**ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ
ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ ПРИ
БОРИРОВАНИИ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ
СТАЛИ Ст3**

^{1,2}Гурьев А.М., ²Иванов С.Г., ³Гурьев М.А.,
²Иванова Т.Г.

¹Уханьский текстильный университет, Ухань,
e-mail: gurievam@mail.ru;

²Алтайский государственный технический
университет, Барнаул

Борирование и совмещенные процессы химико-термической обработки (ХТО) являются перспективными способами повышения ресурса работы стальных деталей и рабочих органов машин и оборудования [1–5]. Структура и свойства непосредственно боридных покрытий изучены достаточно хорошо [3–6], однако в литературе практически отсутствуют сведения о структуре и свойствах переходной зоны между слоем боридов и основным материалом. Тогда как в большинстве случаев структура и свойства переходной зоны может определять свойства диффузионного покрытия и ресурс упрочненного ХТО изделия наравне с боридным покрытием [7–10]. Исследования проведены при помощи программно-аппаратного комплекса Thixomet[®], включающего оптический микроскоп Carl Zeiss Axio Observer Z1m.

В подборидной зоне борохромированной стали Ст3 практически отсутствует феррит, хотя в обычных условиях его доля достигает 80%. При этом цементитные пластины практически все разрушены на фрагменты, имеющие средние размеры 20–45х80–180нм в плоскости шлифа. Кроме того, наблюдается значительная текстурированность цементитных пластин в направлении диффузии бора: от боридного покрытия в направлении сердцевины образца. Такая текстура, вероятнее всего, образуется в результате совместной диффузии бора и углерода от обрабатываемой поверхности вглубь материала: все образующиеся структуры, мешающие диффузионным потокам, растворяются в зародыше, тогда как структуры, параллельные концентрационному градиенту имеют большие шансы избежать растворения и вырасти до приемлемых размеров.

Для выявления структуры борированного перлита было применено специальное травление, включающее следующие шаги: травление 5% спиртовым раствором йода до появления темно-серого цвета шлифа; травление пересыщенным раствором пикрата натрия; полировка на фетровом круге в течение 15–30 с; травление 2% спиртовым раствором плавиковой кислоты в течение 1–3 с.

Список литературы

1. Гурьев А.М., Иванов С.Г., Гармаева И.А. Диффузионные покрытия сталей и сплавов Барнаул, 2013. – 221 с.
2. Иванов С.Г., Гармаева И.А., Андросов А.П., Зобнев В.В., Гурьев А.М., Марков В.А. Фазовые превращения

и структура комплексных боридных покрытий Ползуновский вестник. 2012. № 1-1. С. 106-108.

3. Гурьев М.А., Иванов С.Г., Кошелева Е.А., Иванов А.Г., Грешилов А.Д., Гурьев А.М., Лыгденов Б.Д., Околович Г.А. Комплексное диффузионное упрочнение тяжелонагруженных деталей машин и инструмента Ползуновский вестник. – 2010. – № 1. – С. 114-121.

4. Гурьев М.А., Иванов С.Г., Гурьев А.М. Упрочнение литых деталей поверхностным легированием В сборнике: проблемы и перспективы развития литейного, сварочного и кузнечно-штамповочного производств Гурьев А.М., Марков В.А. сборник научных трудов х международной научно-практической конференции. Барнаул, 2009. С. 40-46.

5. Гурьев А.М., Лыгденов Б.Д., Иванов С.Г., Власова О.А., Кошелева Е.А., Гурьев М.А., Земляков С.А. Новый способ диффузионного термоциклического упрочнения поверхностей железоуглеродистых сплавов Ползуновский альманах. – 2008. – № 3. – С. 10-16.

6. Иванов С.Г., Гурьев А.М., Старостенков М.Д., Иванова Т.Г., Левченко А.А. Особенности приготовления насыщающих смесей для диффузионного борохромирования Известия высших учебных заведений. Физика. – 2014. – Т. 57.– № 2.– С. 116-118.

7. Иванов С.Г., Гурьев А.М., Черных Е.В., Гурьев М.А., Иванова Т.Г., Гармаева И.А., Зобнев В.В., Гонг В. Термодинамическое моделирование реакций в насыщающей среде при диффузионном борировании сталей Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2014. Т. 11. № 1. С. 13-16.

8. Гурьев А.М., Козлов Э.В., Жданов А.Н., Игнатенко Л.Н., Попова Н.А. Изменение фазового состава и механизм формирования структуры переходной зоны при термоциклическом борировании феррито-перлитной стали Известия высших учебных заведений. Физика. 2001. № 2. С. 58.

9. Лыгденов Б.Д. Фазовые превращения в сталях с градиентными структурами, полученными химико-термической и химико-термоциклической обработкой диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новокузнецк, 2004 – 186 с.

10. Лыгденов Б.Д. Интенсификация процессов формирования структуры диффузионного слоя при химико-термической обработке сталей диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Барнаул: ГОУВПО «Алтайский государственный технический университет», 2009 – 355 с.

**РАЗРАБОТКА НОВОГО МЕТОДА
ЛЕГИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ
ОТЛИВОК**

¹Гурьев М.А., ¹Иванов С.Г., ²Гармаева И.А.,
³Дон Яджи, ³Мэй Шунчи, ^{2,3}Лыгденов Б.Д.,
^{1,3}Гурьев А.М.

¹Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова, Барнаул,
e-mail: gurievam@mail.ru;

²Восточно-Сибирский государственный
университет технологий и управления, Улан-Удэ;

³Уханьский текстильный университет, Ухань

Перед современной промышленностью очень остро стоит проблема повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции. Под конкурентоспособностью в данном случае следует понимать минимизацию себестоимости производства при повышении эксплуатационных характеристик. Одной из важнейших таких характеристик является износостойкость, так как более 70% деталей машин и инструмента выходят из строя по причине износа.

Структура и свойства поверхностных слоев деталей машин и инструмента оказывают важное влияние на их работоспособность, так как в процессе эксплуатации именно поверхност-

ные слои наиболее интенсивно подвергаются температурно-силовым воздействиям. С этой точки зрения особый интерес представляет разработка новых высокоэффективных методов упрочнения деталей машин и инструмента за счет диффузионного насыщения поверхности металлов и сплавов различными химическими элементами, метод химико-термической обработки (ХТО). К особым достоинствам этого метода можно отнести то, химико-термической обработкой можно получать такое сочетание свойств упрочненного изделия, которое другими методами получить невозможно. В этом случае ХТО можно рассматривать не как определенную операцию изготовления детали, а как метод получения принципиально нового конструкционного материала [1].

При использовании литейных технологий появляется возможность в широких пределах использовать дополнительное легирование, микролегирование и модифицирование стали для повышения работоспособности деталей исходя из конкретных условий их эксплуатации. Известные в настоящее время методы поверхностного легирования отливок можно разделить на три группы в зависимости от механизма упрочнения:

1) результат сваривания легирующего материала с поверхностью отливки – когда легирующая паста расплавляется за счет тепла жидкого металла и сваривается с кристаллизующейся поверхностью отливки. В данном случае возникают трудности при легировании тугоплавкими элементами, а также не представляется возможным получать изделия с точными геометрическими параметрами и хорошим качеством поверхности.

2) пропитка жидким металлическим сплавом облицовочного легирующего покрытия. Недостатком данного метода является высокая сложность определения оптимальной температуры заливки жидкого металла с тем, чтобы он успел пропитать легирующее покрытие на всю толщину. Как и в предыдущем случае затруднительно получение изделия с точными геометрическими размерами и качественной поверхностью отливок.

3) диффузия легирующих элементов из облицовочного слоя литейной формы в отливку. – В данном случае насыщение происходит без расплавления легирующего покрытия, как в процессе кристаллизации расплавленного металла, так и в процессе охлаждения затвердевшего металла. В данном случае наиболее вероятно получение отливок с хорошим качеством поверхности и высокой геометрической точностью даже при минимальных температурах заливки жидкого расплава.

Среди возможных методов получения отливок с упрочненной поверхностью наиболее перспективным является метод получения отливок

по газифицируемым (ЛГМ) [2] 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. Нанесение же насыщающей смеси на внутреннюю поверхность литейной формы при других методах требует корректировки размеров модельной оснастки, что значительно усложняет технологический процесс изготовления форм и снижает размерную точность отливки.

Целью настоящей работы являлось повышение износостойкости литых деталей за счет поверхностного легирования при литье по газифицируемым моделям.

На газифицируемую модель наносилась насыщающая легирующими элементами обмазка в пастообразном состоянии толщиной 0,5–1,5 мм. В результате взаимодействия жидкой стали отливки с легирующим облицовочным слоем, при кристаллизации и последующем охлаждении на поверхности отливки получали упрочненный слой. Из отливок вырезались образцы для исследования структуры и физико-механических свойств упрочненных отливок. Проводились испытания на износостойкость.

Установлено, что упрочненный слой, полученный при литье, имеет на порядок большую толщину (примерно 2,5–3,0 мм против 210–250 мкм) по сравнению с диффузионными слоями, полученными методами химико-термической обработки (ХТО). Строение диффузионного слоя, полученного упрочнением при литье, также претерпевает значительные изменения по сравнению с химико-термической обработкой: игольчатое строение, присущее боридным слоям полученным методами ХТО исчезает, переходя в литую боридную эвтектику. Микротвердость слоев, получаемых в процессе литья несколько ниже, чем у слоев, получаемых методами ХТО, однако это компенсируется их значительно возросшей пластичностью, что позволяет использовать литые диффузионно-упрочненные детали при повышенных ударных нагрузках без опасности скалывания слоя.

По результатам исследований разработан новый способ упрочнения стальных изделий. В настоящее время ведутся работы по изучению условий формирования оптимальных покрытий, оптимизации технологии диффузионного упрочнения литых изделий и насыщающей среды для реализации процесса упрочнения, доведения способа упрочнения до промышленного производства [3–10].

Список литературы

1. Ворошнин Л.Г. Перспективы развития химико-термической обработки [Текст] / Л. Г. Ворошнин // Упрочняющие технологии и покрытия. №1. – 2008 – С. 5–8.

2. Шуляк В.С. Литье по газифицируемым моделям [Текст] / В.С. Шуляк. – СПб.: НПО «Профессионал», 2007. – 408 с.

3. Гурьев А.М. Новые методы диффузионного термодиффузионного упрочнения поверхности стальных изделий бором совместно с титаном и хромом [Текст] / А.М. Гурьев, Б.Д. Лыгденов, С.Г. Иванов, О.А. Власова, И.А. Гармаева, Е.А. Кошелева, М.А. Гурьев // Успехи современного естествознания. № 10. – 2007. – С. 84-85.

4. Гурьев М.А. Упрочнение литых деталей поверхностным легированием [Текст] / М.А. Гурьев, О.А. Власова, А.М. Гурьев // Современные металлические материалы и технологии (СММТ,2009): Труды международной научно-технической конференции. – СПб.: Изд-во СПб. Политехн. ун-та. 2009. – С. 163-166.

5. Способ упрочнения деталей из конструкционных и инструментальных сталей [Текст]: пат. 2345175 Рос. Федерация: / А.М. Гурьев, С.Г. Иванов, Б.Д. Лыгденов, С.А. Земляков, О.А. Власова, Е.А. Кошелева, М.А. Гурьев – № 2007112368/02: заявл. 03.04.2007: опубл. 27.01.2009. Бюл. № 3.

6. Гурьев М.А. Упрочнение литых сталей поверхностным легированием из борсодержащих обмазок [Текст] / М.А. Гурьев, А.Г. Иванов, С.Г. Иванов, А.М. Гурьев // Успехи современного естествознания. №3. – 2010. – С. 123.

7. Способ изготовления и упрочнения деталей из чугунов и сталей [Текст]: пат. 2440869 Рос. Федерация: / А.М. Гурьев, С.Г. Иванов, М.А. Гурьев, С.А. Земляков, А.Д. Грешилов, А.Г. Иванов – № 2010145915/02(066190): заявл. 10.11.2010: опубл. 27.01.2012. Бюл. № 3.

8. Способ изготовления упрочненных стальных и чугунных деталей [Текст]: пат. 2508959 Рос. Федерация: / М.А. Гурьев, С.Г. Иванов, А.М. Гурьев, Д.С. Фильчаков. – № 2012123120: заявл. 04.06.2012: опубл. 10.03.2014.

9. Ivanov S.G. Special features of preparation of saturating mixtures for diffusion chromoborating [Текст] / S.G. Ivanov, A.M. Guriev, M.D. Starostenkov, T.G. Ivanova, A.A. Levchenko // Russian Physics Journal, Vol. 57, No. 2, June, 2014. – P. 266 – 269.

10. Guriev, A. M. Structure of boride coatings on steels of different purpose [Текст] / A.M. Guriev, S.G. Ivanov, Mei Shunqi, M.A. Guriev, E.V. Chernikh, I.A. Garmaeva // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. Том 11, №4, 2014. – С. 537–539.

КОНСТРУКЦИЯ КУЛИРНОГО КЛИНА С КЛИНОВИДНЫМ УПРУГИМ АМОРТИЗАТОРОМ ТРИКОТАЖНОЙ МАШИНЫ

Махмудова Г.И., Каратаев М.С., Сатаев М.И.,
Нурмаханова А.Н., Садибек А.,
Нурмамадова О.И.

e-mail: maxmudova1974@mail.ru

На современном этапе развития текстильной и легкой промышленности важным является создание новых мощностей, завершения строительства новых и технического перевооружения действующих предприятий на базе современной техники и передовой технологии, привлечения иностранных инвестиций, кредитов банков для производства конкурентоспособной и импортозаменяющей продукции, увеличения экспортного потенциала и роста высококачественных товаров.

Развитие трикотажного производства обусловлено повышающимся с каждым днем спросом на трикотажные изделия. Это объясняется тем, что трикотажные изделия гигиеничны, внешне красивы, а так же имеют высокие эксплуатационные характеристики. Следует отметить, что производительность современных

трикотажных машин значительно больше, чем у ткацких станков.

В системе петлеобразования кругловязальных трикотажных машин важными являются надежная работа кулирных клиньев. Технология петлеобразования включает процесс взаимодействия пяток игловода с рабочими поверхностями кулирных клиньев. При этом в зависимости от профилей рабочих поверхностей кулирных клиньев игла совершает необходимые движения в системе петлеобразования. В кругловязальных трикотажных машинах кулирные клинья устанавливаются последовательно и образуют своеобразную замочную цепь. Как известно [1], жесткое взаимодействие пяток игловодов с рабочими поверхностями кулирных клиньев, происходят частые поломки пяток игловодов, а также интенсивный износ рабочих поверхностей клиньев. Это приводит к значительному снижению производительности машины, а также к увеличению расходов на ремонт и замену элементов системы петлеобразования. Для ликвидации этих недостатков в работе [2,3] была предложена конструкция кулирного клина с прямоугольным амортизатором. Но, в процессе работы пятка игловода взаимодействует с поверхностью кулирного клина с переменной силой. Предложенная выше конструкция не учитывает переменность нагрузки взаимодействия. При этом следовало бы выполнить амортизатор кулирного клина такой конструкцией, которая имела бы переменную амортизирующую способность, копирующая изменения силы взаимодействия пятки игловода с поверхностью клина.

В связи с вышеизложенных разработана новая конструкция составного кулирного клина с амортизатором имеющей переменное сечение, в виде клина (рисунок 1).

Рекомендованная конструкция кулирного клина (рисунок1) состоит из корпуса 1, клиновидного амортизатора 2 изготовленный из резины и рабочей пластины 3 изготовленный из листовой пружинной стали. Рабочая пластина 3, резиновый клиновидный амортизатор 2 прикреплены между собой и к корпусу 1 специальным клеем. В процессе работы пятка игловода действует на рабочую пластину 3 с переменной силой. Это сила частично приводит к деформации рабочей пластины 3, а основная нагрузка амортизируется клиновидным резиновым амортизатором 2. При этом упруго – диссипативные характеристики рабочей пластины 2 и клиновидного резинового амортизатора выбираются в зависимости от значений сил взаимодействия, а также от производительности трикотажной машины. Следует отметить, что слишком большие деформации клиновидного резинового амортизатора и рабочей пластины, а также колебания последней с большой амплитудой могут привести к нежелательным результатам. т.е. при этом закон движения игловода и иглы может меняться