

УДК 331.453

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Измайлова Д. З., канд. пед. наук, доцент кафедры ПАСОПиТБ,

Костерина А.И., Шадрина Е.П., курсанты гр. ТБ-15-1

Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П.

Бугаева, г. Ульяновск (432071, Приволжский федеральный округ, Ульяновская область,

город Ульяновск, улица Можайского, дом 8/8, e-mail: idz197301@gmail.com)

**Аннотация:** Методы неразрушающего контроля в настоящее время широко используются в различных отраслях промышленности, именно поэтому данная тема является актуальной. Диагностические исследования технического состояния материалов, используемых на различных производствах, в том числе эксплуатирующийся в опасных условиях, невозможны без эффективно действующих, оборудованных современной техникой и инструментом, лабораторий неразрушающего контроля. Они являются ключевым звеном в системе надзора и контроля опасных производственных объектов. От работы этих диагностических органов непосредственно зависит отечественная промышленная безопасность опасных производственных объектов. Данная работа является анализом методов неразрушающего контроля, негативного влияния приборов неразрушающего контроля на специалистов, а так же рассмотрены основные нормативные документы по вопросам охраны труда специалистов лабораторий неразрушающего контроля. (NDT methods are now widely used in various industries, which is why this topic is relevant. Diagnostic study of technical condition of materials used in different industries, including operating in hazardous conditions, is impossible without efficient, equipped with modern equipment and tools, nondestructive testing laboratories. They are a key link in the system of supervision and control of dangerous industrial objects. From the work of these diagnostic organs directly depends on the domestic industrial safety of hazardous production facilities. This work is an analysis of methods of nondestructive testing, the negative impact of non-destructive testing equipment for specialists, as well as describes the main normative documents on labor protection specialists of laboratories of nondestructive testing.)

**Ключевые слова:** неразрушающий контроль, охрана труда, специалист НК, приборы, опасный производственный объект.

В XXI веке, несмотря на успехи в сфере информационных технологий, экономика по-прежнему основывается на промышленном производстве. Особую актуальность приобретает промышленная безопасность эксплуатируемых промышленных объектов и сооружений, Неразрушающий контроль позволяет определить их внутренние дефекты и своевременно принять меры по предотвращению аварии. После качественной диагностики и, при необходимости, локального восстановительного ремонта объекты могут продолжать эксплуатироваться ещё долгое время.

**Неразрушающий контроль** – это проверка, контроль, оценка надежности параметров и свойств конструкций, оборудования либо отдельных узлов, без вывода из строя (эксплуатации) всего объекта. Основным отличием, и безусловным преимуществом, неразрушающего контроля (НК) от других видов диагностики является возможность оценить параметры и рабочие свойства объекта, используя способы контроля, которые не предусматривают остановку работы всей системы, демонтажа, вырезки образцов. Исследование проводится непосредственно в условиях эксплуатации. Это позволяет частично исключить материальные и временные затраты, повысить надежность

контролируемого объекта [1]. Методы НК широко используются в следующих отраслях: строительство, машиностроение, производство металлопроката, энергетика, научно-исследовательские работы, химия, горная промышленность, медицина, электроэнергетика, авиационная и космическая промышленность, сельское хозяйство.

### **Классификация методов неразрушающего контроля (по ГОСТ 18353-79)**

Зависимо от физических явлений, положенных в основу неразрушающего контроля, различают девять основных его видов:

1) **радиоволновой метод** – основан на регистрации изменений параметров электромагнитных волн радиодиапазона, взаимодействующих с объектом контроля. Приборы радиоволнового НК: промышленные радиоволновые дефектоскопы, толщиномеры, влагомеры, рефлектометры и т.д.

2) **электрический метод** основан на регистрации показателей электрического поля, которое в результате воздействия извне возникает в исследуемом (контролирующем) объекте, либо взаимодействует с ним. Приборы электрического метода НК: пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП), которые выступают в качестве излучателя и приемника ультразвукового импульса, обрабатываемого дефектоскопом или толщиномером.

3) **акустический метод** заключается в снятии параметров упругих волн, возникающих и (либо) возбуждаемых в предмете контроля. Использование ультразвуковых упругих волн (частота которых более 20 кГц) дает возможность называть данный вид НК уже не акустическим, а ультразвуковым. Приборы акустического НК: ультразвуковой толщиномер, ультразвуковой дефектоскоп, ультразвуковой твердомер и пр.

4) **вихретоковый метод** заключается в исследовании с последующим анализом взаимодействия электромагнитного поля и вихревых токов (которые наводятся в исследуемом объекте) и поля вихретокового преобразователя. Приборы вихретокового метода: вихретоковый дефектоскоп (вихретоковая дефектоскопия), вихретоковый толщиномер (вихретоковая толщинометрия, толщиномеры покрытий), вихретоковый измеритель электропроводимости металлов и сплавов (измеритель электропроводности), вихретоковый структуроскоп (вихретоковая структуроскопия), ферритометр (измеритель ферритной фазы)

5) **магнитный метод** основан на проведении анализа взаимодействия исследуемой конструкции с магнитным полем. Приборы магнитного метода НК: стационарные или передвижные магнитные дефектоскопы.

6) **тепловой метод** состоит в обнаружении дефектов, опираясь на анализ температурных или тепловых полей конструкции. Метод используется при наличии тепловых потоков в контролируемой конструкции или объекте. Приборы теплового метода

НК: тепловизор, пирометры (инфракрасные термометры), измерители плотности тепловых потоков и температуры, логгеры данных;

7) **радиационный метод** основан на регистрации и анализе проникающего ионизирующего излучения после взаимодействия с контролируемым объектом. Приборы радиационного метода НК: дозиметры, радиометры, спектрометры.

8) **метод НК проникающими веществами**: обнаружение дефектов ведется с использованием веществ, которые заполняют поры, полости дефектов, после чего их можно визуально (воочию либо при помощи специальных приборов) рассмотреть и судить о степени поражения. Приборы: наборы для капиллярной дефектоскопии (очистители, проявители, пенетранты); пульверизаторы; пневмогидропистолеты; источники ультрафиолетового излучения; контрольные образцы для капиллярной дефектоскопии.

9) **оптический метод НК** основан на фиксировании и анализе показателей оптического излучения. Приборы: лупы, микроскопы, зрительные трубы, бинокли, телескопы, эндоскопы [2, 3].

Опасность при применении методов НК связана с воздействием на специалиста лаборатории НК неблагоприятных факторов, возникающих при использовании приборов НК, а также с воздействием негативных факторов производственной среды.

Рассмотрим основные неблагоприятные факторы, связанные с использованием некоторых приборов НК.

**Радиоволновой метод.** Основная опасность такого контроля заключается в действии на организм человека электромагнитного излучения радиодиапазона. В результате их воздействия на организм человека наблюдается нарушения работы нервной системы (повышенная утомляемость, сонливость, нарушения сна, головные боли и др.) Возможно нарушение работы пищеварительной и сердечнососудистой системы. ЭМП вызывают изменение поляризации молекул и атомов, в результате чего возникает опасный нагрев тканей и органов.

**Электрический метод неразрушающего контроля. Пьезоэлектрический преобразователь** основан на прямом пьезоэффекте. Обычно он представляет собой пластинку, изготовленную из пьезоэлектрического материала, на которой имеются два изолированных друг от друга электрода. Электрический ток вызывает функциональные нарушения центральной нервной и сердечнососудистой систем, а также изменения в составе крови. Действие низкочастотного (50 Гц) электрического поля проявляется при его напряженности более 5 кВ/м. ГОСТ 12.1.002 - 75 установлены предельные времена пребывания человека в электрическом поле.

**Акустический метод. Ультразвуковой толщиномер ТУЗ-2** предназначен для измерений толщины изделий из конструкционных материалов и сплавов при одностороннем доступе к ним, для измерения толщины стенок (в том числе с корродированными поверхностями) трубопроводов, емкостей, корпусных деталей и др. изделий в процессе их изготовления и эксплуатации. Воздействие ультразвука провоцирует возникновение у человека термического эффекта, который является следствием трансформации энергии ультразвуковой волны в тепло.

**Магнитный и вихретоковый метод неразрушающего контроля.** Принцип действия **вихретоковых дефектоскопов** заключается в возбуждении вихревых токов в локальной зоне контроля и регистрации изменений их электромагнитного поля, обусловленных дефектом и электрофизическими свойствами объекта контроля. Некоторые дефектоскопы позволяют проверять изделия, движущиеся со значительной скоростью (например, трубы в процессе прокатки), или сами могут передвигаться с большой скоростью относительно изделия (например, рельсовые дефектоскопы, тележки и вагоны). Биологическое действие электромагнитного поля связывают с его тепловым и нетермическим эффектами. Тепловое действие проявляется в виде повышения температуры в отдельных участках тела, где достигается большая энергия поля. Нетермический эффект проявляется в действии на нервную, сердечнососудистую, эндокринную (т.е. вырабатывающую гормоны), пищеварительную системы. Проявления такого действия те же, что и при действии электрического поля.

**Радиационный метод неразрушающего контроля. Гамма-дефектоскоп** используется для НК с использованием гамма-излучения – наиболее опасного из всех видов ионизирующих излучений. Гамма-дефектоскопия является единственным средством контроля в труднодоступных местах и в полевых условиях. Он содержит радиационную защиту с источником излучения, коллиматор и привод для перемещения источника излучения. В дефектоскопе возможно изменение параметров пучка излучения. В результате этого повышается техника безопасности, удобство эксплуатации

Основная опасность такого контроля заключается в действии на организм человека ионизирующего излучения, прямо или косвенно вызывающего ионизацию среды. Первичный результат этого воздействия состоит в ионизации атомов и молекул, живой материи, в частности в ионизации молекул воды.

**Метод неразрушающего контроля проникающими веществами. Пневмогидропистолет** с пусковым устройством предназначен для промывки водой деталей после их обработки пенетрантом при капиллярном методе неразрушающего контроля. В рукоятке пневмогидропистолета имеются отверстия для подключения сжатого воздуха и для

подключения воды. Требуемая величина расхода воды устанавливается с помощью плавно регулируемого клапана. При этом виде контроля опасность для персонала возникает в результате токсического действия некоторых дефектоскопических материалов, а при контроле люминесцентным методом — также действия ультрафиолетового (УФ) облучения.

**Оптический метод неразрушающего контроля. Эндоскоп** – группа оптических приборов различного назначения. Различают медицинские и технические эндоскопы. Технические эндоскопы (бороскопы) используются для осмотра труднодоступных полостей машин и оборудования при техническом обслуживании и оценке работоспособности (лопатки турбин, цилиндры двигателей внутреннего сгорания, оценка состояния трубопроводов и так далее), кроме того, технические эндоскопы используются в системах безопасности для досмотра скрытых полостей (в том числе для досмотра бензобаков на таможне). Опасность для человека представляет лазерное излучение, применяемое при контроле некоторыми оптическими методами. Лазерное излучение применяют также в некоторых других методах НК, например, при лазерном возбуждении ультразвука.

Современное законодательство определяет основные требования к проведению неразрушающего контроля технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах, предназначенные для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, выполняющих НК технических устройств, зданий и сооружений, применяемых и (или) эксплуатируемых на ОПО. При проведении НК должны учитываться требования по безопасному производству работ на ОПО, на которых применяются или эксплуатируются конкретные технические устройства, здания и сооружения, установленные иными федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности. Указываются виды работ по НК: дефектоскопия объектов контроля; измерение объектов контроля; контроль свойств объектов контроля. При этом выбор методов (видов) НК или их совокупности, а также технологий, объемов, последовательности и средств НК осуществляется, исходя из условия получения достоверных результатов НК и применения наиболее эффективных методов (видов) НК в соответствии с федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности, а также сводами правил, стандартами, руководствами по безопасности, проектной (конструкторской) и технологической документацией, документами, предусмотренными к применению при введении их в действие.

Работы по НК осуществляются лабораториями НК. Работы по визуальному и измерительному контролю также выполняются работниками подразделений юридического лица, осуществляющих технический контроль, работниками индивидуального предпринимателя. Проверка технического состояния установок и аппаратуры,

используемой при проведении НК, проводится назначенным работником (работниками) лаборатории (подразделения, осуществляющего НК) периодически по ежегодно утверждаемому графику проверки технического состояния установок и аппаратуры, а также после ремонта в соответствии с указаниями паспортов (формуляров) и руководств по эксплуатации установок и аппаратуры.

Документы по НК включают в себя наименование объектов контроля, на которые распространяется документ; метод (вид) НК; характеристики элементов объектов контроля; характеристики выявляемых отклонений (дефектов, несоответствий); параметры (характеристики) НК и (или) технических средств НК; объем и периодичность НК; порядок проведения НК; требования к выполнению работ по НК; требования к применяемым техническим средствам НК; нормы оценки (критерии технического состояния) объектов контроля или ссылки на документы, содержащие нормы оценки (критерии технического состояния) объектов контроля; требования к исполнителям; требования к оформлению результатов НК; требования по обеспечению безопасности проведения НК.

При проведении НК к применению допускаются средства измерений, соответствующие требованиям Федерального закона от 26 июня 2008 года N 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений".

При проведении НК на работников воздействуют опасные и вредные производственные факторы (повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования и материалов; электрическое напряжение; повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте и т.д.).

Опасные состояния при проведении неразрушающего контроля: открытые вращающиеся и движущиеся части машин и оборудования; утрата защитных свойств инструментом и защитными средствами; нарушение изоляции кабелей, проводов; неисправное состояние контрольно-измерительных приборов;

Возможные опасные действия персонала при проведении НК: использование оборудования, инструмента не по прямому назначению и в неисправном состоянии; выполнение работ при неблагоприятных атмосферных явлениях; применение неисправных или с просроченной датой проверки инструментов и средств защиты; работа на высоте без применения специальных приспособлений, обеспечивающих безопасное выполнение работ.

Для защиты специалиста лаборатории НК при **проведении неразрушающего контроля должны выполняться следующие требования:**

1) К работе в лаборатории НК допускаются лица, прошедшие медицинскую комиссию на профпригодность, имеющие специальную теоретическую и практическую подготовку, имеющие удостоверения, подтверждающие их квалификацию, аттестованные в установленном порядке для выполнения работ по НК. Периодический инструктаж проводится руководителем лаборатории один раз в полгода.

2) Лица, участвующие в выполнении контроля, должны знать и выполнять общие правила техники безопасности, установленные для работников участков, на которых проводится контроль. Специалисты лаборатории НК должны иметь группу электробезопасности II или IV группы, в зависимости от применяемого метода и действующего напряжения на объекте.

3) При проведении контроля вблизи мест выполнения сварочных работ, зона проведения контроля должна быть ограждена светозащитными экранами

4) Дефектоскопические средства (материалы) должны храниться в специально отведенном помещении, в закрытой таре с названием дефектоскопического средства. При работе с дефектоскопическими средствами использовать резиновые перчатки.

5) Проводить работы только на исправном оборудовании.

При выполнении НК на ОПО работники НК должны быть ознакомлены с правилами внутреннего распорядка на ОПО, противопожарным режимом, установленным на ОПО, характерными опасными и вредными производственными факторами и признаками их проявления, действиями по конкретным видам тревог, другими сведениями, входящими в состав вводного инструктажа и первичного инструктажа на рабочем месте. Сведения о проведении инструктажей записываются в соответствующие журналы с подтверждающими подписями инструктируемого и инструктирующего, датой проведения, ссылкой на документ, в соответствии с которым проведен инструктаж. Работники НК могут начинать работы только при выполнении всех условий наряда-допуска, завизированного лицами, ответственными за подготовку и проведение работ, а также в их непосредственном присутствии.

Работники НК должны быть обеспечены специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, санитарно-бытовыми помещениями, а также смывающими и (или) обезвреживающими средствами. В зонах действия опасных производственных факторов, воздействие которых на работника может привести к его травме, и возникновение которых не связано с характером выполняемых работ, исполнителям работ по НК должен быть выдан наряд-допуск, в котором должны быть отражены меры по обеспечению безопасных условий труда работников, мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, мероприятия по подготовке объекта контроля к

проведению работ по НК и последовательность его проведения, состав бригады, прохождение инструктажа и фамилии работников, назначенных распорядительным документом ответственными за подготовку и проведение таких работ.

При проведении НК технических устройств, зданий и сооружений, расположенных на площадке (участке) взрывопожароопасного производственного объекта, выбирается, обосновывается и указывается в наряде-допуске безопасный и наиболее эффективный метод или вид (методы или виды) НК, а также порядок его (их) проведения [5].

В России существует комплекс требований к безопасной эксплуатации лабораторий НК на ОПО. Они изложены в разнообразных федеральных нормативных регламентах и правовых актах. При этом важная роль отводится охране труда при проведении неразрушающего контроля на ОПО.

Однако расширение сферы применения средств и методов НК в современной техносфере обуславливает необходимость распространения этих требований на все лаборатории, а также подразделения, осуществляющие НК на предприятиях независимо от степени промышленной опасности производственного объекта.

Это будет способствовать повышению защищенности специалистов этой области от воздействия неблагоприятных факторов, возникающих как при использовании приборов НК, так и при проведении НК в неблагоприятных условиях производственной среды.

#### **.Список источников**

1. ГОСТ 18353-79 - Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов – М.: Издательство стандартов, 1980 – 23 с.

2. Каневский И.Н., Сальникова Е.Н. Неразрушающие методы контроля: Учебное пособие. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. - 243 с.

3. Научно-технический центр «Эксперт». Неразрушающий контроль. Методы неразрушающего контроля. <http://www.ntcexpert.ru/85-acenter/953-metody-nerazrushayushchego-kontrolya>.

4. ПБ 03-440-02. Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля. М., 2002.

5. Приказ “Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Основные требования к проведению неразрушающего контроля технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах" от 21 ноября 2016 г. N 490 (Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору 21 ноября 2016 г.). М.: АО "Кодекс", 2016. – 8с.