

3. Magdich L. N., Molchanov V. Ya. *Akustoopticheskie ustroystva i ikh primeneniya* [Acousto-optic devices and their applications]. Moscow, Soviet Radio, 1978. 112 p.
4. Ivtsenkov G., Narver V., Magdich L., Solodovnikov N. *Patent US 6539132 B2. IPC G02F 1/335. Acousto-optic switch for fiber optic lines*. Appl. 22.02.01; publ. 25.05.03.
5. Sharvarko V. G. *Volokonno-opticheskie linii svyazi* [Fiber-optic lines]. Taganrog, Taganrog State University of Radioengineering (Publ.), 2006. 170 p.

УДК 321.3.08

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНЫХ ДАТЧИКОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ОБЕССОЛИВАНИЯ НЕФТИ

Левина Татьяна Михайловна, кандидат технических наук, филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета, 453125, Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Салават, ул. Губкина, 22Б, e-mail: tattin76@mail.ru

Жаринов Юрий Александрович, кандидат педагогических наук, филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета, 453125, Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Салават, ул. Губкина, 22Б, e-mail: tattin76@mail.ru

Шамаев Фанис Феликсович, студент, филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета, 453125, Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Салават, ул. Губкина, 22Б, e-mail: tattin76@mail.ru

В статье представлены электробезопасные датчики, использующие в качестве чувствительного элемента оптическое волокно. Оно обладает рядом преимуществ и в связи с этим повышает требования по безопасности к технологическим процессам нефтеперерабатывающих предприятий. В основе построения электробезопасных датчиков на основе оптического волокна используется эффект Фарадея.

Показано, что магнитооптический эффект Фарадея является невзаимным, поэтому он может быть использован при создании различных невзаимных оптических систем, пропускающих свет только в одном направлении.

Определено применение электробезопасных волоконно-оптических датчиков на магнитооптическом эффекте Фарадея в технологических установках.

Глубокое обессоливание (обезвоживание) сырой нефти обеспечивает снижение коррозии и уменьшение отложений в аппаратуре, увеличивает межремонтный период установок. Качество технологического процесса обеспечивается эффективностью работы электродегидратора и в первую очередь определяется параметрами высоковольтных источников питания, вырабатывающих напряжение на электродах.

Приведены примеры использования современных электробезопасных волоконно-оптических датчиков с элементом Фарадея в системе управления технологическим процессом обессоливания нефти. На основе примеров предложено в дальнейшем произвести автоматизацию системы технологического процесса обессоливания нефти по большим параметрам за счет многоканальности оптического волокна.

Ключевые слова: электробезопасные датчики, оптическое волокно, чувствительный элемент, магнитооптический эффект Фарадея, технологический процесс, обессоливание (обезвоживание) сырой нефти, электроды, высоковольтные источники питания, линейно-поляризованное световое излучение, контроль электрического тока и магнитного поля, автоматизация производства

APPLICATION OF ELECTRIC SAFETY SENSORS IN CONTROL SYSTEM OF TECHNOLOGICAL PROCESS FOR OIL DESALTING

Levina Tatyana M., Ph.D. (Engineering), Branch of Ufa State Petroleum Technological University, 22B Gubkin St., Salavat, Republic of Bashkortostan, 453125, Russian Federation, e-mail: tattin76@mail.ru

Zharinov Yuriy A., Ph.D. (Pedagogics), Branch of Ufa State Petroleum Technological University, 22B Gubkin St., Salavat, Republic of Bashkortostan, 453125, Russian Federation, e-mail: tattin76@mail.ru

Shamaev Fanis F., student, Branch of Ufa State Petroleum Technological University, 22B Gubkin St., Salavat, Republic of Bashkortostan, 453125, Russian Federation, e-mail: tattin76@mail.ru

The article discusses electric safety sensors which use optical fibers as a sensing element. It has some advantages and, consequently, increases the requirements for safety and quality of production processes at oil refineries. The Faraday Effect is used as the basis for the construction of electric safety sensors based on optical fibers.

The paper indicates that the magnetic-optical Faraday Effect is non-reciprocal, so it could be used to create a variety of non-reciprocal optical systems that transmit light in one direction alone.

The application of the fiber-optic electric safety sensors is based on the determined magneto-optical Faraday effect found in processing units.

Deep desalting (dehydration) of crude oil reduces corrosion and decreases the quantity of sediments found in the equipment; similarly it increases the units' overhaul lifespan. The process's quality is raised by increasing the efficiency of the electric dehydrators; it is determined by the parameters of the high-voltage power supplies for generating electrode voltage.

The example touches on the application of modern electric safety sensors with the Faraday element in the control system of the technological process for oil desalting. Based on these examples, the document recommends automating the technological process system for oil desalting by using high parameters for multichannel optical fibers.

Keywords: electric safety sensors, optical fiber, sensing element, magnetic-optical Faraday Effect, technological process, crude oil desalting (dehydration), electrodes, high-voltage power supplies, linear-polarized light emission, electric current and magnetic field control, production automation

Производство качественной продукции нефтеперерабатывающих предприятий требует контроля практически на всех операциях технологического процесса. Но в связи с этим повышаются и высокие требования по безопасности оборудования во избежание аварий, взрывов, пожаров.

Все это может быть осуществлено электробезопасными современными датчиками на основе оптического волокна в силу ряда преимуществ:

- защищенность от воздействия электромагнитных полей;
- высокая чувствительность;
- надежность;
- широкий динамический диапазон измерений;
- малые габариты и вес;
- высокая коррозионная и радиационная стойкость;
- электробезопасность;
- малое время отклика.

Электробезопасный датчик с оптическим волокном в конструкции содержит чувствительный элемент, преобразующий определенное физическое воздействие в изменение свойств прошедшего, отраженного или рассеянного излучения.

В основе построения электробезопасного датчика в системе управления технологическим процессом обессоливания нефти находится волоконно-оптический чувствительный элемент, обладающий эффектом Фарадея [5].

Использование электробезопасных волоконно-оптических датчиков с элементом Фарадея на технологических объектах нефтяной промышленности нашло применение во многих отраслях, например, на установках обессоливания (обезвоживания) сырой нефти.

Глубокое обессоливание нефти обеспечивает снижение коррозии и уменьшение отложений в аппаратуре, увеличение межремонтных пробегов установок, улучшение качества сырья для каталитических процессов, а также товарных продуктов – топлив, битума и электродного кокса. Следовательно, необходимость более глубокой очистки нефти от солей становится весьма актуальной. Поэтому подготовка нефти к переработке производится на ЭЛОУ, основным оборудованием которых являются электродегидраторы (рис. 1). Эффективность работы электродегидратора в первую очередь определяется параметрами высоковольтных источников питания, которые вырабатывают напряжение на электродах до 11, 16, 22 кВ [4].

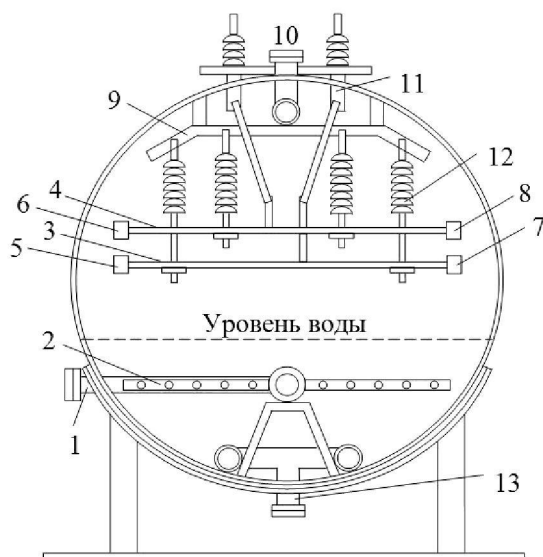


Рис. 1. Поперечный разрез горизонтального электродегидратора:

- 1 – штуцер для ввода сырья; 2 – нижний маточник; 3, 4 – электроды; 5, 6, 7, 8 – электробезопасный датчик контроля электрического тока; 9 – верхний маточник; 10 – вывод обессоленной нефти; 11 – проходной изолятор; 12 – подвесной изолятор; 13 – вывод отстоявшейся воды

Приведем примеры современных электробезопасных волоконно-оптических датчиков с элементом Фарадея в системе управления технологическим процессом обессоливания нефти.

На рис. 2 представлено электробезопасное волоконно-оптическое устройство для измерения импульсных токов [1].

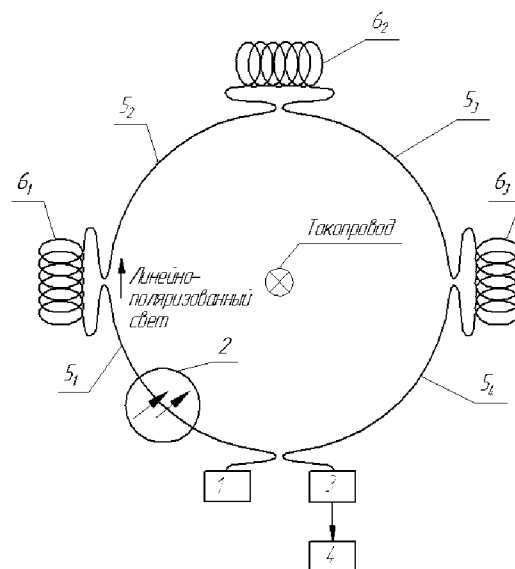


Рис. 2. Волоконно-оптическое устройство измерения импульсных токов

Это устройство используется для измерения однократных импульсов тока с длительностью, лежащей в наносекундном диапазоне, в мощных электрофизических установках типа линейных импульсных ускорителей электронов.

В данном волоконно-оптическом устройстве содержится источник линейно-поляризованного светового излучения 1, который через волоконный световод 2, изготовленный из магнитооптического материала, подключен к началу поляризационно-чувствительного фотоприемника 3, конец которого подсоединен к измерительно-вычислительному блоку 4. Волоконный световод состоит из n чувствительных элементов $S_{1...n}$ в виде одинаковых дуг, образующих замкнутый контур, который охватывает токопровод с измеряемым током. Элементы последовательно соединены между собой $(n-1)$ одинаковыми волоконно-оптическими линиями задержки $b_{1...n-1}$: начало первого чувствительного элемента подключено к источнику излучения, конец последнего – к входу фотоприемника. Волоконно-оптические линии задержки представляют собой катушки с витками световода. Витки катушек расположены так, что их плоскости перпендикулярны силовым линиям магнитного поля, создаваемого измеряемым током.

Электробезопасный волоконно-оптический датчик магнитного поля на рис. 3 состоит из источника света, устройства для ввода света в оптическое волокно в первом плече разветвленной части Y-образного оптического волокна, магнитооптического материала в торце неразветвленной части оптического волокна, фотоприемника во втором плече разветвленной части оптического волокна [2].

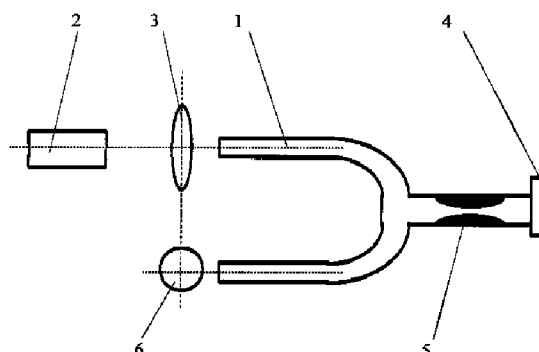


Рис. 3. Волоконно-оптический датчик магнитного поля: 1 – Y-образное оптическое волокно; 2 – источник света; 3 – устройство для ввода света в оптическое волокно 1, расположенное в первом разветвленном плече оптического волокна; 4 – подложка с двумя пленками магнитооптического материала, расположенная в торце неразветвленной части оптического волокна 1; 5 – модовый фильтр, расположенный в неразветвленной части оптического волокна 1; 6 – фотоприемник, расположенный во втором разветвленном плече оптического волокна 1

Еще один пример приведен на структурной схеме электробезопасного волоконно-оптического датчика контроля электрического тока и магнитного поля (рис. 4).

Датчик работает следующим образом. При прохождении электрического тока I , создаваемого регулируемым источником питания 1 по электроду, вокруг него создается магнитное поле, напряженность которого по закону полного тока определяется как

$$H = I/2\pi R,$$

где R – расстояние от проводника с током до рассматриваемой точки.

В случае измерения магнитного поля, оно непосредственно воздействует на чувствительный элемент устройства в виде катушки 4 из оптического волокна, которая служит магнитооптическим элементом Фарадея. При воздействии на нее магнитного поля происходит поворот плоскости поляризации плоскополяризованного луча света на угол фарадеевского вращения

$$\varphi = VN_f L,$$

где N_f – число витков кольца из оптического волокна; V – постоянная Верде; L – длина пути света в катушке из оптического волокна.

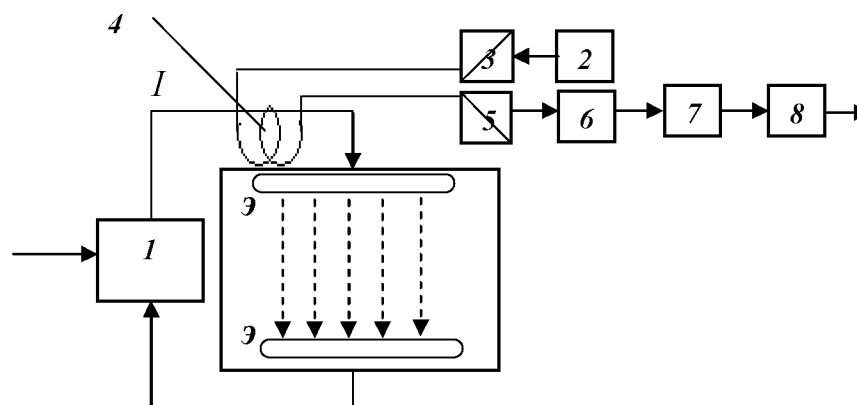


Рис. 4. Электробезопасный волоконно-оптический датчик контроля электрического тока и магнитного поля: 1 – регулируемый источник питания (РИТ); 2 – лазерный диод (ЛД); 3 – поляризатор; 4 – чувствительный элемент (скрученное оптическое волокно); 5 – анализатор; 6 – фотодиод (ФД);

7 – усилитель; 8 – аналого-цифровой преобразователь (АЦП); I – электрический ток, э – электрод

Оптический сигнал с выхода анализатора 5 действует на фотодиод 6, электрический сигнал выхода которого усиливается усилителем 7 и поступает в аналого-цифровой преобразователь 8 [3].

Применение электробезопасных волоконно-оптических датчиков на технологических объектах нефтяной промышленности помогает в дальнейшем автоматизировать производство и увеличить значение контролируемых параметров за счет своей многоканальности.

Список литературы

1. Патент № 2262709 РФ. МПК G01R15/24. Волоконно-оптическое устройство для измерения импульсных токов / Ю. П. Казачков и др. – Оpubл. 20.10.2005, Бюл. № 29.
2. Патент № 2255345 РФ. МПК7, G01R33/032. Волоконно-оптический датчик магнитного поля / ЗАО «Центр ВОСПИ»; заявитель и патентообладатель ЗАО «Центр ВОСПИ». – № 2004105983/28; заявл. 02.03.2004; опубл. 27.06.2005, Бюл. № 18. – 5 с.
3. Патент № 62712 РФ. МПК G01R29/00. Информационно-измерительное устройство контроля электрического тока и магнитного поля / М. А. Ураксеев, Т. М. Левина, И. В. Гатауллин; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Уфимский гос. авиационный тех. ун-т». – Заявл. 11.12.2006; опубл. 27.04.2007, Бюл. № 12.
4. Технический регламент установки первичной перегонки нефти ЭЛОУ АВТ-6. – С. 29–30.
5. Ураксеев М. А. Применение магнитооптического элемента Фарадея в информационно-измерительных системах контроля магнитного поля и электрического тока / М. А. Ураксеев, Т. М. Левина // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2008. – № 2 (2). – С. 24–31.

References

1. Kazachkov Yu. P. et al. *Patent RU no. 2262709. IPC G01R15/24. Fiber-optic device for measurement of impulse currents*. Publ. 20.10.2005, Bull. no. 29.
2. *Patent RU no. 2255345. IPC7, G01R33/032. Fiber-optic magnetic field sensor*. No. 2004105983/28; appl. 02.03.2004; publ. 27.06.2005, Bull. no. 18. 5 p.
3. Urakseev M. A., Levina T. M., Gataullin I. V. *Patent RU no. 62712. IPC G01R29/00. Information-measuring device of electric current and magnetic field control*. Appl. 11.12.2006; publ. 27.04.2007, Bull. no. 12.
4. *Technical regulations of primary oil refining unit ELOU-AVT-6*, pp. 29–30.
5. Urakseev M. A., Levina T. M. *Primenenie magnitoopticheskogo elementa Faradeya v informatsionno-izmeritelnykh sistemakh kontrolya magnitnogo polya i elektricheskogo toka* [Application of the magneto-optical Faraday element in information-measuring control systems of magnetic field and electric current]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2008, no. 2 (2), pp.24–31.

УДК 53.08

УСТРОЙСТВА ДЛЯ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Целых Дмитрий Сергеевич, аспирант, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: kontyr2011@mail.ru, d_kutuzov@aspu.ru

Кутузов Денис Валерьевич, кандидат технических наук, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: kontyr2011@mail.ru, d_kutuzov@aspu.ru