

УДК621.9.04: 622.012

В.П. НЕЧАЕВ, канд. техн. наук, доц., Л.А. БУГАЙ, ст.преподаватель  
Криворожский национальный университет

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ ПОВОРОТНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕНОСНЫХ И ТЕЛЕСКОПНЫХ ПЕРФОРАТОРОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В ШАХТНЫХ УСЛОВИЯХ

На шахтах Украины наряду с классическими отечественными конструкциями пневматических переносных и телескопных перфораторов, массово закупаются и внедряются в горнодобывающую отрасль переносные и телескопные перфораторы моделей УТ28, УТ24, УТ27, УСП45 (Китай). Эти модели разработаны на давно известных и традиционных для перфораторов принципах, у которых зависимый поворот буровой штанги осуществляется с помощью храпового механизма и геликоидальной пары. Эффективность работы переносных и телескопных пневматических перфораторов определяется конструктивными их параметрами ударно-поворотного механизма, который является одним из основных узлов перфораторов и определяет важные его показатели: величину энергии удара, скорость вращения бура, крутящий момент. Частые поломки и износы этих деталей, снижают технологические показатели переносных и телескопных пневматических перфораторов. Одной из причин может быть, не выдержанные требования термической обработки технологического процесса изготовления деталей ударно-поворотного механизма. Для повышения эксплуатационных свойств деталей поворотных механизмов переносных и телескопных перфораторов необходимо произвести металлографическое исследование деталей поворотных механизмов переносных и телескопных перфораторов. Для металлографического исследования выбраны детали ударно-поворотного механизма «Винт поворотный». Целью исследования: определение химического состава металлов, их твердости и микроструктуры. Выявлены причины вызывающие разрушения деталей перфораторов и поставлены задачи для проведения новых исследований.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** В настоящее время на горнорудных предприятиях Украины преобладают импортные переносные пневматические перфораторы с зависимым поворотом бурового инструмента [1]. Усиленно рекламируемые дешевые импортные китайские переносные пневматические перфораторы моделей УТ24, УТ28 и телескопные пневматические перфораторы модели УСП45, массово закупаются горнорудными предприятиями Украины. Однако сомнительные технологии изготовления деталей перфоратора, а также их химический состав и технология термической обработки, быстро выводят перфоратор из рабочего строя [5,6]. Согласно [1,2] данным технической документации переносных и телескопных пневматических перфораторов, наиболее быстро выходящими из строя являются детали геликоидальной пары (поворотный винт и поворотная гайка), боек, крылатка, цилиндр, поршень. В результате сопряжений подвижные детали перфораторов работают в условиях полусухого или сухого трения, а это приводит к повышению затрат энергии на трение, снижению шероховатости сопряжений, а также приводит их к повышенному износу.

Определение факторов влияющих на интенсивность абразивного изнашивания в сопряженных деталях пневматических переносных и телескопных перфораторов, является актуальной проблемой.

**Анализ исследований и публикаций.** Изучению физических процессов, происходящих в зоне контакта трущихся поверхностей, посвящены работы известных исследователей: Амонтона, Кулона, Зорева, Лоладзе, Боудена и других. В настоящее время отсутствуют четко установленные закономерности трения и износа, определяемые физической природой контактируемых материалов, которые позволили прогнозировать работоспособность пар трения и целенаправлено осуществлять выбор материала контактной поверхности для конкретных условий эксплуатации, обеспечивающего минимальное трение и износ. Источником механической прочности твердого тела служат силы межмолекулярного сцепления, величина их зависит от природы взаимодействия этих сил и выражается через показатель модуль упругости соответствующего материала.

Наибольший интерес представляют исследования направленные на установление процесса преждевременного разрушения твердого тела.

Процесс преждевременного разрушения твердого тела на атомном уровне был описан А.Гриффитсом [7], причиной которых являются нанотрещины. Прочность материала зависит от нанотрещин. В металлах образуются сверхмелкие атомно-острых трещины (нанотрещины),

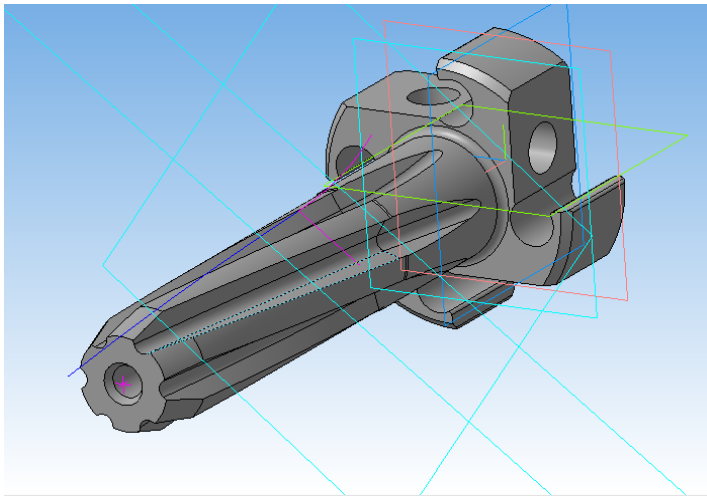
длины которых равны или близки к межатомному расстоянию вызванные внутренними напряжениями системы. Увеличение этого напряжения вызовет самопроизвольное движение трещин.

По данным Е. Орован [11] образование нанотрещин связано с работой микропластической деформации, а по данным К. Инглису [11] напряжения возникающие в вершинах трещин зависят от номинального напряжения, длины и остроты трещины.

Анализ литературных данных выявил факторы, влияющие на процесс трения и разрушения в сопряженных деталях пневматических переносных и телескопных перфораторов.

**Постановка задачи.** Для повышения эксплуатационных свойств деталей поворотных механизмов переносных и телескопных перфораторов необходимо решить следующую задачу: провести металлографическое исследование деталей поворотных механизмов переносных и телескопных перфораторов.

Изложение материала и результаты. Объектами настоящих исследований были поворотные винты (рис. 1) переносных перфораторов модели УТ28, эксплуатируемых в условиях шахт Кривбасса.



**Рис. 1.** Винт поворотный

Металлографические исследования проводились в центральной заводской лаборатории предприятия ОАО «Криворожгормаш» и ЧАО «КОНСТАР».

**Цель исследования:** определить химический состав, твердость и микроструктуру.

Химический анализ определялся - по легирующим элементам – на спектрографе ИСП-30.

Твердость измерялась на твердомере Роквелл ТК -14-250.

Микроструктура металла и толщина цементации изучалась на шлифах с помощью оптического микроскопа «Neophot-21» (CARL ZEISS JENA).

Микроструктура и цементированный слой выявлялись химическим травлением в 4 %-м растворе азотной кислоты в этиловом спирте.

*Результаты исследования по детали винт поворотный.*

Результаты химического анализа [4] представлены в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав материалов

Результаты химического анализа в процентах						Заключение по анализу
C	S	Si	Mn	Cr	Ni	
0,24	0,021	0,26	0,59	0,86	0,11	20X ГОСТ4543-71

Твердость цементированного слоя: 50-56,5 HRC<sub>3</sub>.

Твердость сердцевины металла: 29-33 HRC<sub>3</sub>.

Толщина цементации [4]: по поверхности вершин зубьев - 0,8 мм; по впадине зубьев - 0,5-0,6 мм; по боковым поверхностям зубьев - 0,5-0,6 мм.

В центре образца от отверстия - 0,5-0,6 мм.

Насыщенность цементированного слоя углеродом: доэвтектоидная+эвтектоидная+ заэвтектоидная на поверхности. В заэвтектоидной зоне имеются мелкие глобулярные карбиды с тонкой разорванной карбидной сеткой, а местами грубая. На вершине зуба в заэвтектоидной зоне значительное количество карбидов в виде разорванной сетки достаточно грубой (балл 6К).

По сечению зуба насыщенность углеродом неравномерная: на боковых поверхностях зуба цементация недостаточная, насыщенность доэвтектоидная, концентрация углеродом составляет

0,6-0,7 %. По внутрішньому отверстію глубина цементации составляет 0,5 мм, насыщенность углеродом доэвтектоидная + эвтектоидная + заэвтектоидная на поверхности составляет 0,2 мм.

В заэвтектоидной зоне тонкая разорванная карбидная сетка.

Микроструктура [3] закаленного цементированного слоя представлена на рис. 1,2

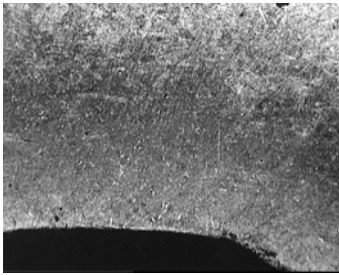


Рис. 1. X50

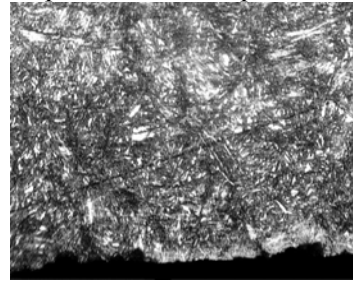


Рис. 2. X400

Микроструктура закаленного цементированного слоя – мартенсит тонкого строения, на отдельных участках небольшое количество остаточного аустенита, равномерно распределенного (балл 1 М-А, 2М - А), карбиды преимущественно находятся на вершине зуба и на впадине. Карбидная фаза на впадинах зубьев в виде единичных очень мелких глобулей (балл 2К) и кое-где фрагменты сильно разорванной тонкой карбидной сетки.

Микроструктура [3] закаленного цементированного слоя вершин зубьев представлена на рис. 3-5.

На вершине зуба на глубине 0,05-0,08 мм в закаленном цементированном слое присутствует значительное количество фрагментов тонкой сильно разорванной карбидной сетки, местами разорванная сетка достаточно грубая (балл 6К).

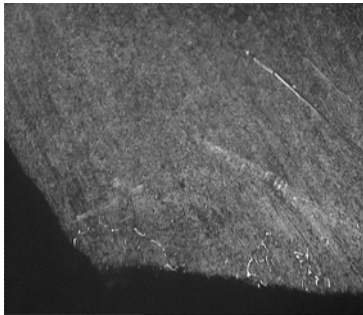


Рис. 3. X100

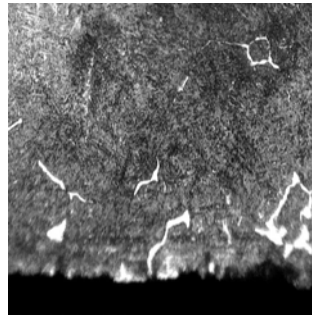


Рис. 4. X400

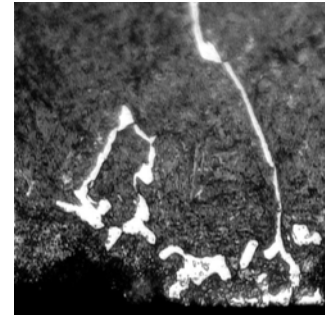


Рис. 5. X630

Микроструктура [3] сердцевины представлена на рис. 6,7.

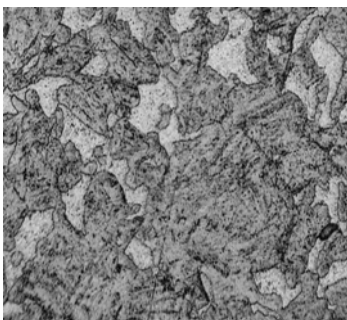


Рис. 6. X630

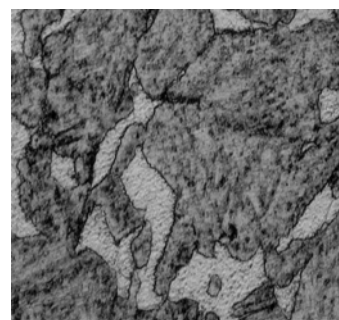


Рис. 7. X630

Микроструктура сердцевины - грубый сорбит и большое количество мелких зерен феррита (балл 9-10 ГОСТ 5639-82) с неполной закалкой.

Выводы и направление дальнейших исследований. Выполненные металлографические исследования детали винт поворотный импортных переносные и телескопные пневматические перфораторы с зависимым поворотом бурового инструмента выявили факторы, которые влияют на работу перфораторов и вызывают износ и поломку деталей перфоратора, в том числе и геликоидальной пары.

*Заключения металлографического исследования по детали поворотный винт:*

Марка стали не соответствует техническим условиям.

Твердость занижена, что не соответствует техническим условиям.

Закалка цементированного слоя удовлетворительная.

Микроструктура закаленного цементированного слоя некачественная из-за присутствия отдельных грубых включений разорванной карбидной сетки.

Микроструктура сердцевины неудовлетворительная, соответствует неполной закалке.

Глубина слоя цементации не соответствует техническим условиям, занижена. Насыщенность цементированного слоя углеродом неравномерная, на вершинах зуба завышена.

Изоляция от цементации по внутреннему отверстию отсутствует.

Для повышения эксплуатационных свойств деталей поворотных механизмов переносных и телескопных перфораторов необходимо решить дальнейшие исследования:

Повысить качество термической обработки.

Исследовать влияния термических преобразований в магнитной среде при поверхностных слоях деталей поворотных механизмов переносных и телескопных перфораторов.

### Список литературы

1. **Хоменко О.С.** Гірниче обладнання для підземної розробки рудних родовищ: Довідковий посібник./ О.С. Хоменко, М.М. Кононенко, Д.В. Мальцев - Д.: Національний гірничий університет, 2010. – 340 с.
2. **Бегагоен И.А.** Повышение точности и долговечности бурильных машин. / И.А. Бегагоен., А.И. Бойко М.: Недра. 1986. - 213с.
3. **Болховитинов Н. Б.** Атлас макро и микроструктур металлов и сплавов. /Болховитинова Е.Н. - М.: Машиностроение. 1964. 162с.
4. **Гуляев А.П.** Металловедение. – М.: Металлургия, 1986 – 544с.
5. **Сулима А.М.** Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин. / А.М. Сулима, В.А. Шулов, Ю.Д. Ягодкин – М.: Машиностроение. 1988. - 240 с.
6. **Мешков Ю.Я.** Сравнительный анализ двух моделей прочности твердых тел. / Ю.Я. Мешков – Металлофизика и новейшие технологии. Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова НАН Украины, том 27, № 3 март 2005. - 291 с.
7. **А.А. Griffith** Philos. Trans. R. Soc. A, 221: 163 (1920).
8. Структурний аналіз металів. Металографія. Фрактографія: Підручник – К.: Політехніка, 2006. – 328с.
9. **Пахолюк А.П., Пахолюк О.А.** Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: Посібник – Львів: Світ, 2005 – 172с.
10. **Чердиченко В.С.** Материаловедение. Технология конструкционных материалов [Текст]: учебн. пособие для вузов / под ред. В.С. Чердиченко. – М.: Омега – Л. 2009. – 752с.
11. **Гуляев А.П.** О прочности./ А.П. Гуляев – Металловедение и термическая обработка металлов – М.: Машиностроение, №7 1993.- 2с.
12. **Гуляев А.П.** Металловедение. – М.: Металлургия, 1963 – 456с. Рукопись подано до редакції 03.03.15

Рукопись поступила в редакцию 21.03.15

УДК 622.7: 681

Т.В. ХОРОЛЬСКАЯ, ст. преподаватель. Криворожский национальный университет»

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ ПО МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ И ПЛОТНОСТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ РОБОТОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Рассмотрены модели и аналитические зависимости, описывающие процесс разделения магнитных частиц в рабочей зоне индуктора работo-технологического комплекса - интенсификатора. Лабораторные исследования, по определению амплитуды вибрации магнитных частиц составляющие ферромагнитные флоккулы, и на которые действуют разновидности бегущих электромагнитных полей, доказали, что максимальные вибрации возникают в случае, когда электромагнитное поле индуцированное трехфазной системой токов. Полученные результаты перспективные по использованию свойств импульсно-виброфлюккулярной среды при конструировании робототехнологических комплексов - интенсификаторов с целью получения концентратов с массовой долей железа до 69,5% и выше. Определены сферы использования импульсно - виброфлюккулярной среды, имеющую большую магнитную проницаемость по отношению к извлечению железа за счет взаимодействия его с гравитационными и инерционными полями. Доказана возможность выполнения с помощью импульсно-виброфлюккулярной среды разделения магнитных частиц по магнитной восприимчивости как в системе технологической классификации и сепарации в гидроциклонах с бегущим полем, так и в процессах флотации для оптимизации процессов разделения с помощью робототехнологических - интенсификаторов.

**Ключевые слова:** импульсное бегущей поле, частица железа, классификация, сепарация, оптимизация, комплекс робототехнологический.