

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «МАШИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 С.Л. Ровин

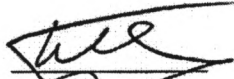
«    »                      2019 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**«Исследовать влияние бора на износостойкость сплавов железа, предназначенных для отливок, эксплуатируемых в условиях повышенных истирающих воздействий»**

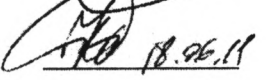
Специальность 1 – 36 02 01 «Машины и технология литейного производства»

Обучающийся  
группы 10404114



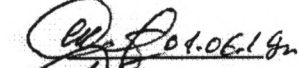
В.Н. Давыдкин

Руководитель

  
18.06.19

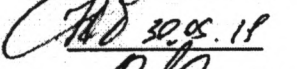
к.т.н., доцент Ф.И. Рудницкий

Консультанты  
по охране труда

  
01.06.19

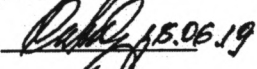
д.т.н., профессор А.М. Лазаренков

по экономической части

  
30.05.19

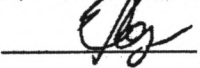
к.т.н., доцент Ф.И. Рудницкий

по технологической части

  
15.06.19

к.т.н., доцент В.А. Скворцов

Ответственный за нормоконтроль



д.т.н., доцент С.Л. Ровин

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка - 109 страниц;

графическая часть - 10 листов;

магнитные (цифровые) носители - 0944 единиц

Минск 2019

## РЕФЕРАТ

Борсодержащие сплавы, износостойкие сплавы, лопасть дробемёта, отливка, исследование, литьё в песчано-глинистые формы, 20P2ГСЮЛ.

Цель проекта – исследовать влияние бора на износостойкость сплавов железа

В процессе проектирования решены следующие вопросы:

Исследованы фазовый состав и структура литых борсодержащих сплавов с 1 – 6 % В.

Установлено три основных структурных составляющих сплавов:

- мелкопластинчатая эвтектика перлит +  $Fe_2B$ , образующая дендриты с осями первого и второго порядка;

- столбчатые игольчатые кристаллы бориды железа  $Fe_2B$  (зачастую с трещинами, заполненные матричным составом сплава);

- трехмерные скелетные дендриты  $Fe_3(C, B)$ , имеющие разветленные оси первого, второго и третьего порядка.

В структуре сплава присутствует мелкопластинчатая эвтектика перлит +  $Fe_2B$ , а также столбчатые игольчатые кристаллы избыточной фазы бориды железа  $Fe_2B$ . При этом часть бора связывается азотом с образованием нитрида бора  $BN$ , кроме этого сильные нитридообразующие элементы V, Al, Ti вступают во взаимодействие с азотом с образованием нитридов.

Молибден и марганец образует карбиды  $Mo_2C$  и  $Mn_7C_3$  входящих в состав комплексных карбидов  $Me_7C_3$ , которые растворяются в матрице. При этом часть марганца связывается серой с образованием сульфида марганца  $MnS$ . Так же отмечается присутствие в сплаве упрочняющих фаз силита молибдена  $MoSi_2$  и карбида кремния  $SiC$ . Количество молибдена в матрице тем выше, чем больше его содержания в сплаве. Показано, что с увеличением содержания углерода дисперсность и морфология структурных составляющих сплава изменяется: боридная фаза  $Fe_2(C, B)$  становится тоньше и образует разветвленную мелкопластинчатую эвтектику (перлит +  $Fe_2B$ ). Вследствие частичного замещения бора углеродом увеличивается общее количество боридной эвтектики и столбчатые кристаллы  $Fe_2B$  принимают форму игл, которые располагаются практически параллельно.

					ДП – 1040411404 – 2019 – РПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ханнесен, Г. Борсодержащие стали / Г. Ханнесен. – Огайо: ОГУ, 1914. – 228 с.
2. Чижевский, Н. П. Борсодержащие сплавы железа / Н. П. Чижевский. – Москва: РХТУ, 1915. – 193 с.
3. Вивер, Ф. Бинарные системы / Ф. Вивер, А. Мюллер. – ЖМ, 1955. - № 7 – 254 с.
4. Никельсон, М. И. Свойства сплавов железа, легированных бором / М. И. Никельсон. – ЖМ, 1954. - № 6 – 185 с.
5. Макбрайд, К. К. Исследование системы FeB / К. К. Макбрайд. – ЖМ, 1954. - № 6 – 96 с.
6. Вогель, Р. Система Fe-B-C / Р. Вогель. – ОХ, 1922. - № 3 – 54 с.
7. Басби, П. И. Растворимость бора в железе / П. И. Басби. – ЖМ, 1953. - № 6 – 133 с.
8. Кэрл, К. Г. Борсодержащие сплавы / К. Г. Кэрл. – ЖМ, 1954. - № 6 – 205 с.
9. Спиридонова, И. М. Структура и свойства железобористых сплавов / И. М. Спиридонова. МиТОМ – 1984. - № 2 – 98 с.
10. Шурин, А. К. Диаграмма состояния железа с фазами внедрения, как основа разработки износостойких эвтектических сталей / А. К. Шурин, В. Е. Пакарин. МиТОМ, 1984. - № 2 – 47 с.
11. Медовар, Б. И. Аустенитно-боридные стали и сплавы для сварных конструкций / Б. И. Медовар, Н. И. Пинчук, Л. В. Чекотило. – Киев: Наукова думка, 1970. – 148 с.
12. Просвирин, В. И. Влияние бора на структуру и свойства аустенитных сталей: Вопросы металловедения аустенитных сталей / В. И. Просвирин, А. С. Крещановский, Э. С. Гинзбург. – М.: Машгиз, 1952. – 66 с.
13. Гольдштейн, Я. Е. Модифицирование и микролегирование чугуна и стали / Гольдштейн Я. Е., Мизин В. Г. – М.: Metallurgy, 1985. – 272 с.
14. Гольдштейн, Я. Е. О модифицирующей способности диборидов тугоплавких металлов / Я. Е. Гольдштейн, В. Г. Мизин. // Известия АН СССР. - Металлы, 1987, №5 – 157 с.
15. Йех, Я. Термическая обработка стали: справочник / под ред. Ю. Г. Андреева, В. Б. Фридмана – М.: Metallurgy, 1979. – 264 с.
16. Качанов, Н.Н. Прокаливаемость стали / Н.Н. Качанов. – М.: Metallurgy, 1978. – 192 с.

					ДП – 1040411404 – 2019 – РПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

17. Лякишев, Н. П. Борсодержащие стали и сплавы / Н. П. Лякишев, Ю. Л. Плинер, С. И. Лаппо. – М.: Metallurgy, 1986. – 192 с.
18. Винокур, Б. Б. Жаропрочная сталь / Б. Б. Винокур и др. – Киев: Наукова думка, 1965 – 98 с.
19. Приданцев, М.В. Жаропрочные стареющие стали / М.В. Приданцев. – М.: Metallurgy, 1973. – 184 с.
20. Винаров, С. М. Бор, кальций, ниобий и цирконий в чугунах и сталях / С. М. Винаров. – М.: Metallurgizdat, 1961. – 460 с.
21. Сучков, А. Н. Влияние В и Се на структуру и свойства серого чугуна / А. Н. Сучков и др. // Литейное производство, 1971, №6 – 301 с.
22. Жлуктенко, Е. И. Влияние бора на структуру белого чугуна / Е. И. Жлуктенко и др. // Литейное производство, 1971, №6 – 67 с.
23. Приданцев, М. В. Конструкционные стали: справочник / М. В. Приданцев, Л. Н. Давыдова, А. М. Тамарина. – М.: Metallurgy, 1979. – 264 с.
24. Фетисова, М. М. Исследование влияния микродобавок на перераспределение легирующих элементов в конструкционных сталях / М. М. Фетисова и др. // МиТОМ, 1983. - №3 – 112 с.
25. Рычкова, А. П. Методы прогнозирования пластичности и вязкости конструкционных сталей / А. П. Рычкова, К. А. Ланская. // МиТОМ. - 1978, №2 – 132 с.
26. Грузина, Э. П. Борирование конструкционных сталей и чугунов / К. А. Ланская, Э. П. Грузина, Л. В. Куликова. – Известия АН СССР. - Металлы – 1980 - №2 – 99 с.
27. Бабич, А. П. Производство железнодорожных рельсов и колёс / А. П. Бабич и др. – УНИИМ, 1980. - №8 – 201 с.
28. Ершов, Г. С. Физико-химические основы рационального легирования сталей и сплавов / Г. С. Ершов, Ю. Б. Бычков. – М.: Metallurgy, 1982. – 360 с.
29. Шуляев, А. П. – Специальные стали и сплавы / А. П. Шуляев, Д. А. Литвиненко. – М.: Metallurgy, 1975 – 145 с.
30. Ковальчук, Г.З. Исследование и разработка технологии получения износостойких отливок из белых легированных чугунов / Я.Н. Малиночка, Г.З. Ковальчук В.Н. Яρμοш. // МиТОМ, 1982. - №11 – 192 с.
31. Ковальчук, Г. З. – Защита металлов / Г. З. Ковальчук, В. В. Калмыков, В.Н. Яρμοш. – МиТОМ. // 1982. - №11 – 56 с.
32. Фараонов, В. К. Влияние редкоземельных элементов на свойства

					ДП – 1040411404 – 2019 – РПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

аустенитной хромоникелевой стали / В. К. Фараонов, М. М. Штейнберг. // МиТОМ, №4. - 1964. – С.50

33. Наконечный, Н. Ф. Влияние РЗМ на пластичность и структуру нержавеющей стали: сборник «Вопросы теории и применение РЗМ» / Н. Ф. Наконечный, К. К Прохоренко. – М.: Наука, 1964. – с.232

34. Грязнов, А. Г. Улучшение структуры и свойств стали X16H25M6 добавками РЗМ / А. Г. Грязнов, И. В. Паисов. – Вестник машиностроения, 1966. - №7 – 112 с.

35. Мининзон, Р. Д. Влияние микродобавки бора на свойства стали X23H18 / Р. Д. Мининзон, Е. И. Мошкевич. – МиТОМ. – 1967. - №1 – С.22

36. Лашко, Н. Ф. Карбоборидные фазы в легированных сталях / Н. Ф. Лашко, Н. М. Попова, Г. Н. Орехов. // Исследования по жаропрочным сплавам, т.7. – с.122

37. Браун, М. П. Редкоземельные металлы в сплавах / М. П. Браун. – Киев-Одесса, 1969 – 36 с.

38. Терешкович, А. С. Упрочнение жаропрочной аустенитной стали бором / А. С. Терешкович, М. И. Фантаева. // МиТОМ. – 1967. - №1 – 73 с.

39. Браун, М. П. Повышение качества литой жаропрочной стали ЭИ417 (1X23H18Л) / М. П. Браун, Н. П. Александрова. // Литейное производство, 1968. - №3. – 148 с.

40. Егоров. М. Д. Влияние углерода на структуру, твёрдость и теплостойкость борохромистых литых сталей / М. Д. Егоров, Ю. Л. Сапожников, Ю. В. Шахназаров. // МиТОМ, 1989. - № 5 – 228 с.

41. Спиридонова, И. М. Строение и износостойкость эвтектических сплавов системы Fe-B-C.: в кн: Закономерности формирования структуры сплавов эвтектического типа / И. М. Спиридонова, Л. М. Чуприна, Л. П. Белоус. – Днепропетровск, 1986 – 133 с.

42. Борисов, Ю. С. Структура и свойства газотермических покрытий из сплавов Fe-B-C и Fe-Ti-B-C / Ю. С. Борисов, В. Е. Оликер, Е. А. Астахов. // Порошковая металлургия, 1987, №4 – 64 с.

43. Меськин, В. С. Основы легирования стали / В. С. Меськин. – М.: металлургия, 1964. – 683 с.

44. Егоров, М. Д. Эксплуатационная стойкость и свойства быстро охлаждённых сплавов на основе железа с 3% В и 1% Ti: в кн.: Повышение качества, надёжности и долговечности изделий из конструкционных жаропрочных, порошковых и инструментальных сталей и сплавов / М. Д. Егоров, Ю. Л. Сапожников, Ю. И. Остахов. – Л.: ЛДНТП, 1984 – 301 с.

					ДП – 1040411404 – 2019 – РПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

