ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТРОЙНИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ СКРЕБКОВОГО КРИСТАЛЛИЗАТОРА УСТАНОВКИ ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ МАСЕЛ

LIFE CIRCLE INCREASE OF SCRAPER CRYSTALLIZER TEE BEARINGS OF OIL DEWAXING UNIT

Т. И. Шарипов
Timur I. Sharipov

Уфимский государственный
нефтяной технический
университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum
Technological University,
Ufa, Russian Federation

Р. Г. Ризванов
Rif G. Rizvanov

Уфимский государственный
нефтяной технический
университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum
Technological University,
Ufa, Russian Federation

Р. Г. Шарафиев
Robert G. Sharafiev

Уфимский государственный
нефтяной технический
университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum
Technological University,
Ufa, Russian Federation

Эффективность и производительность установки депарафинизации масел зависят не только от физико-химических свойств сырья, но и от работоспособности оборудования. Поскольку для процессов кристаллизации используются сложные аппараты, то повышение надёжности с целью предотвращения отказов оборудования и вывода в ремонт по графику планово-предупредительных ремонтов на сегодняшний день актуально для многих нефтеперерабатывающих заводов России.

Как показала практика, наиболее уязвимым местом скребковых кристаллизаторов являются тройниковые подшипники, преждевременный износ которых в большинстве случаев является причиной отказа данного оборудования.

Результаты исследования показали, что наиболее износостойким материалом для втулок скольжения тройникового подшипника является текстолит. Износостойкость текстолита более чем в два раза выше, чем у бронзы. Применение текстолита в качестве вкладышей тройниковых подшипников позволит увеличить долговечность тройниковых подшипников скребковых валов кристаллизатора.

The efficiency and productivity of the oil dewaxing unit depend not only on the physicochemical properties of the raw materials, but also on the equipment technical operability. Since complex apparatuses are used for crystallization processes, increasing life circle with the aim of preventing equipment failures and taking preventive maintenance to repair according to the schedule is currently important for many oil refineries in Russia.

As practice has shown, the most vulnerable point of the scraper molds are tee bearings, the premature wear of which in most cases causes the failure of this equipment.

The results of the study showed that the textolite is the most wear-resistant material for sliding sleeves of a tee bearing. The wear resistance of textolite is more than two times higher than that of bronze. The use of textolite as liners for tee bearings will increase the durability of tee bearings of the scraper shafts of the mold.

Ключевые слова

депарафинизация масел;
скребковый кристаллизатор;
отказ оборудования;
износ деталей;
повышение долговечности

Key words

oil dewaxing; scraper mold;
equipment failure; parts wear;
life circle increase

Эффективность и производительность установки депарафинизации масел зависят не только от физико-химических свойств сырья, но и от работоспособности оборудования. Поскольку для процессов кристаллизации используются сложные аппараты, то повышение надёжности с целью предотвращения отказов оборудования и вывода в ремонт по графику планово-предупредительных ремонтов на сегодняшний день актуально для многих нефтеперерабатывающих заводов России [1, 2].

Долговечность есть свойство объектов (оборудования, изделий, сооружений и т.п.) сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов [3, 4].

Скребокный кристаллизатор представляет собой теплообменник типа «труба в трубе» с внутренними устройствами (рисунки 1, 2), предназначенный для применения в холодильных блоках кристаллизации в составе технологических установок производства масел,

парафинов, церезина и очистки синтетических жирных кислот в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности [5, 6].

1 — внутренняя труба; 2 — тройниковая опора вала; 3 — скребки; 4 — направляющие скребков; 5 — пружина сжатия; 6 — втулка скольжения; 7 — пробка скребка

Рисунок 1. Расположение внутренних устройств в кристаллизаторе

1 — внутренняя труба; 2 — тройниковая опора вала; 3 — скребки; 4 — направляющие скребков; 5 — пружина сжатия; 6 — втулка скольжения; 7 — пробка скребка

Рисунок 2. Разрез вдоль секции расположения скребковых устройств

Скребокный кристаллизатор работает следующим образом. Сырье поступает во внутреннюю трубу 1, охлаждаясь, образует тонкий слой суспензии, прилегающий к внутренней стенке трубы. Затем этот слой снимается скребками 3, которые прижимаются к внутренней трубе пружиной 5. Далее снятый слой охлажденной суспензии перемешивается с более теплой частью суспензии. Приводные валы приводятся в движение цепной передачей через шестерню редуктора. Роль опор промежуточных валов выполняют тройниковые подшипники 2, где рабочим органом является втулка скольжения 6. Направляющие 4

скребков 3 также выполняют роль ребер жесткости.

В настоящее время втулки (вкладыши) тройниковых подшипников скольжения изготавливают из бронзы. В процессе эксплуатации скребковых кристаллизаторов происходит интенсивный износ бронзовых втулок подшипников скольжения (рисунок 3), который может привести к отказу оборудования. Это подтверждают результаты исследований [7, 8], которые показывают, что одними из наиболее изнашиваемых деталей являются втулки скольжения тройниковых подшипников, износ которых уменьшает зазор между

а) 40 % износ

б) 100 % износ

Рисунок 3. Износ бронзовой втулки тройникового подшипника

внутренней стенкой трубы теплообменника и скребками, что приводит к возрастанию момента сопротивления на валу кристаллизатора до критических значений.

Для проведения экспериментов была собрана лабораторная установка (рисунок 4),

которая моделирует работу скребкового вала и тройникового подшипника.

Для эксперимента были использованы четыре вида антифрикционных материалов (рисунок 5), свойства которых приведены в таблице 1.

а)

б)

1 — электродвигатель (600 об/мин); 2 — пускатель; 3 — генератор постоянного тока; 4 — скребковый вал; 5 — часть внутренней трубы; 6 — шкив электродвигателя; 7 — шкив скребкового вала; 8 — натяжитель ремня; 9 — зажим тройникового подшипника; 10 — тройниковый подшипник; 11 — клиноременная передача

Рисунок 4. Лабораторная установка

а) б) в) г)
а) бронза; б) текстолит; в) фторопласт; г) капролон

Рисунок 5. Материалы для эксперимента

Таблица 1. Свойства антифрикционных материалов втулок скольжения

Материал	Плотность, г/см ³	Коэффициенты пар трения без смазки (для стали)	Допустимые напряжения сжатия, МПа	Твёрдость, НВ
Бронза	7,8	0,07–0,10	180	100
Текстолит	2,0	0,02–0,06	250	90
Фторопласт	2,2	0,04	150	40
Капролон	1,16	0,02–0,04	90	130

Для каждого материала эксперимент был разбит на 4 части, замеры (рисунок 6) производились через каждый час наработки.

Вывод

Как видно из результатов эксперимента (рисунок 7), наиболее износостойким материалом для втулок скольжения тройникового

подшипника является текстолит. Износостойкость (рисунок 8) текстолита более чем в два раза выше, чем у бронзы. Применение текстолита в качестве вкладышей тройниковых подшипников позволит увеличить долговечность тройниковых подшипников скребковых валов кристаллизатора.

Рисунок 6. Схема замера диаметров втулок скольжения тройникового подшипника.

1 — бронза; 2 — капролон; 3 — фторопласт; 4 — текстолит

Рисунок 7. График износа втулок

1 — бронза; 2 — капролон; 3 — фторопласт; 4 — текстолит

Рисунок 8. Износостойкость втулок из различных материалов

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шарафиев Р.Г. Надёжность технологического оборудования топливно-энергетического комплекса. Уфа: ЦНТИ, 2007. 174 с.
2. Ключев В.В. Надёжность машин. М.: Машиностроение, 2003. 592 с.
3. ГОСТ 27674-88. Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 2015. 19 с.
4. ГОСТ 30480-97. Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытаний на износостойкость. Общие требования. М.: Изд-во стандартов, 1997. 11 с.
5. Машиностроение. Энциклопедия: Машины и аппараты химических и нефтехимических производств. Т. IV-12. М.: Машиностроение, 2004. 832 с.
6. Казакова Л.П. Физико-химические основы производства нефтяных масел. М.: Химия, 1978. 320 с.
7. Шарипов Т.И. Анализ видов и статистики повреждений скребковых кристаллизаторов установок депарафинизации масел // Нефтегазовое дело. 2019. Т. 17. № 1. С. 107-112.
8. Шарипов Т.И. Численное моделирование напряжённо-деформированного состояния скребковых устройств кристаллизатора установок депарафинизации масел // Развитие науки в XXI веке: матер. 42-й Междунар. науч.-практ. конф. М.: Знание, 2018. С. 108-116.

REFERENCES

1. Sharafiev R.G. *Nadezhnost' tekhnologicheskogo oborudovaniya toplivno-energeticheskogo kompleksa* [Reliability of Technological Equipment of Fuel and Energy Complex]. Ufa, CSTI, 2007. 174 p. [in Russian].
2. Klyuev V.V. *Nadezhnost' mashin* [Machine Reliability]. Moscow, Mashinostroenie, 2003. 592 p. [in Russian].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ABOUT THE AUTHORS

Шарипов Тимур Ирекович, аспирант кафедры «Технология нефтяного аппаратостроения», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Timur I. Sharipov, Postgraduate Student of Oil Processing Equipment Technology Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: timyr.sharipov@gmail.com

Ризванов Риф Гарифович, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология нефтяного аппаратостроения», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Rif G. Rizvanov, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of Oil Processing Equipment Technology Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: rifriz@mail.ru

Шарафиев Роберт Гарафиевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Технология нефтяного аппаратостроения», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Robert G. Sharafiev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Oil Processing Equipment Technology Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: sharafiev47@mail.ru

3. ГОСТ 27674-88. Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения [State Standard 27674-88. Friction, Wear and Lubrication. Terms and Definitions]. Moscow, Standards publishing, 2015. 19 p. [in Russian].

4. ГОСТ 30480-97. Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытаний на износостойкость. Общие требования [State Standard 30480-97. Ensuring the Wear Resistance of Products. Methods of Testing for Wear Resistance. General Requirements]. Moscow, Standards publishing, 1997. 11 p. [in Russian].

5. *Mashinostroenie. Entsiklopediya: Mashiny i apparaty khimicheskikh i neftekhimicheskikh proizvodstv. T. IV-12.* [Engineering. Encyclopedia: Machines and Apparatus of Chemical and Petrochemical Industries. Vol. IV-12.]. Moscow, Mashinostroenie, 2004. 832 p. [in Russian].

6. Kazakova L.P. *Fiziko-khimicheskie osnovy proizvodstva neftyanykh masel* [Physical and Chemical Bases of Oil Production]. Moscow, Chemistry, 1978. 320 p. [in Russian].

7. Sharipov T.I. Analiz vidov i statistiki povrezhdenii skrebkovykh kristallizatorov ustanovok deparafinizatsii masel [Types and Statistical Data Analysis of Scrape Crystallizers Failures in Oil Dewaxer Units]. *Neftgazovoe delo — Petroleum Engineering*, 2019, Vol. 17, No. 1, pp. 107-112. [in Russian].

8. Sharipov T.I. Chislennoe modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya skrebkovykh ustroystv kristallizatora ustanovok deparafinizatsii masel [Numerical Simulation of Stress-Strain State of Scraper Devices of Crystallizer of Oil Dewaxing Units]. *Materialy 42-i Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Razvitie nauki v XXI veke»* [Proceedings of the 42nd International Scientific and Practical Conference «Development of Science in the XXI Century»]. Moscow, Znanie, 2018. pp. 108-116. [in Russian].