

УДК 621.793: 621.785.53

## АНАЛИЗ ИЗНАШИВАНИЯ КЛАПАНОВ БУРОВЫХ НАСОСОВ

А.Т.Курбанов

Каршинский инженерно-экономический институт

## WEAR ANALYSIS OF DRILLING PUMPS VALVES

A.T.Kurbanov

Karshi Engineering and Economic Institute

**Аннотация.** В работе анализируются причины износа контактирующих поверхностей клапанов буровых насосов исходя из структурных и фазовых составляющих стали под воздействием буровых растворов. Изучены факторы влияющие на поверхность контакта приводящие к абразивному изнашиванию.

**Annotation.** The paper analyzes the reasons for the wear of the contacting surfaces of the valves of mud pumps based on the structural and phase components of steel under the influence of drilling fluids. The factors affecting the contact surface leading to abrasive wear have been studied.

**Ключевые слова.** трение, изнашивание, коррозионная усталость, абразив, микрорезание, остаточный аустенит, мартенсит, напряжение.

**Keywords.** friction, wear, corrosion fatigue, abrasive, microcutting, retained austenite, martensite, stress.

При трении контактирующих тел в зависимости от условий эксплуатации фрикционной пары могут возникать различные виды изнашивания поверхностей, вид которой определяется во многими факторами: структурой и прочностью материала, геометрическими характеристиками поверхности, условиями трения и т.д. Поскольку природа и виды изнашивания при трении скольжения имеют весьма сложные характеры, и поэтому стали одним из наиболее интересующих вопросов учёных и исследователей в области трения и изнашивания.

Одним из сложно нагруженных узлов буровых насосов являются всасывающие и нагнетательные клапаны, долговечность которых определяют

нормальные подачи буровых растворов и работоспособность всех трущихся элементов, работающих в контакте с буровыми растворами и в условиях различного видов изнашивания. Поскольку узлы трения подземных буровых оборудований работают при ударно-абразивной, ударно-гидроабразивной и ударно-усталостной условиях изнашивания.

Установление научно обоснованных критериев выбора материала и вида упрочняющих обработки контактируемых поверхностей в условиях удара, при наличии абразива и коррозионной усталости должны обосноваться анализом сущности изнашивания с позиции металловедения и современных представлений о прочности в условиях удара и при влиянии коррозионной активности рабочей среды, а также структурными и фазовыми изменениями в трущихся поверхностном слое.

Анализ работы пары «гнездо корпуса - клапан» показывают, что развитие изнашивания имеет сложный комплексный характер, которое определяется рядом факторов. К этим факторам можно отнести энергия удара клапана в гнездо, внедрение твёрдой абразивной частицы в поверхность контакта, шероховатости соприкасающихся поверхностей, упругие и пластические деформирование поверхностного слоя, фазовые и структурные превращения, развитие усталостных явлений, влияние коррозионной активности среды и скорости потока буровых растворов при открытии и закрытии клапанов. Особенно внедрение твёрдой частицы в поверхность контакта создаёт благоприятные условия для зарождения на поверхности контакта хрупких трещин, дальнейшие укрупнении этих трещин происходит на их границе при внедрении зерен абразива и из-за неоднородности строения и свойств поверхностного слоя. Зарождение хрупких трещин и их развитие, а также последующее слияние с другими трещинами резко снижает износостойкость поверхности и приводит к образованию ямки в отдельных частях поверхности, через которые происходит утечки раствора, что отрицательно сказывается к работоспособности клапана и в конечном итоге к подаче насоса (Рис. 1).

При открытии и закрытии клапанов в контакте пары происходит совокупность явлений, особенно при столкновении клапана к поверхности гнездо корпуса, которые сопровождается упругими и пластическими деформациями, а также при большей твёрдости абразива происходит внедрением твёрдых абразивов на поверхность и изменением скорости потока раствора. В этих случаях вначале преобладает упругая деформация, а затем в местах внедрения происходит локальная деформация, в результате которого зарождается хрупкие трещины с дальнейшим развитием местных повреждений в одном или в обе поверхности контакта. Особенно многократная упруго - пластическая деформация контакта при наличии абразивного зерна, вызывает в зоне контакта отрыв частиц металла с абразивом с поверхности изнашивания или хрупкое выкрашивание изнашиваемой поверхности.



Рисунок

1. Ямки в

рабочей поверхности клапана бурового насоса.

При упруго – пластической деформации в зоне контакта обеспечением наибольшей твёрдости поверхности материала обычно невозможно достичь желаемого результата повышения износостойкости, потому, что прямой связи доказательства повышение износостойкости с увеличением твёрдости не существуют. Только при определённых условиях повышение твёрдости стали благоприятно влияет на износостойкость. При увеличении энергия удара в зоне контакта в сталях высокой твёрдости износостойкость снижается. Поэтому при рассмотрении изнашивания при одновременном действии удара в таких

случаях возникает необходимости рассмотрение вопроса с точки зрения создание положительного градиента свойства поверхности трущихся пары.

Детали сборочной единицы клапана насоса, изготавливаемые из стали 40Х, обычно подвергается закалке с высоким отпускком, с получением мартенситной структуры, после которого поверхность обработанной детали имеет твёрдости свыше 40 HRC. Однако мартенситные превращения в стали всегда не идёт до конца, в результате которого всегда в структуре существуют остаточный аустенит. А также при соударении поверхности клапана с гнездой корпуса в зоне контакта находятся одновременно жидкость и твёрдые частицы, которые способны поражать поверхность изнашивания.

Прямое внедрение частиц к изнашиваемой поверхности происходит за счёт удара к поверхности контакта клапана и одновременно происходит перемещение частиц по поверхности жидкостью, при перемещении которой с жидкостью изнашивают поверхность в виде микрорезание. Микрорезание в начале процесса изнашивания твёрдой поверхности контакта имеет незначительное влияние, однако в местах зарождения хрупких трещин приобретают силу из-за неровности поверхности при высокой скорости потока жидкости и давлении рабочих растворов в насосе. В этом случае не только микрорезание и одновременно усиливается износ в повреждённой части под влиянием абразивных частиц по направлению течения жидкости, что приводит нарушение герметичности в связи с появлением утечек в местах разрушения.

Появлению место разрушения на поверхности контакта клапана одновременно оказывают влияние коррозионная активность буровых растворов, особенно при остановке насоса по различным причинам, а также структурные неоднородности основного металла.

Коррозионную активность буровых растворов в основном вызывают ионы хлористых солей, которые попадают в состав буровых растворов из пластовой и минеральной воды, а также некоторые химические реагенты, добавляемые в состав буровых растворов для обеспечения необходимых технологических

свойств растворов для бурения определённых нефтегазовых скважин при проходе солевых пластов.

С точки зрения современного представления выбора материала пары трения для конкретных условий эксплуатации важным является учёт состава, структуры и фазовые превращения, происходящие на поверхности при их эксплуатации. Поэтому для улучшения поверхностных характеристик поверхности применяют различные упрочняющие обработки.

При многократном соударении поверхности клапана в гнездо корпуса даже при отсутствии абразивных частиц в зоне контакта под воздействием большого количества число циклов динамического воздействия к поверхности контакта и одновременном действии тангенциального составляющего силы потока жидкости развивается ударно усталостное изнашивание в микрообъёмах контактируемых поверхностей. Возникающие неровности при ударно-усталостном изнашивании при последующем соударении поверхности сглаживаются за счёт последующей деформации поверхностного слоя, однако при повторных соударениях происходит развития хрупкого выкрашивания.

Механизмы ударно-гидроабразивного и ударно усталостного изнашивания, которые имеет место на поверхности контакта клапанов, в основе которого лежит многократная деформация поверхностного слоя. В результате многократной деформации происходит поверхностный наклёп и постепенное нарастание охрупчивания с последующим отделением частиц износа с поверхности и уносом их потоком жидкости. В отдельных микрообъёмах в результате наклёпа происходит упрочнение с превращением остаточного аустенита в мартенсит, периферийных участках которого происходит выкрашивания с дальнейшим нарастанием под воздействием потока жидкости.

Обычно после термической обработки деталей клапана из стали 40Х в своем составе имеет 2-4% остаточного аустенита. Образующейся мартенсит отпуска при превращении остаточного аустенита происходит в отсутствие диффузии, когда перемещение атомов в кристаллической решётке путём

диффузии невозможно. Тем более при действии пластической деформации создаётся условия для мартенситного превращения путём сдвига плоскостей и кооперативного сдвига атомов на расстояния меньше межатомного.

Пластичность мартенсита при концентрации углерода в стали меньше чем 0,4% приближается нулю. Высокая пластичность и хрупкость мартенсита проявляются при концентрации углерода более чем 0,4% в составе стали. Мартенсит обладает по сравнению со всеми стали максимум удельным объёмом, в частности удельный объём мартенсита на 3% больше чем удельный объём остаточного объёма и поэтому при образовании мартенсита растут внутренние напряжения в детали. Поэтому отделение и унос жидкостью из зоны поверхности контакта, образовавшиеся мартенсита отпуска из-за превращения остаточного аустенита за счёт наклёпа сопровождающейся полным или частичным переходом кинетической энергии в энергию деформации, происходит более быстро и легче чем мартенсит в матрице стали.

Для изучения влияния фактора структурного и фазового изменения поверхности, а также для создания наибольшего положительного градиента свойства поверхности возникает необходимости применение способов химико-термической обработки стали.

#### Литература

1. Башнин Ю.А., Ушаков Б.К., Секей А.Г. Технология термической обработки. М.: Металлургия, 1986. - 285 с.
2. Тененбаум М.М. Сопротивление абразивному изнашиванию. –М.: Машиностроение, 1976. -270 с.
3. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. –М.: Наука, 1970. -252 с.
4. Виноградов В.Н., Сорокин Г.М., Албагачаев А.Ю. Изнашивание при ударе. –М., Машиностроение, 1982. -192 с.
5. Дроздов Ю.Н. Обобщенные характеристики для оценки износостойкости твердых тел. // Трение и износ. 1980. - Т. 1, № 3. - С. 417-424.

6. Курбанов, А. Т. (2023). БОСИМ ТАЪСИРИДА БУРҒИЛАШ АРАЛАШМАСИ ФИЛЬРАТЛАРИНИ ҚАТЛАМГА ФИЛЬТРАЦИЯЛАНИШ ҲОЛАТЛАРИ. JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH, 6(1), 413-417.

7. Абдирахимов, И. Э., Оғлы, Т. Ш. К., & Курбанов, А. Т. (2020). ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ПОДОГРЕВА СЕТЕВОЙ ВОДЫ. Science Time, (3 (75)), 55-58.