



100 ЛЕТ СО ДНЯ  
РОЖДЕНИЯ

# АЛЬТМАН

## Мориц Борисович

Доктор технических наук,  
профессор



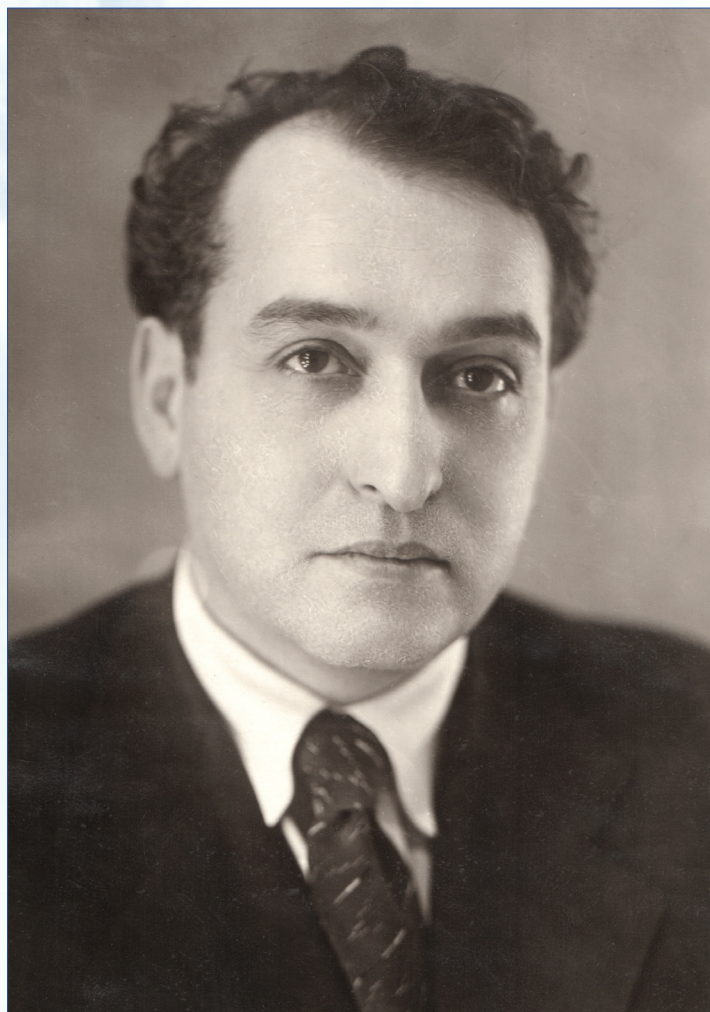
*Назависимому ВИАТ  
Товарищу Тулякову А. П.*

*от Альтмана М.Б. к.т.н.*

*Заявление*

*просить меня  
участвовать в конкурсе  
на звание стар. научного  
сотрудника по специальности  
"Авиационные двигатели и  
моторостроение"*

*Альтман  
6/11/59*



## Мориц Борисович Альтман

Доктор технических наук, профессор

### Лауреат:

Государственной премии СССР.....1972 г.  
Премии Совета Министров СССР.....1986 г.

### Награжден:

Орденом Дружбы народов.....1981 г.  
Медалью «В память 800-летия Москвы».....1947 г.  
Медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне».....1946 г.  
Медалью «За трудовое отличие».....1966 г.  
Памятной медалью «За доблестный труд»  
в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина.....1980 г.  
Почетной грамотой МАП.....1982 г.

## Жизненный путь

- 5 января 1914 Рождение М.Б. Альтмана, г. Одесса
- 1923 Переезд в Москву вместе с родителями
- 1931–1936 Учеба на химфаке МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва
- 1936–1937 Работа на заводе «Красный Пролетарий»
- 1937–1941 Работа в ВИАМ: инженер, старший инженер
- 1941–1943 Работа на авиазаводах г. Омска: старший инженер, начальник лаборатории
- 1943–1998 Работа в ВИАМ: ведущий инженер, старший научный сотрудник, начальник отдела, заместитель начальника лаборатории, начальник лаборатории, старший научный сотрудник-консультант
- 1946 Защита кандидатской диссертации
- 1947 Присвоение М.Б. Альтману ученого звания старшего научного сотрудника
- 1963 Защита докторской диссертации
- 22 октября 2000 Кончина М.Б. Альтмана.



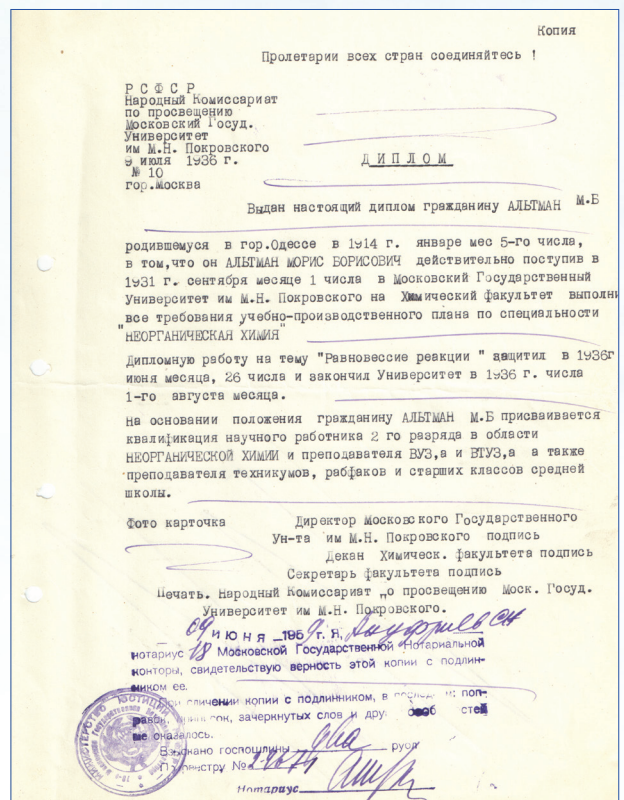
Семья Альтманов, 1935 г.

Мориц Борисович Альтман родился 5 января 1914 года (23.12.1913 г. по старому стилю) в г. Одесса в семье служащего.

В 1923 году с родителями переехал в Москву. Отец Альтмана Борис Абрамович работал начальником планово-экономического отдела Метроснаба, мать Фаина Давидовна была домохозяйкой.

После окончания школы в 1931 году Мориц Борисович поступил на химический факультет Московского государственного университета (в те годы университет носил имя М.Н. Покровского), который успешно окончил в 1936 году.

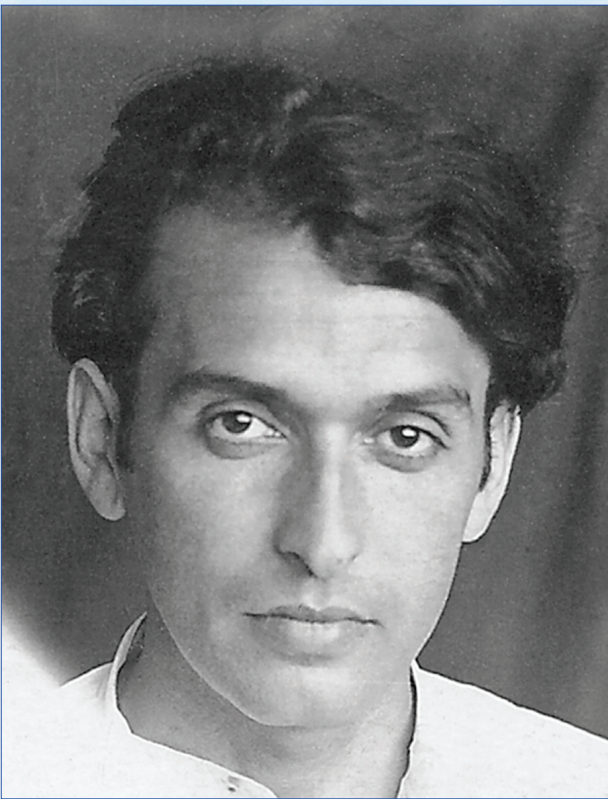
После окончания университета в 1936–1937 гг. М.Б. Альтман работал



Диплом об окончании университета



Группа студентов химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

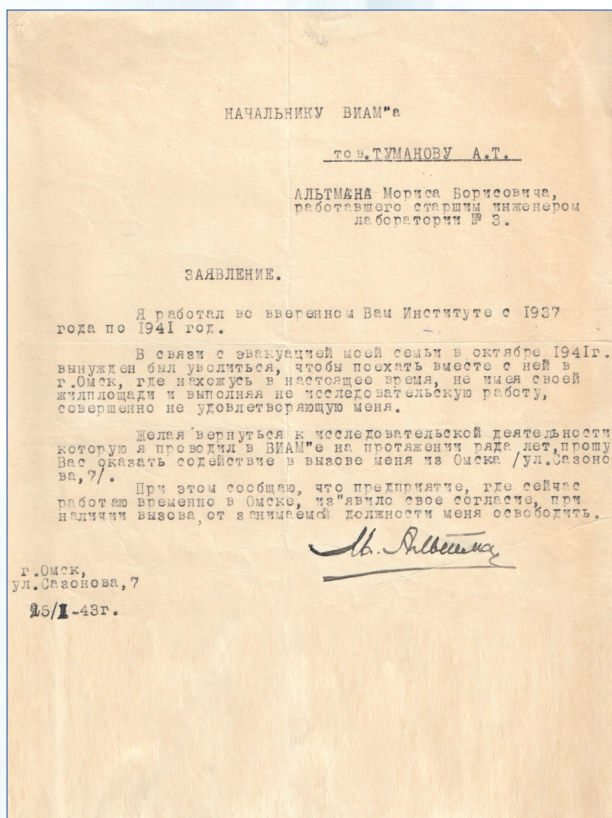


М.Б. Альтман, 1937 г.

инженером-исследователем на заводе «Красный Пролетарий».

В апреле 1937 года поступил на работу в ВИАМ, где проработал инженером, а впоследствии старшим инженером, до 1941 года. В октябре 1941 года институт был эвакуирован в г. Омск, где Мориц Борисович работал на авиазаводе сначала в должности старшего инженера, а затем и начальника лаборатории.

В 1943 году М.Б. Альтман написал заявление на имя начальника ВИАМ А.Т. Туманова с просьбой «оказать содействие в вызове из Омска». Причину Мориц Борисович указал в заявлении: «... выполняю не исследовательскую работу, совершенно не удовлетворяющую меня».



Заявление М.Б. Альтмана на имя начальника ВИАМ А.Т. Туманова с просьбой оказать содействие в вызове из Омска



А.Т. Туманов, начальник ВИАМ с 1938 по 1951 г.

Просьба была удовлетворена, и он был вызван в Москву на работу в ВИАМ.

После возвращения из эвакуации он активно включился в исследования по проблеме чистоты легких сплавов по неметаллическим включениям, которыми занимались И.Н. Фридляндер, И.Ф. Колобнев и другие ученые.

Творческая атмосфера, созданная в институте его руководителем А.Т. Тумановым, оказала большое влияние на становление М.Б. Альтмана как ученого-исследователя.

В то время не существовало надежных методов анализа и определения содержания и природы неметаллических включений, не было подходов к способам за-

щиты расплава от окисления и удаления включений, то есть отсутствовала технология рафинирования.

В основу исследований Мориц Борисович положил анализ протекающих при металлургических процессах химических реакций. Такой подход представлялся ему наиболее перспективным, так как позволял анализировать и прогнозировать поведение металлов и сплавов в металлургическом цикле и при последующей эксплуатации изделий. При выполнении этой работы использовался университетский подход к рассмотрению реакций между газами и химическими соединениями в процессе плавки и литья легких сплавов. Он предложил рассма-



Академик И.Н. Фридляндер



А.П. Гудченко, профессор. Работая в МАТИ, вел преподавательскую и научно-исследовательскую деятельность

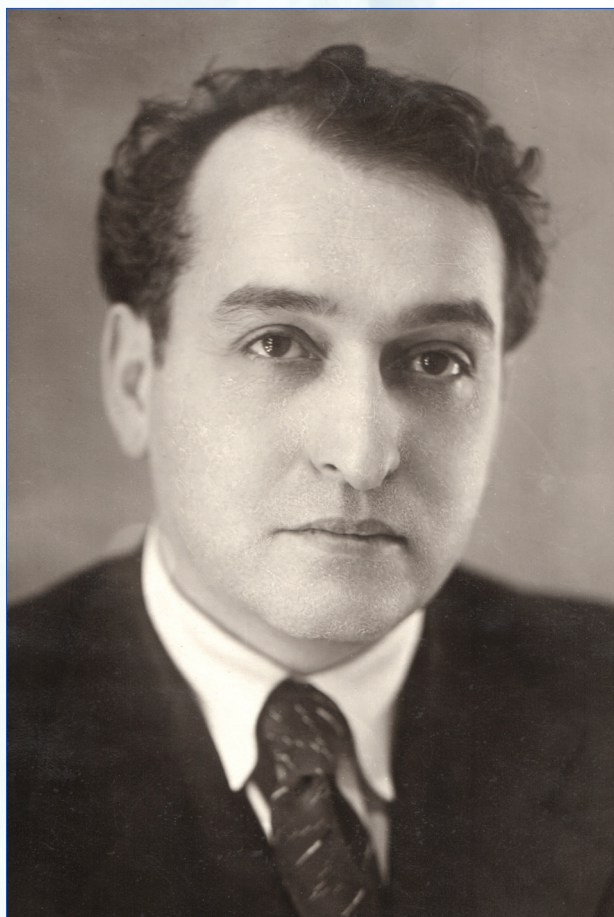
тривать систему: расплав–MeO–газ (водород), исходя из того, что последние составляющие для расплава алюминия газы можно трактовать как комплексные образования типа  $x\text{Al}_2\text{O}_3-y\text{H}_2$ . Эти работы проводились совместно с известным ученым Алексеем Петровичем Гудченко (МАТИ им. К.Э. Циолковского), создавшим признанный в мире метод определения содержания водорода в алюминиевых сплавах по первому пузырьку — метод Даррелла-Гудченко.

Опираясь на работы академиков А.Н. Вольского и А.А. Бочвара, на основе ряда теоретических положений по взаимодействию газов с металлами, М.Б. Альтман разработал профилактические меры,

позволившие исключить повышенное содержание газов в металле, и способы рафинирования расплава для удаления из жидкого металла продуктов реакций.

При анализе неметаллических примесей М.Б. Альтман совместно с В.А. Жабиной усовершенствовали способ горячей вакуумной экстракции для анализа газов в алюминиевых сплавах, что было использовано в работах по изучению системы  $\text{Al}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2$ . В 1940-е годы М.Б. Альтман сконструировал прибор для определения водорода в алюминии и его сплавах методом окисления.

Большой заслугой Морица Борисовича явилась разработка новой концепции универсальных способов рафиниро-



М.Б. Альтман, конец 1940-х годов

вания на основе выдвинутой им гипотезы о связи между газовыми и твердыми неметаллическими включениями, подтвержденной впоследствии экспериментально. Значительное внимание было уделено исследованию флюсов (смесей солей), широко применяемых для алюминиевых сплавов. М.Б. Альтманом была выдвинута идея разделения всех составов флюсов на защитные (покровные) и предназначенные для обработки объема расплава.

Одна из основополагающих работ М.Б. Альтмана – разработка и исследование флюсов. Он установил закономерности влияния состава флюсов на поверх-

ностное натяжение расплавов солей на границе с жидкой фазой. Им показано, что многообразие необходимых свойств может быть получено только в случае применения многокомпонентных флюсов. Для защиты поверхности расплава алюминиевых сплавов флюсы предложено составлять из смесей хлоридов калия и натрия с низкой температурой плавления и малым краевым углом смачивания ( $<90$  град). Показано, что важной добавкой для алюминиевых расплавов являются фториды, облегчающие отделение флюсов от расплава.

М.Б. Альтманом совместно с П.И. Барановым, А.П. Полянским и В.В. Меркуловым разработан универсальный флюс, сочетающий защитные, рафинирующие и модифицирующие свойства. Применение такого флюса дало возможность решить важнейшую производственную задачу – одновременно рафинировать и модифицировать расплав, что обеспечило исключение рафинирования как отдельной операции. До разработки универсальных флюсов при плавке силуминов приходилось проводить модифицирование непосредственно перед разливкой, чтобы не потерять эффект воздействия на форму кремния в структуре эвтектики, что практически снижало влияние предыдущей операции рафинирования и вызывало дополнительное загрязнение расплава.

М.Б. Альтман рассматривал проблему борьбы с неметаллическими включениями в двух направлениях: профилакти-



ческие мероприятия, предотвращающие образование неметаллических включений, и активные способы удаления неметаллических включений из расплава.

В качестве профилактических мероприятий им предложены организация условий хранения и предварительная обработка шихты, выбор составов универсальных флюсов, типа печей для плавки и формовочных материалов, защитное легирование и другие.

Активные способы рафинирования расплава М.Б. Альтман предложил делить – в зависимости от характера взаимодействия рафинирующих средств – на адсорбционные и неадсорбционные (физические).

По своему действию адсорбционные способы, к которым относятся обработки жидкого металла активными и нейтральными газами и рафинирующими флюсами, не могут охватить весь объем обрабатываемого расплава.

Неадсорбционные способы эффективнее адсорбционных, так как с их помощью можно нарушить равновесие «металл–комплексы» сразу во всем объеме обрабатываемого расплава. К неадсорбционным способам М.Б. Альтман относит обработку расплава в вакууме, а также обработку постоянным током и ультразвуком.

В качестве защитного легирования им предложено применение легирующих добавок элементов, оксиды которых являются более устойчивыми в расплаве, чем оксид основного металла. В исследовани-

ях М.Б. Альтмана совместно с С.Г. Глазуновым и О.Б. Лотаревой было установлено, что введение в расплав системы Al–Mg небольших добавок бериллия обеспечивает высокую чистоту металла по оксидам и резко снижает окисляемость, благодаря образованию на поверхности ванны с расплавом плотной пленки бериллиево-магниевого оксида.

В 1960–70-е годы в ВИАМ проводились исследования неадсорбционных способов рафинирования, связанных, в первую очередь, с физическим воздействием на расплав ультразвука и вакуума. В заводских условиях совместно с ВИЛС (Г.И. Эскиным) и Научно-исследовательским институтом технологии машиностроения (НИИТМ) были проведены фундаментальные исследования и разработаны основы металлургического процесса ультразвуковой дегазации алюминиевых сплавов для точного литья ответственных деталей систем кондиционирования летательных аппаратов.

Под руководством М.Б. Альтмана в 1960–70-е годы активно начали развиваться вакуумные способы рафинирования.

Им показано, что, если на поверхность расплава нанести немного флюса, адсорбирующего оксид алюминия, т. е. провести двойное рафинирование флюсом и вакуумной обработкой, то процесс протекает быстрее. Значительный ускоряющий эффект дает одновременное применение ультразвука и вакуума. По инициативе и под руководством М.Б. Альтмана



С Т.И. Смирновой. Конец 1950-х годов

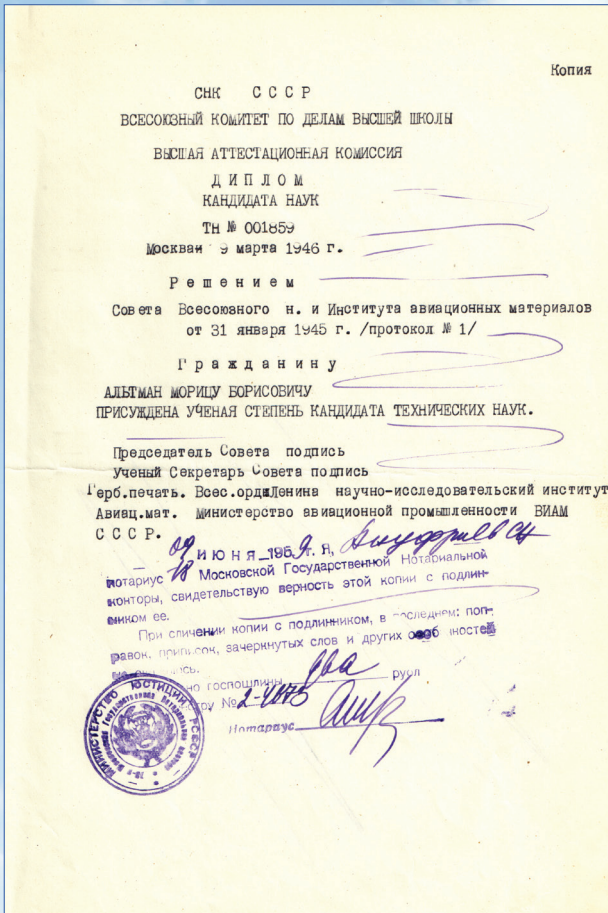
летом 1964 года на БКМЗ был проведен промышленный эксперимент, когда в литейном цехе были сравнены 11 адсорбционных и неадсорбционных способов рафинирования. Результаты этого эксперимента подтвердили эффективность предложенной М.Б. Альтманом классификации способов рафинирования исходя из природы сплава, его сложности и уровня требований, предъявляемых к данному типу отливок.

Во всех этих работах, выполненных под руководством М.Б. Альтмана, принимали участие Т.И. Смирнова, Н.П. Стромская, М.А. Сыромятникова, Н.С. Постников.

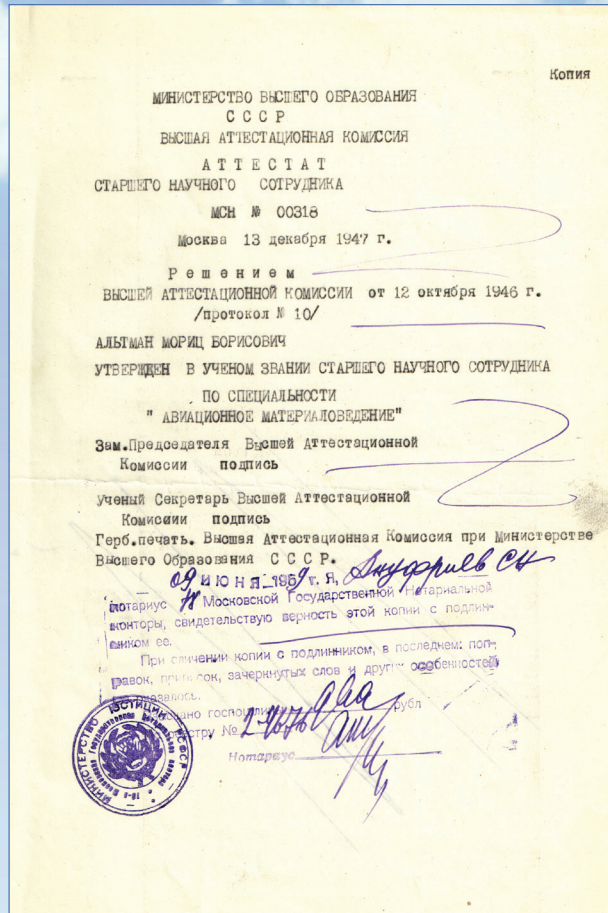
Теоретические и экспериментальные исследования М.Б. Альтмана в области



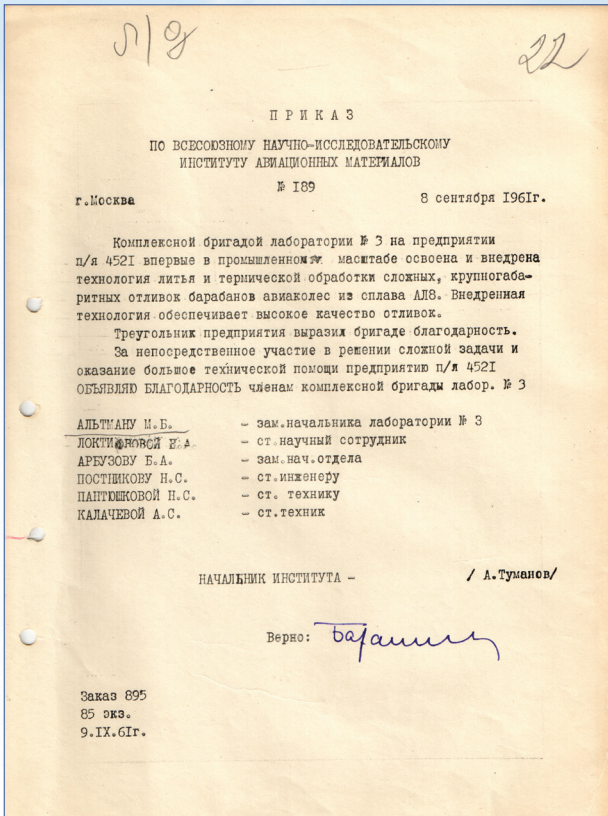
М.Б. Альтман, 1957 г.



Диплом кандидата технических наук



Аттестат старшего научного сотрудника



Благодарность

металлургических процессов при плавке и литье, а также принципы металловедения литейных алюминиевых сплавов легли в основу его кандидатской («Газовые включения в алюминиевых сплавах», 1946 г.) и докторской (1963 г.) диссертаций.

В 1947 году М.Б. Альтману было присвоено звание старшего научного сотрудника.

Для М.Б. Альтмана было характерно тесное сотрудничество с производством, что позволяло ему чутко и своевременно реагировать на запросы промышленности.

После того, как под руководством М.Б. Альтмана в 1964 году была создана



Слева направо: А.И. Марков, М.В. Чухров, М.А. Сыромятникова, И.Ф. Колобнев, М.Б. Альтман (1966 г.)

лаборатория литейных алюминиевых и магниевых сплавов, круг интересов ученого расширился. Много внимания он уделял также вопросам собственно металлургии и разработки составов литейных алюминиевых и магниевых сплавов.

В лаборатории многие годы под руководством М.Б. Альтмана работали замечательные специалисты: И.Ф. Колобнев, А.В. Мельников, А.А. Лебедев, В.В. Крымов, А.А. Бляблин, Б.А. Арбузов, Н.С. Постников, В.М. Лебедев, Н.А. Аристов, Л.В. Швырева, Н.М. Тихова, В.В. Тихонова и многие другие.

В период с 1964 по 1987 г. лабораторией успешно выполнялись работы по созданию новых прогрессивных материалов (ВАЛ12, ВАЛ16, ВМД10 и др.); общеотраслевых технологических процессов (ХТС, жароупорные краски для стержней, спо-

собы плавки и литья, обеспечивающие чистоту отливок от шлаковых и флюсовых включений и др.).

Особо следует отметить создание под его руководством на базе системы Mg-Zn-Zr-Y жаропрочного, высокопрочного свариваемого сплава ВМД10, не имеющего аналогов в мире по совокупности высоких эксплуатационных характеристик. Сплав применяется в НПО им. С.А. Лавочкина для головных частей разгонного блока, шпангоутов аппаратов «Венера», «Марс», «Фрегат» и др., а также для изготовления свариваемого приборного контейнера космического аппарата «ОКО».

Осуществлено внедрение материалов и технологических процессов в изделиях ОКБ А.Н. Туполева, С.В. Ильюшина, П.О. Сухого, А.И. Микояна, О.К. Антонова, М.Л. Миля. Выпущено более 40 наимено-



Широкофюзеляжный пассажирский самолет Ил-86

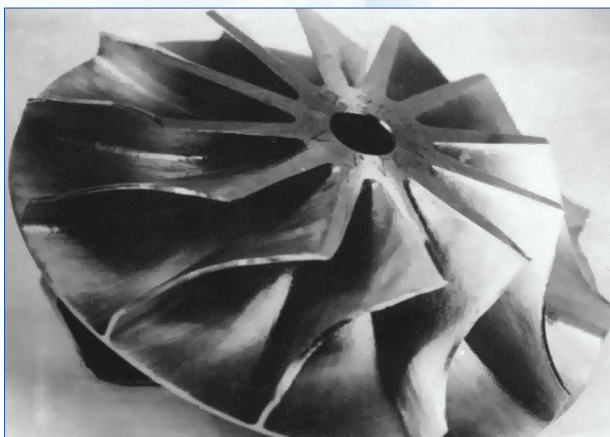
ваний НТД (РТМ, ТУ, ОСТ, ПИ и т. д.). Все разработанные материалы по своим показателям находятся на уровне мировых аналогов или превосходят их. Например, внедрение на машине Ил-86 литых деталей взамен штампованных (более 40 наименований) позволило повысить КИМ с 0,15–0,3 до 0,6–0,7; снизить трудоемкость их изготовления на 15–20%.

Под руководством М.Б. Альтмана проводились работы по усовершенствованию стандартных литейных алюминиевых сплавов. Так появились сплавы АЛ4-1, АЛ5-1, АЛ9-1, ВАЛ5, ВАЛ8, сочетающие высокую технологичность с повышенными прочностью и герметичностью, что важно при изготовлении фасонных корпусных отливок.

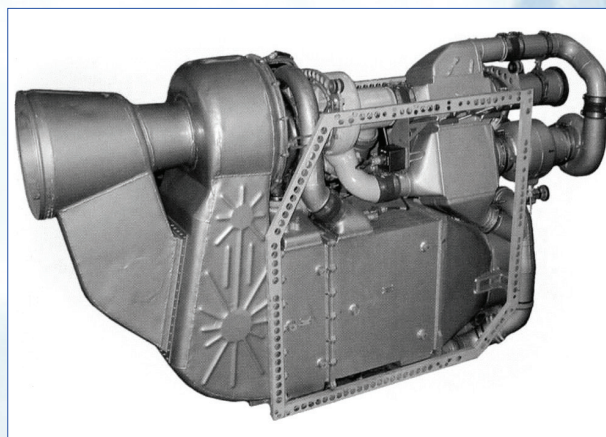
В 1984 году в издательстве «Металлургия» вышла книга М.Б. Альтмана в со-

авторстве с Н.П. Стромской «Повышение свойств стандартных литейных алюминиевых сплавов». В книге рассмотрены вопросы оптимизации химического состава сплавов, даны рекомендации по содержанию основных компонентов и примесей, показано влияние тугоплавких металлов на свойства сплавов. Приведены режимы плавки, рафинирования, модифицирования и термической обработки, позволяющие значительно повысить гарантируемые свойства отливок и обеспечить высокое качество деталей.

Вопросы комплексного легирования, т. е. введения в состав композиции элементов, каждый из которых решает строго определенную задачу, одновременно с применением совершенных способов рафинирования, легли в основу книг М.Б. Альтмана:



Крыльчатка из сплава В124



Установка охлаждения воздуха из сплава В124

- «Газы в алюминиевых сплавах». М.: Оборонгиз. 1948 (в соавторстве с И.Ф. Колобневым);

- «Неметаллические включения в алюминиевых сплавах». М.: Metallurgy. 1965;

- «Плавка и литье цветных металлов». М.: Metallurgy. 1969 (в соавторстве с А.А. Лебедевым и М.В. Чухровым);

- «Металлургия литейных алюминиевых сплавов». М.: Metallurgy. 1972.

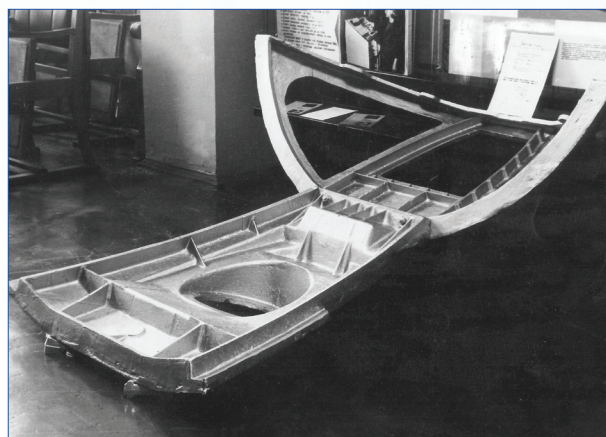
Работы М.Б. Альтмана и сотрудников возглавляемой им лаборатории литейных алюминиевых и магниевых сплавов неоднократно были отмечены государственными наградами.

В 1972 году М.Б. Альтман с сотрудниками лаборатории И.Ф. Колобневым, Н.А. Аристовой, Л.В. Швыревой стали лауреатами Государственной премии СССР за разработку высокопрочных жаропрочных литейных алюминиевых сплавов (АЛ19, В224З, В124, ВАЛ1 и др.) и успешное внедрение их в изделия авиационной промышленности, а также среднего машиностроения. Из сплава АЛ19 отливали оболочку атомной бомбы, а из сплава В124 – детали системы жизнеобеспечения космических кораблей.

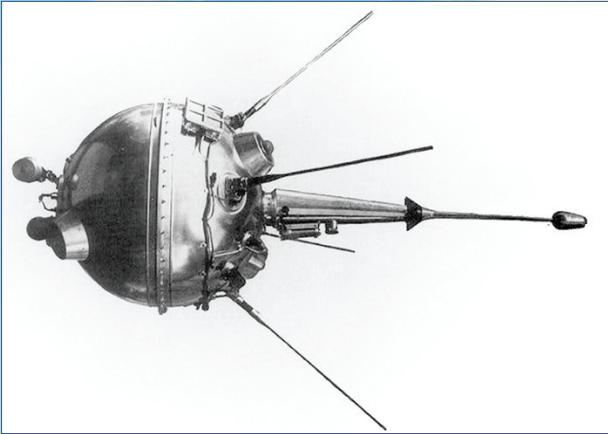
В 1986 году М.Б. Альтман и А.А. Бляблин стали лауреатами Премии Совета Министров СССР за использование де-



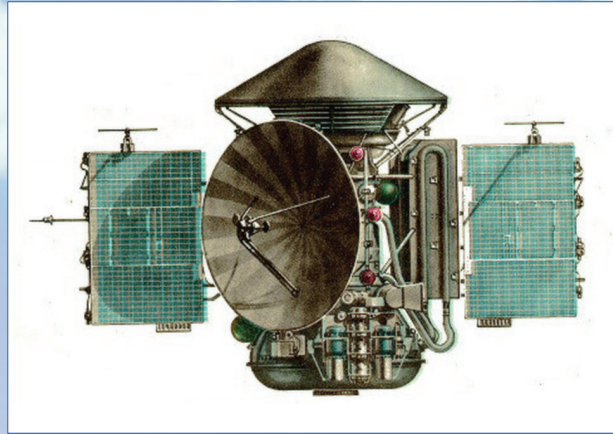
Каркас из сплава АЛ19



Узел носовой части фюзеляжа самолета, выполненный из отливок «панель» и «каркас», сплав ВАЛ5



Космический аппарат «Луна»



Космический аппарат «Марс»

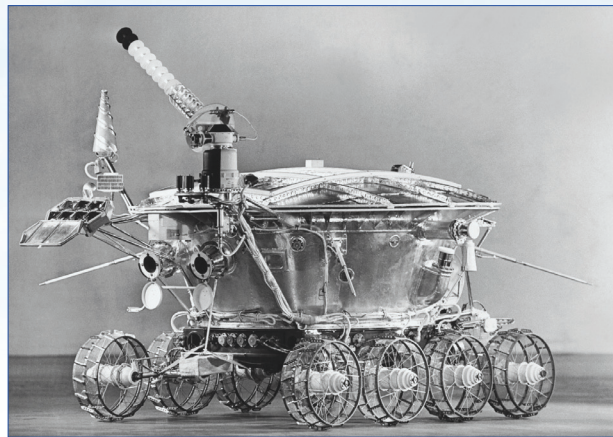
формируемых магниевых сплавов МА2-1, МА12, МА15 и др. (А.А. Бляблин, Е.Ф. Волкова, Е.И. Смирнова, Ю.А. Степанов и др.) в конструкциях космических аппаратов по программам: «Восток», «Восход», «Союз», «Луна», «Венера». Эта работа проводилась совместно с КБ им. С.А. Лавочкина: аппараты типа «Марс» изготовлены с применением на каждое изделие 3500 кг деформированных полуфабрикатов из сплава МА2-1 и 1500 кг – из сплава МА15. В конструкции аппаратов типа «Луна» применено 1860 кг полуфабрикатов из сплава МА2-1, 900 кг – из сплава МА15; в аппаратах «Венера» соответственно 1200 и 600 кг.

Мориц Борисович проявил себя талантливым и опытным администратором, пользовался большим авторитетом как в лаборатории, так и на предприятиях отрасли. При работе с людьми был предельно внимателен и доброжелателен, но при этом всегда настойчив в достижении цели.

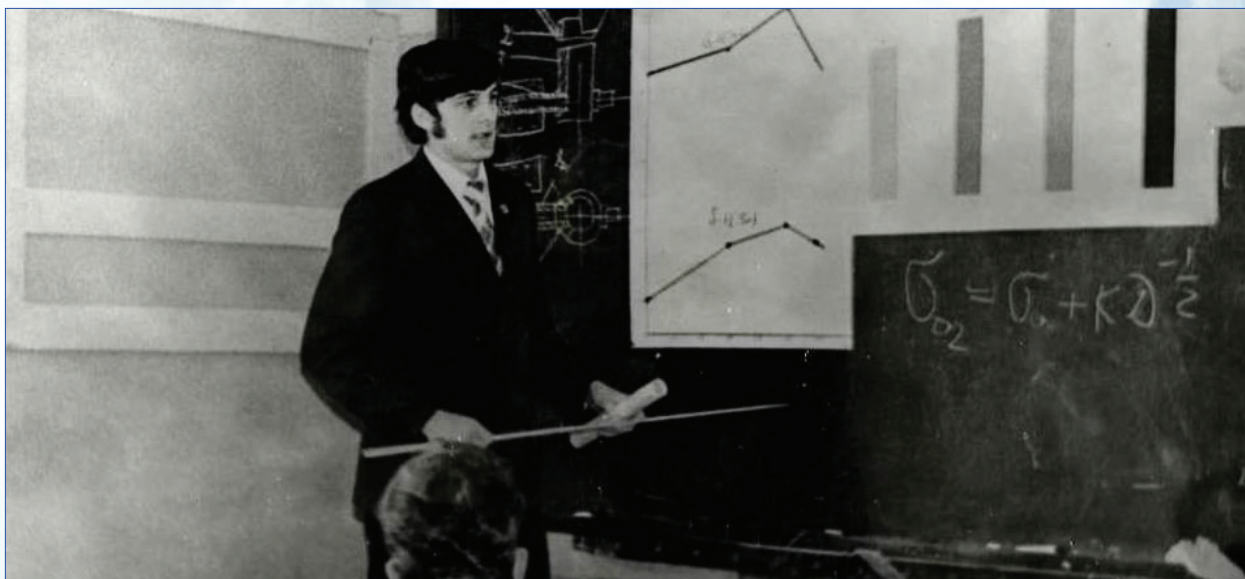
Большое внимание он уделял подготовке научных и технических кадров в области металловедения и литейного производства. В 1970-е годы М.Б. Альтман преподавал в МАТИ им. К.Э. Циолковского и вел совместные работы с А.П. Гудченко, который был научным руководителем дипломного проекта студента Е.Н. Каблова (тема была связана с повышением



Космический аппарат «Венера»



Луноход



Е.Н. Каблов. Защита проекта Студенческого научно-технического общества (СНТО) по модифицированию силумина

прочности и пластичности алюминиевых сплавов за счет модифицирования и защищена на оценку «отлично»). При распределении Е.Н. Каблову, закончившему институт с красным дипломом, предложили выбор: либо ВИАМ, либо готовить диссертацию непосредственно на кафедре МАТИ. Молодой выпускник выбрал ВИАМ, так как А.П. Гудченко часто рассказывал о престижном научно-исследовательском институте, в котором работает прекрасный специалист в области алюминиевых сплавов профессор М.Б. Альтман. Однако в первый же день, когда Е.Н. Каблов пришел на работу, его ознакомили с Приказом о зачислении в лабораторию жаропрочных сплавов и литья лопаток газотурбинных двигателей. В связи с возникшими в авиационном двигателестроении проблемами по литым лопаткам ГТД министерство направляло лучших выпускников на решение этой задачи.

Е.Н. Каблов отказался, сообщив, что он пришел работать в лабораторию алюми-

ниевых сплавов, чтобы продолжить работу по теме дипломного проекта. М.Б. Альтман, пытаясь помочь выпускнику МАТИ, пошел к начальнику института, члену-корреспонденту Академии наук СССР, генерал-майору авиации Алексею Тихоновичу Туманову и попросил его разрядить создавшуюся ситуацию. А.Т. Туманов ответил: «пусть поработает месяца три, нам надо отчитаться перед министерством, а потом переведем в вашу лабораторию». М.Б. Альтман позвонил А.П. Гудченко: «Алексей Петрович, я сделал все, что мог. К сожалению, на данный момент решить вопрос не удалось. Дело в том, что согласно постановлению коллегии министерства решено укреплять это направление. Двигатель не работает даже 100 часов, лопатки разрушаются...».

Будущий академик Е.Н. Каблов так и остался работать в области жаропрочных сплавов и литых лопаток газотурбинных двигателей.



Под руководством М.Б. Альтмана успешно защитили диссертации более 15 литейщиков и металлургов. Среди его аспирантов были ставшие впоследствии докторами технических наук Н.С. Постников, Г.Б. Строганов, Г.С. Макаров, а также начальник сектора литейных магниевых сплавов, кандидат технических наук, старший научный сотрудник И.Ю. Мухина, начальник сектора литейных алюминиевых сплавов, кандидат технических наук Е.С. Гончаренко.

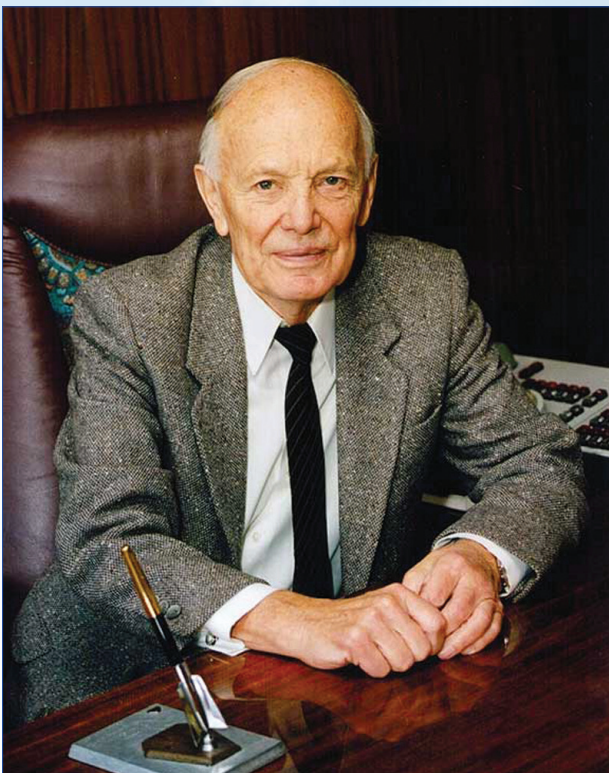
М.Б. Альтман был членом научного совета по проблеме «Легкие металлы и сплавы в народном хозяйстве» ГКНТ, членом научного совета АН СССР по конструкционным материалам для новой техники. В 1974 году Мориц Борисович был отмечен академиком Б.Е. Патонем за успешную работу по подготовке Комплексной про-

граммы научно-технического прогресса и его социально-экономических последствий на 1976–1990 гг.

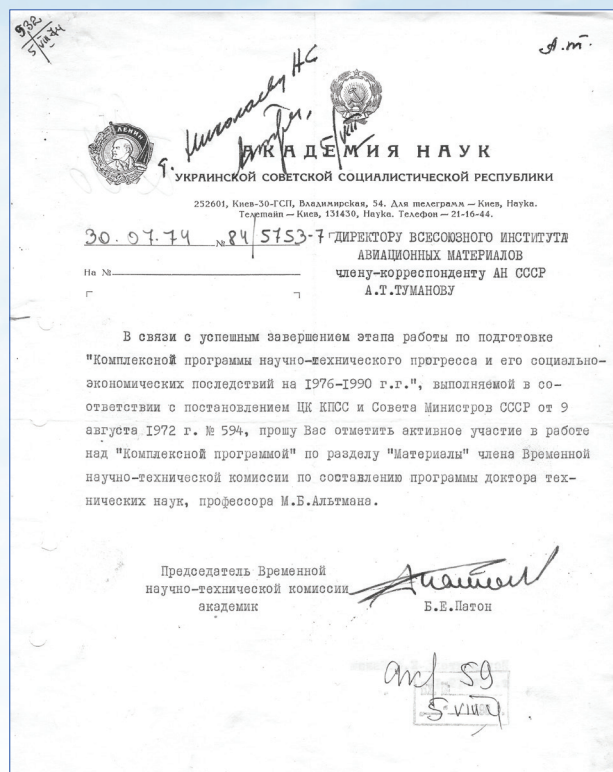
Творческая атмосфера в лаборатории, содействие и поддержка исследовательской инициативы, осуществляемые Морицем Борисовичем, снискали ему уважение и признательность многих сотрудников.

Учителю, доктору, профессору М.Б. Альтману посвящаются эти строки:

Литой высокопрочный алюминий,  
Из магния штамповки и литье  
Соединило вместе Ваше имя,  
Давая преимущество свое.  
Кто лично Вас не знал, по книгам  
знает,  
Ведь Ваше слово – это мастер-класс!  
Пусть будет благодарность Вам земная  
И наша память светлая о Вас.



Академик Б.Е. Патон



Письмо академика Б.Е. Патона директору ВИАМ А.Т. Туманову

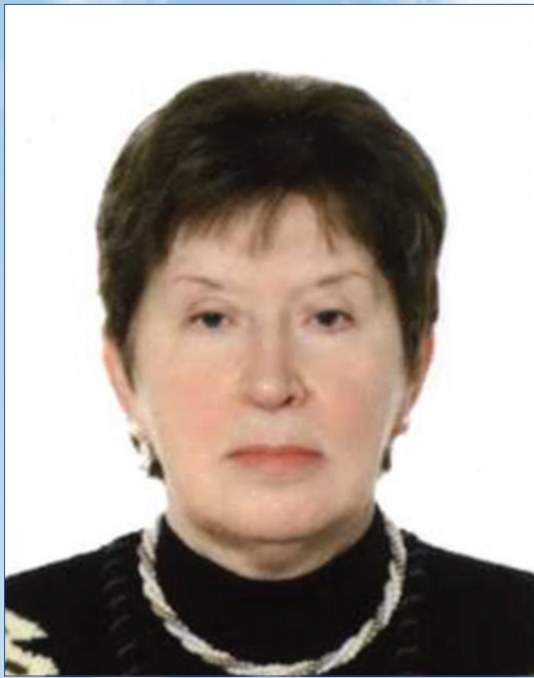


С женой Раисой Львовной, 1957 г.

Мориц Борисович был замечательным семьянином. Со своей женой Раисой Львовной они прожили в любви и согласии более полувека, воспитали дочерей Елену и Ольгу, дождались внуков: Настю, Катю и Александра.

Раиса Львовна работала врачом в детской больнице им. Русакова. Если у кого-то из сотрудников лаборатории тяжело заболели дети, Раиса Львовна всегда приходила на помощь, помогая вылечить ребенка.





И.С. Корнышева

Глубокие изыскания и разработки, проведенные М.Б. Альтманом в области металлургии и металловедения литейных алюминиевых и магниевых сплавов, лежат в основе работы сотрудников лаборатории.

В 2002 году была проведена реструктуризация института. В соответствии с приказом №7 от 9.01.2002 г. Генерального директора Е.Н. Каблова в составе НИО «Алюминиевые и магниевые сплавы» создана лаборатория «Магниевые и литейные алюминиевые сплавы», начальником которой была назначена И.С. Корнышева. Эту должность она занимала до февраля 2013 г. В данное время обязанности начальника лаборатории исполняет к.т.н. В.А. Дуюнова.

В настоящее время работы по научным направлениям, основанным М.Б. Альтманом, продолжаются в секторах лаборатории:

- «Металловедение, разработка, технология и внедрение деформируемых

магниевых сплавов» (начальник сектора, д.т.н., доцент Е.Ф. Волкова);

- «Металловедение и технология литейных магниевых сплавов» (начальник сектора, к.т.н., с.н.с. И.Ю. Мухина);

- «Металловедение и технология литейных алюминиевых сплавов» (начальник сектора, к.т.н. Е.С. Гончаренко).

В последние годы на основе системы Mg-Zn-Zr-PЗМ разработаны наиболее перспективные деформируемые сплавы. Высокотехнологичный сплав МА20-СП средней прочности по своим характеристикам превосходит известные серийные магниевые сплавы аналогичного назначения МА2-1, МА8, МА20, AZ31В (США), ZE10А (США). Удельная прочность сплава МА20-СП (15,4 км (усл. ед.)) сопоставима с удельной прочностью алюминиевого сплава Д16 (аналог – сплав 2024, США). На 33-м Международном салоне изобретений в Женеве (апрель 2005 г.) сплав МА20-СП отмечен дипломом и награжден серебряной медалью.

Применение технологии сверхпластической деформации (СПД) к магниевым сплавам позволяет: получить равноосную структуру (диаметр зерна  $\leq 8$  мкм); снизить анизотропию свойств (коэффициент анизотропии – до  $\leq 10\%$ ); повысить стабильность свойств и КИМ – с 0,3–0,4 до 0,7–0,8; улучшить коррозионную стойкость на 10–20%.

Технология СПД магниевых сплавов была отмечена медалью на VIII Международном форуме высоких технологий XXI века (апрель 2007 г.).

# DIPLÔME



## SALON INTERNATIONAL DES INVENTIONS GENÈVE

Après examen, le Jury International a décidé  
de remettre à: Evgeny KABLOV et alea  
pour l'invention: Alliage à base de magnésium

UNE MEDAILLE D'ARGENT Genève, le 8 avril 2005

  
Le Rapporteur du Jury

  
Le Président du Comité  
d'Organisation du Salon



Диплом Генеральному директору  
ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ Е.Н. Каблову  
и медаль Международного салона изобретений



Свидетельство и медаль VIII Международного  
форума высоких технологий XXI века



Применение магниевых сплавов в изделиях ОАО «Туполев»

Совместно с партнерами из стран Евросоюза в объеме 6-й Рамочной европейской программы в течение 5 лет выполнялись работы по контракту АЭРОМАГ. Проведены глубокие исследования структуры, фазового состава, определен комплекс механических, технологических свойств нового высокопрочного деформируемого магниевых сплава ВМД15. Установлено, что новый высокопрочный сплав ВМД15 характеризуется высокими прочностными свойствами тонких листов (1–2 мм):  $\sigma_{\text{в}} \approx 305\text{--}310$  МПа,

$\sigma_{0,2} \approx 240\text{--}250$  МПа при  $\delta = 8\text{--}12\%$ . Удельная прочность (16,5 км (усл. ед.)) листовых полуфабрикатов из сплава ВМД15 превосходит аналогичную характеристику для серийных деформируемых алюминиевых сплавов-аналогов (13–15 км (усл. ед.)).

Серийный деформируемый магниевый сплав МА14 до сих пор успешно используется в изделиях гражданской и военной авиации (Ил-96-300, Ту-204, Ил-76, «Ансат», Су-27, Су-30, МиГ-29 и др.) для деталей системы управления: кронштейны,



Самолет Ил-76МД-90А



Стратегический подводный крейсер

качалки, а также для деталей внутреннего набора: корпусные детали, штамповки, рычаги.

Высокопрочный деформируемый сплав МА22 применен в конструкции ракетных комплексов на подводном крейсере.

В последние годы освоено изготовление крупногабаритных круглых слитков (диаметром до 660 мм) и поковок (массой свыше 50 кг) из сплава МА22, что позволит расширить область его применения.

В настоящее время разработан новый деформируемый свариваемый жаропрочный сплав ВМД16 системы Mg-Zn-Zr-PЗМ, превосходящий сплавы-аналоги МА12 (РФ), HZ31 (США): по пределу прочности при температурах до 300°C – на 10–18%; по пределу прочности при 20°C превосходит сплав МА12 на 17–20%, а сплав HZ31 – на 27%. Сплав ВМД16 отличается более высокой коррозионной стойкостью, чем жаропрочные и высокопрочные сплавы МА12, МА14, МА22. При этом благодаря невысокой плотности (1802–1803 кг/м<sup>3</sup>)

по удельной прочности (18,5 км (усл. ед.)) превосходит жаропрочные сплавы МА12 (РФ), HZ31-T6 (США) и высокопрочные сплавы МА14 (РФ) и ZK60A (США, ЕС).

Сплав ВМД16 предназначен для нагруженных свариваемых и несвариваемых конструкций: деталей внутреннего набора планера, систем управления (кронштейны, качалки, рычаги), корпусных деталей в изделиях ракетно-космической отрасли. Предусмотрено применение сплава ВМД16 для использования в конструкциях вертолетов и самолетов на предприятиях ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля», ОАО «Туполев», ОАО «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина».

Разработана серия высокопрочных коррозионностойких литейных магниевых сплавов ВМЛ18, ВМЛ20, ВМЛ24 для работы во всеклиматических условиях.

Сплав ВМЛ18 (Т4) – коррозионностойкий сплав повышенной чистоты с прочностью 245–250 МПа. Рекомендуется для деталей внутреннего набора планера, приборов кабины пилота и др., вза-



Вертолет Ка-52

мен сплава МЛ5п.ч. Сплав ВМЛ18 выплавляется по специальной технологии, разработанной в ВИАМ, превосходит по коррозионной стойкости и чистоте все существующие сплавы на основе магния, не содержит дефицитных и дорогостоящих элементов, превосходит серийный базовый сплав МЛ5п.ч.:

- в 1,3 раза по пределу текучести;
- в 2 раза по коррозионной стойкости.

Сплав ВМЛ20 (Т6, Т61) – высокопрочный ( $\sigma_{\text{в}}=300$  МПа) сплав с повышенной коррозионной стойкостью – рекомендуется вместо сплавов МЛ5, МЛ8, МЛ12 для



Самолет Ту-204СМ

деталей узлов агрегатов, двигателей летательных аппаратов, газоперекачивающих и энергетических установок (корпуса насосов, помп, картера; маслоагрегаты, редукторы, вентиляторы), ракетной и космической техники (отсеки рулевые, управление боевой части).

Сплав ВМЛ24 (Т6, Т61) – высокопрочный ( $\sigma_{\text{в}}=330$  МПа) сплав, предназначенный для литых нагруженных деталей самолетов, вертолетов, космических аппаратов, двигателей (авиаколеса, кронштейны, фермы, рамы, коробки скоростей и др.).

Сплавы ВМЛ20 и ВМЛ24 превосходят серийные базовые сплавы по пределу прочности – на 25–30%, по пределу текучести – в 1,5–2 раза; могут использоваться при производстве перспективных самолетов МС-21 и Ту-204СМ; вертолетов Ми-8, Ми-17, Ми-24, Ми-26, Ми-28, Ми-38 и Ка-52.

Опробование сплавов ВМЛ18 и ВМЛ20 в изделиях ОАО «Туполев» и ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля» проходит в соответствии с ФЦП «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002–2010 годы и на период до 2015 года».



Вертолет Ми-26Т2



Промышленный участок по малотоннажному производству присадки марки ВМ-У



Присадка марки ВМ-У

В рамках научно-технической политики по стратегическому развитию в ВИАМ, начиная с 2002 года, реализуется предложенное академиком Е.Н. Кабловым и поддержанное Президентом РФ В.В. Путиным направление по созданию в институтах малотоннажных высокотехнологичных производств материалов и компонентов.

Для защиты от окисления и обеспечения высокого качества магниевого литья с применением песчано-глинистых форм разработаны составы (Е.Н. Каблов, И.Ю. Мухина, В.В. Степанов, З.П. Уридия, В.А. Дуюнова) и технология получения новых противопригарных присадочных материалов на отечественном сырье.

В ВИАМ организован промышленный участок по малотоннажному производству присадки марки ВМ-У, используемой для получения качественного магниевого литья турбин, корпусов вентиляторов, редукторов, генераторов, приборных рам, кронштейнов и др., применяемых в элементах конструкций ракетно-космической техники, агрегатах и двигателях вертолетов Ми-18, Ми-26,

Ми-38, Ка-50, самолетов Ту-204, Ил-96-300М, в энергетических и газовых установках. Объем производства присадки – до 15 т/год.

Присадка поставляется на договорной основе предприятиям авиакосмической промышленности: ОАО «Роствертол», ЗАО «ЗЭМ» РКК «Энергия», ОАО «КОМЗ», ОАО «НПО „Сатурн“», ОАО «ДМЗ», ОАО МКБ «Факел».

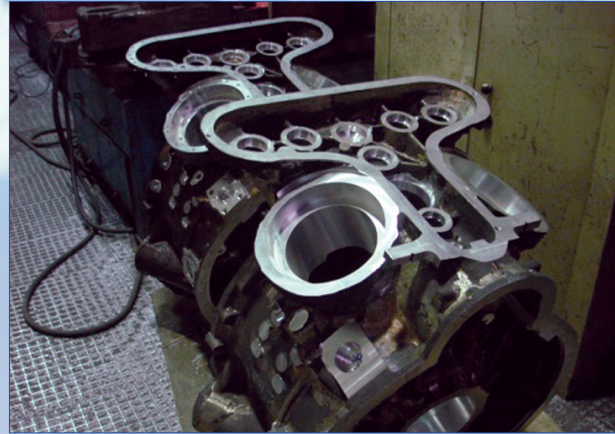
В 2009 году научно-исследовательская работа «Исследование холоднотвердеющих наномодифицированных смесей (ХТНС), содержащих противопригарные присадки, для изготовления форм и получения тонкостенных магниевых отливок деталей и узлов агрегатов перспективной авиационно-космической техники», выполняемая к.т.н. В.А. Дуюновой, получила Грант Президента РФ государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (МК-1081.2009.3).

В 2006–2011 гг. в лаборатории магниевых и литейных алюминиевых сплавов ВИАМ проведены работы, направленные на повышение качества отливок, получа-





Заливка форм из холоднотвердеющих смесей



Корпус редуктора из сплава МЛ5 для вертолета Ка-52

емых различными способами: литьем в формы из холоднотвердеющих и песчано-глинистых смесей, в кокиль, под высоким и низким давлением.

Одним из основных требований, предъявляемых к таким деталям, является обеспечение необходимой степени герметичности в течение всего периода эксплуатации изделия. Причинами течи отливок могут являться газоусадочная пористость, неметаллические включения, микрорыхлота.

За последние годы разработаны:

- высокопрочный высокотехнологичный литейный алюминиевый сплав АЛ4МС для изготовления фасонных отливок всеми способами литья (сплав опробуется на ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля» для корпусных отливок);

- высокопрочный литейный алюминиевый сплав ВАЛ20 с жидкотекучестью 300 мм, повышенными прочностью и пластичностью по сравнению со сплавами-аналогами АЛ5, АЛ9, ВАЛ10 (Россия) и 206,0 (США), что позволит обеспечить уровень свойств:  $\sigma_{\text{в}} \geq 420$  МПа,  $\delta \geq 7\%$  – для

фасонных отливок сложной конфигурации деталей внутреннего набора (корпуса, кронштейны, качалки) габаритом до 800 мм.



Свидетельство на право получения Гранта Президента Российской Федерации

Сотрудниками лаборатории З.П. Уридий, И.Ю. Мухиной и Е.С. Гончаренко совместно со специалистами по неразрушающему контролю Е.И. Косариной и Н.А. Михайловой разработаны и внедрены эталоны и шкалы: альбом рентгеновских эталонов пористости для алюминиевых сплавов систем Al-Si и Al-Cu-Mn; шкала микрорыхлот для отливок из магниевых сплавов; типовые эталоны рентгенограмм плотности отливок из магниевых сплавов МЛ5, МЛ5п.ч., МЛ9 и МЛ10. При выполнении разработок использованы исследования ученых ВИАМ М.Б. Альтмана, И.Ф. Колобнева, А.А. Лебедева, В.М. Бабкина, Н.П. Стромской, В.М. Лебедева.

Проведены работы по исследованию и оценке качества отливок для стандартных образцов, однородности по химическому составу, структуре и свойствам, с последующими аттестацией и выпуском Государственных стандартных образцов

(ГСО) из сплавов АЛ9 и МЛ5. Разработаны и выпущены Технические условия для проведения контроля химического состава полуфабрикатов и готовой продукции спектральными методами.

Созданная М.Б. Альтманом в 1964 году лаборатория «Магниевые и литейные алюминиевые сплавы» продолжает активно работать в XXI веке в соответствии со стратегическими направлениями развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года ФГУП «ВИАМ».

Молодые сотрудники лаборатории активно ведут работы по направлениям:

- высокопрочные коррозионностойкие свариваемые магниевые и литейные алюминиевые сплавы для изделий авиакосмической техники нового поколения;
- энергоэффективные, ресурсосберегающие и аддитивные технологии изготовления деформируемых полуфабрикатов и фасонных отливок из магниевых и алюминиевых сплавов.



Сотрудники лаборатории «Магниевые и литейные алюминиевые сплавы»



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ВИАМ** – ведущая научно-исследовательская организация и крупнейший в мире центр исследований в области материаловедения – основан 28 июня 1932 г.

**ВИАМ** – крупнейшее материаловедческое государственное предприятие, которое на протяжении 80 лет разрабатывает материалы, определяющие облик изделий авиакосмической техники. Нашими заказчиками являются ведущие предприятия авиационно-космического комплекса России и мира.

**ВИАМ** выполняет заказы на разработку и поставку широкой номенклатуры металлических и неметаллических материалов, покрытий, технологических процессов и оборудования, методов защиты от кор-

розии, а также средств контроля исходных продуктов, полуфабрикатов и изделий на их основе.

**ВИАМ** трансформирует и реализует свои разработки для решения задач в области машиностроения, транспорта, энергетики, строительства, медицинской техники и др.

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР** организует и проводит исследования и испытания материалов, в том числе сертификационные, арбитражные и экспертные. Определение и оценка всего спектра параметров работоспособности материалов осуществляется на современной испытательной и исследовательской базе, отвечающей отечественным и зарубежным стандартам.

## ЛИТЕЙНЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

**ВАЛ12** – высокопрочный сплав системы Al-Zn-Mg-Cu, литье в кокиль и жидкая штамповка, рабочая температура 250°C (длительно), 300°C (кратковременно),  $\sigma_b \geq 550$  МПа,  $\delta \geq 3\%$ .

**АЛ4МС** – высокопрочный высокотехнологичный сплав системы Al-Si-Cu-Mg обеспечивает при литье в кокиль  $\sigma_b = 360-400$  МПа,  $\delta \geq 4\%$ , не склонен к трещинообразованию, рабочая температура 250°C, можно отливать детали любыми способами, в том числе прогрессивным способом литья по газифицируемым и выжигаемым моделям.

**ВАЛ14** и **ВАЛ18** – жаропрочные сплавы системы Al-Cu-Mn, литье в песчаные формы, применяются для высоконагруженных деталей, работающих при температурах 300–350°C ( $\sigma_b = 380-500$  МПа,  $\delta = 7,5-10\%$ ,  $\sigma_{100}^{300} = 60$  МПа,  $\sigma_{100}^{300} = 34$  МПа).

**ВАЛ16** – свариваемый коррозионно-стойкий литейный алюминиевый сплав системы Al-Mg, эксплуатирующийся при температурах от -70 до +140°C (длительно) и до +150°C (кратковременно).

# Альтман Мориц Борисович

100 лет со дня рождения выдающегося ученого

Под общей редакцией академика РАН Е.Н.Каблова

## АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ:

В.В. Антипов, В.А. Дуюнова, Е.Ф. Волкова,  
Е.С. Гончаренко, И.Ю. Мухина, З.П. Уридия

## РЕДАКЦИОННАЯ ГРУППА:

Е.А. Аграфенина, А.А. Безрукова, Е.А. Ватулян,  
М.С. Закржевская, Н.В. Савельева, И.С. Туманова

## ОФОРМЛЕНИЕ:

А.В. Андросенко, А.К. Кривушин

ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ  
105005, Россия, Москва, ул. Радио, 17  
телефон: (499)261-86-77; факс: (499)267-86-09  
e-mail: [admin@viam.ru](mailto:admin@viam.ru); <http://www.viam.ru>