М. П. Кухтик, А. И. Репников, Ю. П. Сердобинцев, М. А. Хаустов

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ
АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ОПОРЕ СКОЛЬЖЕНИЯ
ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: app@vstu.ru

Разработана структурная схема и принцип работы автоматизированной системы предотвращения аварийных ситуаций в опоре скольжения газоперекачивающего агрегата. Написана программа управления и разработан HMI-интерфейс панели управления оператора.

Ключевые слова: газоперекачивающий агрегат; опора скольжения; автоматизированная система управления; программа управления; HMI-интерфейс.

M. P. Kukhtik, A. I. Repnikov, Yu. P. Serdobintsev, M. A. Khaustov

**AUTOMATED SYSTEM OF PREVENTION OF EMERGENCY SITUATIONS
IN A SLIDING SUPPORT OF A GAS PUMPING UNIT**

Volgograd State Technical University

Block diagram and operation principle for automated system of prevention of emergency situations in a sliding support of a gas pumping unit have been developed. Control program has been written and HMI-interface of operator control panel has been developed.

Keywords: gas pumping unit; sliding support; automated control system; control program; HMI-interface.

Газоперекачивающие агрегаты (ГПА) относятся к основному технологическому оборудованию компрессорных станций. ГПА обеспечивают необходимый режим транспортировки газа по магистральному газопроводу. Основная доля отказов ГПА приходится на под-

шипниковые узлы и уплотнения [1]. С целью предотвращения разрушения опоры скольжения в ГПА разработана автоматизированная система предотвращения аварийных ситуаций, структурная схема которой представлена на рисунке.

Структурная схема автоматизированной системы предотвращения аварийных ситуаций в опоре скольжения ГПА:

1 – вал; 2 – втулка; 3 – корпус подшипника; 4 – датчик температуры;
5 – шаговые электродвигатели; 6 – антифрикционные вкладыши

Как правило, при нормальной работе опоры скольжения ГПА преобладает режим гидродинамического трения [2, 3]. При нарушениях гидродинамического режима трения из-за нарушения системы смазки или других причин режим трения между валом 1 и втулкой 2, установленными в корпусе подшипника 3, переходит сначала в режим смешанного трения и даже граничного, что приводит к схватыванию поверхностей тел 1 и 2. При этом возрастает температура в зоне их контакта, что фиксируется датчиком температуры 4 (например, термопарой). Электрический сигнал с датчика температуры в диапазоне от 4 до 20 мА поступает в модуль аналоговых входов программируемого логического контроллера (ПЛК). Этот диапазон выбран для того, чтобы существовала возможность отслеживания состояния датчика температуры. Поэтому при обрыве датчика или при коротком замыкании в нем контроллер формирует дискретный сигнал сообщения о неисправности.

При достижении определенного значения температуры, которое задается оператором вручную с помощью НМИ-интерфейса, программа управления начинает формировать импульсные сигналы, поступающие с импульсно-быстродействующего модуля ПЛК в модуль управления (драйвер) шаговыми электродвигателями (ШЭД) 5. При получении этих сигналов

драйвер управления начинает изменять значение тока в обмотках электродвигателей, вследствие чего их валы начинают поворачиваться на заданное значение угла в соответствующем направлении вращения.

При вращении валов ШЭД поступательно смещаются вкладыши 6, выполненные из полимерного антифрикционного материала, имеющего низкий коэффициент трения о сталь [4]. Смещение вкладышей происходит на величину, равную толщине слоя смазочной (или, как ее зачастую называют, антифрикционной) пленки (слоя). Вкладыши упираются в вал и снимают часть нагрузки с втулки 2 подшипника, что снижает ее износ. При этом втулка 2 сохраняет свою направляющую функцию, а несущая функция, которой обладает вал 1, частично передается на вкладыши.

В ситуации, если значение температуры в зоне контакта вала 1 и втулки 2 превышает введенную уставку дольше определенного интервала времени (который также задается с НМИ-панели оператора), то контроллер подает дискретный сигнал на останов ГПА со своего цифрового выхода. Одновременно с этим на НМИ-панели оператора появится сообщение о том, что произошло превышение температуры и ГПА был остановлен. Также с помощью звуковой сигнализации, встроенной в панель оператора, произойдет звуковое оповещение.

В программной среде PCWorx создана программа управления, реализующая алгоритм работы автоматизированной системы предотвращения аварийных ситуаций в опоре скольжения ГПА [5]. Часть программы написана на структурированном языке ST (основной алгоритм программы и связь ПЛК с панелью оператора), а часть – на языке функциональных блоков FBD (связь между функциональными блоками счетчика шагов ШЭД, считывание и преобразование в реальную величину значения с датчика температуры).

Кроме того, разработан человеко-машинный HMI-интерфейс для сенсорной графической панели оператора, позволяющий визуализировать состояние автоматизированной системы и осуществлять управление [5]. В этом интерфейсе предусмотрена защита от несанкционированного доступа, возможность хранения архивов событий и аварий, а также ввода уставок (времени, количества шагов ШЭД и предельных значений температуры).

Внедрение разработанной системы позволит предотвратить выход из строя дорогостоящего технологического оборудования компрессорных станций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Свердлов, А. Б.* Повышение надежности газоперекачивающих агрегатов путем применения технологии эпиламирования / А. Б. Свердлов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2014. – № 3 (202). – С. 62–69.

2. Модель контактных деформаций в паре «вал-втулка» подшипника скольжения газоперекачивающего агрегата / Ю. П. Сердобинцев [и др.] // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 1 (224) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2019. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 76–78.

3. Модель динамического скольжения вала во втулке подшипника газоперекачивающего агрегата / Ю. П. Сердобинцев [и др.] // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 8 (231) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2019. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 79–81.

4. *Репников, А. И.* Автоматизированная система предотвращения аварийных ситуаций в опорах скольжения газоперекачивающих агрегатов / А. И. Репников // XXIV Региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области. Волгоград, 3–6 декабря 2019 г. : сб. материалов конф. / ВолгГТУ ; редкол. : С. В. Кузьмин (отв. ред.) [и др.]. – Волгоград, 2020. – С. 92–93.

5. *Репников, А. И.* Автоматизированная система аварийного останова газоперекачивающего агрегата / А. И. Репников, М. П. Кухтик, Ю. П. Сердобинцев // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 3 (238) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2020. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 79–82.