

3. В основу создания новой экологически безопасной технологии глубокого рафинирования кварцевого сырья должно лечь прежде всего изучение процессов на наноуровне, протекающих в глубине кристаллической решетки кварца, с целью оказания влияния на эти процессы в необходимую нам сторону.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ МИНИСТЕРСТВА ЭКОНОМИКИ И РАЗВИТИЯ ТУРКМЕНИСТАНА	
ОГРАНИЧЕННЫЙ ПАТЕНТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ № 601	
Название изобретения:	СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ ПРИРОДНОГО КВАРЦЕВОГО ПЕСКА
Владелец (страна):	Батманов Бекназар Худайназарович (ТМ)
Автор (страна):	Батманов Бекназар Худайназарович (ТМ) Лях Валерий Дмитриевич (ТМ)
Приоритет:	30.10.2013
Номер заявки:	13/01251
Дата поступления заявки:	30.10.2013
Дата регистрации в Государственном реестре:	14.05.2014
Срок действия (при условии оплаты ежегодных пошлин):	с 30.10.2013 до 30.10.2023

Рис. 3. Ограниченный патент на полезные изобретения

Заключение о степени очистки было получено в центральной лаборатории Государственного концерна «Туркменгеология», и результаты анализа показали, что степень очистки согласно ГОСТ 22552.1–77 составляет 99,95 %. По данным результатам был получен ограниченный патент на полезные изобретение (рис. 3).

Литература

1. Бетехтин, А. Г. Курс минералогии / А. Г. Бетехтин. – М. : КДУ, 2008.
2. Войткевич, Г. В. Основы геохимии / Г. В. Войткевич, В. В. Закуртин. – М. : Высш. шк., 1976.
3. Мозберг, Р. К. Материаловедение / Р. К. Мозберг. – М. : Высш. шк., 1991.
4. Медведев, С. А. Введение в технологию полупроводниковых материалов / С. А. Медведев. – М. : Высш. шк., 1970.
5. Бати, Х. Минералогия для студентов / Х. Бати, А. Принг. – М. : Мир, 2001.

ИЗНОСОУСТОЙЧИВОСТЬ НАУГЛЕРОЖЕННЫХ СЛОЕВ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ 40Х И 42СRМ054 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦЕМЕНТАЦИИ

А. В. Астрейко, Е. П. Поздняков, А. А. Кривенкова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

А. В. Радионов

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Республика Беларусь

Научный руководитель И. Н. Степанкин

Введение. В условиях усталостного изнашивания деталей машин и инструмента одним из основных параметров является износостойчивость материалов. Согласно ГОСТ 27674–88 износостойкость – это способность материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения. В отношении сталей

основным параметром повышения износостойкости является твердость, которая повышается с увеличением углерода в ней. При выборе инструментальных сталей для изготовления конструкционных деталей и инструментальной оснастки, работающих в условиях воздействия пульсирующих нагрузок, необходимо учитывать их пониженную технологическую обрабатываемость и дороговизну. Немаловажным фактором является и низкая вязкость сердцевины деталей из этих материалов, которая не оказывает сопротивления продвижению трещин в более глубокие слои материала. Одним из возможных путей решения этой проблемы является применение улучшаемых сталей с поверхностным упрочнением [1].

Целью работы является установление влияния изменения длительности цементации на износостойкость науглероженных слоев сталей 40X и 42CrMoS4.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлись термодиффузионно-упрочненные слои сталей 40X и 42CrMoS4. Диффузионное насыщение образцов осуществлялось путем проведения цементации при температуре 920 °С в течение 8 и 12 ч в древесно-угольном карбюризаторе с добавлением карбоната бария BaCO₃. Окончательная термическая обработка предполагала проведение закалки в масле с температуры 860 °С и низкотемпературного отпуска при 200 °С в течение 1 ч. Исследования микроструктуры и особенностей разрушения упрочненных слоев проводились на оптическом микроскопе Метам РВ-22. Травление микрошлифов проводилось в 2,5–5%-ном спиртовом растворе HNO₃. Распределение микротвердости термодиффузионно-упрочненных слоев определяли на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке 0,2 кгс. Интенсивность накопления усталостных повреждений в поверхностном слое инструмента при многократном контактом воздействии на материал исследовали на установке для испытаний на контактную усталость и износ [2]. Установка обеспечивает контактное нагружение торцевой поверхности плоской части образца за счет его прокатывания по рабочей поверхности подпружиненного дискового контртела. Регистрация значений износа заканчивалась при достижении глубины лунки износа 0,6 мм или $30 \cdot 10^3$ циклов нагружения. Испытания проводились при контактных напряжениях с амплитудой 1300 МПа.

Результаты исследования и их обсуждение. Структура металлической матрицы термоупрочненных науглероженных слоев сталей 40X и 42CrMoS4 представляет собой мартенсит отпуска и остаточный аустенит с присутствием карбидной фазы. Включения карбидной фазы распространяются на глубину 0,6–0,7 мм и отличаются морфологически. В поверхностном слое стали 40X после 8-часовой цементации объем карбидной фазы составил 20–25 %. Фаза представлена преимущественно разрозненными остроугольными включениями с наибольшими размерами около 15 мкм, расположенными на границах мартенситных блоков (рис. 1, а). При увеличении времени науглероживания до 12 ч зерна представлены в виде тонких пластин и в виде округлых включений. Количество фазы увеличилось до 30–35 %, а наибольшие размеры отдельных карбидов составили 10–15 мкм (рис. 1, б).

Морфология науглероженных слоев стали 42CrMoS4 имеет значительные отличия от аналогичных слоев стали 40X. Присутствие молибдена в количестве 0,2 % позволило значительно измельчить аустенитное зерно, что привело к росту большого количества центров зарождения карбидов при охлаждении. В образце после 8-часового науглероживания карбиды имеют размер не более 10 мкм (рис. 1, в), а в образце после 12-часовой ХТО (рис. 1, г) обнаружена коагуляция карбидов, размер которых достигает 30 мкм и более. Объем карбидной фазы при изменении длительности ХТО увеличивается с 25–30 до 35–40 %.

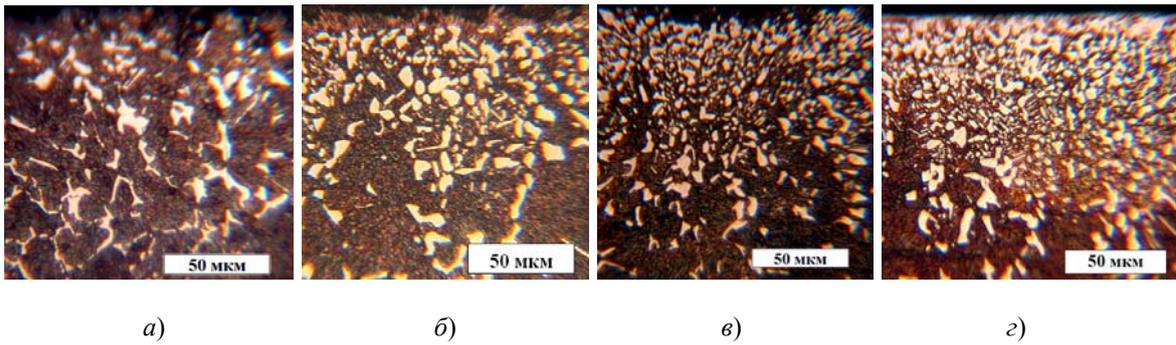


Рис. 1. Структура заэвтектоидной зоны термодиффузионно-упрочненных слоев сталей 40X (а, б) и 42CrMoS4 (в, з) после науглероживания в течение 8 ч (а, в) и 12 ч (б, з)

Микротвердость поверхности термодиффузионно-упрочненных слоев стали 40X при увеличении времени цементации снижается с 8400 до 7500 МПа. Это может быть связано с увеличением количества остаточного аустенита в поверхностном слое при увеличении длительности науглероживания [3]. Аналогичная зависимость обнаружена у слоев стали 42CrMoS4 – при увеличении длительности ХТО микротвердость поверхностного слоя снижается с 8400 до 7400 МПа. Общая толщина всех слоев обеих сталей находится в интервале 1,8–2,0 мм и мало отличается от времени проведения ХТО. Микротвердость сердцевины составила 5500–6200 МПа.

На рис. 2 показаны графики интенсивности износа цементованных слоев сталей 40X и 42CrMoS4 в зависимости от числа циклов нагружения в условиях воздействия на поверхностный слой образцов контактных напряжений амплитудой 1300 МПа. Анализ кривых показал, что зависимости износа слоев обеих сталей после 8 ч науглероживания имеют близкое распределение (рис. 2, а). Отчетливо выделяются два этапа изнашивания. На первом происходит приработка контактирующих поверхностей образцов и контртела с высокой интенсивностью износа. За первые 1000 циклов нагружения глубина лунки износа достигла 0,13 мм. Второй этап отличается меньшей скоростью износа – прирост глубины лунки износа составляет порядка 0,03 мм на каждые последующие 1000 циклов нагружения. По достижении глубины 0,6 мм наработка составила 17200 циклов. Наблюдаемый интенсивный рост трещин контактной усталости на глубине более 0,2–0,3 мм связан с величиной воздействующих на материал напряжений – 1300 МПа. На данной глубине присутствует карбидная фаза в виде цементитной сетки (рис. 3, а). Именно в межфазной области между зернами цементита и мартенсита происходит продвижение трещин контактной усталости, которые достигают критических размеров, формируя питтинги (рис. 3, б и в). Наличие остаточного аустенита в пакетах мартенсита мало влияет на продвижение трещин, так как их распространение происходит по межфазной области (рис. 3, в).

Увеличение времени проведения ХТО повысило износоустойчивость слоев. Для слоев стали 42CrMoS4 это оказалось несущественным и количество циклов возросло с 17200 до 18300 (~6 %) (рис. 2, б). Повышение стойкости науглероженных слоев стали 40X оказалось более весомым – с 17200 до 24800 циклов (~44 %). Разрушение материала данных слоев происходит аналогично слоям, сформированным в течение 8-часового науглероживания (рис. 3). Изнашивание сопровождается возникновением и ростом трещин контактной усталости с последующим образованием питтингов в области контактирующих поверхностей образцов с контртелом.

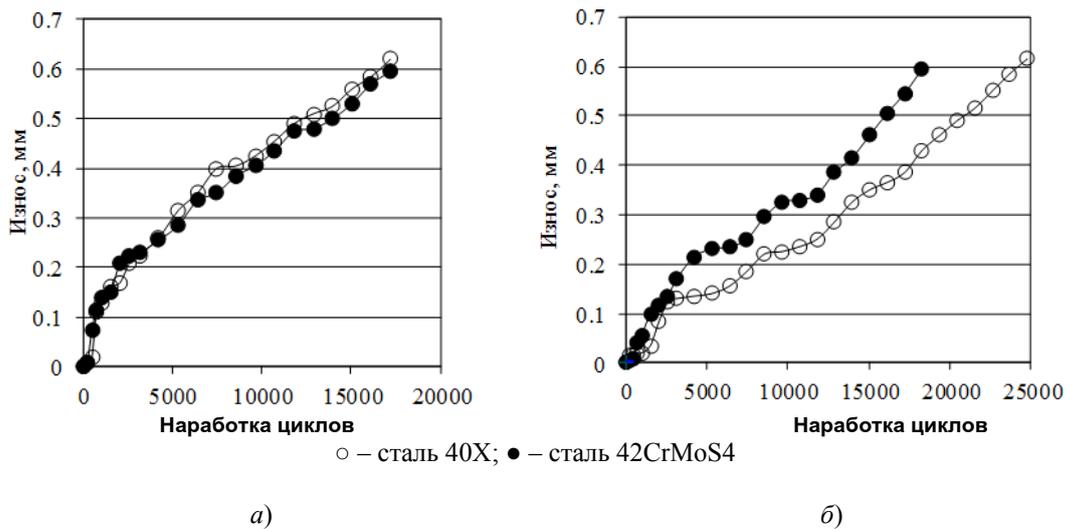
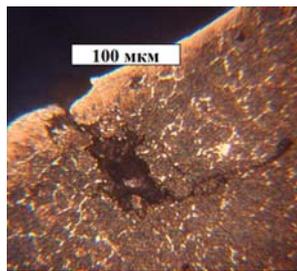
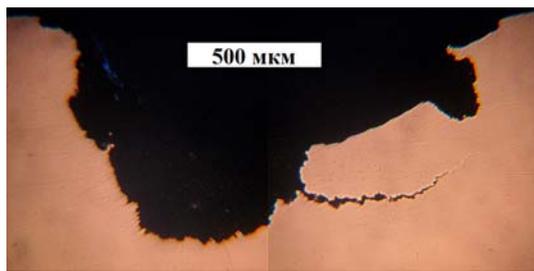


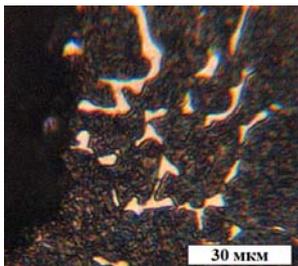
Рис. 2. Зависимости износа от числа циклов нагружения термоупрочненных науглероженных слоев сталей 40X и 42CrMoS4 при длительности цементации: а – 8 ч; б – 12 ч



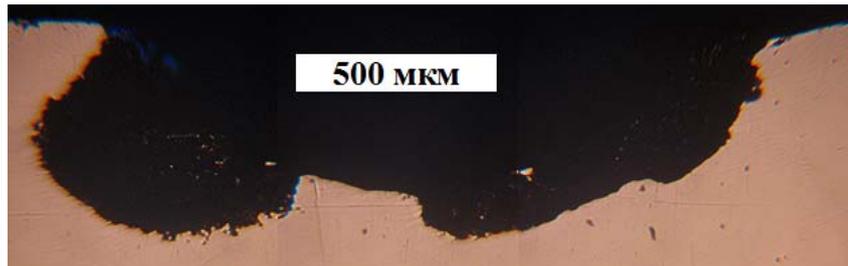
а)



б)



в)



з)

Рис. 3. Особенности разрушения сталей 40X и 42CrMoS4 на различных этапах испытаний: а, б – сталь 40X; в, з – сталь 42CrMoS4; а, в – 2000 циклов; б, з – более 5000 циклов

Заключение. Изучено структурообразование и износоустойчивость термоупрочненных науглероженных образцов улучшаемых конструкционных сталей 40X и 42CrMoS4, традиционно не подвергаемых цементации. Присутствие небольшого количества молибдена (~0,2 %) в химическом составе стали 42CrMoS4 повлияло на морфологию карбидной фазы в науглероженных слоях, значительно отличающуюся

от включений в аналогичных слоях стали 40X. ДюрOMETрическими исследованиями установлено, что микротвердость поверхности слоев обеих сталей не отличается при одинаковом времени насыщения углеродом – 8500 МПа после 8-часового и 7400–7500 МПа после 12-часового. Испытаниями на контактную усталость определено, что зависимости изнашивания исследуемых слоев после 8-часовой цементации в условиях воздействия пульсирующих напряжений амплитудой 1300 МПа имеют близкое распределение. Общая стойкость слоев составила 17200 циклов. Увеличение времени науглероживания привело к повышению стойкости слоев. Для слоя стали 42CrMoS4 данный показатель оказался больше на 6 %, а для слоев стали 40X этот показатель увеличился на более значительную величину – 44 %. Механизм разрушения материала науглероженных слоев обеих сталей оказался одинаковым. Изнашивание сопровождается возникновением и ростом трещин контактной усталости с последующим образованием питтингов в области контактирующих поверхностей образцов с контртелом.

Л и т е р а т у р а

1. Степанкин, И. Н. Применение конструкционных сталей с диффузионным упрочнением поверхности для производства мелкогабаритного штампового инструмента / И. Н. Степанкин, Е. П. Поздняков, О. Г. Девойно // Перспективные направления развития технологии машиностроения и металлообработки : тез. докл. междунар. науч.-техн. конф., Минск, 7–8 апр. 2016 г. / редкол.: В. К. Шелег (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Бизнесофсет, 2016. – С. 142–144.
2. Устройство для испытания на контактную усталость и износ : пат. ВУ 7093 / И. Н. Степанкин, В. М. Кенько, И. А. Панкратов. – Оpubл. 28.02.2011.
3. Повышение эксплуатационных характеристик зубчатых колес карьерных самосвалов посредством оптимизации режимов химико-термической обработки / С. П. Руденко [и др.] // Литье и металлургия. – 2013. – № 2 (70). – С. 110–114.

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА В КЛАССИФИКАЦИИ СЛОЖНОСТИ ОТЛИВОК

И. Н. Прусенко, В. А. Жаранов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. Б. Одарченко

Основной задачей автоматизации процесса проектирования литниково-питающей системы является классификация отливок на основе проектно-технологических и геометрических характеристик. Выбор этих характеристик для каждой отливки является сложной математической задачей. В настоящее время не существует универсальной системы признаков, характеризующей все возможные отливки, позволяющей решить задачи классификации литых деталей.

Одним из способов решения этой проблемы является выбор оптимальных наборов конструктивных и технологических особенностей для каждого класса отливок. Чем больше количество признаков, тем меньше могут быть наборы конструктивных и технологических особенностей, которые вводятся в комплекс выбора литниковой системы.

Типовая классификация сложности отливок из железоуглеродистых сплавов представляет собой шесть групп. Очевидно, что подобная классификация для мелких и средних отливок в соответствии со сложностью геометрии является недостаточной. Современные программные продукты позволяют проводить исследование геометрических характеристик и деталей на этапе технологической подготовки и готовых отливок (3D моделей) исходя из точного описания основных элементов