

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЙ СВАРИВАЕМЫЙ АЛЮМИНИЕВЫЙ СПЛАВ В1341 СИСТЕМЫ Al-Mg-Si

В.В. Овчинников, О.Е. Грушко



ОВЧИННИКОВ
Виктор Васильевич

Профессор, доктор технических наук, академик Международной академии информатизации. Ведущий специалист по сварке ФГУП «Российская самолетостроительная корпорация «МиГ». Основное научное направление деятельности – разработка методов и технологических средств получения качественных сварных соединений при изготовлении ответственных конструкций из высокопрочных алюминиевых сплавов. Автор более 220 научных работ, в том числе авторских свидетельств и патентов на изобретения.

промышленности. Большинство изделий производятся из деформированных полуфабрикатов толщиной от 1 до 50 мм с применением различных методов сварки.

В конструкциях летательных аппаратов алюминиевые сплавы применяются в качестве обшивки фюзеляжа и крыльев, для изготовления трубопроводов воздушной и топливной систем, топливных баков, сосудов и баллонов, работающих под внутренним повышенным давлением. Для обшивки в основном применяются сплавы Д16Т и Д19Т, а соединяются отдельные детали из этих сплавов в сборочные узлы конструкции клепкой и контактной точечной сваркой.

В настоящее время топливные баки, сосуды и баллоны, работающие под повышенным давлением, изготавливаются из сплавов системы Al-Mg (AMg2, AMg4, AMg6) и высокопрочных

Введение

Алюминий и его сплавы по производству и применению в промышленности занимают второе место после сталей. Благодаря ценному комплексу физико-механических, коррозионных и технологических свойств легкие сплавы на основе алюминия успешно используются при создании летательных аппаратов, в строительстве, в судостроении, в автомобильном и железнодорожном транспорте, в криогенной и химической аппаратуре, а также в производстве оборудования для пищевой



ГРУШКО
Ольга Евгеньевна

Доктор технических наук, главный научный сотрудник ФГУП «ВИАМ». Специалист в области металлургии и металловедения алюминиевых деформируемых сплавов. Автор более 90 научных трудов и 20 изобретений.

сплавов системы Al-Mg-Li (1420, 1421, 1423, 1424). В процессе производства баллонов (рис. 1), основными операциями технологического процесса являются холодная штамповка и сварка плавлением (ручная и автоматическая аргонодуговая сварка с присадочной проволокой). Технология изготовления сварных баллонов из сплавов системы Al-Mg и Al-Mg-Li ограничивает толщину их стенок (не менее 3 мм).

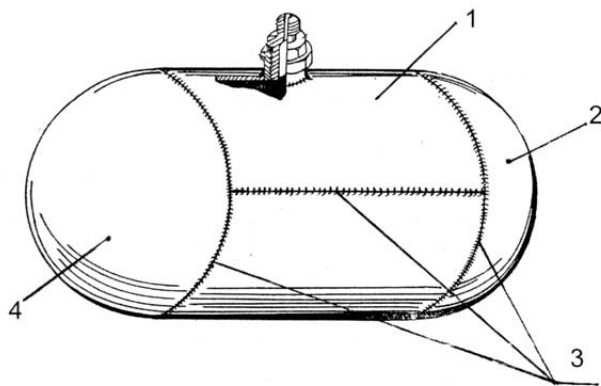


Рис. 1. Типовая конструкция сварных сосудов из алюминиевых сплавов:

1 – обечайка; 2 и 4 – днища; 3 – сварные швы

При меньшей толщине листового полуфабриката имеет место негерметичность по основному металлу из-за формирования капиллярного канала по длине оксидной пленки, залегающей между внутренней и внешней поверхностями листа, вдоль которой под действием внутреннего давления топливо может вытекать из баллона. По этой причине для снижения массы летательного аппарата, за счет уменьшения массы сварных баллонов и сосудов, актуальной становится разработка высокотехнологичного сплава, обеспечивающего их герметичность по основному металлу при толщине листа менее 3 мм.

Применение алюминиевых сплавов в автомобильной промышленности

Широкому использованию алюминиевых сплавов в конструкциях автомобилей взамен стали препятствуют два существенных фактора:

– стоимость алюминиевых сплавов в 2 раза выше стоимости стали;

– технологические трудности при использовании алюминиевых сплавов в условиях установившегося массового производства.

Зарубежные автомобилестроительные и металлургические фирмы при поддержке правительств своих стран более двух десятилетий проводят работы по внедрению алюминиевых сплавов в конструкцию автомобилей, где наиболее широко используются деформируемые алюминиевые сплавы серий 5000, 6000, 2000. Их опыт показывает, что рост применения алюминиевых сплавов в грузовых и специальных автомобилях будет опережать рост их применения в легковых автомобилях [1]. Это связано с тем, что использование алюминиевых сплавов в конструкции грузовых автомобилей значительно сокращает производственные затраты и благоприятно сказывается на сохранении окружающей среды. Кроме того, если применение алюминия в легковых автомобилях позволяет за счет снижения их массы уменьшить, в основном, расход топлива, то в грузовых и специальных автомобилях это дает возможность увеличить полезную нагрузку (массу – на 1-2 т) в пределах разрешенной максимальной массы [2].

Автомобильные фирмы ориентируются на концепцию модульного принципа проектирования, принятой ранее в авиакосмическом комплексе.

Модульный принцип конструирования был использован фирмой *Daimler-Chrysler*, позволивший создать сварную раму из прессованного алюминиевого сплава для кабины мусороуборочного автомобиля *Econic*. Большое достоинство алюминиевых сплавов в их высокой коррозионной стойкости, что обеспечивает сохранение корпуса автомобиля в рабочем состоянии даже после эксплуатации в течение 20 лет при самых неблагоприятных погодных условиях и дополнительно снижает затраты на обслуживание автомобилей.

Шведская фирма *Scania* изготовила из алюминиевого сплава кузов городского автобуса

Omni-City, что позволило снизить массу автобуса почти на 600 кг. Это привело к уменьшению текущих затрат за счет уменьшения расхода топлива при частых разгонах и торможении на остановках и у светофоров, к повышению пассажироместимости [2].

Основные требования к алюминиевым сплавам для получения наружных деталей автомобиля холодной штамповкой, сформулированные ведущими зарубежными фирмами, следующие:

- размер зерна в структуре сплава 2–50 мкм;
- средний уровень предела текучести сплава $\sigma_{0,2}$ в закаленном и естественно состаренном состоянии (состояние Т) не выше 110–150 МПа;
- отношение предела текучести к пределу прочности $\sigma_{0,2}/\sigma_B < 0,55$;
- способность к повышению предела текучести $\sigma_{0,2}$ до 250–300 МПа при искусственном старении (состояние Т1), что позволяет получить за счет нагрева при окончательной покраске $\sigma_{0,2} = 180$ МПа;

- высокий уровень параметров технологичности листов в состоянии Т, определяющих хорошую формуемость;
- отсутствие склонности к образованию линий Чернова-Людерса для обеспечения зеркальной поверхности после покраски;
- высокая коррозионная стойкость, в том числе сопротивление нитевидной коррозии;
- удовлетворительная свариваемость листов контактной сваркой и сваркой плавлением.

Кроме того, листы из алюминиевых сплавов для получения наружных деталей корпуса должны иметь минимальную разнотолщинность и хорошее качество поверхности.

Анализ патентов и технической литературы показал, что за рубежом в автомобильной промышленности для деталей корпуса применяются два типа алюминиевых сплавов – термически неупрочняемые сплавы систем Al-Mn серии 3000, Al-Mg серии 5000 и термически упрочняемые сплавы систем Al-Cu, Al-Cu-Mg, Al-Mg-Si и Al-Mg-Si-Cu серий 2000 и 6000 (табл. 1).

Таблица 1

Средний химический состав алюминиевых сплавов для изготовления деталей автомобилей (зарубежные марки и российские аналоги)

Сплав		Содержание элементов, %					Назначение
Российский	Зарубежный	Si	Cu	Mn	Mg	Cr	
	5052	–	–	–	2,5	0,2	Корпус (внутренние детали)
	5454	–	–	0,7	2,7	0,12	
	5182	–	–	0,4	4,5	–	
АМг2		–	–	0,4	2,2	–	Каркас
АМг3		0,65	–	0,45	3,5	–	
АМг4		–	–	0,6	4,2	0,15; Ti до 0,07	
	6009	0,8	0,4	0,5	0,6	–	Корпус (наружные детали обшивки) каркас, радиатор, бензобак
	6016	1,2	–	–	0,4	–	
	6111	0,9	0,7	0,2	0,7	–	
	6061	0,6	0,23	0,15	1,0	0,2	
АВ		0,9	0,3	0,25	0,7	–	Корпус (наружные детали обшивки)
АД33		0,6	0,3	–	1,0	0,25	
2036		–	2,6	0,3	0,5	–	
Д18		–	2,6	–	0,3	–	

Эффект упрочнения алюминиевых сплавов при нагреве до температуры 170–200 °С сильно зависит от типа сплава. Сплавы серии 2000 имеют низкий эффект старения и уступают по прочности сплавам серии 6000 [3].

Способность к формуемости при холодной штамповке, свариваемость и коррозионная стойкость листового материала из сплавов серии 6000 находится на уровне термически неупрочняемых сплавов системы Al-Mg. Детали

из сплавов серии 6000 имеют наиболее высокое качество поверхности, так как эти сплавы не склонны при деформации к образованию линий Чернова-Людерса.

В Европе в качестве основного сплава для наружных деталей корпуса используют хорошо штампуемый сплав 6016. В Северной Америке преобладают сплавы 6111 и 6061 с повышенной прочностью, что обеспечивает более высокую устойчивость изделий против вмятин.

Из отечественных сплавов системы Al-Mg-Si наиболее близким к зарубежным сплавам по уровню прочности и пластичности является сплав АВ. Из этого сплава в соответствии с ГОСТом 21631 [4] изготавливают листы толщиной 0,3–10,5 мм и поставляют в трех состояниях: отожженном (АВМ); закаленном и естественно состаренном (АВТ); закаленном и искусственно состаренном (АВТ1). При этом полуфабрикаты из сплавов системы Al-Mg-Si, в том числе и листы сплава АВ, склонны к разнотекучности с выраженной структурой рекристаллизации. Это резко снижает их способность к формовке и ухудшает внешний вид деталей, получаемых холодной штамповкой.

Технологические и механические свойства сварных соединений из сплава В1341

Во Всероссийском институте авиационных материалов (ВИАМ) были проведены исследо-

вания по разработке режима термомеханической обработки листов из серийного сплава АВ в целях получения листов с регламентированным размером зерна 20–40 мкм и высокими показателями формовкости. В результате, для листов сплава АВ был разработан режим термической обработки, который обеспечивает получение рекристаллизованной структуры сплава В1341 (рис. 2).

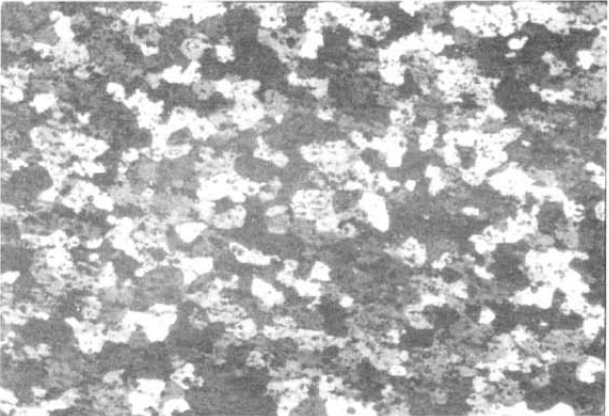


Рис. 2. Микроструктура сплава В1341 листа после термомеханической обработки (50-кратное увеличение)

Проведенные испытания показали, что сплав В1341 имеет изотропные свойства, и листы из этого сплава по технологическим характеристикам сравнимы с листами из сплавов 6016, АМг2 и АМг4 (табл. 2).

Таблица 2

Механические и технологические свойства алюминиевых сплавов (листы)

Сплав	Направление вырезки образца	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\frac{\sigma_{0,2}}{\sigma_B}$	$\delta_{общ}$, %	R_{min} , мм
В1341Т	Д	300	155	0,51	22,3	(0,5–1,0)s
	П	300	150	0,50	24,4	–
	45°	300	150	0,50	24,0	–
6016Т4	Д	230	120	0,52	32,7	–
	П	230	115	0,51	23,2	–
	45°	225	115	0,52	26,3	–
АМг2М	Д	190	100	0,53	25,0	0,5s
АМг4М	Д	280	140	0,50	20,0	1,0s

Примечания: 1. Обозначения: Д – продольное (долевое) направление; П – поперечное направление; σ_B – предел прочности; $\sigma_{0,2}$ – предел текучести (условный); $\delta_{общ}$ – относительное удлинение; R_{min} – минимальный радиусгиба; s – толщина листа. 2. Приведены свойства сплавов В1341 и 6016 после закалки и естественного старения, сплавов АМг2 и АМг4 – после отжига.

В данной статье представлены результаты исследований технологических свойств листов сплава В1341 толщиной 1,5–2 мм.

В программу испытаний входило исследование штампуемости сплава В1341 при холодной штамповке, свариваемости сплава в условиях контактной точечной и автоматической

аргодуговой сварки, включая выбор марки присадочной проволоки и режима термической обработки сварных соединений после сварки.

Исследования проводили на листах сплава В1341, химический состав которого представлен в табл. 3.

Таблица 3

Химический состав сплава В1341 (лист)

		Содержание, %							
Al	Mg	Si	Mn	Cu	Cr	Ca	Zn	Ti	Fe
					Примеси, не более, %				
Основы	0,45 – 0,90	0,5 – 1,2	0,15 – 0,35	0,1 – 0,5	0,25	0,10	0,20	0,15	0,5

Листы подвергались термомеханической обработке (ТМО), которая включала закалку (нагрев до температуры 530 °С с выдержкой 60–600 с и охлаждение в воде при температуре 10–40 °С), правку со степенью деформации не более 3 % и искусственное старение в течение 12–14 ч при температуре 165–175 °С. Из листов были вырезаны образцы для испытаний на растяжение. При испытаниях определяли предел прочности, условный предел текучести и относительное удлинение материала при 20 °С. Полученные данные приведены в табл. 4.

Таблица 4

Механические свойства сплава В1341 после термомеханической обработки (лист)

Вид полуфабриката	Направление вырезки образца	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\delta_{\text{общ}}$, %
Лист толщиной 1,5 мм	Д	301–305 303	252–277 265	24,0–25,7 25,1

Примечание. В знаменателе даны средние значения величин по результатам испытаний 10 образцов.

Возможности холодной штамповки для получения деталей типа полусфер из листов сплава В1341 оценивали на образцах в виде дисков диаметром 200 мм с использованием доработанного штампа, применяемого для штамповки днищ расширительного бака из сплава АМг4.

Штамповку выполняли за один ход штампа прессы марки РКНТ315 фирмы WEINORTEN, имеющего рабочий ход 315 мм, усилие удерживания 500 кН и усилие выталкивания 80 кН.

В результате, внешний осмотр деталей, полученных в виде полусфер диаметром 150 мм (с технологическим припуском) и высотой 60 мм (рис. 3), показал отсутствие видимых трещин и морщин на их поверхности, что позволило сделать вывод о пригодности полусфер к использованию в качестве днищ баллонов, а также заключить, что сплав В1341 обладает хорошими показателями штампуемости и технологичности после термомеханической обработки в условиях холодной штамповки.



Рис. 3. Днища баллонов с технологическим припуском после холодной штамповки из листа сплава В1341

Это обеспечивает получение из него различных гофрированных панелей (рис. 4).

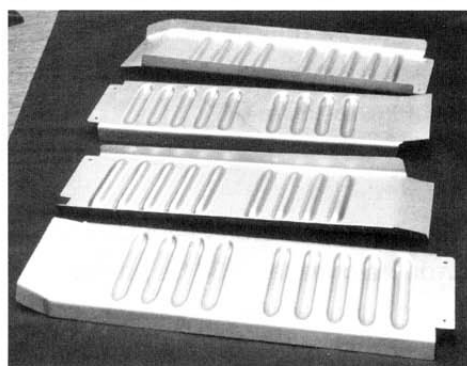


Рис. 4. Гофрированные панели, полученные холодной штамповкой из листов сплава В1341

Кроме того, из сплава В1341 методом гибки можно изготавливать профили различного сечения, используемые в качестве элементов, повышающих жесткость конструкций, при производстве сварных панелей, соединяемых с профилем контактной точечной сваркой. Однако это потребовало исследования механических свойств сварных точечных соединений сплава В1341, выполненных на машине для точечной контактной сварки (ТЭС) марки МТВ-8002. Режим сварки выбрали из условия получения сварного ядра диаметром 4,2–4,7 мм. Макроструктура сварного ядра представлена на рис. 5.

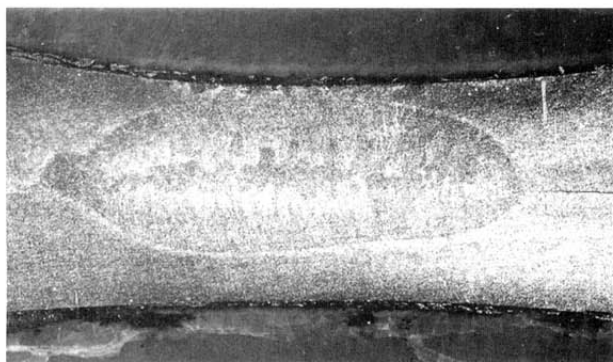


Рис. 5. Макроструктура сварного соединения листов сплава В1341 толщиной 1,5 мм, полученного точечной сваркой по схеме «закалка плюс ТЭС плюс искусственное старение» (10-кратное увеличение)

Результаты испытаний точечных соединений на срез и отрыв представлены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты испытаний точечных сварных соединений листов из сплава В1341 (диаметр сварного ядра 4,2–4,7 мм)

Схема предварительной обработки	P_0 , кН	$P_{ср}$, кН
Закалка плюс ТЭС	1,8–2,0 1,92	2,9–3,6 3,42
Закалка плюс ТЭС плюс искусственное старение	2,2–2,7 2,44	3,9–4,5 4,16
Закалка плюс искусственное старение плюс ТЭС	2,0–2,3 2,10	3,0–5,4 3,72

Примечания: 1. Обозначения: P_0 – усилие отрыва; $P_{ср}$ – усилие среза. 2. В знаменателе приведены средние значения величин по результатам испытаний 10 образцов.

Анализ полученных результатов

Из полученных данных следует, что на уровень механических свойств точечных соединений листов сплава В1341 существенно влияет схема выполнения сварных соединений. При этом наименьшие значения усилия среза и усилия отрыва точки получены для точечной сварки закаленного сплава В1341. Наиболее высокие показатели свойств получены после искусственного старения сварных соединений при температуре 170 °С в течение 14 ч. Поэтому этот вариант следует признать оптимальным для получения узлов с применением контактной точечной сварки.

Значения усилия среза и усилия отрыва для сварных соединений, полученных по схеме «закалка плюс искусственное старение плюс ТЭС», немного уступают соответствующим значениям, характерным для соединений, подвергнутых искусственному старению. Поэтому данный вариант может быть использован для изготовления, например, протяженных панелей, для

которых искусственное старение после сварки затруднено и связано с большими поводками изделия.

Применение контактной точечной сварки позволяет получать сварные панели различной конфигурации и различных габаритов (рис. 6).

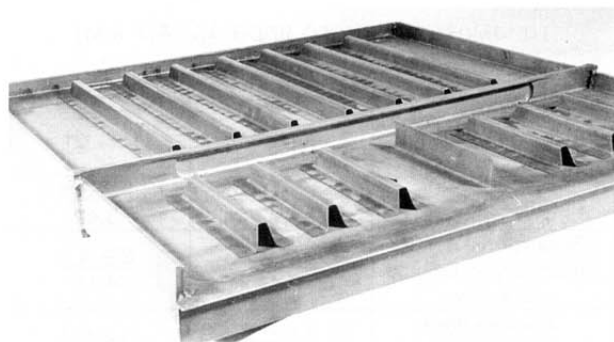


Рис. 6. Панель, выполненная с применением контактной точечной сварки

При изготовлении различных герметичных конструкций типа баллонов и баков наибольший интерес представляют возможность сварки плавлением сплава В1341 и уровень свойств получаемых соединений. При подготовке деталей под сварку была установлена необходимость их травления в щелочи, осветления в растворе азотной кислоты, шабрения кромок по торцу и на расстоянии 15 мм от стыка, что позволило практически полностью исключить пористость в металле шва. Для получения сварных соединений листов сплава В1341 использовали установку для автоматической сварки на базе автомата дуговой сварки АДСВ-7, оснащенную клавишным пневматическим приспособлением для фиксации деталей и источником переменного тока марки ИСВУ-315. Образцы сваривали в среде аргона при силе тока сварки 60-65 А и скорости 12–15 м/ч, с использованием присадочной проволоки марок Св.1217, Св.АК5 и Св.АМг63. Присадочную проволоку диаметром 1,2 мм подавали в сварочную ванну со скоростью 20–22 м/ч.

Рентгеновское просвечивание сварных соединений показало их высокое качество. Кроме того, при сварке листов сплава В1341 не

было отмечено возникновение трещин в металле шва и в зоне сплавления.

Результаты механических испытаний сварных соединений, полученных с использованием различных марок присадочной проволоки, представлены в табл. 6.

Таблица 6

Механические свойства сварных соединений листов из сплава В1341 в зависимости от присадочной проволоки

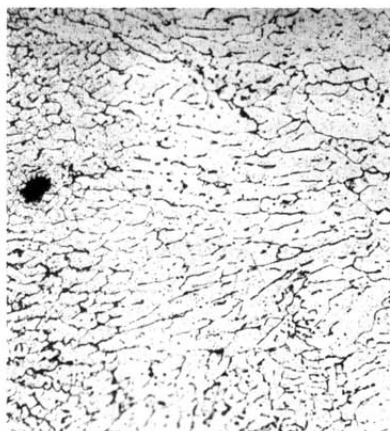
Марка проволоки	Термообработка (ТО) после сварки	σ _в , МПа		α, град
		Сварное соединение	Металл шва	
Св.1217	Без ТО	199–219	200–216	55–68
		206	207	62
	Искусственное старение	244–297	263–293	25–35
		284	284	32
Св.АК5	Без ТО	218–229	211–221	23–39
		226	217	30
	Искусственное старение	287–315	264–291	11–17
		304	282	13
Св.АМг63	Без ТО	201–214	200–215	60–95
		208	205	83
	Искусственное старение	277–310	250–285	52–67
		288	269	62

Примечания: 1. Обозначения: α – угол загиба. 2. Режим искусственного старения проводился при температуре 170 °С в течение 14 ч. 3. В знаменателе приведены средние значения величин по результатам испытаний 10 образцов.

Анализ данных табл. 6 показывает, что прочность сварных соединений, испытанных с проплавом и усилением шва, а также со снятым проплавом и усилением при использовании проволок Св.1217, Св.АК5 и АМг63 составляет 0,60–0,62 от предела прочности основного металла в состоянии Т1. Разрушение образцов, сваренных в закаленном состоянии, при испытании на статическую прочность происходит по основному металлу на расстоянии 5–7 мм от линии сплавления. В то же время значения угла загиба у соединений, выполненных с использованием проволоки Св.АК5, примерно в 2-3 раза меньше, чем у соединений, сваренных с применением проволоки Св.1217 и АМг63.

Проведение после сварки искусственного старения при температуре 170 °С в течение 14 ч приводит к повышению прочности сварного соединения до уровня 284–304 МПа. При этом прочность металла шва при использовании проволок Св.АК5 и Св.1217 составляет 282–284 МПа. Разрушение образцов с усилением и проплавом при испытаниях происходит по зоне сплавления, а при испытаниях образцов с удаленным усилением и проплавом – по металлу сварного шва.

Следует обратить внимание на тот факт, что искусственное старение приводит к значительному снижению показателей угла загиба (до 13° для проволоки Св.АК5, см. табл. 6). Это связано с выпадением избыточных упрочняющих фаз, содержащих медь, по границам зерен в металле шва (рис. 7, 8).



а



б

Рис. 7. Микроструктура сварного соединения листов из сплава В1341, выполненного автоматической аргодуговой сваркой с присадочной проволокой Св.АК5 по схеме «закалка плюс сварка»:

а – металл шва; б – зона термического влияния (200-кратное увеличение)



а



б

Рис. 8. Микроструктура сварного соединения листов из сплава В1341, выполненного автоматической аргодуговой сваркой с присадочной проволокой Св.АК5 по схеме «закалка плюс сварка плюс искусственное старение: а – металл шва; б – зона термического влияния (200-кратное увеличение)

При этом наибольшие значения угла загиба сохраняются для образцов, сваренных с применением проволоки Св.АМг63.

Металлографические исследования показали, что при испытаниях образцов, которые не подвергались старению после сварки, разрушение происходило по зоне основного металла. Указанная зона соединения при сварке подвергается нагреву в диапазоне температур 300–330 °С. Для исследования влияния термического цикла сварки на механические свойства основного металла при кратковременном

нагреве до температуры 300–330 °С использовали имитационный нагрев основного металла световым лучом, который получали от дуговой ксеноновой лампы мощностью 5 кВт путем его концентрации в рабочем фокусе с помощью металлического эллипсоидного отражателя [5]. Мощность светового луча подбирали опытным путем таким образом, чтобы в центральной части пятна нагрева эффективным диаметром 5 мм обеспечить нагрев образца до температуры 300–330 °С при перемещении источника нагрева со скоростью 12–15 м/ч. При обработке зону воздействия светового луча располагали в центральной части образца, предназначенного для испытаний на растяжение.

Испытания показали, что нагрев сплава В1341 в состаренном состоянии до 300–330 °С приводит к значительному снижению относительного удлинения при практически неизменной прочности (табл. 7). Проведение повторного старения позволяет восстановить значение относительного удлинения до 23–24 %.

Таблица 7

Влияние кратковременного нагрева на механические свойства сплава В1341

Схема предварительной обработки	Режим нагрева		Механические свойства	
	T, °C	t, с	Предел прочности, σ_B , МПа	Относительное удлинение, $\delta_{общ}$, %
Закалка плюс естественное старение	Нет	Нет	302–305 301	24,0–25,7 25,1
	300–310	23–28	294–298 296	9,5–10,8 10,0

Примечание. В знаменателе даны средние значения величин по результатам испытаний 10 образцов.

Полученные результаты показывают, что для сварных соединений сплава В1341 предпочтительно применение присадочной проволоки марок Св.1217 и Св.АМг63 в сочетании с искусственным старением сварных соединений после сварки. В этом случае коэффициент прочности сварного соединения составляет

0,78–0,80 от прочности основного материала в искусственно состаренном состоянии.

Операция искусственного старения сплава В1341 отличается большой продолжительностью. Это существенно влияет на производительность технологических процессов, особенно в отраслях с большим объемом выпускаемых изделий. Поэтому в данной работе отдельной задачей являлось исследование влияния температуры и времени искусственного старения на механические свойства основного металла и сварных соединений сплава В1341.

Известно, что лакокрасочные покрытия в производстве различных деталей из алюминиевых сплавов обычно сушатся при температурах 170–200 °С в течение 20–60 мин [6, 7]. Исследования показали, что при температуре 170 °С с выдержкой 30 мин сплав имеет такие же свойства, как и после естественного старения. Чтобы обеспечить требуемый уровень свойств сплава, время выдержки при сушке лакокрасочных покрытий при температуре 170 °С должно быть не менее 3 ч. Такая длительная выдержка при сушке лакокрасочного покрытия технологически неоправдана и не всегда может быть принята. В связи с этим было исследовано влияние старения на свойства сплава В1341 при более высоких температурах с выдержкой 20–60 мин. В результате установлено, что старение листов сплава В1341 при температуре 190–200 °С в течение не менее 30 мин приводит к существенному повышению механических свойств сплава: $\sigma_B = 303–326$ МПа, $\sigma_{0,2} = 185–236$ МПа, $\sigma = 14,9–19,3$ % (рис. 9, 10). В этом режиме можно совмещать сушку лакокрасочного покрытия и искусственное старение деталей из сплава В1341.

Заключение

При исследовании сплава В1341 авторами разработан режим термической обработки, позволяющий получать листы с регламентированной рекристаллизованной структурой сплава и параметрами технологичности, обеспечивающими возможность использования листов

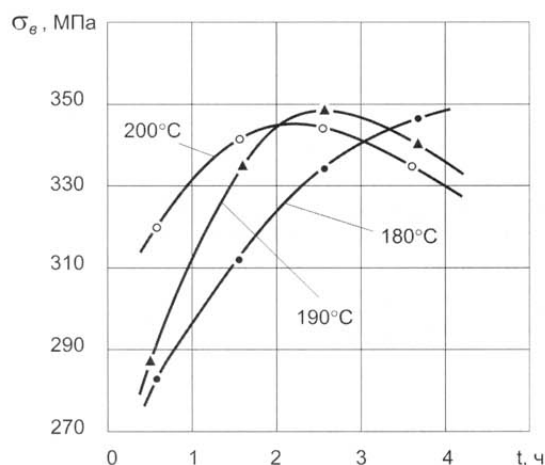


Рис. 9. Влияние температуры и времени искусственного старения на предел прочности сплава В1341 (лист)

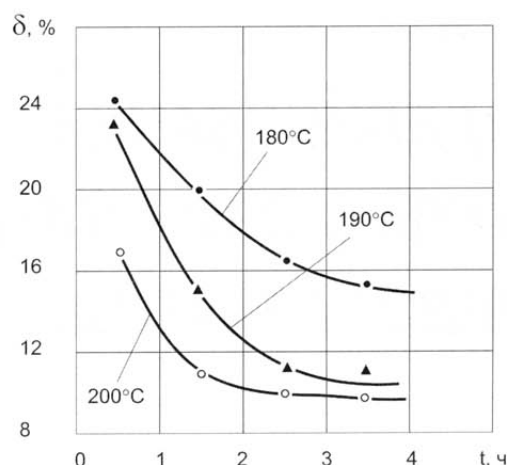


Рис. 10. Влияние температуры и времени искусственного старения на относительное удлинение сплава В1341 (лист)

для узлов летательных аппаратов и наружных панелей автомобилей. По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Упрочнение сплава В1341 за счет искусственного старения обеспечивает получение свойств на уровне стального листа. Проведение искусственного старения при температуре 180–200 °С в течение 0,5–1,5 ч позволяет совмещать данную операцию с сушкой лакокрасочного покрытия.

2. Сплав В1341 обладает хорошей штампуемостью в условиях холодной штамповки.

3. Сплав В1341 хорошо сваривается точечной сваркой и аргонодуговой сваркой. При изготовлении сварных узлов рекомендуется такая схема: «закалка плюс сварка плюс искусственное старение».

4. Наиболее сбалансированные свойства сварных соединений при аргонодуговой сварке обеспечивает применение присадочной проволоки марок Св1217 и Св.АМг63.

Таким образом, полученные результаты показали перспективность применения сплава В1341 в сварных конструкциях из алюминиевых сплавов вместо сплавов АМг2 и АМг4. Для решения вопроса о замене указанных сплавов для листов толщиной 2,5–3 мм при изготовлении сосудов, работающих под внутренним давлением, на сплав В1341 для листов толщиной

1,5 мм требуется проведение сравнительных испытаний натурных изделий.

Литература

1. Gardcin R., Pieischmann J. Aluminium in Nutzfahrzeugbau //Galvanotechnik. 1996. В. 87, № 7. S. 2215-2221.
2. Шамрай В.Ф., Фридляндер И.Н., Грушко О.Е. Алюминий в производстве грузовых и специальных автомобилей // Технология машиностроения. 2001. № 1. С. 73-74.
3. Malvmtdi R., Roberts W. T, Vilson D. K et al. Mechanical properties and formability of the grained aluminium alloy sheets // Aluminium. 1987. № 1. P. 62-66.
4. ГОСТ 21631-76. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов.
5. Овчинников В.В., Федоров С.А. Использование светового луча при местной термообработке сварных конструкций // Сварочное производство. 1989. №3. С.9-11.
6. Harris S. J., Noble B., McCartney D. G. et al. Controlling the formability and strength of Al-Mg-Si alloys // Aluminium Alloys: ICAA-6, July 5-10, 1998, Japan. P. 383-388.
7. Zhuang L., R. de Haan, Bottema J. et al. Improvement in Bake Hardening Response of Al-Si-Mg Alloys // Aluminium Alloys: ICAA-7, Apr. 9-14, 2000. Virginia. USA. P. 1309-1314.