

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

К.Х.МАХКАМОВ, Б.А.АЛИБОЕВ

**УДАРНО-
ГИДРОАБРАЗИВНОЕ
ИЗНАШИВАНИЕ
(МОНОГРАФИЯ)**

ТАШКЕНТ – 2012

УДК: 621.039.346.53

ББК 30.82

М36

М36 Махкамов К.Х., Алибоев Б.А. Ударно-гидроабразивное изнашивание. Монография. –Т.: «Fan va texnologiya», 2012, 112 стр.

В монографии изложены результаты исследований механизма ударно-гидроабразивного изнашивания, предложено нанесение на изнашиваемые поверхности защитные покрытия. Разработаны требования к материалам покрытий. Особенности изнашивания клапанных механизмов рассмотрены на примере агрегатов гидравлической системы тракторов.

При создании монографии использованы результаты НИР Комитета по координации развития науки и технологий при КМ РУз А-15.005 «Разработка мероприятий по снижению гидроабразивного изнашивания колен трубопроводов предприятий горно-добывающих предприятий».

Монография предназначена для специалистов, занимающихся машинами и оборудованьями, работающих в жидкостях содержащих абразивные частицы, будет также полезным для магистров и аспирантов, изучающих эти вопросы.

Рекомендовано к изданию Ученым советом Ташкентского государственного технического университета.

Рецензенты:

ИРГАШЕВ А. – д.т.н., проф. (ТашГТУ);

ХАЧАТУРЯН С.В. – д.т.н., проф. (ИИЖТ)

ISBN 978–9943–10–669–7

© «Fan va texnologiya» нашриёти, 2012.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В годы независимости Республики Узбекистан, благодаря экономическим реформам проводимых по инициативе Президента РУз И.А.Каримова, достигнута зерновая, топливно-энергетическая, автомобильная независимость страны. По программе локализации [1] осваиваются новейшие технологии и производства различных сложных частей машин, механизмов и оборудования, ранее импортируемые из-за рубежа. В этих условиях разработка методов дальнейшего повышения их ресурса является особенно актуальным и решение этих задач позволяет прочно занять достойное место на мировом рынке.

Изнашивание рабочих поверхностей деталей машин в ряде случаев определяет показатели его работы и долговечность в целом. Особенно это относится к абразивному изнашиванию, интенсивность которого обычно в несколько раз превышает другие виды изнашивания. Широкое распространение абразивного изнашивания техники, особенно в регионе Центральной Азии, всегда пробуждало ученых к выяснению его природы и изысканию путей повышения износостойкости машин и механизмов. Так, в Узбекистане в области исследований абразивного изнашивания группой ученых во главе с У.А.Икрамовым накоплен обширный теоретический и экспериментальный материал. Природа абразивного изнашивания изучалась с различных позиций и в разных условиях взаимодействия трущихся поверхностей с абразивными частицами. В работах [5,6,10...13,22,34,36,40,43] убедительно показано, что продукты абразивного изнашивания определяются в виде стружки, а на поверхности изнашивания хорошо видна направленная шероховатость, совпадающая с направлением движения абразивных частиц. Таким образом, в этих литературах рассмотрено абразивное изнашивание при скольжении.

Однако, механизм изнашивания при ударе абразивными частицами на поверхность имеет совершенно иной характер, он резко отличается от механизма изнашивания защемленным абразивом.

В монографии на основе исследований ударно-гидро-абразивного изнашивания разрабатываются мероприятия, направленные на

повышение износостойкости мест изгиба (колен) технологических трубопроводов, предназначенных для транспортировки измельченных горнорудных тел в виде смеси с жидкостью (пульпы), определены требования к материалам защитного покрытия внутренних поверхностей трубопроводов. На основе анализа условий работы гидравлических систем предложены изменения конструкции клапанных механизмов гидравлических систем тракторов.

Результаты работы могут представлять интерес для специалистов, занимающихся повышением ресурса оборудования отраслей добычи и транспортировки нефти и газа, а также совершенствованием гидравлических систем управления тракторов.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА УДАРНО-АБРАЗИВНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

1. Классификация видов изнашивания при ударе

Механизм и вид изнашивания в значительной мере определяются соотношением твердостей абразива и поверхности материала в зоне трения.

Если абразив по механическим свойствам не способен разрушать поверхность изнашивания материала путем пластического деформирования или микрорезания, то в этих условиях абразивное изнашивание не будет основным видом износа. Такие условия более типичны для других видов изнашивания, например, для окислительного или усталостного. В свою очередь, усталостное изнашивание имеет иной механизм и свои закономерности, принципиально отличные от абразивного изнашивания. Следовательно, при эксплуатации машин и оборудования возможны такие условия, когда несмотря на кажущиеся признаки абразивного изнашивания, ведущими являются другие, принципиально отличные виды изнашивания со всеми присущими им особенностями. Критерии износостойкости этих видов изнашивания различные, а следовательно, должны быть различны и пути повышения износостойкости пар трения, работающих в подобных условиях.

Различают ударно-абразивное, ударно-гидроабразивное, ударно-усталостное и ударно-тепловое изнашивание [6].

Ударно-абразивное изнашивание происходит при ударе по твердым частицам, способным поражать поверхность контактирования путем образования на ней лунок — следов прямого динамического внедрения этих частиц. Качественным признаком ударно-абразивного изнашивания является специфическая поверхность, представляющая собой сочетание лунок различной формы и размеров. При ударно-абразивном изнашивании нет рисков, что указывает на невозможность относительного перемещения твердых частиц вдоль этой поверхности (рис. 1.1).

Твердые частицы, вызывающие при ударе по ним ударно-абразивное изнашивание, могут быть различного происхождения. Обычно это минеральные абразивные частицы, более твердые, чем поверхность детали, свободно расположенные в зоне контакта или находящиеся в монолите.

Ударно-абразивное изнашивание могут вызвать твердые металлические частицы, попадающие в зону контакта или образующиеся в ней при динамическом взаимодействии металлических пар; имеется в виду выкрашивание карбидов с армированных поверхностей, образование твердых частиц в результате охрупчивания при наклепе и выкрашивании в процессе ударно-штамповых операций.

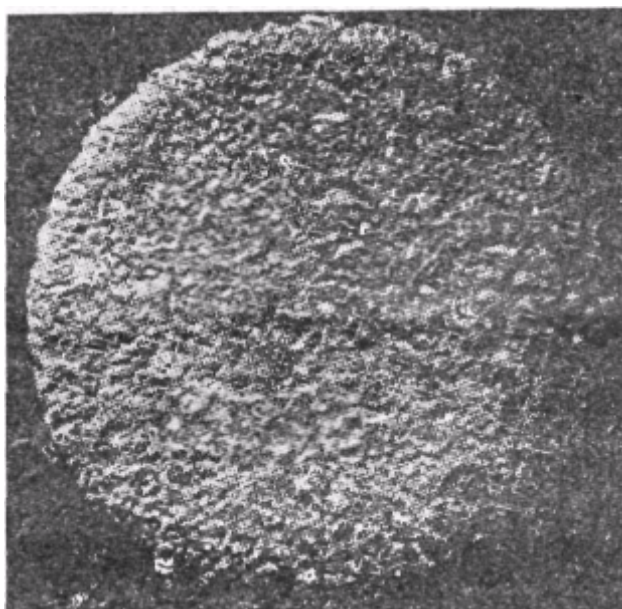


Рис. 1.1. Макрорельеф поверхности при ударно-абразивном изнашивании.

В основе механизма ударно-абразивного изнашивания лежат прямое внедрение в металл твердой частицы и связанная с ним деформация, завершающаяся разрушением микрообъемов металла и образованием лунки и частиц износа. Твердая частица, внедряясь в ранее образованную лунку, стремится сдвинуть металл перемычек путем повторного деформирования или хрупкого выкрашивания в зависимости от его механических свойств.

При снижении энергии удара сдвиговые процессы в зоне контакта, обуславливающие износ, постепенно ослабевают. При определенном внешнем силовом воздействии на поверхность контакта

внедрение твердой частицы аналогично действию индентора при соответствующих методах определения твердости.

Ударно-гидроабразивное изнашивание происходит при соударении металлических поверхностей, когда в зоне контакта находятся одновременно жидкость и твердые частицы, способные поражать поверхность изнашивания. Взаимодействие твердых частиц с поверхностью изнашивания происходит путем прямого внедрения и относительного перемещения. Прямое внедрение частиц связано с ударом, относительное перемещение — с вытеснением жидкости из зоны контакта. При движении с жидкостью частицы изнашивают поверхность изделия путем микрорезания. В результате этих двух воздействий образца на поверхности изнашивания формируется сложный микрорельеф, включающий участки ударно-абразивного и гидроабразивного изнашивания, хорошо различимые на поверхности образца.

Ударно-гидроабразивное изнашивание проявляется при определенном внешнем силовом воздействии на поверхность контакта. Энергия удара существенно влияет на динамику ударно-абразивного изнашивания и его развитие во времени.

Ударно-усталостное изнашивание происходит при многократном соударении поверхностей, не имеющих в зоне контакта твердых частиц, способных поражать их. Износ при этом увеличивается постепенно. Для развития ударно-усталостного изнашивания необходимо большое число циклов динамического воздействия контактирующих поверхностей. При ударно-усталостном изнашивании поверхность контакта достаточно гладкая, в ряде случаев - блестящая, не имеет следов лунок и рисок. Всякая неровность, образовавшаяся на поверхности контакта при ударно-усталостном изнашивании, сглаживается в результате разрушения или деформации при очередном соударении.

В основе механизма ударно-усталостного изнашивания лежит многократная деформация поверхностного слоя, вызывающая постепенное развитие наклепа, охрупчивания и последующее отделение частиц путем выкрашивания. На поверхностях соударения наблюдается повышение твердости в результате наклепа и упрочнение - в результате превращения остаточного аустенита в мартенсит.

Ударно-тепловое изнашивание происходит при соударении металлических поверхностей, подверженных по условиям эксплуатации значительному нагреву. Благоприятные условия де-

формации достаточно вязкого металла исключают возможность образования в зоне контакта сложного рельефа в виде лунок или иного рисунка. При соударении контактирующие поверхности деформируются и хорошо прирабатываются. Твердые частицы, попадающие на одну из поверхностей контактирования при их соударении, внедряются в металл, легко его деформируя. При этом создаются благоприятные условия для шаржирования поверхности вязкого металла твердыми частицами.

Элементарным процессом **ударно-теплового изнашивания** является отрыв частиц металла от поверхности изнашивания в результате многократного пластического деформирования или непосредственного среза, связанного с внедрением частиц при ударе. При ударно-тепловом изнашивании большую роль играют окислительные процессы, а также возможность охлаждения контактирующих поверхностей [6].

1.2. Условия работы при ударно-гидроабразивном изнашивании

Горно-обогащительное оборудование, предназначенное для переработки высокоабразивных руд и материалов, наиболее интенсивно подвергается различным видам абразивного изнашивания.

В механике горных пород абразивы подразделяют на два основных класса: сыпучие абразивы и суспензии; монолиты. С точки зрения абразивного изнашивания деталей горно-обогащительного оборудования, наибольший интерес представляют абразивы первого класса. Поэтому в дальнейшем будем рассматривать только его. Абразивы второго класса характерны для породоразрушающего инструмента, их рассматривают в специальной литературе.

Гидроабразивная среда может быть нейтральной, щелочной или кислотной и иметь различную температуру.

Абразивность среды обычно характеризуется концентрацией ε (%), твердостью и окатанностью не связанных между собой абразивных частиц (кусков). Силовое (энергетическое) воздействие будет определяться скоростью движения частиц, их размером и плотностью, но для всех деталей характер воздействия чаще всего будет ударным.

В зависимости от угла атаки α удар частиц абразива о поверхность детали может быть без скольжения ($\alpha = 90$) или со скольже-

нием ($0 < \alpha < 90$). Практикой установлено, что при объемной концентрации абразива $\varepsilon > 50\%$ абразивную среду можно относить к абразивной массе, что характерно для процесса обогащения ($\varepsilon = 50 \div 95\%$). При такой перенасыщенности смеси абразивные частицы, оставаясь не связанными между собой, теряют свободу перемещения и воздействуют на поверхность детали всей совокупностью. Воздействие в этом случае чаще всего бывает ударным.

Существенные различия в ударном воздействии частиц о поверхность изнашиваемого материала обусловлены, прежде всего, наличием гидроабразивной среды, а также характером удара.

Гидроабразивная масса отличается от потока концентрацией частиц и силовым полем. При ее воздействии удары совершаются не отдельными частицами, а группой частиц, и последующие слои абразива часто ударяются не об изнашиваемый материал, а о ниже лежащие слои абразивных частиц, т.е. обеспечивается эффект самофутерования абразивом. В потоке, т.е. при $\varepsilon > 50\%$, абразивные частицы не связаны между собой и находятся все время во взвешенном состоянии благодаря движению гидроабразивной смеси.

Пульпопроводы и арматура. Гидротранспорт по своему назначению обычно подразделяют на технологический и магистральный. Технологические пульпопроводы являются составной частью технологической схемы производственного процесса на обогатительной фабрике, а магистральные – используются в основном при транспортировании хвостов (очень часто на довольно большие расстояния).

Технико-экономические показатели гидротранспортных установок в значительной степени зависят от долговечности и надежности пульпопроводов. Быстрый износ пульпопроводов вызывает повышенный расход дефицитных труб и нередко обуславливает аварийные ситуации на обогатительных фабриках, устранение которых требует значительных трудовых и материальных затрат и связан обычно с остановкой отдельных секций, цехов или всего предприятия.

Интенсивность износа пульпопроводов зависит от ряда факторов. К ним относятся: твердость и плотность абразивных частиц, их размер и окатанность, агрессивность среды и ее температура, линейная скорость пульпы, содержание в ней твердых частиц, угол атаки и основные физико-механические свойства материала трубы.

Процесс гидроабразивного изнашивания песковых насосов и пульпопроводов имеет много общего, так как изнашивание поверхностей деталей происходит по одному и тому же механизму. При гидроабразивном износе поверхность разрушается в основном в результате удаления пластически выдавленного металла из лунок и бороздок, образующихся при соударении частиц с изнашиваемой поверхностью. Поверхность труб, твердость которых выше твердости абразивных частиц, разрушается вследствие многоциклового усталости.

Однако при гидроабразивном изнашивании пульпопроводов есть и свои особенности. Основная из них - сравнительно меньшая, чем в каналах насоса, линейная скорость перемещения пульпы.

Поток гидросмеси в пульпопроводах турбулентен. Структура его тесно связана с физическими явлениями, наблюдаемыми в турбулентном потоке однородной жидкости. Теория и практика показывают, что при наличии турбулентности мгновенная скорость частиц жидкости (струй) может изменяться в любых направлениях.



Рис. 1.2. Вихревая структура потока воды.

Наличие вихрей способствует ударному характеру воздействия частиц, движущихся параллельно изнашиваемой поверхности. На рис.1.2 показан фотоснимок жидкости, движущейся по каналу с гладкими стенками [35].

Снимок выполнен с фотокамерой, которая перемещалась со скоростью жидкости. У стенок канала видны дискретные вихри, которые, достигнув определенного размера, распадаются, выбрасывая в поток отдельные массы воды, а если это пульпа, - то и абразивные частицы, обуславливая их ударное воздействие на поверхность стенки трубы.



Bu tanishuv parchasidir. Asarning to'liq versiyasi <https://kitobxon.com/uz/asar/670> saytida.

Бу танишув парчасидир. Асарнинг тўлиқ версияси <https://kitobxon.com/uz/asar/670> сайтида.

Это был ознакомительный отрывок. Полную версию можно найти на сайте <https://kitobxon.com/ru/asar/670>