

12. Гордеев В. В. НПК «Герметик» - специализированное производство торцовых уплотнений для всех отраслей народного хозяйства // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2001. – № 8. – С. 14-17.
13. Тюрин Ю. Н., Жадкевич М. А. Плазменные упрочняющие технологии. – Киев: Наук. думка, 2008. – 216 с.
14. Novytskyy V. G., Havryliuk V. P., Tikhonovich V. I. Effect of copper on wear rate of stainless Fe-Cr-C-Cu steels for power industry under sliding friction // Proceedings of the 4 th European Stainless Steel Science and Market Congress. Paris, France. – 2002. – P. 380-385.
15. Марковский Е. А., Олексенко И. В., Гаврилюк В. П. Влияние термоциклической обработки на структуру и износостойкость серого чугуна, легированного медью и серой // Процессы литья. – 2002. – № 2. – С. 10-15.
16. Novytskyy V. G., Havryliuk V. P., Tikhonovich V. I., Panasenko D. D. Wear rate of cast Fe-Cr-Cu-C composites microalloyed by V, Ti, Nb, and Zr under sliding friction // Proceedings of the 10th Nordic Symposium on Tribology (Nordtrib 2002). – Stockholm, Sweden, 2002.
17. Novytskyy V. G., Havryliuk V. P., Kaltchuk N. A., Panasenko D. D. Effect of initial structure of cast composites Fe-Cr-Cu-C-(Me) on the formation of near-surface structure under dry and boundary friction // Proceedings of World Tribology Congress 3, (WTC2005-63054), September 12-16. Washington, USA. – 2005.

Поступила 09.11.2009

УДК 621.74.002.6:669.295.5

З. А. Ивченко, В. В. Лунев

Запорожский национальный технический университет, Запорожье

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ОТЛИВОК, ЗАЛИТЫХ ЭЛЕКТРОДАМИ ВТОРОГО ПЕРЕПЛАВА СПЛАВА ВТ5Л СОБСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрена проблема производства расходуемых электродов и фасонных отливок. Приведены результаты исследований свойств электродов и отливок из сплава ВТ5Л, изготавливаемых из второго переplava прессованных брикетов губчатого титана отечественного производства.

Ключевые слова: фасонная отливка, расходуемый электрод, переplав, тигель, изложница, кондиционные отходы.

Розглянуто проблему виготовлення витратних електродів та фасонних виливок. Наведено результати досліджень властивостей електродів та виливок зі сплаву ВТ5Л, виготовляємих із другого переplаву пресованих брикетів губчастого титану власного виробництва.

Ключові слова: фасонна виливка, витрачаємий електрод, переplав, тигель, виливниця, кондиційні відходи.

The problem of production of consumable electrodes and shaped castings is considered. The results shown of the properties analysis of the electrodes and castings made of ВТ5Л alloy with the use of remelted compacted titanium sponge briquettes of domestic production.

Keywords: shaped casting, consumable electrode, remelting, crucible, ingot mold, specification scrap.

Постановка проблемы и состояние вопроса. Основными недостатками титана и его литейных сплавов как конструкционного материала являются их относительно
ISSN 0235-5884. Процессы литья. 2010. № 4 (82)

Новые литые материалы

невысокая пластичность и теплоустойчивость. Тем не менее, уникальное сочетание физико-химических, антикоррозионных и технологических свойств титана и его сплавов сделали их незаменимыми материалами в современных авиа- и двигателестроении.

В настоящее время для производства фасонных титановых отливок в вакуумно-дуговых плавильно-заливочных установках используют титановые электроды импортного производства, что влияет на себестоимость и, соответственно, конкурентоспособность отечественного титанового литья. Поэтому решение задачи по использованию титановых электродов отечественного производства, изготовление которых в Украине до настоящего времени практически отсутствует, взамен импортных является актуальной задачей.

Постановка задачи исследования. Исследовать свойства электродов и отливок из сплава ВТ-5Л, изготавливаемых из переплава прессованных брикетов губчатого титана отечественного производства.

Основные результаты исследований. Для решения поставленной задачи было проведено уточнение методики расчета шихты, разработана технология изготовления прессованных брикетов из губчатого титана с добавкой алюминия, определены рациональные параметры технологии плавки. Расходуемые электроды и отливки изготавливали по технологической схеме, которая состоит из ряда этапов, схематично представленных на рис. 1.

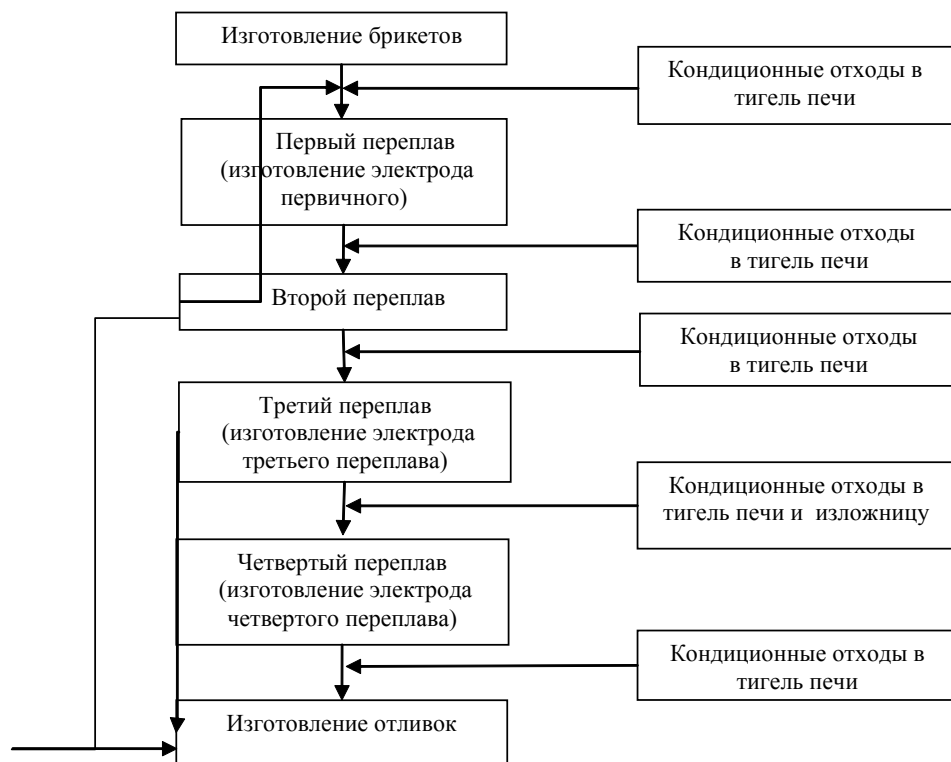


Рис. 1. Схема изготовления расходимых электродов собственного производства и отливок

Первый этап изготовления электродов (рис. 1) включает компактирование губчатого титана совместно с легирующим компонентом (алюминием). Прессованные брикеты изготавливали из губчатого титана марки ТГ-110 (ДСТУ 3079-95). Для легирования использовали алюминий марки А99 (ГОСТ 11069-2001). Количество алюминия, вводимого в губчатый титан для производства брикетов, составляло 5,6 % по массе. Алюминий вводили в губчатый титан в виде прута размером

Ø 20×(40-50)мм. Брикеты прессовали на гидравлическом прессе с усилием 125 т, в результате получали брикеты цилиндрической формы с размерами Ø130×150мм и массой ≈ 5,3 кг.

На втором этапе изготовления электродов использовали схему двойного и тройного переплавов. В настоящей работе приведены результаты исследований отливок, залитых вторым переплавом.

При изготовлении электродов для проведения первого переплава первоначально применяли электрод импортного производства сплава марки ВТ-5Л (ТУ 1-92-148-89), для второй и последующих плавов - электроды собственного производства. Для плавки в тигель печи ВДЛ-4 загружали 10-40 кг кондиционных отходов собственного производства сплава ВТ-5Л, вакуумировали рабочее пространство печи и расплавляли шихту по режиму, приведенному в табл. 1.

Таблица 1. Режим плавки электродов

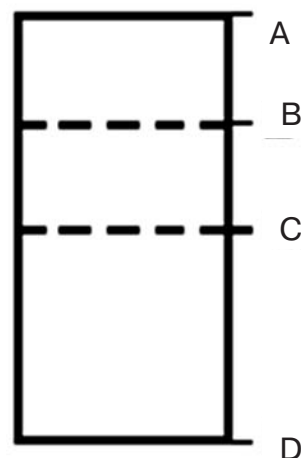
Периоды плавки	Ток, кА	Напряжение, В	Продолжительность, мин
Прогрев	8±0,5	26-30	3-5
Период 1	22±0,5	38-42	2±0,25
Период 2	21±0,5	38-42	по расчету

Примечание: расчет продолжительности второго периода плавки проводят, исходя из скорости плавки печи при силе тока 21 кА

После накопления в тигле печи требуемого количества расплавленного металла расплав выпускали в изложницу, в которой предварительно вплотную друг к другу устанавливали 19 брикетов. Первичный электрод после заливки изложницы охлаждали до температуры окружающей среды, извлекали из изложницы, приваривали к переходнику основного штока печи, расплавляли и производили заливку форм. Химический состав сплава с целью определения равномерности распределения легирующего элемента определялся в различных зонах по высоте элемента литниковой системы (боковой стояк) на темплетях, вырезанных в поперечном сечении. Схема распределения зон для проверки химического состава представлена на рис. 2. Результаты химического и спектрального анализов сплава ВТ-5Л в отливках, залитых электродом второго переплава, приведены в табл. 2.

Анализ данных табл. 1 показывает, что в отливках, залитых вторым переплавом, химический состав соответствует требованиям ТУ 1-92-184-89 «Сплавы титановые литейные. Марки» и практически не уступает покупным электродам.

С точки зрения технической реализации процесса изготовления электрода его первый переплав является наиболее сложным. Это связано с прохождением различных процессов (испарением алюминия, рафинированием расплава от примесей), обусловленных значительной химической неоднородностью используемых прессованных брикетов. Химическая неоднородность брикетов обусловлена условиями их производства. Алюминиевая составляющая смеси в процессе брикетирования механической смеси губчатого титана и алюминия выдавливается из прессуемого брикета и преимущественно остается на его поверхности. В процессе плавки, по достижении соответствующей температуры, этот алюминий начинает испаряться, дестабилизируя процесс ведения плавки. Как результат этой нестабильности – поверхность полученного электрода имеет налет возгонов.



Вторичный переплав электрода характеризуется большей стабильностью процесса прохождения плавки, прохо-

Рис. 2. Схема отбора проб на химический анализ

Таблица 2. Химический состав отливок, залитых электродом из сплава ВТ-5Л второго перепада

Проба	Содержание элементов, % (остальное - Ti)									
	Al	Fe	Mo	Si	Zr	V	H	O	N	C
A	4,98	0,099	<0,5	<0,200	<0,50	<0,50	не	0,12924	0,04359	0,04
B	5,02	0,100	<0,5	<0,200	<0,50	<0,50	определяется	-	-	-
C	5,05	0,100	<0,5	<0,200	<0,50	<0,50	-	-	-	-
Д	5,01	0,097	<0,5	<0,200	<0,50	<0,50	-	-	-	-
ТУ 1-92-184-91	4,1-6,2	≤0,300	-	≤0,200	-	-	≤0,010	≤0,21000	≤0,05000	≤0,18
Импортный электрод	5,57	0,100	<0,05	<0,007	0,01	0,01	-	-	-	0,04

дит, практически, без ионизации в зазоре между переплавляемым электродом и кондиционными отходами сплава в тигле печи.

Качество используемого расходного электрода во многом предопределяет качество самих отливок, в том числе и механические свойства сплава в литом состоянии. Механические свойства титановых сплавов в соответствии с технологическим процессом, принятым в цехе титанового литья, оценивали на образцах, вырезанных из боковых стояков залитых форм и залитых отливок “Фланец”, “Переходник” и “Кронштейн”, внешний вид которых представлен на рис. 3.

Графитовые формы, изготовленные методом литья по выплавляемым моделям, заливали сплавом ВТ-5Л центробежным способом. Температура графитовых форм в момент заливки была равна температуре окружающей среды в литейном цехе, частота вращения формы при заливке – 150 об/мин.

Результаты определения механических свойств сплава ВТ-5Л в образцах приведены в табл. 3.

Анализ данных таблицы показывает, что механические свойства образцов соответствуют требованиям отраслевого стандарта ОСТа 190060-92 и находятся на уровне свойств образцов, полученных от импортных электродов.

Анализ содержания кислорода и азота в электродах, использованных для изготовления отливок, показал, что в металле отливок, изготовленных из электрода второго перепада, содержание [O] = 0,129 % и [N] = 0,044 %, что не превышает допустимых норм.

Полученные отливки имеют высокую чистоту поверхности, не имеют визуально определяемых поверхностных дефектов металлургического происхождения.

Внутренние усадочные дефекты отливок контролировали методом проникающего излучения – рентгенпросвечиванием. Проведенные исследования с применением рентгеноконтроля показали, что в отдельных отливках имеются допустимые локальные усадочные раковины, носящие точечный характер и не являющиеся браковочным признаком для данных отливок, то есть по результатам внутрицехового контроля все изготовленные отливки (27 шт) признаны годными – соответствующими требованиям, предъявляемым к ним по всем контрольным показателям качества.

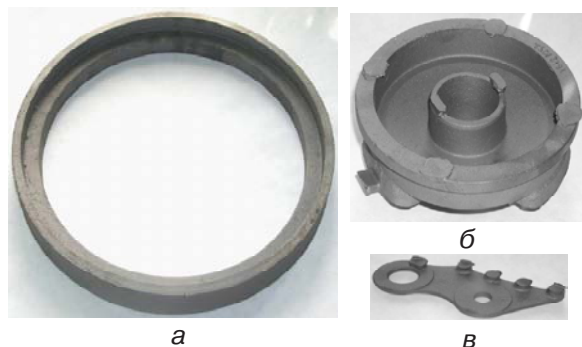


Рис. 3. Отливки “Фланец” (а), “Переходник” (б) и «Кронштейн» (в)

знаны годными – соответствующими требованиям, предъявляемым к ним по всем контрольным показателям качества.

Таблица 3. Механические свойства отливок, залитых электродом из сплава ВТ-5Л второго передела

Электрод	Механические свойства				
	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	КСУ, МДж/м ²
Второго передела	773-828	656-762	8,0-16,0	15,7-33,4	0,52-0,69
Импортный	724-774	-	8,7-10,9	22,6-29,2	0,80-0,88
ОСТ 190060-92	700-1000	≥630	≥6	≥14	≥0,3

Исследования темплетов, вырезанных из элементов ЛПС и отливок, показали, что металл отливок плотный, размер внутренних единичных литейных дефектов в отдельных зонах не превышает требований НД (рис. 4).

Микроструктура проверена на половинке ударного образца, изготовленного из бокового стояка. В литом состоянии структура полученного литья однофазная, представлена крупными зернами, возникшими при первичной кристаллизации. В пределах этих зерен имеются несколько более мелких зерен, отличающихся друг от друга по кристаллографической ориентации и образующихся при охлаждении металла из β -области. Структура идентична отливкам, производимым с использованием электродов импортного производства (рис. 5).

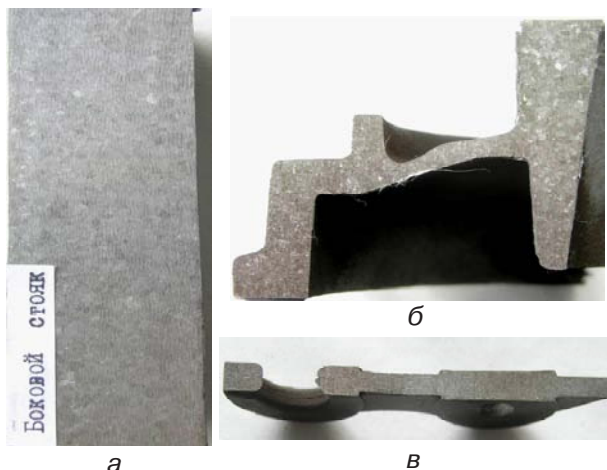


Рис. 4. Макроструктура элемента ЛПС (а) и отливок (б, в)

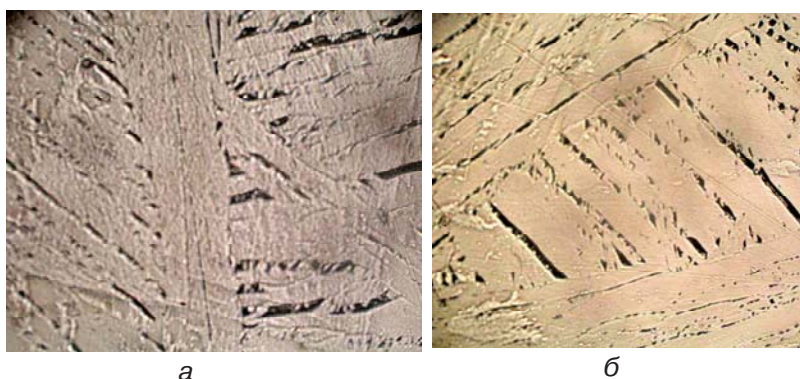


Рис. 5. Микроструктура образцов, залитых металлом собственных (а) и покупных (б) электродов, $\times 500$

Выводы

- В результате проведенных исследований установлено, что физико-химические свойства отливок, полученных заливкой электродами второго передела, которые изготовлены из титана губчатого отечественного производства и легированы алюминием, по всем показателям качества соответствовали требованиям, предъявляемым к литью из сплава ВТ-5Л.

• Для более полного усреднения химического состава, механических свойств металла, стабилизации процесса плавки и получения электродов собственного производства по качеству, не уступающему качеству покупных электродов, необходимо провести дальнейшие исследования непосредственно электродов собственного производства и фасонных отливок, залитых как металлом изготовленных электродов, так и металлом с использованием $\approx 40\%$ возвратных кондиционных отходов.

Поступила 14.12.2009

УДК 669.13:669.112.1027:532.14

А. А. Шейко, Б. Г. Зеленый, В. П. Латенко, О. П. Осташ*

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

*Физико-механический институт им. Г. В. Карпенко НАН Украины, Киев

ГИДРОПЛОТНОСТЬ ВЫСОКОПРОЧНЫХ АУСТЕНИТНЫХ И ФЕРРИТНЫХ ЧУГУНОВ

Исследованы гидроплотность отливок из ферритных отожженных высокопрочных чугунов, а также влияние химического состава, формы графитных включений, термообработки на гидроплотность отливок из аустенитных чугунов «Номаг» и «Нирезист».

Ключевые слова: гидроплотность, ферритный чугун, аустенитный чугун, модифицирование.

Досліджено гідроцильність виливків з феритних високоміцних чавунів після їх відпалу, а також вплив хімічного складу, форми графітних включень, термообробки на гідроцильність виливків із аустенітних чавунів «Номаг» та «Нірезист».

Ключові слова: гідроцильність, феритний чавун, аустенітний чавун, модифікування.

Hydrodensity of casting from ferritic ductile iron after its annealing and influence of chemical properties, form of the graphite inclusions, heat treatment on the hydrodensity of castings from austenitic cast iron «Nomag» and «Niresist».

Keywords: hydrodensity, ferritic, austenitic cast iron, modifying.

Важнейшей характеристикой литых корпусов компрессоров, литых деталей гидросистем и гидрооборудования является гидроплотность отливок [1]. Гидроплотность отливок из чугуна зависит от его химического состава; степени графитизации при кристаллизации металла; эффективности работы литниково-питающей системы, обеспечивающей непрерывное питание отливок жидким металлом из прибылей или питающих бобышек, особенно в их термических узлах; дополнительного внешнего воздействия на жидкий и кристаллизующийся металл; величины показателей пластических свойств чугуна и т. д.

Гидроплотность ферритных ($\geq 98\%$ феррита) высокопрочных чугунов марок ВЧ400-15 и ВЧ400-12 (ДСТУ 3925-99) исследовали на образцах, изготовленных из отливок, прошедших термообработку (отжиг).

Исследовали также гидроплотность высокопрочных аустенитных чугунов «Номаг» марок ЧН9Г6Ш, ЧН9Г4ДЗШ, ЧН10Г4ДЗШ, легированных никелем, медью, марганцем, хромом, а также чугунов «Номаг» ЧН9Г4ДЗШ с пластинчатым и вермикулярным графитом, который представлял равномерную смесь шаровидного и компактного