

– при обработке бунтовой проволоки из стали марки 15X28 рекомендуется следующее сочетание режимов обработки, при которых значение контактной температуры меньше температуры образования прижогов на шлифованной поверхности: $V_{л} = 17 \div 20$ м/с, $P_n = 60 \div 80$ Н.

Библиографические ссылки

1. *Шляев С. А.* Схематизация свойств и теплофизических характеристик обрабатываемых материалов при исследовании тепловых процессов при ротационном ленточном шлифовании // Интеллектуал. системы в пр.-ве. – 2007. – № 2. – С. 84–89.

2. *Шляев С. А.* Исследование тепловых процессов при ротационном охватывающем ленточном шлифовании бунтовой проволоки // СТИН. – 2009. – № 6. – С. 32–34.

3. *Патанкар С.* Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости : пер. с англ. под ред.

В. Д. Виленского. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с. – URL: <http://www.docme.ru/doc/41402/patankar-s.-v.-chislennye-metody-resheniya-zadach-teploobmena...> (дата обращения: 30.04.2013).

4. *Коздоба Л. А.* Методы решения нелинейных задач теплопроводности. – М.: Наука, 1975. – 228 с. – URL: <http://gilevdd.ru/download/?q=kozdoba-l-a-metodi-resheniya-nelinejnih-zadach-teploprovodnosti-m-nauka.zip&id=43210> (дата обращения: 30.04.2013).

5. *Шляев С. А.* Расчет температуры в теле заготовки при ротационном ленточном охватывающем шлифовании бунтовой проволоки : свидетельство о гос. регистрации прогр. для ЭВМ № 2010614248 (Россия), заявл. 04.05.2010, зарегистрировано 30.06.2010.

6. *Завьялов Ю. С., Квасов Б. И., Мирошниченко В. Л.* Методы сплайн-функций. – М.: Наука, 1980. – 352 с. – URL: <http://ru.convdocs.org/download/docs-72855/72855.doc> (дата обращения: 30.04.2013).

* * *

S. A. Shilyaev, PhD in Engineering, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Mathematical modeling of thermal processes in rotary belt grinding

The paper presents the development of the mathematical model of heat thermal processes in wire rotary belt grinding.

Keywords: mechanical engineering, grinding, thermal processes, mathematic modeling

Получено: 03.04.13

УДК 622.242

Л. В. Шишкина, кандидат физико-математических наук, доцент,
С. А. Савинов, магистрант
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЧИН ОТКАЗОВ ГЛУБИННЫХ ШТАНГОВЫХ НАСОСОВ

Рассмотрены осложняющие факторы при работе глубинного насосного оборудования в нефтяной промышленности, а также влияния выявленных факторов на работу оборудования. Изучена статистика отказов в ОАО «Белкамнефть», были выявлены наиболее уязвимые составляющие глубинно-насосного оборудования. Предложены рекомендации по дальнейшему изучению применения различных покрытий для увеличения срока службы насосов.

Ключевые слова: отказ штанговых насосов, осложняющие факторы, статистика отказов

На сегодняшний день в нефтяной отрасли России используется механизированная добыча полезных ископаемых. На первый взгляд, можно предположить, что принцип работы насоса предельно прост и причины для выхода из строя оборудования практически отсутствуют. С какими же трудностями на производстве сталкиваются предприятия, работающие с глубинными штанговыми насосами? Для выяснения возможных причин выхода из строя оборудования была проанализирована статистика отказов в 2011–2012 гг. погружных штанговых насосов ОАО «Белкамнефть».

Было исследовано 500 отказов насосного оборудования, которые дали следующие результаты, представленные на рис. 1.

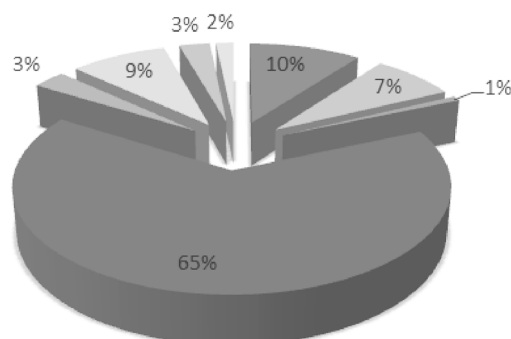


Рис. 1. Диаграмма процентного соотношения причин отказов

– 65 % отказов возникло в результате исчерпанного ресурса оборудования;

– на 10 % отказов повлиял осложняющий фактор разработки месторождения, а именно выпадение в твердую фазу асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО), которые являются составной частью нефти;

– 9 % отказов выявлено в некачественном обслуживании оборудования бригадами ОПРС. Данный тип отказов возникал при различных степенях наработки в часах, основной же причиной является человеческий фактор, который способствовал поломке оборудования;

– 7 % отказов выявлено по причине наличия механических примесей, в частности, выноса песка из пласта с фильтрующей жидкостью, которая при попадании в насос вызывает ухудшение качества работы, износ рабочих частей или же полный отказ оборудования;

– 3 % от общего количества отказов – брак завода-изготовителя, данная область наиболее интересна для изготовителей насосного оборудования с целью предотвращения появления аналогичных отказов в дальнейшем при изготовлении;

– 3 % отказов были выявлены из-за возникновения стойких высоковязких эмульсий в теле насоса, которые могли привести к отказу клапанов или разрыву штанг из-за резкого увеличения нагрузки при ходе плунжера вверх;

– 2 % отказов выявлены из-за ввода в эксплуатацию насоса после проведенных геолого-технических мероприятий на скважине;

– 1 % отказов работы насосного оборудования произошел по причине разрушения с последующим выкашиванием тела цилиндра.

Таким образом, основной причиной выхода из строя насосов является исчерпанный ресурс надежности оборудования, который будет рассмотрен более подробно.

При изучении сектора отказов по исчерпанному ресурсу работы оборудования были получены следующие части насосов, подверженные разрушению. Результаты представлены на рис. 2.

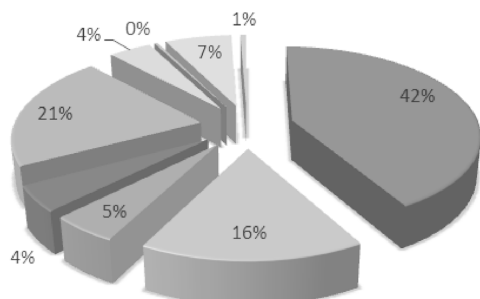


Рис. 2. Диаграмма процентного соотношения отказов по частям насоса

– 42 % – обрыв по телу штанги;
 – 21 % – негерметичность НКТ;
 – 16 % – обрыв по компенсатору напряжения (резьба);

– 7 % – отказ клапанов;
 – 5 % – обрыв по клетке клапана открытого;
 – 4 % – отворот штанг;
 – 4 % – обрыв НКТ;
 – 1 % – обрыв по корпусу насоса;
 – 0 % – обрыв автосцепа.

Были выявлены причины отказов по исчерпанному ресурсу работы оборудования:

– 100 % хрупкий излом выявлен в результате проведения лабораторных исследований; возможной причиной является сероводородное охрупчивание металла;

– 100 % вязкий излом, высокие растягивающие нагрузки;

– высокая наработка оборудования, усталостные трещины по телу штанг;

– истирание боковой поверхности штанг;

– истирание боковой поверхности муфты штанг, НКТ;

– воздействие длительных знакопеременных нагрузок;

– приведение резьбы муфты или штанг в негодность из-за истирания о внутреннюю поверхность НКТ;

– сероводородная коррозия поверхности тела штанг, многочисленные язвы глубиной до 1,5 мм;

– коррозионный износ клапанов;

– продольные трещины по корпусу клапанов;

– обрыв резьбы клапана;

– износ седла клапана;

– разрушение шарообразного элемента клапана, выкрашивание.

Рассмотрим наибольший показатель отказов в данной области – обрыв по телу штанг. Было выявлено 136 случаев отказа насосного оборудования из 500 рассмотренных. По результатам исследования химическими лабораториями представлена независимая оценка по некоторым из данных отказов:

1) по заключению лаборатории ТТДНиЗК (протокол № 337 от 27.12.2011) старые трещины отсутствуют; механические повреждения отсутствуют; причина разрушения – 100 % хрупкий излом;

2) коррозионные язвы по всему телу штанги глубиной от 0,1 до 1 мм; обрыв в результате коррозионного износа штанги, концентратором напряжений явилась одна из коррозионных язв;

3) 100 % хрупкий излом; длительная эксплуатация штанги; сероводородная коррозия.

Исходя из полученных сведений, делаем вывод о пагубном влиянии внешней среды на оборудование, способствующем ухудшению физических и химических свойств металлов.

Процесс образования коррозии и условия для реализации данной электрохимической реакции были рассмотрены и опубликованы Я. М. Колотыркиным [1]. В его статье объясняется растворение металла при электрохимической реакции путем участия в реакции галоидных ионов. Им было выявлена связь между концентрацией соли в растворе и скоростью протекания реакции.

Электрохимические основы питтинговой коррозии металлов рассматривали также Я. М. Колотыркин и В. А. Гильман [2]. Визуальные наблюдения опыта показали, что растворение циркония происходит не равномерно по всей поверхности, а имеет явно выраженный локальный характер и приводит к образованию питтингов.

Для понимания процесса наводороживания был проведен опыт, который исследовали В. А. Колесников и А. И. Балицкий [3]. Анализ трибологических испытаний показал, что наводороживание образцов приводит к увеличению интенсивности изнашивания.

Таким образом, выявлено влияние среды на тело штанг, способствующее выходу из строя оборудования, ранней выработке ресурса надежности, что пагубно влияет на экономическое состояние компании ввиду преждевременного обновления парка насосных штанг.

Необходимо проведение дальнейшего исследования по защите штанг покрытиями, предотвращаю-

щими растворения атомарного водорода и препятствующими возможности вступления металла в электрохимическую реакцию с последующим образованием питтинговой коррозии.

Библиографические ссылки

1. Колотыркин Я. М. Влияние анионов на кинетику растворения металлов // Успехи химии. – 1962. – Т. 31. – Вып. 3. – С. 322–335. – URL: http://www.uspkhim.ru/php/getFT.phtml?jmid=rc&paperid=1277&year_id=1962 (дата обращения: 07.05.2013).

2. Колотыркин Я. М., Гильман В. А. Влияние ионов хлора на электрохимическое и коррозионное поведение циркония // Докл. АН СССР. – 1961. – Т. 137. – № 3. – С. 642–645.

3. Колесников В. А., Балицкий А. И. Повышение водородной стойкости холоднодеформированных высокоазотистых сталей – как резерв ресурсосбережения. – URL: http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/Res_tech/2011/kolebali.pdf (дата обращения: 22.04.2013).

* * *

L. V. Shishkina, PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
S. A. Savinov, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Statistic research of reasons of sucker-rod pumps failures

The article considers complicating factors in operation of sucker-rod pumping equipment in oil industry and the influence of these revealed factors on the equipment operation. Failure statistics in "Belkamneft" JSC is studied, the most vulnerable components of the sucker-rod equipment are revealed. Recommendations on further study of applying various coatings are given to extend the pump lifetime.

Keywords: failure of rod pumps, complicating factors, failure statistics

Получено: 30.04.13