

АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ ДЛЯ УКРАИНСКОЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

© А. В. Гейда, Е. А. Джур, А. Ф. Леднянский, В. С. Симонов

Дніпропетровський державний університет

Однією з основних причин затяжної кризи у машинобудуванні є відсутність інвестицій в наукомісткі технології, здатних відновити зруйнований комплекс замкнутих технологічних циклів. Запропоновано схему механізму впровадження нових технологій: держава (Держкоммайн і (або) Держпромполітики) інвестує впровадження і освоєння пілотної стадії проекту, що забезпечує його контроль та участь у всьому проекті, що реалізується у повному об'ємі за рахунок прибутку та комерційних інвестицій. Схема ілюстрована на прикладі проекту «Виробництво водорозпилюваних порошків алюмінієвих сплавів та виробів з них».

Развитие аэрокосмической отрасли, как и всей экономики Украины в целом, до 1992 г. обеспечивалось единым научно-информационным и технологическим пространством. Научные идеи, материалы и технологии до превращения в конечный продукт неоднократно пересекали те условные линии, которые сегодня являются государственными границами [1].

Уже в первые годы после обретения независимости стало ясно, что доставшаяся в наследство уродливо искаженная структура экономики, обусловленная разрушением комплекса замкнутых технологических циклов, требует коренной структурной перестройки. Результатом этого понимания стал целый ряд национальных программ, разработанных ведущими учеными и специалистами Украины, концептуально совпадающих в том, что в условиях ограниченных ресурсов, структурная перестройка экономики и научно-технического потенциала обязана носить селективный характер и основываться на тщательно осмысленной, всесторонне взвешенной стратегии выбора и реализации приоритетов.

Разработчики национальных программ отчетливо осознавали необходимость участия и поддержки государством внедрения и самостоятельного освоения наукоемких технологий, не надеясь на помощь потенциальных конкурентов. Эта необходимость вызвана еще и тем, что коммерческая выгода от внедрения новых технологий по времени реализации не дает возможности отечественному бизнесу воспользоваться кредитами коммерческих банков, а поэтому требует целенаправленной политики государства, в основе которой должен лежать инстинкт самосохранения. Выбор приоритетов должен учитывать мультипликативный эффект от инвестирования

наукоемких технологий, в первую очередь технологий, обеспечивающих замкнутость циклов. Решение проблемы возлагалось на специально создаваемые государственные структуры — КритТЕХМАШ, ГосИноФонд, однако отсутствие реально действующего механизма правового и бюджетного регулирования, вызванное односторонней экономической политикой, направленной на финансовую стабилизацию, привели к технологическому распаду именно тех наукоемких отраслей промышленности, которые в наибольшей степени отвечают за экономическую независимость и национальную безопасность страны. Происходит интенсивное разрушение способности экономики Украины производить наукоемкую, конкурентноспособную продукцию, снижается обороноспособность страны и безопасность эксплуатации важнейших объектов народного хозяйства.

Преодоление кризиса сегодня возможно путем учета интересов государства и частного бизнеса. Роль государства должна состоять в выборе приоритетных проектов, имеющих максимальный мультипликативный эффект и коммерческую привлекательность, а также в гарантиях государственных инвестиций только в пилотную часть проекта.

Проект реализуется акционерным обществом, уставной капитал которого формируется с учетом государственных инвестиций, обеспечивающих государству в лице Госкомимущества и (или) Госпромполитики, контроль над всем проектом в целом. Акционерное общество последовательно реализует проект за счет собственной прибыли и негосударственных инвестиций.

Для иллюстрации приведем близкий нам пример. Украина претендует на звание аэрокосмической

державы благодаря доставшимся в наследство от единого аэрокосмического комплекса Советского Союза мощных конструкторских бюро и машиностроительных предприятий. Функционирование этого комплекса в СССР осуществлялось на основе замкнутых технологий, значительная часть элементов которых реализовывалось вне пределов Украины, и импорт которых в Украину сегодня находится под международным контролем, — как материалов, так и технологий двойного назначения. В полной мере это относится к деформируемым алюминиевым сплавам и некоторым видам алюминиевых порошков.

Отсутствие научно-производственных структур, способных обеспечивать потребности Украины в алюминиевых порошках и изделиях из деформируемых алюминиевых сплавов, требует тщательного изучения возможности технологических прорывов за счет использования национальных разработок в области ресурсосберегающих технологий и реализации этих возможностей. В конце 1980-х — начале 1990-х гг. учеными Днепропетровского государственного университета за счет бюджетных и коммерческих ассигнований была разработана принципиально новая технология получения порошков алюминия и его сплавов и технологии по переработке этих порошков в компактные изделия.

Стержнем комплекса новых экологически чистых технологий является эффект сверхскоростной кристаллизации, реализующейся при диспергировании струи алюминиевого сплава водой высокого давления [2, 3].

Неоспоримые преимущества технологии получения водораспыленных порошков и изделий из них, значимость этого комплекса технологий, способного обеспечить замкнутость целого ряда технологических циклов при производстве аэрокосмической техники, послужили основанием для внесения их в 1994 г. КритТЕХМАШем в реестр «критических» для Украины технологий, работы по созданию производства 20 000 тонн в год водораспыленных порошков алюминия и его сплавов в Украине предусмотрены программой «Развитие производства перспективных материалов на основе порошков металлов, а также развитие производства изделий из указанных материалов на 1995...2010 гг.». Создание такого производства ежегодно включается в списки проектов Государственного инновационного фонда с 1996 г.

Несмотря на то, что значительная доля металлических порошков изготавливается в мире именно распылением струи металла водой, для изготовления порошков алюминия этот способ не используют из-за возможности образования на поверхности

практически не восстанавливаемых оксидов и гидрооксидов алюминия.

Авторам технологии удалось обойти эту проблему. Гидрооксидные пленки на новых порошках имеют особую структуру и столь незначительную толщину, что позволяют получать методами порошковой металлургии (без спекания при наличии жидкой фазы и (или) горячей деформации) уникально высокий уровень механических характеристик материала — материал порошковой детали не уступает по уровню свойств материалу поковки, изготовленной из того же сплава (табл. 1).

На материал деталей из порошкового сплава АК 6 еще в 1992 г. получен Сертификат № 9 СИМ-МАК, Россия.

Разработанные технологии позволяют изготавливать высокоточные детали с высоким комплексом физико-механических и коррозионных свойств, что обеспечивает их конкурентноспособность в сравнении с традиционными технологиями изготовления деталей из алюминиевых сплавов (литье под давлением, механическая обработка горячедеформированных полуфабрикатов).

Сверхвысокие скорости охлаждения ($\sim 10^6$ с⁻¹), позволяют расширять пределы легирования и получать в сплавах микрокристаллическую структуру. Использование механизмов упрочнения, как за счет дисперсионного твердения, обусловленного выделением упрочняющих фаз, образуемых традиционными легирующими элементами (медь, магний, цинк, кремний), так и за счет дисперсионного твердения, обусловленного выделением при кристаллизации и переработке порошка в изделия интерметаллидов металлов, малорастворимых в алюминии (железо, хром, никель, цирконий и т. д.) позволяют получать значительный прирост прочности (до 50—200 МПа). Уровень коррозионной стойкости таких быстроохлажденных сплавов также выше, чем сплавов, изготовленных по традиционной технологии [4].

Результаты экспериментов, проведенных совместно с ВНИТИ в рамках исследования принципиальной возможности изготовления горячедеформированных полуфабрикатов из порошков высоколегированных алюминиевых сплавов приведены в табл. 2.

Исследования, проведенные совместно с институтами НАН Украины и промышленными предприятиями, убедительно доказывают, что водораспыленные порошки алюминия не уступают, а в целом ряде случаев превосходят по своим потребительским свойствам импортные газораспыленные порошки. Они могут успешно применяться в черной металлургии при раскислении сталей, в алюмотер-

Таблица 1. Механические свойства материала порошкового сплава АК6

Температура испытания $T, ^\circ\text{C}$	Прочность $\sigma_{02}, \text{МПа}$	Прочность $\sigma_B, \text{МПа}$	Удлинение $\delta, \%$	Ударная вяз- кость a_{D_2} $\text{кДж}\cdot\text{м}^{-2}$
-60	258	374	6.5	45
20	242	351	8.0	46
150	193	294	8.6	42
200	219	267	9.5	47

Таблица 2. Механические свойства порошковых сплавов

Марка сплава	Прочность σ_{02} , МПа	Прочность σ_B , МПа	Пластичность δ , %
АК4-1	345	470	10.0
АК6	370	440	10.0
АД33	385	435	9.2
В95	350	485	8.0

мических процессах, в качестве топлив при производстве взрывчатых веществ, в стройиндустрии при изготовлении ячеистых бетонов, в порошковой металлургии для изготовления деталей конструкционного, фрикционного и антифрикционного назначения, для нанесения коррозионностойких покрытий (мосты, трубопроводы, портовые сооружения, днища автомобилей и т. д.).

Проведенные качественные и количественные исследования веществ, выделяющихся в процессе производства порошков и изделий в окружающую среду, показал возможность создания экологически чистого, пожаро- и взрывобезопасного производства порошков алюминия и его сплавов. Установлено, что благодаря особой структуре гидроокисной пленки температура самовоспламенения порошков повышается с 450°C до $950\text{--}1100^\circ\text{C}$, что наряду с отсутствием пылевой фракции существенно повышает уровень пожаро- и взрывобезопасности производства и применения водораспыленных порошков [3, 4].

Технологии изготовления порошков защищены патентами Украины и России. Разработан технологический регламент на производственную линию и инвестиционный проект, состоящий из четырех частей — пилотной и трех производств:

— Научно-экспериментальная база, обеспечивающая контроль качества продукции и разработку технологии изготовления конкретных видов изделий с опытно-экспериментальной линией по производству порошков с объемом товарной продукции до 600 т/год (примерно на сумму 9 млн грн.).

— Производство порошков алюминия и его спла-

вов (мощность одного модуля до 4000 т/год).

— Производство деталей из порошков алюминиевых сплавов.

— Производство горячедеформированных профилей

Воплощение проекта предусматривается последовательным: научно-экспериментальная база создается за счет государственных инвестиций, последующие части проекта — за счет прибыли, полученной от реализации продукции предшествующих частей проекта. Ввиду особой значимости проекта для аэрокосмической отрасли его реализация предполагается путем создания акционерного общества со значительной долей государства.

Остается надежда, что с приходом XXI века Украина осознает необходимость сохранения и развития наукоемких отраслей промышленности, и предлагаемый проект будет осуществлен.

1. Джур Е. А., Иванов Л. Ф., Леднянский А. Ф. Состояние и перспективы развития технологии порошковой металлургии в Украине // Технология машиностроения.—1995.— № 2.—С. 34—40.
2. Исаенкова Е. С. Крайников А. И., Леднянский А. Ф. Проблемы создания производства порошков алюминиевых сплавов в Украине // Тез. междунар. конф. «Конверсия и экология». Программа НАТО «Приоритетные области экологической безопасности». — Днепропетровск, 1997.— С. 77.
3. Леднянский А. Ф., Моляр А. Г., Саворенко А. И. Новые технологии получения высокопрочных алюминиевых сплавов для аэрокосмической техники // Тез. междунар. конф. «Aerospace Industry and Ecology Conversion and Security Problems «AINESC 95». — Днепропетровск, 1995.—С. 73—74.
4. Леднянский А. Ф., Сулименко В. А., Исаенкова Е. С. Вопросы экологии производства порошков алюминиевых сплавов // Тез. IV Междунар. научно-практической конф. «Франция и Украина, научно-практический опыт в контексте диалога национальных культур». — Днепропетровск, 1997.—С. 87.

ALUMINIUM ALLOYS FOR UKRAINIAN AEROSPACE INDUSTRY: PROSPECTS AND REALITY

A. V. Gaida, E. A. Dzhur, A. F. Lednianskyi, V. S. Simonov

One of the main reasons of crisis in the machine-building industry is an investments scarcity in high technologies industrial applications. The investments are able to recreate a destroyed system of closed technological cycles. The plan of the application of new technologies has been proposed: state bodies (Fund of State Property and/or Ministry of Industrial Politics) invest into an application and implementation of model stage of a project. This provides state control and participation over the whole project which can be further implemented at the expense of returns and commercial investments. This plan adaptation is illustrated by the project "The production of the water-dispersed powders of aluminium alloys and products on their base".