

**ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ
ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ**

Л. Н. Дейнеко*, **В. Ю. Костыря***, **Ю. Н. Ушаков***, **Г. В. Кокашинская***,
О. В. Бондаренко**, **А. П. Грицак*****, **Е. В. Лифиренко*****

* – *Национальная металлургическая академия Украины*

** – *Национальный университет им. О. Гончара*

*** – *КЗО «Лицей с усиленной военно-физической подготовкой»*

Состояние вопроса и актуальность проблемы. Эффективность применения алюминия определяется его превосходством перед стальной броней при обеспечении защиты от бронебойных пуль калибра 12,7 и 14,5 мм, а также от малокалиберных снарядов. Кроме того, алюминий более технологичен, обеспечен сырьевой базой, хорошо сваривается, обладает уникальной противоминной и противоосколочной защитой. Алюминиевая броня при меньшем весе требует большей толщины броневых деталей, и жесткость цельноалюминиевого корпуса примерно в 10 раз выше, чем у корпуса из сравнительно тонких листов стальной брони. Это позволяет сваривать бронекорпуса без дополнительных элементов жесткости, за счет чего масса бронекорпуса может быть снижена при равной стойкости не менее чем на 25 %. Как известно, пионером использования алюминия в качестве брони для БТТ является США, где уже в конце 50-х годов был начат выпуск бронетранспортера M113 с алюминиевым бронекорпусом. В качестве брони ими был использован сплав 5083 системы Al-Mg-Mn, являющийся обычным конструкционным сплавом средней прочности ($\sigma_B = 300$ МПа) и представляющий своеобразное первое поколение алюминиевой брони. Следующим этапом развития алюминиевого бронекорпусного производства США стал переход на использование специально разработанного алюминиевого броневого сплава 7039 системы Al-Zn-Mg. Эта броня использована в бронекорпусах легкого танка M551 и БМП XM723.

В Англии работы по алюминиевому бронекорпусному производству привели к разработке легкого танка «Скорпион» и целого семейства машин на его базе. Бронекорпус этого танка выполнен из алюминиевого сплава E74S толщиной от 20 до 60 мм. Во Франции, в свою очередь, разработана собственная алюминиевая броня - сплав A-Z5-G. Из нее изготовлен бронекорпус БМП AMX-10P, поступившей на вооружение в 1973 году. Следующим поколением стал специально разработанный в США алюминиевый броневой сплав 7039 системы Al-Zn-Mg. Этот сплав использовался при изготовлении бронекорпусов легкого танка M551 «Шеридан» и опытной БМП XM723, а вместе со сплавом 5083 — при производстве БМП M2 «Брэдли». К броневым сплавам системы Al-Zn-Mg относился и разработанный в Великобритании сплав E74S, использовавшийся в легком аэромобильном танке «Скорпион» и бронемашине на его базе, БРМ «Феррет-80». Во Франции был разработан собственный броневой алюминиевый сплав A-Z5-G, из которого выполнен бронекорпус БМП AMX-10P. Алюминиевые сплавы 5083 и 7020 использованы для изготовления корпуса и башни итальянской БМП VCC-80.

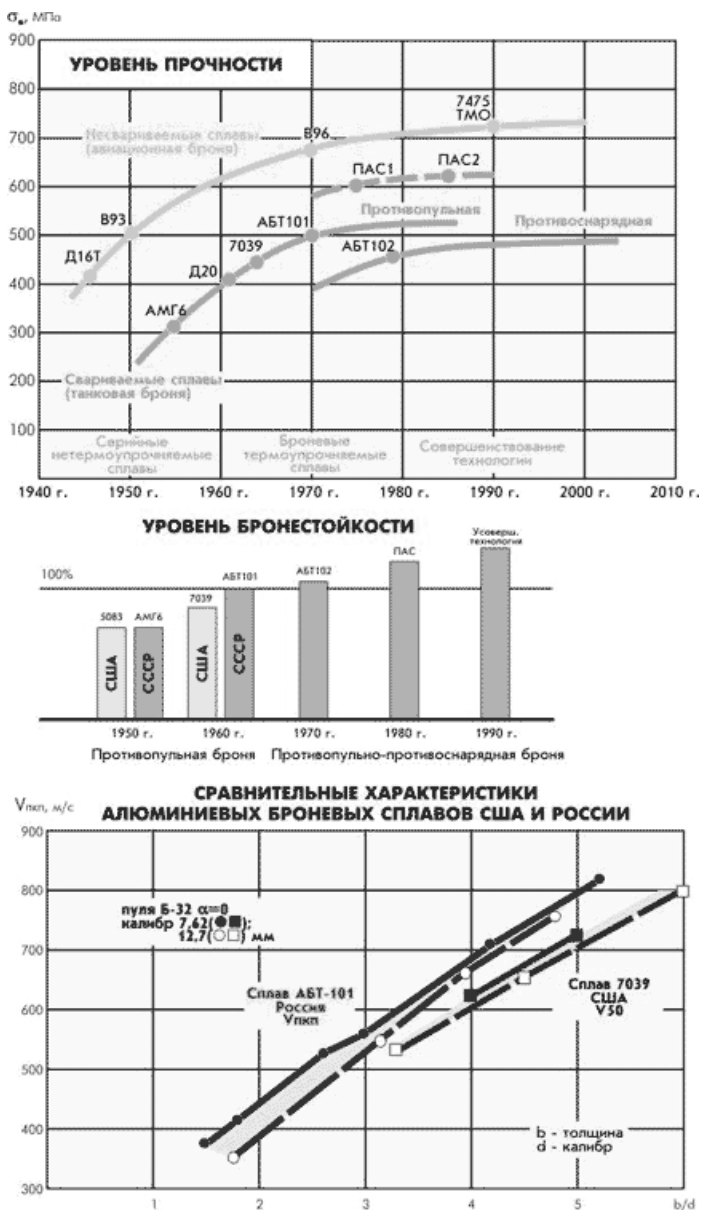


Рис. 1. Характеристики бронепробиваемости алюминиевых сплавов, материалы Всемирной сети

К третьему поколению, появившемуся в 1980-е гг., относят многослойные конструкции с использованием различных алюминиевых сплавов, заметно превосходящие по стойкости гомогенную броню. Зарубежные специалисты отмечали, например, трехслойную броню Al-Zn-Mg — Al-Zn-Mg-Cu — Al-Zn-Mg типа «Тристар», которая, по оценкам, при равном уровне бронезащиты имела 68% веса сплава 5083, 79 % сплава 7020. Первым применением алюминия в танкостроении СССР можно считать разработку и испытание алюминиевого корпуса плавающего танка ПТ-76 из конструкционного алюминиевого сплава Д20. Этот корпус был изготовлен в 1961 году в НИИ Стали, после чего он прошел полный цикл испытаний, показав перспективность применения алюминиевой брони. Алюминиевый сплав Д20 содержит 6—7% меди, 0,4—0,8% марганца, а также 0,1—0,2% титана и до 0,2% циркония; высокое содержание меди, а также марганца и титана обеспечило Д20 высокую жаропрочность.

В качестве свариваемой противопульной брони был предложен алюминиевый высокопрочный сплав системы Al-Zn-Mg, который в термообработанном состоянии обеспечивал оптимальное сочетание прочности и пластичности. После отработки металлургических техпроцессов и проведения экспериментальных работ по изготовлению и испытанию лабораторных и натуральных макетов бронекорпуса сплав был стандартизирован под наименованием АБТ-101 (алюминиевая броня танковая) или под маркой 1901. АБТ-101 представляет собой термоупрочняемый деформируемый сложнoleгированный свариваемый сплав системы Al-Zn-Mg с суммарным содержанием Zn и Mg до 9% и их отношением 2:1 (почти в 2 раза больше, чем в зарубежных алюминиевых броневых сплавах).

Сплав 5083 системы Al-Mg-Mn относится к обычным конструкционным сплавам средней прочности, применяется, скажем, в судостроении, но именно он стал своего рода первым поколением алюминиевой брони. Итальянцы ставили алюминиевые конструкции в броневого шельфа своих кораблей начиная с 1938 г. После Второй мировой войны увлечение алюминием стало повсеместным, им заменяли стальные водонепроницаемые переборки, использовали как карапасную и противопульную броню... Но конструкторы не учли одного важного свойства алюминия, а именно – гореть при 550-600 °С.

70-80-е годы прошлого века ознаменовались рядом катастроф сначала 30 августа 1974 г. вблизи Севастополя от взрыва боезапаса выгорел и затонул большой противолодочный корабль «Отважный» Краснознаменного Черноморского флота. Надстройки, конструктивная защита и переборки корабля были изготовлены из термоупрочнённого АМГ6. Погибло 29 человек.

16 апреля 1987 года в Японском море в 33 милях от острова Аскольд затонул малый ракетный корабль «Муссон» а борту. Один из участников расследования трагедии, рассказал, что причиной столь яростного пожара и сильной загазованности помещений стал материал, из которого сделаны конструкции не только «Муссона», но и практически всех кораблей ВМФ бывшего СССР. Это алюминиево-магниевый сплав — АМГ. Но алюминий как броневой материал прочен, легок и — самое главное — дешев.

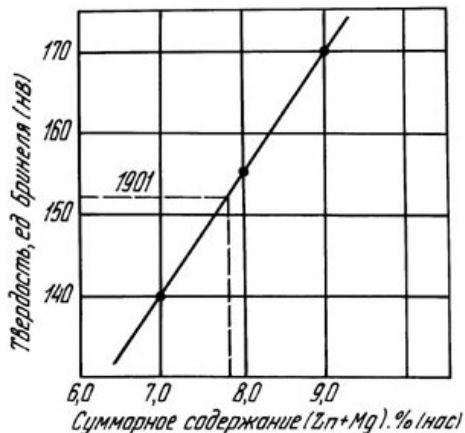


Рис. 2. Взаимосвязь состава и твердости броневое алюминиевого сплава

Чаще всего современная броня это слоистая плита на основе алюминия, включающая лицевой и тыльной слои с промежуточным слоем из технически чистого алюминия толщиной 1-3%, установленные над лицевым и подтыльным слоями. При этом лицевой слой выполнен толщиной 75-90% толщины плиты из свариваемого сплава твердостью не менее 165 ед. по Бринеллю, а тыльный слой - толщиной 5-15% толщины плиты твердостью 135-150 НВ. Современная корабельная алюминиевая броня выполнена из вязкой на удар оболочки и плит из упрочнённого материала, образующих единый компактный блок, при этом отношение массы этого блока к площади его тыльной поверхности не менее 0,28 кг/дм², а площадь тыльной поверхности компактного блока не менее 2,5 дм². Компактный блок 1 может быть выполнен с криволинейной поверхностью. В этом случае боковые грани плит 2 выполнены под углом (90° - α) к плоскости плиты, при этом угол α определяется из зависимости:

$$\alpha = \arcsin \frac{l}{2R},$$

где: l - ширина плиты; R - радиус кривизны компактного блока.

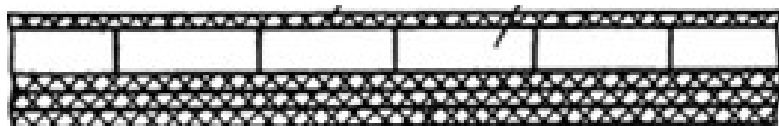


Рис. 3. Алюминиевая бронеплита

В настоящее время проводятся натурные испытания алюминиевого экструдированного сплава конструкции ФТИ ДГУ, на основе АК-8, результаты испытания на технологическую ударостойкость показали его сопоставимость с сплавами типа «Тристаро».