

Была представлена пожарная автоцистерна для горной местности на шасси Урал Next рисунок 4. Преимущество данной техники в обеспечении работоспособности в районах высокогорья и труднопроходимой местности.

Роботизированный комплекс (РК) «РОИН» Р-300 - это дистанционно-управляемый многофункциональный робот – инженер, используемый для решения задач по инженерному обеспечению спецопераций, обслуживания объектов инфраструктуры и ликвидации последствий техногенных и природных ЧС.



Рис. 5. Роботизированный комплекс (РК) «РОИН» Р-300

РК «РОИН» Р-300 оснащен автономным приводом и механизмом подключения к КОМ. Может работать как в автономном состоянии, так и подключаясь к силовой установке носителя. В зависимости от сферы применения «РОИН» Р-300 имеет несколько базовых исполнений: робототехническое средство передвигающееся на самодвижущейся гусеничной установке; инженерно-роботизированный комплекс на тяжелом носителе, управляемый прямым из кабины или на пневмоходу; роботизированный комплекс (РК) поставляемый без носителя и монтируемый на специфический носитель рисунок 5.

В заключении хотелось бы сказать, что государству необходимо постоянно совершенствовать аварийно - спасательную технику. Совершенствование технического парка пожарных гарнизонов позволит уменьшить ущерб наносимый пожарами: сохранить имущество, природу, а так же исключить гибель людей.

Список литературы:

1. Технические средства проведения и обеспечения аварийно-спасательных работ. – М.: Средства спасения, 2009. – 256 с.
2. Ю.В. Голован, В.К. Емельянов, Т.В. Козырь. Спасательная техника и базовые машины. Учебное пособие. – М.: Проспект, 2015. – 228 с.
3. Ю.В. Голован. Спасательная техника и базовые машины. Учебное пособие. – М.: Проспект, 2016. – 228 с.
4. Ю.В. Голован, В.К. Емельянов, Т.В. Козырь. Спасательная техника и базовые машины. Учебное пособие. – М.: Проспект, 2018. – 232 с.

РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ ТРУБОПРОВОДОВ

С.Ю. Назаренко, аспирант

Томский политехнический университет

634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. (3822)-70-17-77 вн. 5273

E-mail: svetanz@mail.ru

Аннотация: Обнаружение дефектов сварных соединений является одной из основных задач неразрушающего контроля, применяемого для диагностики технического состояния трубопроводов различного назначения. Среди методов неразрушающего контроля широкое распространение получил радиографический метод. Для обработки изображений, полученных радиографическим методом, и обнаружения дефектов сварки, используются различные алгоритмы. Одним из перспективных алгоритмов обработки изображений является алгоритм, основанный на методе нейронной сети.

Abstract: Detection of defects in welded joints is one of the main tasks of non-destructive testing used for diagnostics of the technical condition of pipelines for various purposes. Among the methods of non-destructive testing, the radiographic method is widely used. For processing images obtained by radiographic method, and the detection of welding defects, various algorithms are used. One of the promising algorithms for image processing is an algorithm based on the neural network method.

Объекты трубопроводного транспорта представляют большую опасность для персонала, населения, инженерных сооружений и природной среды при авариях и отказах. Трубопроводный транспорт жидких и газообразных углеводородов включает в себя промышленные, магистральные и распределительные трубопроводы, компрессорные и насосные станции, резервуарные парки, подземные хранилища природного газа, сжиженных газов и нефтепродуктов. По трубопроводам транспортируется 98 % добываемой нефти, 100 % природного газа и 50 % производимой продукции нефтепера-

ботки [1]. Согласно данным Росстата, в 2017 году длина магистральных трубопроводов составляла 250 тыс. км, из них на нефтепроводы приходилось 53 тыс. км, на нефтепродуктопроводы – 17 тыс. км, на газопроводы – 180 тыс. км [2]. Удельная интенсивность аварий за 5 лет (2010–2014 гг.) составила $0,06 \pm 0,02$ (1000 км·год)⁻¹, причем этот показатель за последние годы снизился с $0,12$ (1000 км·год)⁻¹ в 2009 году до $0,03$ (1000 км·год)⁻¹ в 2014 году [3]. Снизилась и удельная частота аварий с $12,5$ (трлн т·км)⁻¹ в 2009 году до $3,3$ (трлн т·км)⁻¹ в 2014 году при среднем показателе за 5 лет $5,8 \pm 1,8$ (трлн т·км)⁻¹. Следует отметить, что почти 70 % всех аварий на магистральном трубопроводном транспорте регистрируют на газопроводах, но и приходится на них приблизительно 70 % протяженности всех магистралей. Несмотря на тенденцию к снижению аварийности на трубопроводном транспорте, средний ущерб на одну аварию меняется слабо и в среднем за 5 лет равен $13,0 \pm 7,0$ млн. руб. В связи с развитием сети трубопроводного транспорта актуальной задачей является обеспечение безопасности и надежности эксплуатации трубопроводов.

Основными причинами аварий трубопроводных систем являются: наружная коррозия металла, брак строительно-монтажных работ, механические повреждения внешними воздействиями, брак изготовления труб и оборудования [1, 4, 5]. К дефектам строительно-монтажных работ относятся дефекты в кольцевых сварных швах (непровары, смещения кромок, подрезы, резкие переходы от валика шва к металлу трубы и т. д.), а также гофры, вмятины, царапины, риски [6]. Причинами появления дефектов сварных швов и соединений, выполненных сваркой плавлением, являются нарушения требований нормативных документов к подготовке, сборке и сварке соединяемых узлов, механической и термической обработке сварных швов и самой конструкции, к сварочным материалам. Дефекты сварных соединений классифицируются по таким признакам как форма, размер, размещение в сварном шве, причины образования, степень опасности и т. д. Согласно стандарту ГОСТ Р ИСО 6520-1–2012 «Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением» дефекты сварных соединений подразделяются на шесть групп:

- трещины;
- полости;
- твердые включения;
- несплавление и непровар;
- отклонение формы и размера;
- прочие дефекты.

Решение проблемы обеспечения безопасной работы трубопроводного транспорта достигается проведением современной диагностики, мониторинга, капитального ремонта и реконструкции, а также ряда технических, технологических и организационных решений [6]. Наиболее эффективным превентивным защитным мероприятием является диагностика технического состояния трубопроводов. Для диагностики трубопроводов применяются следующие методы неразрушающего контроля: визуально-измерительный, ультразвуковой, радиационный, магнитный, вибродиагностический, вихретоковый, акустико-эмиссионный, капиллярный и др. [7]. Среди перечисленных методов неразрушающего контроля широкое распространение для определения внутренних дефектов металла и сварных соединений трубопроводов получил радиационный метод.

Радиационный метод контроля основан на регистрации и анализе проникающего ионизирующего излучения после его взаимодействия с объектом исследования. Одним из методов радиационного контроля, используемого для проверки качества трубопроводов, является радиографический метод.

Радиографический метод контроля сварных соединений осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод». Радиографический контроль позволяет выявить наличие в сварных соединениях трещин, пор, непроваров, шлаковых, вольфрамовых, окисных и других включений, а также прожогов, подрезов. Кроме того, радиографический метод контроля позволяет произвести оценку величины выпуклости и вогнутости корня шва в недоступных для внешнего осмотра местах, например с противоположной стороны сварного шва. К параметрам контроля сварных швов при радиографическом методе контроля относятся [8]:

- требуемая чувствительность контроля в миллиметрах, которая зависит от толщины просвечиваемого металла и класса контроля;
- минимальное расстояние от фокусного пятна источника излучения до просвечиваемого сварного шва;
- максимальная длина просвечиваемых за одну экспозицию участков шва;
- минимальная допустимая оптическая плотность снимков;
- источники излучения, радиографические пленки и усиливающие экраны.

При проведении радиографического контроля сварных швов рентгеновское излучение проникает через объект исследования и воздействует на светочувствительную рентгеновскую пленку, расположенную с обратной стороны сварного шва. В местах, где имеются дефекты сварки, поглощение лучей будет меньше, и они будут более активно воздействовать на чувствительный слой рентгеновской пленки. Таким образом, радиографический снимок будет представлять собой распределение плотности почернения на рентгеновской пленке [9]. Радиографические изображения затем подвергаются анализу и обработке на компьютере с помощью специальных алгоритмов и программного обеспечения. Автоматизированная расшифровка радиографических изображений сварных соединений с использованием цифровых методов включает в себя следующие этапы [10]: формирование цифрового изображения, предварительная обработка изображения, сегментация изображения, формирование признаков для классификации, классификация изображения и оценка качества дефектов.

Совершенствование систем радиационного контроля неразрывно связано с развитием инновационных алгоритмов распознавания образов. Для выявления дефектов сварки могут быть использованы различные алгоритмы для обработки изображений. Например, в работе [11] для распознавания дефектов сварных швов трубопроводов использованы алгоритмы сегментации исследуемого изображения путем его предварительной фильтрации с последующей бинаризацией. Перспективным для неразрушающего контроля является алгоритм, основанный на нейросетевом методе.

В настоящее время происходит активное внедрение искусственных нейронных сетей в различные области человеческой деятельности. К задачам, решаемым с помощью нейронных сетей, относятся задачи распознавания речи, изображений и рукописного текста, предсказания валютного курса и курса акций, диагностики заболеваний [12, 13]. Искусственные нейронные сети также нашли применение и в неразрушающем контроле. С помощью нейронных сетей может решаться как задача обнаружения дефектов, так и задача распознавания образов. Нейросетевые технологии обеспечивают хорошие результаты, но в то же время им свойственны и недостатки, например, они обладают свойством ненадежности. Так, в частности, нейронная сеть выдает хорошие результаты, если получает сигналы, которые близки к сигналам обучающей выборки. В случае получения нейронной сетью сигналов, которые отличаются от обучающейся выборки, реакцию сети предсказать будет трудно [13]. Следовательно, одной из проблем, которую нужно решить при создании алгоритма распознавания дефектов в сварных соединениях, основанного на нейронных сетях, является создание адекватной обучающей выборки.

Для реализации нейросетевого алгоритма с целью повышения точности обнаружения и распознавания изображений, возникающих в задачах обработки изображений в системах радиационного контроля, необходимо решить такие задачи: анализ признаков объектов неразрушающего контроля, выбор наиболее информативных признаков для разработки алгоритма; разработка математической модели формирования и оцифровки радиографических изображений сварных швов трубопроводов; разработка методики формирования обучающей выборки и алгоритма обучения и тестирования искусственной нейронной сети для распознавания дефектов сварных швов.

Список литературы:

1. Анализ аварий и несчастных случаев на трубопроводном транспорте. Учебное пособие. Под ред. Б.Е. Прусенко, В.Ф. Мартынюка. – М.: ООО «Анализ опасностей», 2003. – 351 с.
2. Россия в цифрах. 2018: Краткий статистический сборник. – М., Росстат, 2018. – 522 с.
3. Радионова С.Г., Жулина С.А., Кузнецова Т.А. и др. Показатели опасности аварий на магистральных трубопроводах // Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 11. – С. 62–69.
4. Тарасенко В.И., Шацкая К.В. Анализ причин аварий в газовом комплексе // NovaInfo.Ru. – 2014. – №24. – С. 15–21.
5. Гайсина Д.Р., Денисова Я.В. Анализ причин аварийных ситуаций на магистральных трубопроводах // Вестник Казанского технологического университета. 2016. Т.19. № 14. С. 129–130.
6. Мазур И.И., Иванцов О.М. Безопасность трубопроводных систем. – М.: ИЦ «ЕЛИМА», 2004. – 1104 с.
7. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник / Под ред. В.В. Клюева. – М: Машиностроение, 1995. – 448 с.
8. Антипов В.С., Васильев В.Д., Удалов Ю.И. Радиографический контроль сварных швов. Параметры контроля // Дефектоскопия. – 2006. – Т. 42. – № 2. – С. 46–52.
9. Кулешов В.К., Сертаков Ю.И., Ефимов П.В. Физические и экспериментальные основы радиационного контроля и диагностики. Ч. 1. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 341 с.

10. Григорченко С.А., Капустин В.И. Классификация дефектов при автоматизированном радиографическом контроле сварных соединений // Дефектоскопия. – 2006. – Т. 45. – № 9. – С. 73–87.
11. Воробейчиков С.Э., Фокин В.А., Удод В.А., Темник А.К. Исследование двух алгоритмов распознавания образов для классификации дефектов в объекте контроля по его цифровому изображению // Дефектоскопия. – 2015. – № 10. – С. 54–63.
12. Спицин В.Г., Цой Ю.Р. Интеллектуальные системы: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 176 с.
13. Богославский С.Н. Область применения нейронных сетей и перспективы их развития // Научный журнал КубГАУ. – 2007. – № 27(3). – С. 37–41.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ ФЕРРОМАГНИТНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ (СТАЛЬ-ЧУГУН) В ШЛАКОВОМ ОТВАЛЕ

А.А. Казанцев^{1,2}, к.т.н., М.Ю. Блащук¹, к.т.н.

¹ *Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел.(38451) 777-67

² *Федеральный исследовательский центр Угля и углехимии СО РАН*

650000, г. Кемерово, пр-т Советский, 18, (3842) 363-462

E-mail: kazantsev@tpu.ru

Аннотация: Представлен общий подход к разработке методики определения массовой доли ферромагнитной металлической составляющей (сталь-чугун) в шлаковом отвале и сама методика. Работа выполнена по заказу ООО «УБТ-Экология» Договор №02.09.14-69/2018 от 05.03.2018 г.

Annotation: A General approach to the development of methods for determining the mass fraction of the ferromagnetic metal component (steel-cast iron) in the slag dump and the technique itself is presented. The work was done by order of the company "UBT-Ekologiya" Contract No. 02.09.14-69/2018 from 05.03.2018.

Введение.

Сталеплавильные (мартеновские, конвертерные и электросталеплавильные) шлаки представляют собой основной попутный продукт при производстве черных металлов. Их удельный выход составляет в среднем от 160 до 170 кг/т стали. Эти шлаки представляют собой ценный материал для использования в качестве оборотного продукта для самой черной металлургии, так как в них содержится более 80% ценных компонентов. Эти шлаки в основном используются в стройиндустрии, но значительная часть их вывозится в отвалы [1,2].

В соответствии с техническим заданием необходимо было выполнить экспериментальное определение процентного содержания ферромагнитных компонентов (сталь-чугун) в шлаковом отвале, расположенном на территории земельного участка, площадью 62 011,01 кв.м в г. Юрга. Экспериментальная часть работ предполагала взятие проб материалов шлакоотвала, отделение ферромагнитной составляющей, содержащейся в шлаке, проведение необходимых измерений. По предложению Заказчика разделение шлака на фракции и отделение ферромагнитной составляющей необходимо было провести магнитной сепарацией с использованием установки тяжёлого грохочения Extex E-7 производства «Сандвик Майнинг & Рок Технолоджи», имеющейся у Заказчика.

Анализ литературных источников показал, что детальная качественная оценка железосодержащего сырья возможна только при сочетании с гранулометрическим и химическим анализом в лабораторных условиях. Магнитное обогащение, основанное на различной магнитной проницаемости железосодержащих фаз, используют для отделения парамагнитных (слабомагнитных, например вюстит, сидерит и пирит) и ферромагнитных (сильномагнитных, например ферромагнетик α -Fe, ферримагнетики магнетит и маггемит) компонентов смесей твердых материалов от их немагнитных составляющих под действием магнитного поля. Содержание сильномагнитных форм железа в железшламах по разным оценкам может составлять от 15 до 44% [1–5]. Отмечается также, что эффективность магнитного обогащения железшламов может быть очень высокой [1, 2, 6].

Согласно [7] для пробной площадки неоднородной почвы размером от 0,5 до 1 Га достаточно от трех до пяти точечных проб на один почвенный горизонт. Согласно [8] допускается механизированный способ отбора точечных проб, расхождение по массе отдельных точечных проб не должно быть более 20 %. Согласно [9] при крупности материала более 100 мм минимальная масса точечной пробы не может быть менее 8 кг. При массе партии до 500 т число точечных проб может варьироваться от 8 до 31, в зависимости от вариации качества. При этом согласно [10], масса лабораторных