

ISSN: 2545-0573

**МОДИФИЦИРОВАНИЕ СТАЛИ 110Г13Л С КОМПЛЕКСНЫМИ
СПЛАВАМИ ВАНАДИЯ ПОЛУЧЕННОГО ПОСЛЕ ПЕРЕРАБОТКИ
ОТРАБОТАННОГО ВАНАДИЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА
СЕРНОКИСЛОТНОГО ПРОИЗВОДСТВО**

Гончаров Сергей Иванович

Самостоятельный исследователь в Ташкентский химико-технологический институт, Республика Узбекистан г. Ташкент

Осербайева Альфия Курбанбаевна

Ассистент, Ташкентский химико-технологический институт, Республика Узбекистан г. Ташкент

Зулипикарова Мафтуна Бахтиёр кизи

Студент, Ташкентский химико-технологический институт, Республика Узбекистан г. Ташкент

Рахимжонов Зоҳиджон Ботирхон Угли

Начальник лаборатории нанотехнологии, композитных и перспективных материалов, научно-технологический центра научно-производственного объединения по производству редких металлов и твердых сплавов АО «Алмалыкский ГМК», Республика Узбекистан

ARTICLE INFO.**Ключевые слова:**

Модифицирование стали, отработанные ванадиевые катализаторы, литейные технологии, способы модификации, горячие и холодные трещины.

Аннотация

В данной работе приводятся результаты исследования модифицирование стали комплексными соединениями ванадия полученного после переработки отработанных катализаторов сернокислотного производства. Повышение качественной характеристики деталей и литого инструмента за счет поверхностного легирования при литье по газифицируемым моделям оценивались металлографическим и микрорентгеноспектральным методами.

<http://www.gospodarkainnowacje.pl/> © 2022 LWAB.

В настоящее время основным сырьевым материалом для производства пентаоксид ванадия служат титаномагнетитовые, урановые и полиметаллические (уран-ванадиевые, свинцово-цинковые) руды, основные запасы которых сосредоточены в ЮАР, России, КНР и США [1]. Однако в связи с растущей стоимостью минеральных и энергетических ресурсов, ужесточением экологических требований, необходимостью повышения степени извлечения ванадия из исходного сырья и высоким содержанием ванадия в отходах топливно-энергетического

комплекса серьезный промышленный интерес представляют техногенные ванадийсодержащие отходы – золы ТЭС и их производные, шламы и осадки нейтрализации сливных вод собственного производства пентаоксида ванадия (V_2O_5), отходы производства феррованадия, отработанные катализаторы сернокислотного производства, шламы титанового и глиноземного производства. Переработка перечисленных промышленных отходов актуальна с точки зрения экологии, так как растворимые формы ванадия, содержащиеся в отходах и промежуточных продуктах ванадиевого и ряда других производств, представляют серьезную опасность для окружающей среды и человека. Некоторые его оксиды являются токсичными и способствуют развитию заболеваний кровеносной и нервной системы, органов дыхания и др.

Ванадиевые катализаторы содержат 4,5...7 % V_2O_5 . Однако их использование в известково-сернокислотном производстве V_2O_5 нецелесообразно из-за высокого содержания в них щелочных металлов (1,5 % Na_2O , 14 % K_2O) и большого количества серы в виде сульфат ионов (до 17 % H_2SO_4). Добавка ванадиевых катализаторов в шихту для гидрометаллургической переработки (до 10 %) приводит к возрастанию уровня калия в конечной продукции до 0,62 %. При этом происходит накопление ионов натрия и калия в системе замкнутого оборота. Наличие свободной серной кислоты не позволит подавать катализаторы непосредственно на измельчение, так как оборудование отделения мокрого помола шихты выполнено из черных металлов, а также вызовет необходимость решения проблем выделения сернистых соединений в газовую фазу при обжиге [2].

При использовании литейных технологий появляется возможность в широких пределах использовать дополнительное легирование, микролегирование и модифицирование стали для повышения работоспособности инструмента исходя из конкретных условий его эксплуатации. Методы улучшения эксплуатационных свойств за счет объемного легирования сталей дает возможность получать стали с заданными свойствами. Поэтому в последнее время все большее внимание уделяется методам поверхностного упрочнения сталей. В этом случае образование упрочнённого слоя происходит в результате взаимодействия горячего материала отливки с легирующим облицовочным слоем, нанесенным на поверхность литейной формы.

Изготовление инструмента различными методами литья приводит к сокращению расхода дорогостоящей инструментальной стали, снижению расходов на изготовление инструмента и повышению его стойкости.

Ванадий используют в основном как легирующий элемент даже в небольших количествах он влияет на свойства сталей.

Модифицирование стали проводить на стадии получения жидкого расплава, вводить в него добавки в виде комплексных сплавов с ванадием. Например, в сталь 110Г13Л для уменьшения зернового состава отливки.

В сталях аустенитного класса 110Г13Л ванадий стабилизирует феррум при высоком и низком содержании углерода. Образуя карбиды, он изменяет структуру стали, повышая её прочность, вязкость, пластичность и износостойкость. При содержании ванадия в стали 110Г13Л в пределах 0,03-0,05% уменьшается склонность стали к старению обусловленную повышением содержания азота улучшая поверхность стального литья.

Среди возможных методов получения отливок с упрочненной поверхностью наиболее перспективным является метод получения отливок по газифицируемым (ЛГМ) или выжигаемым моделям. Литьё по газифицируемым моделям - способ получения отливок, использующий модель, изготовленную из материала, который газифицируется при заливке расплавленного металла в литейную форму. Его главным назначением было повысить точность литья при значительном уменьшении затрат на оборудование и материалы по сравнению с технологией по выплавляемым моделям. Метод ЛГМ основан на деструкции одноразовой модели в форме во

время заполнения ее жидким расплавом. Такой метод позволяет получать отливку наиболее высокой размерной точностью и с достаточно хорошей частотой поверхности (от 3 до 6 класса шероховатости), так как насыщающая смесь наносится непосредственно на модель.

Целью данной работы являлось повышение износостойкости деталей и литого инструмента за счет поверхностного легирования при литье по газифицируемым моделям.

На газифицируемую модель наносилась насыщающая обмазка в пастообразном состоянии толщиной 0,5 - 1,5 мм, после чего модель просушивалась и при последующей сборке с литниковой системой окрашивалась огнеупорной краской. В результате взаимодействия жидкого сплава отливки (сталь 30) с легирующим облицовочным слоем, при кристаллизации и последующем охлаждении на поверхности отливки получали упрочненный слой. После охлаждения и очистки из отливок вырезались образцы для исследования структуры и физико-механических свойств упрочненных отливок. Проводились испытания на износостойкость.

Основным видом брака высокомарганцевых отливок являются горячие и холодные трещины, которые составляют обычно свыше 77% от общего количества брака. До сих пор пока ещё не разработано общепринятой, надежной и достаточно простой методики для оценки её трещиноустойчивостью.

Проведены комплексные исследования структуры и свойств упрочненных образцов и отливок из стали 110Г13Л. Изучали кинетику формирования окончательной структуры основного металла и упрочненных слоев. Структуру, фазовый и химический состав упрочненных слоев изучали металлографическим и микрорентгеноспектральными методами. Металлографическое исследование проводили на оптических микроскопах и электронном растровом микроскопе. Для просмотра в оптическом микроскопе шлифы готовились методами химического и электрохимического травления.

Легирование проходило следующим образом:

Ванадийсодержащие осадки в количестве 21 кг, 10,5 кг и 7,5 кг с содержанием ванадия 21,93%, 8,65% и 14,13% соответственно, были размещены в металлическом ящике размером 500x500x300. Толщина ящика 4 мм. На крышке ящика были выполнены отверстие Ø20 с шагом 60 мм. Затем произвели сборку ящика (корпуса и крышки) методом сварки.

И ящик с ванадийсодержащим осадком был размещен в термopечь на прокаливание для разложения сульфатов и удаления влаги. Прокаливания происходило при температуре 500°C в течение 1,5 часа.

После этого при помощи приспособления ящик с модификатором был размещен и в разогретый ковш. После этого произвели слив металла с печи в ковш.

Температура расплава на выпуске из печи составила -1477 °C.



А

Б

Рисунок 1. Микроструктура стали 110Г13Л до термической обработки (литой): а-х50; б-х100 (получены авторами)

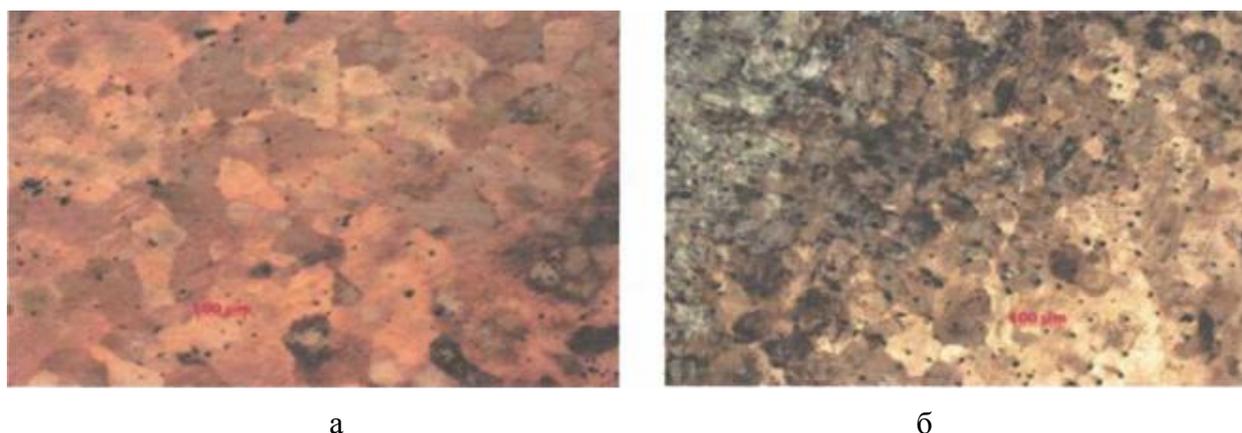


Рисунок 2. Микроструктура стали 110Г13Л после термической обработки, x100 (получены авторами)

Таблица №1 анализ химического состава стали 110Г13Л составил в %:

C	Si	Mn	Cr	P	S	Ti	Ni	V
1,10	0,94	13,14	0,20	0,087	0,023	0,061	0,092	0,034

До применения ванадийсодержащего осадка в расплаве ванадий составлял 0.0009%

Обширные исследования качественных характеристик стали 110Г13Л привели к следующем факторам: это трещины в отливках могут иметь форму надрывов, они могут быть сквозными и несквозным различной глубины, формы и протяженностью. При содержании ванадия в сплавах 0,01-0,04% существенно повышают свойства стали, подвергаемой закалке и отпуску при высоких температурах.

Использование данных методов не позволяет обеспечить необходимое качество отливок по размерно-геометрической точности, чистоте поверхности и структурной однородности. Задачей данной работы было попытаться выявить природу большой ударной вязкости стали 110Г13Л. Несмотря на большие работы посвященных стали нет еще единой теории самоупрочнения при ударной нагрузке.

В данное время мы пришли к выводу, что для улучшения физико-механических свойств, получать более стабильные результаты, обеспечивающие получение отливок с заданными свойствами необходимо усовершенствования известных технологий.

Выводы. Существующие способы и схемы переработки техногенного сырья в нашей стране и за рубежом позволяют перерабатывать отходы с высоким и низким содержанием ванадия. Перспективным направлением должна стать совместная переработка конвертерного шлака с использованием вторичных ванадийсодержащих ресурсов, которая позволит увеличить степень утилизации отходов и производить из отходов товарную продукцию.

Список Литературы

1. Черноусов П. И. Ванадий: производство, потребление, структура рынка / П. И. Черноусов, И. Н. Монахов // *Снабженец* – 2005. – № 11 (461). – С. 124-129.
2. Извлечение ванадия из вторичного сырья / И. П. Смирнов, Г. А. Смольная, К. М. Смирнов [и др.] // *Химия, технология и применение ванадия: тезисы докл. VIII-ой Всерос. конф.* – Чусовой, 2000. – С. 120.
3. Mazurek, K. Recovery of vanadium, potassium and iron from a spent catalyst using urea solution [Текст] / K. Mazurek, K. Biatowicz, M. Trypuc // *Hydrometallurgy*. – 2010. – 103. – № 1-4. – P. 19

4. Туробов Ш.Н., Хасанов А.С. Легирование сталей феррованадиевой лигатурой // Universum: технические науки. Выпуск: 8(89) – 2021 г. – 16-18 с.
5. А. с. 1162093 СССР, МКИ В01F 23/92. Способ извлечения V₂O₅ из ОВК [Текст] / И. В. Винаров, Р. Г. Янкелевич, О. В. Владимирова, И. В. Починок.— Оpubл. 205.90. Бюл. № 19.