

размывает отверстие увеличивая диаметр потока, а чистый от неметаллических включений, сливается в сталеразливочный ковш.

Жидкий металл транспортируется на агрегат «печь-ковш» и разливается на машине непрерывного литья заготовок.

Использование устройства позволяет наиболее полно отделять первичный конвертерный шлак, повысить эксплуатационную надежность сталеразливочного ковша, повысить качество стали, позволит снизить долю неметаллических включений, в основном, как по размерам, так и по форме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР

1. Gusev V.I., Orfanidi G.P., Kravchenko D.V. Production of manganese ferroalloys using the transformer of steelmaking furnace // Steel. – 2005. - №9. - С.35-38.
2. Kolpakov S.V., Yugov P.I. Creation and development of the converter process // Steel in Translation. - 2001. Vol.31, №6. - P. 11-15.
3. Ogawa T., Sellan R., Ruscio E. Jumbo size 420ttwin DC FastArcEAF at Tokyo Steel // Millennium Steel. 2011.P.51-58.
4. Isagulov A.Z., Zhautikov B.A., Romanov V.I., Babenko A.A., Zhautikov F.B. Development and Implementation of a Device for the Separation of Metal and Slag During Tundish Filling / Metallurgist, 63 (7-8) (2019), pp. 672-674.
5. Zhaslan, R.K., Zhautikov, B.A., Romanov, V.I., Aikeyeva, A.A., Yerzhanov, A.S. Improvement of methods for semi-finished carbon product tapping from the basic oxygen furnace (Bof) / Metalurgija, 2021, 61(1), P. 203–205.
6. Патент США (US) №4995594 МПК8С21с 5/48, 1991 г.
7. Пат. 4030709. Соединенные Штаты Америки USA, МПК F27D 3/14 C01B 25/00 C01B 25/02 C21B 7/12 F27B 1/00 F27B 1/20. Method of plugging tapholes in phosphorus furnaces / Shepard E. Dwayne, Scherbel Gordon H.; -№663,845; заявл. 04.03.1976; опубл. 21.06.1977.
8. Инновационный патент РК №28342 МПК8 C21C 5/46, F27D 3/15. Опубл. 19.03.2014 г.

УДК 669.017-669.715

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СОВРЕМЕННЫХ ПОРШНЕВЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАРУЖЕННЫХ ФОРСОВАННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Романова Н.С., Мандрыко Б.А., Карпова Т.П.

Национальная Металлургическая Академия Украины, г.Днепр, Украина (E-mail: kaf.tom@metal.nmetau.edu.ua , rnsrns168@gmail.com)

Все более и более ужесточающиеся требования к поршневым материалам стимулируют разработку жаропрочных материалов и сплавов. В странах с высоким уровнем развития автомобильной промышленности (таких как США, Германия, Франция, Италия) на государственном уровне разработаны программы по созданию новых материалов для автомобилестроения [1].

Анализ патентно-лицензионной работы и научной литературы показал, что работы по созданию новых поршневых сплавов ведутся в основном по четырем направлениям:

-разработка сплавов на базе системы Al-Si-Cu-Mg (т.е. продолжают работы в рамках традиционной системы для литейных поршневых высокопрочных сплавов);

-разрабатываются сплавы на базе системы Al-Si-переходные металлы (Fe, Cr, Ni, Mn, Ti, Mo, V,Co);

-исследуются сплавы на основе системы Al-Si-Cu-Mg- переходные металлы (Fe, Cr, Ni, Mn, Ti, Mo, V,Co);

-ведется интенсивная разработка сплавов на основе композиционных материалов (упрочняющие волокна из Al_2O_3 , Si_3N_4 , Mo_2S , TiB_2 , SiC, C и др. в матрице на основе алюминиевых сплавов, а также в матрице на основе графита или углерода). Эти материалы обладают целым рядом преимуществ по прочности, стойкости к термоударам, значительно более низким коэффициентом термического расширения (к.л.р.), более низким удельным весом и лучшими трибологическими свойствами

Высококремнистые алюминиевые сплавы на основе диаграммы Al- Si с легирующей композицией из Si, Ni, Mg, Mn и Ti используются для производства поршней тяжело нагруженных дизельных двигателей КАМАЗ. Эти сплавы благодаря своему химическому составу и структуре характеризуются повышенной жаропрочностью, высокой износостойкостью и обладают малым различием теплового расширения материала поршней и втулкой гильзы цилиндра. Для характеристики теплового расширения материалов используется понятие термического коэффициента линейного расширения α . Для улучшения технико-экономических показателей работы двигателя конструктивно стремятся снизить зазор между поршнем и гильзой цилиндра, используя в конструкции двигателя поршневые кольца (см.рис.1). Зазор между гильзой цилиндра и поршнем также можно уменьшить, уменьшая разницу между коэффициентами линейного расширения поршневого сплава и материала гильзы цилиндра (см.табл.1). Гильзу цилиндра для двигателя КамАЗ отливают из серого чугуна.



Рисунок 1 – Сечение поршня двигателя КамАЗ

Таблица 1 Физико-механические свойства промышленно освоенных поршневых алюминиевых сплавов АК4-2, АЛ25 и АК21 [3]

Сплав	Температура испытания $t, ^\circ\text{C}$	Предел прочности при растяжении $\sigma_b, \text{МПа}$	Предел текучести при растяжении $\sigma_{0,2}, \text{МПа}$	Твёрдость НВ	Коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^{-6}, \text{K}^{-1}$	Коэффициент теплопроводности Вт/(м·град)
АК4-1	20	450	350	-	-	142,4
	100	430	350	135	21,1	146,2
	200	360	325	135	22,3	150,7
	300	155	150	107	24	159,0
	350	-	-	-	-	-
	400	40	38	66	-	-
АЛ25	20	250	215	-	-	-
	100	220	195	102	19,0	138
	200	190	180	96	20,5	140
	300	130	120	93	21,0	146
	350	-	-	-	-	149
	400	50	40	87	-	-
АК21	20	190	182	100	-	-
	100	-	-	95	17,5	-
	200	165	158	94	-	-
	300	118	113	92	18,5	-
	350	90	86	90	-	-

Согласно литературным данным повышение содержания кремния в поршневых сплавах до 30% приводит к понижению ТКЛР до значения $12 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$ (практически до уровня значений серого чугуна) [3]. Согласно приведенным данным, целесообразно и перспективно рассматривать проекты по разработке и исследованию именно высококремнистых поршневых сплавов для дизельных двигателей.

Из литературных данных следует так же, что большое количество работ связано с разработкой высококремнистых поршневых силуминов с содержанием кремния 25-40%. Эта тенденция связана, прежде всего, с понижением коэффициента линейного расширения и повышением износостойкости при увеличении содержания Si в силуминах:

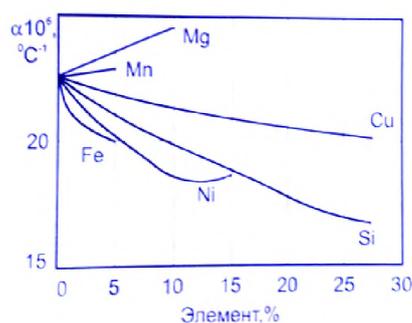


Рисунок 2 – Зависимость т.к.л.р. двойных алюминиевых сплавов от содержания легирующего компонента [2]

Как видно из рисунка, еще более эффективно понижает к.л.р. железо и никель. Согласно данным патентных исследований, разрабатываемые некоторые износостойкие силумины с низким к.л.р. содержат до 30%Ni (заявка №2-149632, Япония) или до 33%Fe (заявка № 60-131945, Япония). Недостатком этих сплавов является значительное повышение удельного веса, что для поршневых сплавов крайне нежелательно. Основной причиной, связанной с верхним ограничением содержания кремния в поршневых силуминах только до 23...25%, является резкое их охрупчивание в результате

формирования крупных первичных кристаллов кремния и интерметаллидов при кристаллизации поршневых отливок.

Группа поршневых сплавов на базе композиций алюминия с упрочняющими волокнами из Al_2O_3 , Si_3N_4 , Mo_2S , TiB_2 , SiC , C и др. позволяет получить очень высокие показатели жаропрочности, но уступает высококремнистым силуминам по значениям к.л.р. и себестоимости[4]

Выводы:

1. Анализ современных тенденций в области развития поршневых сплавов на основе алюминия позволяет заключить, что наиболее жаропрочными и износостойкими являются композиционные материалы на базе Al , укрепленные волокнами из Al_2O_3 , SiC , SiO_2 .

2. Наиболее низкий к.л.р., высокую жаропрочность и жаростойкость имеют гранулированные высококремнистые силумины, легированные переходными металлами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kevorkijan M. Development of aluminium based composites for automotive applications//Metalurgija -1998. –Vol.37, №2.-P.67-74 (1)
2. Добаткин В.И., Елагин В.И. Гранулируемые алюминиевые сплавы. –М.: Металлургия, 1981. -128с.
3. Строганов Г. Б., Ротенберг В. А., Гершман Г. Б. Сплавы алюминия с кремнием. М.: Металлургия, 1977.
4. Е.В. Миронова, А.С. Затуловский, А.В. Косинская, С.С. Затуловский Литые композиционные материалы на основе алюминиевого сплава для автомобилестроения, -2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/litye-kompozitsionnye-materialy-na-osnove-alyuminiyevogo-splava-dlya-avtomobilstroeniya>

УДК: 621.771.237

ОСНОВЫ ИНЖИНИРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТРАТЕГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ПРОКАТКА РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ШСГП

Румянцев М.И.¹, Завалицин А.Н.¹

¹ ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова», Магнитогорск. Россия

(E-mail: mikhail.rumyantsev54@bk.ru; zaval1313@mail.ru)

Технологическую стратегию производства на широкополосном стане горячей прокатки (ШСГП) рассматриваем как совокупность следующих ключевых контрольные характеристики процесса (ККХП): число активных клеток, размеры сляба и промежуточного раската, температура и продолжительность нагрева сляба, температура металла на контрольных участках линии стана, скорость прокатки и ускорение в выпускающей чистой клетке. Значения указанных характеристик обычно выбирают и поддерживают на заданных уровнях в связи с размерами и назначением проката с учетом марки стали.