

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕНОАЛЮМИНИЯ ИЗ ВТОРИЧНЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ НУЖД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В.А. Калиниченко, А.С. Калиниченко, Б.М. Неменёнок

Белорусский национальный технический университет, Минск

В последние годы во всем мире развивается концепция облегчения металлоконструкций и изделий. Одну из ниш в этой концепции занимают вспененные материалы, в основном на основе алюминия и его сплавов. Несмотря на то, что эти материалы открыты более 40 лет назад, до сих пор их внедрение в промышленности весьма ограничено. Это может быть объяснено консервативностью технологий, применяемых на предприятиях, на ранних этапах – проблемы с контролем качества при производстве вспененных материалов и массивность многих ранее выпускавшихся узлов в машиностроении.

На начальном этапе развития пенообразных материалов типичными областями применения алюминиевых пен являлись следующие: тепло- и вибропоглощающие перекрытия, конструкционные элементы для строительной промышленности (например, конструктивные элементы крыш складских помещений) и грубофильтрующие материалы. На современном этапе вспененные материалы находят применение в автомобилестроении и ряде других высокотехнологичных областей машиностроения.

Для завоевания новых рынков исследователи вспененных материалов должны уделить внимание следующим направлениям:

- производство повторяемых по характеристикам материалов;
- управление свойствами и создание специальных свойств под конкретную промышленную задачу;
- хорошая обрабатываемость;
- высокая коррозионная стойкость.

В решении вышеуказанных проблем могут помочь такие методы, как компьютерное моделирование, уделение особого внимания свойствам и качеству шихтовых материалов и, наконец, учет будущей специфики эксплуатации изделия. Для иллюстрации вышесказанного можно привести следующую схему (рис. 1).



Рис. 1. Зависимость между исследованиями в области вспененных материалов и их внедрением в промышленность

В настоящее время принято различать три основные группы вспененных материалов по способу изготовления: литейно-металлургические пены, порошкومتаллургические пены, напыленные и полученные прочими способами пены. Эти типы делятся на подтипы по виду пор, находящихся в них (закрытые или открытые), а также ряду других отличительных признаков. Эти особенности позволяют металлическим пенам обладать рядом специфических свойств (к примеру, плотностью от 0,1 до 0,8 г/см³) и занимать свою нишу в современном машиностроении благодаря высоким свойствам при низкой массе.

Практически все вспененные материалы, полученные литейными способами, являются пенами с закрытым типом пор. Основными компонентами получения данного типа материалов являются расплавленная алюминиевая основа, а также (в зависимости от типа процесса) материалы, увеличивающие вязкость расплава, такие как натрий, кальций, оксид алюминия, карбид кальция или ряд других добавок.

Рассматривая различные способы получения пены, необходимо также отметить свойства пен, которые являются весьма необычными по сравнению с традиционными материалами: они плавают в воде, сохраняют заданную форму без деформации вплоть до момента плавления и ряд других свойств. При этом следует отметить весьма полезную черту для промышленности Беларуси: данный тип материала может изготавливаться из вторичных сплавов, даже с повышенным содержанием железа, что способствует рациональному использованию отходов литейного производства [1]. Иллюстрация основных физико-механических свойств приведена в табл.

Таблица

Основные свойства алюминиевых пен

Характеристики	СПЛАВЫ				
	А 5 чушковой	А 5	AlCu4 (0,5%Fe)	AlSi12 (0,5% Fe)	AlSi12 + 1,5%Fe
Применяемый порофор	—	TiH2	TiH2	TiH2	TiH2
Плотность, г/см ³	2,7	0,4	0,7	0,54 – 0,84	0,62 – 0,86
Средний диаметр пор, мм	—	4,0	3,0	—	—
Прочность на сжатие, МПа	—	3,0	21,0	7,0 – 15,0	7,0 – 13,0
Поглощение энергии при 30%, МДж/м ³	—	0,72	5,2	2,0 – 4,0	2,0 – 3,6
Модуль эластичности, ГПа	67,0	2,4	7,0	5,0 – 14,0	15,2
Теплопроводность, Вт/м·К	235,0	12,0	—	9,0 – 11,2	11,0

Алюминиевые вспененные материалы являются концептуальным материалом для автомобилестроения, авиа- и космической промышленности, а также для различных областей машиностроения и строительства. Следует также отметить, что в отличие от целого ряда аналогичных материалов рассматриваемый нами является экологически чистым и не требует особых затрат на переработку. Для примера можно провести сравнение между металлическими вспененными материалами и пористыми пластиками, которые уже занимают свою нишу в промышленности.

Благодаря описанным свойствам, в особенности низкому весу, алюминиевые вспененные материалы являются концептуальным материалом для автомобилестроения. Впервые применены серийно на модели Фольксваген-Гольф 4. Основные возможности для применения можно обозначить как: защита человека в салоне автомобиля, защита узлов и агрегатов, защита окружающей среды (снижение шумов, а также в результате снижения веса автомобиля – экономия горючего). Как результат, наиболее концептуально развиваемыми направлениями в автомобилестроении являются поглощение разрушающих энергетических воздействий, облегчение конструкции и улучшение изоляционных показателей (рис. 2).

В качестве энергопоглотителя наиболее интересные узлы для применения алюминиевых вспененных материалов – это бампера, наполнители продольных рам, а также участки изоляции днища и ряд других элементов (рис. 3).

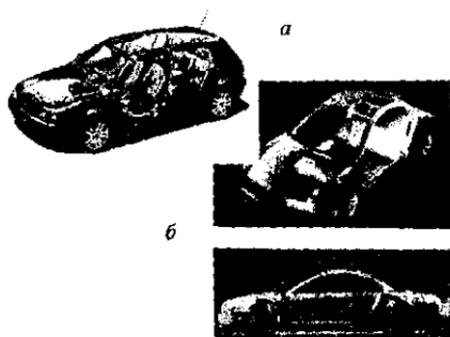


Рис. 2. Гольф 4 (а) – первый автомобиль с серийным применением пены в качестве элемента безопасности и японский Коппит-кар с сэндвич-кузовом (б)



Рис. 3. Деформация направляющей, заполненной пеноалюминием, при фронтальном столкновении автомобиля

Строительная промышленность тоже может вобрать в себя передовые технологии облегченного строительства на базе вспененного алюминия. Это обеспечивается такими свойствами пеноалюминия, как механическая прочность, негорючесть, гигиеничность и экологичность и защита от тепловых излучений. Примером применения пеноматериалов могут быть пластины временных понтонных мостов, защитные подушки лифтов, облицовочные плиты павильонов, звукоизоляционные стены сооружений, находящихся возле шумных зон (аэропорты, вокзалы, дискотеки и т.п.). К тому же, исследования показывают, что в случае пожара помещение из пеноалюминиевых плит (сплав $AlSi_4$) выдерживает сильный пожар в течение 30 минут, хотя более высокую несущую способность имеют плиты из сплавов системы $AlMgSi$ [2].

В качестве потенциального потребителя вспененных материалов можно назвать машиностроение. Ведутся разработки по созданию легких валцов из вспененного алюминия для печатной и бумажной промышленности. К тому же возможно потенциальное использование в теплообменниках, фильтрах и катализаторах, в некоторых случаях – в качестве дизайнерской мебели и т.п.

Литература

1. Калининченко, А. С. Способы получения вспененного алюминия, область применения и ряд особенностей механической обработки / А. С. Калининченко // В. А. Калининченко // Литье и металлургия, 2005. – № 2 (ч. 1). – С. 164 – 169.
2. Zentrale, V. Aluminiumschaum / V. Zentrale // Aluminium. – Merkblatt. – W. 17 – 1. Aufgabe. – Dusseldorf. – 02, 1999. – 58 p.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ СЛОЯ ПРИ ИОННОМ ОСАЖДЕНИИ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

А.С. Калиниченко, В.А. Калиниченко

Белорусский национальный технический университет, Минск

Разработка технологических основ получения композиционной структуры основывается на выборе оптимальных параметров процесса и способов внедрения упрочняющих частиц. Упрочняющие частицы можно условно разделить на две группы: металлические и неметаллические. Исходя из этого варьируется также и процесс ввода вышеуказанных частиц в осаждаемую поверхность. Металлы могут легко переходить на подложку из растворов их солей, в то время как неметаллы лишены такой возможности. Общепринятым для гальванических процессов является внедрение неметаллов в плакированном виде. Однако не все материалы легко поддаются плакировке, как результат остро стоит потребность ввода неплакированных упрочняющих элементов. Данный процесс может быть реализован при высоких скоростях осаждения с большой интенсивностью перемешивания соляной ванны с находящейся в ней взвесью упрочняющих элементов.

Данная технология может быть применима для создания абразивного инструмента – наполненного КМ, в котором использованы природные и синтетические алмазы, нитриды бора, кремния, титана, карбиды и силициды. Например, для производства сепарационных дисков толщиной от 100 мкм и диаметром от 10 мм (рис. 1, а), трубчатых сверл диаметром от 1,0 мм (см. рис. 1, б) и др.

Известно, что разработка схем и методов внедрения частиц в осаждаемый слой напрямую зависит от типа частиц. К тому же важным параметром при вводе дополнительных частиц является регулирование процессов по силе тока и напряжению, а также создание оптимальных условий для осаждения конкретного компонента при реализации процесса создания готового изделия или заготовки с определенными свойствами. На рис. 2 показан образец резца, сочетающий в себе целый ряд осажденных материалов, таких как никель и кубонит, осажденные на латунной подложке.

Для изготовления опытного образца применялась методика частичной изоляции поверхности осаждения. Метод был выбран по причине невозможности совместного осаждения никеля и кубонита. Латунная основа была покрыта изоляционным лаком в местах, где не планировалось осаж-