

Нормативно-методическое обеспечение диагностики и мониторинга поршневых компрессоров¹



В.Н. Костюков,
д-р техн. наук, проф.,
ген. директор



А.П. Науменко,
д-р техн. наук, нач. НУЦ

ООО «НПЦ «Динамика»

Рассмотрены действующие отечественные и международные стандарты в области нормирования параметров вибрации поршневых машин, включая поршневые компрессоры. Показано, что существующие стандарты не удовлетворяют требованиям безопасной эксплуатации поршневых компрессоров опасных производств. Описан отраслевой стандарт «Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Стационарные поршневые компрессорные установки опасных производств: эксплуатационные нормы вибрации», который рекомендован для применения на потенциально опасных объектах.

The current Russian and the International standards in the field of standardizing parameters for piston machines vibration including piston compressors are reviewed. It is shown that the current standards do not meet safe operation requirements for piston compressors of hazardous production facilities. The Article describes the branch standard «Condition monitoring of hazardous production facilities equipment. Stationary piston compressor units of hazardous production facilities: vibration operating norms» recommended for application at potentially hazardous facilities.

The current Russian and the International standards in the field of standardizing parameters for piston machines vibration including piston compressors are reviewed. It is shown that the current standards do not meet safe operation requirements for piston compressors of hazardous production facilities. The Article describes the branch standard «Condition monitoring of hazardous production facilities equipment. Stationary piston compressor units of hazardous production facilities: vibration operating norms» recommended for application at potentially hazardous facilities.

Ключевые слова: вибродиагностика, мониторинг, поршневой компрессор, опасное производство, риск, стандарты.

В основе методики нормирования вибропараметров машин лежит экспериментально установленный факт: при нормальном функционировании машин параметры вибрации различных машин лежат ниже некоторых значений, которые можно использовать в качестве границ [1].

Одна из первых фундаментальных разработок Союза немецких инженеров в области классификации уровней абсолютной вибрации (амплитуда виброскорости) поршневой машины (ПМ) — стандарт VDI 2056 [2]. Его рекомендации получили признание и впоследствии практически полностью вошли в стандарт ISO 2372:1974 [3], принятый Международной организацией по стандартизации (ISO), в котором предлагается регламентировать максимальные средние квадратические значения (СКЗ) виброскорости v_{rms} , измеренной на важнейших участках узлов и машин (корпуса подшипников, лапы опор и фланцев).

В VDI 2056 предусмотрено деление оборудования на шесть типов в зависимости от мощности и типа фундамента. В рекомендациях ISO 2372:1974 они обозначены как классы: I, II, III, IV, V, VI, а в VDI 2056 — как группы: K, V, G, T, D, S. Типы оборудования в обоих стандартах, относящиеся к этим классам — группам, полностью совпадают.

Шкала нормируемых параметров вибрации — ряд СКЗ виброскорости v_{rms} , определяющих состояние машины конкретного класса, отличаются в 1,6–2 раза (от 4 до 6 дБ).

В коммерческих стандартах (классификации) DLI Engineering Corporation (1988 г.) (в настоящее время — Azima DLI Company) уровни виброперемещения (пик-пик), виброскорости (амплитуда), виброускорения (СКЗ) поршневых машин увеличены на 8 дБ по сравнению с параметрами для центробежных машин средней мощности.

Каждому состоянию соответствует нижняя и верхняя границы уровней виброскорости. Частотный диапазон с постоянным значением виброперемещения составляет от 2,5 до 10 Гц. Частотный диапазон с постоянным уровнем виброскорости, характеризующим техническое состояние (ТС) машины, — от 10 до 1000 Гц.

На Украине принят стандарт по нормам вибрации трех классов поршневых компрессоров (ПК) [4]. Стандарт нормирует: общие СКЗ виброскорости v_{rms} корпусов подшипников компрессора в случае жесткого крепления, мм/с, корпусов подшипников компрессора в случае установки на виброизоляторах, мм/с, трубопроводов, мм/с; общие СКЗ виброускорения a_{rms} корпусов подшипников компрессора, м/с²; размах виброперемещения трубопроводов, мкм.

¹ В порядке обсуждения.

Нормирование виброакустических колебаний по ускорению и скорости только подшипников [4] не обеспечивает полноты контроля за техническим состоянием узлов и деталей ПМ.

Классы V(D), VI (S) стандартов VDI 2056, ISO 2372:1974 развиты в ISO 10816-6:1995 [5]. Этот стандарт дает рекомендации по оценке вибросостояния восьми классов агрегатов мощностью свыше 100 кВт с возвратно-поступательным движением их узлов: класс 1 — сбалансированные оппозитные газовые компрессоры на жестком фундаменте; класс 2 — многоцилиндровые поршневые газовые компрессоры на жестком основании и локомотивные воздушные компрессоры; класс 3 — одноцилиндровые поршневые газовые компрессоры на жестком основании; класс 4 — нет аналогов; классы 5, 6 — промышленные и морские дизели со скоростью вращения менее 2000 мин⁻¹; классы 7, 8 — промышленные и морские дизели со скоростью вращения более 2000 мин⁻¹.

Критерии классификации вибрационного состояния машин возвратно-поступательного действия приведены в разделе 5 ISO 10816-6:1995. Для оценки вибросостояния стандарт устанавливает предельные СКЗ либо виброперемещения, либо виброскорости, либо виброускорения в диапазоне частот от 2 до 1000 Гц.

Точки измерения — на корпусе машины в трех направлениях на трех уровнях: уровень крепления к фундаменту, уровень вала, верхняя точка корпуса.

В стандарте [5] отмечается, что измерения вибрации корпуса ПМ и классификация ТС машины по результатам этих измерений позволяют дать только самое грубое представление о механических напряжениях в узлах ПМ и их вибрационном состоянии.

Согласно стандарту [5] основные составляющие возбуждения машин возвратно-поступательного действия сосредоточены в диапазоне частот от 2 до 300 Гц. Однако при оценке вибрационного состояния всей машины в целом, включая вспомогательное оборудование — функциональную часть ПМ, необходимо принимать во внимание вибрацию по крайней мере в диапазоне от 2 до 1000 Гц. В особых случаях может быть использован иной диапазон частот измерений. Поскольку широкополосная вибрация содержит много частотных составляющих, невозможно установить однозначные соответствия между ее параметрами: СКЗ и пиковыми значениями или между СКЗ и размахом. Поэтому предпочтительнее находить СКЗ перемещения, скорости и ускорения с точностью $\pm 10\%$ в диапазоне от 10 до 1000 Гц и с точностью $+10\%$ и -20% в диапазоне от 2 до 10 Гц. Эти параметры могут быть получены с помощью датчика вибрации посредством интегрирования выходного сигнала акселерометра.

Установленные критерии имеют ограниченное применение в отношении оценки вибрации узлов внутри машины и малопригодны, например, для выявления повреждений клапанов, деталей

кривошипно-шатунного механизма (КШМ), кривошипно-ползунного механизма (КПМ), цилиндропоршневой группы (ЦПГ). Обнаружение таких повреждений требует использования методов, выходящих за область применения ISO 10816-6:1995 [5].

В VDI 2056 указывается, что из-за сложности учета и суммирования сил, вызывающих вибрацию ПМ, машины этих групп трудно включить в предложенную схему нормирования. Отмечается, что по статистическим данным даже при виброскорости от 20 до 30 мм/с для некоторых классов машин не обнаруживались свидетельства снижения надежности узлов. А для ПМ с высокой скоростью вращения вала в удаленных от мест крепления узлах может быть зарегистрировано СКЗ виброскорости до 50 мм/с, и при этом поломки не происходит.

Поскольку в ISO 10816-6:1995 нормы приведены только для точек, расположенных на корпусе компрессора и опорах, то на уровень вибрации будут оказывать влияние неуравновешенные силы вращающихся масс КШМ (коленчатый вал, шатун). При установке датчика виброакустического сигнала над ползуном крейцкопфа над штоком основное влияние на виброакустический сигнал будут оказывать неуравновешенные силы вращающихся масс КПМ (коленчатый вал, шатун, ползун, шток, поршень), газовые силы именно этого цилиндра и зазоры в большей степени соединений КПМ, в меньшей — КШМ (кроме головки шатуна). Если установить датчик виброакустического сигнала на крышку цилиндра в осевом или радиальном направлениях в районе клапанов, то влияние на виброакустический сигнал будут оказывать газовые силы именно этого цилиндра и зазоры преимущественно соединений деталей ЦПГ. Поэтому места измерений вибропараметров на корпусе ПМ, рекомендуемые ISO 10816-6:1995, исключают контроль за ТС узлов и деталей цилиндров.

В 2012 г. Комитет ISO подготовил проект стандарта ISO/CD 10816-8 [6], который устанавливает процедуры и руководящие принципы для измерения и классификации механической вибрации узлов и систем ПК. Вибрация определена, прежде всего, чтобы классифицировать вибрацию систем ПК и избежать проблем усталости в узлах и системах компрессора (фундамент, корпус компрессора, демфирующие устройства, трубопроводы и вспомогательное оборудование).

В качестве основного параметра предлагается использовать СКЗ виброскорости v_{rms} , мм/с, в основном диапазоне от 2 до 300 Гц, но для контроля за всеми частями компрессора рекомендуется выбирать диапазон от 2 до 1000 Гц. На частотах ниже 10 Гц предлагается устанавливать также СКЗ виброперемещения d_{rms} , мм. СКЗ виброускорения a_{rms} , м/с², следует находить в диапазоне от 2 до 1000 Гц.

В стандарте ISO/CD 10816-8 определено пять разновидностей точек измерения вибрации в направлениях X, Y, Z: на всех анкерных болтах крепления

корпуса компрессора; в каждой крайней точке компрессора и на корпусе между цилиндрами; на крышке цилиндра; на буферных резервуарах (депульсаторах) на входе и выходе компрессора; на трубопроводах, которые должны быть определены в результате обследования и согласованы с владельцами компрессора.

В Приложении С стандарта ISO/CD 10816-8 [6] дается информация об измерении вибрации крейцкопфа в диапазоне от 2 до 1000 Гц. В стандарте отмечается, что критерии оценки по приведенным параметрам вибрации не могут быть использованы для оценки вибрационного состояния машин в полном объеме в связи с влиянием на параметры вибрации не только неисправностей корпусных деталей и фундамента, но и неисправностей клапанов, деталей ЦПГ, поршневых колец и других дефектов внутренних узлов и деталей.

Стандарт разработан для ПК с частотами вращения коленчатого вала от 120 до 1800 мин⁻¹ включительно без деления их на классы как по мощности, так и по частотам вращения, что, естественно, ограничивает его применение.

Методологии оценки технического состояния и диагностирования, документы по нормированию параметров вибрации ПМ не учитывают основные принципы формирования виброакустических колебаний ПМ и их свойства:

1. Поршневая машина (ПК или двигатель внутреннего сгорания) представляет собой сложную газомеханическую систему, которая имеет три мощных и многофакторных статистически независимых основных источника виброакустических колебаний [7–9]: неуравновешенность движущихся и вращающихся масс, газогидродинамические процессы, соударения и трение между элементами и деталями узлов и механизмов.

2. Параметры виброакустических колебаний, как показано в [7–9], зависят от свойств среды распространения данных колебаний и жесткости межузловых соединений.

3. Виброускорение, виброскорость, виброперемещение и их параметры имеют свойство ортогональности [1, 7, 9].

4. Указанные выше факторы мешают применять существующие нормы вибрации ПМ для объективной оценки состояния как машин в целом, так и их отдельных узлов и деталей, что не позволяет использовать эти нормы для мониторинга состояния ПМ опасных производственных объектов первой категории в реальном времени [10, 11], а также ПМ в тех сферах применения, в которых безопасность при их отказе играет определяющую роль.

В России в 2011 г. Научно-промышленным союзом «РИСКОМ» принят отраслевой стандарт СТО 03-007—11 [12], который позволяет осуществлять мониторинг состояния основных узлов ПК и их безопасную эксплуатацию. Стандарт прошел экспертизу и аттестацию в Единой системе оценки

соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве в качестве методического документа по неразрушающему контролю.

Содержание данного документа основывается на результатах многолетних теоретических и экспериментальных исследований и более чем пятнадцатилетнем опыте эксплуатации систем диагностики и мониторинга в реальном времени более 50 поршневых компрессоров с электроприводом с единичными мощностями от 0,02 до 2 МВт, используемых на нефтегазохимических комплексах и производствах в Омске, Ангарске, Астрахани, Ачинске, Бургасе, Волгограде, Саратове, Сызрани, Ухте для компримирования взрывоопасных и вредных газов, таких типов, как отечественные ПК 205ВП-16/70; 305ГП-20/8; 2М10-11/42-60; 2ГМ16-20/42-60; 4ГМ10-28/43-56; 4М16М-45/35-55; 4ГМ16М-45/35-55; 4ГМ16-22/17-37; 4М16-22,4/23-64; 2ГМ2,5-6,2/38-46С; 5Г-600/42-60; 4СГВ, а также импортные BDCB-30/30/20/20x16 (Worthington); 4HF/2 серии HF (Nuovo Pignone); 2TV2 (Neuman & Esser); RV 288-35 (Boge Kompressoren Bielefeld) [1, 7–9].

Стандарт распространяется на все проектируемые, вновь изготовленные и реконструируемые, а также на действующие стационарные поршневые компрессорные установки, работающие на взрывоопасных и вредных газах 1-го и 2-го классов опасности, и устанавливает нормы вибрации для оценки их технического состояния при эксплуатации и приемочных испытаниях после монтажа и ремонта.

Стандарт [12] определяет нормативы вибропараметров и предписывает их использование для организации вибромониторинга, вибродиагностики, мониторинга технического состояния и рисков эксплуатации стационарных поршневых компрессорных установок опасных производств. Согласно этому документу рекомендуется измерять вибрации (ускорение, скорость, перемещение) всех жизненно важных узлов компрессора, включая механизмы, узлы и детали ЦПГ, КПМ и КШМ, коренные подшипники, клапаны, располагая датчики по направлению действия векторов вынуждающих силовых воздействий от каждого контролируемого узла.

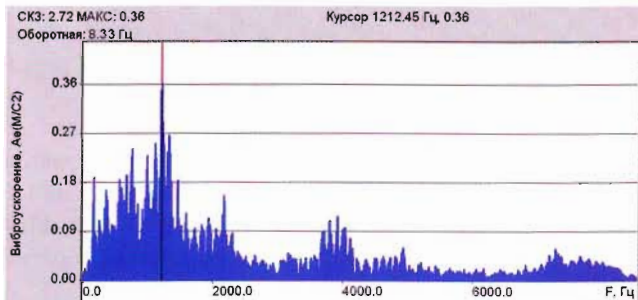
Выбор мест установки датчиков абсолютной вибрации на цилиндре в области установки клапанов или на клапанах, коренных подшипниках, корпусе компрессора, над штоком поршня, а также контроль за относительным перемещением штока определяются по согласованию с владельцем компрессорной установки, исходя из состояния компрессора, стабильности ведения технологического режима, состава газа и других условий.

В качестве нормируемых параметров для ПК устанавливаются: СКЗ виброускорения a_{rms} в полосе частот от 10 до 3000 Гц; СКЗ виброскорости v_{rms} в полосе частот от 10 до 1000 Гц; СКЗ виброперемещения d_{rms} в полосе частот от 2 до 200 Гц; амплитудные

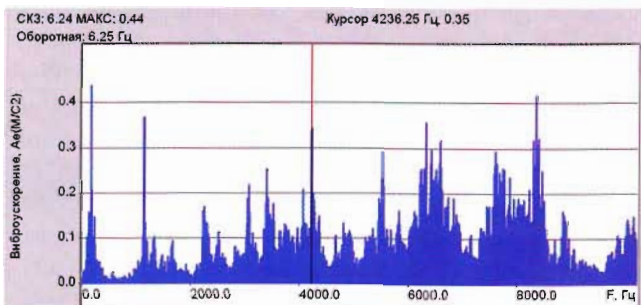
значения виброускорения a_{amp} в полосе частот от 2 до 10 000 Гц; амплитудное значение виброперемещения d_{amp} в полосе частот от 2 до 200 Гц.

Амплитудные значения виброускорения a_{amp} контролируются как за цикл работы ПК, так и в определенные моменты времени при открытии (закрытии) клапанов, изменениях направления основных вынуждающих силовых воздействий поршневой машины.

Выбор диапазонов частот измерений и анализа параметров вибрации обусловлен диапазонами частот виброакустических колебаний, несущих информацию о состоянии отдельных узлов и деталей ПК [7–9]. Так, на рис. 1 приведен спектр виброускорения, полученный с датчика, который установлен на коренном подшипнике компрессора (F — частота, Гц). Спектр свидетельствует, что для данного узла диапазон информативных частот простирается до 5 кГц. А спектр на рис. 2, полученный с датчика на крышке цилиндра в осевом направлении, показывает, что анализ сигнала необходимо проводить в диапазоне частот до 10 кГц. Таким образом, существующие стандарты [3–6], в которых диапазон частот определен до 1000 Гц, в значительной степени ограничивают не только возможности оценки состояния отдельных узлов, но и возможности оценки опасности их состояния, что увеличивает риск пропуска отказа.



▲ Рис. 1. Спектр виброускорения на коренном подшипнике ПК 2ГМ 16-20/42-60



▲ Рис. 2. Спектр виброускорения на цилиндре в осевом направлении ПК 4М 16М-45/35-55

Техническое состояние компрессорной установки оценивается по наихудшему признаку — любому из вибропараметров, достигшему наихудшего значения.

В стандартах устанавливаются четыре оценки технического состояния:

«ХОРОШО» (Х). Допустимо при приемочных испытаниях после монтажа или капитального (среднего) ремонта. Соответствует исправному состоянию компрессорной установки и характеризует высокое качество ремонтных и монтажных работ;

«ДОПУСТИМО» (Д). Допустимо при длительной эксплуатации. Характеризует полностью работоспособное состояние компрессорной установки при малой вероятности отказа. При достижении состояния «Д» контролируют скорость изменения вибропараметров;

«ТРЕБУЕТ ПРИНЯТИЯ МЕР» (ТПМ) — «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ». Допустимо при непродолжительной эксплуатации. Техническое состояние компрессорной установки соответствует «ТПМ», если вибропараметр превышает «ТПМ». Предупреждает о приближении технического состояния к предельному, наличии развивающихся дефектов, постепенной утрате работоспособности и росте вероятности отказа. Служит основанием для проведения текущего обслуживания и (или) планового вывода компрессорной установки в ремонт;

«НЕДОПУСТИМО» (НДП) — «ОСТАНОВ». Недопустимо при эксплуатации. Техническое состояние компрессорной установки соответствует «НДП», если вибропараметр превышает «НДП». Характеризует наличие развитых дефектов либо высокую скорость их развития и достижение компрессорной установкой предельного или опасного состояния с высокой вероятностью отказа. Служит для останова компрессорной установки и вывода ее в ремонт.

При переходе агрегата в состояние «НДП», что с высокой вероятностью вызвано повреждением узла, агрегата или всей компрессорной установки, необходимо выполнить все действия по выведению компрессорной установки из этого состояния вплоть до немедленной остановки и проведения ремонта.

При переходе агрегата в состояние «ТПМ» следует выполнить техническое обслуживание. Если это не привело агрегат в состояние «Д», то необходимо планомерно вывести его в ремонт. В исключительных случаях допускается дальнейшая эксплуатация компрессорной установки, при этом необходимо с периодичностью не реже одного раза в час контролировать изменение его вибропараметров.

Нормы вибрации приведены для пяти конструктивных групп компрессоров с единичными мощностями от 0,02 до 2 МВт. В качестве примера в точке № 1 «Осевое направление поршня» (табл. 1–3) необходимо установить СКЗ a_{rms} , v_{rms} , d_{rms} , a_{amp} , d_{amp} а также a_{fd1} , a_{fd2} , a_{bd1} , a_{bd2} , a_{sv1} , a_{sv2} , a_{pv1} , a_{pv2} — амплитудное виброускорение соответственно после верхней мертвой точки (ВМТ), до ВМТ, до нижней мертвой точки (НМТ), после НМТ, в момент открытия первого (ближнего к крышке) всасывающего клапана (ВК), в момент открытия

Таблица 1

Оценка	167 мин ⁻¹			300 мин ⁻¹			375 мин ⁻¹			500 мин ⁻¹			750 мин ⁻¹		
	a_{rms} М/С ²	v_{rms} ММ/С	d_{rms} МКМ	a_{rms} М/С ²	v_{rms} ММ/С	d_{rms} МКМ	a_{rms} М/С ²	v_{rms} ММ/С	d_{rms} МКМ	a_{rms} М/С ²	v_{rms} ММ/С	d_{rms} МКМ	a_{rms} М/С ²	v_{rms} ММ/С	d_{rms} МКМ
«Д»	2,8	2,8	7,1	9	0,9	5,6	7,1	0,9	8,7	9	2,8	11,2	8,7	2,8	14
«ТПМ»	3,6	3,6	14,0	14	1,8	18,0	14,0	1,8	18,0	14	4,5	24,0	14,0	5,6	28
«НДП»	7,1	7,1	28,0	28	3,6	36,0	28,0	3,6	36,0	28	8,7	45,0	28,0	11,2	56

Таблица 2

Оценка	167 мин ⁻¹		300 мин ⁻¹		375 мин ⁻¹		500 мин ⁻¹		750 мин ⁻¹	
	a_{ampl} М/С ²	d_{ampl} МКМ	a_{ampl} М/С ²	d_{ampl} МКМ	a_{ampl} М/С ²	d_{ampl} МКМ	a_{ampl} М/С ²	d_{ampl} МКМ	a_{ampl} М/С ²	d_{ampl} МКМ
«Д»	11,2	36	18	24	18	24	18	14	18	14
«ТПМ»	18,0	56	28	36	45	36	36	36	36	36
«НДП»	36,0	112	56	71	71	71	71	71	71	90

Таблица 3

Оценка	375 мин ⁻¹							
	a_{id1} М/С ²	a_{sv1} М/С ²	a_{pv2} М/С ²	a_{bd1} М/С ²	a_{bd2} М/С ²	a_{sv2} М/С ²	a_{pv1} М/С ²	a_{id2} М/С ²
«ТПМ»	24	24	24	28	28	18	24	14
«НДП»	36	36	45	56	56	36	45	28

второго ВК, в момент открытия первого (ближнего к крышке) нагнетательного клапана (НК), в момент открытия второго НК, м/с².

При оснащении комплекса агрегатов опасных производств системой мониторинга их технического состояния, удовлетворяющей требованиям [10, 11], текущие и средние ремонты проводятся по показаниям и рекомендациям системы мониторинга, т.е. по фактическому техническому состоянию компрессорной установки.

Допускается проводить капитальные ремонты компрессорной установки по техническому состоянию на основе показаний системы мониторинга состояния комплекса агрегатов после приобретения соответствующего опыта на предприятии.

Таким образом, в России принят стандарт, который позволяет совместно с системами мониторинга состояния машинного оборудования опасных производств, удовлетворяющими требованиям [10, 11, 13] и относящимися к системам первого класса, обеспечить статическую, динамическую ошибки и риск пропуска опасного состояния не более 5%. В результате впервые в мире системы мониторинга на основе нормативных данных стандарта [12] позволяют на основе разработанных алгоритмов экспертной системы поддержки принятия решений [7–9] осуществлять мониторинг технического состояния поршневых компрессоров опасных производств, что обеспечивает их безопасную, безаварийную, ресурсосберегающую эксплуатацию.

Список литературы

1. Костюков В.Н. Мониторинг безопасности производства. — М.: Машиностроение, 2002. — 224 с.

2. VDI-Richtlinie 2056: Beurteilungsmaßstab für mechanische Schwingungen von Maschinen VDI. — Dusseldorf: Verlag GmbH, 1964.

3. ISO 2372:1974. Mechanical vibration of machines with operating speeds from 10 to 200 rev/s/ Basis for specifying evaluation standards.

4. ДСТУ 3162–95. Компрессорное оборудование. Определение вибрационных характеристик малых и средних поршневых компрессоров и нормы вибрации. — Киев: Госстандарт Украины, 20 с.

5. ISO 10816-6:1995. Mechanical vibration. Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts. Part 6. Reciprocating machines with power ratings above 100 kW.

6. ISO/CD 10816-8. Mechanical vibration. Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts. Part 8: Reciprocating compressor systems.

7. Костюков В.Н., Науменко А.П. Решения проблем безопасной эксплуатации поршневых машин// Сборка в машиностроении, приборостроении. — 2009. — № 3. — С. 27–36.

8. Науменко А.П. Методология виброакустической диагностики поршневых машин// Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. — Специальный выпуск. — Сер. «Машиностроение». — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — С. 85–95.

9. Науменко А.П. Научно-методические основы вибродиагностического мониторинга поршневых машин в реальном времени: Автореф. дис... д-ра техн. наук. — Омск: ОмГТУ, 2012. — 40 с.

10. ГОСТ Р 53564–2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Требования к системам мониторинга. — М.: Стандартинформ, 2010. — 20 с.

11. СА 03-002–05. Системы мониторинга агрегатов опасных производственных объектов. Общие технические требования. — М.: Химическая техника, 2005. — 42 с.

12. СТО 03-007–11. Мониторинг оборудования опасных производств. Стационарные поршневые компрессорные установки опасных производств: эксплуатационные нормы. — М.: Химическая техника, 2011. — 18 с.

13. ГОСТ Р 53563–2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Порядок организации. — М.: Стандартинформ, 2010. — 8 с.

post@dynamics.ru



БЕЗОПАСНОСТЬ труда в промышленности

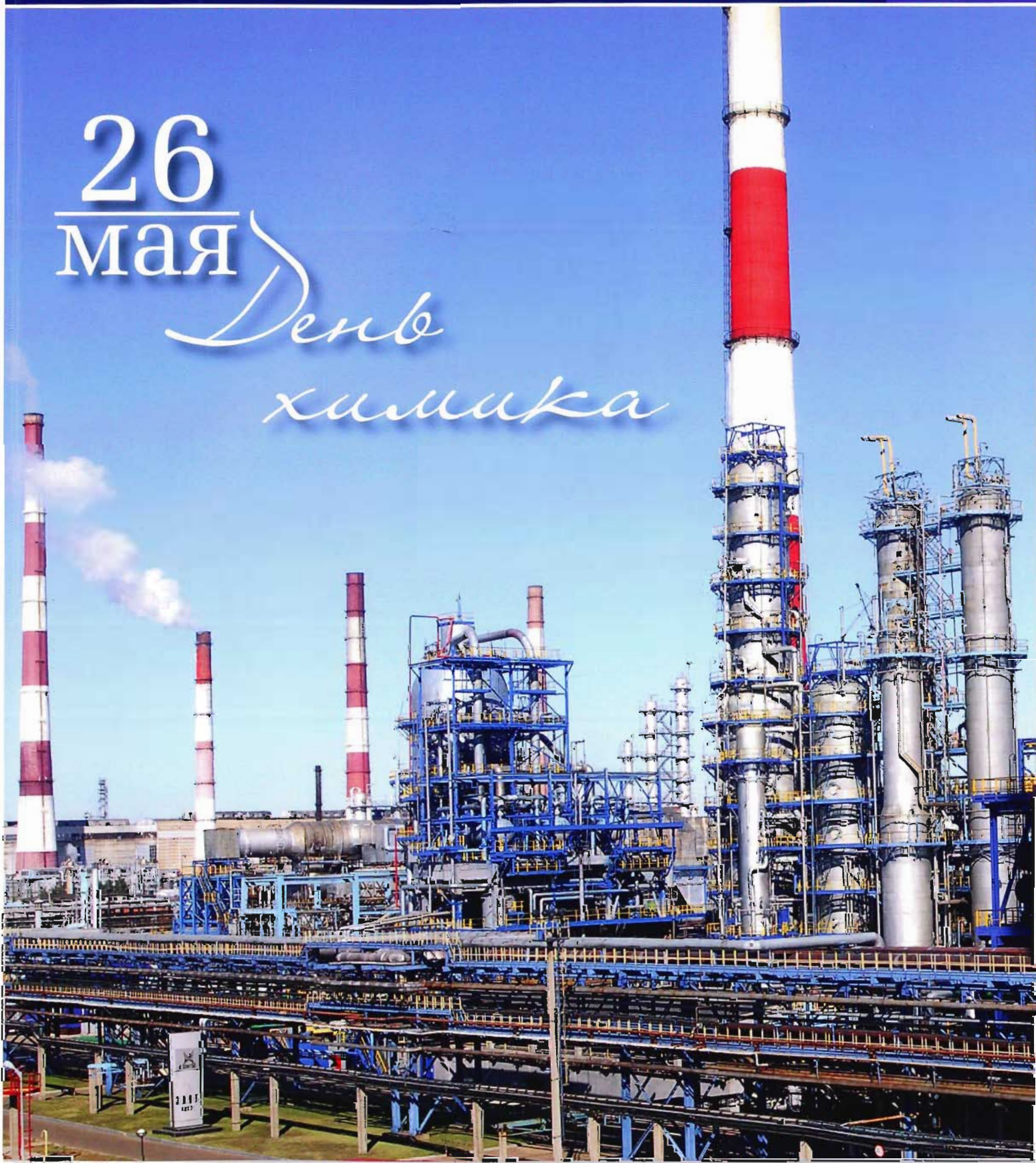
№ 5
2013

Ежемесячный научно-производственный журнал www.btpnadzor.ru

ISSN 0409-2961

26
мая

*День
химика*



Антонычев С.В.	53
Метод магнитной дефектоскопии при экспертизе промышленной безопасности сварных резервуаров и сосудов, работающих под давлением <i>Magnetic-Particle Promising Technique at Conducting Industrial Safety Expertise of Welded Pressurized Tanks and Vessels</i>	
Страхование	57
<i>Insurance</i>	
Кравцов А.В.	57
Особенности страхования опасных объектов <i>Specifics of Hazardous Objects Insurance</i>	
Проблемы, суждения	60
<i>Views and Opinions</i>	
Каплин И.В., Жинова О.Ю., Каплин Е.И.	60
Некоторые проблемы пожарной безопасности при проектировании конструкций морских стационарных платформ на основе мониторинга атмосферы <i>Some Problems of Fire Safety when Designing Structures of Offshore Stationary Platforms</i>	
Нифадьев В.И., Воробьев А.Е., Муса М.Т.	64
Повышение экологической безопасности на нефтепроводах на основе мониторинга атмосферы <i>Increase of Ecological Safety at Oil Pipelines on the Basis of Atmosphere Monitoring</i>	
Анализ риска	66
<i>Risk Analysis</i>	
Костюков В.Н., Науменко А.П.	66
Нормативно-методическое обеспечение диагностики и мониторинга поршневых компрессоров <i>Normative-Methodical Support of Piston Compressors Diagnostics and Monitoring</i>	
Конференции, выставки, семинары	72
<i>Conferences, Exhibitions and Workshops</i>	
Повысить процент полезного использования попутного нефтяного газа	72
<i>Increase the Percentage of Associated Petroleum Gas Beneficial Use</i>	
Обсуждая законопроект об экспертизе промышленной безопасности	74
<i>Discussing the Draft Law on Industrial Safety Expertise</i>	
«Госзаказ – 2013»: откаты станут практически невозможны	76
<i>«State-Guaranteed Order – 2013»: Kickbacks will be Practically Impossible</i>	
От региональной энергетики и теплоснабжения до энергетической стратегии	78
<i>From Regional Power-Engineering and Heat Supply to Energy Strategy</i>	
4-я Международная выставка и конференция SAPE 2013	80
<i>4-th International Exhibition and Conference SAPE 2013</i>	
Обеспечить надежное и безопасное транспортирование нефти и газа	82
<i>Ensure Reliable and Safe Transportation of Oil and Gas</i>	
Информационные технологии в системе Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору	84
<i>Information Technologies in System of the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service</i>	
Обеспечение промышленной и экологической безопасности в современных условиях	87
<i>Ensuring Industrial and Ecological Safety under Present-Day Conditions</i>	
Консультации	30, 88
<i>Consultations</i>	
К 170-летию котлонадзора	90
<i>To 170-Years of Boiler Inspection Service</i>	
Паутов Е.В.	90
Тогда мне было 23 года <i>I was 23 Years Old at the Time</i>	
Ваше здоровье	92
<i>Your Health</i>	
Паис В.Л.	92
Ишемическая болезнь сердца <i>Coronary Heart Disease</i>	

Главный редактор

БУЙНОВСКИЙ Станислав Николаевич,
д-р техн. наук

Редакционная коллегия:

БОЖКО Дмитрий Ильич,
канд. техн. наук
ГОРЛОВ Александр Николаевич
ЕРМАК Геннадий Павлович,
канд. техн. наук
ЗУБИХИН Антон Владимирович,
канд. техн. наук
КАДУШКИН Юрий Викторович
КАПИЛУС Николай Иванович,
д-р юр. наук, проф.
КАРПЕНКО Сергей Пантелеевич
КИПКАЕВА Наталья Сергеевна,
ответственный секретарь
КЛОВАЧ Елена Владимировна,
д-р техн. наук, проф.
КРУЧИНИНА Ирина Антоновна,
д-р техн. наук
КРЫЛОВА Анна Петровна
ЛИСАНОВ Михаил Вячеславович,
д-р техн. наук
ЛОЦМАНОВ Андрей Николаевич
ЛУНЯКОВ Михаил Александрович,
канд. экон. наук
МАХУТОВ Николай Андреевич,
д-р техн. наук, чл.-кор. РАН
МИЛЛЕР Сергей Владимирович,
канд. хим. наук
ПЕРЕПЕЛИЦЫН Александр Иванович,
канд. техн. наук
ПЕЧЕРКИН Андрей Станиславович,
д-р техн. наук, проф.
ПИЛЯЕВ Николай Алексеевич,
зам. главного редактора
РЯБОВ Александр Алексеевич,
зам. главного редактора по связям с общественностью
СЕЛЕЗНЁВ Григорий Максимович
СИДОРОВ Вячеслав Иванович,
д-р техн. наук, проф.
СОРОКИН Александр Николаевич,
канд. техн. наук
ФЕОКТИСТОВ Александр Анатольевич,
канд. техн. наук
ФРОЛОВ Дмитрий Иванович
ХАМАЗА Александр Александрович
ШАЛАЕВ Валерий Константинович,
д-р техн. наук
ШАТАЛОВ Анатолий Алексеевич,
канд. техн. наук

Компьютерная подготовка и верстка —
С.В. Косторнова

Подписано в печать 20.05.13

Формат 60х90/8

Бумага мелованная

Печать офсетная

Тираж 9200 экз.

Зак. 13-2147

Цена 455 руб.

Отпечатано в ЗАО «Алмаз-Пресс».

121471, Москва, Рябиновая ул., д. 46.

Эл. почта: mgt@almaz-press.com.

Тел.: (495) 781-19-90; факс: (495) 781-19-70.

Редакция не несет ответственности за достоверность и точность приведенных фактов, экономико-статистических данных и прочих сведений, содержащихся в авторских публикациях. Редакция может публиковать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора. Перепечатка материалов, опубликованных в журнале «Безопасность труда в промышленности», только с разрешения редакции.

Материалы, представленные в редакцию, авторам не возвращаются.

За содержание рекламы ответственность несет рекламодатель.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ГОСТ Р 53563-2009

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Контроль состояния и диагностика машин

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Порядок организации

Издание официальное

Москва, Стандартинформ, 2009

ГОСТ Р 53563-2009

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ГОСТ Р 53564-2009

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Контроль состояния и диагностика машин

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Требования к системам мониторинга

Издание официальное

Москва, Стандартинформ, 2009

ГОСТ Р 53564-2009

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ГОСТ Р 53565-2009

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Контроль состояния и диагностика машин

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Вибрация центробежных насосных и компрессорных агрегатов

Издание официальное

Москва, Стандартинформ, 2009

ГОСТ Р 53565-2009

РИСКОМ

«Учрежденный заказчиком, проектная организация, контроль и мониторинг»
(Статус: Проектный центр - РИСКОМ)

Исходный документ на изготовление проектной документации по вопросам промышленной безопасности и охраны труда

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Стационарные поршневые компрессорные установки опасных производств: эксплуатационные нормы вибрации

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
СТО 03-007-11

Утвержден и введен в действие директором
Исходный документ на изготовление проектной документации
Введен в действие 26 октября 2012 г.

г. Москва, 2011

Стандарт организации СТО 03-007-11

РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ

РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА

Серия 03

Исходный документ на изготовление проектной документации по вопросам промышленной безопасности и охраны труда

АССОЦИАЦИЯ «РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА»

СТАНДАРТ АССОЦИАЦИИ

ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСНЫЕ И КОМПРЕССОРНЫЕ АГРЕГАТЫ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ НОРМЫ ВИБРАЦИИ

СА-03-001-05

2005

Стандарт «РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА» СА-03-001-05

РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ

РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА

Серия 03

Исходный документ на изготовление проектной документации по вопросам промышленной безопасности и охраны труда

АССОЦИАЦИЯ «РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА»

СТАНДАРТ АССОЦИАЦИИ

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АГРЕГАТОВ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Общие технические требования

СА-03-002-05

2005

Стандарт «РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА» СА-03-002-05



КОМПАКС® Система автоматической вибродиагностики и комплексного мониторинга состояния оборудования