

ХОРЕВ АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ

К 60-ЛЕТИЮ НАУЧНОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.И. Хорев — профессор, докт. техн. наук, заслуженный изобретатель, лауреат Государственной премии СССР, а также премии Правительства РФ, выдающийся ученый в области создания титановых сплавов и технологических процессов их производства и применения. Он автор 127 титановых сплавов (в т.ч. 25 промышленных и 7 опытно-промышленных), 7 композиционных материалов на основе титана, 250 прогрессивных технологических процессов и технологий (по изготовлению различных типов полуфабрикатов, а также монолитных, сварных и паяных конструкций). Они составляют 50 % созданных в мире сплавов и процессов. Приоритет его разработок подтвержден 377 авторскими свидетельствами и патентами (более 220 из них применены, а 77 вошли в состав лицензий и контрактов с зарубежными фирмами).

Анатолий Иванович родился 21 декабря 1932 г. в Москве. Учебу в Московском институте цветных металлов и золота совмещал (с 1952 г.) с работой на кафедре ОМД. После окончания вуза (1955 г.) работал в кабельной промышленности мастером и начальником цеха волочения медной проволоки, а затем зам. начальника отдела по проектированию оборудования и инструмента для прокатки медной заготовки, а также прессования свинцовых и алюминиевых оболочек кабеля.

С 1958 г. место работы А.И. Хорева — лаборатория титановых сплавов ВИАМ, начальником которой он впоследствии стал. С тех пор и по настоящее время Анатолий Иванович занимается титановыми сплавами. Им основана научная школа «Реальное металловедение и эффективное применение титановых сплавов», объединяющая металлургов более 50 предприятий и КБ, а также научное направление «Конструкционные и специальные титановые сплавы». Деятельность А.И. Хорева была связана с созданием Ti-сплавов, технологических процессов изготовления различных видов полуфабрикатов, а также монолитных, сварных и паяных конструкций космической, ракетной и авиационной техники из сплавов BT1, BT1-0, BT1-00, OT4, OT4-0, OT4-1, OT4-2, BT5-1, BT6, BT6C, BT6ч, BT20 и др. Работа велась с новыми титановыми сплавами с α -, $(\alpha+\beta)$ - и β -структурами, позже появились термически упрочняемые Ti-сплавы BT14, BT15, BT15-1,



BT16 и др., разработаны прогрессивные технологические процессы изготовления плит, листов, фольги, ленты, поковок, штамповок, прутков, профилей. За успешное внедрение своих разработок Анатолий Иванович награжден медалью «Изобретатель СССР».

А.И. Хорев руководил работами по созданию технологии изготовления горячекатаных труб из Ti-сплавов на металлургическом заводе в г. Рустави (Грузия). Были прокатаны первые Ti-трубы, в том числе высокопрочные из сплавов BT23 и BT14. Была решена задача повышения уровня

прочности титановых труб более чем в 2 раза. Анатолий Иванович защитил кандидатскую диссертацию, тема которой была «Повышение конструкционной прочности термически упрочняемых титановых сплавов». Им впервые установлена связь между структурой и механическими свойствами $(\alpha + \beta)$ -титановых сплавов (BT14, BT16) в термически упрочненном состоянии, не только в условиях одноосного, но и двухосного растяжений. Показано, что изменение структуры от грубоигольчатой до мелкодисперсной сопровождается значительным повышением предела прочности, особенно при двухосном растяжении. А.И. Хоревым разработаны теория и основы текстурного упрочнения промышленных Ti-сплавов, обеспечивающие эффективное повышение прочности при двухосном растяжении.

А.И. Хоревым предложены эффективные технологические способы повышения конструкционной прочности: плакирование техническим титаном высокопрочных сплавов, деформация сварных соединений, утолщение зоны сварных соединений и их локальная термообработка.

Докторскую диссертацию Анатолий Иванович защитил по теме «Комплексное легирование, термическая и термомеханическая обработка свариваемых титановых сплавов». Им создано научное направление «Термически и термомеханически упрочняемые титановые сплавы». Он в течение 10 лет руководит лабораторией «Титановые сплавы для авиакосмической и ракетной техники», а впоследствии — комплексом лабораторий. Ему принадлежит создание теории комплексного легирования и микрولةгирования, на основе которой появилась серия современных комплексно-легированных Ti-сплавов и усовершенствован ряд сплавов простых систем легирования. Были получены такие высокопрочные титановые спла-

вы и присадочные материалы, как ВТ23, ВТ23Л, ВТ23К, ВТ23М, ВТ19, ВТ19-1, ВТ19-2, ВТ23св1, ВТ23св2, ВТ23-1, ВТ43, ВТ43-1 и др., а также высокотемпературные конструкционные сплавы ВТ18Ул и ВТ38.

Являясь основоположником теории и практики термомеханической обработки Ti-сплавов, А.И. Хорев успешно применил эти разработки при создании космического аппарата «Буран», ракеты «Энергия» и других конструкций авиакосмической и ракетной техники. За работы по созданию Ti-сплавов с α -, ($\alpha+\beta$)- и β -структурами, процессов термомеханической обработки и текстурного упрочнения, энергосберегающих технологий Анатолий Иванович стал лауреатом и награжден золотой, серебряной и бронзовой медалями ВДНХ.

А.И. Хореву принадлежит ряд работ по специальным композиционным материалам с внутренним армированием высокопрочными волокнами. Эти композиции обладают высокими значениями удельной прочности и жесткости. Создание баллонов из сплавов ВТ6, ВТ14, ВТ23 и с внешним армированием высокопрочными и высокомодульными волокнами, обеспечивающими получение рекордно высокой прочности (> 2200 МПа по титану), открывает широкие перспективы использования их в качестве емкостей для летательных аппаратов.

Разработки А.И. Хорева способствовали решению сложных задач при создании всех отечественных космических аппаратов, самолетов и ракет. За эффективное применение своих новых сплавов ВТ23, ВТ23св1, ВТ23св2 в наиболее ответственных силовых сварных и монолитных конструкциях воздушно-космической системы «Энергия–Буран» он был награжден автомашиной.

А.И. Хоревым создана специальная гетерогенная броня из сплава ВТ23, — было освоено серийное производство бронежилетов, спасших жизнь тысячам солдат и офицеров в горячих точках планеты.

За фундаментальную работу по методам эффективной борьбы с водородной хрупкостью металлов, обеспечивающим высокую надежность работы титановых и других сплавов в конструкциях, Анатолию Ивановичу присуждена Государственная премия СССР.

Его успешная изобретательская деятельность отмечена в 1988 г. присвоением Президиумом Верховного Совета РСФСР почетного звания «Заслуженный изобретатель России».

За эффективное применение Ti-сплавов в космических аппаратах «Луна», «Марс», «Венера», «Фобос», «Астрон», «Гранат» А.И. Хорев стал лауреатом и награжден медалью генерального конструктора С.А. Лавочкина. За работу по науке и практике использования Ti-сплавов в

ракетной технике, в том числе ряде конструкций НПО «Энергия» (г. Королев) («Восток», «Союз», «Энергия» и др.), он был удостоен звания лауреата и награжден медалями генеральных конструкторов акад. С.П. Королева и акад. В.П. Глушко. За комплекс работ по теории комплексного легирования титановых сплавов ему присуждена золотая медаль им. акад. С.Т. Кишкина, а за системные работы по теории конструкционной прочности — золотая медаль им. акад. Н.М. Скларова. За эффективное применение теории и практики при создании более 100 летательных аппаратов Анатолий Иванович удостоен званий лауреата серебряного знака и лауреата золотого знака I степени «За заслуги перед ВИАМ».

А.И. Хорев руководил работами по использованию созданных им Ti-сплавов и прогрессивных технологических процессов в новых маневренных и спортивных самолетах серий СУ, МИГ и ЯК. Он также возглавлял работу «Разработка конструкционных титановых сплавов и их внедрение в изделия авиакосмической и ракетной техники», которая удостоена премии Правительства РФ за 2003 г. Результаты разработок А.И. Хорева использованы более чем в 100 изделиях авиационной ракетной и космической техники, в т.ч. в последних самолетах Т-50 и «Сухой-Супер Джет 100» (см. фото).

Наряду с научной работой Анатолий Иванович ведет педагогическую деятельность в Московском авиационном технологическом институте им. К. Э. Циолковского. В 1987 г. ему присвоено звание профессора. Он являлся председателем государственной экзаменационной комиссии, членом ученых советов.

А.И. Хорев — ответственный редактор сборников «Применение титановых сплавов», «Титановые сплавы», а также автор 8 монографий и брошюр, более 250 статей. Опубликованные им работы позволяют правильно ориентироваться молодым ученым в мире титана. Он определил главные направления фундаментальных и прикладных работ по титановым сплавам на ближайшие 20 лет, которые должны обеспечить приоритет отечественным разработкам в будущем.

Результаты многолетней плодотворной научной и практической деятельности проф. А.И. Хорева отмечены наградами государства и общественных организаций, в т.ч. орденом «Польза, честь, слава». В 2012 г. он удостоен диплома «Заслуженный работник авиационной промышленности» за большой вклад в развитие авиастроения.

Редакция журнала, коллеги и друзья поздравляют Анатолия Ивановича с огромными успехами в науке и практике и желают ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АВИАКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ И ТЕХНОЛОГИЙ, РАЗРАБОТАННЫХ ПОД РУКОВОДСТВОМ А.И. ХОРЕВА

Ракетно-космический комплекс «Энергия–Буран»

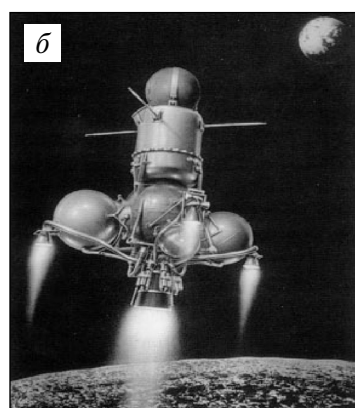
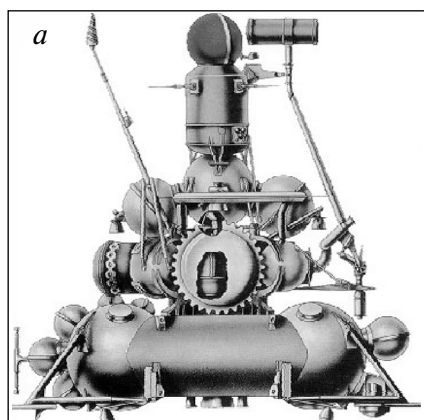
Общая масса деталей, изготовленных из сплава ВТ23 после ВТМО, 6 т («Буран») и 14 т («Энергия»): шпангоуты, балки, лонжероны и стыковочные узлы



Космический корабль «Астрон»

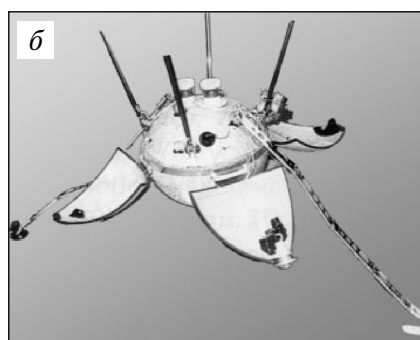
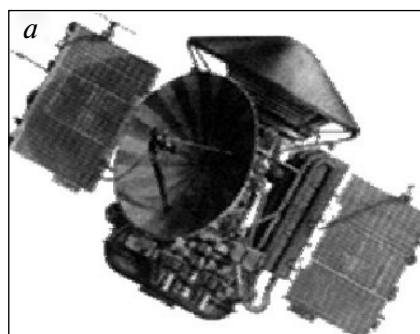
Шаровые баллоны, изготовленные из сплава ВТ23 путем сверхпластической деформации, сварки и термоупрочнения

Космический (а) и спускаемый (б) аппараты



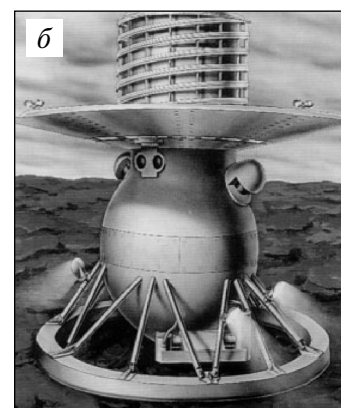
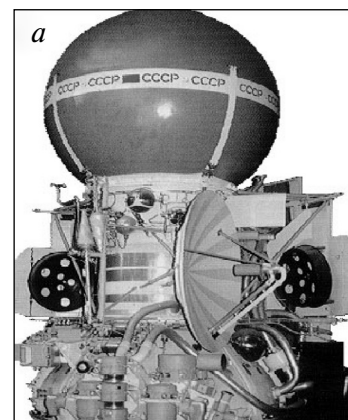
«Луна»

Применены сплавы ВТ14, ВТ6С, упрочняющая термообработка
Масса космического аппарата снижена на 40 кг



«Марс»

Применены сплавы ВТ14, ВТ16, ВТ6С, ТМО и местный отжиг
Масса космического аппарата снижена на 300 кг



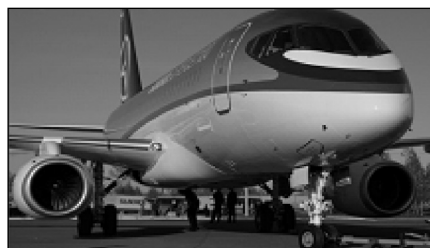
«Венера»

Применены сплавы ВТ14, ВТ2св, ВТ6С, методы упрочняющей ТО и ТМО
Масса космического аппарата снижена на 250 кг
В спускаемом аппарате масса Ti-конструкций – 96 %



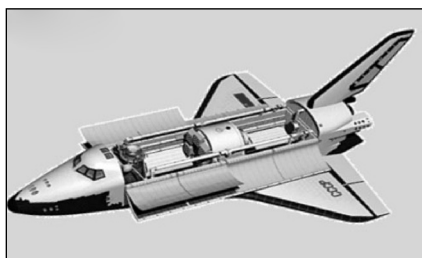
Самолет Т-50

Использованы 7 титановых сплавов
и 20 технологических процессов
(высокопрочные сварные и монокристаллические конструкции)



Самолет «Сухой-Супер Джет 100»

Использованы 4 титановых сплава
и 17 технологических процессов
(силовые конструкции)



Космический аппарат «Буран»

Из сплава ВТ23 с применением процесса ВТМО изготовлены
лонжероны, шпангоуты, стыковочные узлы, силовые конструкции



Самолет Су-27

Из сплавов ВТ20, ВТ3-1, ВТ14, ОТ4 и ОТ4-1 изготовлены детали
для силового набора, обшивки самолета и ракет



Самолет Ту-160

Из сплавов ВТ6ч, ВТ16, ОТ4 и ОТ4-1 изготовлены
балки, лонжероны, шпангоуты и крепежные детали



Пассажирский самолет Ту-204

Из сплавов ВТ6ч, ВТ16, ВТ22 и ОТ4 изготовлены трубопроводы,
балки шасси, кронштейны и крепежные детали



Гидросамолет Бе-200

Из сплавов ВТ22, ВТ23, ОТ4 и ОТ4-1 изготовлены
детали шасси, гидроаккумуляторы и трубопроводы



Спортивный самолет Су-29

Из сплавов ВТ23 с применением высокоскоростной закалки
и старения изготовлены детали шасси ($\sigma_B \geq 1250$ МПа)