

Винахід відноситься до кольорової металургії, зокрема, до сплавів на основі алюмінію, та може бути використаний у машинобудуванні та авіаційній промисловості, наприклад, при створенні деталей двигунів.

Відомий ливарний сплав на основі алюмінію (Японія, патент №06-212334, 1994.08.02, C22C21/02), що містить мас. %:

кремній	0.1-20.0
магній	0.1-10.0
мідь	0.1-5.0
берилій	0,0005-0.01
алюміній	решта

Сплав призначено для точного лиття при сучасних технологічних процесах, однак міцність цього сплаву не достатньо висока.

Найбільш близьким по технічній суті аналогом є високопластичний алюмінієвий сплав (Японія, патент №06-025782, 1994.02.01, C22C21/02, C22C30/00), який одержано методом порошкової металургії, що містить, мас. %:

кремній	1,0-45,0
магній	0,1-5,0
мідь	0,01-5,0
марганець	0,5-5,0
залізо	5,0-2,0
кобальт	0,5-1,5
елементи IIIA групи періодичної таблиці	1,0-20,0
крім того, принаймні один з елементів:	
IV A групи періодичної таблиці	0,01-5,0
V A групи періодичної таблиці	0,01-5,0
алюміній	решта.

Сплав має непогані механічні характеристики, але є високо пористим з низькою корозійною стійкістю та жароміцністю і не використовується для одержання виробів методом лиття.

Технічною задачею даного винаходу є створення ливарного сплаву на основі алюмінію з підвищеним рівнем властивостей шляхом додаткового введення хрому, молібдену, вольфраму, нікелю, бору та вуглецю при певному співвідношенні компонентів, для забезпечення формування евтектичної структури сплаву, підвищення міцності, корозійних, жароміцних та триботехнічних характеристик, що дозволить використовувати сплав для виробництва виробів методом лиття.

Задача вирішується введенням в сплав на основі алюмінію, який містить магній, кремній, мідь, титан, цирконій, марганець, залізо, кобальт, додатково хрому, молібдену, вольфраму, нікелю, бору та вуглецю при такому співвідношенні компонентів, мас. %:

магній	3,0-22,0
кремній	2,8-10,0
мідь	0,5-2,5
титан	0,05-1,0
цирконій	0,05-1,0
хром	0,05-1,0
молібден	0,05-0,3
вольфрам	0,05-0,5
марганець	0,05-1,0
залізо	0,05-1,0
кобальт	0,05-1,5
нікель	0,05-1,5
бор	0,05-1,0
вуглець	0,05-0,5
алюміній	решта

Суттєвими ознаками сплаву на основі алюмінію є наявність магнію, кремнію, міді, титану, цирконію, марганцю, заліза та кобальту. Відмітними суттєвими ознаками є наявність у сплаві (мас. %): хрому - 0,05-1,0; молібдену - 0,05-0,3; вольфраму - 0,05-0,5; нікелю - 0,05-1,5; бору - 0,05-1,0 та вуглецю - 0,05-0,5, причому магній міститься в кількості - 3,0-22,0; кремній - 2,8-10,0; мідь - 0,5-2,5; титан - 0,05-1,0; цирконій - 0,05-1,0; марганець - 0,05-1,0; залізо - 0,05-1,0. Суть запропонованого винаходу полягає в застосуванні відомих компонентів у поєднанні з новими компонентами у певній кількості, що забезпечує появу кращих технологічних властивостей сплаву у поєднанні з високою міцністю, жароміцністю та корозійною стійкістю.

Кремній сумісно з магнієм формує евтектичну структуру сплаву, що забезпечує підвищену жаростійкість та рідкоплинність.

Мідь, марганець, нікель, кобальт сприяють досягненню високих міцнісних властивостей при збереженні достатньої пластичності. Зміцнюючий ефект при їх введенні досягається за рахунок легування твердого розчину на основі алюмінію, а також за рахунок появи у структурі метастабільних та стабільних фаз, які утворюються при частковому розпаді пересиченого твердого розчину при кристалізації або наступній термічній обробці. Ці елементи впливають на взаємну дифузійну рухливість атомів і підвищують жароміцність сплаву. Мідь входить до складу металевих сполук за участю перехідних металів, які стійкі при підвищених температурах, що також сприяє підвищенню жароміцності сплаву. При вмісті в сплаві міді, марганцю, нікелю та кобальту нижче вказаних меж їх вплив на міцність та жароміцність незначний.

Титан, цирконій, хром сумісно з бором та вуглецем мають модифікуючий вплив. Створення в розплаві карбідів і боридів цих металів призводить до подрібнення макро- та мікроструктури зливків.

Введення добавок нікелю, молібдену, вольфраму підвищує жаростійкість та міцність сплаву.

Виплавка дослідних зливків проводиться в електричних печах опору з використанням різних тиглів. У попередньо підігрітий тигель завантажують чушки алюмінію, і температуру розплаву доводять до 800°C. Після розплавлення шихти температуру розплаву підвищують до 830-840°C та послідовно вводять алюмінієві лігатури. При розчиненні лігатур розплав ретельно перемішують при температурі 840°C, потім рафінують його азотом або хлором. Можливе використання різних фтористих флюсів. Надалі дають сплаву вистоятися на протязі 0,5 години, знімають шлак та окисні плівки, знижують температуру розплаву до 780°C і розливають сплав в металевий кокіль для одержання якісних відливок.

Приклади хімічних складів і властивостей сплавів наведені в Таблиці. Механічні іспити на розтягнення проводили на установці У-2-2-1252. Зразок витримували без навантаження 0,5 години при температурі іспитів (час стабілізації) з наступним навантаженням його до руйнування. Швидкість іспитів 10^{-3}с^{-1} , діаметр зразка 3 мм, довжина робочої частини 18мм.

Триботехнічні іспити проводили на установці МЛТ-1 (Проблеми трибології, 1996, №2, с.23-31) відповідно до схеми "сфера-площина" в квазістатистичному ($P=22P$) та динамічному (амплітуда 10Н, частота 25Гц) режимах навантаження. Критерієм оцінки були показники зносу (I_s , I_d) глибини доріжок тертя на ділянках відповідно квазістаціонарного та динамічного режимів навантаження (Nowe kerunki technology, IPPT PAN, Warszawa, 1999, с.313-316).

Корозійну стійкість сплавів досліджували гравіметричним методом. Швидкість корозії ($v_{кор}$) розраховували при іспитах зразків в розчині 3 % NaCl на протязі 77 діб.

Сплав, що заявляється, по комплексу властивостей (ливарним, триботехнічним, корозійним характеристикам та жароміцності), також з урахуванням способу одержання (метод лиття) перевищує відомі сучасні ливарні сплави.

Винахід, що заявляється, може бути використаний для одержання методом лиття великогабаритних, монолітних зливків підвищеної міцності для потреб автомобільної, авіаційної та суднобудівної промисловості.

Таблиця

Хімічний склад та властивості сплаву

№ сплаву	Хімічний склад сплаву, мас. %															Механічні властивості при іспитах на розтяг						Зносостій- кість		Швидкість корозії
	Mg	Si	Cu	Ti	Zr	Cr	Mo	W	Mn	Fe	Co	Ni	B	C	Al	T = 20 °C			T = 260 °C			I _c , мкм	I _d , мкм	
																σ _{0,2} , МПа	σ _b , МПа	δ, %	σ _{0,2} , МПа	σ _b , МПа	δ, %			
1	2,5	2,7	0,4	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	осн	120	125	0,03	70	75	5,27	10,0	19,0	0.0223
2	3,0	2,8	0,5	1,0	0,05	0,05	0,05	0,05	1,0	0,05	1,5	0,05	0,05	0,05	осн	175	232	4,5	120	160	12,4	4,7	16,4	0.002
3	10,0	10,0	2,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	осн	271	294	0,8	158	172	9,5	1,55	1,98	-
4	10,0	4,8	1,2	0,8	0,4	0,8	0,15	1,0	0,5	0,6	0,4	1,0	0,4	осн	252	305	1,2	164	203	10,3	2,2	4,2	0.0018	
5	15,0	7,0	0,5	0,05	0,05	0,05	0,3	00,5	0,05	0,8	0,05	0,05	1,0	0,05	осн	195	232	0,5	164	200	9,8	3,61	1,8	-
6	22,0	2,8	1,0	0,05	1,0	1,0	0,05	0,5	0,05	1,0	0,05	1,5	0,05	0,05	осн	221	253	3,1	125	175	11,0	6,3	8,45	-
7	23,0	11,0	2,8	1,1	1,1	1,1	0,4	0,6	1,1	1,1	1,6	2,0	1,1	0,6	осн	280	280	0	165	172	0,3	9,2	25,0	0.0018
8*	3,0	1,0	2,0	1,0	3,5	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	осн	180	230	3,0	55	62	12,0	-	-	-	-

* прототип