

УДК 004:658.5
DOI 10.17513/snt.39736

НАПРАВЛЕНИЯ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И АВТОМАТИКИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ «ВИБРОТЕКС»

Шумкин А.В., Жуков Д.В., Агапов А.Ю., Демина В.В.

АО «Научно-производственное предприятие «Рубин», Пенза,
e-mail: shumkin05@mail.ru, 1140@npp-rubin.ru, 1300@npp-rubin.ru, 1400@npp-rubin.ru

Актуальность исследования обоснована тенденциями внутреннего и глобального рынка: непрерывной диагностикой, приходящей на смену планово-предупредительному ремонту; трендом на импортозамещение узлов и целых систем; интенсификацией развития отечественного направления мониторинга состояния оборудования. Целью статьи является определение направлений импортозамещения существующего оборудования, используемого на объектах критической инфраструктуры в нефтегазовом секторе, путем совершенствования контрольно-измерительных приборов и автоматики на примере системы «Вибротекс», что приведет к повышению качества и надежности систем обеспечения инфраструктуры в целом. В исследовании обоснована актуальность применения программно-технического комплекса виброзащиты и вибродиагностики отечественного производства; определены целевые сегменты его применения: перекачка газа, добыча нефти, вспомогательное оборудование ТЭС, химия, нефтехимия, металлургическое производство и др.; выявлены конкурентные преимущества предлагаемой системы по сравнению с российскими и зарубежными аналогами; представлены возможности системы «Вибротекс». Ключевым преимуществом разработки является сочетание стоимости и технических параметров, а также независимость от импорта. Полученные результаты исследования будут способствовать реализации полного цикла производства, проектирования, монтажа, пуска-наладки и сервисного обслуживания систем вибрационной защиты, вибрационной диагностики, а также дополнительных стационарных систем оценки состояния работы мощного роторного оборудования.

Ключевые слова: импортозамещение, система вибрационной защиты, вибрационная диагностика «Вибротекс», подсистема тахометрирования, контрольно-измерительные приборы, нефтегазовая промышленность

DIRECTIONS OF IMPORT SUBSTITUTION OF CONTROL AND MEASURING DEVICES AND AUTOMATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF THE VIBROTEX SYSTEM

Shumkin A.V., Zhukov D.V., Agapov A.Yu., Demina V.V.

AC “Scientific and Production Enterprise “Rubin”, Penza,
e-mail: shumkin05@mail.ru, 1140@npp-rubin.ru, 1300@npp-rubin.ru, 1400@npp-rubin.ru

The relevance of the study is justified by the trends of the domestic and global market: continuous diagnostics is replacing scheduled preventive repairs; the trend towards import substitution of nodes and entire systems; intensification of the development of the domestic direction of monitoring the condition of equipment. The purpose of the article is to determine the directions of import substitution of existing equipment used at critical infrastructure facilities in the oil and gas sector by improving instrumentation and automation on the example of the Vibrotex system, which will lead to an increase in the quality and reliability of infrastructure support systems as a whole. The study substantiates the relevance of the use of a software and hardware complex of vibration protection and vibration diagnostics of domestic production; the target segments of its application are identified – gas pumping, oil production, auxiliary equipment of thermal power plants, chemistry, petrochemistry, metallurgical production, etc.; the competitive advantages of the proposed system compared with Russian and foreign analogues are revealed; the capabilities of the Vibrotex system are presented. The key advantage of the development is the combination of cost and technical parameters, as well as independence from imports. The obtained research results will contribute to the implementation of a full cycle of production, design, installation, commissioning and maintenance of vibration protection systems, vibration diagnostics, as well as additional stationary systems for assessing the state of operation of powerful rotary equipment.

Keywords: import substitution, vibration protection system, vibration diagnostics “Vibrotex”, tachometry subsystem, instrumentation, oil and gas industry

В отрасли газодобычи и транспортировки газа присутствует большое количество иностранного программного обеспечения, обслуживающего контрольно-измерительные приборы и аппаратуру. Данные объекты являются объектами критической инфраструктуры Российской Федерации. Масштабная работа со стороны государства

и компаний топливно-энергетического комплекса по импортозамещению технологий и оборудования в отечественном нефтегазовом комплексе началась после введения санкций со стороны западных стран. Однако ограничения, которые должны были затормозить развитие отечественной экономики, в итоге стали стимулом ее развития,

в том числе в секторе нефтегазового машиностроительного комплекса.

Вопросам инновационных разработок в области импортозамещения программных комплексов особое внимание уделено в работах отечественных ученых. Так, например, разработки АО «АтлантикТрансгазСистема» для газовой и нефтяных отраслей в области автоматизации и диспетчеризации непрерывных технологических процессов проанализированы в работе Л.И. Бернер и др. [1]; М.В. Черняев, А.В. Корневская, Н.А. Соколов, С.Н. Ларин проводят оценку эффективности планов импортозамещения, а также представляют прогноз возможных путей развития отечественного нефтегазового комплекса. Ими также обоснованы перспективные направления его развития на основе разработки и внедрения инновационных технологий и механизмов импортозамещения [2, 3]. Процесс совершенствования управления температурными режимами относительно давления на газораспределительных станциях газодобывающего предприятия АО «Алроса-Газ» в западной Якутии рассматривается в исследовании Д.П. Беркаръ [4]. Анализ основных зарубежных поставщиков специализированного программного обеспечения для нефтегазовой отрасли, а также отечественных производителей, разрабатывающих аналогичное программное обеспечение в рамках процесса импортозамещения, проводится в работе Д. Хитрых [5]. О.В. Жданевым, С.С. Зуевым представлены текущие ситуации в электроэнергетической отрасли в части обеспеченности собственными технологическими решениями, определены необходимые меры государственной поддержки и организационные механизмы стимулирования инновационной деятельности [6]. А.Н. Дмитриевским и другими учеными изложены вопросы цифровой модернизации газового производства в условиях снижения углеродного следа [7].

Указом Президента Российской Федерации от 30.03.2022 № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [8]:

а) с 31 марта 2022 г. запрещается закупка иностранного программного обеспечения, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, в целях его использования на значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации;

б) с 1 января 2025 г. запрещается использовать иностранное программное обеспечение на значимых объектах критической информационной инфраструктуры.

С целью исполнения требований Указа Президента Российской Федерации, а также с целью импортозамещения существующего оборудования, используемого на объектах критической инфраструктуры в нефтегазовом секторе, нами предлагается совершенствование контрольно-измерительных приборов и автоматики в нефтегазовой отрасли на примере системы «Вибротекс», что приведет к повышению качества и надежности систем обеспечения инфраструктуры в целом.

Реализация поставленной цели предполагает решение следующих задач:

– обоснование актуальности применения программно-технического комплекса виброзащиты и вибродиагностики отечественного производства и определение целевых сегментов его применения;

– выявление конкурентных преимуществ предлагаемой системы по сравнению с российскими и зарубежными аналогами.

Эффективность системы диагностирования газоперекачивающего оборудования (один из сегментов рынка) не только основа высокой надежности газотранспортной сети, но и путь к существенному снижению материальных затрат на ее техническое оборудование.

Материалы и методы исследования

С целью предупреждения выхода из строя оборудования и связанных с этим простоев основным методом диагностики состояния различных механизмов выступает вибродиагностика. Чаще всего вибродиагностика применяется для определения состояния вращающегося оборудования и основывается на анализе параметров вибрации.

Вибродиагностику применяют для широкого спектра оборудования, например насосов, вентиляторов, механизмов буровых установок, качалок, компрессоров.

Целевые сегменты применения разработки:

- перекачка газа;
- добыча нефти;
- вспомогательное оборудование ТЭС;
- химия;
- нефтехимия;
- металлургическое производство и др.

На сегодняшний день производственные предприятия РФ имеют в эксплуатации большое количество динамических машин различной мощности, все эти машины участвуют в технологическом цикле компаний. Разрушение даже одного агрегата технологического цикла может привести к остановке предприятия, значительным финансовым издержкам, техногенным катастрофам,

гибели людей. Одним из важнейших мероприятий по исключению рисков, связанных с внезапными отказами оборудования, является оснащение средствами технического контроля состояния агрегатов.

Результаты исследования и их обсуждение

В последние годы в теории и практике организации производственных процессов все чаще обсуждаются вопросы автоматизации управления и контроля обслуживающих операций, оказывающих существенное влияние на общепроизводственную эффективность. Рациональная организация данных операций на предприятии в определенной мере позволяет без существенного капиталоёмкого изменения технологического процесса снизить себестоимость продукции за счет уменьшения продолжительности производственного цикла изготовления продукции и сокращения затрат. Совершенствование организации обслуживающих производственных операций требует, в свою очередь, разработки и внедрения автоматизированных систем управления.

Мониторинг состояния машин и оборудования является важной частью профилактического обслуживания. Создание и развитие защищенных облачных вычислительных платформ, применяемых для мониторинга состояния машин, склонности к профилактическому обслуживанию промышленного оборудования, позиционированию автоматизированных технологий мониторинга состояния на интеллектуальных заводах, увеличит их спрос на мировом рынке. Прогнозируется, что к концу 2025 г. глобальный рынок мониторинга состояния машин будет оценен в 2887,1 млн долл. США, зарегистрировав CAGR в размере 5,6 % в течение прогнозируемого периода.

Ведущими игроками на мировом рынке мониторинга состояния машин, Market Research Future (MRFR) выделены следующие компании: Emerson Electric Co. (США), General Electric (США), Parker Hannifin Corp (США), Analog Devices, Inc. (США), Rockwell Automation, Inc. (США), Amphenol, Inc. (Мэриленд), SKF (Швеция), National Instruments Corp (США), Allied Reliability (США), Meggitt PLC (Великобритания), Fluke Corporation (США).

Наибольшая доля рынка приходится на Северную Америку. Это связано с растущим развитием производственных подразделений в этом регионе, что создало значительный спрос на рынке мониторинга состояния машин. На долю Германии приходится наибольшая доля европейского рынка в 32,93 %. Ожидается, что Европа зарегистрирует вто-

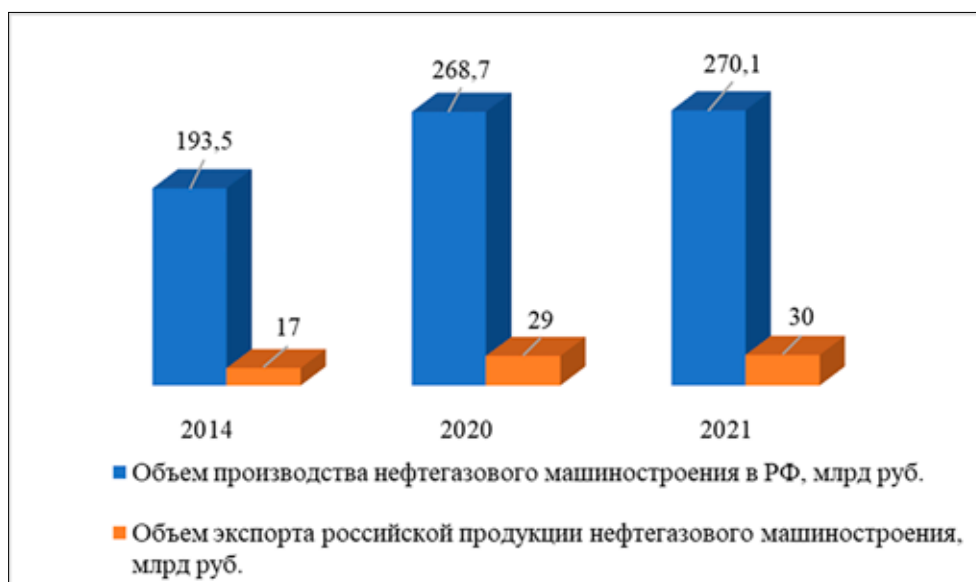
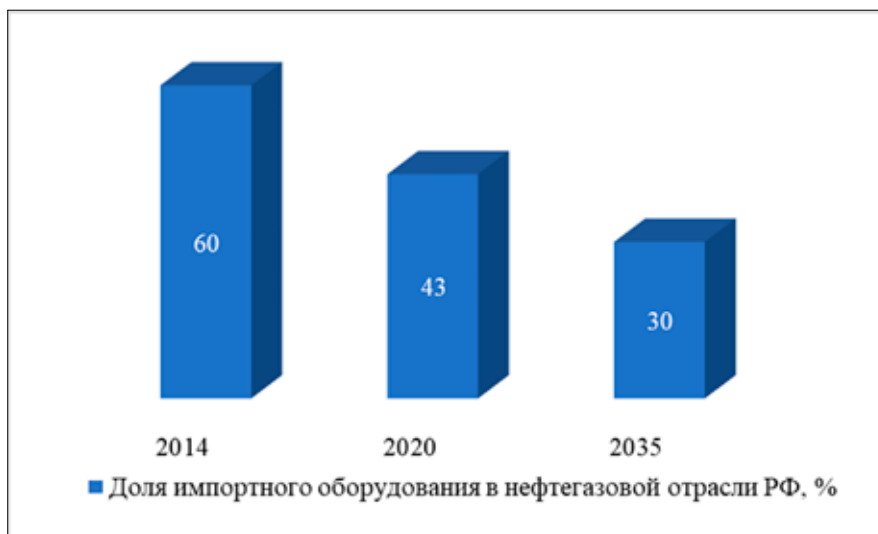
рой по величине рынок. Рынок Азиатско-Тихоокеанского региона регистрирует значительный рост из-за увеличения инвестиций в развитие машин в таких секторах, как автомобилестроение, нефть и газ, производство электроэнергии, аэрокосмическая и оборонная промышленность и др., как ожидается, будут способствовать росту рынка.

К 2035 г. доля созданного или локализованного на территории РФ передового оборудования должна достигнуть 70–80 % в каждой из отраслей ТЭК (рисунок). Рынок вибродиагностики РФ составляет порядка 9 % от общемирового, что соответствует уровню 12,4 млрд руб. в 2021 г.

Как отмечалось на заседании Координационного совета по импортозамещению нефтегазового оборудования 19 июля 2023 г. под председательством Министра промышленности и торговли, на сегодняшний день в России определены семь приоритетных высокотехнологичных направлений ускоренного развития производства оборудования в нефтегазохимии [9]. За последние десять лет отечественные предприятия нарастили компетенции в области производства оборудования для геологоразведки, бурения, работы с трудноизвлекаемыми запасами нефти. С целью достижения технологического суверенитета, который определен как один из основных направлений развития России, определение стратегических планов по развитию нефтяной и газовых отраслей на новых рынках, включая развитие трубопроводной и СПГ-инфраструктуры, является ключевым фактором.

Наибольшее развитие за последние пять лет получили производственные информационные системы, предназначенные для управления производственными операциями, в том числе хранения, структуризации и анализа больших объемов информации. Параллельно с производственными информационными системами наблюдается рост числа устройств для интегрированного управления и контроля. Данные технологии выполняют схожие задачи в производственных системах, являются взаимодополняющими.

И существенная роль в этом принадлежит программному обеспечению, которое будет способно обеспечивать защиту, мониторинг и диагностику приборов с повышенными вибронатрузками. К числу такого программно-технического комплекса относится система «Вибротекс», которая является разработкой НПП «Рубин» (входит в «Росэлектронику» Госкорпорации Ростех). Система может применяться на агрегатах газоперекачки, конвейерном, насосном, крановом и других типах тяжелого промышленного оборудования.



*Ключевые показатели импортозамещения в нефтегазовой отрасли
(построено авторами на основе данных Минэнерго РФ, Минпромторга РФ)*

Подсистема тахометрирования является одним из составных элементов системы вибрационной защиты и вибрационной диагностики «Вибротекс» и предназначена для применения в составе оснащения газотурбинных двигателей газоперекачивающих агрегатов.

Актуальность разработки вызвана потребностями нефтегазового сектора в продукции импортозамещения и локализации производства наиболее важных видов продукции. Так, в число продукции, востребованной с целью технологического развития ПАО «Газпром» в утвержденном приказом ПАО «Газпром» от 20.05.2021 г. № 240, наиболее важным видом продукции в автоматизированных системах управления технологи-

ческого процесса (АСУ ТП) и контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИ-ПиА) указана система BN3500 BentlyNevada.

Система «Вибротекс» в полной мере отвечает вышеперечисленным требованиям, а также способна работать с широким спектром технологического оборудования как отечественного, так и ранее смонтированного импортного производства, устраняя ряд проблем и потребностей рынка. Интерес к подсистеме тахометрирования и к системе вибрационной защиты «Вибротекс» проявлен компаниями, входящими в состав Холдинговой компании Объединенной двигателестроительной корпорации.

Подсистема тахометрирования системы «Вибротекс» позволяет подключаться

и с высокой точностью производить измерения бесконтактным магнитно-индукционными датчиками частоты вращения разных производителей, входящих в состав системы автоматического управления газоперекачивающим агрегатом (САУ ГПА).

Конкурентными преимуществами предлагаемой системы также являются:

- широкий диапазон измерений от 1 до 180000 об./мин.;
- низкий уровень допускаемой основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения до 30 000 включительно об./мин.;
- высокая максимально допустимая частота следования меток вала, до 32 кГц.

Заключение

Система «Вибротекс» с контроллерами «WARP» имеет:

- полноценную виброзащиту и вибродиагностику;
- измерение и расчет гораздо более широкого круга показателей по сравнению с аналогами;
- среднеквадратическое значение виброскорости корпуса двигателя ГПА;
- размах и энергию подшипниковых частот компрессора низкого давления (используется для диагностики дефектов подшипников качения ГПА);
- непрерывный контроль за толщиной масляного клина ЦБН, всплытием (или зазора при магнитном подвесе);
- точное измерение фазы оборотной составляющей;
- размах и энергию подшипниковых частот турбины низкого давления (используется для диагностики дефектов подшипников качения ГПА);
- энергию низкочастотной вибрации ЦБН (используется как один из основных показателей детектирования ослабления опор компрессора ГПА) и другие показатели.

Разработанная подсистема тахометрирования и непосредственно сама система

«Вибротекс» позволит приблизить предприятие АО «НПП «Рубин» с имеющимися компетенциями проектирования, монтажа, пуска-наладки и сервисного обслуживания к реализации полного цикла предоставления услуг на рынке систем вибрационной защиты, вибрационной диагностики и системы оценки состояния работы мощного роторного оборудования.

Список литературы

1. Бернер Л.И., Рошин А.В., Ковалев А.А., Зельдин Ю.М., Лавров С.А. Инновационные решения и разработки АО «АтлантГрансГазСистема» в области автоматизации для газовой и нефтегазовой промышленности // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2021. № 2 (18). С. 8–19.
2. Черняев М.В., Корневская А.В. Инструменты поддержки нефтегазового комплекса России в условиях санкционных ограничений Запада // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2018. Т. 26, № 4. С. 620–629.
3. Соколов Н.А., Ларин С.Н. Перспективы развития нефтегазового сектора российской экономики в условиях реализации программ импортозамещения // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4, № 1. С. 191–206.
4. Баркарь Д.П. Бизнес-процесс по усовершенствованию управления температурными режимами в зависимости от давления на газораспределительных станциях // Бизнес-образование в экономике знаний. 2020. № 3 (17). С. 19–21.
5. Хитрых Д. Вопросы программного обеспечения для российской нефтегазовой отрасли в период санкций // Энергетическая политика. 2022. № 4 (170). С. 32–45.
6. Жданев О.В., Зуев С.С. Вызовы для энергосектора России до 2035 года // Энергетическая политика. 2020. № 3 (145). С. 12–23.
7. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Столяров В.Е., Черников А.Д. Развитие цифровой газовой экосистемы на основе комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2023. № 1. С. 173–189.
8. Указ Президента Российской Федерации от 30.03.2022 № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203300001> (дата обращения: 21.08.2023).
9. Министерство промышленности и торговли России: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://minpromtorg.gov.ru/> (дата обращения: 21.08.2023).