлениям - по научной деятельности, по спорту, по туризму (служебному). Что касается научной работы, то эта деятельность хорошо известна, его всегда отличала доброжелательность к коллегам по науке. Я благодарен Александру Павловичу за его бескорыстную, дружескую помощь при защите мною докторской диссертации. Его спортивная страсть также известна, он ведь был весьма ярым футболистом. Мы с ним играли в кафедральной футбольной команде, он был ярким нападающим, капитаном команды, а я вратарем этой же команды и наша команда под руководством Александра Павловича не раз становилась победителем первенства нашего факультета и завоевывала переходящий кубок среди команд факультета.

Но я хочу особо сказать по служебному туризму. Так получилось, что мне было поручено руководить группой студентов, направляемых в Венгрию, и нужен был помощник руководителя. Не раздумывая, я предложил в этом качестве Александра Павловича. И надо было видеть, с каким энтузиазмом он занимался организацией поездки студентов! Он в Венгрии ревниво опекал студентов, придумывал остроумные розыгрыши, шутки, фактически был душой группы студентов. Мы ездили по многим городам Венгрии и везде, на всем протяжении поездки, чувствовалась очень тщательная, дружеская

забота о студентах. Мы снимали любительский кинофильм о нашей поездке и с удовольствием потом его смотрели со студентами и хорошо, тепло вспоминали об этой поездке.

Потом нам нужно было ответно принимать группу венгерских студентов у себя, размещать их и возить на экскурсию в Ленинград. И всем этим занимался Александр Павлович. Он с такой же тщательностью организовывал экскурсии по Москве и в Ленинград. Его старание было так заметно, что Владимир Васильевич Тимашев даже говорил по этому поводу, что вот, мол Каушанский руководит, а Осокин бегает.

С тех времен у нас со студентами, которые были в Венгрии и потом принимали венгерских студентов, сложились между собой и Александром Павловичем очень теплые, дружеские отношения.

И я очень рад, что мне посчастливилось узнать Александра Павловича и с такой необычной стороны, как очень заботливого опекуна студенческой молодежи.

***А. В. Ушеров-Маршак* –**
доктор технических наук,
профессор Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры (Харьков, Украина),
заслуженный деятель науки и техники Украины

Утверждают, чтоб хорошо узнать человека надо с ним съесть пуд соли. Это не всегда верно. С Александром Павловичем я был знаком много лет, хотя редко встречался только на конференциях или семинарах. Но уверенно полагаю, что прекрасно понимал как человека и ученого. Он всегда выглядел абсолютно естественно и позиционировал себя достойно и ненавязчиво. Ти-

пично русская выразительная внешность, скромные манеры формировали, как сегодня модно говорить, имидж спокойного и надежного человека, с которым можно идти в разведку.

На моих книжных полках очень скромное место занимает небольшая книжка 1980 г. «Химия высокоосновных алюмоферросиликатных расплавов», с дарственной подписью Владимира Васильевича Тимашёва. Удивительно глубоки (особенно по нынешним временам) теоретические и экспериментальные основы этого труда, изложенного всего на 60 страницах. Словам тесно – мыслям просторно! За всю мою долгую жизнь в науке о цементе и бетоне мне, наверняка, не приходилось встречать работы, столь насыщенной результатами сложнейших физико-химических исследований. Всесторонние фундаментальные и прикладные знания в отрасли клинкерообразования отражают детали научного портрета Александра Павловича.

Грустно, что такого человека и ученого больше нет с нами.

***Р. Г. Мелконян* -**
доктор технических наук,
профессор, академик РАЕН,
академик-секретарь
Российской инженерной академии,
Отличник народного
просвещения РФ

Вот уже несколько лет, как нет с нами нашего дорогого Александра Павловича Осокина - видного ученого, крупного строителя, замечательного человека.

Я вместе с ним учился на одном потоке силикатного факультета МХТИ им. Д.И.Менделеева. Только разница была в том, что Саша набирал знания в области химической технологии композиционных и вяжущих материалов, а

мне пришлось осваивать теоретические основы «Технологии стекла и стеклокристаллических материалов». Большее скажу, даже военную подготовку мы проходили в 1967г. в одних и тех же местах: село Вистовое, Стрыйский район, Ивано-Франковская область и г. Самбор, 60 км от г. Львова (Закарпатье).

Саша неизменно выделялся из общего круга студентов своей прямотой и решительностью во всех своих делах. Он был всегда в хорошей спортивной форме, со вкусом одевался, оказывал внимание и помощь любому, кто в ней нуждался.

Необходимо отметить, что Саша не только преуспел в своей научной деятельности в области вяжущих материалов (об этом говорят количество опубликованных им работ – 280 и полученных авторских свидетельств и патентов – 70), но и много сделал в подготовке научных кадров в стенах родного вуза (подготовлено 250 инженеров химиков-технологов, 4 доктора наук и более 20 кандидатов).

По результатам научно-педагогической деятельности профессор Осокин А. П. в 1997г. был избран академиком Российской инженерной академии, а в 1998 г. ему было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации. В течение 5 лет на должность проректора института проявились его незаурядные способности как организатора при строительстве 4-х учебно-лабораторных корпусов и культурно-спортивного комплекса РХТУ в районе «Тушино» г. Москвы. Именно, этот период в его жизни (1984-1989 г.г.) отнял у него много сил и энергии, и в первую очередь здоровья.

В решении многих вопросов он проявлял высокую принципиальность, порядочность, был требователен не только ко всем окружающим, а в первую очередь к себе, и часто решал проблемы «неадекватными способами», особенно в спорных вопросах.

Саша был и останется в нашей памяти умным, красивым, и очень обая-

тельным человеком не только в РХТУ им. Д. И. Менделеева, но и среди всех людей, с кем общался и работал всю свою жизнь не только в г. Москве, но и во многих регионах страны.

Любовь и память всегда побеждают смерть. Я уверен, что в нашей памяти и с нежной любовью он останется надолго и вечно.

И. В. Тимашев -
журналист

Непросто писать воспоминания об ученом человеке, так сказать, со стороны, из «гражданской» среды, не имея в титрах дефиниций «профессор», «директор», «заведующий». Приходится объяснять, кто ты такой, и с какого припеку тебе позволили прикоснуться к памяти этой выдающейся личности.

Итак. Я - сын известного цементника В. В. Тимашева. Осокин был его учеником и даже другом, если отбросить в сторону предрассудки о регалиях и возрасте. По крайней мере, Александр Палыч всегда присутствовал в нашем доме на узких застольях в кругу шести-восьми близких менделеевцев.

То есть, с той поры, как меня оторвали от соски, Осокин стал для меня не просто конкретным Александр Палычем, а одним из объектов познания этого мира, таким же новым явлением природы, как весенние цветы и жуткое чудище о трех головах по прозвищу Модифицированный Портландцемент. Явлением в высшей степени привлекательным, потому что с первых своих шагов я потянулся к футбольному мячу. А, надо сказать, что тогда не утиха-

ли жаркие научные споры, кто же лучший футболист менделеевского института. Позже ректор Саркисов, выходя на площадку, подзуживал меня: «Ну, сколько тебе форы дать?». – «Пал Джибраелыч, какая фора! Вы же играть не умеете. Помнится, я вам четыре мяча в «домик» забил!». «Что!!!» – возмущался Саркисов. – «Да ты еще вот такой был (показывал ладошкой сантиметров 40 от земли), а я уже тебя обыгрывал!!!»

«Не может такого быть», - отвечал я нашему ректору-футболисту. – «Меня тогда учил играть сам Осокин…»

Осокин был Мастером. На самом деле ничему он меня не учил и вообще не любил говорить о футболе. Так только, в общих словах – «кто будет чемпионом», «у какого тренера голова на месте». Может, не хотел влезать в дилетантские споры профессуры, а может по причине своего высокого профессионализма во всем. Футбол, думаю, стал для него любопытной фотографией прошлого, на которую можно посмотреть с улыбкой, но на которую не стоит ронять ностальгические слезы. Я сужу о мастерстве Александра Палыча по рассказам отца. Папа вообще был скуп на превосходные эмоции, а уж про себя что-нибудь хорошее говорил только 29 февраля. И какого же было постоянно мне слышать при упоминании слова «футбол» – «как Осокин играл против Шестернева», «какой бы из него вырос футболист», и как он (отец) горд собой, что вырвал Осокина из лап футбола для науки.

Тогда в моем невинном детском сознании сложилось впечатление, что Осокин – самый значимый человек в мироздании после отца. Потому что куда ни плюнь, Осокин – везде лучший (по В. В.Тимашеву): и в футболе, и в таланте, и в организации, и в отношении к делу. Сейчас понимаю, что такие эпитеты неприменимы к ближайшим друзьям одного научного поколения – Саркисову, Кудряшову, Горшкову. В этом случае в ход шли подковырки.… А такие эпитеты - для блестящего ученика и наследника.

Правда, такое же впечатление могло сложиться не только в юном сознании, а даже в любом зрелом, стоило только пообщаться с Александром Па-

лычем. Он был необычайно эффектен. Обладал редким даром ярко, убедительно, кратко излагать свои мысли. Чистейшим по тембру голосом и правильным языком. Без отцовских воронежских «гэ-каний», без армянских саркисовских «подъездов». В начале 90-х, когда страна разделилась на идеологические лагери, мы с ним ехали куда-то на «Москвиче». Я тогда уже превратился в капризное, ментально упертое существо и был по другую от Осокина сторону баррикады. Александру Палычу хватило пары десятков фраз, чтобы положить меня на обе лопатки. Чтобы я заткнулся со своими демократическими воплями и насуплено молчал всю дорогу.

Внешне в нем было что-то от Фрэнка Синатры… Та же ладная стройная фигура с гордо поднятой головой, та же чарующая, слегка нахальная вальяжность, которая усыпляла и делала беззащитным от насмешливого взгляда и звуковых волн его голоса в диапазоне низкого тенора…

Подпись А.П. на обороте фотографии: «Подарок В.В.Тимашева. Фото Игоря Тимашева. 14 марта 1979 г.»

В Менделеевку я поступил, когда отец уже умер. Александр Палыч сначала настаивал на цементе, но согласился и на керамику. Когда я принес ему вступительные пятерки, он равнодушно бросил: «Ну, нормально…». Дескать, могло быть и лучше. А на третьем курсе меня посетила любопытная мысль, а не послужить ли в армии. Осокин спохватился поздно. Он попытался излечить помешательство и профилактикой и хирургически. Уговорами, телефонным правом через военкомат, другими способами. Тщетно. Единственный раз, когда ему не удалось в чем-то убедить меня. При расставании он разрезал меня автогеном глаз и отчеканил: «Ты нам всем как в морду плюнул». Слово-то какое подобрал, не из его лексикона. Два года этот верблюд не вылезал из меня в грибановских бо-

лотах. Но по возвращению Александр Палыч великодушно простил и стал присматривать внимательнее.

Не сказать, что это была навязчивая слежка, но какие-то точечные удары, импульсы, позволявшие телу сохранять нужное направление. Это касалось и выбора научного руководителя и общих жизненных проблем. И, конечно, эффекта собственного примера. Я упомянул о запредельной обязательности Осокина. Позже и во мне проснулась мучительная для многих окружающих черта – не опаздывать ни на минуту. А Александр Палыч… На протяжении двадцати с лишним лет, несмотря на астрологический прогноз, в конце декабря обязательно раздавался звонок: «Нина Санна, Игорь Владимыч, 26 числа в 10 часов на Миуссах. Автобус будет ждать». 26 декабря – День рождения отца, отправляемся на кладбище. 27 января – поздравления маме с Днем рождения и попутно - выяснение моего творческого кредо.

Но это все общий фон. Благородный набор опекуна. А вот, что просто впиталось в серое вещество, так это психологические экзерциции. Прямотаки Леви «Искусство быть собой».

Еще в бытность студентом я стал начальником спортивного лагеря МХТИ. И как водится в таких случаях, устроил презентацию для менделеевской элиты. Но, как честный человек, не стал использовать бюджетные деньги, а содрал с профессоров по десять рублей на банкет. Все прошло замечательно, захмелевший бомонд уже начал распевать «Катюшу», и мы, нашей молодой оргруппой уселись на улице у костра под шашлычок и прочее. Тут из ректорского домика выходит раскрасневшийся Осокин. Погода чудесная, птички поют, лицо у А.П. блаженное. Посмотрел на нас и в одну секунду превратился в монстра, запылал гневом: «Так вот, куда наши денежки пошли! Тимашев со своей бандой на них коньяк распивает!!!». - Да побойтесь Бога, Александр Палыч! Мы также честно скинулись! Наташ! Не дай соврать! Да мы, да мы…

Осокин хлопает меня по плечу и медленно, заклинательно говорит:

«Запомни. Никогда не оправдывайся. Сразу сам переходи в атаку…».

Это первая часть священной заповеди. Чуть позже мне довелось вести банкет по случаю ввода в строй силикатного корпуса в Тушино. По большому счету это был праздник имени Осокина. Корпус возводился под его руководством, как проректора по строительству. Собралось много гостей со всех концов СССР. Я подошел к Осокину посоветоваться, какой выбрать тон. Подошел, надо сказать, с опаской. Накануне у Александра Палыча умер отец. Думал, ему не до юморного тона и вообще не до чего. Но этот железный человек определил своему горю соответствующее место, не дав смешаться с эмоциями.

Только усмехнулся: «Тон? Да простой. Какой прекрасный комплекс подарили нам строители! Конечно, есть недостатки, но в этом виноват Осокин… И, даешь мне слово… Чем больше сам себя ругаешь, тем меньше остается остальным. Понял?»

В сумме оба афоризма дают что-то типа «Ругать себя позволяю только себе, но делаю это ответственно»... Чего-то здесь не хватает. Что-то здесь печоринское. Я долго думал и понял. Для того чтобы иметь право это сказать, нужно быть таким как Александр Палыч. Пахать круглые сутки и сделать в сто раз больше, чем положено.

Даю голову на отсечение, что даже сейчас, медленно приближаясь к полтиннику, я, как мальчишка, следую этому принципу…

Первый экземпляр своей книги о футболе я подписал Осокину и передал через деканат. Книга получилась, и с разных сторон шли дифирамбы. Но не слова от Александра Палыча, хотя на него-то я больше всего и рассчитывал. Ждал, ждал, потом не выдержал и пожаловался маме: «Обиделся я на Осокина сильно. Это ж единственная тема, в которой мы на одной площадке. Сели бы, выпили по рюмке, обсудили…». «Болеет Александр Павлович» - ответила она.

Ох, ты господи. Снаряд дважды в одну воронку…

Через два года мы встретились на чтениях, посвященных 75-летию со Дня рождения В. В. Тимашева. Он принимал гостей и выступал с докладом. И я, своими глазами видевший все ужасы онкологии в динамике, был в шоке. Как в старых ребусах «Найдите десять отличий». Я, как не всматривался, не нашел ни одного отличия от того уверенного в себе и жизнелюбивого Александра Палыча. Медицина современная, конечно, делала свое дело, но она работала только в комплексе с характером…

Вот такой Александр Павлович Осокин.

***Е. В. Текучева* -**
кандидат технических наук,
начальник ОТК и Лаборатории,
ЗАО «Осколцемент»

Каким запомнился мне Александр Павлович Осокин?

Наше знакомство состоялось в 1987 году, когда меня назначили начальником заводской лаборатории. На Всесоюзном совещании начальников лабораторий цементных заводов он выступил с запоминающимся докладом, причем тогда все отметили удивительную доходчивость его выступления на актуальные для меня и моих коллег темы. Аудиторию подкупала манера общения докладчика, обладающего не только высокой научной эрудицией, но и тонким юмором, в результате чего сложные вещи становились понятными и доходчивыми слушателям.

Но более тесное знакомство с профессором, заведующим кафедрой химической технологии композиционных и вяжущих материалов Московского химико-технологического института им. Менделеева состоялось в 1995 году.

Именно тогда молодая команда заводских специалистов, во главе с директором А.В. Брыжиком взяла курс на выпуск цементов в соответствии с требованиями европейских норм EN 197.1. Конечно же, опору стали искать в науке. Именно пятнадцать лет назад наше предприятие заключило договор на проведение исследований с РХТУ им. Менделеева и фирмой «Цемискон» по теме «Оптимизация химико-минералогического, вещественного и гранулометрического состава сырьевых смесей и цементов с целью разработки рациональных вариантов перевода АО «Осколцемент» на малоэнергоемкую технологию портландцемента». Руководителем работы выступил А.П. Осокин.

Участники Белгородских чтений. БТИСМ. 1997 г.

Контакты, длившиеся на протяжении года – именно на такое время был рассчитан первый этап работ – стали великолепной школой приобретения нового опыта. Коллектив ученых возглавляемый Александром Павловичем, занятый решением проблем в рамках хоздоговорной тематики, многому нас научил, обогатил новыми идеями, подсказал пути развития предприятия. К примеру, на кафедре Осокина мы впервые увидели лазерный гранулометр, что побудило руководство «Осколцемента» приобрести подобный прибор

для завода, и это позволило в дальнейшем повысить качество сырьевого шлама и цемента. Именно благодаря тому, что прошли этот этап работ, мы сертифицировали цемент по европейским нормам и вышли на скандинавский строительный рынок со своей продукцией, что помогло предприятию и коллективу без видимых потрясений, пережить экономический кризис в стране в 1998 году и войти в рынок.

Подкупала и простота в общении Александра Павловича с заводскими специалистами. Он не кичился своей ученостью, громкими титулами. Даже будучи тяжело больным, он с завидным интересом следил за делами и тенденциями в отечественной цементной отрасли. Осокин А.П. регулярно был участником Всероссийских (с 90-х годов международных) совещаний по химии и технологии цемента для технологического персонала цементных заводов. Он с глубоким вниманием выслушивал специалистов-практиков, стараясь извлечь рациональное зерно в решение озвученных проблем.

На Ученом совете НИИЦемента. Голосование после защиты Е.В.Текучевой. На переднем плане - слева направо: Л.М.Сулименко, А.П.Осокин, М.Э.Вердиян, З.Б.Энтин, В.Е.Каушанский.

Работами известных в РФ и за рубежом научных сотрудников кафедры: Энтина З.Б, Кузнецовой Т.В, Сулименко Л.М, Альбаца Б.С, Потаповой Е.Н, Кривобородова Ю.Р, особенно направленные на повышение качества специальных цементов, руководствовались и руководствуются сейчас начальники лабораторий и технологи цементных заводов. Это свидетельство того, что Александр Павлович был сильным администратором, умевшим нацелить свой коллектив не только на решение озвученных нами проблем, но и на пер-

спективное развитие цементной отрасли. Сформированная Осокиным А.П. плеяда крупных учёных, является национальной гордостью российских цементников.

Яркая незаурядная личность, щедрой души человек, ученый, умеющий пропагандировать научные знания, опирающийся на практику, большой друг специалистов цементного завода – таков в нашей памяти Александр Павлович Осокин.

И нет сомнения в том, что в производственных успехах нашего предприятия, марка которого известна всей стране, есть вклад и ученых кафедры вяжущих материалов РХТУ. Кафедры, которой на протяжении многих лет руководил Александр Осокин.

Мошковская С. В. **–**
кандидат технических наук,
Зав. испытательной лабораторией
строительных материалов и конструкций
ГУП «НИИМосстрой»,
выпускница кафедры 2002 г.,
аспирантка А.П. Осокина

Александр Павлович Осокин тесно сотрудничал с крупнейшими в стране цементными заводами и часто выезжал на эти предприятия. Первая моя встреча с Александром Павловичем состоялась на Дальнем Востоке весной 1999 года на Спасском цементном заводе. Нас, выпускников Спасского Индустриального техникума, пригласили на встречу с московскими учеными-цементниками, среди которых и был А.П. Осокин. Александр Павлович увлеченно рассказывал о Менделеевском университете, приглашал приехать учиться.

Решиться на учебу в Москве мне было нелегко, поскольку на тот мо-

мент моему сыну было 5 лет, а дочке всего 1 год. Но, помня обещания Осокина А.П. о помощи, я успешно сдала вступительные экзамены и поехала в Менделеевку учиться. Наверное, та первая встреча на цементном заводе кардинально поменяла всю мою жизнь: я окончила университет, потом аспирантуру. Александр Павлович часто вспоминал мое первое появление в университете – неделю спустя после начала занятий, когда уже меня никто не ждал – один ребенок держал меня за руку, во второй руке у меня была сумка с вещами, за которую держался старший сын.

Александр Павлович запомнился мне очень веселым и отзывчивым человеком. Ведя большую научно-исследовательскую и преподавательскую работу, он находил время для простого общения. Его оптимизм и умение в другом ракурсе увидеть возникшие проблемы, всегда обнадеживали и вселяли надежду на успешное их разрешение. Не было такого случая, чтобы Александр Павлович оставался безучастным к сложным ситуациям, которых за время учебы было не мало. В моей памяти он навсегда останется Учителем с чутким и отзывчивым сердцем.

Е. Н. Потапова **-**
доктор технических наук,
профессор
РХТУ им. Д. И. Менделеева,
ученица А. П. Осокина

По окончанию Международной
конференции Ибаусил-97

На кафедру химической технологии вяжущих материалов, как тогда она называлась, я пришла, будучи студенткой 2-го курса. Куратор нашей сту-

денческой группы Васильева К. В. привела нас – студентов в НСО, где мы выполняли разную лаборантскую работу. Вот в то время я впервые встретилась с Александром Павловичем Осокиным.

Летом 1977 года наша студенческая группа поехала на практику в г. Новороссийск. Руководителем этой практики был молодой ассистент кафедры Осокин Александр Павлович. Два месяца на черноморском побережье – это незабываемое время. Мы успели ознакомиться с работой всех предприятий строительного профиля этого куста и, конечно, здорово отдохнуть. Александр Павлович был с нами постоянно: и в работе, и на отдыхе. Вернувшись в Москву у нас начались занятия на кафедре, и на курсовую НИР я попала в группу Осокина. С этого времени началось наше более тесное общение, перешедшее в дальнейшем в крепкую дружбу.

Александр Павлович был обаятельным и привлекательным мужчиной. И, конечно, он понимал, что нравится многим женщинам. С одной стороны, это ему льстило, а с другой стороны «горящие женские глаза» ставили его иной раз в неловкое положение. Так было и с представителем Мосгорплана, от которой зависело согласование документации по строительству корпусов в Тушино. Она лично хотела поехать в г. Воскресенск с Александром Павловичем и посмотреть возможность изготовления на Воскресенском заводе металлоконструкций форм для панелей для облицовки блока поточных аудиторий. Но Осокин не был бы Осокиным, если бы не нашел выход из этой ситуации. Как «незаменимый помощник» в переговорах с директором ПО «Воскресенскцемент» Макаровым Н. И., я несколько раз сопровождала Александра Павловича и «мосгорплановскую даму» в поездках в Воскресенск. В итоге была сохранена

На V Всесоюзном совещании по химии цемента. Москва, 1978 г.

«честь мундира», и получены подписи на всех необходимых документах. И таких примеров можно привести много.

Хочется сказать еще об одной черте Александра Павловича – это забота об окружающих его людях. Я не говорю о его семье – это для него было святое: любимая супруга Татьяна, любимая «мамка» Татьяна Александровна, и, конечно, горячо любимая дочь Анюта. Анюту он любил безумно, гордился ею, и когда что-то рассказывал о ней, то у него загорались глаза.

После защиты В. Я. Островлянчика.
КДП, июнь 1998 г.

Вспоминается случай, когда мы вместе с Дзвонковским Р. М. на Навоийском цементном заводе принимали участие в совещании, посвященном результатам испытаний технологии «Р-обжиг». После деловой части был организован пикник на природе. И вдруг все руководство (в том числе и Осокина А. П.) срочно вызывают в горком и присылают за ними автомобиль. А я должна была непонятно каким способом одна добираться до города. Александр Павлович не мог оставить меня одну с незнакомыми людьми, добился приезда второго автомобиля, завез меня в гостиницу и лишь после этого поехал в горком. И хотя по возрасту я никак не подходила ему в дочери, но вот такую отеческую опеку-заботу я ощущала постоянно во время совместных командировок, которых было у нас очень много.

В 80-е годы на кафедре мы занимались разработкой и исследованием цеолитсодержащих цементов и несколько раз выезжали большой командой в Петропавловск-Камчатский на Камчатскую помольную установку. В одной из таких поездок нас повезли на месторождение цеолитов на бронетранспор-

тере (по-другому, добраться было нельзя). Александр Павлович находился вместе с Кузнецовой Т.В. внутри БТР, где было очень жарко, пыльно и стояли невообразимые шум, гул и грохот. Нам же с Ирой Наумкиной сержант разрешил высунуться по пояс из люков, поэтому мы созерцали красоты природы и нам, в отличие от Тамары Васильевны, было очень хорошо. После некоторых часов езды остановились на привал. Тамара Васильевна и Александр Павлович решили умыться в находящейся поблизости мелкой горной речушке. В руках у Александра Павловича были полотенце и плавки (ведь впереди нас ждали геотермальные купальни). Осокин наклоняется, чтобы зачерпнуть воды, и в тот же момент плавки падают в воду, подхватываются быстрым течением реки и начинают уплывать. Все моментально бросаются в погоню… Но, увы, «догнать» плавки так и не удается…

Другой случай, произошедший с нами в этой же поездке. Благополучно добравшись до цеолитовых месторождений и искупавшись в геотермальных источниках мы вернулись в Петропавловск, и Александр Павлович поехал провожать Тамару Васильевну в аэропорт на самолет. Мы же должны были провести кое-какие испытания и забрать с собой образцы цементов, поэтому оставались еще на 2 дня. Впереди было воскресенье, и зам. начальника лаборатории (молодой и симпатичный парнишка) пригласил меня и Иру Наумкину посмотреть Тихий океан - он договорился с военными моряками выйти в океан на их катере. Но взять на катер они могли только 3-х человек. Стали думать: «А как же быть с Осокиным?» Но начальник лаборатории Марина Сидорова сказала, чтобы мы не волновались, что она пригласит Александра Павловича к себе домой на обед. Возвращается Осокин из аэропорта, мы излагаем ему наши соображения по поводу выходного дня. И что тут началось… Осокин «метал гром и молнии». Ни о каком выходе в океан уже не могло быть и речи, и нас тоже пригласили в гости. В гостях мы как-то пытались оправдываться, но все было напрасно. Александр Павлович был очень сердит на нас, ругаясь, в сердцах, он сказал: «А пошли бы Вы … в Москву и

прямо сейчас». Уже потом, успокоившись, он сказал, что очень сильно испугался - мало ли что могло случиться с нами в открытом море-океане. А фраза «А пошли бы Вы в Москву» стала крылатой, и, произнося ее потом, он хитро улыбался.

Все знают, что в любой компании, где только ни появлялся Осокин, он сразу оказывался в центре внимания. В 1992 году наша подруга Жанна Феськова получила новую квартиру и пригласила большой коллектив с кафедры к себе на новоселье. На столе было все, что только можно было пожелать. Муж Жанны – Эдик, соперничая с Александром Павловичем в красноречии и остроумии, в какой-то момент обращается к нему с фразой: «Добавьте критики». И Осокин, конечно, стал критиковать Эдика за то, что тот охотник, а на столе отсутствует добытая им дичь – нет фазанов. Александру Павловичу так «легла на душу» фраза «Добавьте критики», что он потом довольно часто ее употреблял.

Во второй поездке на Камчатку в составе нашего десанта был всеми нами любимый Чижов В. П. Здесь надо сказать, что многие коллеги и друзья Владимира Васильевича Тимашева стали друзьями и Александра Павловича. И в последствие, благодаря совместной работе и тесному общению становились и моими друзьями. Одним из них и был Валерий Павлович. Сейчас его уже с нами нет. Еще в сентябре мы договорились с ним о том, что он напишет несколько страничек про общение с Александром Павловичем, про незабываемую поездку на Камчатку. Но, увы, 8 октября 2009 г. его не стало.

В. П. Чижов много слышал рассказов о нашей поездке, и ему так захотелось все увидеть самому, что ректор отпустил его с нами. Приехали в Домодедово, сели в самолет, и тут выясняется, что Чижов боится летать. А лететь-то 9 часов. Время взлетать – а мы стоим. Потом нас просят выйти из самолета, объяснив, что у самолета какие-то неполадки с шасси. Нас вывели на взлетное поле. Кто-то из пассажиров пошел сдавать билеты, а Александр Павлович собрал нашу команду на лужайке, открыл бутылку коньяка. Все

выпили: сначала – за скорейшую починку самолета, потом – за наш дружный коллектив, а еще потом – за далекую и близкую Камчатку. Самолет скоро починили, Валерий Павлович забыл про свои страхи, и мы благополучно долетели до места назначения.

Партии цемента выпущены, деловая часть командировки закончена, впереди – культурная программа. В этот раз нас повезли в горы на двух УАЗиках. Сидеть вчетвером на заднем сидении было не очень удобно, и Чижов прилег сзади сидения, как-бы в багажнике. А у УАЗика был брезентовый чехол, через который, во время поездки по проселочным дорогам, просачивалась грязь. Очередной привал, гуляем по лесу, разглядываем диковинные растения. И вдруг Валерий Павлович видит у себя на куртке, которую он только перед поездкой купил в «Березке», два маленьких пятнышка грязи. Как он расстроился. А мы видим его сзади – там огромное, на всю спину пятно. И как потом много раз в разных компаниях Осокин смешно пересказывал эту историю в лицах. Такое не забывается. От переживаний у Чижова на следующий день поднимается давление. Лекарств с собой нет, с большим трудом вызвали ему «скорую помощь». О том, что происходило дальше в стихах написал Б. С. Альбац, свидетель произошедшего:

Мой друг заболел – отказали турбины.
Заправка прошла, как всегда, на ура.
Мой друг заболел, не допив половины,
А та, что прошла, сорвала стопора.

По вызову скорой приехали скоро
Две юных красотки с огромной иглой.
Валера с тоской посмотрел на колготки,
Потом на меня. Сразу видно – больной.

Сестра наточила иглу поострее,
Безжалостно в тело всадила ее…

Наутро Валера пошел на поправку
И снова в глазах засиял океан.
«Ну, Боря, давай бензовоз на заправку
И где наш вчерашний граненый стакан?»

В эту же поездку нас повезли в бухту на берег Тихого океана. Кто-то в океане омыл руки, кто-то ноги, а Александр Павлович, несмотря на то, что на улице было +12 ^{o}C, искупался. Затем появился коньяк, и было решено выпить по одной крышечке, поскольку другой посуды не было. После того, как пол

бутылки было выпито, Александр Павлович вдруг неожиданно взял и кинул бутылку с оставшимся коньяком в океан, чем вызвал недовольство окружающих. Свой поступок он мотивировал тем, что, как говорят, чтобы вернуться в это место еще раз, надо кинуть что-то дорогое в воду (фонтан, реку, море…океан). Каково же было наше удивление, когда через 15 мин на берег, почти к нашим ногам, океан вернул эту бутылку. Все радовались, как дети.

Встреча с Тихим океаном.
Петропавловск-Камчатский. 1988 г.

За время совместной работы можно много вспомнить интересных встреч, хочу рассказать еще об одной такой. 1988 год. Мы занимаемся внедрением технологии «Р-обжиг». Очередное совещание в Карачаево-Черкесске, после которого Дзвонковский Р. М. пригласил нас (Кузнецову Т. В., Осокина А. П. и меня) в какой-то ресторанчик на окраине города. Александр Павлович открывает бутылку шампанского (это было время «сухого закона», поэтому только шампанское) и совершенно нечаянно брызги шампанского попадают на мужчин кавказской внешности, сидящих за соседним столиком. Один из этих джигитов встает и направляется к нам. Мы замерли – что же будет дальше? Александр Павлович тоже встает, потирает руки и пытается извиниться за случившееся. А кавказец обнимает Осокина, приглашает всех нас к их столу и угощает коньяком и шашлыком. Оказывается, что по их обычаям, быть облитым шампанским – это большая честь. И это тоже останется надолго в памяти.

2005 год. Осокин уже серьезно болен. Но, несмотря на это, он решает отметить в традициях кафедры свое 60-летие. А традиции кафедры Алек-

сандр Павлович берег и развивал, за что мы ему премного благодарны. Как и можно было предположить, все прошло замечательно. Было сказано очень много теплых слов и пожеланий. А на следующее утро после празднования (а это была суббота) вдруг раздается у меня дома звонок. Позвонил Александр Павлович, поблагодарил за помощь в организации юбилея и был очень огорчен, что в спешке забыл поздравить Милу с днем рождения (моя дочь тоже родилась 28 января). Он попросил меня, чтобы я не поленилась, сходила на кафедру и выбрала из букетов, которые стояли в него в кабинете, самый красивый для Милы. И в этом был весь Александр Павлович.

Мне повезло, что моим учителем и другом был Александр Павлович Осокин. От него я очень многому научилась и за это ему огромное спасибо.

БИБЛИОГРАФИЯ
ТРУДОВ А. П. ОСОКИНА

Учебники и монографии

Химия высокоосновных алюмоферросиликатных расплавов. – М.: ВНИИЭСМ, 1980. – 64 с. Совм. с В. В. Тимашевым.

Клинкерообразование в оксидно-солевых расплавах. – Обзорная информация ВНИИЭСМа, 1987, № 1. – 61 с. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Модифицированный портландцемент. – М.: Стройиздат, 1993. – 328 с. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым и Е. Н. Потаповой.

Специальные цементы. – С.-Пб.: Стройиздат, 1997. – 316 с. Совм. с Т. В. Кузнецовой, М. М. Сычевым, В. И. Корнеевым и Л. Г. Судакасом.

1969

Влияние структуры спеков CaO и C_2S на процесс миграции расплава в спек. – В сб: Силикаты: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1969. Вып. 63. С. 201-204. Совм. с Н. Ф. Васильевой, Ю. М. Бутом и В. В. Тимашевым.

1973

О подвижности Al и Fe в клинкерном расплаве. – В сб: Силикаты: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1973. Вып. 72. С. 108-111. Совм. с Ю. М. Буттом и В. В. Тимашевым.

О диффузии ионов Ca^{2+} и кремнекислородных анионов в клинкерном расплаве. – В сб: Силикаты: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1973. Вып. 72. С. 112-113. Совм. с Ю. М. Буттом и В. В. Тимашевым.

Вязкость клинкерных расплавов. – В сб: Силикаты: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1973. Вып. 76. С. 110-112. Совм. с Ю. М. Буттом и В.В. Тимашевым.

Процессы растворения и кристаллизации в клинкерном расплаве. – «Epitöanyag», т. 25, № 10, с.381. Совм. с Ю. М. Буттом, В. В. Тимашевым и Н. Ф. Васильевой.

Установка для измерения скорости растворения методом равнодоступной поверхности. – В сб: Силикаты: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1973. Вып. 76. С. 113-115. Совм. с В. В. Тимашевым и А. В. Беляковым.

Комплексное исследование физико-химических свойств клинкерного расплава. – Труды V Международного съезда по стройматериалам, Веймар, ГДР, с.55-73. Совм. с Ю. М. Буттом и В. В. Тимашевым.

1974

Вязкость высокоосновных расплавов системы $CaO – SiO_2 – Al_2O_3 – Fe_2O_3$. – Труды VII Всесоюзной научно-технической конференции «Строение и свойства стеклокристаллических материалов на основе горных пород и шлаков», Чимкент: КМПВЦ – с.11-16. Совм. с Ю. М. Буттом и В. В. Тимашевым.

1975

Пути оптимизации режимов обжига и составов портландцементных сырьевых смесей. – Материалы производственного совещания работников цементной промышленности. М., Усть-Каменогорск, с. 119-122. Совм. с В. В. Тимашевым.

Исследование влияния положения элементов периодической системы на свойства силикатных расплавов и кинетику реакционного спекания многокомпонентных порошков. – В кн.: Рефераты докладов XI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. – М., Наука, с. 159-160. - Совм. с В. В. Тимашевым, Б. С. Альбацем, С. И. Иващенко и Л. С. Филипповой.

1976

Механизм процессов образования клинкера и модифицирование его структуры. – В кн.: VI Междунар. конгресс по химии цемента. - М.: Стройиздат, т.1. – с. 132-151. Совм. с Ю. М. Буттом и В. В. Тимашевым.

Влияние состава и свойств расплава на процесс жидкофазного спекания портландцементных сырьевых смесей. – Журн. прикл. химии, т. 10, №9, с. 1919-1924. Совм. с В. В. Тимашевым и С. И. Иващенко.

Некоторые вопросы ускорения реакций растворения и кристаллизации при обжиге портландцементной сырьевой смеси. – В сб.: Теоретические и экспериментальные исследования новых методов производства клинкера и цемента: Тр. НИИЦемента. М, 1976. Вып. 32. С. 43-52. Совм. с Ю. М. Буттом и В. В. Тимашевым.

Структура, фазовый состав и гидравлическая активность марганецсодержащих клинкеров. – В сб: Структура технических силикатов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1976. Вып. 92. С. 96-98. Совм. с А. Н. Макаровым, В. В. Тимашевым и Н. В. Хоновой.

Строение и вискозиметрические свойства клинкерного расплава, содержащего щелочные и щелочноземельные катионы. – В сб: Структура технических силикатов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1976. Вып. 92. С. 88-91. Совм. с С. И. Иващенко и В. В. Тимашевым.

Строение и свойства галогенсодержащих расплавов и клинкеров. – В сб: Структура технических силикатов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1976. Вып. 92. С. 92-95. Совм. с Е. А. Никольским, С. И. Иващенко и В. В. Тимашевым.

Исследование твердых растворов в системе C_4AF– C_4AM. – ВНИИЭСМ, рег. 217. – 12 с. Совм. с В. В. Тимашевым и А. Н. Макаровым.

Влияние окиси марганца на процесс жидкофазного спекания портландцементных клинкеров и их физико-химические свойства. – ВНИИЭСМ, рег. 218. – 10 с. Совм. с В. В. Тимашевым, В. П. Рязиным и А. Н. Макаровым.

1977

Кислотно-основное взаимодействие в клинкерном расплаве. – В кн.: XII конференция силикатной промышленности и науки о силикатах, Буда-

пешт: Силиконф, т.1, с. 25-47. Совм. с В. В. Тимашевым, С. И. Иващенко, Б. С. Альбацем и Л. С. Филипповой.

Влияние свойств элементов на вязкость клинкерного расплава. – В сб.: Современные физико-химические методы исследования процессов клинкерообразования и свойств цементов: Тр. НИИЦемента. М, 1977. Вып. 47. С. 20-26. Совм. с В. В. Тимашевым и С. И. Иващенко.

Влияние добавок на поверхностное натяжение клинкерной жидкой фазы. – В сб.: Современные физико-химические методы исследования процессов клинкерообразования и свойств цементов: Тр. НИИЦемента. М, 1977. Вып. 47. С. 27-33. Совм. с В. В. Тимашевым и С. И. Иващенко.

Формирование, состав и свойства марганецсодержащего портландцемента. – В сб.: Современные физико-химические методы исследования процессов клинкерообразования и свойств цементов: Тр. НИИЦемента. М, 1977. Вып. 47. С. 14-20. Совм. с В. В. Тимашевым, А. Н. Макаровым и В. П. Рязиным.

Жидкофазное спекание портландцементного клинкера. - В сб.: Современные физико-химические методы исследования процессов клинкерообразования и свойств цементов: Тр. НИИЦемента. М, 1977. Вып. 47. С. 34-42. Совм. с В. В. Тимашевым, Б. С. Альбацем и Л. С. Филипповой.

Марганецсодержащий портландцемент. – В кн.: Технология декоративных цементов и бетонов.: Тезисы докладов III Всесоюзной научн. – технич. Конференции. Новочеркасск: Новочеркас. политехн. ин-т, с. 20-21. Совм. с В. В. Тимашевым и А. Н. Макаровым.

Влияние окиси марганца на процесс спекания портландцементных клинкеров и их физико-химические свойства. – Библ. информация, ЦИНИСК Госстроя СССР, «Строительство и архитектура», вып. 6, с. 56. - Совм. с В.В. Тимашевым и А. Н. Макаровым.

Исследование твердых растворов в системе C_4AF– C_4AM. – Библ. информация, ЦИНИСК Госстроя СССР, «Строительство и архитектура», вып. 6,

с. 57. Совм. с В. В. Тимашевым, В. П. Рязиным и А. Н. Макаровым.

Исследование свойств галогенсодержащей цементной матрицы. – В сб: Новые композиционные силикатные материалы: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1977. Вып. 98. С. 84-86. Совм. с В. В. Тимашевым и Е. А. Никольским.

1978

Быстротвердеющие галогенсодержащие цементы. – В сб. Химия и технология специальных цементов, Алма-Ата, с. 44-52. - Совм. с В. В. Тимашевым и Е. А. Никольским.

Исследование эффективности применения марганецсодержащей колошниковой пыли в технологии портландцемента. – В сб: Модифицирование свойств стекловидных и кристаллических материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1978. Вып. 100. С. 60-62. Совм. с В. А. Столяровой, В. В. Тимашевым и А. Н. Коньшиным.

Модифицирование свойств монокальциевого феррита сульфатом кальция. – В сб: Модифицирование свойств стекловидных и кристаллических материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1978. Вып. 100. С. 55-57. Совм. с В. В. Тимашевым, В. К. Ларионовым и В. Г. Акимовым.

Исследование влияния сульфата и бисульфата натрия на процесс минералообразования и свойства клинкеров. – В сб: Модифицирование свойств стекловидных и кристаллических материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1978. Вып. 100. С. 50-52. Совм. с В. В. Тимашевым и А. Н. Коньшиным.

Закономерности гранулирования клинкера во вращающейся печи. - Цемент, № 9, с. 12-14. Совм. с В. В. Тимашевым и Б. С. Альбацем.

Влияние состава твердых растворов алюмоферроманганатов кальция на свойства портландцемента. – В кн.: Тез. докл. 5-го Всесоюзн. совещ. по химии цемента. М.: ВНИИЭСМ, с.71. Совм. с В. В. Тимашевым, В. П. Рязиным и А. Н. Макаровым.

1979

Кинетика гидратации фторалюмината кальция. – В сб: Механизм и кинетика процессов синтеза силикатных и тугоплавких неметаллических материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1979. Вып. 108. С. 119-122. Совм. с Е. Н. Потаповой и В. В. Тимашевым.

Влияние свойств расплава и дисперсности обжигаемого материала на агломерацию частиц в процессе жидкофазового спекания (стадия соединения и перегруппировки частиц). – В сб: Механизм и кинетика процессов синтеза силикатных и тугоплавких неметаллических материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1979. Вып. 108. С. 100-104. Совм. с В. В. Тимашевым, Б. С. Альбацем, Л. С. Филипповой и С. И. Иващенко.

Влияние свойства расплава на кинетику уплотнения зерен клинкера в процессе жидкофазового спекания (стадия растворения-кристаллизации). – В сб: Механизм и кинетика процессов синтеза силикатных и тугоплавких неметаллических материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1979. Вып. 108. С. 104-105. Совм. с В. В. Тимашевым, Б. С. Альбацем и Л. С. Филипповой.

Исследование влияния комплекса модификаторов на процесс клинкерообразования. – В сб: Механизм и кинетика процессов синтеза силикатных и тугоплавких неметаллических материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1979. Вып. 108. С. 106-109. Совм. с В. В. Тимашевым и А. Н. Коньшиным.

Sintering of silicate with presence of liquid phase – Science of Sintering, т. 11, №1, p. 55-70. In collaboration with V. V. Timashev, B. S. Albats and L. S. Filippova.

1980

La non-stechiometrie des solution solides de $C_{11}A_7.CaF_2$ et lenrz proprietes. – In

7me Cong. Intern. de la chemie des ciments. P.: Ed. Septima, vol.4, p. 421-425. In collaboration with V. V. Timashev, E. A. Nikolskiy and E. N. Potapowa.

Mechanism and kinetik of crystall in mikrovolumes of clinker grains. – In 7me Cong. Intern. de la chemie des ciments. P.: Ed. Septima, v. 2, p. 1/241-246. In collaboration with V. V. Timashev and E. N. Potapowa.

Моделирование процесса клинкерообразования в присутствии комплекса добавок. – Труды Всесоюзного научн.-технич. института цементной промышленности, с. 11-16. Совм. с В. В. Тимашевым, А. Н. Коньшиным.

Методические указания по инженерным расчетам в технологии вяжущих материалов. - М., МХТИ. – 1980. – 40 с. Совм. с А. В. Убеевым.

Синтез сульфоферрита кальция и цемента на его основе. – В сб: Химия и технология технических силикатов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1980. Вып. 116. С. 101-103. Совм. с В. В. Тимашевым, Ю. Р. Кривобородовым и Н. С. Никоновой.

Исследование комплексного влияния оксидов серы, марганца и титана на физико-химические свойства клинкерной жидкости. – В сб: Химия и технология технических силикатов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1980. Вып. 116. С. 99-101. Совм. с А. И. Яремчуком и В. В. Мироновым.

Влияние сульфоферрита кальция на свойства портландцемента. – В сб: Химия и технология технических силикатов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1980. Вып. 116. С. 104-106. Совм. с В. К. Ларионовым, В. А. Столяровой и В. В. Тимашевым.

Применение метода математического планирования для изучения совместного влияния элементов на свойства клинкерной жидкости. – В сб: Химия и технология технических силикатов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1980. Вып. 116. С. 96-98. Совм. с А. Н. Коньшиным и В. В. Мироновым.

Спекание цементных сырьевых смесей в присутствии жидкой фазы. – Труды V Всес. научно-техн. совещания по химии и технологии цемента, М: ВНИИЭСМ, с. 42-45. Совм. с В. В. Тимашевым, Б. С. Альбацем и Л. С. Филипповой.

Синтез и исследование свойств твердых растворов сульфоферритов и сульфоалюминатов кальция. – Труды V Всес. научно-техн. совещания по химии и технологии цемента, М: ВНИИЭСМ, с. 70-73. Совм. с В. В. Тимашевым и В. К. Ларионовым.

Механизм и кинетика растворения кристаллов минералов в расплаве. – Труды V Всес. научно-техн. совещания по химии и технологии цемента, М: ВНИИЭСМ, с. 74-77. Совм. с В. В. Тимашевым и С. И. Иващенко.

Влияние состава твердых растворов алюмоферроманганатов кальция на свойства портландцемента. – Труды V Всес научно-техн. совещания по химии и технологии цемента, М: ВНИИЭСМ, с. 66-70. Совм. с В. В. Тимашевым, В. П. Рязиным и А. Н. Макаровым.

1981

Структура и свойства клинкеров, модифицированных титаном, марганцем и серой. – ВИНИТИ, № 4696-81. – 12 с. Совм. с А. И. Яремчуком и В. В. Тимашевым.

Комплексное влияние окислов титана, марганца и серы на процессы клинкерообразования. – ВИНИТИ, № 5099-81. – 10 с. Совм. с А. И. Яремчуком и В. В. Тимашевым.

Структура и свойства галогенсодержащих минералов и клинкеров. – В сб: Строение и свойства силикатных материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1981. Вып. 118. С. 24-34. Совм. с В. В. Тимашевым и Е.Н. Потаповой.

Автоматизация технологических процессов производства цементов (учебное пособие). – М.: МХТИ. – 57 с. Совм. с В. В. Большовым.

1982

Каталитическое и модифицирующее влияние отходов промышленности на процессы клинкерообразования и гидратацию цемента. – В сб.: Использование отходов в цементной промышленности: Тр. НИИЦемента. М, 1982. Вып. 69. С. 3-11. Совм. с В. В. Тимашевым.

Многокомпонентные специальные цемента (учебное пособие). – М.: МХТИ. – 48 с. Совм. с В. В. Большовым и С. П. Сивковым.

Физико-химические основы формирования структуры и свойств клинкера. – Цемент, № 9. с. 4-6. Совм. с В. В. Тимашевым.

Синтез, идентификация и основные свойства сульфоферрита кальция. – В сб: Синтез и исследование материалов на основе силикатов и других тугоплавких соединений: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1982. Вып. 123. С. 92-96. Совм. с В. В. Тимашевым, В. Г. Акимовым и Ю. Р. Кривобородовым.

Сульфожелезистые цементы. – В кн.: Краткие тезисы докладов на VI Всесоюзн. научно-техн. совещании по химии и технологии цемента. Москва, 19-21 октября 1982 г. М.: НИИЦемент, с. 20-22. Совм. с В. В. Тимашевым.

Научные основы и результаты внедрения энергосберегающей технологии производства портландцементного клинкера «Р-обжиг». – В кн.: Краткие тезисы докладов на VI Всесоюзн. научно-техн. совещании по химии и технологии цемента. Москва, 19-21 октября 1982 г. М.: НИИЦемент, с. 159-161. Совм. с В. В. Тимашевым, И. Ф. Пономаревым, А. И. Здоровым, Р. М. Дзвонковским, А. Г. Холодным и М. М. Коробовым.

Общие теоретические основы химии клинкера. – В кн.: VI Всесоюзн. научн.-техн. совещание по химии и технологии цемента: Материалы пленарного заседания. Москва, 19-21 октября 1982 г. М.: НИИЦемент, с. 12-17. Совм. с В. В. Тимашевым.

Исследование твердых растворов сульфоферрита кальция. – В сб.: Использо-

вание отходов в цементной промышленности: Тр. НИИЦемента. М, 1982. Вып. 69. С. 81-87. Совм. с В. Г. Акимовым, Ю. Р. Кривобородовым и Е. П. Павленко.

Термодинамика реакций образования минералов в системе CaO – Fe_2O_3 – $CaSO_4$. – Тез. докладов Всесоюзн. совещания «Высокотемпературная химия силикатов и оксидов». – Л., Наука, с. 17-18. Совм. с В. В. Тимашевым и Ю. Р. Кривобородовым.

Реакционная активность алита нестехиометрического состава. – В кн.: Краткие тезисы докладов на VI Всесоюзн. научно-техн. совещании по химии и технологии цемента. Москва, 19-21 октября 1982 г. М.: НИИЦемент с. 128. Совм. с В. В. Тимашевым, В. Г. Акимовым и В. Н. Панюшкиным и С. В. Новиковым.

1983

Алитообразование в оксидно-солевых расплавах. – В сб: Химия и химическая технология силикатных материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1983. Вып. 128. С. 90-98. Совм. с В. В. Тимашевым, Е. Н. Потаповой и В. Г. Акимовым.

Взаимодействие низкоосновного клинкера с оксидом кальция. – ВИНИТИ, № 3509-83. – 15с. Совм. с О. Н. Макаровым, Е. И. Советниковым и И. Н. Наумкиной.

Исследование процесса декарбонизации известняка в условиях интенсивной термообработки. – ВИНИТИ, № 1075-83. – 15 с. Совм. с О. Н. Макаровым и Е. И. Советниковым.

Подача доломитизированного известняка в зону спекания вращающейся печи. – В кн.: Цементная промышленность. М.: ВНИИЭСМ, с.15-19. Совм. с О. Н. Макаровым и Л. В. Болдыревой.

Сульфожелезистые цементы на основе техногенных материалов. – В сб.: Техногенные продукты и совершенствование технологии вяжущих, с.

40-50. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым.

Фазообразование при гидратации сульфоферритсодержащих цементов. – Труды Всес. конференции «Гидратация и структурообразование цементов, полученных на основе отходов промышленности», Чимкент, т.1, с. 27-29. Совм. с В. В. Тимашевым и Ю. Р. Кривобородовым.

Новая энергосберегающая технология (Р-обжиг). – В сб. Новые направления интенсификации и исследования процессов обжига клинкера и твердения цементов: Труды НИИЦемента. М., 1983. Вып. 76. С. 90-96. Совм. с Р. М. Дзвонковским, А. Г. Холодным и М. М. Коробовым.

Изучение особенностей клинкера, образования и формирования обмазки при осуществлении «Р-обжига». – В сб. Новые направления интенсификации и исследования процессов обжига клинкера и твердения цементов: Труды НИИЦемента. М., 1983. Вып. 76. С. 97-109. Совм. с Г. В. Каратановой, А. А. Лазаревой и Р. М. Дзвонковским.

Гидратация сульфожелезистых цементов. – Физико-химическая механика дисперсных систем и материалов. Тезисы докладов II Республиканской конференции. Киев: Наукова Думка т.1, с.51-52. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым и В. А. Столяровой.

1984

Физико-химические свойства модифицированных клинкерных расплавов. – ВИНИТИ, № 4824-84. – 24 с. Совм. с В. В. Бурыгиным, Т. В. Кузнецовой и Е. Н. Потаповой.

Кристаллизация минералов в оксидно-солевых расплавах. – ВИНИТИ, № 4821-84. – 9 с. Совм. с Е. Н. Потаповой и И. Н. Наумкиной.

Влияние дисперсности реагирующих компонентов на процесс алитообразования. – ВИНИТИ, № 6248-84. – 29 с. Совм. с Е. Н. Потаповой и И.Н. Наумкиной.

Применение техногенных материалов в технологии портландцементного

клинкера. – Экспресс-информация «Использование отходов, попутных продуктов в производстве материалов и изделий», № 7. с. 13-16.

Особенности кристаллизации минералов в композиционных щелочесодержащих расплавах. – ВИНИТИ, № 4820-84. – 10 с. Совм. с Е. Н. Потаповой и И. Н. Наумкиной.

Влияние металлургических шлаков на вязкость клинкерных расплавов. – В сб.: Совершенствование химии и технологии строительных материалов, М., с. 109-119. Совм. с Б. Ф. Березовым, А. Ф. Смоляковым и В. М. Коноваловым.

1985

Применение метода математического планирования для оптимизации состава и свойств клинкеров. – ВИНИТИ, № 6699-85. – 11 с. Совм. с Е. Н. Потаповой, Нгуен Ван Нго и Т. В. Колобаевой.

Влияние состава сырьевых материалов на свойства расплавов, образующихся в промышленных клинкерах. – ВИНИТИ, № 6139-85. – 5 с. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой, В. В. Бурыгиным и Б. С. Альбацем.

Сульфожелезистые цементы и их свойства. – В сб: Силикатные материалы для строительства и техники: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1985. Вып. 137. С. 23-29. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым.

Алитообразование в композиционных оксидно-солевых расплавах. – Тр. 9-ой Междунар. конф. по силикатам Ибаусил-85, Веймар, ч.1, с.17-24. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Справочник теплотехнических, технологических и физико-химических параметров спекания портландцементного клинкера в промышленных вращающихся печах. – М.: МХТИ. – 124 с. Совм. с Б. С. Альбацем, В. П. Рязиным, Н. С. Паниной, Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой и В. В. Бурыгиным.

1986

Реакционная способность силикатов кальция. – Журн. прикл. химии, т. 159, №4. с. 945-948. Совм. с Т. В. Кузнецовой, В. Г. Акимовым, А. Б. Кудрявцевым, В. Н. Панюшкиным и О. Ю. Селезневой.

Formation de mineraux dans les bains fondues. – 8 Congres international de la chemie des ciments, Rio-de-Janeiro, v.2, p. 72-76. In collaboration with E. N. Potapowa.

Об эффективности применения сульфатсодержащих отходов в технологии портландцементного клинкера. – Цемент, № 6, с. 8-10. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой и А. Н. Коньшиным.

Научные основы эффективного применения техногенных материалов в технологии портландцементного клинкера. – Цемент, № 10, с. 13-14. Совм. с Т. В. Кузнецовой и Е. Н. Потаповой.

Влияние свойств оксидно-солевых расплавов на процессы жидкофазного спекания клинкеров. – Журн. Прикл. химии, № 12, с. 2649-2653. Совм. с Е. Н. Потаповой и Б. С. Альбацем.

Механизм и кинетика процесса алитообразования. – ВИНИТИ, № 6135-86. – 8 с. Совм. с Е. И. Советниковым и О. Н. Макаровым.

Методы исследования строения и свойств клинкерных расплавов. – В сб: Современные методы исследования структуры и свойств силикатных материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1986. Вып. 142. С. 22-30. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой, В. В. Бурыгиным и П. Рассамиманана.

Модифицирование базальтового расплава оксидами щелочных и щелочноземельных элементов. – Докл. АН УССР, № 11, с. 41-44. - Совм. с А. А. Пащенко, Е. А. Мясникововой, В. В. Токарчуком и Е. Н. Потаповой.

Alitbildung in Zusammengesetz Oxid-Salz-Schmelzen. - Silikattechnik, v.37, №3, с. 79-81. In Gemeinschaft mit E. N. Potapowa.

Использование серосодержащих отходов в технологии портландцементного

клинкера. – В кн.: Пути использования вторичных ресурсов для производства строительных материалов и изделий, Чимкент, т.2, с. 506-507. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой и В. В. Бурыгиным.

Anh huong cua mot so khoang hoa MgO, TiO_2, $FeSO_4$ va to hop cua chung len qua crinh tao klanke. – Tuyen tap bao cao khoa hoc dai hoc Bach khoa Ha noi, trang 86-87. In collaboration with E. N. Potapowa and Nguen Van Ngo.

Кинетика процесса алитообразования. – ВИНИТИ, № 7903-86. – 12 с. Совм. с Нгуен Ван Нго и Е. Н. Потаповой.

Оценка завершенности процесса алитообразования при обжиге клинкера. – ВИНИТИ, № 7904-86. – 10 с. Совм. с Нгуен Ван Нго и Е. Н. Потаповой.

Обобщенное уравнение процесса алитообразования. – ВИНИТИ, № 8838-86. – 13 с. Совм. с Нгуен Ван Нго и Е. Н. Потаповой.

Механоактивация портландцементного клинкера при совместном измельчении с твердыми минеральными добавками. – Труды НИИЦемента, вып. 75, с. 17-21. Совм. с Г. И. Арзамасцевым и В. В. Пироцким.

1987

Die Einwirkung der Liquation auf den Prozess der Klinkerbildung. – Ton-Industrie-Zeitung, vol.111, №8, s.550-553. In Gemeinschaft mit B. S. Albats and E. N. Potapowa

Строение и свойства оксидно-солевых расплавов. – Расплавы, т.1, № 1, с. 102-108. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой и В. В. Бурыгиным.

Ликвационные явления в оксидно-солевых расплавах. – Расплавы, т.1, № 2, с. 112-118. Совм. с Е. Н. Потаповой и В. В. Бурыгиным.

Применение техногенных материалов в производстве цементных клинкеров. – Тез. докл. науч.-технич. конф. «Новые строительные материалы». Варна, АН НРБ, с. 50-51. Совм. с Т. В. Кузнецовой и Е. Н. Потаповой.

Влияние солевых систем на структуру и свойства клинкерного расплава. – Тез. докладов «Ускорение научно-технич. прогресса в промышленно-

сти строительных материалов и строительной индустрии. Ч,1. Белгород, с. 20-21. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой и В. В. Бурыгиным.

Влияние добавок техногенных материалов на микроструктуру портландцементного клинкера. – Тез. докладов «Ускорение научно-технич. прогресса в промышленности строительных материалов и строительной индустрии. Ч,1. Белгород, с. 28-29. Совм. с И. Н. Наумкиной, Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой и В. Х. Джабировым.

Разработка физико-химических основ катализа процессов клинкерообразования. – Тез. докл. всесоюзн. семинара «Пути совершенств. экономии топливно-энергетических ресурсов при производстве цемента», М., с.97-98. Совм. с Т. В. Кузнецовой и Е. Н. Потаповой.

Снижение топливно-энергетических затрат при утилизации отхода от производства феррованадия в технологии портландцементного клинкера. – Тез. докл. всесоюзн. семинара «Пути совершенств. экономии топливно-энергетических ресурсов при производстве цемента», М., с.42. Совм. с В. В. Бурыгиным, Т. В. Кузнецовой, Т. В. Мурашкиной и Е. Н. Потаповой.

Влияние восстановительных условий синтеза на процессы минералообразования сульфоферритного клинкера. – ВИНИТИ 20.07.87 № 5224-В87. – 8 с. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым, Ю. М. Казариновым, Н. Ф. Дюковой.

1988

Структура и гидратационная активность алита. – Цемент, № 3, с.4-5. Совм. с Т. В. Кузнецовой, В. Г. Акимовым, В. Н. Панюшкиным, В. В. Митюшиным и Ю. Р. Кривобородовым.

Особенности кристаллизации клинкерных минералов в модифицированных расплавах. – Известия ВУЗов. Неорганические материалы, т.24, № 3, с. 474-477. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой и И. Н. Наумкиной.

Алитообразование в ликвирующих расплавах. – Тез. докладов VI Всесоюзного совещания «Высокотемпературная химия силикатов и оксидов», Л.: Наука, с.332-334. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Der Einfluss von Salzschmtlzen auf den Klinkerbildungsprozess. – 10 Internationale Baustoff- und Silikattagung. – Weimar, bd. 1, s. 212-215. In Gemeinschaft mit T. V. Kuznetsova, E. N. Potapowa und V. V. Burigin.

Die thermochemische Aktivirung des Alitbildungsprozess. – 10 Internationale Baustoff- und Silikattagung. – Weimar, bd. 1, s. 196-201. In Gemeinschaft mit E. N. Potapowa, E. I. Sovetnikov und R. M. Dzvonkovskiy.

Die Rolle der oxydischen Salzschmelzem bei Klinkerschnellbrand. – 10 Internationale Baustoff- und Silikattagung. – Weimar, bd. 1, s. 136-139. In Gemeinschaft mit E. N. Potapowa und X.Grosse.

Физико-химические основы формирования структуры и свойств клинкера. – Труды ин-та НИИЦемент/Тезисы докладов на VII Всесоюзном совещании по химии и технологии цемента «Наука – производству», вып. 95, М.: НИИцемент, с. 31-33. Совм. с Т. В. Кузнецовой и Е. Н. Потаповой.

Утилизация отхода черной металлургии в технологии портландцементного клинкера. – Труды ин-та НИИЦемент/Тезисы докладов на VII Всесоюзном совещании по химии и технологии цемента «Наука – производству», вып. 95, М.: НИИцемент, с. 209. Совм. с Е. Н. Потаповой, В. В. Бурыгиным и И. Н. Наумкиной.

Использование отхода черной металлургии в технологии портландцементного клинкера. – Тез. докл. науч.-технич. конф. «Использов. вторичн. ресурсов и местных строит. Матер. на предприятиях стройиндустрии», Челябинск, с. 51-52. Совм. с В. В. Бурыгиным, Т. В. Кузнецовой и Е. Н. Потаповой.

Az oxid-so olvadekok felepitese es tulajdonsagai. – «Epitöanyag», v.40, №2, p. 63-68. In Gemeinschaft mit T. V. Kuznetsova and E. N. Potapowa.

Особенности процессов клинкерообразования в условиях технологии «Р-

обжиг». – В сб: Фазовые превращения в процессе синтеза силикатных материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1988. Вып. 153. С. 40-45. Совм. с Е. Н. Потаповой, Е. И. Советниковым, Р. М. Дзвонковским и А. Г. Холодным.

Влияние фазового состава сульфоферритсодержащего цемента на свойства цементного камня. – Труды пятой национальной конференции по механике и технологии композиционных материалов. София: изд. Болгарской АН, с. 503-507. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым, Н. Ф. Дюковой и С. Г. Резико.

1989

Свойства локальных расплавов, образующихся при растворении кремнеземсодержащих компонентов. – Расплавы, т.3, № 1, с. 3-9. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Alit-Bildung in Oxid-Salz-Schmelzen. Struktur und Eigenschaften der flussigen Klinkerphase. – Silikattechnik, bd. 40, № 1, s. 3-4. In Gemeinschaft mit E. N. Potapowa.

Alit-Bildung in Oxid-Salz-Schmelzen. Entmischungserscheinungen in Schmelzen. – Silikattechnik, bd. 40, № 5, s. 149-153. In Gemeinschaft mit E. N. Potapowa.

Alit-Bildung in Oxid-Salz-Schmelzen. Kinetik und Mechanismus der Alit-Bildung. – Silikattechnik, bd. 40, № 7, s. 229-234. In Gemeinschaft mit E. N. Potapowa.

Применение промышленных отходов в технологии строительных материалов. – Строительные материалы, № 7, с. 7-10. Совм. с Т. В. Кузнецовой.

Эффективное применение напрягающих и расширяющихся сульфоферритсодержащих цементов. – Сб. Ресурсосберегающая технология железобетонных конструкций на основе напрягающих цементов. М., Стройиздат, с. 30-33. Совм. с Н. Ф. Дюковой, С. Г. Резико, М. И. Бейлиной и Ю. Р. Кривобородовым.

Алитообразование в оксидно-солевых расплавах. (Учебное пособие). – М.: МХТИ. – 50 с. Совм. с Е. Н. Потаповой и Ю. Р. Кривобородовым.

Интенсификация процесса алитообразования в модифицированных расплавах. – Цемент, № 11, с. 16-18. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Строение и свойства оксидно-солевых расплавов. – Неорганические материалы, т.25, № 6, с. 1016-1022. Совм. с Т. В. Кузнецовой и Е. Н. Потаповой.

Ликвационные явления в оксидно-солевых расплавах при получении портландцементного клинкера. – Неорганические материалы, т.25, № 6, с. 1023-1028. Совм. с Т. В. Кузнецовой и Е. Н. Потаповой.

Luquid phases of portland and special clinkers. – 2 Intern. Symposium on cement and concrete. – 5-8 September, 1989, Beijing, China, vol.1, p.414-419. In collaboration E. N. Potapowa, Y. R. Krivoborodov and V. V. Burigin.

Влияние комплексных добавок на процессы клинкерообразования при высокоинтенсивном обжиге. – Тез. докл. Всесоюзн. конф. «Физико-химические основы переработки бедного природного сырья и отходов промышленности при получении жаростойких материалов, Сыктывкар, с. 70. Совм. с Е. Н. Потаповой и В. В. Бурыгиным.

Формирование, состав и свойства высокоосновных сульфоферритных клинкеров. – В сб: Пути интенсификации процессов синтеза и производства силикатных и тугоплавких материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1989. Вып. 157. С. 34-42. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым, Н. Ф. Дюковой, С. Г. Резико и Ю. М. Казариновым.

Использование промышленных отходов при термохимической активации клинкерообразования. – В сб: Пути интенсификации процессов синтеза и производства силикатных и тугоплавких материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1989. Вып. 157. С. 29-36. Совм. с Р. М. Дзвонковским, М. М. Коробовым, Е. И. Советниковым.

Структура и реакционная способность клинкерных минералов. – В сб: Пути

интенсификации процессов синтеза и производства силикатных и тугоплавких материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. М, 1989. Вып. 157. С. 43-47. Совм. с В. Г. Акимовым и В. Н. Панюшкиным.

Использование отхода черной металлургии при синтезе клинкеров. – В кн.: Влияние региональных природно-климатических факторов на организационные и технико-экономические особенности строительства в Киргизской ССР. Республиканская научно-практическая конференция. 25-26 мая 1989, ч.1, Фрунзе, с. 106. – Совм. с Е. Н. Потаповой.

Использование вторичных материальных ресурсов в производстве строительных материалов. - В кн.: Влияние региональных природно-климатических факторов на организационные и технико-экономические особенности строительства в Киргизской ССР. Республиканская научно-практическая конференция. 25-26 мая 1989, ч.1, Фрунзе, с. 131-132. – Совм. с Т. В. Кузнецовой.

1990

Сульфоферритсодержащий напрягающий и расширяющийся цементы. – В кн.: Разработка, исследование и внедрение материалов, конструкций и технологий для монолитного строительства. (Тр. научн.-технич. конференции), Брянск, с. 174-176. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым, Е. В. Щеголяевым и Н. И. Скупяко.

Особенности технологии высокоосновных сульфоферритсодержащих цементов. – Труды 15 Всесоюзного совещания-семинара начальников ОТК (лабораторий) «Основы повышения эффективности производства и качества цемента», М.: НИИЦемент, с. 48-50. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым, Н. Ф. Дюковой и С. Г. Резико.

Ликвация в расплавах промышленных клинкеров. - Труды 15 Всесоюзного совещания-семинара начальников ОТК (лабораторий) «Основы повышения эффективности производства и качества цемента», М.: НИИЦе-

мент, с. 86-89. Совм. с Б. С. Альбацем и В. В. Бурыгиным.

Применение промышленных отходов в технологии портландцементного клинкера. – В сб.: Физико-химические основы переработки низкосортного сырья и отходов производства при получении строительных материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева; сборник научных трудов. М., 1990. С. 21-25. Совм. с Б. С. Альбацем, Е. Н. Потаповой, В. В. Бурыгиным и И. Н. Наумкиной.

Особенности технологии сульфоферритных клинкеров и цементов на их основе. – Тезисы докладов Всесоюзного научно-практического совещания. Экологические проблемы переработки вторичных ресурсов в строительные материалы и изделия. Чимкент, ч.1, с. 73-74. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым, Н. Ф. Дюковой и С. Г. Резико.

Использование отходов при термохимической активации клинкеров. – Экспресс-обзор. Цементная промышленность. Вып.7. М.: ВНИИЭСМ, с. 15-18. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым, Р. М. Дзвонковским и Е. И. Советниковым.

Особенности производства и использования сульфоферритсодержащих цементов. – Материалы XXII Международной конференции молодых ученых и специалистов в области бетона и железобетона. Иркутск, ч. 1, с.97-98. - Совм. с Ю. Р. Кривобородовым, Н. Ф. Дюковой, С. Г. Резико.

Особенности технологии высокоосновных сульфоферритных клинкеров и свойства сульфоферритсодержащих цементов. – В сб.: Физико-химические основы переработки низкосортного сырья и отходов производства при получении строительных материалов: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева; сборник научных трудов. М., 1990. С. 26-29. Совм. с Ю.Р. Кривобородовым, Н. Ф. Дюковой, С. Г. Резико и В. А. Ткаченко.

1991

Клинкерообразование в модифицированных расплавах. – Журнал ВХО, т.36,

№5, с. 529-532.

Применение отходов углеобогащения в технологии низкоосновных портландцементных клинкеров. – Тезисы докладов конференции «Обезвреживание и утилизация твердых отходов», Пенза, с. 72-73. Совм. с В. Г. Акимовым и В. Н. Панюшкиным.

Оптимизация составов сульфоферритсодержащих расширяющихся и напрягающих цементов. – Химия и технология силикатных материалов, Белгород, с.100. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым и Е. В. Щеголяевым.

Влияние минералогического состава сульфоферритного клинкера на свойства сульфоферритсодержащего напрягающего и расширяющегося цемента. – Тезисы докладов научн.-технич. конференции «Использование промышленных отходов, вторичного сырья и местных материалов в строительстве», Брянск, с. 50-51. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым, Н. Ф. Дюковой и Е. В. Щеголяевым.

Сульфатированные алитсодержащие клинкеры и напрягающие цементы на их основе. – В сб.: Аморфно-кристаллические материалы: синтез, структура, свойства, применение: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева; сборник научных трудов. М., 1991. С. 120-124. Совм. с Н. Ф. Дюковой, С. Г. Резико, Е. В. Щеголяевым и Ю. Р. Кривобородовым.

Термохимическое модифицирование низкоосновных портландцементных клинкеров. – В сб.: Аморфно-кристаллические материалы: синтез, структура, свойства, применение: Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева; сборник научных трудов. М., 1991. С. 145-152. Совм. с Е. И. Советниковым, В. Г. Акимовым, И. Н. Наумкиной и В. Н. Панюшкиным.

1992

Механизм и кинетика клинкерообразования. – Цемент, № 2, с. 9-16. Совм. с Б. С. Альбацем.

Sulfoferrite cements. – 9th International Congress on the Chemistry of Cement.

New Delhi, v. III, p. 256-261. In collaboration with Y. R. Krivoborodov and N. F. Dyukova.

The structure and properties of low-CaO contained clinker. – 9th International Congress on the Chemistry of Cement. New Delhi, v. III, p. 256-261. In collaboration with T. V. Kouznetsova, V. G. Akimov and V. N. Panyuskin.

Влияние содержания SO_3 на свойства сульфоферритсодержащих цементов различного состава. – ВИНИТИ, № 443-ВД2. – 15 с. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым и Е. В. Щеголяевым.

Термоактивационная очистка отходящих газов вращающихся печей от оксидов азота и серы. – ВИНИТИ, № 267-ВД2. – 14 с. Совм. с Е. И. Советниковым и Б. Линшитцем.

Состав и свойства безусадочных сульфоферритсодержащих цементов. – ВИНИТИ № 268-В92. – 9 с. Совм. с Б. Г. Линшитцем, Ю. Р. Кривобородовым и Е. И. Советниковым.

Eigenschaften von calciumferrit-sulfathaltigen Zementen. – Zement-Kalk- Gips, № 1, s. 536-537. In Gemeinschaft mit I. Odler.

1993

Особенности структуры и свойств модифицированных цементов. – Цемент, № 5, с. 43-47. Совм. с Е. Н. Потаповой и В. Г. Акимовым.

Комплексное использование отходов химической промышленности при получении строительных материалов. – 15 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Минск, т. 4, с. 96-97. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Л. И. Сычевой и Е. М. Иоффе.

1994

Влияние ликвирующих расплавов на структуру и свойства портландцементного клинкера. – Техника и технология силикатов т.1, № 2, с. 16-25. - Совм. с Е. Н. Потаповой.

Свойства расплавов сульфоферритных и сульфоалюмоферритных клинкеров.

– Техника и технология силикатов т.1, № 3-4, с. 7-10. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым и С. В. Самченко.

Eigenschaf ten von Morteln und Beton auf Basis von Calciumferritsulfahaltigen Zeementen. – 12 International Baustofftagung. - Ibausil. - Weimar, Bundesrepublik Deutschland, Bd.2. s. 321-327. In Gemeinschaft mit Y. R. Krivoborodov.

1995

Sulfoferrithaltige Quellezemente. – Internationales Symposium «75 Jahre Quellzement», 11.-13. Dezember, Weimar, Bundesrepublik Deutschland, s. 97-105. In collaboration with Y. R. Krivoborodov.

Структура и состав сырьевых материалов, используемых АО «Мальцовский портландцемент». – Экспресс-обзор ВНИИЭСМа, сер.1, вып. 4, с. 3-7. Совм. с В. Я. Островлянчиком и Е. Н. Потаповой.

Влияние соотношения жидкой и твердой фаз на свойства гетерогенных систем. – Экспресс-обзор ВНИИЭСМа, сер.1, вып. 5, с. 2-5. Совм. с Л. А. Лукашевой, М. Франжье и Е. Н. Потаповой.

Клинкерообразование в гетерогенных системах. – Тез. докладов Всерос. совещ. «Наука и технология силикатных материалов в современных условиях рыночной экономики», Москва, 1995. – М.: МХТИ, с. 29-30. Совм. с Е. Н. Потаповой и О. А. Лукашевой.

Высокоактивный портландцемент на основе низкоосновного клинкера. – Тез. докладов Всерос. совещ. «Наука и технология силикатных материалов в современных условиях рыночной экономики», Москва, 1995. – М.: МХТИ, с. 74. Совм. с В. Г. Акимовым, В. Н. Панюшкиным и А. Е. Сапачевым.

Технология и свойства безусадочного цемента. – Тез. докладов Всерос. совещ. «Наука и технология силикатных материалов в современных условиях рыночной экономики», Москва, 1995. – М.: МХТИ, с. 37-38. Совм. с Е. Н. Потаповой и Е. Л. Лебедевой.

Малоэнергоемкая технология низкоосновных цементов. – Тез. докладов Всерос. совещ. «Наука и технология силикатных материалов в современных условиях рыночной экономики», Москва, 1995. – М.: МХТИ, с. 8-9. Совм. с Б. С. Альбацем.

Взаимосвязь прочности материалов и изделий с микроструктурой цементного клинкера. – Тез. докл. Междунар. Конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии строительных материалов, изделий и конструкций», Ч. 1, Белгород, с. 76-77. Совм. с Е. Н. Потаповой и В. Я. Островлянчиком.

Композиционные расширяющиеся тампонажные цементы для «горячих скважин». – Тез. докл. Междунар. Конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии строительных материалов, изделий и конструкций», Ч. 1, Белгород, с. 75-76. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым.

1996

Спекание известково-кремнеземистых сырьевых смесей. – Стекло и керамика, № 9, с. 27-30. Совм. с Е. Н. Потаповой и В. Я. Островлянчиком.

Тампонажные материалы для арктических условий. – Обзорная информация Сер. Бурение газовых и газоконденсатных скважин. М.: ИРЦ Газпром. – 54 с. Совм. с А. А. Клюсовым, Ю. Р. Кривобородовым и А. Н. Гноевых.

Структура расплавов и клинкеров. – Техника и технология силикатов, № 1-2, с. 49-53. Совм. с Е. Н. Потаповой и В. Я. Островлянчиком.

Новое о процессах клинкерообразования. – Цемент. Специальный выпуск. I Международное (IX Всесоюзное) совещание по химии и технологии цемента. Г. Москва, 1996, с. 20-26. Совм. с Б. С. Альбацем.

Технология и свойства безусадочного цемента. – Тез. докладов I Международного (IX Всесоюзного) Совещания по химии и технологии цементов. Москва, 1996 год. – с. 105-106. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Состав и свойства промежуточной фазы портландских и специальных клинкеров. – Тез. докладов I Международного (IX Всесоюзного) Совещания по химии и технологии цементов. Москва, 1996год. - с. 35-36. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым.

1997

Создание энергосберегающей технологии "Экзотерм". – Сб. докладов Междунар. конференции «Промышленность стройматериалов и стройиндустрия, энерго- и ресурсосбережения в условиях рыночных отношений», Белгород, ч.1, с. 135-137. Совм. с В. Г. Акимовым, Е. Н. Потаповой, В. Н. Панюшкиным и М. М. Коробовым.

Разработка малоэнергоемкой технологии портландцемента из низкоосновных сырьевых смесей. – Сб. докладов Междунар. конференции «Промышленность стройматериалов и стройиндустрия, энерго- и ресурсосбережения в условиях рыночных отношений», Белгород, ч.1, с. 108-112. Совм. с Б. С. Альбацем, В. Г. Акимовым, В. Н. Панюшкиным и Е. В. Текучевой.

Melt structure and properties clinkers containing calcium sulphoferrites and sulphoalumoferrities. – 10th International congress on the chemistry of cement. - Gothenburg. –Sweden, 1997, v.1. - 1i014. In collaboration with c Y. R. Krivoborodov and S. V. Samchenko.

Technology and pro-perties of lowaluminate clinkers and cements. – 10th International congress on the chemistry of cement. - Gothenburg. – Sweden, 1997, v.1. - 1i005. In collaboration with J. Stark and E. N. Potapowa.

Thermochemical activation of clinker formation. – 10th International congress on the chemistry of cement. - Gothenburg. – Sweden, 1997, v.1. - 1i006. In collaboration with V. G. Akimov and E. N. Potapowa.

Composition and pro-perties of sulphoferrite cements and concrete. – 13 International Baustofftagung. – Ibausil. – Weimar, Bundesrepublik Deutschland, 1997, Bd.2. s. 2-0421 – 2-0427. In Gemeinschaft mit Y. R. Krivoborodov.

Technologie und Eigenschaften spezieller Klinker und Zemente mit niedrigem Aluminatgehalt. – 13 International Baustofftagung. – Ibausil. – Weimar, Bundesrepublik Deutschland, 1997, Bd.2, s. 2-0405-2-0413. In Gemeinschaft mit J. Stark und E. N. Potapowa.

Проблема получения малоэнергоемких цементных клинкеров из низкоосновных сырьевых смесей и пути ее решения. – Техника и технология силикатов, № 1-2, с. 10-18. Совм. с Б. С. Альбацем, А. Л. Шеиным и В. Г. Акимовым.

Тампонажные цементы. – Экспресс-обзор. Сер.1. Цементная и асбестоцементная промышлен.- М.: ВНИИЭСМ, вып.2-3, - 54 с. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым и А. А. Клюсовым.

1998

Химическая технология полимерминеральных композиционных материалов (Учебное пособие). - М.: МХТИ. – 64 с. Совм. с В. С. Горшковым и М. А. Калитиной.

Современные представления о процессах клинкерообразования. – Труды XIX Всесоюзного (III Международного) совещания начальников заводских лабораторий, С-Пб: Изд-во информатизации, с. 74-89.

Свойства локальных расплавов, образующихся при растворении кремнесодержащих компонентов. – Тез. докл. VII Междунар. совещ. по высокотемпературной химии силикатов и оксидов. - С.-Пб, с. 18. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Состав и структура расплавов сульфатированных клинкеров. – Тез. докл. VII Междунар. совещ. по высокотемпературной химии силикатов и оксидов. - С.-Пб, с. 130. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым и С. В. Самченко.

Система управления качеством продукции в ОАО «Вольскцемент». – Цемент и его применение, № 2, с.10-13. Совм. с В. В. Семиндейкиным, М. В. Бахаревым, З. Б. Энтиным и Б. С. Альбацем.

Расширяющиеся тампонажные цементы. Обзорная информация. Серия «Бурение газовых и газоконденсатных скважин». – М.: ИРЦ Газпром. – 53 с. Совм. с В. И. Вяхиревым, В. В. Ипполитовым, Н. М. Добрыниным, А. А. Фроловым, И. А. Клюсовым и Ю. Р. Кривобородовым.

1999

Цементы для транспортного строительства. – Тез. докладов совещания «Скоростные автомагистрали в мегаполисах», М.: Трансстройиздат, с. 75-76. Совм. с З. Б. Энтиным и Л. А. Феднером.

О получении комплексной термоактивированной минеральной добавки. – Цемент и его применение, № 1, с. 30-32. Совм. с В. В. Семиндейкиным, М. В. Бахаревым, З. Б. Энтиным и И. Д. Сиденко.

Производство специальных низкоалюминатных цементов на ОАО «Спасскцемент». – Цемент и его применение, № 3, с. 15-18. Совм. с З. Б. Энтиным, С. П. Сивковым и В. Б. Игнатьевым.

Цементы и бетоны для дорожно-транспортного строительства. – М.: ВНИИЭСМ, с. 3-5. Совм. с Л. А. Феднером, С. Н. Ефимовым и З. Б. Энтиным.

Опыт разработки, внедрения и сертификации системы качества предприятия в ОАО «Вольскцемент». – М.: ВНИИЭСМ, с. 3-9. Совм. с В. В. Семиндейкиным, М. В. Бахаревым, З. Б. Энтиным и Н. В. Фартуниной.

Некоторые вопросы охраны окружающей среды при производстве минеральных вяжущих материалов (Учебное пособие). – М.: РХТУ. – 48 с. Совм. с С. П. Сивковым, В. С. Горшковым и М. А. Калитиной.

2000

Особокоррозиестойкий цемент для ремонтно-восстановительных работ. – Цемент и его применение, № 5, с. 35-38. Совм. с З. Б. Энтиным, Л. А. Феднером и И. С. Пушкаревым.

Роль трепела в повышении прочности цементов. – Сб. докл. Международной научно-практ. конфер. «Качество, безопасность, энерго- и ресурсосбе-

режения в пром. строит. матер. и строительстве на пороге XXI века». – Белгород, 2000, ч.1, с. 264-268. Совм. с В. Я. Островлянчиком и Е. Н. Потаповой.

Применение термоактивированных клинкеров в технологии быстротвердеющих цементов. – Сб. докл. Международной научно-практ. конфер. «Качество, безопасность, энерго- и ресурсосбережения в пром. строит. матер. и строительстве на пороге XXI века». – Белгород, 2000, ч.1, с. Совм. с В. Г. Акимовым.

Об аномальном изменении свойств тампонажных цементов при хранении. – Сб. докл. Международной научно-практ. конфер. «Качество, безопасность, энерго- и ресурсосбережения в пром. строит. матер. и строительстве на пороге XXI века». – Белгород, 2000, ч.1, с. Совм. с З. Б. Энтиным, Л. С. Нефедовой, И. Б. Степановой и В. Н. Панюшкиным.

Исследование особотонкомолотого цемента «Интрацем» для инъекционного укрепления грунтов. – Тр. XIV Междунар. конфер молодых ученых по химии и химич. технол. «МКХТ-2000», ч.2, с. 80. Совм. с Д. В. Мундштуковым и С. П. Сивковым.

Hydratation und Erstarrung des Zementes mit niedrigem Aluminatgehalt. – 14.International Baustofftagung. 20-23.Septembr 2000. F.A.Finger-Institut fur Baustoffkunde (Bauhaus-Universitat Weimar), Weimar. Bundesrepublik. Tagungsbericht – Band 2, s. 2-0319 – 2-0328. In Gemeinschaft mit J. Stark, E. N. Potapowa und E. S. Latuschkin.

Zemente auf Basis von Thermoaktivierten Klinkern. – 14.International Baustofftagung. 20-23.Septembr 2000. F.A.Finger-Institut fur Baustoffkunde (Bauhaus-Universitat Weimar), Weimar. Bundesrepublik. Tagungsbericht – Band 2, s. 2-0375 – 2-0383. In Gemeinschaft mit W. Akimow.

Научное наследие и развитие идей член-корреспондента АН СССР В. В. Тимашева. – В кн.: II Международное совещание по химии и технологии цемента. Пленарные доклады. Т.1. Москва. 4-8 декабря 2000г. – М.: П-

Центр, с.8-23.

Физикохимия и технология клинкерообразования. – В кн.: II Международное совещание по химии и технологии цемента. Пленарные доклады. Т.1. Москва. 4-8 декабря 2000г. – М.: П-Центр, с. 56-63. Совм. с Л. Г. Судакасом.

Влияние состава сырьевых смесей ОАО «Щуровский цемент» на процесс минералообразования. – В кн.: II Международное совещание по химии и технологии цемента. Стендовые доклады. Т.3. Москва. 4-8 декабря 2000г. – М.: П-Центр, с. 62-65. Совм. с И. В. Коновой и Е. Н. Потаповой.

Взаимосвязь состава сырьевых материалов и гидратационной активности клинкеров. – В кн.: II Международное совещание по химии и технологии цемента. Стендовые доклады. Т.3. Москва. 4-8 декабря 2000г. – М.: П-Центр, с.65-68. Совм. с И. В. Коновой и Е. Н. Потаповой.

Получение качественного клинкера из сырьевых смесей различной дисперсности. – В кн.: II Международное совещание по химии и технологии цемента. Стендовые доклады. Т.3. Москва. 4-8 декабря 2000г. – М.: П-Центр, с. 69. Совм. с Е. Н. Потаповой и И. В. Коновой.

Сульфатированные цементы. - В кн.: II Международное совещание по химии и технологии цемента. Стендовые доклады. Т.3. Москва. 4-8 декабря 2000г. – М.: П-Центр, с. 162-165. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым.

Активизация трепела – путь к повышению качества цемента. – В кн.: II Международное совещание по химии и технологии цемента. Стендовые доклады. Т.3. Москва. 4-8 декабря 2000г. – М.: П-Центр, с. 186-190. Совм. с В. Я. Островлянчиком и Е. Н. Потаповой.

Гидратация и твердение низкоалюминатного цемента. – В кн.: II Международное совещание по химии и технологии цемента. Стендовые доклады. Т.3. Москва. 4-8 декабря 2000г. – М.: П-Центр, с. 234-238. Совм. с Е. С. Латушкиным и Е. Н. Потаповой.

Коррозия низкоалюминатного цемента. – В кн.: II Международное совещание по химии и технологии цемента. Стендовые доклады. Т.3. Москва. 4-8 декабря 2000г. – М.: П-Центр, с. 238-241. Совм. с Е. С. Латушкиным, Е. Н. Потаповой и В. В. Большовым.

Гидратационная активность цементов на основе термоактивированных клинкеров. – В кн.: II Международное совещание по химии и технологии цемента. Стендовые доклады. Т.3. Москва. 4-8 декабря 2000г. – М.: П-Центр, с. 230. Совм. с В. Г. Акимовым и С. Н. Смирновым.

Производство специальных низкоалюминатных цементов на ОАО «Спасскцемент» - В кн: II Международное совещание по химии и технологии цемента. Стендовые доклады. Т.3. Москва. 4-8 декабря 2000г. – М.: П-Центр, с. 299-300. Совм. с З. Б. Энтиным, С. П. Сивковым и В. Б. Игнатьевым.

High-guality masonry cement at Volsk Cement OAO. – Cement-Lime-Gypsum, v. 53, №7, p. 408-413. In collaboration with V. N. Semindeikin.

2001

Влияние трепела на прочность цемента. – Экспресс-обзор ВНИИЭСМа, Сер.1, вып. 6, с. 3-9. Совм. с В. Я. Островлянчиком и Е. Н. Потаповой.

Влияние состава сырьевых материалов на прочность цемента. – В кн.: Современные проблемы строительного материаловедения: Матер. седьмых академических чтений РААСН/ Белгород. гос. техн. акад. строит. мат. – Белгород, ч.1, с. 406-410. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Комплексная термохимическая активация клинкерообразования в технологии портландцемента. – В кн.: Современные проблемы строительного материаловедения: Матер. седьмых академических чтений РААСН/ Белгород. гос. техн. акад. строит. мат. – Белгород, ч.1, с. 403-405. Совм. с В. Г. Акимовым и В. Н. Панюшкиным.

Бетоны на специальных цементах. – Строительные материалы, № 9, с. 9-12.

Совм. с З. Б. Энтиным, Л. А. Феднером, С. Н. Ефимовым и А. Б. Самохваловым.

Расширяющиеся сульфоферритные цементы. – III Межд. научно-практ. конфер. «Композиц. материалы», Киев: КПИ, с. 21. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым.

Expansive cements on the base of sulfated clinkers. – Kurdowski Symposium «Science of cement and concrete», Krakow, p.65-69. In collaboration with Y. R. Krivoborodov and T. V. Kouznetsova.

Цементы с повышенной коррозионной стойкостью (учебное пособие). – М.: РХТУ. – 56 с. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым и С. В. Самченко.

Super Corrosion Resistant Cement. – Proc. Of 5th Intern. Sympos. on Cement & Concrete, Shanghai, V.1, p. 54-56. In collaboration with Z. B. Entin, I. S. Pushkarev and S. P. Sivkov.

Raw Mix Reacting Capacity Influence on Qualities of High Sulphate Resistant Well Cement. – Proc. Of 5th Intern. Sympos. on Cement & Concrete, Shanghai, V.1, p. 164-167. In collaboration with Z. B. Entin, I. S. Pushkarev and S. P. Sivkov.

2002

Роль солевых расплавов в процессах клинкерообразования. – Высокотемпературная химия силикатов и оксидов: Тезисы докладов VIII Всероссийского совещания (19-21 ноября 2002 года, Санкт-Петербург). С-Пб, с.36. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Ликвация в расплаве. Причины возникновения, влияние на алитообразование и качество клинкера. – XX Всероссийское (IV Международное) совещание начальников лабораторий цементных заводов. Москва, 20-24 мая 2002 г. С-Пб: Изд-во ЦПО «Информатизация образования», с. 132-140. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Роль ликвации в процессах клинкерообразования. – Техника и технология силикатов, т.9, № 3-4, с. 4-13. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Специальные цементы для дорожного и других видов транспортного строительства. – Тр. Межд. семинара «Перспективы и эффективность применения цементобетона в дорожном строительстве». – М.: МАДИ, с. 17-27. Совм. с З. Б. Энтиным и Л. А. Феднером.

Цементы для транспортного строительства, выпускаемые ОАО «Спасскцемент». – Тр. Межд. семинара «Перспективы и эффективность применения цементобетона в дорожном строительстве». М.: МАДИ, с. 100-104. Совм. с И. С. Пушкаревым, О. В. Зубахиным и З. Б. Энтиным.

Влияние состава сырьевых материалов на прочность цемента. – Строительные материалы и изделия: Межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск: МГТУ, с. 4-9. Совм. с Е. Н. Потаповой.

2003

Influence of Liquation on Clinker Formation. – XI Intern. Congress on the chemistry of cement ICCC 2003: 11-16 May 2003: Durban, South Africa, p. 1146-1156. In collaboration with E. N. Potapova.

Some Technology Factors Influencing the Qualities of High Sulfate Resistant Well Cement. – XI Intern. Congress on the chemistry of cement ICCC 2003: 11-16 May 2003: Durban, South Africa, p. 2070-2075. In collaboration with Z. B. Entin and S. P. Sivkov.

Expansive and Non-Shrinkage Sulphomineral Cement. – XI Intern. Congress on the chemistry of cement ICCC 2003: 11-16 May 2003: Durban, South Africa, p. 2083-2088. In collaboration with Y. R. Krivoborodov and S. V. Samchenko.

Состав, структура и свойства оксидно-солевых расплавов. – Стекло и керамика, № 9, с.44-50. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Einflussfaktoren zur Verbesserung der Klinkerqualitat. – 15.International Baustofftagung. 24-27.Septembr 2003. F.A.Finger-Institut für Baustoffkunde (Bauhaus-Universität Weimar), Weimar. Bundesrepublik. Tagungsbericht – Band

1, s. 1-0805 – 1-0814. In Gemeinschaft mit E. N. Potapova.

Modification of phases, contained calcium sulfate by the addition of some oxides. – 15.International Baustofftagung. 24-27.Septembr 2003. F.A.Finger-Institut für Baustoffkunde (Bauhaus-Universität Weimar), Weimar. Bundesrepublik. Tagungsbericht – Band 1, s. 2-0903 – 2-0910. In Gemeinschaft mit Y. R. Krivoborodov und S. V. Samchenko.

Механическая активация – перспективное направление в совершенствовании силикатных материалов. – В кн.: Труды международной научно- практической конференции «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее» Москва 14-17 октября 2003 года. – С.-Пб.: Изд-во ЦПО «Информатизация образования», т.1, с. 144-162. Совм. с Л. М. Сулименко.

Получение клинкера сульфатостойкого цемента. – В кн.: Труды международной научно- практической конференции «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее» Москва 14-17 октября 2003 года. – С.-Пб.: Изд-во ЦПО «Информатизация образования», т.4, с.177-181. Совм. с А. З. Мамедовым, Е. Н. Потаповой и З. Б. Энтиным.

Клинкерообразование в присутствии фторсульфатных минерализаторов. – В кн.: Труды международной научно- практической конференции «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее» Москва 14-17 октября 2003 года. – С.-Пб.: Изд-во ЦПО «Информатизация образования», т.4, с.182-186. Совм. с Нэргуй Гунаажав и Е. Н. Потаповой.

Усадка цементного камня с гидрофобной кремнийорганической добавкой. – В кн.: Труды международной научно-практической конференции «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее» Москва 14-17 октября 2003 года. – С.-Пб.: Изд-во ЦПО «Информатизация образования» т.4, с.231-234. Совм. с Е. А. Косиновым и С. П. Сивковым.

Гидратация тампонажного цемента при отрицательной температуре. – Мате-

риалы Международного конгресса «Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии». Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. №5, ч. II, с. 210-215. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым.

2004

Технология природных каменных материалов и изделий: Текст лекций – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. – 64 с. Совм. с С. П. Сивковым, Е. Н. Потаповой и О. Н. Матюхиной.

Свойства расширяющихся цементов и их применение. – Цемент и его применение, № 6, с. 43-46. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым.

2005

Влияние термической активации сырья на фазовый состав и микроструктуру клинкера. – Материалы Международной научно-практической конференции «Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии». – Вестник БГТУ, № 10, с. 229-232. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым и А. С. Кетовым.

Влияние количества и свойств расплава на процессы алитообразования. – Материалы Международной научно-практической конференции «Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии». – Вестник БГТУ, № 10, с. 232-236. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Новые специальные цементы. Производство и применение. – Труды Всероссийского совещания. Заводская лаборатория в условиях рыночных отношений. С-Пб., с. 148-155. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым.

Состав и свойства специальных цементов. – Научные труды Всероссийской конференции «Бетон и железобетон – пути развития». М.: Дипак, 2005, т.3., с.579-584. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым.

Фазовый состав и микроструктура клинкера в зависимости от режима его

обжига. – Техника и технология силикатов, т. 12, № 3-4, с. 4-8. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым и А. С. Кетовым.

Влияние ликвации на процессы клинкерообразования. - Цемент и его применение, № 3. – С. 52-58. Совм. с Е. Н. Потаповой.

Влияние состава сырьевых материалов на прочность цемента. – Труды XXI Всероссийского (V Международного) совещания начальников лабораторий цементных заводов. – С-Пб., с. 95-99. Совм. с З. Б. Энтиным и Е. Н. Потаповой.

2006

Состав и свойства специальных цементов. – Технология бетонов. Информационный научно-технический журнал, №4, с. 26-28. Совм. с Ю. Р. Кривобородовым.

Hydration of expansive calcium sulphoferrite cements at elevated temperature. – Cement – Wapno – Beton, vol. XI/LXXIII, №4, p. 226-233. In collaboration with Y. R. Krivoborodov.

Einfluss der Zusammensetzung von Rohmaterialen auf die Zementqualität. – 16.International Baustofftagung. 20-23.September 2006. F.A.Finger-Institut für Baustoffkunde (Bauhaus-Universität Weimar), Weimar. Bundesrepublik Deutschland. Tagungsbericht – Band 1, s.1-0091/1-0097. ISBN 3-00-018263-2. In Gemeinschaft mit E. N. Potapova.

Moderne Auffassungen von dem Prozess der Klinkerbildung. – 16.International Baustofftagung. 20-23.September 2006. F.A.Finger-Institut für Baustoffkunde (Bauhaus-Universität Weimar), Weimar. Bundesrepublik Deutschland. Tagungsbericht – Band 1, s. 1-0099/1-0107. In Gemeinschaft mit E. N. Potapova.

Современное состояние и перспективы развития цементной промышленности России. – Труды конференции «Строительное материаловедение. Теория и практика». – Москва: МИИТ, 2006, с.18-21. Совм. с Т. В. Кузнецовой и Ю. А. Бурловым.

Influence of thermal activation of row mixes on phase composition and microstructure of clinker. – 6th International symposium on cement & concrete. Xi'an, China, p. 210-212. In collaboration with Y. R. Krivoborodov and A. S. Ketov.

2007

Alite Formation in Micro Volume of Clinker. – 12th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC). Montreal, Canada, 2007, pst. 1.009. In collaboration with E. N. Potapova.

2008

Современные представления о процессах клинкерообразования. – Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова, № 2, с. 54 - 60. Совм. с Потаповой Е. Н.

Изобретения

А.С. №382590 «Способ получения портландцементного клинкера», 1973. Совм. с Ю. М. Буттом, В. В. Тимашевым, Б. С. Альбацем, Ю. В. Казанским, Ю. И. Дешко, В. В. Шелудько В.В.

А.С. №501047 «Сырьевая смесь для производства портландцементного клинкера», 1976. Совм. с В. В. Тимашевым, Т. В. Аникеевой, А. Н. Макаровым, К. В. Васильевой, Ю. Ф. Хныкиным, В. К. Абрамовым.

А.С. №503828 «Сырьевая смесь для получения глиноземистого цемента», 1976. Совм. с В. В. Тимашевым, В. А. Зайцевым, В. И. Родиным, С. Е. Ефимовым.

А.С. №529133 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1976. Совм. с Ю. М. Буттом, В. В. Тимашевым, С. И. Иващенко, С. В. Масленниковым.

А.С. №532587 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1976. Совм. с Ю. М. Буттом, В. В. Тимашевым, С. И. Иващенко.

А.С. №560111 «Вращающаяся печь для обжига цементного клинкера», 1977.

Совм. с В. В. Тимашевым, Н. И. Макаровым, В. П. Гончаровым, Е. С. Бойко, В. П. Зайцевым.

А.С. №568608 «Клинкер для получения цветного цемента», 1977. Совм. с В. В. Тимашевым, Н. И. Макаровым, А. Н. Макаровым.

А.С. №616786 «Сырьевая смесь для получения специального цемента», 1977. Совм. с В. В. Тимашевым, В. К. Ларионовым, Б. В. Алексеевым, И. М. Тихомировым.

А.С. №614052 «Клинкер для получения цветного портландцемента», 1977. Совм. с В. В. Тимашевым, Н. И. Макаровым, А. Н. Макаровым.

А.С. №624892 «Способ обработки электротермофосфорного шлака для производства шлакопортландцемента, 1978. Совм. с В. В. Тимашевым, У. А. Аяповым, К. Ш. Балимбетовым, В. М. Степановым, А. Т. Сулейменовым, З. К. Турисбековым.

А.С. №624893 «Клинкер для получения расширяющегося цемента». 1978. Совм. с В. В. Тимашевым, Б. В. Алексеевым, А. И. Кирилловым, В. К. Ларионовым.

А.С. №639827 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1978. Совм. с В. В. Тимашевым, Н. И. Макаровым, И. В. Моисеевым, М. Г. Толочковой, А. Н. Коньшиным.

А.С. №657218 «Газовая горелка», 1978. Совм. с В. В. Тимашевым, В. К. Абрамовым, А. Н. Макаровым.

А.С. №665462 «Состав клинкера для получения расширяющегося цемента», 1978. Совм. с В. В. Тимашевым, Н. И. Макаровым, К. А. Рябченко, И. Ф. Бабарыко.

А.С. №692794 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1979. Совм. с В. В. Тимашевым, М. Т. Власовой, Н. Я. Михальченковым, В. Н. Карнаулевым, Е. М. Хавиным, С. И. Иващенко.

А.С. №726048 «Вяжущее», 1979. Совм. с В. В. Тимашевым, Ф. А. Байрамовым, П. И. Софинским, В. Н. Панюшкиным.

А.С. №729157 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1980. Совм. с В. В. Тимашевым, А. И. Яремчуком, В. Г. Бородачевым, В. Г. Акимовым.

А.С. №730641 «Сырьевая смесь для получения хлорсодержащего клинкера», 1980. Совм. с В. В. Тимашевым, Е. А. Никольским, П. И. Софинским.

А.С. №759478 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1980. Совм. с В. В. Тимашевым, Н. И. Макаровым, К. А. Рябченко, Р. М. Дзвонковским.

А.С. №763288 «Способ утилизации пыли», 1980. Совм. с В. В. Тимашевым и Р. М. Дзвонковским.

А.С. №774164 «Бетонная смесь», 1980. Совм. с В. В. Тимашевым, В. И. Осиповым, В. К. Ларионовым.

А.С. №815440 «Вращающаяся печь для обжига цементного клинкера», 1981. Совм. с В. В. Тимашевым, И. В. Моисеевым, В. К. Абрамовым, О. Н. Макаровым.

А.С. №833685 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера, 1981. Совм. с В. В. Тимашевым, П. И. Софинским, Е. Н. Потаповой.

А.С. №846521 «Строительный раствор», 1981. Совм. с В. В. Тимашевым, В. К. Ларионовым, В. И. Осиповым, В. А. Столяровой.

А.С. №881037 «Вяжущее», 1981. Совм. с В. В. Тимашевым, Н. И. Макаровым, В. К. Ларионовым.

А.С. №885176 «Способ получения цементного клинкера», 1981. Совм. с В. В. Тимашевым, В. Е. Алексеевым, О. Н. Макаровым.

А.С. №885192 «Сырьевая смесь для получения силикатных изделий», 1981. Совм. с В. В. Тимашевым, М. А. Воробьевой, Н. М. Пановым, Н. Ф. Дюковой.

А.С. №885194 «Сырьевая смесь для изготовления асбестоцементных изделий», 1981. Совм. с В. В. Тимашевым, О. Н. Шевченко, Н. И. Макаровым, Ю. С. Гризаком.

А.С. №1011578 «Клинкер для получения напрягающего цемента», 1983. Совм. с В. В. Тимашевым, К. А. Рябченко, Г. Е. Лейфманом, Ю. Р. Кривобородовым.

А.С. №1043125 «Способ получения цементного клинкера», 1983. Совм. с В. В. Тимашевым, Г. П. Кабаном, И. Ф. Пономаревым, А. И. Здоровым, Р. М. Дзвонковским, М. М. Коробовым, А. Г. Холодным, О. Н. Макаровым.

А.С. №1078818 «Напрягающий цемент», 1983. Совм. с В. В. Тимашевым, К. А. Рябченко, Г. Е. Лейфманом, Ю. Р. Кривобородовым.

А.С. №1122875 «Устройство для подачи сырьевых материалов во вращающуюся печь», 1985. Совм. с В. А. Калабуховым, В. И. Шубиным, О. К. Камалевым, Г. А. Аксакаловым, В. В. Шелудько, Л. В. Людвигом, М. Р. Раманкуловым, Л. И. Середой.

А.С. №1159276 «Способ получения цементного клинкера», 1985. Совм. с В. В. Тимашевым, В. К. Барбашовым, В. Л. Иваницким, Р. М. Дзвонковским, В. И. Шлемовичем.

А.С. №1165659 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1985. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Н.И Макаровым, Е. Н. Потаповой, Б. Э. Юдовичем, В. В. Птицыным, А. И. Алексеевым.

А.С. №1167164 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1986. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Г. Е. Лейфманом, Е. Н. Потаповой, В. В. Бурыгиным.

А.С. №1187406 «Способ производства клинкера для получения цемента», 1986. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. И. Советниковым, Р. М. Дзвонковским.

А.С. №1220269 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1986. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой, В. В. Бурыгиным.

А.С. №1258820 «Способ получения вяжущего», 1986. Совм. с В. П. Гончаро-

вым, А. С. Гореликом, Е. М. Гитером.

А.С. №1265168 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1986. Совм. с Т. В. Кузнецовой, А. Н. Коньшиным, Е. Н. Потаповой, В. Г. Акимовым, А. К. Акопяном, В. Г. Амоевой, В. Г. Михаэляном.

А.С. №1327463 «Способ производства клинкера для получения цемента», 1986. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Г. В. Кожемякиным, Р. М. Дзвонковским, О. Н. Макаровым, Е. Н. Потаповой, Е. И. Советниковым.

А.С. №1347364 «Способ производства клинкера для сульфатостойкого цемента», 1987. Совм. с Т. В. Кузнецовой, И. Ф. Пономаревым, Р. М. Дзвонковским, Е. Н. Потаповой.

А.С. №1374701 «Способ производства портландцементного клинкера», 1987. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой, Р. М. Дзвонковским, А. Г. Добровольским.

А.С. №1374702 «Способ производства портландцементного клинкера», 1987. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Н. И. Макаровым, Е. Н. Потаповой, Р. М. Дзвонковским, И. Ф. Пономаревым.

А.С. №1408741 «Способ производства цементного клинкера», 1988. Совм. с И. Ф. Пономаревым, Т. В. Кузнецовой, В. С. Платоновым, Р. М. Дзвонковским, Е. Н. Потаповой, М. М. Коробовым.

А.С. №1430379 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1986. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой, В. В. Бурыгиным.

А.С. №1441705 «Способ производства портландцементного клинкера», 1988. Совм. с Р. М. Дзвонковским, Е. Н. Потаповой, М. М. Коробовым.

А.С. №1441706 «Способ производства портландцементного клинкера», 1988. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой, Е. И. Советниковым, Р. М. Дзвонковским, М. М. Коробовым.

А.С. №14907347 «Способ получения цементного клинкера», 1988. Совм. с

Е. И. Советниковым, Р. М. Дзвонковским, Б. Г. Линшитцем.

А.С. №1498731 «Цементный клинкер», 1988. Совм. с Т. В. Кузнецовой, В. Г. Акимовым, Р. М. Дзвонковским.

А. С. №1503235 «Способ получения вяжущего», 1988. Совм. с Е. М. Гитером, А. С. Гореликом, Т. В. Кузнецовой, М. В. Сидоровой.

А.С. №1512027 «Способ производства портландцементного клинкера», 1989. Совм. с В. С. Платоновым, В. Г. Шмыгля, Р. М. Дзвонковским, М. М. Коробовым, В. Ф. Устином, В. Л. Бароном, Е. Н. Потаповой, Э. С. Костинским, Т. В. Кузнецовой.

А.С. №1513828 «Способ получения напрягающего цемента», 1989. Совм. с Е. Н. Потаповой и Р. М. Дзвонковским.

А.С. №1513829 «Способ получения расширяющегося цемента», 1989. Совм. с Е. Н. Потаповой и Р. М. Дзвонковским.

А.С. №1513830 «Способ охлаждения цементного клинкера», 1989. Совм. с Р. М. Дзвонковским, М. М. Коробовым.

А.С. №1536725 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1989. Совм. с Т. В. Кузнецовой, Е. Н. Потаповой, В. В. Бурыгиным, Г. В. Винокуровым, Г. К. Тарабриным, В. С. Волковым, Г. С. Чернявским, В. А. Бирюковой.

А.С. №1550844 «Способ производства портландцементного клинкера», 1989. Совм. с В. С. Платоновым, Р. М. Дзвонковским, М. М. Коробовым, В. Л. Бароном, Е. Н. Потаповой, В. Ф. Устином, Э. П. Костинским, Т. В. Кузнецовой.

А.С. №1571950 «Способ производства портландцементного клинкера», 1989. Совм. с Е. Н. Потаповой, Р. М. Дзвонковским, М. М. Коробовым.

А.С. №1571951 «Способ производства портландцементного клинкера», 1989. Совм. с А. В. Брыжиком, И. М. Тынниковым, Е. В. Текучевой, Р. М. Дзвонковским, М. М. Коробовым.

А.С. №1616055 «Способ изготовления бетонных изделий», 1992. Совм. с

А. Ю. Сичкаревой, Т. В. Кузнецовой, В. Ф. Сазоновой, В. И. Золотовицким, А. А. Джарабаевым, Ю. Р. Кривобородовым.

А.С. №1685065 «Способ производства низкоосновного клинкера», 1991. Совм. с Е. Н. Потаповой, Е. И. Советниковым, В. П. Чижовым.

А.С. №1716747 «Сырьевая смесь для получения цементного клинкера», 1992. Совм. с В. Г. Акимовым, В. Н. Панюшкиным, О. Л. Журой.

А. С. №1752540 «Бетоносмеситель», 1992. Совм. с А. Ю. Сичкаревой, Т. В. Кузнецовой.

Патент РФ № 2109703 «Клинкер для низкоалюминатного цемента», 1998. Совм. с Й. Штарком, Е. Н. Потаповой.

Патент РФ № 2116984 «Цемент», 1998. Совм. с З. Б. Энтиным, В. В. Семиндейкиным, М. В. Бахаревым, И. Л. Сиденко, Л. С. Нефедовой.

Патент РФ № 2122984 «Сырьевая смесь для получения клинкера тампонажного портландцемента», 1998. Совм. с В. В. Семиндейкиным, З. Б. Энтиным, Ю. В. Курочкиным, М. В. Бахаревым, И. Л. Сиденко.

Патент РФ № 2123984 «Специальный портландцемент», 1998. Совм. с А. К. Евстратовым, В. В. Семиндейкиным, З. Б. Энтиным.

Патент РФ № 2129996 «Цемент», 1998. Совм. с В. Л. Иваницким, В. Б. Игнатьевым, С. П. Сивковым, Л. А. Феднером, З. Б. Энтиным.

Патент РФ № 2129997 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера с нормированным минералогическим составом», 1998. Совм. с А. К. Евстратовым, В. Л. Иваницким, В. Б. Игнатьевым, З. Б. Энтиным.

Патент РФ № 2129998 «Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера», 1998. Совм. с В. Л. Иваницким, В. Б. Игнатьевым, С. П. Сивковым, З. Б. Энтиным.

Патент РФ № 2142921 «Клинкер для получения белого цемента», 1999. Совм. с М. В. Богушем, Л. И. Сычевой, Л. А. Феднером, З. Б. Энтиным.

Патент РФ № 2142922 «Шихта для получения белого портландцементного

клинкера», 1999. Совм. с М. В. Богушем, А. Е. Неретиным, З. Б. Энтиным.

Патент РФ № 2142923 «Способ одновременного получения супермелкого портландцемента с удельной поверхностью более 1000 $м^2$/кг и рядового портландцемента», 1999. Совм. с М. В. Богушем, А. Е. Неретиным, С. П. Сивковым, З. Б. Энтиным.

Патент РФ № 2144977 «Тампонажный цемент для низкотемпературных скважин», 2000. Совм. с А. Н. Гноевых, А. А. Рябоконем, Ю. Р. Кривобородовым.

Патент РФ № 2148703 «Тампонажный материал», 2000. Совм. с Ю. П. Лукошкиным, В. Е. Мануйловым, Ю. Р. Кривобородовым, Т. В. Кузнецовой.

Патент РФ № 2151751 «Сырьевая смесь для получения СФ-клинкера», 2000. Совм. с В. Л. Иваницким, В. Б. Игнатьевым, И. С. Пушкаревым, Чан Вон Мо, З. Б. Энтиным.

Патент РФ № 2151752 «Портландцемент», 2000. Совм. с В. Л. Иваницким, В. Б. Игнатьевым, И. С. Пушкаревым, Чан Вон Мо, З. Б. Энтиным.

Патент РФ № 2151754 «Способ получения портландцементного клинкера», 2000. Совм. с В. Л. Иваницким, В. Б. Игнатьевым, И. С. Пушкаревым, Чан Вон Мо, З. Б. Энтиным.

Патент РФ № 2180325 «Сульфатостойкий барийсодержащий портландцемент», 2002. Совм. с А. Н. Усачевым, В. И. Наздря, Д. В. Саморуковым, Ю. Р. Кривобородовым, Т. В. Кузнецовой.

Патент РФ № 2169715 «Способ приготовления шихты для получения клинкера белого цемента», 2001. Совм. с М. В. Богушем, Л. М. Сулименко, З. Б. Энтиным.

Патент РФ № 2198147 «Безусадочный цемент», 2003. Совм. с В. Л. Иваницким, В. Б. Игнатьевым, И. С. Пушкаревым, З. Б. Энтиным.

Патент РФ № 2237626 «Сырьевая смесь для изготовления клинкера сульфа-

тостойкого портландцемента», 2004. Совм. с З. Б. Энтиным, А. З. Мамедовым.

Патент РФ № 2237627 «Сульфатостойкий портландцемент», 2004. Совм. с З. Б. Энтиным, А. З. Мамедовым.

Патент РФ № 2237629 «Способ получения сырьевой смеси для производства портландцементного клинкера», 2004. Совм. с З. Б. Энтиным, А. З. Мамедовым.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ Александр Павлович Осокин был и навсегда останется в нашей памяти человеком, высокий профессионализм и лучшие человеческие качества которого выделяли его среди ученых – цементников. Его беззаветная преданность и любовь к своей работе была основой, позволившей сплотить коллектив кафедры и создать научную школу, которая создала и создает до сих пор замечательные научные разработки, обогащающие науку о химии и технологии композиционных и вяжущих материалов.

Научная, производственная и педагогическая деятельность, жизнерадостность, дружелюбие, умение прийти на помощь в трудную минуту снискали А. П. Осокину огромное уважение и любовь коллег-цементников, студентов, аспирантов и сотрудников РХТУ им. Д. И. Менделеева и родственных Вузов.

Публикации и монографии А. П. Осокина и его учеников внесли огромный вклад в развитие цементной технологии.

ФОТОЛЕТОПИСЬ ЖИЗНИ
А. П. ОСОКИНА

1948 год

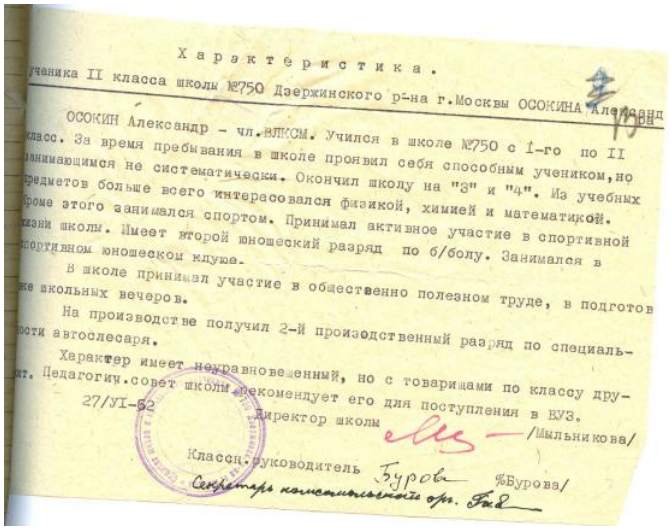
В саду с любимыми яблоками

1960 год

Лучший баскетболист школы № 750 Дзержинского района г. Москвы

1962 год

Накануне окончания средней школы



Характеристика выпускника школы

Х а р а к т е р и с т и к а .

ученика II класса школы №750 Дзержинского р-на г.Москвы ОСОКИНА Александ

ОСОКИН Александр - чл.ВЛКСМ. Учился в школе №750 с 1-го по II класс. За время пребывания в школе проявил себя способным учеником,но занимающимся не систематически. Окончил школу на "3" и "4". Из учебных предметов больше всего интересовался физикой, химией и математикой. Кроме этого занимался спортом. Принимал активное участие в спортивной жизни школы. Имеет второй юношеский разряд по б/болу. Занимался в спортивном юношеском клубе.

В школе принимал участие в общественно полезном труде, в подготов ке школьных вечеров.

На производстве получил 2-й производственный разряд по специаль ности автослесаря.

Характер имеет неуравновешенный, но с товарищами по классу дру мат. Педагогич.совет школы рекомендует его для поступления в ВУЗ.

27/VI-62 Директор школы /Мыльникова/

Классн.руководитель Бурова /Бурова/

Фамилия Осокин
Имя Александр
Отчество Павлович
Протокол № 14 от 12/VII 1962 г.
Дата выдачи 31 мая 1962 г.

Подпись ответственного секретаря приемной комиссии

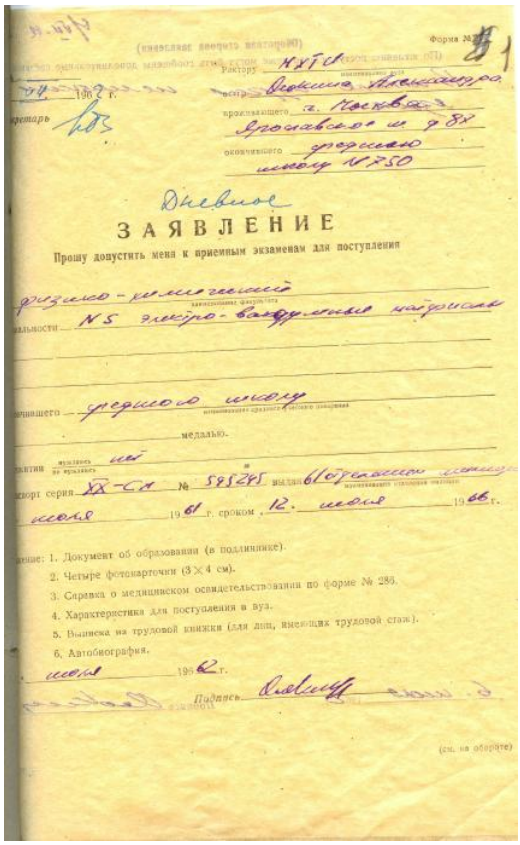
Место печати

Личная подпись

ОТМЕТКИ
о прохождении приемных экзаменов

№ п/п	Предмет	Характер экзамена	Дата экзамена	Оценка	Подпись преподав.
1	Математика	Устный	3/VIII	хор.	
2	Русский язык и литерат.	Письмен.		Хор.	
3	Физика	Устный	2.VIII 62	отл.	
4	Химия	Устный	6.VIII 62	отл	
5	Иностр. язык	Устный	13/VIII	хор.	

Экзаменационный лист абитуриента А. Осокина



Ректору МХТИ
Осокина Александра
г. Москва
Ярославское ш. д. 8к
оканчивающего дневную школу №750

Дневное

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу допустить меня к приемным экзаменам для поступления

физико-химический
на N5 электро-вакуумные материалы

оканчивающего дневную школу

медалью нет

паспорт серия XX-СА № 595295 выдан 60 отделением милиции г. Москвы 12 июля 1961 г. сроком 12 июля 1966 г.

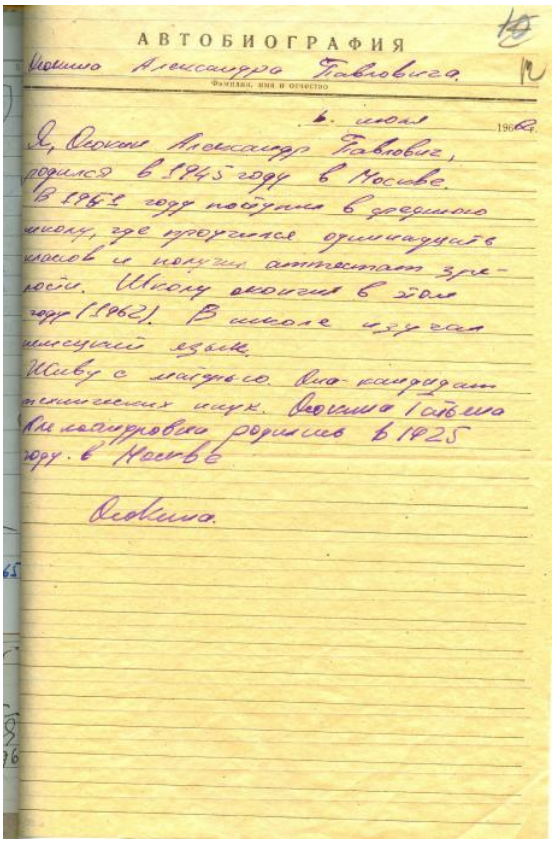
Приложение: 1. Документ об образовании (в подлиннике).
2. Четыре фотокарточки (3 × 4 см).
3. Справка о медицинском освидетельствовании по форме № 286.
4. Характеристика для поступления в вуз.
5. Выписка из трудовой книжки (для лиц, имеющих трудовой стаж).
6. Автобиография.

12 июля 1962 г.

Подпись Осокин

(см. на обороте)

Заявление в приемную комиссию МХТИ



АВТОБИОГРАФИЯ

Осокина Александра Павловича.
Фамилия, имя и отчество

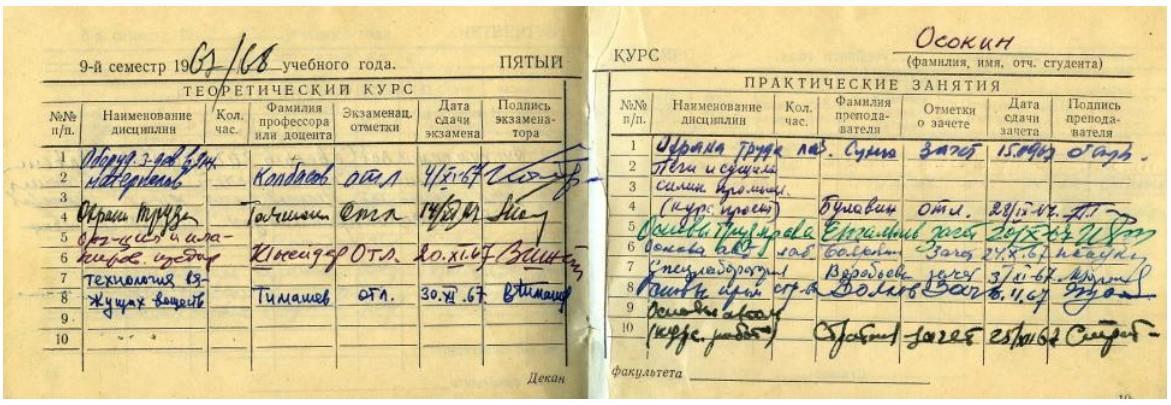
6 июля 1962 г.

Я, Осокин Александр Павлович, родился в 1945 году в Москве. В 1952 году поступил в дневную школу, где учился одиннадцать классов и получил аттестат зрелости. Школу окончил в 1962 году. В школе изучал английский язык. Живу с матерью. Мой кандидат технических наук. Осокина Павла Николаевича родился в 1925 году. в Москве

Осокина.

Первая написанная автобиография

1967 год



9-й семестр 1967/68 учебного года. ПЯТЫЙ КУРС

Осокин
(фамилия, имя, отч. студента)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

№№ п/п.	Наименование дисциплин	Кол. час.	Фамилия профессора или доцента	Экзаменац. отметки	Дата сдачи экзамена	Подпись экзаменатора
1	Оборуд. з-дов					
2	Автоматика		Колобков	отл	4/XII-67	
3						
4	Охрана труда		Толчинов	отл	14/XII-67	
5	Эл-ка и ила-					
6	Констр. судов		Конецкая	Отл.	20.XI.67	
7	Технология					
8	Жущих веществ		Тимашев	отл.	30.XI.67	
9						
10						

Декан

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

№№ п/п.	Наименование дисциплин	Кол. час.	Фамилия преподавателя	Отметки о зачете	Дата сдачи зачета	Подпись преподавателя
1	Охрана труда лаб.		Сушь	Зачет	15.04.67	
2	Печи и сушила					
3	Сили. промыш.					
4	(курс. проект)		Буланин	отл.	22/II-67	
5	Основы техники		Евгеньев	зач.	26/X-67	
6	Основы ЭВМ лаб.		Болотин	Зачет	24.X.67	
7	Спецлаборатория		Воробьев	зачет	3/XI-67	
8	Основы охраны		Долгов	Зачет	6.11.67	
9	Основы эконо					
10	(курс. работа)					

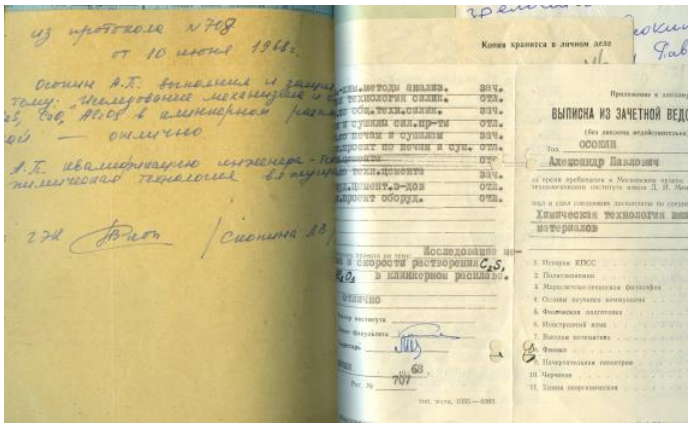
Факультета

Зачетная книжка. Спецпредметы – только на «отлично»

1968 год

С институтскими друзьями
на Лесной.
Слева направо: С. Н. Шаров,
А. П. Осокин, Я. К. Набиев

Выписка из
зачетной
ведомости



На военных сборах (г. Самбор)

1970 год

В «обжиговой» с
В. Г. Селивановым

У могилы Паустовского
с С. Н. Шаровым.
(Таруса, октябрь 1970 г.)

Проверка на качество
«термообработанного»
продукта

1972 год

У приборов по определению свойств клинкерных расплавов

1973 год

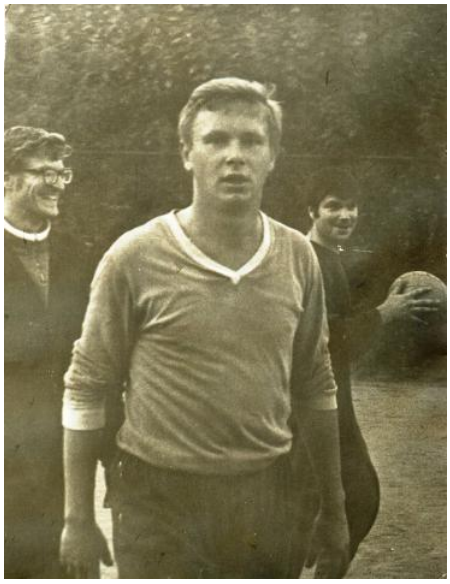
Пас В. В. Тимашеву

С любимой дочкой

1974 год

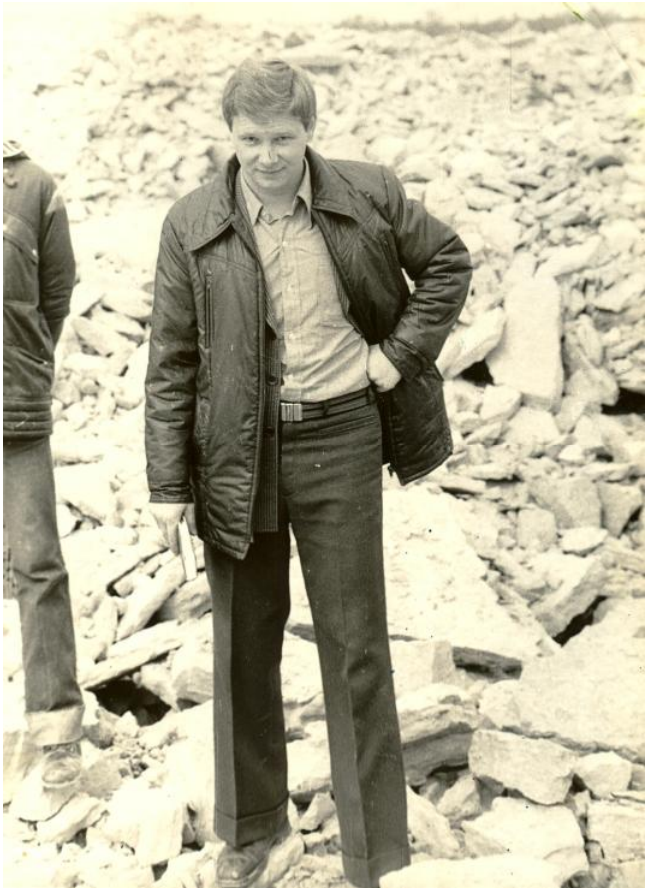
Участник VI Международного конгресса по химии цемента. 1974 г.

1975 год



С друзьями во время футбольного матча

1977 год



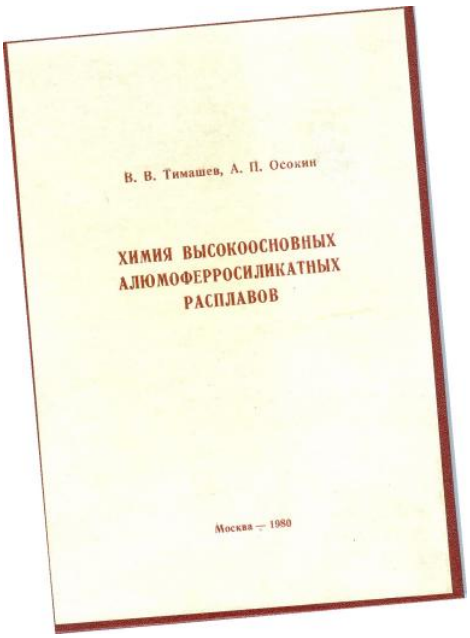
В карьере цементного завода
«Октябрь».
Студенческая практика,
Новороссийск. 1977 г.

1979 год

В гостях у будущего
профессора Й. Штарка.
Веймар. 1978 г.
(на руках у А.П. дочка
Штарка Моника)

1980 год

Студенческая практика на цементном заводе «Пунане Кунда». В часы досуга.



Первый монографический обзор

А.П.Осокин в составе делегации МХТИ в БТИСМ

1981 год

Коллектив кафедры химической технологии вяжущих материалов с переходящим Красным знаменем победителя в соцсоревновании между кафедрами института. Слева направо: первый ряд – А.Ф.Авилова, С.П.Сивков, А.П.Осокин, Л.И.Сычева, В.В.Тимашев, В.М.Колбасов; второй ряд – В.Н.Панюшкин, А.Н.Белов, Т.Н.Баженова, С.Н.Володина, В.А.Столярова, В.В.Птицын, Н.С.Никонова; третий ряд – Н.И.Елисеев, Е.Ю.Цепелева, П.Г.Кожемякин, А.Н.Коньшин, Е.Н.Потапова, П.И.Софинский

1983 год

На «50-летнем» юбилее факультета

Слева направо: В.В.Давыдов, Н.И.Макаров, А.П.Осокин, И.Г.Лугинина, Е.Г.Древицкий, Т.В.Кузнецова, В.М.Белогуров

Слева направо: А.П.Осокин, Е.Н.Потапова, В.П.Чижов, Л.А.Добронравова, В.М.Колбасов, В.Н.Покровская, В.А.Столярова, Л.И.Сычева

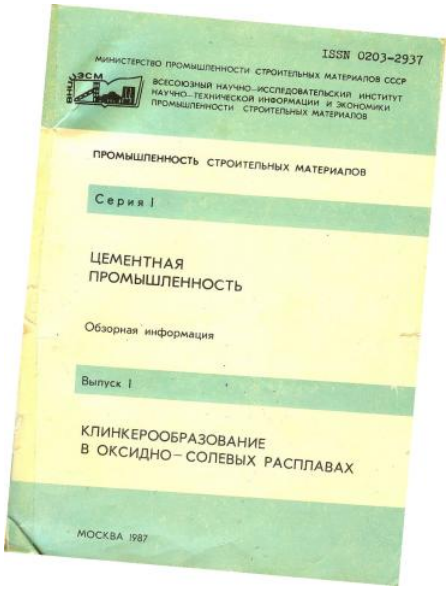
1986 год

Встреча преподавателей кафедры со студентами в общежитии в Тушино

С другом из Узбекистана Юсуп Ханом во время поездки в составе делегации во Францию

1987 год

Короткий привал на Камчатских сопках



Второй монографический обзор
(авторы А.П.Осокин, Е.Н.Потапова)

1988 год

В МАЗе с Л.И.Сычевой

1989 год

С супругой в кругу друзей

Первое выступление в новом корпусе факультета в Тушино

1990 год

Подпись А.П. на обороте фотографии: «Начало стройки корпуса «кибернетики». Будущий директор Тушинского комплекса схватился за голову».
Слева направо: П.Д.Саркисов, А.П.Осокин, Г.В.Авраменко, Н.И.Акинин

А.П.Осокин, В.А.Горшков и В.Г.Акимов рядом с ДРОН-3 в кафедральной лаборатории физико-химических методов анализа

1992 год

На кафедре. Слево направо: В.М.Колбасов, Л.И.Сычева, А.П.Осокин, Е.Н.Потапова, Т.В.Кузнецова, С.П.Сивков, Ю.Р.Кривобородов, В.Г.Акимов

1993 год

В издательстве «Стройиздат» вышла монография А.П.Осокина и его учеников

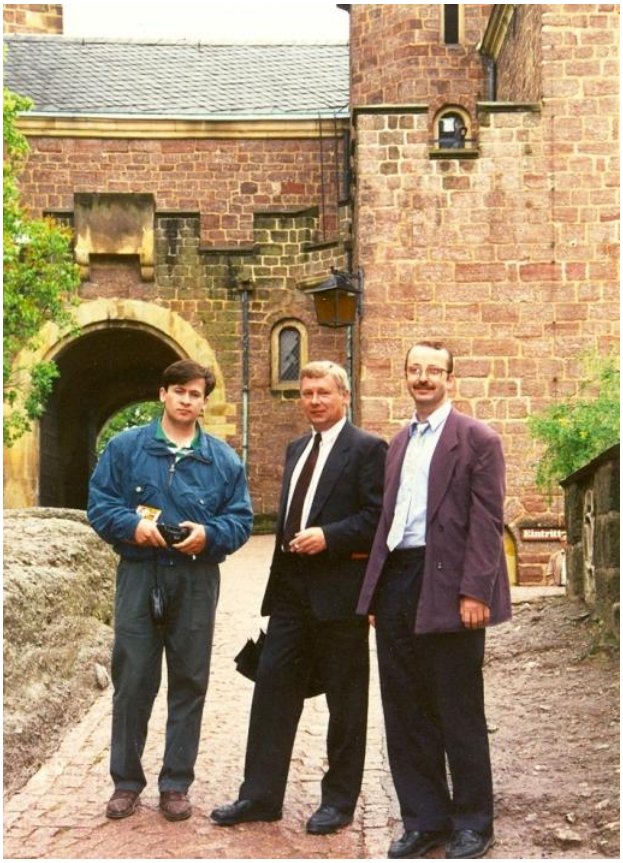
1994 год

На цементном заводе в Швейцарии

Подпись А.П. на обороте фотографии: «Вацуг-94. Из Цюриха в Вацуг по пиву (видны руки Т.В.Кузнецовой). Лихтенштейн. 1994»

1995 год

ОАО «Щуровский цемент».
Поздравление от РХТУ им.
Д.И.Менделеева со 100-летним
юбилеем



У ворот крепости Вартбург
(г. Айзенах, ФРГ).
Слева направо:
Р. Тулаганов,
А. П. Осокин, Г.Фишер

1996 год

Образование при РХТУ им. Д.И.Менделеева «Научно-технического центра». Слева направо: первый ряд – Т.В.Кузнецова, Г.П.Омельченко, А.П.Осокин, В.А.Козлова, З.Б.Энтин, Л.М.Сулименко, С.П.Сивков; второй ряд – Л.А.Абакумова, М.А.Калитина, О.Н.Матюхина, Е.Н.Потапова, Л.С.Нефедова, И.Л.Сиденко, Н.Б.Альбац, Л.И.Сычева; третий ряд – Г.Н.Новикова, Н.С.Никонова, Ю.М.Милянцевич, Н.С.Титкин, Л.А.Феднер, И.Б.Степанова, Н.В.Нефедова, Ю.Р.Кривобородов, В.Г.Акимов, П.Г.Кожемякин, В.Н.Панюшкин

В перерыве I Международного совещание по химии и технологии цемента (рядом с А.П. Осокиным В.И.Шубин)

1997 год

С заводчанами перед зданием заводоуправления ОАО «Щуровский цемент»

А.П.Осокин и В.Х.Джабиров с разработанными изделиями из полимербетона (ОАО «Щуровский цемент»)

Встреча с белорусскими коллегами на Ибаусиле. Слева направо: Л.А.Феднер, Е.Н.Потапова, А.П.Осокин, М.И.Кузьменков, Л.И.Сычева, Г.С.Кардумян

Обсуждение с профессорами И.Б.Харченко и Л.А.Феднером совместных работ. Ибаусил-97

Подпись А.П. на обороте фотографии: «Успешное завершение Ибаусил-97, виден глаз Потаповой Е. Н. и дающая рука Феднера Л. А. (настроение «супер»)»

Первый учебник в России по специальным цементам

1998 год

На цементном заводе в Пусане. 3-й справа А. П. Осокин. Южная Корея. 1998г.

После совещания с директорами цементных заводов «Альфа Цемент»
в Холдербанке. Цюрих. 1998 г.

Подпись А.П. на обороте фотографии: «Прием корейцев в Москве. Дочь выступает переводчиком».

По результатам научно-педагогической деятельности А.П.Осокину присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

Проводы Б.С.Альбаца в Америку. Февраль 1998 г. Слева направо: первый ряд – С.Н.Володина, В.П.Чижов, Л.А.Феднер; второй ряд – Л.А.Добронравова, Ж.К.Феськова, Б.С.Альбац, Л.И.Сычева Е.Н.Потапова, Н.Ф.Дюкова, А.П.Осокин; третий ряд – Л.М.Сулименко, В.Г.Акимов, В.В.Большов,

1999 год

В редкие часы досуга

П.Д.Саркисов, Л.М.Сулименко и А.П.Осокин
поздравляют В.Я.Серебренникова с днем рождения

На ОАО «Спасскцемент». Обсуждение с южно-корейскими коллегами совместных работ

Встреча на кафедре
Нового 2000 года

2000 год

В Американском институте нефти (API). Вашингтон, 20 апреля 2000 г. Слева направо: А.П.Осокин, В.Б.Игнатьев, З.Б.Энтин

Подпись А.П. на обороте фотографии: «Уже 55: и патенты есть, и сил достаточно»

Подпись А.П. на обороте фотографии: Решение «важных вопросов» с Харифом у него на вилле в Америке»

А.П.Осокин вместе с
Б.С.Альбацем и
З.Б.Энтиным
у водопадов на р. Патомак,
г. Вашингтон, США

Открытие II
Международного
совещания по
химии цемента.
Слева направо:
Й. Штарк,
А.И.Здоров,
Ю.М.Баженов,
П.Д.Саркисов,
А.П.Осокин,
Т.В.Кузнецова,
В.Е.Авдеев

В неформальной обстановке.
Слева направо: Й.Штарк,
Н.И.Зельвянская, А.П.Осокин

Заседание секции «Цементное сырье и физико-химические процессы клинкерообразования». Слева направо: Л.М.Сулименко, А.П.Осокин, Е.Н.Потапова

2001 год

На ОАО «Липецкий цементный завод» готовится программа совместных работ. Слева направо: Л.М.Сулименко, А.П.Савин, А.П.Осокин

2002 год

А.П. в роли тамады на юбилее
П.Д.Саркисова (октябрь 2002 г.)

А.П.: «Павел Джибраелович, позвольте задать Вам каверзный вопрос»

«За здравие»!!!

На кафедре химической технологии композиционных и вяжущих материалов. Слева направо: А.Ю.Самсонов, А.В.Беляков, Л.М.Сулименко, З.Б.Энтин, Л.И.Сычева, Н.Ю.Михайленко, А.П.Осокин, С.С.Саркисова, П.Д.Саркисов, Е.Н.Потапова, В.В.Большов, В.П.Чижов

В МАЗе с С.И.Сулименко
на встрече Нового года

Решение спорных вопросов
заведующего кафедрой и его
заместителя. Рядом с
А.П.Осокиным – Л.И.Сычева

УДОСТОВЕРЕНИЕ № 341

Президиум Российской инженерной академии
Постановлением № 44 от «22» 05 2002 г.

присвоил
Осокину
Александру Павловичу

почетное звание
«Заслуженный инженер России»

Президент Б.В. Гусев
Гл. уч. секретарь И.К. Растегаев

За большие достижения в области науки, техники, организации производства и внедрение передовых технологий А.П. Осокину присвоено Почетное звание «Заслуженный инженер России»

2003 год

Встреча коллег на Ибаусиле. Слева направо: Й.Штарк, Ю.М.Баженов, А.П.Осокин Веймар.

Профессора А.П. Осокин и Й.Штарк беседуют с Файге, главным редактором журнала «Zement-Kalk-Gips»

Перед выступлением проф. Харченко И.Б. на Ибаусиле. Веймар. Рядом с А.П. Сивков С.П. и Потапова Е.Н., сзади – Классен В.К.

На экскурсии по Германии. Слева направо: А.П.Осокин, С.П.Сивков, Л.И.Сычева, Е.Н.Потапова

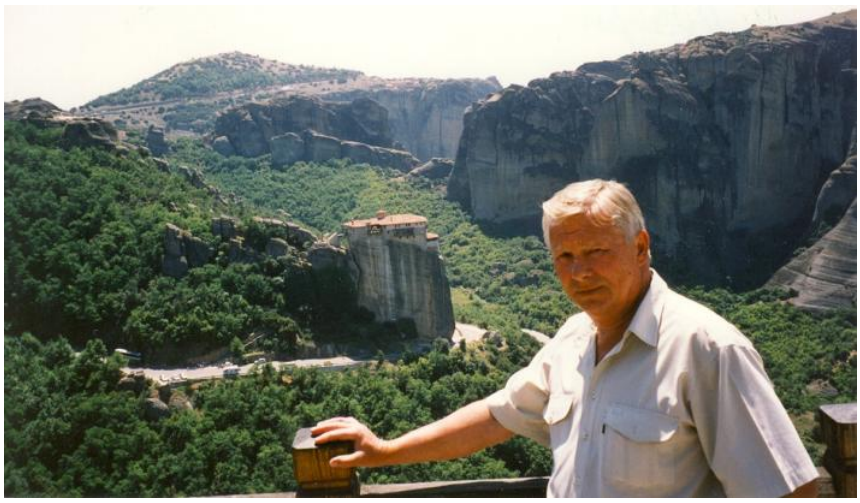
Построение на обед перед началом совещания Ибаусил. Веймар. Слева направо: Е.Н.Потапова, С.П.Сивков, А.П.Осокин

Часть коллектива кафедры химической технологии композиционных и вяжущих материалов со своими учителями. Слева направо: первый ряд – В.В.Большов, Е.Н.Потапова, Т.В.Кузнецова, А.П.Осокин, Л.И.Сычева, С.П.Сивков, Л.А.Абакумова; второй ряд – Ю.Р.Кривобородов, П.В.Верещагин, Л.А.Рогова, В.Н.Панюшкин, Н.С.Третьякова, Е.Н.Анпилогова, О.Н.Матюхина, Е.А.Косинов

В МАЗе перед заседанием
Ученого совета университета
(4 февраля 2003 г.)

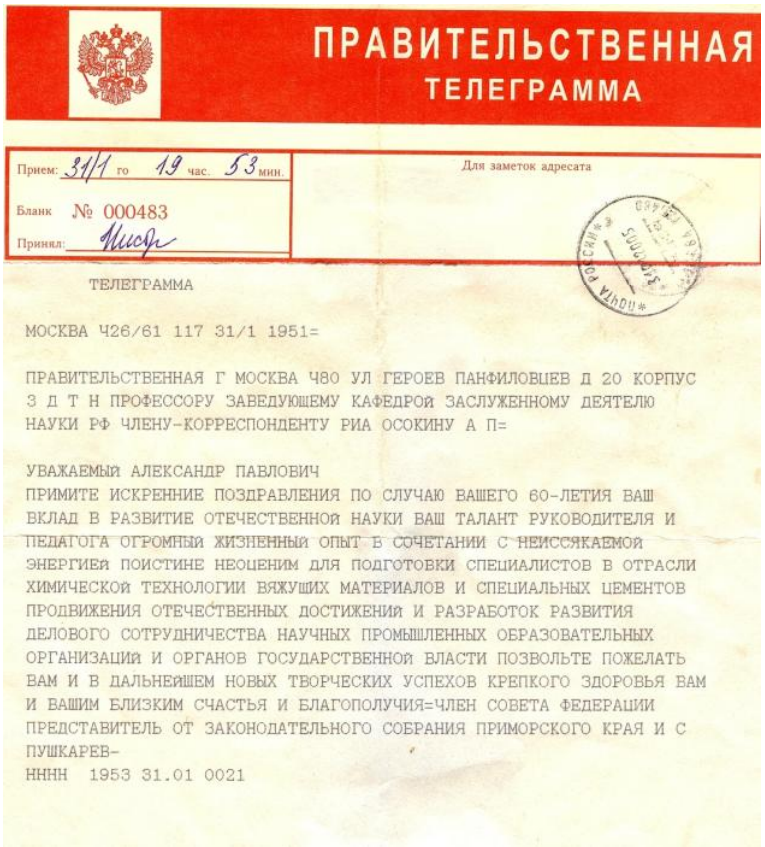
Международная научно-практическая конференция «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее» - на заседании секции «Вяжущих материалов»

На отдыхе.
Метеоры, Греция



Встреча очередного Нового года в МАЗе. Слева направо: В.Н.Кудрявцев, А.П.Осокин, П.Д.Саркисов, Р.П.Озеров

2005 год



ПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ ТЕЛЕГРАММА

Прием: 31/1 го 19 час. 53 мин.
Бланк № 000483
Принял:

Для заметок адресата

ТЕЛЕГРАММА

МОСКВА Ч26/61 117 31/1 1951=

ПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ Г МОСКВА Ч80 УЛ ГЕРОЕВ ПАНФИЛОВЦЕВ Д 20 КОРПУС 3 Д Т Н ПРОФЕССОРУ ЗАВЕДУЮЩЕМУ КАФЕДРОЙ ЗАСЛУЖЕННОМУ ДЕЯТЕЛЮ НАУКИ РФ ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РИА ОСОКИНУ А П=

УВАЖАЕМЫЙ АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ
ПРИМИТЕ ИСКРЕННИЕ ПОЗДРАВЛЕНИЯ ПО СЛУЧАЮ ВАШЕГО 60-ЛЕТИЯ ВАШ ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ ВАШ ТАЛАНТ РУКОВОДИТЕЛЯ И ПЕДАГОГА ОГРОМНЫЙ ЖИЗНЕННЫЙ ОПЫТ В СОЧЕТАНИИ С НЕИССЯКАЕМОЙ ЭНЕРГИЕЙ ПОИСТИНЕ НЕОЦЕНИМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОТРАСЛИ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЦЕМЕНТОВ ПРОДВИЖЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ И РАЗРАБОТОК РАЗВИТИЯ ДЕЛОВОГО СОТРУДНИЧЕСТВА НАУЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ ПОЗВОЛЬТЕ ПОЖЕЛАТЬ ВАМ И В ДАЛЬНЕЙШЕМ НОВЫХ ТВОРЧЕСКИХ УСПЕХОВ КРЕПКОГО ЗДОРОВЬЯ ВАМ И ВАШИМ БЛИЗКИМ СЧАСТЬЯ И БЛАГОПОЛУЧИЯ=ЧЛЕН СОВЕТА ФЕДЕРАЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ОТ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОГО СОБРАНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ И С ПУШКАРЕВ-
НННН 1953 31.01 0021

У стенгазеты с поздравлениями. Слева направо: Е.Н.Анпилогова, И.Ю.Бурлов, П.Д.Саркисов, В.В.Большов (сидит), С.В.Мошковская, Е.В.Булгакова, А.И.Воробьев, А.П.Осокин

А.П.Осокин с П.Д.Саркисовым и А.Ф.Егоровым

Среди заводчан.
Слева направо: В.Л.Рубан, А.С.Михин, А.П.Осокин, Ю.А.Бурлов

Празднование Нового года на кафедре

Фотография на память.
П. Д. Саркисов в майке, которую привез из Вашингтона
Б. С. Альбац

СОДЕРЖАНИЕ

К читателям! ……..... 7

Жизнь и деятельность Александра Павловича Осокина…… 10

Избранные труды профессора А. П. Осокина …… 20

Влияние структуры спеков CaO и C_2S на процесс миграции расплава в спек (*совместно с Н. Ф. Васильевой, Ю. М. Буттом и В. В. Тимашевым*) ……..…… 21

Кислотно-основное взаимодействие в клинкерном расплаве (*совместно с В. В. Тимашевым, С. И. Иващенко, Б. С. Альбацем и Л. С. Филипповой*) …… 28

Алитообразование в оксидно-солевых расплавах (*совместно с В. В. Тимашевым, Е. Н. Потаповой и В. Г. Акимовым*)…… 50

Новое о процессах клинкерообразования (*совместно с Б. С. Альбацем*)…….. 63

Ликвация в расплаве. Причины возникновения, влияние на алитообразование и качество клинкера (*совместно с Е. Н. Потаповой*) ……..… 86

Структура и свойства низкоосновных клинкеров (*совместно с Т. В. Кузнецовой, В. Г. Акимовым и В. Н. Панюшкиным*) ……... 98

Свойства расплавов сульфоферритных и сульфоалюмоферритных клинкеров (*совместно с Ю.Р.Кривобородовым, С.В.Самченко)* ….. 104

Особенности процессов клинкерообразования в условиях технологии «Р-обжиг» (*совместно с Е. Н. Потаповой, Е. И. Советниковым, Р. М. Дзвонковским и А. Г. Холодным*) …….. 112

Свойства расширяющихся цементов и их применение (*совместно с Ю.Р. Кривобородовым*) …….. 122

Система управления качеством продукции в ОАО «Вольскцемент» *(совместно с В. Н. Семиндейкиным, М. В. Бахаревым, З. Б. Энтиным и Б. С. Альбацем)* …….. 134

Основные даты жизни и деятельности доктора технических наук, профессора А. П. Осокина ……. 146
Профессор А. П. Осокин – словами родных, коллег, товарищей и учеников ..……... 148
Библиография трудов А. П. Осокина …….. 223
Заключение …… 268
Фотолетопись жизни А. П. Осокина ..……. 269

Научно-биографическое издание

АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ ОСОКИН – УЧЕНЫЙ, ПЕДАГОГ, ОРГАНИЗАТОР (1945 – 2007)

Серия «Знаменитые Менделеевцы»

Составитель: **Потапова** Екатерина Николаевна

Текст репродуцирован
с оригиналов авторов
Компьютерная верстка: Е. Н. Потапова
Обложка: А. В. Батов

Подписано в печать 01.11.10 г. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 17,84. Уч.-изд. л. 15,58. Тираж 250 экз. Заказ ____.

Российский химико-технологический университет
им. Д. И. Менделеева. Издательский центр.

Адрес университета и издательского центра:
125047 Москва, Миусская пл., 9

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ОАО «Орехово-Зуевская типография»
Московская обл., г.Орехово-Зуево, ул. Дзержинского, д.1