Введение

На современном этапе реформирования и развития экономических и социальных отношений в Украине одним из главных для нее стратегическим заданием есть интеграция в европейские и мировые структуры, членство в ЕС и вхождения в Мировую организацию торговли.

Улучшение экономического состояния машиностроительных предприятий Украины невозможно без улучшения качества и конкурентоспособности продукции и снижения затрат ресурсов на ее создание.

Концепция увеличения эффективности, надежности и повышения безопасности продукции изложена в серии стандартов ИСО 9000 –ИСО 9004, принятых в качестве национальных стандартов во многих странах. Надежность и безопасность изделий на всех этапах их жизненного цикла являются аспектами качества продукции, которое характеризует ее способность удовлетворять установленным и предполагаемым потребностям общества. Требования общества – обязательства, вытекающие из законов, инструкций, правил, кодексов, уставов и других соображений относительно обеспечения качества изделий. Они становятся все более жесткими и более определенными. В Национальной программе улучшения состояния безопасности, гиены труда и производственной среды на 2001-2005 г. предусмотрено: «Разработка методики определения ресурса, реконструкции и выведения из эксплуатации физически изношенных или морально устаревших производственных зданий, сооружений, технологического оборудования объектов нефтегазового комплекса, которые не отвечают требованиям охраны труда и представляют потенциальную угрозу для жизни и здоровья работающих».

Контроль качества продукции – деятельность, включающая проведение измерений, экспертиз, испытаний для оценки одной или нескольких характеристик объекта, проверки его соответствие установленным требованиям по качеству, способности обеспечить декларированные изготовителем показатели надежности и безопасности продукции.

При проведении контроля и проверке качества продукции государственные надзорные органы и специализированные организации руководствуются нормативными актами и стандартами Украины. Поэтому изделия должны удовлетворять обязательным требованиям, соответствующих стандартов. Разработчик и изготовитель за нарушения обязательных требований нормативных документов (стандартов, норм, правил) выплачивают штрафы и, кроме того, устраняют нарушения за свой счет, а также, по требованию заказчика (потребителя), возмещают ему убытки.

Разработчик и изготовитель изделий несут ответственность за декларированные показатели на всех этапах жизненного цикла. Потребитель – работодатель несет ответственность за безопасную эксплуатацию изделий, за обеспечение требуемых режимов работы и технического состояния, за своевременное проведение проверок и ремонтов.

Следует отметить следующие аспекты качества продукции:

а) определение требований к продукции и приведение их к современному уровню;

б) разработка продукции, характеристики которой позволяют отвечать требованиям и возможностям рынка и иметь необходимую потребителям ценность;

в) обеспечение производства качественной продукции (соблюдения требований, заложенных разработчиком при проектировании изделий);

г) обеспечение технического обслуживания изделий в процессе их эксплуатации, для поддержания требуемого уровня надежности и безопасности.

В соответствии с законодательными актами Украины государственный надзор распространяется на проектные, проектно-конструкторские и научно- исследовательские организации, машиностроительные и приборостроительные предприятия (независимо от их организационно-правовых форм). Государственные инспекторы осуществляют проверку объектов в части обеспечения ими технологичности, качества (надежности и безопасности) изготовляемого оборудования и приборов. Надзору подлежит научно-техническая продукция, проектная и конструкторская документация, изделия машиностроения (машины, аппараты, сосуды, технологические трубопроводы, трубопроводная арматура, сборочные единицы, элементы, детали, строительные конструкции). В перечень поднадзорной продукции входят также приборы контроля и регулирования технологических процессов, программно-технические комплексы управления технологическими процессами, системы противоаварийной защиты, их элементы, объекты повышенной опасности, внезапный отказ которых при эксплуатации может привести к авариям, тяжелым экологическим последствиям и человеческим жертвам [1].

**1. Компрессоры. Общие сведения**

Компрессорная техника занимает особое место в истории и в современной жизни человечества. Компрессоры менее известны общественности, и даже технической общественности, чем другие энергетические машины. При этом они принадлежат к наиболее распространенным техническим устройствам во всех базовых отраслях промышленности, энергетике, транспорте, да и в быту (компрессора бытовых холодильников, домашние вентиляторы).

Более того, историки техники утверждают, что примитивные компрессоры были первыми техническими устройствами на службе человечества.

Прогресс энергетики, химии, нефтехимии, холодильной техники, добыча и использование нефти и газа базируется на широком применении компрессоров с широчайшим диапазоном мощности и развиваемого давления. Такое широкое применение обеспечивает постоянный рост мирового производства компрессоров, вне зависимости от экономической конъюнктуры. В высокоразвитых странах компрессоры являются важной экспортной продукцией. Например, в ФРГ в 90-х годах ежегодный рост производства компрессоров составлял 10 %, при доле экспорта 65 %.

Древность происхождения не мешает компрессорам быть образцом применения высочайших технологий и динамичности развития. Скажем, у турбокомпрессоров окружные скорости на периферии лопаток равны скоростям сверхзвуковых самолетов, что объясняет сложность возникающих газодинамических проблем. Сложность механических проблем вытекает, в частности из того, что в поле центробежных сил каждая из десятков лопаток крупного осевого компрессора создает в месте присоединения к ротору нагрузку в десятки тонн.

Среди энергетических машин (компрессоры преобразуют механическую энергию двигателя в энергию сжатого газа) компрессоры, безусловно, выделяются наибольшим разнообразием принципов действия, конструкцией, диапазоном мощностей, давлений. При этом разные компрессоры часто используются в одних технологических линиях, производятся на одних предприятиях и, в целом, относятся к одному классу энергетических машин. Достоин уважения дар предвидения руководителей Ленинградского политехнического института, организовавших — впервые в мире — подготовку специалистов по всем типам компрессоров и всем аспектам компрессорной техники задолго до современного «компрессорного бума» [2].

Основными видами компрессорного оборудования являются:

компрессоры общего назначения;

компрессоры специальные (воздушные и газовые);

передвижные компрессорные станции (общего и специального назначения);

нагнетатели, воздуходувки (газодувки);

компрессоры — вакуумные насосы.

Компрессоры общего назначения занимают обширную область применения и наибольший объем выпуска по количеству.

Они предназначены для сжатия воздуха давлением до 8-12 кгс/см2, используемого на различные технологические нужды промышленных предприятий. Наиболее распространенными типами машин этого класса являются: поршневые, винтовые, центробежные.

Компрессоры специального назначения предназначены для сжатия различных газов (в том числе агрессивных), а также подачи их в технологические линии, установки, магистральные газопроводы или для обеспечения технологических процессов различных производств.

Передвижные компрессорные станции (ПКС) выпускаются двух типов: общего и специального назначения. ПКС общего назначения предназначены для сжатия атмосферного воздуха до 9-13 кгс/см2. ПКС специального назначения изготовляются на повышенные (свыше 13 кгс/см2) давления воздуха и газов.

Нагнетатели и воздуходувки представляют собой класс машин с небольшой степенью повышения давления (до 2). Они предназначены для сжатия и подачи, а также отсосов воздуха и газов а различных производствах [3].

Основные тенденции развития компрессоростроения, как и энергетического машиностроения в целом, заключаются в следующем:

повышение экономичности и надежности оборудования; обеспечение высокого уровня автоматизации; блочно-комплектная поставка, обеспечивающая сооружение и сдачу производственных объектов под ключ; сокращение цикла создания и поставки новых образцов; создание оборудования на основе унифицированных модулей, что обеспечивает повышение серийности отдельных узлов и систем и, соответственно, снижение трудоемкости производства и потребности в запасных частях в процессе эксплуатации, а также повышение уровня ремонтопригодности [2].

Прогрессивность компрессоров, как и большинства изделий машиностроения, принято оценивать минимальными затратами на их создание и эксплуатацию. Такими преимуществами обладают винтовые и центробежные компрессоры. Малая масса и габариты, компактность, простота конструкции, более высокая долговечность, малые эксплуатационные затраты обусловили более высокий диапазон их применения.

В последнее время особое распространение эти типы компрессоров получили в нефтяной, газовой, химической и др. отраслях промышленности.

Компрессоростроение в Украине представляет собой достаточно развитую отрасль промышленности и на настоящий момент производит широкую гамму компрессорного оборудования практически для всех отраслей экономики страны.

Мировой тенденции развития технологии сжатого воздуха является все более широкое применение винновых компрессорных установок, которые повсеместно вытесняют другие типы компрессоров.

**2. Контроль качества компрессорного оборудования**

В настоящее время ТК 28 «Компрессоры» разработал в соответствии с требованиями международных стандартов целый перечень нормативных документов для контроля качества (надежности и безопасности) компрессорного оборудования, требования которых необходимо учитывать при контроле качества КО на все стадиях его жизненного цикла.

Проверка качества продукции машиностроительных предприятий и технического состояния компрессорного оборудования на местах его эксплуатации показала, что многие нормативные требования предприятиями не соблюдаются. Поэтому для повышения показателей качества (надежности и безопасности) целесообразно требования нормативных документов конкретизировать и обеспечить контроль за соблюдением этих требований всеми предприятиями не зависимо от форм их собственности. Целесообразно запретить производство и ввоз на территорию Украины продукции, которая не отвечает современным требованиям по надежности и безопасности. Объекты, которые выработали назначенный ресурс или являются опасными для жизни или здоровья работающих или населения, необходимо вывести из эксплуатации, если нельзя или экономически не целесообразно обеспечить их дальнейшую безопасную эксплуатацию.

В соответствии с Инструкцией о порядке проведения государственного надзора за соблюдением стандартов, норм и правил Госстандарт Украины и его территориальные центры (ГЦСМС) осуществляют надзор за соблюдением нормативных документов Украины (исключая строительные нормы и правила) при разработке, производстве, выпуске, хранении, транспортировании, использовании, эксплуатации, реализации и утилизации продукции субъектами предпринимательской деятельности. Периодический государственный надзор осуществляется в форме инспекционного контроля путем проведения плановых (один раз в календарный год) и внеплановых, которые проводятся на основании решений Кабинета министров Украины и по просьбе потребителей продукции. В случае систематических претензий к качеству продукции или отсутствии условий для ее стабильного выпуска вводится постоянный контроль продукции. Введение и отмена постоянного контроля качества продукции осуществляется приказом ГЦСМС, на территории которого находится предприятие. Государственный надзор распространяется на импортную и экспортируемую продукцию. При контроле ее качества также проверяются требования, предусмотренные контрактом (договором).

При контроле качества машиностроительной продукции устанавливают и анализируют следующее:

- материалы предыдущих проверок ГЦСМС, выполнение предписаний и постановлений;

- наличие разрешения на производство и реализацию продукции, разрешения на временное отклонения от требований стандартов и правил, а также санитарно-гигиенического заключения, декларации безопасности (для объектов повышенной опасности) и проведение ее научно-технической экспертизы, сертификата соответствия на продукцию, подлежащей обязательной сертификации;

- наличие акта приемочных испытаний продукции, оформленного в соответствии с требованиями стандартов системы разработки и поставки продукции на производство, результатов определения и контроля основных показателей надежности, программ обеспечения надежности и стабильности качества производства;

- наличие и количество рекламаций, а также информации по качеству (надежности, безопасности), по эксплуатационным и потребительским характеристикам продукции, полученной от основных ее потребителей, производственных и ремонтных предприятий, учреждений и организаций;

- противоречия в требованиях стандартов, норм и правил;

- порядок контроля качества продукции на предприятии, в том числе наличие испытательных лабораторий и сведения об их аккредитации, периодичность проведения периодических испытаний продукции и соответствие их действующим нормативным документам.

Инспектор организует отбор образцов продукции и определяет объем ее проверки с учетом требований ГОСТ 18242 (статистическими методами), рекламаций на продукцию, состояния производства и результатов анализа проверки:

- состояния и наличия нормативных документов на продукцию, которая проверяется (правильность ее оформления и регистрации, своевременное внесение изменений, срок их действия, соответствие их действующим стандартам, нормам и правилам, а также наличие тех, на которые имеются ссылки в НД на продукцию);

- обеспечение контроля средствами измерений и испытаний, а также готовности их и испытательных подразделений к проведению контроля с нормированной точностью;

- правильности оформления сертификатов соответствия на продукцию, которая подлежит обязательной сертификации;

- правильности оформление декларации безопасности, прежде всего, для объектов повышенной опасности.

Инспектор при необходимости поручает проведение испытаний продукции специализированным предприятиям (испытательным центрам), ГЦСМС или другим предприятиям, которые имеют испытательную базу, аттестованную в установленном порядке. Затраты на транспорт, а также стоимость испытаний продукции относятся к затратам субъекта производственной деятельности, который проверяется, как и затраты на проведения повторной проверки.

При проверке соблюдения технологической дисциплины устанавливают:

- состояние технологической дисциплины на операциях, которые определяют качество деталей, сборочных единиц и готовых изделий;

- наличие контроля технологического процесса, а также входного контроля качества покупных изделий;

- наличие на рабочих местах технологических карт, рабочих инструкций, описаний, рецептур, регламентов и их соблюдение;

- наличие контроля прочности ответственных деталей, аккредитации лаборатории неразрушающего контроля и аттестации ее специалистов, поверки технических средств;

- обеспечение производственных подразделений оснасткой, ее состояние;

- соблюдение графиков периодического контроля технологического оборудования, оснастки, а также графиков планово-предупредительных ремонтов;

При проверке соблюдения метрологических норм и правил устанавливают:

- обеспечение технологических операций средствами измерительной техники (СИТ) и методиками выполнения измерений;

- состояние СИТ и соответствие условий их эксплуатации требованиям эксплуатационных документов;

- влияние нарушений метрологических норм и правил на качество продукции, которая выпускается.

Проверкой установлено, что на многих предприятиях не выполняются, следующие требования: - не определяются и не контролируются показатели надежности изделий, отсутствуют программы обеспечения основных показателей надежности, а также недостаточно полно установлены критерии отказов и предельных состояний составных частей компрессорного оборудования (КО); - отсутствуют декларации безопасности КО, которое входит в состав многих объектов повышенной опасности; - снизилось качество проектирования и изготовления, монтажа и ремонта КО, а также его систем управления, контроля и противоаварийной защиты, что неблагоприятно влияет на показатели безопасности производств; - недостаточно уделяется внимание определению и контролю вибрационных и шумовых характеристик продукции и оценке по их значениям стабильности качества ее производства статистическими методами; - техническое состояние КО и методы его контроля на местах эксплуатации не удовлетворяет требованиям нормативных документов; - при ремонте КО не всегда контролируется прочность ответственных деталей, при деффектации составных частей производится проверка не всех требований и отсутствует в полном объеме необходимая нормативная документация для ремонта, а также не обеспечивается необходимый контроль качества их ремонта и качества покупных изделий (особенно подшипников качения, качество которых значительно ухудшилось); - при производстве, ремонте и эксплуатации не внедряются прогрессивные методы контроля технического состояния составных частей КО и не определяются значения их базовых вибрационных характеристик для определения причин ухудшения качества производства КО, периодической оценки и продления их назначенного ресурса, а также для технического обслуживания и ремонта по техническому состоянию; - своевременно не пересматриваются нормативные документы и не вносятся в них изменения (внедрение новых нормативных документов). Требования по обеспечению безопасности КО приведены в Вестнике ННИИОТ и в статье. Требования по контролю и обеспечению показателей надежности составных частей КО приведены в нормативных документах. Нормативы на техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт КО, а также концепция диагностики технического обслуживания и ремонта приведены в нормативных документах. Критерии отказов и предельных состояний составных частей КО устанавливают с целью единой идентификации основных технических состояний изделия (исправного, работоспособного, неработоспособного, непредельного, предельного) разработчиком, изготовителем и потребителем в соответствии с требованиями стандартов по надежности. Критерии отказов и предельных состояний составляют из числа контролируемых (органолептическими, экспериментально-расчетными методами или с помощью технических средств диагностики) признаков неработоспособности или предельного состояния изделия. В зависимости от вида последующих действий контролируемый признак относят или к критериям отказа (если для восстановления работоспособного состояния требуется произвести текущий ремонт) или к критериям предельного состояния (если восстановление работоспособного состояния невозможно, нецелесообразно или требуется проведение среднего или капитального ремонта). При составлении номенклатуры критериев отказов и предельных состояний следует обеспечивать: а) простоту обнаружения неработоспособного состояния; б) минимальное запаздывание между моментом возникновения отказа (предельного состояния) и моментом его обнаружения; в) однозначность и максимальную достоверность соответствия признака и состояния объекта. Критериями отказов и предельных состояний для КО следует считать: - сбои и неисправности системы контроля, управления и противоаварийной защиты; - нарушения режима работы системы смазки кинематических пар; - неисправность газовых уплотнений; - ослабления в опорной системе агрегата и снижение жесткости опорных конструкций; - повышение давления перекачиваемой (сжимаемой) среды сверх допускаемых значений, указанных в эксплуатационной инструкции изготовителя и технических условиях по ремонту оборудования; - появление посторонних стуков; - превышение норм вибрации, установленных для границы технического состояния «допустимо» (ДСТУ 3160 – ДСТУ 3163); - нарушение условий безопасности работающих, если это вызвано работающим оборудованием; - трещины или разрушение (нарушение герметичности) трубопроводов, аппаратов, холодильников и сосудов (которые входят в состав поставки оборудования); - неисправность регулирующей и запорной арматуры; - появление характерных неисправностей, при которых оборудование должно быть остановлено (перечень приводится разработчиком в инструкции по эксплуатации и в технических условиях по ремонту, в паспорте или формуляре оборудования); - снижение производительности и КПД оборудования при номинальном давлении, а также снижение конечного давления (напора, отношения давления), предельная величина которых указывается разработчиком в инструкции по эксплуатации и в технических условиях по ремонту оборудования, а также приводится в стандартах по общим техническим условиям на оборудование; - снижение прочности ответственных деталей составных частей оборудования сверх допускаемого разработчиком предела (технические условия на ремонт, паспорт или формуляр);

- предельный износ ответственных деталей, изменение взаимного расположения деталей, допусков и посадок (технические условия на ремонт, паспорт или формуляр на оборудование).

Номенклатуру и численные значения основных показателей надёжности, критерии отказов и предельного состояния целесообразно уточнять для разных периодов эксплуатации КО (до первого капитального ремонта, до назначенного ресурса, после его продления).

Своевременное выявление дефектных узлов и деталей КО обеспечивается при применении методов и средств виброакустической и параметрической его диагностики. По изменениям вибрационных характеристик и основных показателей назначения КО достаточно надежно оценивают качество изготовления его составных частей, износ и деформацию деталей, изменение их взаимного расположения, а также неблагоприятный режим работы, но по ним нельзя оценить запас прочности деталей и концентрацию вредных веществ в воздухе. Своевременное проведение контроля прочности ответственных деталей составных частей КО методами неразрушающего контроля, которые должны быть указаны в эксплуатационной документации изготовителя или в общих технических условиях на ремонт оборудования, с учетом контроля изменения химического состава материала, обеспечивает требуемую безопасность объекта контроля. Аттестация рабочих мест позволяет обеспечить безопасность обслуживающего персонала и оценить загрязнения окружающей среды. Контроль и периодический анализ основных показателей надежности (наработка на отказ ответственных деталей и среднего ресурса до капитального ремонта) позволяет своевременно разрабатывать мероприятия по повышению безопасности оборудования. В стандартах Украины установлено: - перечень вибрационных характеристик для оценки работоспособности компрессоров и вибрационного воздействия на работающих; - приведена классификация вибрационных характеристик и дано их определение; - четыре уровня контроля технического состояния машин (по общим значениям параметров вибрации, по их значениям в третьоктавных полосах и узких полосах, по интенсивности основных виброакустических источников); - метод оценки технического состояния подшипников по изменению общих значений виброскорости и по уровню субгармонических колебаний. Уровень субгармонических колебаний не должен превышать 0,5 мм/с. Компрессоры не рекомендуется эксплуатировать при внезапном и необратимом изменении виброскорости на 1 мм/с в двух или более точках, а также при непрерывном росте виброскорости в течение 2-3 суток на 3 мм/с в любой из точек контроля; - требования к разделам технической документации компрессорного оборудования в части вибрации, качества производства, надежности; - требования к режиму работы компрессора во время его испытаний, а также объем вибрационного исследования опытного образца; - методы определения значений гарантированных и базовых вибрационных характеристик; - правила оценки стабильности качества серийного производства (или ремонта) компрессного оборудования и технического состояния его составных частей при эксплуатации; - требования по определению и контролю параметров надежности, по прогнозированию остаточного ресурса составных частей компрессорного оборудования; - требования по защите обслуживающего персонала от вибрационного воздействия компрессорного оборудования. Вибрационные характеристики машин необходимо определять при проведении приемочных, периодических, типовых, сертификационных и приемо-сдаточных испытаниях, а также при эксплуатации. Изготовители при приемочных и квалификационных испытаниях компрессорного оборудования должны определить вибрационные характеристики составных частей компрессорного оборудования (перечень их установлен в ДСТУ 3160, а точки контроля и методы в ДСТУ 3161 – ДСТУ 3163), основные показатели надежности и оценить вибрационную безопасность объекта исследования. При серийном производстве компрессорного оборудования по ДСТУ 3163 необходимо проводить выборочный вибрационный контроль месячных (или квартальных) партий выпускаемой продукции и оценивать стабильность ее качества. В Украине из-за отсутствия недорогих технических средств и необходимого программного обеспечения по мониторингу и диагностике, обязательной сертификации качества компрессорного оборудования сдерживалось внедрение стандартов ДСТУ 3160 – ДСТУ 3163, которые можно использовать и для других промышленных машин. Необходимо только уточнить требования по режиму работы машины. Сейчас эта задача решена. Требования к определению и контролю шумовых характеристики КО установлены в сборнике ГОСТ 12.2.016.1 – ГОСТ 12.2.016.5 Шумовые характеристики КО по ГОСТ 12.2.016.1 подразделяются на шумовые характеристики источников шума и шумовые характеристики мест нахождения людей. Перечень шумовых характеристик установлен в ГОСТ 12.2.016.1, а методы их определения в ГОСТ 12.2.016.2 - ГОСТ 12.2.016.4. Построение (изложение, оформление, содержание) технических документов, методика определения гарантированных и технически достижимых их значений, правила приемки КО по шуму необходимо проводить по ГОСТ 12.2.016.5. Шумовые характеристики КО необходимо определять при приемочных испытаниях и контролировать при периодических, типовых и сертификационных его испытаний. Оценку шумобезопасности КО необходимо проводить по ГОСТ 12.2.016.1, а защиту работающих по ГОСТ 12.2.016.5. Следует отметить, что санитарно-гигиенические нормы вибрации машин установлены в ГОСТ 12.1.012-90. Это стандарт пересмотрен с целым комплексом стандартов, связанных с воздействием вибрации на человека. В общей структуре этого комплекса, по аналогии с европейскими стандартами, выделены три уровня. Стандарты типа А устанавливают общие правила оценки общей и локальной вибрации. Стандарты типа В устанавливают общие требования к проведению испытаний для заявления и подтверждения вибрационных характеристик машин и оборудования. Стандарты типа С развивают положения стандартов группы В в отношении конкретных видов продукции. Европейские стандарты последней группы называются испытательными кодами. Поэтому при оценке вибробезопасности КО необходимо учитывать требования новых нормативных документов. В настоящее время разработаны основополагающие стандарты по определению и декларации шумовых характеристик машин, а также завершается разработка стандарта ИСО по контролю шума КО. Эти стандарты вводят новую шумовую характеристику – корректированный по частотной характеристике С шумомера пиковый уровень звукового давления излучения (дБС), а также ужесточают требования к определению и контролю шума машин. Они требуют применения технического или точного метода определения шумовых характеристик для целей сертификации и заявления шумовых характеристик (их декларации), а также устанавливают более жесткие требования к условиям проведения шумовых испытаний машин.

Для решения вопросов повышения качества и конкурентоспособности компрессорного оборудования (КО), обеспечения безопасной его эксплуатации при ГП «Сумыстандартметрология» (ГЦСМС) создан филиал «Специализированный научно-технический, эксперно-испытательный центр» (СпецНТЭИЦ ГП НТЦ «Сумыстандартметрология»). Основные задачи этого центра в сфере научной деятельности: - проведение научно-технических исследований, создание банков и баз данных (по нормативным требованиям к КО, а также к его системам; по критериям его отказов и предельных состояний; по качеству производства и ремонта, а также по техническому состоянию; по базовым и эталонным его характеристикам, а также по технически достижимым шумовым характеристикам и др.); - анализ и сравнение результатов обследований КО и его систем, а также показателей их качества и разработка программ обеспечения конкурентоспособности, надежности и безопасной его эксплуатации; - научно-техническая экспертиза разрабатываемого, производимого и действующего КО, а также систем его управления, контроля, защиты и диагностики (далее систем) требованиям и нормам действующего законодательства Украины в области качества (надежности, безопасности). Оценка соответствия его современному уровню научных и технических знаний, а также заложенных в проект безопасности эксплуатационных показателей и надежности, действующему законодательству Украины; - разработка методологических и основных принципов обеспечения качества КО, а также нормативных документов Украины и гармонизация государственных стандартов Украины со стандартами СНГ, европейскими и международными; - отработка предложений по совершенствованию нормативной и технической базы обеспечения необходимого качества и конкурентоспособности КО изготавливаемого предприятиями Украины; - внедрение мероприятий по развитию технического регулирования национальных систем стандартизации, испытаний, контроля и диагностики составных частей КО; - разработка рекомендаций по принципам и заданиям в области аккредитации испытательных лабораторий по качеству КО и их персонала; - метрологическая проверка систем КО при определительных и контрольных испытаниях, после монтажа и ремонта: - поверка (калибровка) технических средств для измерения и анализа параметров вибрации и диагностики КО; - совершенствование и внедрение систем качества, увеличение конкурентоспособности продукции предприятий Украины на внешних рынках; - проверка соответствия декларируемых показателей качества (безопасности и надежности) КО и его систем при определительных и контрольных испытаниях, после монтажа и ремонта, а также программ обеспечения качества (надежности и безопасности); - организация и проведение оценки качества производства и ремонта КО, а также технического состояния на местах постоянной эксплуатации и разработка программ обеспечения надежной и безопасной эксплуатации [1].

компрессорный оборудование контроль качество

**3. Сфера применения**

Настоящий стандарт распространяется на компрессоры, жидкостно-кольцевые вакуум-насосы, компрессорные станции и устанавливает номенклатуру показателей качества, включаемых в разрабатываемые и пересматриваемые стандарты на продукцию, технические задания на ОКР, технические условия, карты технического уровня и качества продукции.

Номенклатура показателей включает классификационные и оценочные показатели.

Классификационные показатели характеризуют назначение и область применения данного вида продукции. Оценочные показатели характеризуют функциональные, ресурсосберегающие и природоохранные свойства продукции.

В зависимости от специфических особенностей продукции и условий её применения в номенклатуре оценочных показателей могут отсутствовать некоторые из указанных показателей.

Допускается вводить в состав оценочных показателей другие показатели, характерные для рассматриваемой продукции, в том числе появившиеся в результате технического прогресса.

Значения показателей оцениваемой продукции определяется по нормативно-технической документации[4].

#### 3.2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте даны ссылки на следующую литературу:

1) ГОСТ 27.002-89 Надёжность в технике. Системы технологические. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 22954-78

2) ГОСТ 23941-79 Шум. Методы определения шумовых характеристик. Общие требования.

3) ГОСТ 12.1.012-78 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. – Взамен ГОСТ 12.1.012-78, ГОСТ 12.1.034-81, ГОСТ 12.1.042-84, ГОСТ 12.1.043-84

4) ГОСТ 12.1.023-80 ССБТ. Шум. Методы установления значений шумовых характеристик стационарных машин.

5) ГОСТ 12.1.026-80 ССБТ. Шум. Определение шумовых характеристик источников шума в свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью. Технический метод.

6) ГОСТ 12.1.028-80 ССБТ. Шум. Определение шумовых характеристик источников шума. Ориентировочный метод.

7) РД 26-12-32-80

8) РД 26-12-8-85 КС КЭП и КР Компрессоры. Методические указания по прогнозированию надёжности на стадиях проектирования.

9) МР 242-87

Термины и определения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование показателя качества | Номер показателя | | Пояснения |
| Габаритные размеры  Охлаждение  Расход охлаждающей воды  Сжимаемый газ  Температура начальная  Температура конечная  Температура охлаждающей воды  Тип  Частота вращения | 2.1.11  2.1.7  2.3.4  2.1.4  2.1.5  2.1.6  2.1.9  2.1.8  2.1.10 | | Максимальные размеры компрессора (насоса) в сборе без учёта устанавливаемых отдельно пусковой арматуры, газосборников, щитов контроля и др. систем.  Среда, подаваемая на охлаждение.  Номинальное количество воды, расходуемое на охлаждение газа.  Наименование газа или состав газовой смеси.  Температура газа на входе в компрессор.  Температура газа на выходе из компрессора.  Начальная температура воды, поступающей на охлаждение компрессора.  Принцип сжатия.  Число оборотов вала (ротора) компрессора в единицу времени. |
| Удельная мощность | 2.3.1 | | Отношение мощности на валу приводного двигателя к объёмной производительности компрессора, приведённой к начальным условиям состояния газа. |
| Изотермный КПД  Удельный расход охлаждающей воды:  для компрессоров общего назначения  для компрессоров специального назначения  Удельный расход масла на унос:  для компрессоров общего назначения  для компрессоров специального назначения  Удельная трудоёмкость изготовления:  для компрессоров общего назначения  для компрессоров специального назначения | 2.3.2  2.3.4  2.3.5  2.6.2 | Отношение изотермной мощности компрессора к мощности на валу компрессора  Количество воды, расходуемое на охлаждение, отнесённое к единице производительности  Количество воды, расходуемое на охлаждение, отнесённое к изотермной мощности  Количество безвозвратно расходуемого масла, отнесённое к единице производительности  Количество безвозвратно расходуемого масла, отнесённое к изотермной мощности  Суммарная трудоёмкость, отнесённая к единице производительности  Отнесённая к изотермной мощности | |

**4. Применяемость показателей качества**

Перечень основных показателей качества:

1. производительность, приведённая к начальным условиям;
2. давление начальное, номинальное;
3. давление конечное, номинальное;
4. средний ресурс до капитального ремонта;
5. удельная мощность (для компрессоров общего назначения);
6. изотермный КПД (для компрессоров специального назначения);
7. удельная масса.

Пояснения к стандарту

Выбор показателей качества устанавливает перечень наименований количественных характеристик свойств компрессорного оборудования (КО), входящих в состав его качества и обеспечивающих оценку уровня качества КО.

Обоснование выбора номенклатуры показателей качества производится с учётом:

назначения и условий использования КО;

анализа требований потребителя;

задач управления качеством КО;

состава и структуры характеризуемых свойств;

основных требований к показателям качества.

В данном стандарте по характеризуемым свойствам описаны следующие группы показателей: назначения; экономного использования сырья, материалов, топлива и энергии; надёжности (безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтопригодность); эргономические; эстетические; технологические; стандартизации и унификации.

Показатели качества должны отвечать следующим основным требованиям:

способствовать обеспечению соответствия качества КО потребностям народного хозяйства и населения;

быть стабильными;

способствовать планомерному повышению эффективности производства;

учитывать современные достижения науки и техники и основные направления технического прогресса в отраслях народного хозяйства;

характеризовать все свойства КО, обуславливающие его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с его назначением;

Показатели назначения характеризуют свойства КО, определяющие основные функции, для выполнения которых оно предназначено, и обуславливают область применения.

Показатели экономного использования сырья, материалов, топлива и энергии характеризуют свойства изделия, отражающие его техническое совершенство по уровню или степени потребляемого им сырья, материалов, топлива и энергии.

Показатели надёжности. Надёжность является одним из основных свойств КО. Чем ответственнее функции, тем выше должны быть требования к надёжности. Недостаточная надёжность компрессоров приводит к большим затратам на ремонт и поддержание их работоспособности в эксплуатации.

Надёжность — это свойство КО сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Надёжность включает в себя безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость.

Эргономические показатели характеризуют удобство и комфорт эксплуатации КО на этапах функционального процесса.

Классификация и номенклатура эргономических показателей включает:

1. показатели, характеризующие степень соответствия КО эргономическим требованиям к рабочей позе, зонам досягаемости, хватке руки, в том числе соответствия КО и его элементов:

2) размерам и форме тела человека и его частей;

распределение массы тела человека.

1. показатели, характеризующие непосредственное влияние среды использования и влияние КО через среду на эффективность деятельности человека:

4) уровень микроклиматических факторов (температуры, влажности, давления);

5) характеристики освещения;

6) уровень шума, вибрации и перегрузок;

7) уровень излучений.

Экологические показатели характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду, возникающих при эксплуатации КО.

При оценке уровня качества продукции с учётом экологических показателей необходимо исходить из требований (норм) по охране окружающей среды. Эти требования и нормы определяются:

стандартами, рекомендациями, правилами СЭВ, ИСО и других международных организаций, занимающихся вопросами охраны природы;

принятыми международными техническими регламентами и нормами;

системой государственных стандартов в области охраны и улучшения использования природных ресурсов и другими нормативными документами в этой области.

Показатели безопасности характеризуют особенности КО, обеспечивающие безопасность человека при эксплуатации, монтаже, обслуживании, ремонте, хранении, транспортировании от механических, электрических, тепловых воздействий, акустических шумов и т. п.

Показатели безопасности должны учитывать требования, выполнение которых обеспечивает защиту человека, находящегося в зоне возможной опасности, от вредных для его здоровья воздействий.

При оценке уровня качества продукции с учётом показателей безопасности необходимо исходить из требований (норм) по безопасности.

Требования и нормы безопасности человека определяются:

Системой государственных стандартов по безопасности труда;

Правилами и нормами по технике безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии;

Стандартами, рекомендациями, правилами СЭВ, ИСО, публикациями МЭК и других международных организаций по стандартизации, а также принятыми международными регламентами и нормами.

Эстетические показатели характеризуют эстетические свойства КО. Совершенство производственного исполнения определяется следующими показателями качества: тщательностью покрытия и отделки поверхности; чистотой выполнения сопрягающихся поверхностей; чёткостью исполнения фирменных знаков, указателей, упаковки и сопроводительной документации, т. е. этими показателями характеризуется товарный вид КО.

Оценка эстетических показателей качества конкретных образцов компрессоров проводится экспертной комиссией. За критерий эстетической оценки принимается ранжированный (эталонный) ряд аналогичного класса и назначения, составляемый экспертами на основе базовых образцов, представляемых в комиссию организацией – изготовителем и отобранных экспертами.

Показатели технологичности характеризуют свойства состава и структуры или конструкции КО, определяющие его приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и восстановлении для заданных значений показателей качества КО, объёма его выпуска и условий выполнения работ.

В нашем случае к показателям технологичности относятся: удельная трудоёмкость изготовления изделия и коэффициент использования материалов.

Удельная трудоёмкость изготовления изделия определяется по формуле:

, (3.1)

где Т - суммарная трудоёмкость изготовления КО;

В - определяющий параметр КО.

Суммарную трудоёмкость рассчитывают по формуле:

, (3.2)

где ti - трудоёмкость по отдельным видам работ, входящим в технологический процесс изготовления КО;

к - количество видов работ.

Важным показателем технологичности, характеризующим эффективность использования материальных ресурсов при изготовлении КО, является коэффициент использования материала и определяется по формуле:

, (3.3)

где Мг - количество (масса) материала в готовой продукции, кг;

Мв - количество (масса) материала, введённого в технологический процесс, кг.

Показатели стандартизации и унификации характеризуют насыщенность КО стандартными, унифицированными и оригинальными частями, а также уровень унификации с другими изделиями. Составными частями изделия являются входящие в него детали, сборочные единицы, комплекты и комплексы. Для единообразия в подсчётах показателей стандартизации и унификации составные части изделий подразделяют на стандартные, унифицированные и оригинальные.

К стандартным относят составные части изделия, выпускаемые по государственным, республиканским или отраслевым стандартам.

К унифицированным относят:

составные части изделия, выпускаемые по стандартам данного предприятия, если они используются хотя бы в дух различных изделиях, изготавливаемых этим предприятием;

составные части изделия, не изготавливаемые на данном предприятии, а получаемые им в готовом виде как комплектующие составные части;

заимствованные составные части изделия, т. е. ранее спроектированные как оригинальные для конкретного изделия и примененные в двух и более изделиях.

Составные части можно заимствовать и у изделий, снятых с производства, при условии, что эти части отвечают современным требованиям и техническая документация на их изготовление сохранилась.

К оригинальным относят составные части изделия, разработанные только для данного изделия [5]

Следовательно, можно сделать вывод, что разработка стандарта организации «Компрессоры. Номенклатура показателей качества» помогает определить по каким показателям следует оценивать компрессорное оборудование, чтобы оно полностью соответствовало требованиям нормативно-технической документации и удовлетворяло потребности потребителей.

**Список использованных источников**

1. Компрессорная техника и пневматика в XXI веке: XIII Международная научно-техническая конференция по компрессоростроению. - Сумы: Изд-во СумГУ, 2004. - 255 с.
2. Состояние технического уровня производства в компрессоростроении за 1984 год. - Сумы: Изд-во ВНИИкомпрессормаш, 1985. - 113 с.
3. Родельс Б.М., Стеценко А.А., Стеценко О.А. Основные требования нормативных документов Украины по обеспечению показателей качества компрессорного оборудования. – Сумы: ООО Научно–технический центр «Диагностика»; ГП «Сумыстандартметрология».
4. РД 24.212.03-90. Компрессоры. Номенклатура показателей качества.
5. Леонов И.Г., Аристов О.В. Управление качеством продукции: Учебное пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство стандартов, 1990. - 223 с.